

В.Ю. Карасёв

Неизвестный алмаз.
«Артефакты» технологии

ТЕХНОСФЕРА
Москва
2015

УДК 539.8+534.29

ББК 22.314

К21

К21 Карасёв В.Ю.

Неизвестный алмаз. «Артефакты» технологии

Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 96 с., ISBN 978-5-94836-405-6

В книге описываются результаты экспериментов по изучению оригинального квантово-волнового метода механического воздействия на кристаллы алмаза. Проведенные эксперименты открывают новые свойства и особенности этих кристаллов, находящихся в сильнонеравновесных условиях обработки. Показана принципиальная возможность возникновения необратимых сильнонеравновесных явлений в кристаллах алмаза при формировании в их объеме волновых потоков с винтовым возмущением волнового фронта. Взаимодействие этих волновых потоков в объеме алмаза приводит как к изменению дефектно-примесной структуры алмаза, снятию внутренних напряжений, так и к формированию морфологического рельефа поверхности кристалла без непосредственного касания всей его поверхности инструментом. Открытие этого метода воздействия на кристаллы алмаза – еще один шаг в создании технологий направленной модификации свойств алмаза, который является модельным объектом всей физики твердого тела. Описывается динамическая волновая среда, влияющая на получаемые результаты.

Книга предназначена для специалистов в области обработки алмазов, физики твердого тела, материаловедения, квантовой механики, а также для любознательных студентов и аспирантов.

УДК 539.8+534.29

ББК 22.314

В оформлении обложки использован фрагмент картины «Destiny's Dance» художника Ричарда Янга (Великобритания), www.youngart.com

© Карасёв В.Ю., 2015

© ЗАО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА», оригинал-макет, оформление, 2015

ISBN 978-5-94836-405-6

Содержание

Предисловие автора	4
Глава 1. Введение	6
1.1. Система воздействия	6
1.2. Принцип воздействия	7
«АРТЕФАКТЫ» ТЕХНОЛОГИИ	12
Глава 2. Поверхность	12
Глава 3. Формы поверхности алмаза	33
3.1. Конус	33
3.2. Сфера	35
Глава 4. Фрактальная архитектура	38
Глава 5. Совокупность форм кристалла	43
5.1. Эксперимент 1	48
5.2. Эксперимент 2	50
5.3. Эксперимент 3	55
5.4. Цилиндр	60
Глава 6. Снятие внутренних напряжений в кристалле	63
6.1. Радуга	65
Глава 7. Анизотропия твердости	72
Глава 8. Гипотезы квантово-волновой обработки	77
8.1. Самый последний эксперимент	84
Заключение	90
Благодарности	93
Литература	94

Предисловие автора

О самом известном и самом загадочном кристалле — кристалле природного алмаза к настоящему времени, казалось бы, известно многое: структура, и типы дефектов, и физико-химические свойства. И вроде бы вполне возможно прогнозировать его эффективное применение в различных областях человеческой деятельности. А учитывая уникальность его физических свойств, то и вообще эффективную реализацию для нужд человека многих революционных открытий в медицине, связи, микро- и оптоэлектронике, приборостроении, станкостроении и пр., пр., пр. Ведь недаром в середине XX века этот кристалл был провозглашен самым перспективным материалом XXI века.

И вот XXI век наступил!

И что?!

Много ли мы видим революционных открытий, связанных с алмазом? Как-то изменил этот кристалл кардинально нашу жизнь или хотя бы проявились явные перспективы его широкого использования (кроме, как и раньше, абразивных порошков и ювелирных изделий)? К сожалению, только опять наметились очередные большие перспективы его применения, например в создании квантового компьютера. А возросшее качество и чувствительность современного научно-исследовательского оборудования открывают в экспериментах ученых новые свойства алмаза...

И складывается впечатление, что круг-то, похоже, замкнут. Опять что-то не так. Не открывает нам до конца алмаз (за последние пять тысяч лет, как свидетельствуют древние индийские рукописи) своих уникальных перспектив для их эффективной реализации. Не торопится он стать близким другом человека и предоставить ему свои сокровенные тайны.

Неожиданно для нас появились в мироздании темная энергия и темная материя. Вот никогда их не было, а тут — раз!.. и появились! Хотя и сегодня толком никто не может сказать, что это такое, но это, оказывается, существует. И занимает это аж 96% всего известного пространства (74% — темная энергия, 22% — темная материя), а остальные 4% — барионная (наша) материя, а из нее 3,6% — межзвездный газ и только 0,4% — сами звезды.

Хоть и не сразу, но все-таки раскрутили Большой адронный коллайдер и наконец-то с восторгом сделали предположение, что открыли бозон Хиггса. Хотя и здесь толком никто не знает, что это такое и как это возможно эффективно использовать в народном хозяйстве. Даже теорию относительности почтительно подняли и, остороженько, ласково поглаживая, начали относить в сторонку как не совсем актуальную в современном технологическом мире.

Зародилось многообразие новых и весьма интересных теорий и гипотез. Пересматриваются многие, казалось бы, незыблемые представления человека об окружающей действительности, о Природе, о нашей Вселенной, об Эфире. И Большой взрыв уже начал вызывать обоснованные со-

мнения. Да и галактики, похоже, не так уж оголтело и целенаправленно разлетаются, как представлялось...

Да и пора бы уже! Все-таки двадцать первый век на дворе...

И только алмаз, наш удивительный природный кристалл, как бы за-тих в сторонке и что-то выжидает. И это что-то, по всей видимости, свя-зано с человеком. С его мировоззрением, с его зашоренностью, с его внут-ренним миром, широтой интересов и взглядов, с его верой и надеждой, с его любовью...

Название цикла работ «Неизвестный алмаз» продиктовано нашим от-крытием нового метода механического воздействия на этот кристалл, но-вой квантово-волновой технологией его обработки. Этот метод открыл ошеломляющие результаты нашего воздействия, перевернув все сложив-шиеся представления об этом кристалле.

Полученные экспериментальные данные как «артефакты» технологии еще ждут своего детального объяснения, заставляя усомниться в полноте существующей системы знаний об алмазе и попытаться по-новому отве-тить на этот, как оказалось, непростой вопрос: «А что же такое алмаз и что же мы своей волновой технологией с ним делаем?»

В этой книге приведены экспериментально полученные результаты воздействия на алмаз за последние двадцать лет. Именно столько време-ни прошло с момента открытия метода. Вся работа была проведена бла-годаря самоотверженной инициативе группы исследователей. Ни госу-дарство, ни Академия наук не участвовали в этой увлекательной эпопее. А учитывая сложность работы с драгоценными камнями в нашей стране и непростой доступ к современному научному оборудованию (Оже-спек-троскопия, атомно-силовая микроскопия, молекулярно-лучевая эпитак-сия и т.п.), можно представить, какие сложности пришлось преодолеть, чтобы создать новое уникальное обрабатывающее оборудование, развить технологию и получить эти удивительные экспериментальные результаты.

В книге приводится только описательная часть этих результатов и да-леко не всех экспериментов. В отдельных случаях автор попытается дать какие-то свои пояснения и предположения. А в заключительной части книги он вообще проявит смелость и выскажет свое мнение, свою гипо-тезу о физических основах новой технологии воздействия.

Насколько эта гипотеза жизнеспособна — покажут новые достижения, новые результаты экспериментов. А ответ на вопрос: «Что такое алмаз и что же мы своей технологией с ним делаем?», по всей видимости, предос-тавит время. Ибо только оно может доказать правильность понимания великих законов Природы.

В. Карасёв

ГЛАВА I

ВВЕДЕНИЕ

О кристаллах алмаза написано много. Мы не будем повторяться. Читатель самостоятельно может найти в многообразии существующих публикаций необходимые ему факты, истории, свойства и сферы применения этого материала. Все эти публикации описывают алмаз как самое необыкновенное состояние материи в нашем мире. По совокупным свойствам алмаза с ним не может сравниться ни один из известных человеку материалов твердого тела.

До сих пор он хранит свою тайну происхождения – рождается ли алмаз в кимберлите (лампроите) или только выносится кимберлитовой (лампроитовой) магмой из глубины Земли. В нашей стране открыты алмазы новых генетических типов в самых необычных на первый взгляд геологических образованиях – ударно-метаморфогенные (импактные) и динамо-метаморфогенные (в метаморфических комплексах) [1]. Алмазы обнаружены и в метеоритах. А в космосе существуют бывшие уже потухшие звезды, целиком состоящие из алмаза. Кристаллизация алмазов в природе – процесс многогранный. Современный синтез алмаза есть всего-навсего имитация некоторых возможных природных вариантов процессов алмазообразования.

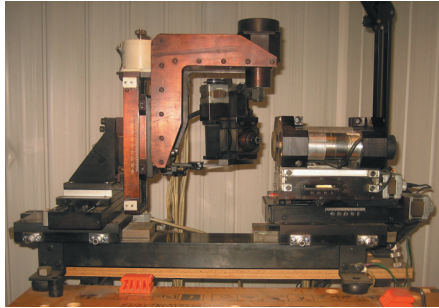
Обрабатывается алмаз в основном только механическим способом и только алмазом. Это единственный эффективный способ, удовлетворяющий критерию оптимальности воздействия. Этот критерий позволяет получать приемлемое качество обработки при оптимальных затратах. Экзотические и дорогостоящие методы воздействия на алмаз (термохимия, плазмохимия, лазерная абляция и др.) в данной работе не рассматриваются, как не актуальные.

В этой главе в очень общих чертах мы приводим основной принцип нашего квантово-волнового метода воздействия на кристаллы алмаза [2] и чем он отличается от традиционного метода обработки [3]. При этом по вполне понятным причинам мы вынуждены отойти от подробного описания применяемых ноу-хау [4] в режимах и алгоритмах воздействия на кристаллы алмаза.

1.1. Система воздействия

Система воздействия на алмаз представляет собой довольно сложный прибор, состоящий из элементов точной механики и системы с числовым программным управлением (ЧПУ), основы которого заложены в [5].

Этот малогабаритный настольный станок позволяет программировать обороты и частоту воздействия инструмента на алмаз; задавать давление инструмента на кристалл, время и алгоритм воздействия; измерять и контролировать: величину съема материала, токовые характеристики силовой части, уровень и характер заданных вибраций инструмента, температуру обрабатываемого алмаза и многие другие параметры.



Система имеет несколько задаваемых степеней свободы: позиционирование обрабатываемого кристалла по основным координатам X , Y , Z , гониометрическое устройство наклона и вращения кристалла по координатам θ и φ и самое главное, что отличает нашу систему от любого другого оборудования для обработки алмаза, — двухосевое движение инструмента по осям α и β . Именно это движение и формирует когерентные поля упругих деформаций в кристалле алмаза, создает квантовые волновые потоки с винтовым возмущением волнового фронта.

Используемое гониометрическое устройство крепления объекта делает возможным с высокой точностью формировать на алмазе поверхности, описываемые уравнениями второго порядка [6]: сферические, параболические, конусообразные.

1.2. Принцип воздействия

В традиционном методе обработки кристаллов алмаза в бриллианты [3] обрабатывающий инструмент ($\varnothing \sim 3500$ мм), шаржированный алмазным абразивом (зернистость абразива, как правило, составляет $\sim 10/7$ мкм), вращается с определенной скоростью (~ 3500 об./мин.) вокруг своей оси. Движение зерен абразива вращающегося инструмента по обрабатываемой алмазной поверхности в данном случае можно представить как прямолинейное и равномерное. Величина линейной скорости движения этих зерен достаточна для образования микросколов на поверхности хрупкого алмаза, что и обеспечивает определенную производительность и качество процесса обработки.

В нашем случае движение шаржированного алмазным абразивом (10/7 мкм) инструмента является двухосевым. Инструмент вращается вокруг своей оси и перемещается параллельно вокруг некой заданной оси. В результате мы имеем независимое двухосевое вращение и перемещение инструмента, которое и обеспечивает сложное циклическое движение зерен абразива относительно обрабатываемой поверхности алмаза, описываемое уравнениями второго порядка [7]. Диаметр инструмента и скорость его вращения задают требуемую линейную скорость движения абразив-

ного зерна, взаимодействие которого с поверхностью кристалла в этом случае, как правило, не превышает предел ее упругости, что сводит к минимуму образование микросколов по моделям Герца и Ауэрбаха [8].

Рассмотрим принцип воздействия инструмента на алмаз немного подробнее.

В традиционной технологии обработки алмазов в бриллианты одним из определяющих моментов является обеспечение стабильности оборотов вращающегося инструмента. В этом случае линейная скорость каждого зерна абразива в точке касания инструмента с алмазом (V_{st}) является величиной постоянной (рис. 1.1). На этом рисунке горизонтальная прямая линия — линейная скорость среднестатистического зерна абразива при использовании стандартной технологии (V_{st}). Волнистая линия — характер изменения скорости аналогичного зерна абразива относительно обрабатываемой поверхности алмаза при применении квантово-волнового метода обработки ($\Delta V = V_2 - V_1$).

В нашем случае обрабатывающий инструмент имеет одну ось вращения α (с циклической частотой α) вокруг своего геометрического центра и одновременно совершает независимое эксцентричное перемещение как целое тело вокруг другой, но неподвижной оси β (с циклической частотой β). Общий кинематический принцип такого комбинированного двухосевого движения был реализован ранее в работе [9]. Расстояние между подвижной α и неподвижной β осями вращения (r_a) является аппаратным фактором и выбирается в соответствии с используемым алгоритмом обработки.

Важно заметить, что параметр ΔV (см. рис. 1.1) как приращение линейной скорости движения инструмента относительно обрабатываемой поверхности алмаза есть величина постоянная в любой точке контакта обрабатывающего инструмента с кристаллом и зависит только от r_a . Следовательно, и тангенциальное ускорение всех зерен, участвующих в процессе генерации возмущающих волн в обрабатываемом алмазе, будет также инвариантно относительно координат контакта.

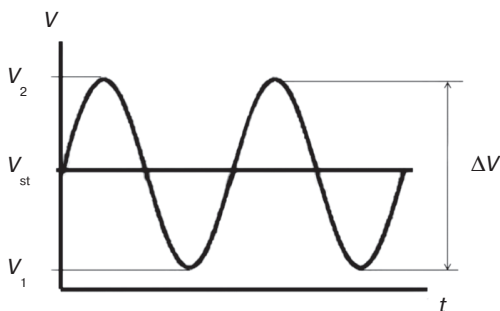


Рис. 1.1. Графическое отображение скоростей движения инструмента как функции времени t

В этом суть одного из многих алгоритмов воздействия. В этих алгоритмах также предусмотрена возможность задаваемых вращательного и возвратно-поступательного перемещений кристалла алмаза относительно инструмента.

Критерий пространственного постоянства ΔV является определяющим фактором при создании когерентного волнового поля упругих деформаций в объеме алмаза. Когерентность — согласованное протекание во времени и пространстве нескольких колебательных или волновых процессов. Волны называются когерентными, если разность их фаз остается постоянной во времени.

Частота α вращения инструмента в разработанном оборудовании с ЧПУ может лежать в диапазоне $0 \div 10\,000$ об./мин., частота β — в пределах $0 \div 120$ Гц. Конкретные параметры и соотношения частот в случае независимого двухосевого механического движения инструмента определяются поставленной целью и задачей при применении этого нового метода обработки алмаза.

Обработка алмазной поверхности проводится усовершенствованным методом [9] в сочетании с принципом волнового возбуждения фоновой подсистемы кристалла [10]. Этот принцип был развит и адаптирован непосредственно к процессу механической обработки алмаза. В результате суть способа обработки можно описать следующим образом.

Скорость распространения акустических колебаний в кристалле алмаза составляет $\sim 18\,350$ м/с (скорость распространения продольной волны) и $12\,000$ м/с (скорость распространения поперечной волны). Продольные волны (V_p) обусловлены деформациями сжатия-растяжения, поперечные волны (V_s) вызываются деформациями сдвига. Учитывая размеры кристалла и низкий коэффициент затухания акустических волн (волн упругих деформаций) при отражении от внутренних поверхностей алмаза, можно сделать предположение о формировании определенной динамической волновой среды в объеме алмаза при нашем воздействии.

Источником гармонических колебаний кристаллической решетки кристалла в этом случае являются зерна абразива обрабатывающего инструмента. С незначительными изменениями, продиктованными условиями нашей волновой теории, мы используем инструмент, аналогичный инструменту, применяемому в алмазообрабатывающей промышленности. В этом случае сам принцип воздействия механической обработки (алмаз по алмазу) сохраняется.

При определенных условиях такого волнового возбуждения системы достигается значительный уровень локальной концентрации волновой энергии [10]. При этом концентрирование энергии происходит, как правило, в отдельных микрорегионах кристаллической структуры алмаза (доменах), где реализуется интенсивное взаимодействие волн упругих деформаций.

Критическая ситуация в процессе концентрирования энергии создается, когда частота колебаний атомов в каждом домене достигает значения ω_b (дебаевская частота колебаний атомов в алмазе, составляющая

$\sim 2 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$) и амплитуда колебаний атомов становится соизмеримой с параметром элементарной ячейки a_0 алмаза ($a_0 = 0,357 \text{ нм}$) [2].

Поскольку речь идет о волновых процессах, то целесообразно рассмотреть кристалл с точки зрения некоего волнового резонатора с предполагаемой его оптической схемой. В этом направлении исследований мы основывались на анализе природных пространственных конфигураций (форм) алмаза, которые подсказали алгоритмы технологического формирования оптической схемы кристалла [11].

Созданный нами метод обработки позволяет формировать поверхности, описываемые уравнениями второго порядка, независимо от кристаллографической ориентации алмаза, поэтому и природный кристалл алмаза в наших экспериментах рассматривался с точки зрения совокупности подобных трехмерных образований.

Напомним, что скорость распространения продольных акустических волн в алмазе составляет $\sim 18 \text{ км/с}$, а поперечных $\sim 12 \text{ км/с}$. Поэтому даже кратковременное прикосновение работающего инструмента к любой точке поверхности кристалла создает дальнедействующее волновое поле в его объеме. В этом случае необходимо учитывать уникальную конфигурацию поверхности природных кристаллов алмаза. Эта специфика форм диктует условия для создания внутренних волновых деформационных потоков посредством внешнего когерентного воздействия.

Важно заметить, что в этой ситуации накопленная энергия взаимодействующих волн поглощается кристаллической средой не равномерно, а всей порцией, т.е. реализуется квантово-размерный эффект поглощения волновой энергии. При этом за малое время ($\sim 10^{-15} \text{ с}$) уровень волновой энергии в домене может достигать значения $10^{-13} \div 10^{-14} \text{ Дж}$. Очевидно, такие высокоэнергетичные домены являются наиболее вероятными местами разрушения поверхностного слоя кристалла.

Отметим следующее: при таком локальном разрушении поверхностного слоя упругое давление в этих доменах составляет примерно $(1,6 \div 2,5) \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$. Это на порядок меньше величины критического напряжения $\sigma_c \cong 2 \cdot 10^{10} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$, необходимого для возникновения поверхностной трещины по известным моделям Герца и Ауэрбаха, где разрушение кристалла происходит путем образования микросколов. В связи с этим можно предположить, что при определенных условиях управляемого когерентного волнового воздействия на кристалл алмаза материал из его поверхностного слоя будет удаляться преимущественно в форме нанокластеров.

По нашим оценкам, размер этих кластеров находится в диапазоне $3 \div 350 \text{ нм}$ в зависимости от условий волнового возбуждения при формировании поверхности алмаза. Заметим, что изменение поверхностной энергии при удалении кластеров не превышает 10^{-14} Дж , т.е. имеет место энергетический выигрыш в этом процессе, что является косвенным подтверждением реализации механизма удаления материала в виде нанокластеров.



В морфологических мотивах рельефа реальных поверхностей, обработанных последовательно от уровня их шероховатости 4,43 нм до 0,52 нм в условиях когерентного волнового возбуждения, надежно наблюдаются мелкие детали высотой $(15 \div 3)$ нм соответственно. В специальных условиях обработки шероховатость может достигать величины $\sim 0,2$ нм.

Контроль параметров морфологии шероховатости поверхности алмаза (шероховатость R_a , среднеквадратическая шероховатость R_q , размах высот R_{max}) проводился на атомно-силовых микроскопах (АСМ) марки P4 Solver и P47 Solver фирмы NT MDT (Россия) и рассчитывался по стандарту, заложенному в программном обеспечении микроскопа.

Разработанный нами кинематический принцип независимого двухосевого движения обрабатывающего инструмента является инновационным и открывает новые ранее неизвестные возможности в обработке кристаллов алмаза [12].

Далее мы приведем примеры экспериментальных результатов воздействия на кристаллы алмаза. Эти результаты еще ждут своего детального объяснения и описания. На сегодняшний день этих детальных объяснений пока не существует, а есть только гипотезы и предположения. Но даже простое перечисление полученных результатов нашего воздействия на алмаз заслуживает пристального внимания и нетрадиционных суждений исследователя в попытках их интерпретации.