



ТЕХНОЛОГИЯ VS МОНОПОЛИЯ

Обзор рынка лабораторно-выращенных алмазов ювелирного качества

Часть 1. Upstream*

Мир меняется. В большинстве случаев драйверами перемен становятся новые технологии. Они заходят на территорию вечных ценностей и меняют сложившиеся традиции. И сегодня мы наблюдаем интереснейшее явление – рынок алмазов вступает в свою новую эру, где созданные в лаборатории бриллианты – это реальность.

Специально для читателей журнала «Навигатор ювелирной торговли» эксперты компании Ultra C подготовили обзор рынка лабораторно выращенных алмазов ювелирного качества. Первая часть посвящена существующим технологиям и оборудованию для синтеза алмазов, производственным мощностям, а также объемам и рентабельности производства.

Благодаря этому и последующим материалам вы составите представление о новом продукте, а значит, сможете оценить его сильные и слабые стороны, что поможет успешным продажам в будущем.

Валерий ЗАХАРОВ
Галина ПЛАТОНОВА
Компания Ultra C



КОНТАКТЫ
ultrac.ru
ndtcompany.com
wonderdiamond.com

Что в современном мире считают символом роскоши? Яхты, дорогие автомобили, недвижимость бизнес-класса... И, конечно, самый популярный из них – бриллиант. Желание обладать сверкающим камнем неиссякаемо у лучшей половины человечества. Но ограниченные покупательские возможности породили спрос на камни, внешне похожие на бриллианты. С одной стороны, это привело к появлению имитаций, с другой – к созданию алмаза с помощью передовых технологий, чтобы сделать символ любви доступным для потребителя.

Так в начале третьего тысячелетия на рынке появились лабораторно-выращенные алмазы ювелирного качества, абсолютно идентичные природным в отличие от имитаций, которые алмазами не являются. Прекрасно сверкающий муассанит химически является карбидом кремния, а самый популярный и доступный по цене

фианит – диоксидом циркония. От алмаза они отличаются и по твердости, и по оптическим свойствам.

Всего 10 лет назад присутствие лабораторно-выращенных алмазов на ювелирном рынке было ничтожно мало и представляло лишь гипотетическую конкурентную угрозу для алмазодобывающих компаний. Но дальше произошел качественный скачок и последовал ряд событий, о которых мы расскажем.

В июле 2018 года Федеральная торговая комиссия (FTC) Соединенных Штатов внесла изменение в определение бриллиантов, убрав из формулировки слово «натуральный»: «Технологические достижения создали возможность получения алмазов в лаборатории. Эти камни имеют абсолютно идентичные оптические, физические и химические характеристики. Следовательно, являются алмазами». В определении disruptive innovations есть следующие слова: «старые продукты становятся неконкурентоспособными, потому что параметры, на основе которых проходила конкуренция, теряют свое

Upstream* – движение товара от добычи или производства до потребителя.

АЛМАЗ – кубическая форма углерода, самый твердый по шкале Мооса минерал. При огранке дает уникальную игру света – сверкание (количество света, возвращенное из камня), дисперсию – цветные блики, сцинтилляцию – вспышки света на поверхности камня при его вращении и блеск – отражение света от полированной поверхности. Добиться идентичности всех упомянутых оптических характеристик представлялось возможным, только создав настоящий алмаз.

ЛАБОРАТОРНО-ВЫРАЩЕННЫЕ БРИЛЛИАНТЫ – устоявшийся профессиональный термин, который признан мировым профессиональным сообществом для обозначения бриллиантов, созданных в лаборатории.

Часто употребляемый термин «синтетические бриллианты» считается некорректным. При сертификации международные лаборатории используют термин «лабораторно-выращенные».



значение». Таким параметром до решения FTC было происхождение алмаза – настоящим считалось только то, что добыто из недр земли.

Лабораторно-выращенные бриллианты сегодня более не являются темой нелегальных подмесов к добытым камням, они вливаются в существующий алмазопровод, следуя из лаборатории на ограночные предприятия и далее до ритейла. Они используют рыночную структуру природных бриллиантов – сложившуюся систему сбыта, оценки в независимых лабораториях по системе 4C (color, clarity, cut, carat) и ценообразования. Однако производители лабораторно-выращенных бриллиантов не хотят, чтобы их продукция использовалась для обмана покупателя, чтобы скрывалось или замалчивалось происхождение камней. Поэтому они выступают за то, чтобы продукция декларировалась как бриллиант – в данном случае творение человека и достижение современной технологии.

Методы создания алмаза

В настоящее время существуют две основные промышленные технологии синтеза лабораторно-выращенных бриллиантов – HPHT (high pressure high temperature – высокое давление, высокая температура; синтез в прессах высокого давления) и CVD (chemical vapor deposition – химическое осаждение из газовой фазы; синтез в газохимических реакторах при пониженном давлении).

Лабораторно-выращенные камни стоят в ряду disruptive innovations (англ. – подрывные инновации), быстро меняющих нашу действительность. В случае с алмазами технология вторглась на один из самых консервативных рынков, который десятилетиями сопротивлялся любым изменениям.



ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



Рост алмазов осуществляется в той области фазовой диаграммы углерода, где синтез возможен из расплава металлов (рабочее давление ~6,5 ГПа, температура 1600–1800 °С), поэтому в состав ЯВД обязательно входят металлы-растворители. Это могут быть железо с никелем и/или кобальтом, ряд других металлов. Кроме того, в ростовую среду могут добавлять титан, цирконий и др., которые, выступая в качестве геттеров азота (геттер – газопоглотитель, вещество, прочно удерживающее газы), препятствуют захвату растущим кристаллом атомов азота. Помимо этого для уменьшения проникновения в растущий кристалл включений металла-растворителя в состав ЯВД могут входить алюминий, медь, индий, ряд других металлов, обладающих малой вязкостью. В целом рецепт ячейки может содержать более десятка ингредиентов. У каждого производителя для налаженного HPHT-процесса собственный рецепт ЯВД с режимами температуры и давления. Все данные, естественно, держатся в строгом секрете.

В процессе эволюции метода HPHT использовались разные конструкции прессов: BELT (General Electric, Sumitomo), «Тороид» и БАРС (СССР). До сих пор существует небольшое число производителей, использующих «Тороиды» и БАРСы, но современные технологии HPHT-синтеза ювелирных алмазов реализуются в основном на многотонных кубических прессах. Ведущими производителями кубических прессов в промышленном масштабе в настоящее время являются китайские компании, в том числе Guilin Guiye Machinery Co. Ltd., Luoyang Qiming Superhard Material Co., Ltd., Sinomach International Co Ltd. и другие.

По словам компаний, которые используют кубические прессы массового китайского производства, для выпуска высококачественной ювелирной продукции базовые комплектации нуждаются в существенной модернизации. В частности, требуется частичная замена электрики, насосов, маслостанции и т.д. Переоснастка ведет к значительному удорожанию оборудования. Например, базовые цены китайских производителей на пресс 850-й серии (китайская спецификация) начинаются с 300 тыс. долларов, после модернизации его стоимость может вырасти до 500 тыс. и выше в зависимости от комплектации.

На таком модернизированном прессе удается синтезировать в среднем до 200 карат в месяц в зависимости от технологии, размера синтезируемых кристаллов и количества первоначальных алмазов-затравок. Количество подобных прессов, работающих на синтез кристаллов высокого ювелирного качества, за пределами Китая не превышает 100 штук, в Китае их насчитывается несколько тысяч.



NEW DIAMOND
TECHNOLOGY

HPHT

HPHT – первый метод, который использовался для промышленного синтеза алмазов технического применения с конца 1950-х в США, СССР и Европе. Этот метод используется также в Китае. С конца 1990-х – начала 2000-х годов эта страна постепенно заняла лидирующие позиции в производстве алмазных материалов.

В основу метода легла попытка воссоздать условия, при которых шло формирование алмазов в земной коре. В камеру помещается ячейка высокого давления (ЯВД). В составе ЯВД в качестве источника углерода применяется графит (желательно не ниже 5-го класса чистоты), в качестве алмазных затравок используют HPHT-алмазы размером ~0,5 мм. Кстати, на первых этапах для затравки использовались природные алмазы. Другими словами, алмаз не растет без алмаза – видимо, нуждается в генетической информации)))

Wonderdiamond

CVD

Первый успешный синтез алмаза методом CVD также был осуществлен в 1950-х. Однако до 2000-х годов из-за несовершенства технологий промышленное использование метода представлялось нецелесообразным. Ситуация радикально изменилась за последние 10 лет. В настоящее время этим методом синтезируется более трети всех алмазов ювелирного качества. При этом большинство этой продукции представляет собой кристаллы крупных размеров – более 4 карат в сырье.

В 2003 году Геммологический институт Америки (GIA) исследовал первые образцы CVD-кристаллов условно ювелирного качества производства Apollo Diamond – мелкие мутные коричневатые кристаллики, которым GIA не решился присвоить какие-либо характеристики. Спустя всего четыре года на лабораторный стол GIA попадают ограненные бриллианты производства той же компании. Среди представленных образцов бесцветные бриллианты в основном круглой огранки массой до 0,62 карата, цвета до E и чистоты до VVS1, бриллианты фантазийных оранжево-розовых (Fancy brown-pink, Fancy orange-brown etc.) и темно-коричневых цветов (Fancy Dark orangy brown).

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В CVD-реакторе тонкие алмазные подложки, на которые будет осуществляться осаждение алмазной пленки (то есть происходит рост алмаза), размещаются на подложкодержателе в рекреационной камере. В камеру подается смесь соответствующих газов – водорода, метана и других, необходимых для заданных свойств конечного материала. Эта смесь впоследствии ионизируется с помощью СВЧ-излучения, в результате непосредственно над подложкодержателем образуется область плазмы. Плазма нагревает подложку до 600–1200 °C и



служит источником углерода для осаждения. Процесс синтеза происходит при пониженном давлении – 100–300 Торр. Стандартно используются два вида СВЧ-излучения – 2,45 ГГц и 915 МГц. Подавляющее большинство производителей используют реакторы на 2,45 ГГц. Из известных компаний только Diamond Foundry и Ila Technologies выращивают кристаллы на установках с 915 МГц плазмой. Теоретически эффективная площадь осаждения при 915 МГц в 7 раз больше, чем при 2,45 ГГц (полудлина волны соответствует диаметру ~160 и 60 мм соответственно). Но увеличение размера, вероятно, ведет к росту градиента температуры на подложкодержателе, что создает неоднородные условия роста для разных затравок, отсюда, возможно, высокий процент брака.

Первой компанией, наладившей в начале 1990-х годов выпуск CVD-реакторов (для университетских исследований), была американская ASTeX (Applied Science and Technology, Inc). В 1999 году компания была поглощена японской SEKI Diamonds. В 2012 году SEKI вошла в состав Corners Technologies Ltd (Япония), сохранив бренд SEKI Diamonds. В общей сложности под брендом ASTeX-SEKI за все время было продано около 500 установок CVD-синтеза по всему миру, по данным Corners Technologies. SEKI до сих пор остается наиболее известным брендом CVD-реакторов. Среди других известных производителей CVD-машин – iPlas (Германия, были очень востребованы индийскими компаниями), Microwave Enterprises (США, куплена Ila Technologies), Plassys (Франция, в основном ориентирована на университетские исследования, не для производства), Carat Systems (США), Optosystems (Россия, машины Ardis-100 и Ardis-300).

Как и в случае с HPHT-прессами, несмотря на совершенствование базовых конфигураций ростовых установок, большинство специалистов-ростовиков в процессе эксплуатации приходят к необходимости модернизации приобретенного реактора, адаптации его под собственные требования. Поэтому большая часть реакторов, которые реально работают на производственных площадках компаний-производителей ювелирных алмазов, существенно отличается от их заводских прототипов. Индийские и китайские производители в последние несколько лет наладили выпуск реакторов собственной конструкции. Два года назад минимальная цена на реактор в базовой комплектации стартовала с 300 тыс. долларов, сегодня минимальные цены на установки, производимые в Индии, снизились до 150 тыс. долларов.

Полностью адаптированный под конкретное производство реактор (2,45 ГГц) способен в зависимости от технологии, размера подложек, качества продукции синтезировать до 150–200 карат алмазного сырья в месяц.



Рынок производителей НРНТ

На долю Китая сегодня приходится более 85% мирового производства лабораторно-выращенных бриллиантов (по массе). Еще недавно китайская продукция состояла в основном из алмазных абразивных порошков среднего и низкого качества и готовых изделий на их основе. В настоящее время ситуация стремительно меняется: китайские компании вкладывают огромные средства в модернизацию технологий и оборудования, в том числе и для производства кристаллов ювелирного качества.

Пять лет назад основной китайской продукцией, поступающей на огранку, были алмазы до 1 карата (в ограненном виде в основном меле до 0,2 карата, иногда удавалось получить камни до 0,4 карата). При этом объем производства был незначителен. На сегодняшний день алмазы в 4–5 карат (то есть более 1 карата в ограненном виде) становятся все более массовой продукцией. Экспериментально выращиваются кристаллы 10 карат и более. С ростом технологий улучшается и качество выпускаемой продукции.

В 2019 году китайские производители поставили на рынок примерно 5 млн карат алмазного сырья для ювелирной промышленности. Именно в Китае происходит массовый выпуск сырья для производства меле, мелкогабаритных алмазов и для категории «карат плюс». Выход годного (отношение массы бриллианта к массе кристалла до обработки) из сырья, произведенного методом НРНТ, довольно высок и достигает 35–38% при огранке КР57. На долю трех самых крупных китайских компаний – Zhongnan Diamond, Henan Huanghe Whirlwind International, Zhengzhou Sino-Crystal Diamond – приходится около 75% китайского рынка.

Помимо китайских компаний производство алмазов высокого ювелирного качества по технологии НРНТ есть в России, Европе и Украине. Это всего несколько компаний, но текущий уровень развития их технологий существенно превышает китайский, позволяя занять лидирующие позиции в премиальном сегменте – особо крупные бриллианты высокой чистоты и цветовых характеристик. Так, компания New

Diamond Technology (NDT), которая располагает производством в Сестрорецке, Ленинградской области, последние годы остается неизменным рекордсменом по размерам выращенных кристаллов. В 2018 году был представлен крупнейший ограненный бриллиант массой 20,22 карата (получен из выращенного кристалла массой 55,94 карата), цвет – Fancy Vivid Orange, качество – VS2. В 2015 году был сертифицирован крупнейший бесцветный бриллиант массой 10,02 карата (из кристалла массой 32,26 карата), цвет – Е, чистота VS1.

Рынок производителей CVD

Пионером промышленного использования метода CVD можно считать американскую Apollo Diamonds (позднее – SCIO Diamond Technology). А наиболее известной компанией на рынке считается американская Diamond Foundry благодаря успешной пиар-кампании с участием Леонардо Ди Каприо. Основание компании – 2012 год, первое производство – 2015 год, технология и реакторы собственной разработки. Diamond Foundry – один из крупнейших производителей с текущим годовым объемом выпуска около 200 тыс. карат сырья в год (данные за 2019-й). Другой лидер – американская WD Lab Grown Diamonds. Основана в 2008 году, первое производство – 2012 год, технология и конструкция реакторов от Carnegie Institute of Washington. В мае 2018 года представила самый крупный сертифицированный CVD бриллиант КР57 массой 9,04 карата I/VS2. Еще один крупнейший производитель – частная компания индийской семьи Мехта Ila Technologies, основана в 2005-м, производство – с 2013-го.

В России лидером CVD-технологии является компания Wonder Technologies. Компания работает в тесном сотрудничестве с научной группой Российской академии наук. После огранки камни их производства имеют высокие характеристики цвета DEF и качества VS+.

С середины 2010-х на рынок хлынули индийские компании – New Diamond Era, ALTR, множество небольших производств. Появились CVD-производства в Китае – Ningbo CrysDiam, Shanghai Zhengshi. А также более мелкие производители в стадии перехода от опытного производства к товарной продукции.

Выход годного (отношение массы бриллианта к массе кристалла до обработки) из сырья, произведенного методом CVD, ниже, чем из кристаллов НРНТ, и достигает 25–27% при огранке КР57. Суммарный объем алмазного сырья CVD-происхождения, поступивший на рынок в 2019 году, превысил 2,5 млн карат.

De Beers

Теперь о событии, сыгравшем огромную роль в судьбе лабораторно-выращенных алмазов. Переворотом в индустрии стало объявление De Beers в 2018 году, что аффилированная с ней Element 6 запускает промышленное CVD-производство выращенных ювелирных алмазов и собственный массовый ритейл-бренд LightBox. Первоначально объявленный объем инвестиций в проект – 90 млн долларов. Объем планируемого производства – 500 тыс. карат. Запуск глобального производства – 2019–2020 годы.

Проблема интеллектуальной собственности

Отрабатывая технологию, компании-пионеры затратили огромные средства, выходя на рынок, который не был готов воспринимать созданные в лаборатории бриллианты. Поэтому сегодня возникла тема, на которую последние годы все смотрели настороженно, но до определенного времени она не звучала громко, – это аспекты, связанные с интеллектуальной собственностью: патентоспособность технологий, приоритет и защита патентов и т.д.

Эта проблема практически не касается HPHT-метода. Основные патентные ограничения на технологию в целом были сняты в начале 1980-х – с момента окончания срока действия основного патента General Electric на такой метод. Это позволило выйти на рынок многим компаниям во всем мире, в первую очередь в Китае, с чего начался бурный рост китайской алмазной промышленности.

С CVD-методом совершенно другая история: первые патентоспособные технологии, пригодные для промышленного применения, появились в начале 2000-х. При этом патентной защите старались подвергнуть каждый отдельно взятый режим синтеза, но максимально расширяя его диапазоны. В результате в настоящий момент существует большое количество патентов, покрывающих очень широкий диапазон рабочих параметров и условий CVD-синтеза, а также характеристик ростовых установок. К ведущим патентообладателям относятся Element 6, Carnegie Institute, Michigan University.

7 февраля 2020 года стало известно о первом громком судебном решении, связанном с нарушением прав на интеллектуальную собственность в CVD-индустрии. Сингапурский суд признал нарушение патента со стороны Ila Technologies по иску, поданному против них Element 6 по поводу нарушения своих патентных прав еще в начале 2016 года. Какие конкретно меры будут приняты на основании этого решения и к каким последствиям это приведет – пока не ясно. В январе 2020 года Carnegie Institution of Washington совместно с представителями WD Lab Grown Diamonds (являются приобретателями патента Carnegie) подали сразу три иска в связи с нарушениями своих патентных прав: первый против Pure Grown Diamonds и их материнской компании Ila Technologies, второй против индийской Mahendra Brothers и аффилированной с ней Fenix Diamonds, третий иск против ALTR и их материнской компании R.A. Riam. Является ли это началом полномасштабной патентной

войны и каким образом это может переформатировать текущую конфигурацию рынка – станет ясно уже в ближайшее время.

Подведем итоги

Мы отнесли лабораторно-выращенные алмазы к disruptive innovations, так как они продемонстрировали характерное для этого явления бурное развитие технологий, падение цен на оборудование для синтеза, наблюдавшееся на рынке несколько лет подряд, и снижение себестоимости выращенных алмазов. Однако сегодня эти тенденции явно замедлились, так как влиявшие факторы приблизились к своим текущим пределам.

Вполне возможно, что следующей стадией эволюции рынка лабораторно-выращенных алмазов станет укрупнение производств, серия слияний и поглощений. Конкретная себестоимость продукции и рентабельность предприятия, естественно, зависят от размера и качества выпускаемых кристаллов, количества ростовых установок на производстве, географической локации предприятия (определяет стоимость рабочей силы и электричества), ряда других факторов. Расчеты индийских производителей показывают, что промышленное предприятие, локализованное, например, в Сурате (основной гранильный центр Индии), может продемонстрировать рентабельность, начиная с 10–15 установленных CVD-реакторов. В целом средняя рентабельность производства выращенных алмазов ювелирного качества сохраняется на уровне не меньше 50%.

Средняя себестоимость алмазов весовой группы 4–5 карат, из которых в ограненном виде получаются бриллианты 1,0–1,5 карата, примерно одинакова и для HPHT, и для CVD. В настоящее время методы выращивания алмазов конкурентны.

Лабораторно-выращенные бриллианты, независимо от способа получения – в прессе или реакторе, оцениваются большинством лабораторий по системе грейдинга природных бриллиантов. Таким образом, говорить об отличии бриллиантов, выращенных различными способами, неправильно. Diamond is the diamond.

По нашим расчетам, объем общего производства лабораторно-выращенных камней в 2019 году составил около 7,5 млн карат в сырье. Прогноз роста объемов производства исходя из увеличения производственных мощностей может составить 150% в течение 2020 года и к концу года превысит 10 млн карат. **■**

В следующей части обзора мы обязательно поговорим о рынке, его перспективах, ценообразовании, потребительских предпочтениях и многом другом.