МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УО "БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Кафедра технологии важнейших отраслей промышленности

Индивидуальное задание

на тему: Производство искусственных алмазов

Минск 2006

Содержание

Реферат 3

Введение 4

Глава 1. Природные алмазы 5

1.1 Углеродная природа алмаза 5

1.2 Природные месторождения 6

1.3 Цена бриллианта 7

Глава 2. Развитие технологии производства алмазов 9

2.1 Необходимость промышленного производства алмазов 9

2.2 Этапы развития 10

2.3 Метод температурного градиента 11

2.4 Применение тиснумита 13

2.5 Современные технологии 15

2.6 Химическая обработка 17

2.7 Радиационная обработка 17

2.8 Термобарическая обработка 18

2.9 Управляемый синтез 18

2.10 Контроль происхождения алмазов 20

Заключение 22

Список использованных источников 23

Реферат

Ключевые слова: алмаз, бриллиант, тиснумит, огранка, кимберлит, графит, кристалл, примеси, синтез.

В данной работе приводится общая информация о свойствах и природе алмазов, их крупнейших местрождениях и способах добычи; о развитии технологии производства искусственных алмазов и их применения, а также о современных технологиях выращивания и обработки алмазов.

Введение

Алмаз — абсолютно незаменимый материал в самых разных областях человеческой деятельности, начиная от ювелирной и обрабатывающей промышленности и заканчивая электронной и космической. И все это — благодаря его уникальным свойствам: твердости и износостойкости, большой теплопроводности и оптической прозрачности, высокому показателю преломления и сильной дисперсии, химической и радиационной стойкости, а также возможности его легирования электрически и оптически активными примесями. Крупные и особо чистые природные алмазы — большая редкость, поэтому неудивительно, что успешные попытки их производства вызывают огромный интерес.

Алмазы применяются во многих отраслях промышленности как абразивный материал. Дороговизна натуральных алмазов вызывает необходимость производства синтетических камней в промышленных масштабах. Ежегодное производство их составляет несколько миллионов карат. И большая их часть применяется для технологических нужд.

Целью работы является изучение технологии производства и обработки синтетических алмазов. Для этого ставится задача осветить историю развития отрасли, рассмотреть основные технологические процессы производства и способы обработки искусственных алмазов, а также показать разнообразные сферы применения таких алмазов в промышленности и современных нанотехнологиях.

Глава 1. Природные алмазы

1.1 Углеродная природа алмаза

С давних пор алмаз считали чудодейственным камнем и могущественным талисманом. Полагали, что человек, носящий его, сохраняет память и веселое расположение духа, не знает болезней желудка, на него не действует яд, он храбр и верен.

Алмаз является самым твердым минералом (твердость 10 по минералогической шкале; плотность 3,5 г/см3) с высоким показателем преломления 2,417. Кроме того, алмаз – полупроводник. На воздухе алмаз сгорает при 850 oС с образованием СО2; в вакууме при температуре свыше 1500 oС переходит в графит. Свойства алмаза резко меняются в зависимости от наличия (тип I) или отсутствия (тип II) примеси азота. Для типа I характерно аномальное двупреломление, низкая фотопроводимость, отсутствие электропроводности, поглощение в инфракрасном (между 8-10 мкм) и ультрафиолетовом (от 3300 А) диапазонах, высокая теплопроводность. Безазотные алмазы (тип II) практически изотропны, с высокой фотопроводностью, не поглощают инфракрасное излучение и прозрачны в ультрафиолетовом (до 2200 А), обладают чрезвычайно высокой теплопроводностью. Рентгеновская дифракция выявляет в первом типе дополнительные линии, свидетельствующие о «дефектности» кристаллической структуры.

Трудно представить, что самый твердый из известных природных материалов является одной из полиморфных (отличающихся расположением атомов в кристаллической решетке) модификаций углерода, другая модификация которого — графит, мягкое вещество, использующееся в качестве смазки и грифелей для карандашей. В алмазе, имеющем кубическую структуру, каждый атом углерода окружен четырьмя такими же атомами, которые образуют правильную четырехгранную пирамиду. Графит же имеет слоистую структуру, в которой прочные связи между атомами углерода существуют только внутри слоя, где атомы образуют гексагональную сетку. Связь же между отдельными слоями очень слабая, поэтому они могут легко скользить относительно друг друга и остаются на бумаге в виде микрочешуек, когда мы пишем карандашом. [1]

1.2 Природные месторождения

Зарождались и росли алмазы миллиарды лет назад на глубинах в 150—200 км под воздействием высоких температур и давлений. Условия для их роста, как правило, сохранялись в течение нескольких миллионов лет, а затем нарастающее давление выбрасывало их ближе к земной поверхности. После чего они либо оставались на месте (в «коренных» месторождениях), либо под действием ветра и воды извлекались из породы и накапливались во вторичных (россыпных) месторождениях. [2] До середины XX века основная добыча алмазов приходилась на россыпные месторождения. Их гораздо легче было искать и разрабатывать. Однако эти месторождения, как правило, мелкие и быстро истощаются. После 1990 года более 75% мировой добычи алмазов стало приходиться на долю коренных месторождений, так называемых кимберлитовых трубок. Эти конусообразные, суживающиеся книзу залежи породы выступали своеобразным транспортером, доставляющим алмазы на поверхность земли. Площадь выхода кимберлитовых тел на поверхность различна. Самая крупная кимберлитовая трубка «Мвадуи» в Танзании имеет поперечник ~1—1,5 км. Глубина разработки трубок доходит до 1 км. Однако далеко не все кимберлитовые трубки являются алмазоносными. Рентабельны только те, в которых содержание алмазов составляет 0,5—5 каратов (0,1—1,0 грамма) на одну тонну породы. Подавляющая часть алмазов обычно имеет размер от долей миллиметра до 4—5 мм, и их масса меньше карата (0,2 грамма).

В настоящее время добыча минералов ведется в 26 странах мира, крупнейшими из которых являются Россия (Якутия и Урал), Ботсвана, ЮАР, Заир и Намибия. Ежегодно в мире добывается в среднем 100—110 млн. каратов (20 тонн). В последние годы Россия вышла на первое место по добыче природных алмазов и на второе по их суммарной стоимости. По данным Минфина, объем добычи алмазов в России в первом полугодии 2004 года составил 17,7 млн. карат при средней цене 51 доллар за карат (0,2 грамма). Экспорт необработанных природных алмазов с территории РФ за январь—сентябрь 2004 года составил 23,6 млн. каратов. Доля ювелирных алмазов составляет 20—25%. Основная масса (75—80%) добываемых камней — так называемые технические. Алмазы данной категории благодаря своим высоким абразивным качествам нашли широкое применение в обрабатывающей и бурильной промышленности. Самый большой ювелирный алмаз в мире — «Куллинан», массой 3106 карат (621,2 грамма), размером 5,5х10х6,5 см, был найден в 1905 году в Трансваале (ЮАР). Впоследствии из него было изготовлено 9 крупных бриллиантов (самый большой «Звезда Африки» — 530,2 карата) и 96 мелких. В процессе огранки было потеряно 66% исходной массы кристалла.

1.3 Цена бриллианта

Бриллианты (ограненные алмазы) оцениваются по четырем главным CCCC критериям (так называемая система 4’C): цвет (color), качество (clarity), огранка и пропорции (cut), вес в каратах (carat weight). Наиболее ценны те, что имеют так называемый «высокий» цвет, а в действительности являются бесцветными. Наличие даже едва заметного и незначительного, на взгляд неспециалиста, оттенка желтого, коричневого или зеленого цвета (называемого ювелирами «нацветом») может серьезно понизить стоимость камня. У бесцветных алмазов выше всего ценится круглая огранка (бриллиант в этом случае имеет 57 граней), позволяющая максимально выявить блеск и игру камня (так называемый «огонь»). Максимальная стоимость бриллианта весом 1 карат сегодня составляет $18 000. Наиболее часто камни такого же веса имеют менее высокий цвет и качество, и их стоимость — $5 000— $8 000.



Рисунок 1.1. Цветные бриллианты

Чемпионами по стоимости в мире бриллиантов являются окрашенные в красный, голубой, розовый, зеленый и оранжевый цвета камни. Цена на розовые и голубые бриллианты может превосходить стоимость бесцветных аналогичного веса и качества в 10 и более раз, а самым дорогим (за карат) за всю историю бриллиантом является камень красного цвета весом 0,95 карата, проданный в 1987 году на аукционе Christie’s за 880 000 долларов США. Единого прейскуранта для цветных камней не существует, и, как правило, они формируются на аукционных торгах.

Глава 2. Развитие технологии производства алмазов

2.1 Необходимость промышленного производства алмазов

Высокая цена на эти камни объясняется не только их особыми характеристиками, но и уровнем монополизации в торговле: Международная корпорация «Де Бирс», контролирующая 70—80% поставляемых на рынок природных алмазов, уже более столетия удерживает на них известные цены. Освоение во второй половине XX века промышленного производства технических и ювелирных аналогов не снизило стоимость алмазов на мировом рынке.

В промышленном количестве выращивают только мелкие камни диаметром до 0,6 мм, используемые в качестве сырья для изготовления абразивного инструмента. Цены на них незначительно упали после освоения данной технологии и составляют около 10 центов за карат. Снижение цен на ювелирные алмазы не предвидится, поскольку их выращивание обходится довольно дорого.

Вместе с тем природные алмазы не могут полностью удовлетворить потребности науки, техники и промышленности. Например, инструментальной, металло- и камнеобрабатывающей отраслям нужно примерно в 4 раза больше алмазов, чем их добывается из земли. А в ряде высокотехнологичных областей — при изготовлении оптических окон, элементов пассивной и активной электроники, датчиков ультрафиолетового и ионизирующего излучения природное сырье зачастую использовать нельзя.

В первую очередь это связано с тем, что разброс физических свойств природных кристаллов алмаза очень широк — и это во многом исключает возможность их применения в серийных изделиях и приборах, чувствительных к свойствам используемого материала.

Другой проблемой является то, что подавляющее большинство природных кристаллов алмаза (примерно 98%) содержит в качестве примеси азот (1 атом азота на 1 000— 100 000 атомов углерода), наличие которого сказывается на свойствах алмаза. Проблемой является также несовершенство кристаллической структуры добываемых кристаллов и неравномерного распределения примесей. [3]

2.2 Этапы развития

Всегда существовала необходимость получить алмаз лабораторным способом, и, желательно, недорогим.

Первые документально зафиксированные опыты над алмазами относятся к 1694 году. Флорентийские ученые Аверани и Тарджиони продемонстрировали с помощью зажигательного стекла, что алмаз горит, если его нагреть до достаточно высокой температуры. На протяжении последующих веков велись непрерывные эксперименты по исследованию самого прочного в мире минерала (И. Ньютон, А. Лавуазье, С. Теннант, Х. Дэви, М. Фарадей, Г. Розе), после которых стало ясно, что «величайшая драгоценность» в химическом отношении полностью аналогична графиту, углю и саже. Экспериментаторы, разумеется, пытались получить эту «драгоценность» из указанных веществ (В. Каразин, Б. Хэнней, К. Хрущов, А. Муассан). Однако по причине почти полного отсутствия информации о физико-химических свойствах алмаза и графита и несовершенства техники того времени цель так и не была достигнута.

Лишь в 1939 году молодой сотрудник Института химической физики АН СССР Овсей Лейпунский выполнил расчет линии равновесия графит-алмаз. Эта работа впервые обозначила возможные способы промышленного получения камня. Лейпунский рассчитал оценочные значения давления и температуры, необходимые для осуществления превращения графита в алмаз. Впоследствии его расчеты были несколько уточнены и подтверждены экспериментально.

Следующим этапом на пути к решению проблемы получения алмаза явилась разработка аппаратуры, обеспечивающей создание и поддержание в течение длительного интервала времени необходимых высоких давлений и температур.

Большой вклад в развитие техники высоких давлений был внесен Нобелевским лауреатом Перси Бриджменом, разработавшим принципы действия аппаратов высокого давления. [4]

2.3 Метод температурного градиента

Многолетние усилия ученых и конструкторов завершились в 1953— 1954 годах успешными опытами по выращиванию алмаза. Успеха добились исследовательские группы компаний ASEA (Швеция) и General Electric (США). Полученные образцы были очень далеки от совершенства и имели размер менее 1 мм.

Шведы и американцы использовали схожие технологии — графит в смеси с металлом (растворителем углерода) помещался в твердую сжимаемую среду. Необходимое давление (70000—80000 атмосфер) создавалось мощным гидравлическим оборудованием. Нагрев осуществлялся до температур 1 600—2500°С в течение двух минут.

Кристаллизация алмазов происходила за счет того, что расплав металла (железо) при высоком давлении и температуре оказывается ненасыщенным углеродом по отношению к графиту и пересыщенным по отношению к алмазу. При таких условиях термодинамически выгоднее оказывается образование алмаза и растворение графита. Получаемое в настоящее время по данной технологии сырье — это преимущественно алмазные порошки с размером зерна 0,001—0,6 мм (максимально 2 мм) и концентрацией азота более 1019 атомов/см3.



Рисунок 2.1. Оборудование для производства алмаза

В начале 60-х годов советские ученые Б. Дерягин и Б. Спицын и независимо от них американец В. Эверсол предложили принципиально иной CVD-способ получения алмаза, не требующий использования больших давлений. Суть его состоит в том, что углеродсодержащий газ (например, метан) в смеси с водородом и кислородом разлагают при атмосферном или пониженном давлении, и атомы углерода осаждаются на поверхности затравочных кристаллов алмаза, что приводит к их росту. Однако получаемые кристаллы имели ограничения по качеству. Несмотря на определенные успехи в деле выращивания алмазов, оставалась одна нерешенная задача — получение крупных монокристаллов ювелирного качества. Лишь в 1967 году Роберт Венторф запатентовал способ («метод температурного градиента»), позволивший решить данную проблему. Движущей силой кристаллизации алмаза в этом методе является перепад концентрации растворенного в металле углерода, обусловленный разностью температур в реакционном объеме. Источник углерода располагают в наиболее горячей зоне, а алмазную затравку (кристалл алмаза размером около 0,5 мм) в области с более низкой температурой. Металл-растворитель плавится и насыщается углеродом. Однако степень насыщения из-за разницы температур будет неравномерной. Равновесная концентрация углерода в расплаве на границе раздела расплав — источник углерода будет выше, чем на границе раздела расплав — алмазная затравка. Возникающий градиент концентрации приводит к диффузии углерода от источника к затравочным кристаллам, у которых расплав оказывается перенасыщенным — из него происходит осаждение углерода, вызывающее рост алмазного кристалла-затравки. Это очень остроумный метод, основанный на хорошем понимании того множества процессов, которые происходят в термодинамически неравновесных средах, — в данном случае перепад температур одновременно обеспечивает доставку нужного для роста алмаза углерода и гарантирует его осаждение на затравку. [5]

2.4 Применение тиснумита

Первоначально людей в алмазе привлекала только его необычайная твердость, и ценился он ниже некоторых других минералов. Лишь в середине XV века придворный ювелир герцога Бургундии Карла Смелого знаменитый Луи ван Беркем придумал первый вариант так называемой бриллиантовой огранки, позволившей достаточно полно выявить блеск и игру цветов алмаза. Яркий блеск ограненного алмаза обусловлен его высоким показателем преломления (2,42), а разноцветная игра — сильной дисперсией (способностью кристалла разлагать белый свет на отдельные спектральные составляющие).

При огранке и полировке алмазов используют абразивные порошки из того же самого алмаза. Одинаковая твердость абразива и обрабатываемого материала создает определенные проблемы при таких работах. У алмаза, как у большинства кристаллов, разные грани имеют неодинаковую твердость. Труднее всего поцарапать так называемую грань (111), на которой атомы углерода расположены наиболее плотно. Именно при обработке поверхностей, параллельных данной кристаллографической грани, у ювелиров и технологов возникают особые трудности.

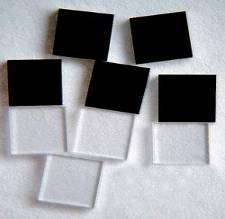


Рисунок 2.2. Тиснумиты

Технологи ищут пути повышения твердости выращиваемых алмазов путем целенаправленного их легирования различными примесями, а также пытаются синтезировать вещества покрепче самого минерала. Уже более 10 лет в научных кругах обсуждаются углеродные материалы, получаемые при высоких давлениях и температурах из молекул фуллерена С60. Среди синтезируемых кристаллических и аморфных структур особо интересна модификация фуллерита с большой долей «алмазоподобных» межатомных связей — до 80%. Остальная часть химических связей в этом веществе более прочная, чем алмазная, и подобна той, что соединяет атомы в плоскостях графита, в молекуле С60 и стенках углеродных нанотрубок. Структура расположения атомов углерода в этом состоянии обеспечивает изотропность его механических свойств и отсутствие так называемых «легких» плоскостей скалывания, имеющихся у кристаллов алмаза. Как полагают, именно такая «рваная» и сильно напряженная кристаллическая структура и обеспечивает данному материалу твердость выше, чем у знаменитой грани (111) алмаза. Этот материал, названный «тиснумит», уже нашел применение в сверхпрочных наконечниках зондовых сканирующих микроскопов NanoSkan. Недавно ученые из Германии открыли новый вариант алмазоподобной структуры: агрегированные алмазные наностержни (Aggregated Carbon NanoRods), с плотностью и твердостью на несколько процентов большими, чем у обычного кристаллического алмаза. Ожидается, что такой материал ACNR найдет применение в различных нанотехнологиях.

2.5 Современные технологии

Первые алмазы ювелирного качества с помощью метода температурного градиента были получены в 1970 году в компании General Electric. За одну неделю под давлением 55000— 60000 атмосфер и 1 450°С при градиенте в 30 градусов были выращены кристаллы массой 1 карат и длиной 5 мм. Однако рукотворные камни по стоимости производства превосходили природные аналоги. Постепенно аппаратура и методы получения крупных монокристаллов совершенствовались. В настоящее время можно выделить две наиболее распространенные технологии: выращивание алмаза из углеродсодержащей газовой смеси и кристаллизация в условиях высоких статических давлений и температур. Оба метода позволяют создавать крупные и структурно совершенные кристаллы и управлять их химическим составом. В последнее время широкое распространение получил метод роста алмаза из газовой фазы, активированной микроволновым излучением. При этом углеродсодержащий газ (например, метан) в смеси с водородом ионизируется, попадая в зону действия излучения, создаваемого сверхвысокочастотным генератором. Из образовавшейся плазмы, содержащей атомарный углерод, происходит его осаждение на подложку, где и растет сам кристалл. В качестве подложки для получения монокристаллов используются пластины из выращенного или природного алмаза. Температуру подложки за счет нагрева плазмой поддерживают в диапазоне 800°— 1000°C. Параметры процесса должны строго контролироваться, поскольку все они, включая кристаллическое совершенство подложки, ее температуру и соотношение ионов в плазме, сильно влияют на качество растущего алмаза. Большинство получаемых по данной технологии кристаллов имеет коричневатый оттенок и требуют последующей термообработки для улучшения цвета.

Самыми известными компаниями, использующими данную технологию, являются: Element Six, Apollo Diamond (США), Геофизическая лаборатория Института Карнеги (США). Представители последнего в 2004 году сообщили о выращенном ими бесцветном монокристалле алмаза массой 10 карат (2 грамма), высотой 12 мм и достигнутой скорости роста ~0,1 мм/ч, то есть данный образец вырос за 5 суток. Другая технология использует метод температурного градиента и прессовое оборудование, позволяющее поддерживать продолжительное время давление порядка 5—6,5 ГПа при температуре 1350°—1800°C. Выращиванием крупных монокристаллов алмаза ювелирного качества по данной технологии занимается ряд промышленных компаний и научных институтов по всему миру: De Beers, Sumitomo Electric Industries (Япония), Gemesis (США), а также несколько предприятий и лабораторий в России (Новосибирск, Москва, Троицк), Беларуси и Украине.

Большинство получаемых ими кристаллов (желтые, желто-коричневые алмазы) содержат в своей кристаллической решетке значительное количество одиночных атомов азота. Азот растворяется в расплавленном металле и активно захватывается растущим кристаллом. Привлекательность азотсодержащих кристаллов для выращивания обусловлена тем, что при прочих равных условиях скорость их кристаллизации существенно выше, чем скорость роста высокочистых по азоту монокристаллов алмаза.

К настоящему времени самым крупным рукотворным азотсодержащим алмазом является кристалл технического качества (из-за наличия крупных металлических включений) весом 34,8 карата (~7 грамм), выращенный в исследовательском центре компании De Beers за 600 часов, то есть 25 дней.

Разворачивание рентабельного промышленного производства крупных (более 10 карат) алмазов ювелирного качества сегодня вполне реально. Однако угрозой мировым продажам бриллиантов такое производство, скорее всего, не станет, поскольку ему найдут иное научно-технологическое применение, оставив цены на бриллианты на должном уровне. Кроме того, себестоимость добычи природных камней и производства алмазов в прессах не слишком сильно отличается, а количество пригодных для огранки искусственных камней пока и близко несопоставимо с количеством алмазов, добываемых из недр.

2.6 Химическая обработка

В ювелирной промышленности широко применяется способ кислотной обработки алмазов и бриллиантов. Процесс проводится в автоклавах, покрытых танталом, и заключается в кипячении алмазов в смеси соляной и азотной кислот при температуре 200°—250°С и давлении 0,5—1,0 МПа в течение 1—5 часов. В некоторых случаях для доступа кислот к закрытым включениям в алмазе при помощи лазера прожигаются каналы. Затем эти полости заполняют затвердевающими прозрачными жидкими и гелеобразными веществами, имеющими коэффициент преломления, близкий к коэффициенту преломления алмаза.

2.7 Радиационная обработка

В 1905 году, вскоре после открытия явления радиоактивности, английский ученый Уильям Крукс, будущий президент Лондонского королевского общества, обнаружил изменение окраски кристаллов алмаза, контактировавших с бромидом радия. В настоящее время для облучения алмазов используются ускоренные электроны с энергией 2—4 МэВ (кристаллы, подвергнутые данной обработке, не являются радиоактивными). Получаемые цвета колеблются от зелено-голубого до черного. В дальнейшем, после облучения, подвергнув алмазы нагреву в бескислородной среде до 700°—1 100°С, возможно более широкое изменение их цвета до зеленого, желтого, голубого, розового, красного, фиолетового и черного.

2.8 Термобарическая обработка

На воздухе при атмосферном давлении алмаз начинает превращаться в графит при 750—850°С. Однако, размещая образец алмаза в рабочем пространстве аппарата высокого давления, его можно нагреть до 1 800°—2 500°С (не боясь, что он целиком превратится в графит) и тем самым повлиять на окраску кристалла. Такая технология, используемая в подмосковном Троицке, позволяет из менее привлекательных коричневых природных кристаллов делать бесцветные, розовые, зеленые, желтые, оранжевые и голубые алмазы.

2.9 Управляемый синтез

Однако уникальные свойства алмаза в полной мере проявляются лишь в, так называемых, «малоазотных» кристаллах (содержание азота менее 1018 атомов/см3). Предотвратить вхождение атомов азота в решетку алмаза можно путем введения в ростовую среду дополнительных веществ, так называемых «геттеров» азота (титана, циркония, алюминия), связывающих азот в устойчивые нитриды. Однако при этом, как правило, идет параллельное взаимодействие геттеров с углеродом и образование карбидов, которые активно захватываются растущим кристаллом в виде макро- и микровключений и ухудшают его качество. Данная проблема решается путем подбора элементов конструкции той части установки высокого давления, где происходит рост кристалла, и оптимизацией термодинамических условий роста (давление, температура) и скорости кристаллизации. В настоящий момент максимальный темп роста «особо чистых» монокристаллов алмаза составляет 6—7 мг/ч, а получаемые кристаллы могут иметь вес 7—9 каратов (1,4—1,8 грамма).

В процессе роста также возможно управляемое легирование кристалла оптически и электрически активными примесями (азотом, бором), входящими в решетку алмаза и замещающими в ней отдельные атомы углерода. Наиболее часто алмаз легируют бором, отвечающим за голубую его окраску и полупроводниковые свойства.

Созданные в подмосковном городе Троицке технологии выращивания крупных монокристаллов алмаза (весом до 5 каратов) позволяют управлять концентрацией примесного азота в диапазоне от 1019 до 1016 атомов/см3 и выращивать полупроводниковые монокристаллы p-типа с широким диапазоном удельного электрического сопротивления — от 0,1 до 1013 Ом.см. Возможно также получение слоистых алмазных структур с изменяющимися по толщине оптическими и электрофизическими свойствами. Из выращиваемого сырья изготавливают алмазные наковальни, позволяющие вести исследования свойств веществ и фазовых переходов в них при сверхвысоких давлениях до 2,5 Мбар (около 2,5 миллиона атмосфер). А также производят оптические окна для особо мощных лазеров, высокочувствительные датчики температуры, малоинерционные нагревательные элементы, иглы для сканирующих зондовых микроскопов, датчики ультрафиолетового, рентгеновского и радиационного излучений. Выращиваемые сегодня в лабораторных и промышленных масштабах сверхчистые и легированные заданными примесями монокристаллы алмаза стоят существенно дороже природных образцов и производятся не для того, чтобы делать из них бриллианты. Особый интерес к данному материалу в последнее время обусловлен не только потребностями экспериментальной физики, но и наметившейся возможностью разработки алмазной электроники. Алмазные микросхемы пока живут только в мечтах физиков-теоретиков, но реальные технологи-практики активно работают над тем, чтобы выращенные в лабораториях ученых кристаллы алмаза были не только чистой воды, но и заданной полупроводящей микроструктуры.

2.10 Контроль происхождения алмазов

Следует заметить, что кристаллы, подвергнутые любой из «облагораживающих» обработок, могут быть распознаны при наличии необходимого оборудования и достаточной квалификации персонала, так же как и искусственные алмазы, выращенные в лабораторных условиях. Компания «Де Бирс», устанавливающая порядки в ювелирной промышленности, очень внимательно относится к возможной конкуренции со стороны промышленно выращиваемых алмазов.



Рисунок 2.3. Бриллиант

Ее специалисты разработали ряд приборов и методик для определения параметров — где, как и из чего был изготовлен тот или иной бриллиант. Так что выдать выращенный алмаз за природный почти невозможно. Делая ставку на природное сырье, «Де Бирс» полагает, что в ближайшие десятилетия ей удастся удержать высокие цены на свои изделия, в частности благодаря тому, что они будут гарантированно настоящие.

Эффективная диагностика и имитация алмазов проводится «алмазным щупом», действие которого основано на определении уникальной теплопроводности алмаза, превышающей теплопроводность серебра и меди: при этом возможна проверка даже очень мелких камней, закрепленных в глубокой оправе. Используется также «алмазный карандаш», заправленный специальными чернилами, оставляющими на поверхности хорошо смачивающегося жиром алмаза сплошную черту, тогда как на имитациях чернила собираются в отдельные капельки. Чистота абразивных порошков из алмазов проверяется рентгеновским и люминесцентным методами; синтетические порошки обычно обладают магнитными свойствами, выявляемыми мощными магнитами или электромагнитами.

Заключение

Таким образом, технология производства алмазов является высоконаучной отраслью. Успешное развитие технологии производства искусственных алмазов позволило получить сверхчистые минералы с уникальной структурой, оптическими и электрофизическими свойствами. Их применение дало толчок к развитию других современных высокотехнологичных отраслей, а также к развитию науки, в частности, экспериментальной физики и алмазной электроники. Современные разработки направлены на синтез кристаллов алмаза, превышающих по качественным показателям природные минералы.

Кроме того, что промышленность нуждается в большом количестве алмазов, перспективность их синтеза обусловливается истощением месторождений минерала и стабильно высокой рыночной ценой.

Наличие ряда высокотехнологичных областей, где природное сырье использовать нельзя из-за различия физических свойств природных кристаллов алмаза, и где требуются минералы с более совершенной кристаллической структурой, также определяет необходимость в развитие технологий, позволяющих в будущем выращивать минералы высокого качества и веса в промышленном количестве.

Список использованных источников

1. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. М., 1973.
2. Трофимов В. С. Геология месторождений природных алмазов. М., 1980.
3. Коломейская М. Я. Натуральные и синтетические алмазы в промышленности. М., 1967.
4. Шафрановский И. И. Алмазы. М.; Л., 1964.
5. Милашев В. Л. Алмаз. Легенды и действительность. 2 изд. Л., 1981.