

**С.Б. Олексійчук, викладач**  
Кам'янець-Подільський індустріальний технікум

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ АЛМАЗНОЇ СИРОВИНИ

(Представлено д.т.н., проф. Бакка М.Т.)

*Узагальнено інформацію про діамантове виробництво, дано стислу характеристику властивостей природних алмазів, вказані галузі використання алмазів, розглянуті основні форми огранювання та вимоги до якості діамантів, особливо увага приділена технології виготовлення діамантів, вказані напрямки вдосконалення технологічних процесів обробки алмазів.*

Останнім часом в усьому світі зростає інтерес до натурального коштовного та декоративного каміння. Ця тенденція спостерігається і в Україні.

Алмаз займає перше місце серед дорогоцінних каменів, поєднуючи в собі виключну твердість, високе світлозаломлення, сильну дисперсію і яскравий блиск. Краса, довговічність, рідкісність – це три головних переваги, які притаманні алмазу.

На сьогоднішній день обробкою алмазів в Україні займаються шість ювелірних підприємств, але лише деякі з них можуть запропонувати своїм клієнтам вишукані діаманти. Серед таких підприємств можна виділити Вінницький завод “Кристал”, продукція якого експортується на ринки Західної Європи, Америки, Ізраїлю, Росії. З 2001 року в Антверпені (Бельгія) діє представництво Вінницького заводу “Кристал”.

Алмазна сировина на підприємство надходить з багатьох країн світу, які є монополістами з видобутку алмазів. Алмази закупаються партіями за власні кошти заводу. Партії комплектуються за масою, формою та видами дефектів. Природні алмази можуть бути дрібними – масою до 0,15 кар, середніми – масою від 0,15 кар до 0,99 кар, крупними – масою 1,00 кар і більше. Інколи підприємство працює із сировиною замовника.

Алмази бувають самих різних кольорів: безбарвні, жовті, сірі, чорні та інших відтінків. Колір каменю залежить як від домішок металів, так і від дефектів кристалічної решітки. Перед обробкою всі алмази сортуються за масою, кольором і за ступенем чистоти, на яку впливають включення інших мінералів, тріщини спайності та ростові дефекти.

Вінницький завод “Кристал” – в числі небагатьох в Україні виробників ювелірної продукції, постійно розширює асортимент ювелірних виробів, враховуючи загальні тенденції світової ювелірної моди.

Сьогодні колекція заводу палічує більше 500 видів ювелірних прикрас – сережки, перстені, каблучки, браслети, підвіски, кольє, які задовільняють найвибагливіший смак споживача. У колекції підприємства є класичні моделі з жовтого та білого золота. Яскраве сполучення діамантів з сапфірами, рубінами, смарагдами, перлами робить їх особливо ошатними та святковими.

З алмазовміщуючих відходів підприємство виготовляє мікрохірургічні інструменти.

Близько 85 % алмазів використовують для технічних потреб: в бурінні, для виготовлення склорізів, фільтер, шліфувальних кругів, а також у науково-дослідницькій роботі, вимірювальній техніці та інших галузях промисловості.

Невеликий відсоток найпрозоріших та найкрасивіших кристалів природного алмазу після шліфування і полірування стають діамантами. Відмінною особливістю виготовлення діамантів є індивідуальний підхід до обробки кожного кристала. Форма діаманта повинна забезпечувати його зовнішню красу, високий ступінь гри і блиску. Найбільш розповсюдженими формами огранювання діамантів є круглі, фантазійні.

Завод “Кристал” виготовляє діаманти традиційних круглих форм і діаманти з фантазійною формою огранювання: “груша”, “маркіз”, “смарагд”, “принцеса”, “овал” тощо. Форма круглих і деяких фантазійних діамантів задається при обдирці, інші форми виводяться безпосередньо огранюванням. Краса діаманта досягається за рахунок виконання операції огранювання за розрахунковими (ідеальними) або близькими до них пропорціями і симетрії діаманта, які забезпечують максимальне використання оптичних властивостей алмаза. Відповідно перевірка

якості виготовленого діаманта проводиться в напрямку визначення пропорції, симетрії та якості обробки поверхні діаманта.

Діаманти круглої форми мають 57 плоских граней і складаються з трьох основних частих – верхньої, середньої і нижньої. Вимоги до якості діамантів круглої форми визначаються спеціальними технічними умовами, в яких вказуються основні розміри та технічні вимоги до високоякісних діамантів групи А і до діамантів групи Б – більш низької якості.

Діаманти фантазійних форм виготовляються на 56 граней – “груша”, 57 граней – “смарагд” трапецевидної форми, 57 граней – “принцеса” (виготовляються варіанти огранювання цієї форми з 65 та 49 гранями), 57 граней – “овал”. З’явилися нетрадиційні фантазійні форми огранювання на 110 граней. Відносно діамантів фантазійних форм ставляться підвищені вимоги до форми, якості та кольору.

Процес виготовлення діамантів складається з таких операцій: виробниче дослідження та розмітка алмазної сировини, розколювання, розпилювання, обдирка, огранювання. В залежності від якості алмазної сировини не завжди виконуються всі операції (наприклад, при виготовленні діамантів з уламків). Але при виготовленні діамантів будь-яких типів та форм огранювання обов’язково потрібно виконати дві операції: виробниче дослідження та розмітку сировини і огранювання.

Вивчення та розмітка алмазів – перша операція технологічного циклу. Вона включає сортування алмазної сировини під діаманти різної форми; визначення форми діаманта; визначення порядку технологічної обробки сировини; нанесення площини розпилювання або розколювання кристалів алмаза. В зв’язку з високою вартістю алмазної сировини в порівнянні з затратами на його обробку дуже важливо правильно визначити залежність форми від параметрів діаманта. Основним геометричним параметром, від якого залежить маса діаманта, є його діаметр. Ця залежність виражається формулою:

$$P = kd^3, \quad (1)$$

де  $P$  – маса діаманта;

$d$  – діаметр діаманта;

$k$  – коефіцієнт пропорційності.

Наступним процесом є процес розколювання алмазів. Суть процесу полягає в тому, що він дозволяє при незначних втратах сировини й невеликих затратах часу розділити кристал алмаза на частини з метою найбільш ефективного використання алмазної сировини. Алмази розколюють на спеціальному столі. Основним інструментом розколювальника є ніж.

Розпилювання алмазів – операція, необхідна для розділення кристалів на частини. За допомогою розпилювання видаляють різні дефекти. Кристали алмаза розпилюють на верстатах ШП-2. Ріжучий інструмент – це розпилювальний диск, який виготовляється гальванічним способом. Товщина диска для підрізки кристала залежить від його маси:

| Маса кристала, кар | Товщина диска, мм |
|--------------------|-------------------|
| до 1,00            | 0,06              |
| 1,01–2,00          | 0,07              |
| більше 2,00        | 0,08              |

Після підрізки кристала підрізний диск замінюють на робочий, при цьому товщина диска змінюється, а саме:

| Маса кристала, кар | Товщина диска, мм |
|--------------------|-------------------|
| до 1,00            | 0,05              |
| 1,01–2,00          | 0,06              |
| більше 2,00        | 0,07              |

При розпилюванні кристалів алмаза необхідно правильно вибрати режим розпилювання. Режими розпилювання залежать від таких параметрів:

– вплив характеристики абразивного інструмента. Ефективність роботи абразивного інструмента залежить від його ріжучих властивостей, якості зв’язуючого матеріалу та обробленості матеріалу;

– вплив швидкості обертання ріжучого диска. При низьких швидкостях обертання диска

(15–20 м/с) частота взаємодії алмазних мікрозерен відносно мала. З підвищенням швидкості обертання ріжучого диска частота взаємодії алмазних мікрозерен зростає. При швидкостях 40–50 м/с – оптимальні умови роботи алмазних зерен, при яких забезпечується максимальна інтенсивність руйнування алмаза;

– вплив зусилля притискання алмаза до ріжучого диска. Зі збільшенням зусилля притискання алмаза до ріжучого диска продуктивність процесу розпилювання зростає за рахунок збільшення напруги розтягування, крім того, зерна мікропорошку глибше проникають у поверхню оброблюваного алмаза;

– вплив овальності розпилювального диска. Якщо розпилювальний диск являє собою ідеальне коло і відсутня вібрація розпилювального верстата в цілому, то час контакту розпилювального диска з розпилюваним алмазом буде дорівнювати часу розпилювання кристала. В міру збільшення овальності розпилювального диска ця нерівність буде порушена;

– вплив вібрації. Крім овальності розпилювального диска та вібрації підлоги, на якій встановлюють верстати, досить вказати тільки на два можливих джерела вібрації – небаланс шпинделя розпилювального диска та ротора електродвигуна.

Амплітуда коливань (см), яка викликана небалансом шпинделя, дорівнює:

$$Z_0 = \frac{3600 F_p q L^2}{4J_H n^2}, \quad (2)$$

де  $F_p$  – зусилля притискання алмаза до диска, мН;

$q$  – прискорення сили тяжіння, см/с<sup>2</sup>;

$L$  – плече прикладеної сили  $F_p$ , см;

$J_H$  – сумарний момент інерції системи стріли і вантажу відносно осі повороту стріли, мНцм<sup>2</sup>;

$n$  – частота обертання шпинделя, об/хв.

Розрахунки показали що, якщо подвоєна амплітуда вібрації перевищує 3,68 мкм ( $n=11200$  об/хв), то кристал алмаза відірветься від ріжучого диска і процес різання припиниться.

Враховуючи вплив перерахованих вище факторів на втрати алмазної сировини, можна вирахувати залежність втрат алмазної сировини від маси кристалів. Ця залежність зображується у вигляді графіка.

Підшліфовка є операцією попереднього огранювання. Призначення – надання алмазам форми, придатної для обробки під час наступних операцій технологічного процесу, а також виведення дефектів з поверхневої зони оброблюваних граней. Підшліфовка алмазів здійснюється на огранювальних верстатах моделі ОАБ-4. Як шліфувальний інструмент застосовують огранювальний диск, шаржирований алмазним мікропорошком марки АСН (АСМ) 20/14 або АСН(АСМ) 20/14 КМ-20.

Обточування алмазів – одна з відповідальніших операцій у технологічному циклі виготовлення діамантів. У процесі обточування алмазу надається форма майбутнього діаманта, готуючи цим його до огранювання. Крім того, в процесі обточування покращується якість обробленого алмаза за рахунок повного або часткового вилучення дефектів. Операція обточування проводиться на верстаті моделі ВШ-2.

Огранювання – технологічний процес обробки природних і синтетичних мінералів з метою надання їм певної естетичної форми, високого світлового ефекту і специфічного блиску.

Процес огранювання виконується у дві стадії:

– шліфування – зняття основної маси мінералу нанесенням на поверхню заготовки граней певної форми;

– полірування – надання відшліфованим поверхням дзеркального блиску зняттям рисок, які залишилися від шліфування. Форма майбутнього діаманта визначається контуром при огляді діаманта зверху (з площадки), а тип огранювання – характером, розміщенням граней і їх формою. Огранювання здійснюється на верстаті ВСО-2. Цей верстат огранює алмазні заготовки будь-якої технологічної групи.

Після огранювання діаманти ретельно промивають. Промивка діамантів виділена в окрему операцію і проводиться централізовано на спеціально обладнаній ділянці.

Промиті діаманти надходять на оцінку. Мета оцінки – визначення вартості діамантів в залежності від вагових, геометричних (форма, тип огранювання) і якісних (колір, дефектність)

характеристик. Результати оцінки діамантів дозволяють не тільки розраховувати окремі економічні показники, але і судити про економічну ефективність роботи підприємства.

Зважаючи на високу ціну алмазів та велику трудомісткість підвищення ефективності використання алмазної сировини, необхідно вдосконалювати технологічні процеси обробки алмазів. Це здійснюється за рахунок унікальної оснастки, інструменту та обладнання. Виготовлення розпилювального та огранювального інструменту в умовах Вінницького заводу "Кристал" вимагає великих зусиль, адже від якості виготовлення розпилювальних та огранювальних дисків залежить якість оброблюваної сировини, що впливає на вихід придатного каменю.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Етифанов В.И. и др.* Технология обработки алмазов в бриллианты. – М.: Высшая школа, 1987. – 345 с.
2. *Щербань Л.М.* Ограновання алмазів у діаманти. – К.: Вища школа, 1997. – 237 с.

ОЛЕКСІЙЧУК Світлана Борисівна – викладач Кам'янець-Подільського індустріального технікуму, пошукувач кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- інструмент з обробки алмазів;
- гемологія.

Подано 20.01.2003