

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

АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ШЛІФУВАННЯ КРИСТАЛІВ ПРИРОДНИХ АЛМАЗІВ

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

Розглянуто основні параметри шорсткості огранювальних дисків та викладена методика розрахунку шорсткості інструмента.

Досліджено залежність інтенсивності процесу шліфування алмазів від швидкості обертання диску, питомого тиску, температури, концентрації та складу алмазного порошку.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науково-практичними завданнями. Домінуючими технологічними операціями при виготовленні діамантів є розмірна механічна обробка монокристалів алмазу, трудомісткість якої досягає 90 % від загальної трудомісткості виготовлення діамантів. Тому основні резерви підвищення ефективності алмазодіамантового виробництва полягає в комплексному вдосконаленні операційних технологічних процесів обробки кристалів алмазів, в першу чергу – процесу огранки.

Процес огранки сьогодні є самим складним і відповідальним процесом у технології виготовлення діамантів. Але, як показав аналіз розробок провідних вітчизняних та зарубіжних фірм, проведених в даному напрямку, всі вони мають серйозні недоліки, пов'язані з неякісним забезпеченням огранювальних дисків процесу огранки алмазів.

Однією з **актуальних** проблем є вдосконалення технології виготовлення огранювальних дисків з метою якісного шліфування та полірування алмазної дрібнорозмірної сировини, завдяки чому зменшаться втрати алмазів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Незважаючи на те, що історія обробки алмазів алмазним порошком нараховує сотні років, до сьогодні відсутня єдина науково-обґрунтована теорія, яка пояснює суть явищ, які відбуваються у процесі шліфування алмазів.

З опублікованих робіт [13], [7], [24], [31] вітчизняних та закордонних вчених з питання фізичної сутності процесу шліфування алмазів найбільш чітко виділилось дві точки зору.

Одна з них базується на термічному механізмі процесу перетворення алмазу в графіт під дією високих температур, виникаючих в зоні контакту кристала алмазу з диском [4]. Ця теорія була підтверджена групою дослідників на чолі з Р.Ринкелем. Іншим вченим, Р.Гродзинським, були описані термічні методи свердління отворів у алмазах і обробки їх граней.

Поряд з першою гіпотезою існує друга теорія, що визначає механічну суть цього процесу. Так, М.Полковським процес обробки алмазу розглядався як сколювання мікроскопічних кусків алмаза по октаедричним площинам. Викладена гіпотеза підтвердилась експериментальними роботами [15], [28].

Разом з цим поки що відсутні наукові розробки, присвячені вдосконаленню технології обробки алмазів, яка залежить від якості виготовлення огранювального інструмента, завдяки чому покращаються режими шліфування та зростає інтенсивність шліфування.

Сьогодні це питання є досить актуальним, мета даної статті полягає у викладенні наукових обґрунтувань з удосконалення технології та способів виготовлення огранювальних дисків.

Викладення основного матеріалу. При огранці алмазів у діаманти застосовують плоске шліфування поверхонь кристала алмазу на чавунному диску, шаржованому алмазним порошком. Огранювальні диски для шліфування алмазів виготовляють з високовуглецевого чавуну певного хімічного складу. За структурою він повинен бути дрібнозернистим і пористим. Здатність диска впродовж тривалого часу утримувати на робочій поверхні алмазний порошок зумовлена високою зносостійкістю металевої основи чавуну. Відбалансований диск повинен задовольняти такі вимоги: на робочій поверхні не може бути раковин, неметалічних краплень і кільцевих рисок від проточувань і шліфування, шорсткість обробки поверхні має бути не нижче $R_z = 10$ мкм .

Під шорсткістю розуміють сукупність нерівностей, що утворюють рельєф поверхні на певній базовій довжині. Цей параметр є дуже важливим для подальшої обробки кристалів алмазу.

Розглянемо формулу, в якій шорсткість оцінюється такими параметрами:

R_a – середнє арифметичне відхилення профілю;

R_z – висота нерівностей профілю по десяти точках;

R_{max} – найбільша висота нерівностей профілю;

S_m – середній крок нерівностей профілю;
 S – середній крок місцевих виступів профілю;
 t_p – відносна опорна довжина профілю.

Всі ці параметри визначаються на базовій довжині поверхні l (рис. 1).

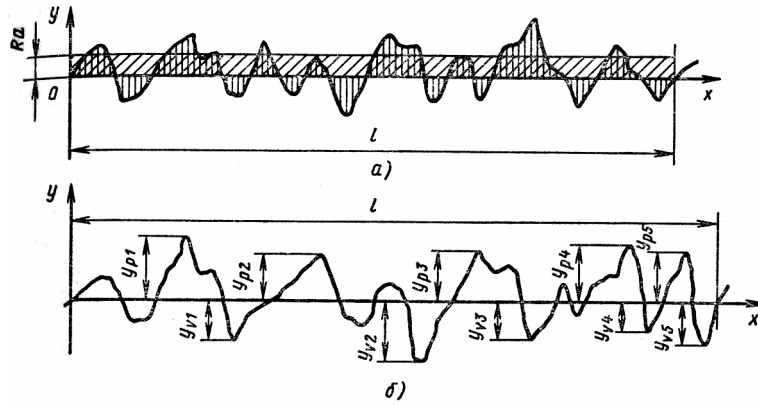


Рис. 1. Частина профілю нерівностей, які характеризують шорсткість поверхні

Шорсткість оцінюють за профілем, який є лінією перерізу поверхні, і задають параметрами шорсткості R_a або R_z . Параметр R_a є переважним:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Y(x)| dx \quad \text{або} \quad R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i|;$$

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |Y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |Y_{vi}|}{5},$$

де Y_{pi} – висота i -го найбільшого виступу профілю;

Y_{vi} – глибина i -ої найбільшої впадини профілю.

Параметри шорсткості залежать від багатьох факторів. Із збільшенням частоти обертання диска зростає кількість зерен, які беруть участь у процесі різання за одиницю часу. Це, в свою чергу, призводить до зменшення врізання окремих зерен, за рахунок чого знижується шорсткість.

Зі збільшенням подач шорсткість зростає.

Від того, як виготовлений диск, залежить інтенсивність процесу шліфування, яка визначається величиною знімання алмазу за одиницю часу. Прийнявши інтенсивність зняття в площині ромбододаєдра за одиницю (рис. 2), отримаємо співвідношення 1(110); 0,6(100); 0,1(111), яке показує найбільшу інтенсивність зняття при шліфуванні в напрямку площини сітки ромбододаєдра і куба.

На рис. 3 наведені дані, які характеризують залежність інтенсивності шліфування кристала алмазу в різних плоских сітках і напрямках. Крім того, на рис. 4 наведено значення величини відносної інтенсивності зняття алмазу в площині ромбододаєдра, куба, октаєдра.

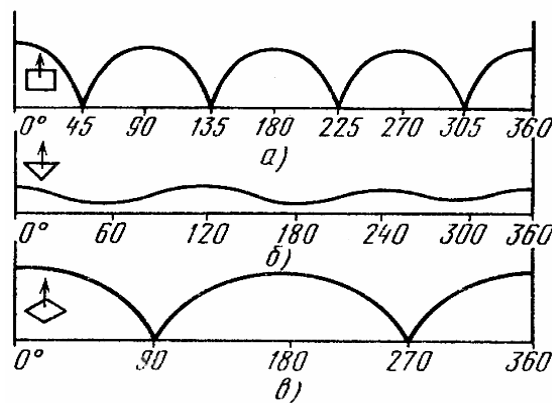


Рис. 2. Відносна величина інтенсивності процесу шліфування в різних напрямках:
 а – площини куба; б – площини октаєдра; в – площини ромбододаєдра

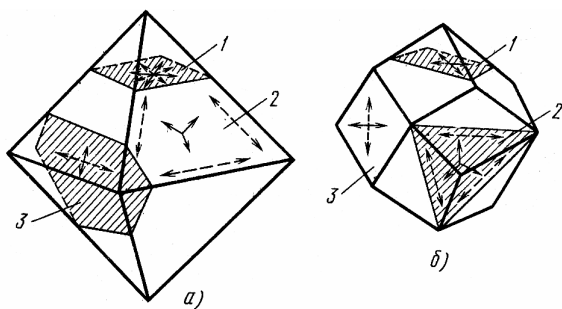


Рис. 3. Схема розміщення плоских сіток у структурі алмазу октаедра (а) і ромбододекаедра (б): 1 – плоска сітка куба; 2 – плоска сітка октаедра; 3 – плоска сітка ромбододекаедра; пунктирними стрілками показані тверді напрямки шліфування, суцільними – м'які напрямки

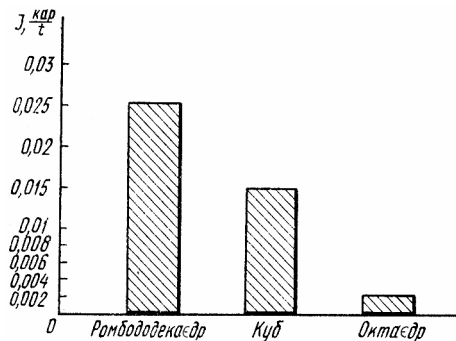


Рис. 4. Інтенсивність зняття алмазу залежно від орієнтації алмазу в площині ромбододекаедра, куба і октаедра

Максимальне значення інтенсивності (кар/хв.) зняття алмазу в площині:

- ромбододекаедра – 0,025;
- куба – 0,015;
- октаедра – 0,0025.

На інтенсивність процесу шліфування найбільше впливають: швидкість шліфування, питомий тиск, температура, зернистість та концентрація алмазного порошку.

У результаті експериментальних досліджень з вивчення впливу швидкості на зняття матеріалу при шліфуванні алмазу показали, що зі збільшенням швидкості інтенсивність зняття матеріалу збільшується.

На графіку рис. 5 показано залежність інтенсивності зняття алмазу від швидкості обертання диска. Збільшення частоти обертання диска значно підвищує швидкість шліфування навіть в його самих стійких до стираності напрямках і дозволяє швидко шліфувати не тільки грані куба і ромбододекаедра, але і грані октаедра, які мають найбільшу твердість. За результатами дослідження встановлено, що зі зміною швидкості шліфування з 25 до 35 м/с інтенсивність зняття збільшується в 2,5–3 рази (рис. 6). Процес шліфування доцільно проводити при швидкостях диска більше 50 м/с. Збільшувати швидкість шліфування можна за рахунок підвищення кількості обертів або збільшення діаметра диска.

Питомий тиск оброблюваного кристала алмазу на робочу поверхню диска має також великий вплив на інтенсивність процесу шліфування. Від величини питомого тиску шліфування залежить шорсткість обробки поверхні алмазу (рис. 7).

За даними результатів досліджень процес шліфування кристалів рекомендується проводити при питомому тиску в зоні контакту алмазу з диском в межах 2,5–6,5 мПа. Більш високий питомий тиск викликає швидке витравлювання алмазного порошку, зношування огранювального диска і в кінці кінців може призвести до розколювання кристала.

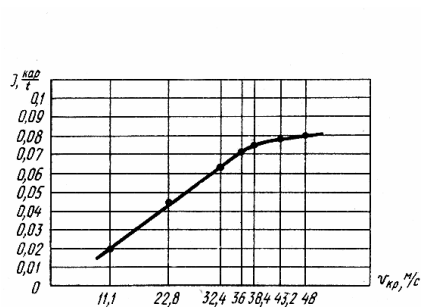


Рис. 5. Інтенсивність зняття алмазу залежно від частоти обертання диска

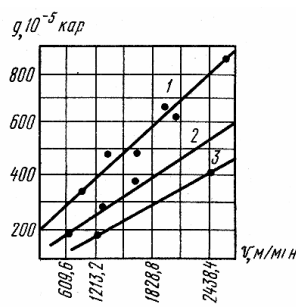


Рис. 6. Інтенсивність зняття алмазу залежно від навантаження алмазу і округлості швидкості шліфування: 1 – 23,6 Н, 2 – 18,8 Н, 3 – 10,9 Н

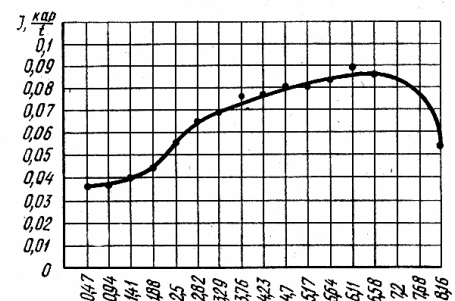


Рис. 7. Інтенсивність зняття алмазу залежно від питомого тиску в зоні контакту (за даними ВНІІГ ознаки)

Питомий тиск суттєво впливає і на температуру в зоні шліфування. При одних і тих самих умовах шліфування температура в зоні контакту алмазу залежно від кристалографічної орієнтації становить:

- для напрямку (100) – 650–700°C;
- для напрямку (010) – 550–570°C.

І на сам кінець, зернистість алмазного порошку. При виготовленні огранювальних дисків, чи то методом шаржування, чи гальванічним способом, на поверхню диска наносять або напилюють алмазний порошок АСМ 10/7. На рис. показано залежність інтенсивності зняття алмазу від концентрації алмазного порошку. Якщо концентрація алмазного порошку складає 0,0032 кар/см², то забезпечується найбільш продуктивний процес шліфування. Збільшення концентрації не призводить до збільшення зняття алмазу. Вид зв'язку, який використовують для шаржування огранювального диска (суміш масляної олії та оліфи "Оксоль") не значно впливає на інтенсивність шліфування.

Висновок

Таким чином, отримані результати дослідження залежності інтенсивності шліфування від швидкості диска, питомого тиску, температури, концентрації та складу алмазного порошку дають можливість вибрати оптимальні режими процесу шліфування, а це, в свою чергу, впливає на ефективне використання алмазної сировини при її мінімальних втратах.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Башков В.М., Кацев П.Г.* Испытание режущего инструмента на стойкость. – М.: Машиностроение, 1985. – 132 с.
2. *Епифанов В.И., Пясица А.Я., Зыков Л.В.* Технология обработки алмазов в бриллианты. – М.: Высшая школа, 1987. – 335 с.
3. *Кацук В.А., Верещанин А.Б.* Справочник шлифовщика. М.: Машиностроение, 1988. – 475 с.
4. *Сенко М.Ф.* и др. Основы алмазного шлифования. – К.: Техника, 1978. – 189 с.
5. *Щербань Л.М.* Огранювання алмазів у діаманти. – К.: Вища школа, 1997. – 238 с.

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

Наукові інтереси:

- інструмент з обробки алмазів;
- гомологія.

Подано 15.03.2005

Олексійчук С.Б. Аналіз та дослідження режимів шліфування кристалів природних алмазів
Олексійчук С.Б. Анализ и исследование режимов шлифования кристаллов природных алмазов
Oleksiychuk S.B. Analysis and research of grinding process of natural diamond crystals.

УДК 671.152

Аналіз та дослідження режимів шліфування кристалів природних алмазів / С.Б. Олексійчук

Розглянуті основні параметри шорсткості оgranювальних дисків та викладена методика розрахунку шорсткості інструменту.

Досліджено залежність інтенсивності процесу шліфування алмазів від швидкості обертання диску, питомого тиску, температури, концентрації та складу алмазного порошку.

УДК 671.152

Анализ и исследование режимов шлифования природных алмазов / Олексійчук С.Б. /

Рассмотрены основные параметры шероховатости оgranочных дисков и изложена методика расчета шероховатости инструмента.

Исследована зависимость интенсивности процесса шлифования алмазов от скорости вращения диска, удельного давления, температуры, концентрации и состава алмазного порошка.

УДК 671.152

Analysis and research of grinding process of natural diamond crystals / S.B. Oleksiychuk/

Main parameters of grinding disks roughness are represented. Methods of their calculation are given. Dependence of intensity of diamond grinding process upon spinning speed of the disk, specific pressure, temperature, concentration and composition of diamond powder is studied.