



# Diamant



Mišta  
Aleksander



# Wiadomości ogólne:

**Diament** to minerał, będący drugą obok grafitu odmianą alotropową węgla. Diament jest najtwardszym z minerałów spotykanych w przyrodzie.

Ze względu na cechy zewnętrzne wyróżnia się kilka typów diamentów:

**bort** - występuje w postaci ziarnistych, nieprzezroczystych skupień o zabarwieniu szarym i czarnym

**ballas** - tworzy bardzo drobne, przeważnie zaokrąglone skupienia ziarn o zabarwieniu szarym i budowie często promienistej

**Karbonado** - zwany też **czarnym diamentem**, występuje w postaci drobnoziarnistych, porowatych skupień zabarwionych na czarno, szaro lub ciemnozielono.



## Właściwości

Układ krystalograficzny - regularny

Twardość w skali Mohsa - 10

Łupliwość - doskonała

Rysa - biała

Przełam - muszlowy

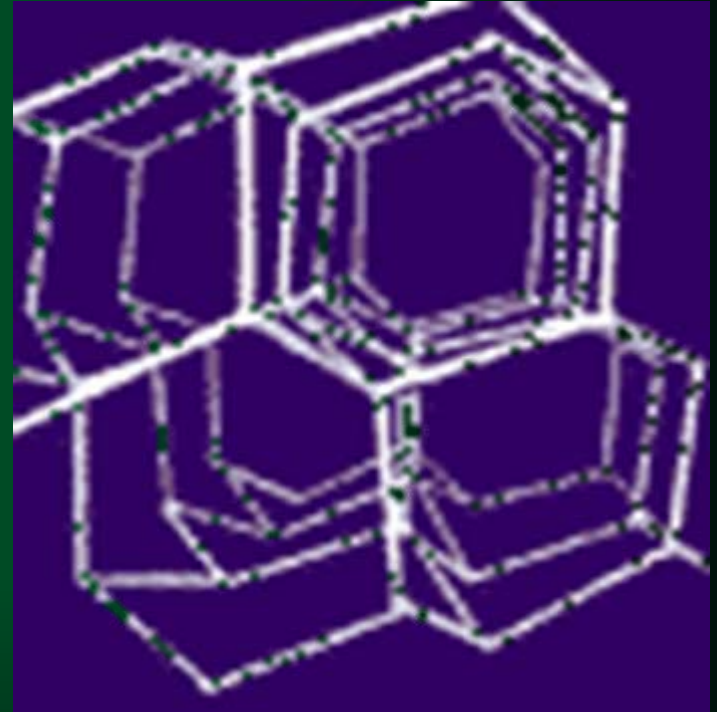
Gęstość - 3,52 g/cm<sup>3</sup>

Barwa - bezbarwny lub różne barwy obce

Połysk - diamentowy

Dyspersja - 0,044

Inkluzja - wrostki różnych minerałów





Diamenty są wydobywane w różnych krajach ale główne to Rosja, Australia, RPA, Demokratyczna Republika Konga, Brazylia. Obecnie diamenty są również produkowane na skalę przemysłową. Jest stosowany przy produkcji materiałów ściernych i narzędzi tnących oraz w jubilerstwie. Odpowiednio oszlifowane diamenty noszą nazwę brylantu. Diamenty są uważane za najcenniejszy minerał.



## Do najszlachetniejszych diamentów należą:

Koh-i-noor - 108 karatów

Cullinan - 3106 karatów

Hope - 112 karatów

Millennium star - 203 karaty



## Najcenniejsze diamenty w Polsce:

wielki czarny diament w złotej puszcze św. Stanisława

bezbarwny diament w koronie monstrancji Jana Kazimierza - 10 karatów



## Powstawanie diamentów:

Geneza złóż diamentowych nie jest jeszcze w pełni wyjaśniona. Istnieje wiele hipotez na ten temat. Ostatnie badania pozwalają sądzić, że diamenty krystalizują z alkalicznej magmy, na dużych głębokościach, w temperaturze powyżej  $1000^{\circ}\text{C}$  i ciśnieniu ok. kilku MPa oraz, że do strefy przypowierzchniowej zostały przetransportowane później, w czasie gwałtownego wznoszenia się magmy (silnych ruchów tektonicznych).



# Teoria płyt tektonicznych

Według tej teorii, pod stabilną płytą kratonu, w wyniku ruchów tektonicznych, wchodzi oceaniczna płyta bazaltowa, wprowadzając ze sobą znaczne ilości skał węglanowych, wapiennych i in. Skały te wraz z minerałami węglanowymi (np. kalcytem  $\text{CaCO}_3$ ), dostając się w głębsze warstwy geosfery, w warunkach wysokiego ciśnienia i temperatury ulegają termicznemu rozkładowi. Pojawiają się atomy węgla, które - jak wiadomo - wykazują dużą zdolność do łączenia się w różnych konfiguracjach przestrzennych. W efekcie pojawia się wiele alotropowych odmian krystalicznych a wśród nich trygonalny i heksagonalny grafit oraz regularny (właściwy) diament.



# Typy diamentów i ich wpływ na barwę



Idealny kryształ diamentu to taki, który jest zbudowany wyłącznie z atomów węgla, ma doskonałą strukturę odpowiadającą wymaganiom symetrii przestrzennej, nie wykazuje defektów budowy (dyslokacji, wakansów i in.) i nie zawiera zanieczyszczeń, w tym także pierwiastków domieszkujących. Taki kryształ jest zawsze bezbarwny, jednakże idealnych kryształów nie spotyka się w przyrodzie.





Istnieje grupa pierwiastków, takich jak azot (N), bor (B) a w mniejszym stopniu wodór (H) i glin (Al), które z racji znacznego stężenia mogą prowadzić nie tylko do zaburzeń struktury, ale także wpływać na zmianę niektórych właściwości fizycznych, takich jak: absorpcja w podczerwieni i nadfiolecie, przewodnictwo cieplne i przewodność elektryczna, fotoprzewodnictwo, barwa, spójność kryształów i in.



Badaniem odmiennych właściwości diamentów wywoływanych obecnością pierwiastków domieszkujących, zaczęto zajmować się od 1934 r. W przypadku barwy posłużono się analizą otrzymanych widm absorpcyjnych: w nadfiolecie poniżej 380 nm i w podczerwieni w zakresie 1000-1400 nm i 2400-2900 nm (zwanych często obszarami azotu).



Dzięki tym badaniom udało się wykazać, że istniejące różnice w odcieniu czy stopniu nasycenia barwą wykazywane przez różne okazy diamentów są głównie związane z domieszką azotu. To stanowiło podstawę do dokonania podziału diamentów na 2 typy: typ I wykazujący dużą zawartość azotu i typ II pozbawiony azotu lub wykazujący jego obecność w minimalnym stopniu.



## Typ I

Do tego typu należy większość diamentów jubilerskich. W swej surowej postaci kryształy są zwykle dobrze wykształcone, mają gładkie powierzchnie ścian i lekko zaokrąglone krawędzie, a zatem dobrze nadają się do obróbki. Stężenie azotu waha się w granicach od 25 do 1000 ppm; w skrajnych przypadkach może dochodzić do ok. 3000 ppm [(ppm - sposób wyrażania stężenia (ang. *pars per milion*)].




W diamentach typu I azot może występować w różnej formie skupień - w postaci atomowej lub w formie agregatów (zwykle dwu lub czteroatomowych) albo też tworzyć centra barwne (budowane przez 3 atomy) decydujące o barwie diamentów; może też azot towarzyszyć różnym defektom strukturalnym, które nie mają wpływu na absorpcję promieniowania w całym zakresie widma, co oznacza, że w tym szczególnym przypadku nie ma on wpływu na barwę diamentów.



## Typ II

Diamenty typu II nie zawierają azotu. Nie absorbują też - w odróżnieniu od diamentów typu I - promieniowania podczerwonego w zakresie 1000-1400 nm i nadfioletowego poniżej 230 nm.



Diamenty podtypu IIa mają strukturę najbardziej zbliżoną do idealnej, stąd rzadko są spotykane w przyrodzie. Nie zawierają znaczących ilości pierwiastków śladowych (w tym również boru), w związku z czym nie przewodzą prądu elektrycznego. Nie absorbują promieniowania w widzialnym zakresie widma, a zatem są bezbarwne, pod warunkiem, że nie wykazują defektów strukturalnych. W przypadku gdy takie defekty pojawiają się, diamenty mogą być intensywnie żółte, brązowe a nawet różowe. Rodzaj centrów barwnych oraz mechanizm kreowania barw nie jest jednak jeszcze dokładnie poznany.



Diamenty podtypu IIb zawierają domieszkę boru (B) o koncentracji poniżej  $10^{-6}\text{cm}^3$ , w związku z czym są półprzewodnikami. Wszystkie wykazują naturalną barwę niebieską, o różnym stopniu nasycenia, kreowaną przez obecne w strukturze atomy boru.





## Typ III

Niektórzy gemmolodzy wyróżniają dodatkowo III typ diamentów, do którego zaliczają diamenty pochodzenia kosmicznego (lonsdaleit i chaoit), znajduwane w miejscach upadku meteorytów lub otrzymywane metodą syntezy, krystalizujące w układzie heksagonalnym.



# Barwa diamentów:

## Diamenty niebieskie:

diamenty o barwie jasno- lub ciemnoniebieskiej występują w przyrodzie bardzo rzadko. Należą one do typu IIb, w którym pierwiastkiem domieszkującym jest bor.

## Diamenty zielone:

kryształy przezroczyste o barwie żółtozielonej, zielonej lub ciemnozielonej, którą wywołują atomy azotu, o koncentracji znacznie wyższej niż w przypadku kamieni żółtych. Wzrost koncentracji azotu prowadzi do diamentów nieprzezroczystych, o barwie czarnej;

## Diamenty żółte:

Barwa żółta, zróżnicowana w odcieniu i nasyceniu, jest najbardziej powszechna wśród diamentów. Często spotyka się kryształy, które charakteryzują się dużą przezroczystością oraz lekko żółtą, słomkowożółtą lub złotożółtą barwą wywołaną wysoką koncentracją paramagnetycznych jonów azotu; także obecnością centrów N-3.



## Diamenty różowe:

Barwę różową wywołuje pasmo fononowe 2,2 eV, występujące zwykle w diamentach typu IIa lub występujące wewnątrz kryształu diamentu strefy barwy ukierunkowane, zwane „różowymi liniami wzrostu”; natura centrów barwnych zlokalizowanych w „różowych liniach wzrostu” nie jest jeszcze w pełni wyjaśniona.



## Diamenty brązowe:

Barwa brązowa jest wywołana naprężeniami sieci, powstałymi wzdłuż kierunków równoległych do płaszczyzn oktaedrycznych, jako wynik różnych deformacji plastycznych występujących w procesie krystalizacji.

## Diamenty fioletowe

Przyczyny występowania barwy fioletowej są identyczne jak w przypadku barwy brązowej; dodatkowo może być ona rezultatem obecności zdyspersowanych drobin grafitu.

## Diamenty mlecznobiałe, szare i czarne


Diamenty mlecznobiałe są niezwykle rzadkie, a ich mlecznobiała barwa jest praktycznie barwą szarobiałą. Barwa szara, bardzo pospolita, jest typowa dla kamieni bezbarwnych, zawierających dużą liczbę ciemnych inkluzji (drobin grafitu) tuż pod zewnętrzną powierzchnią.

Doskonale czarne diamenty, o wyglądzie hematytu, są niezwykle rzadkie. Ich barwa może być wywołana albo częściowymi zmianami struktury krystalicznej, albo dużą zawartością dobrze zdyspersowanych drobin grafitu



# Diamenty poprawiane

Poprawianie kamieni szlachetnych i ozdobnych przez modyfikowanie ich cech makroskopowych zwłaszcza zmierzających do polepszenie walorów estetycznych takich jak barwa, przezroczystość, czystość, spoistość i in., znane jest od czasów starożytnych.



Stosowane zabiegi poprawiania kamieni mogą mieć charakter aktywny lub pasywny. Do zabiegów aktywnych należą m.in.:

1. obróbka termiczna (wygrzewanie)
2. obróbka promieniowaniem wysokoenergetycznym
3. obróbka chemiczna
4. nawiercanie laserowe



## Do zabiegów pasywnych:

1.barwienie

2.konsolidacja

3.syntetyczne powlekanie

4.zmiana barwy inkluzji



## Diamenty GE POL

Do niedawna metoda krystalizacji z fazy stałej w warunkach wysokiego ciśnienia i temperatury (metoda HPHT) była stosowana wyłącznie w procesach produkcji diamentów syntetycznych. Obecnie jest również wykorzystywana do poprawiania cech jakościowych - barwy i stopnia czystości diamentów pochodzenia naturalnego.





Sama metoda i warunki techniczne poprawiania diamentów są strzeżone tajemnicą patentową. Wiadomo jedynie, że jest to metoda HPHT oraz, że metodzie tej poddawane są głównie diamenty podtypu IIa, a więc diamenty o intensywnej barwie brązowej lub o wyraźnym brązowym odcieniu. Brązowy odcień barwy diamentów jest, jak wiadomo, wywołany naprężeniami w sieci krystalicznej, które powstają wskutek różnego rodzaju deformacji płaszczyzn i dyslokacji atomów w procesie wzrostu kryształów. Zastosowanie wysokiego ciśnienia i wysokiej temperatury w trakcie procesu poprawiania pozwala na całkowite lub częściowe usunięcie tych defektów, dzięki czemu przywracana jest „biała” barwa diamentów.



## Diamenty Yehudy

Diamenty poprawiane metodą Yehudy pojawiły się na rynku jubilerskim w 1989 r. Proces poprawiania polega na wypełnianiu otwartych rys, szczelin, pęknięć oraz kanałów laserowych wychodzących na powierzchnię diamentów odpowiednią substancją w temperaturze  $670^{\circ}\text{C}$  pod ciśnieniem ok. 5 MPa. Substancja stosowana do impregnacji (wypełnień) posiada wysoki współczynnik załamania światła zbliżony do diamentu (substancja szkło lub żywico podobna). W wyniku zastosowanego procesu, polepszeniu ulega stopień czystości, zwykle o jeden lub więcej, a równocześnie zwiększa się przezroczystość kamienia. Barwa diamentów pozostaje bez zmian lub może ulec polepszeniu lub pogorszeniu o jeden stopień wg skali GIA.

# Diamenty syntetyczne



Badania nad syntezą diamentów zapoczątkowano w pierwszej połowie XIX w. (W. N. Karazin, B. Silliman i in.). Pierwsze pojedyncze diamenty, w warunkach laboratoryjnych, otrzymano w 1880 r. (J. B. Hannay), jednak musiało upłynąć wiele dziesięcioleci aby można było ze skali laboratoryjnej przejść na skalę techniczną. Za początek wielkiej syntezy przyjmuje się 1955 r., kiedy to zespół F. P. Bundy'ego z General Electric Company (Scheneectady, Nowy Jork) otrzymał pierwszą, większą partię syntetycznych diamentów przemysłowych, o masie pojedynczych egzemplarzy poniżej 0,10 ct.



Istota procesu polegała m.in. na umieszczeniu w specjalnej komorze, o dużym gradiencie temperaturowym, małych kryształów zarodkowych diamentu, w kontakcie z metalami (żelazo, nikiel), które powodowały rozpuszczanie grafitu. Występująca różnica temperatur pomiędzy środkową częścią komory (ok. 1730°K) a jej częścią dolną i górną (ok. 30°K) sprawiała, że najwięcej grafitu rozpuszczało się w części środkowej. Następnie, w wyniku różnicy stężeń, część grafitu dyfundowała do części chłodniejszej, gdzie następowało jego „odkładanie” na kryształach zarodkowych. Szybkość wzrostu diamentów wynosiła ok. 0,010... 0,013 ct/godz., a ich wielkość zależała od wielkości kryształów zarodkowych. W optymalnych warunkach średnica syntezowanych diamentów osiągała ok. 5 mm.



# Rozpoznawanie diamentów syntetycznych

- 1) obserwacja kamienia pod dużym powiększeniem (mikroskop gemmologiczny)
- 2) fluorescencja w nadfiolecie - obserwacja barw fluorescencyjnych
- 3) badanie widm absorpcyjnych (spektroskopia)
- 4) właściwości magnetyczne
- 5) naprężenia



# Moissanit - nowa imitacja diamentu

Moissanit to minerał niezwykle ciekawy pod względem strukturalnym. Może krystalizować w trzech różnych układach krystalograficznych: regularnym, heksagonalnym i trygonalnym. Możliwie jest zatem powstawanie wielu różnych odmian politypowych (wariantów strukturalnych), o zbliżonych lub identycznych właściwościach fizycznych lecz znacznie różniących się pod względem morfologicznym. W przypadku moissanitu takich politypowych odmian jest ponad 150. Jedną z nich, a mianowicie odmiana 6H krystalizująca w układzie heksagonalnym, dająca kryształy duże i zwykle bezbarwne, jest wykorzystywana w przemyśle jubilerskim.



# Porównanie właściwości fizycznych moissanitu i diamentu

Właściwości	Moissanit	Diament
Charakter optyczny	Dwójłomny, jednoosiowy (+)	Izotropowy
Dyspersja	Silna - 0,104	Średnia - 0,044
Gęstość [g/cm <sup>3</sup> ]	3,22	3,52
Twardość wg skali Mohsa	9,25	10
Luminescencja dla długofalowego UV	Słaba do średniej; pomarańczowa	Brak lub słaba; niebieska, żółta
Widmo absorpcyjne	Całkowita absorpcja promieniowania poniżej 425 nm	Charakterystyczne linie serii <i>Cape</i> dla fali o długości 415 i 478 nm
Inkluzje/obserwacja mikroskopowa	Białe wrostki o pokroju igłowym, punktowe zgłębienia powierzchni, wyraźne podwojenie krawędzi faset, zaokrąglone krawędzie faset	Wrostki krystaliczne, naturały, figury wytrawień, ostre krawędzie faset, charakterystyczna faktura rondysty



# Zastosowanie

## Liny diamentowe

Są doskonałym narzędziem, kiedy szerokość cięcia jest większa niż 500 mm. Liny diamentowe stwarzają wiele nowych możliwości przy cięciu betonu. Zalety cięcia linami diamentowymi to: duża szybkość cięcia, wysoka jakość ciętej powierzchni, małe straty ciętego materiału, redukcja kosztów robocizny, duża elastyczność, usuwanie urobku, redukcja hałasu i wibracji, brak pęknięć struktury materiału.







# Diamantowe wiertła rdzeniowe

Są powszechnie używane z racji wielu zalet jakie oferują w porównaniu do konwencjonalnych metod wykonywania otworów.

1. Nie jest konieczne przygotowywanie w betonie struktur, aby umożliwić późniejsze przejście przewodów i rur. Dzięki temu wykonywanie instalacji budowlanych staje się o wiele łatwiejsze.
2. Wiercenie diamentowe nie powoduje pęknięć struktury, ponieważ jest to metoda bezudarowa.
3. Możliwe jest wiercenie ściśle określonej średnicy otworu. Dzięki temu nie wymagane jest żadne jego dodatkowe wykańczanie.



# Przykłady maszyn diamentowych

1. Wiertnice diamentowe
2. Piły ścienne
3. Przecinarki ręczne
4. Przecinarki stołowe
5. Przecinarki do podłoża



## Inne zastosowania:

1. **MOŻNA POCIAĆ DIAMENT NA PŁYTKI PÓŁPRZEWODNIKOWE, NA NICH GENEROWANE SĄ CHIPY ELEKTRONICZNE ZNACZNIE SZYBSZE OD KRZEMOWYCH**
2. **WYKORZYSTYWANE DO OBRÓBKI INNYCH MATERIAŁÓW**



**3. W CHIRURGII JAKO NARZĘDZIA DO CIĘCIA**

**4. NACINA SIĘ NIM PODZIAŁKI NA  
NAJDOKŁADNIEJSZYCH PRZYRZĄDACH  
OPTYCZNYCH I SIATKI DYFRAKCYJNE  
SPEKTROMETRÓW**



**5. JAKO WIERTŁO DO ROZKRUSZANIA SKAŁ**

**6. NOŻE DIAMENTOWE DO WYGŁADZANIA  
TARCZ ŚCIERNYCH, OSTRZENIA  
PRZYRZĄDÓW SKRAWAJĄCYCH,  
WYGŁADZANIA Z DOKŁADNOŚCIĄ DO  
POŁOWY MIKROMETRA**



**7. PROSZKI I PASTY SZLIFIERSKIE**

**8. DIAMENTY BEZAZOTOWE ODPROWADZAJĄ  
CIEPŁO W UKŁADACH  
PÓŁPRZEWODNIKOWYCH**

**9. DOZYMETR PROMIENIOWANIA**



# Brylanty





Brylanty, to fachowa nazwa diamentów o szlifie brylantowym. Diamenty w formie nieobrobionej są niemalże matowe, bez połysku. Odpowiedni szlif wydobywa z nich życie, światło, blask. Blask kamieni to wynik odbicia światła wnikaącego we wnętrze bryły, dzięki któremu kamień wydaje się głęboki, trójwymiarowy. Taką głęboką zaczęto wydobywać z kamienia odpowiednio go kształtując. W ten sposób, po odpowiednim oszlifowaniu powstaje brylant, który swe piękno zawdzięcza nie tylko wrodzonym właściwościom, ale i zdolnej ręce ludzkiej.

Pokolenia szlifierzy starały się nadać diamentom formę zdolną skupić wnikaące światło i wyemitować je jedną wiązką pełną refleksów, błysków i kolorów, powstających z rozszczepienia naturalnych promieni.





## Ceny diamentów syntetycznych

### 1) Chatham Inc.:

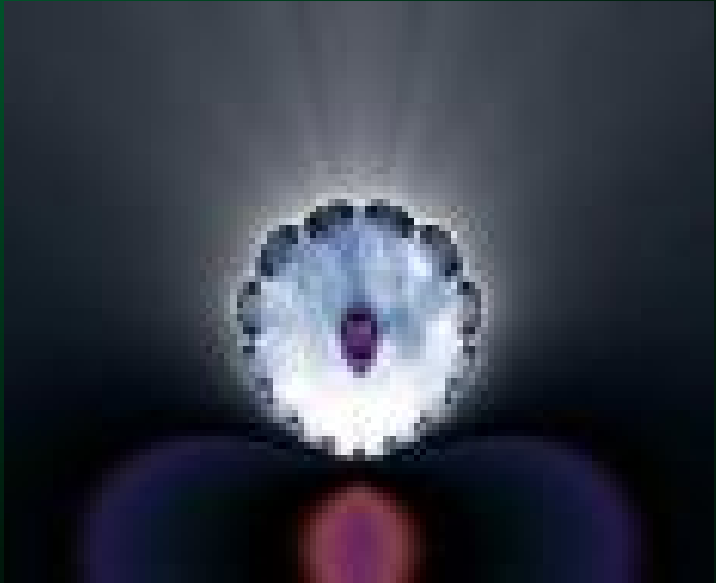
diamenty żółte - ok. 5940 USD/ct;

diamenty różowe i niebieskie - ok. 8640 USD/ct.

### 2) Gemesis:

diamenty białe, żółte - ok. 4750 USD/ct;

diamenty różowe i niebieskie - ok. 6100 USD/ct.





# Bibliografia

## Internet:

1. [http://www.jubiler.pl/kam\\_szl/bryl.html](http://www.jubiler.pl/kam_szl/bryl.html)
2. <http://ptgem.pl/pokaz.php?idz=8&id=31>
3. <http://www.bmtg.com.pl/index.php>