

УДК 679.8

П.В. Подзоров

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАНКОВ
С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ
СТРУКТУРОЙ ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ
И ЮВЕЛИРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Семинар № 18

В последнее время все большее распространение получают механизмы параллельной кинематики (МПК). Подобное оборудование сочетает в себе высокую жесткость, точность, скорость перемещения рабочего органа и имеет значительные преимущества по сравнению с традиционными (последовательными) механизмами [1-5]. Все это позволило использовать МПК в технологическом оборудовании. Но, безусловно, область их применения не ограничена одними технологическими машинами. МПК применяются уже достаточно давно. В авиации на основе этих механизмов создаются тренажеры имитации полетов. Созданы манипуляторы на основе МПК. Элементы МПК применяются и в различных системах позиционирования, например в механизмах управления углом наклона антенн, в механизмах для изменения положения в пространстве обрабатываемых или измеряемых деталей, в системах управления углом поворота сопел реактивных двигателей и т.д.

Интерес вызывает использование МПК для создания оборудования огранки драгоценных камней. Для того чтобы продемонстрировать преимущества такого оборудования рассмотрим общую схему параллельного механизма

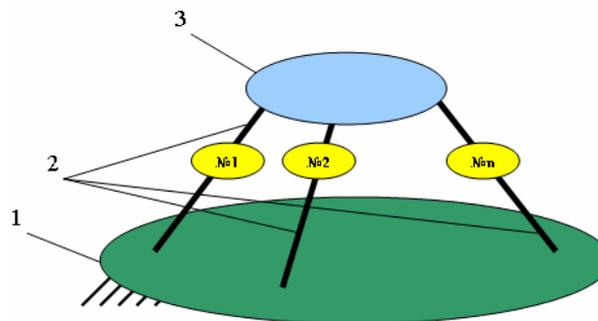
Рис. 1. Общая структура МПК

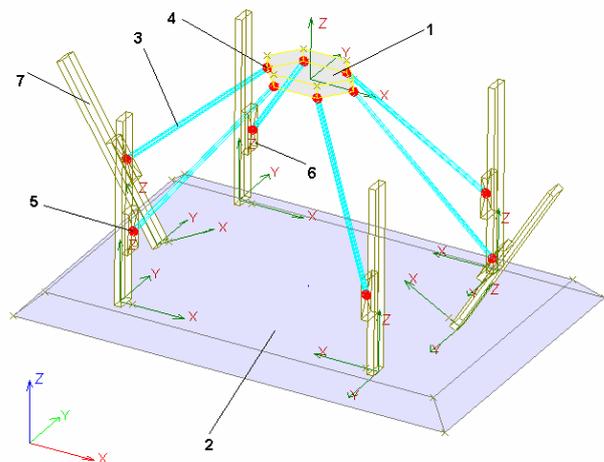
(рис. 1). На схеме представлена общая структура МПК.

Выходное звено (3) механизма связано с основанием (1) кинематическими цепями (2). Число кинематических цепей может быть различным. Каждая кинематическая цепь может содержать один или несколько приводов. Возможны структуры, в которых не все кинематические цепи содержат привод. Используя соответствующие структуры кинематических цепей, можно обеспечить выходному звену шесть степеней свободы (такие механизмы называют «гексаподы»).

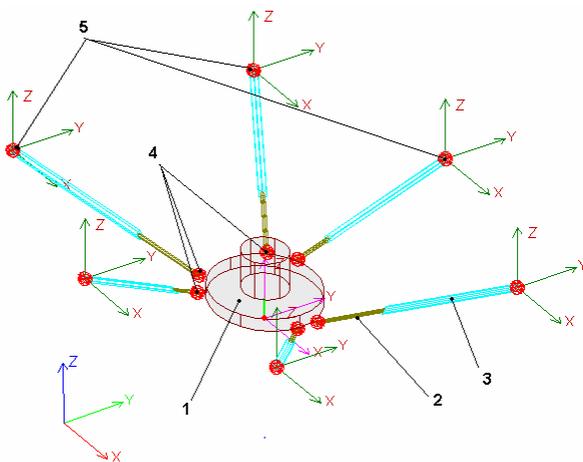
Существует большое разнообразие кинематических схем МПК, которое образуется применением различных структур кинематических цепей и их сочетаний. Приведем несколько примеров МПК (рис. 2).

В первом механизме (рис. 2, а) используются кинематические цепи с переменными длинами штанг. Выходное звено 1 связано с основанием шестью кинемати-





а)



б)

ческими цепями. Каждая кинематическая цепь состоит из двух цилиндрических полых штанг 2 и 3. Штанга 2 имеет меньший диаметр, так что ее можно установить в штангу 3. Кроме этого внутри штанги 3 располагается привод, как правило, на основе шариковой винтовой передачи. Таким образом, штанга может изменять свою длину. С выходным звеном штанги соединены сферическими шарнирами 4, а

Рис. 2. Примеры МПК с переменными (а) и постоянными (б) длинами штанг

с основанием карданными 5. Изменяя длины штанг можно ориентировать выходное звено 3 в пространстве по шести координатам.

В другом механизме (рис. 2, б) используются штанги постоянной длины. Выходное звено 1 связано с основанием 2 шестью кинематическими цепями. Каждая кинематическая цепь состоит из штанги постоянной длины 3. Эти штанги связаны сферическими шарнирами 4 с выходным звеном, а карданными 5 с ползунами 6, которые перемещаются по направляющим 7 с помощью приводов. Изменяя положения ползунот 6 можно задавать требуемое положение и ориентацию выходного звена по шести координатам.

Установив на выходное звено таких механизмов шпиндель с инструментом, например, для огранки камней, мы можем ориентировать его в пространстве по шести степеням свободы, что позволит обработать изделие без

переустановок и использовании дополнительных приспособлений. Использование МПК в ювелирной отрасли позволит значительно упростить механическую систему соответствующего оборудования. Кроме этого, параллельные структуры состоят из стандартных унифицированных узлов, что упрощает их создание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Попанов В.А.* Возможен ли успех станков новой концепции? //СТИН. – 1996. - №4. – С.40-45.
2. *Бушуев В.В., Хольцев И.Г.* Механизмы параллельной структуры в машиностроении. // СТИН. – 2001. - №1. – С.3-8.
3. *Бушуев В.В., Подзоров П.В.* Особенности проектирования оборудования с параллельной кинематикой. //СТИН. – 2004. – №4. – с.3–10, №5. – с.3–8.
4. *Podzorov P.V., Bushuev V.V.*, “Synthesis of the Equipment on the Base of Parallel Kinematic Mechanism”, 3-rd Chemnitz Parallel Kinematics Seminar: Development Methods and Application Experience of Parallel Kinematics. Chemnitz 2002, p.861-882.
5. *Podzorov P.V., Bushuev V.V.* “Structural and Parametrical Synthesis of Parallel Kinematic Mechanism”, 4-th Chemnitz Parallel Kinematics Seminar: Parallel Kinematic Machines in Research and Practice. Chemnitz 2004, p.339-419.
6. *Подзоров П.В., Бушуев В.В.* Структурный анализ и классификация механизмов параллельной кинематики // Мехатроника, Автоматизация, Управление. 2004.

Коротко об авторах

Подзоров П.В. - кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Станки», Московский государственный технологический университет «СТАНКИ».



© Н.В. Дятлова, Н.П. Никколова,
2005

УДК 622.375.4

Н.В. Дятлова, Н.П. Никколова

ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКЕ

Семинар № 18

Оработка камня - одно из самых древних занятий и в этом деле накоплен огромный опыт. Наиболее важную роль играют декоративные, коллекционные камни, которые используются как учебный коллекционный материал в качестве наглядных пособий при преподавании геологических и смежных с ними дисциплин; предназначаются для научных исследований, для составления тематических научных и музейных коллекций. Они имеют не только познавательное, но и прикладное

эстетическое назначение: используются в качестве эффектных изделий для украшения интерьеров; в виде сувениров или «визитных карточек» города, района или месторождения.

Далее речь пойдет о нетрадиционном декоративном сырье – древнейших образованиях нашей планеты – докембрийских бедных железных рудах КМА – железистых кварцитах.

Открытие их, как нового поделочного камня, представляет интерес и для ювелиров и для геологов.

Среди них встречаются яшмовидные гематит – магнетитовые кварциты, черные кварцево-магнетитовые или кварц-железо-сланцевые, иногда попадаются черно-зеленые или зеленоватые слои, содержащие силикаты.

Одна из характерных особенностей железистых кварцитов КМА, привлекающая внимание обработчиков, их мелкая полосчатость, плейчатость – многократное чередование разноокрашенных прослоев мощностью от одного миллиметра до пяти миллиметров, - наличие включений и ... тектоника, определяющие и повышающие его декоративную ценность.

Исследование текстурных и структурных особенностей железистых кварцитов с ритмичной сменой отдельных минералов (гематита, железной слюдки, кварца, магнетита, амфиболов), занимающих значительную часть площади камня, показало, что его можно применять в качестве декоративного камня для изготовления художественно оформленных изделий.

По качеству, определяющему их декоративно-художественную ценность, они относятся ко второму и третьему сорту, т.е. это рядовой каменный материал, монолитный, хорошей сохранности для комплектования сувенирных и учебных коллекций.

В учебных целях художественно оформленные железистые кварциты (полировки) имеют не только иллюстративный, но и познавательный характер. Они служат наглядными пособиями при изучении разделов по предметам геологического цикла: «Метаморфические горные породы», «Структуры и текстуры метаморфических пород», «Облицовочные и поделочные камни», «Черные металлы», «Метаморфогенные процессы», «Складкообразование в земной коре», «Разрывные нарушения», «Магнитная сепарация» и др.

На представленных полировках кварцитов повторения почти не встречаются и каждая новая, вызывает восторг. Но иногда камень вызывает чувство незакончен-

ности, незавершенности и образующаяся в какой-то части пустота нарушает гармонию целого. Подобрать гармонирующий с рисунком камня вариант, который наиболее полно отразит красоту камня, можно с помощью компьютерных технологий. Новые и новые комбинации дополнений по лабиринту изгибов слоев железистых кварцитов вызывают ощущение красоты и законченности художественного произведения.

Чтобы уйти от множества однотипных плоских пришлифовок кварцитов было найдено новое художественное решение и разрушена монотонность, неизбежная при достаточном количестве материала.

Вместе с опытом повышалась, и требовательность к художественной обработке каменного материала железорудных месторождений КМА и в этих работах нет строгих правил, предписывающих раз и навсегда установленные приемы. Раскрытая в камне, заложенная природой красота, оформляется металлом, который мирно с ним сосуществует, не соперничая, а дополняя друг друга. Из железистых кварцитов с фрагментарным рисунком чаще всего выполняются художественные произведения (картины, оправы для часов, канделябры, вазы). На первое место здесь выходит способность обработчика подмечать не только то, что видно всем и бросается в глаза, но и малозаметные неуловимые мелочи, детали, тонкие переходы, а зеркальная поверхность самым выгодным образом проявляет рисунок – цвета становятся более яркими и сочными, а рисунок четким и выразительным.

Безрудные кварциты на КМА являются «бросовым» камнем, но опытная рука художника в обломке такого камня сумела выявить рисунок и еще более его подчеркнуть с помощью компьютерной графики, раскрывая его во всем великолепии.

Для кварцита с неопределенным рисунком применяется граненая форма в виде куба, пирамиды и других многогранников правильной и произвольной

формы. Таким образом, художественные изделия из железистых кварцитов, требования к которым не регламентируются, создают разнообразие в каменном мире.

Художественная обработка камня является, несомненно, важным аспектом воспитания и образования молодежи. Учебное заведение начинает свою деятельность по реализации творческого потенциала студента в художественной

обработке камня по четырем направлениям: творчество, наблюдательность и сосредоточенность, кругозор и эрудиция, удовлетворение от процесса творчества.

Наша задача, задача учебного заведения совместными усилиями поднять художественную обработку камня на новый уровень, отвечающий требованиям сегодняшнего дня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Жабин А.Г.* Жизнь минералов. М., Изд. «Советская Россия», 1976,
2. *Киевленко Е.Я., Чупров В.И., Драмшева Е.Е.* Декоративные коллекционные минералы. – М.: Недра, 1987.

Коротко об авторах

Дятлова Н.В., Никколова Н.П. – Государственное образовательное учреждение среднего профессионального образования Российской Федерации, Старооскольский геологоразведочный техникум имени И.И. Малышева, г. Старый Оскол, Белгородская область.



© А.П. Дубинина, 2005

УДК 622.371.002.2

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 до-

быча 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 при-

мерно 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 воздействуют касательные напряжения, которые на микромасштабном уровне создают сдвиг кристаллической решетки (рис. 1, а). При этом происходит движение

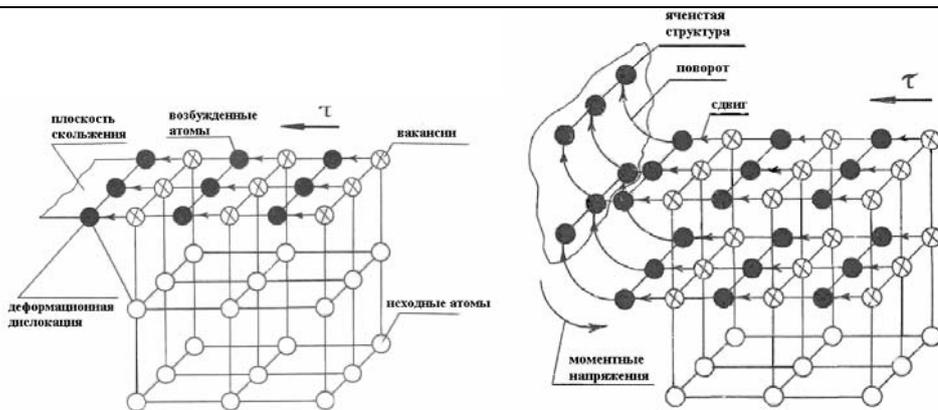
атомов кристаллической решетки по плоскости скольжения и на краю возникает деформационная дислокация. Со стороны атомов кристаллической решетки возникает моментное напряжение, которое порождает поворот данных дислокационных структур, из которых формируется мезообъем. (рис. 1, б).

При дальнейшем воздействии единичные мезообъемы, движущиеся в релаксационном режиме по схеме «сдвиг + материальный поворот», локализуются в полосы локальной 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 деформированных частичек основного кристалла с формированием при этом бездефектной структуры приповерхностного слоя.

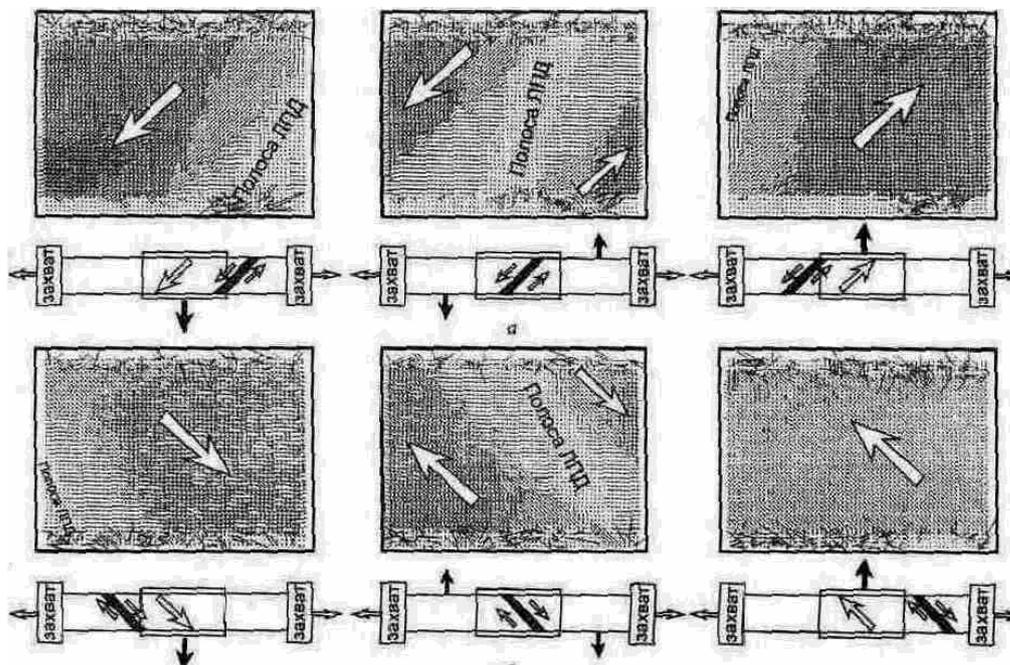
Деформированное твердое тело является многоуровневой иерархической самоорганизующейся системой, в которой микро-, мезо- и макроуровни взаимосвязаны. Из экспериментов, проведенных на кристаллах алмаза, установлено, что в процессе шлифования кристалла в соответствии с принятой моделью пластичного резания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



а
б

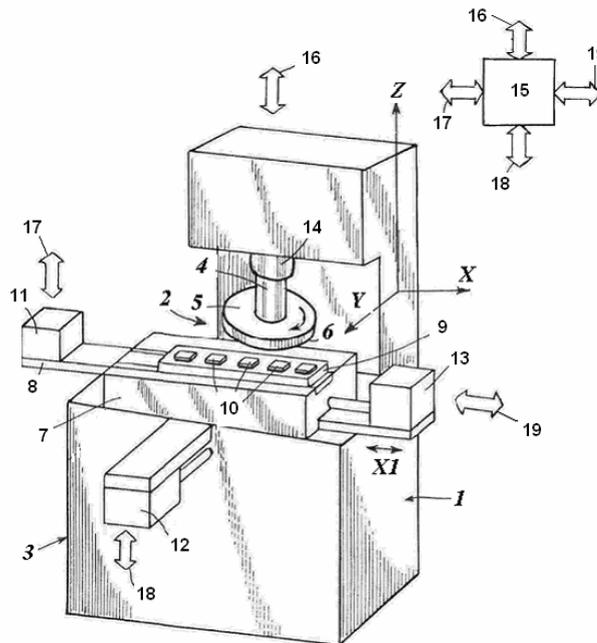


в

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

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 обрабатывающая система, обеспечивающая достаточную жесткость, высокую разрешающую способность и стабиль-

Рис. 2. Станок АН15Ф4 состоит из: шлифовального станка (1), упругой обрабатывающей системы (2), станины (3); приспособления (4) для крепления режущего инструмента (5), имеющего производящую поверхность (6); суппорта (7), на котором установлен стол (8) с приспособлением (9) для крепления обрабатываемых изделий (10). Установка имеет приводы (11,12) продольного перемещения стола в плоскостях формообразования по координатным осям X, Y станка и 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).



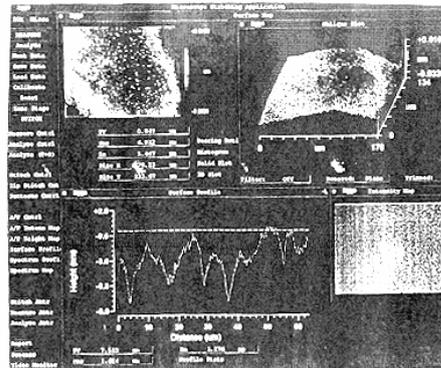
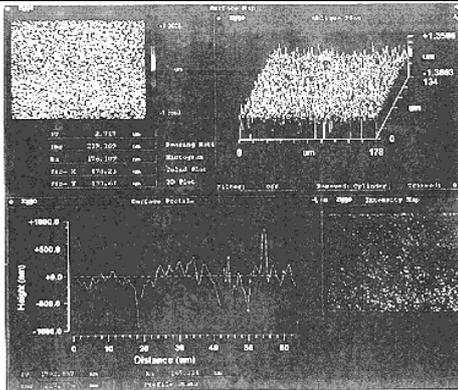
ность дискретного перемещения исполнительных органов.

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 огранки алмазов в бриллианты применяются 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-го 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. 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 ре-



альном времени анализируется численными методами в устройстве ЧПУ шлифовального станка путем соответствующей переработки информации об упругих деформациях 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

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

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, Устринь, 2003.

Коротко об авторах

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

