

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ АЛМАЗОВ

Д. Г. Колесников

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель М. П. Кульгейко

Красота прозрачных кристаллов алмаза и их специфический блеск, который характеризуется как «игра», исключительная твердость, износостойкость, устойчивость к температурам с незапамятных времен привлекали внимание людей. Способ обработки алмаза алмазом был известен еще с древности. Процесс был весьма трудоемкий и занимал значительный отрезок времени. Например, для огранки камня в 1 карат уходило более одного года, несмотря на примитивность существующих в то время видов огранки. В современном мире этот процесс занимает гораздо меньшее

время, но в связи с особенностями бриллиантового производства, узкой спецификацией технологии остается еще немало нерешенных проблем.

Необходимость индивидуального подхода к каждому кристаллу алмаза значительно усложняет процесс обработки. В соответствии с техническими условиями существует 166 характеристик алмазов, поэтому очевидна сложность всего процесса, многообразии возможных решений по выбору оптимальных режимов обработки.

Технологический процесс обработки алмазов включает в себя следующие операции:

- исследование кристаллов алмазов, их разметка;
- распиливание (занимает 5–7 % общего времени, отведенного на обработку);
- обточка (занимает 20–25 % общего времени, отведенного на обработку);
- огранка (50–60 % отведенного на обработку времени);
- оценка (занимает оставшееся время).

Таким образом, операция огранки является наиболее трудоемкой и занимает большую долю времени во всем процессе обработки алмаза в бриллиант. Поэтому очевидна целесообразность и необходимость автоматизации данной операции.

Целью настоящей работы является повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции путем модернизации станка для обработки алмазов с применением полуавтоматического робота-манипулятора и расширения технологических возможностей оборудования.

В настоящее время существуют некоторые элементы автоматизации процесса огранки алмазов. При обработке кристаллов алмаза в качестве зажимного и регулирующего устройства применяется приспособление М-77. Это устройство было разработано и внедрено в производство в середине 70-х гг. и используется до настоящего времени. Оно позволяет добиваться нужного качества обработки и желаемого конечного результата.

Качество бриллиантов, согласно техническим условиям, обуславливается следующими характеристиками:

- полировка (14-й класс – имеются риски, невидимые человеком со 100%-м зрением в лупу десятикратного увеличения);
- симметрия (смещение рисунка граней верха относительно граней низа не более 1,5 %);
- геометрические параметры (разница угла между гранями верха или низа относительно плоскости рундиста не более 1 градуса, смещение шипа относительно ширины не более 0,5 % и т. д.) В соответствии с терминологией бриллиантового производства: рундист – линия раздела нижней и верхней части бриллианта; шип – самая отдаленная точка нижней части бриллианта по оси симметрии от центра плоскости линии рундиста.

Конструкция приспособления М-77 обеспечивает настройку на грани бриллиантов с точностью в соответствии с техническими условиями.

Так как алмаз является самым твердым материалом на Земле, то снятие припуска с заготовки является весьма проблематичной задачей и требует много временных и материальных затрат, что в свою очередь сказывается на производительности труда. Как показывает практика, срезание основного припуска занимает 70–75 % времени, затраченного на операцию огранки. Для решения данной проблемы используется устройство «Сигнал–2». Это устройство освобождает рабочего от постоянного контроля за процессом шлифования при съеме основного припуска и позволяет за счет этого параллельно работать с другим кристаллом алмаза, шлифуя элементы брилли-

анта в соответствии с показателями финишной обработки. Это же устройство существует также с приводом осцилляции, позволяющим обеспечивать равномерную выработку ограночного диска.

Для достижения максимального результата при обработке алмазов, а именно:

- сохранения дефектно-цветовых характеристик;
- обеспечения геометрических параметров;
- сохранения целостности кристаллов алмаза;
- снижения трудоемкости трудового процесса;
- экономии рабочего времени,

и более полной автоматизации предложено использовать полуавтоматический робот-манипулятор УП-81. Его применение позволяет перестраиваться с грани на грань в автоматическом режиме посредством специального счетного механизма и привода переключения положения кристалла алмаза, согласно особенностям его кристаллической решетки и направлению его «мягкого» шлифования. Он так же, как и «Сигнал-2», позволяет огранщику параллельно шлифовать кристалл алмаза с меньшим общим припуском на обработку или осуществлять художественное оформление бриллианта. При этом применение робота-манипулятора позволяет исключить время на перенастройку процесса обработки с грани на грань из общего времени, отведенного на обработку, что приводит к повышению производительности труда.

В связи с тенденцией ужесточения полей допусков на геометрические параметры бриллианта, а также ростом требований к сохранению бездефектности и цветовых характеристик бриллиантов важно найти эффективный способ снятия массы припуска и с верхней части бриллианта. Решение этой задачи также предлагается осуществлять с применением манипулятора. То есть, с целью расширения технологических возможностей, полуавтоматический робот-манипулятор УП-81, предназначенный для подшлифовки граней низа бриллианта, применяется также и для снятия основного припуска верхней части бриллианта.

Для закрепления кристалла алмаза при огранке верха бриллианта применяется оправка из меди или мягких медных сплавов с прижимным устройством. Однако конструкция прижима не позволяет использовать при обработке манипулятор.

При огранке верха бриллианта кристалл алмаза устанавливается в оправке из меди или мягких медных сплавов и поджимается специальным прижимным устройством. Но конструкция прижима не позволяет использовать при обработке манипулятор. Поэтому предложено использовать зажимную цангу, разработанную для крепления кристалла алмаза при обработке его нижней части, с некоторой конструктивной доработкой. Внесено изменение в конструкцию пенька (часть зажимной цанги, которая несет опорные функции при базировании кристалла алмаза площадкой, являющейся технологической базой) цанги путем обеспечения установочной поверхности под нижнюю часть кристалла алмаза. Такое конструктивное решение позволяет использовать цанговый зажим для шлифования граней верхней части бриллианта при помощи робота-манипулятора, используя его контактное устройство, срабатывающее посредством замыкания электрической цепи при снятии припуска до контрольной точки, которой является верхняя кромка цанги.

На современном этапе бриллиантового производства требования к качеству изготавливаемой продукции (бриллиантов) значительно ужесточились в связи с конкуренцией на международном рынке.

Стоимость бриллианта в значительной степени определяется его цветом и дефектностью (характеристики бриллианта), которые зависят также и от режима обработки алмаза. В свою очередь, рабочие (огранщики) в стремлении повысить производительность нередко заведомо нарушают режимы обработки, которые устанавливают самостоятельно, исходя из результатов исследования камня в соответствии со своей квалификацией. Нарушение режима обработки отследить технологу практически не представляется возможным, т. к. работа огранщика в основном ручная индивидуальная. В то же время ужесточение режимов обработки приводит к увеличению силового воздействия на бриллиант и его перегреву, что в свою очередь ведет к изменению показателей:

- дефектность – увеличение этого показателя приводит к снижению стоимости готового бриллианта;
- группа цвета – увеличение группы цвета снижает стоимость готового бриллианта (если принять стоимость первой группы цвета за 100 %, то стоимость бриллианта равного веса и дефектности может быть снижена до 30–35 %);
- раскол бриллианта, ведущий к резким потерям выхода годной (отношение массы сырья к массе готовой продукции) продукции и снижению экономических показателей производства.

В некоторых случаях перегрев оправки и чрезмерный прижим заготовки приводит к смятию стенок оправки, что, в свою очередь, приводит к нарушению геометрических параметров бриллианта (разбежка между углом граней верха к линии рундиста более одного градуса). Изготовление такого бриллианта характеризуется как брак, на исправление которого затрачивается полезная масса будущего бриллианта.

Следовательно, внедрение способа автоматизированной обработки алмаза в значительной мере снижает роль субъективного фактора в достижении качества продукции бриллиантового производства.

Таким образом, предлагаемая технология обработки алмазов в бриллианты с использованием полуавтоматического робота-манипулятора и применением модернизированного цангового зажима в значительной степени решает поставленные задачи, способствует снижению трудоемкости, повышению производительности процесса и качества продукции. Разумеется, что при этой степени автоматизации процесса не снижается роль участия человека (рабочего) в художественном оформлении бриллианта, которое является ключевым показателем при оценке бриллианта как части ювелирных украшений и высоко ценится на мировом рынке.