

Syntetyczne diamenty

Gdzie wykorzystywane są diamenty?

Wyjątkowe cechy diamentów takie jak; bardzo mały współczynnik tarcia i rozszerzalności termicznej, jego chemiczna obojętność, odporność na ścieranie, bardzo dobra przewodność termiczna, piezoelektryczność również przeźroczystość w widmie ultrafioletowym i podczerwonym, a także przepiękne walory wizualne tj. brylancja oraz ogień, czynią go niezwykle pożądanym minerałem.

Najbardziej znanym i oczywistym dla większości ludzi zastosowaniem diamentów jest jubilerstwo. Można je jednak znaleźć wszędzie tam, gdzie istotna jest odporność na ścieranie. W medycynie nanosi się go jako powłoki implantów stawowych, zastawek serca oraz w narzędziach stomatologicznych i chirurgicznych. Wykorzystywane są jako materiały ściernie do szlifowania kamieni szlachetnych i ozdobnych, wiercenia skał, przeciągania drutów i prętów, do cięcia płyt wykonanych ze szkła a także ceramiki, obróbki ścierniej szkła, stopów nieżelaznych, materiałów ceramicznych i wielu wielu innych.

Synteza diamentów komercyjnie wykorzystywana jest już od kilkudziesięciu lat. Do zastosowań jubilerskich, diamenty wytwarzane są dwoma metodami: CVD (ang. Chemical Vapour Deposition) i HPHT (ang. High Pressure High Temperature). Otrzymuje się z ich pomocą kamienie barwne o różnych odcieniach, od prawie bezbarwnych do żółtych lub niebieskoszarych. Bezbarwne przydatne w jubilerstwie nie są obecnie szeroko dostępne z uwagi na wysokie koszty ich wytwarzania.

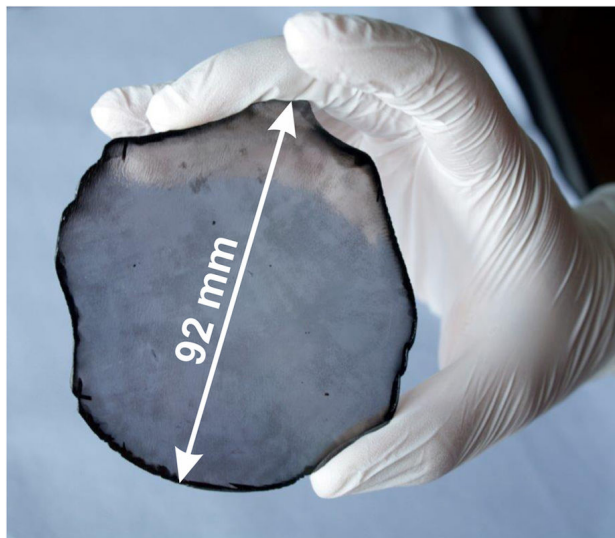
Początki syntezy diamentów

Poważne początki syntezy diamentów, można datować od 1776 roku, gdy to Smithson Tennat odkrywca pierwiastków irydu i osmu udowodnił, iż diament to nic innego jak krystaliczna postać pierwiastkowego węgla. Następnym krokiem były próby laboratoryjnego odtworzenia warunków, w których w naturze tworzą się diamenty. Jako pierwszy sukces osiągnął niejaki Tracy Hall, który jako chemik pracował dla firmy General Electric. Wynalazł on metodę syntezy diamentów. Poddał grafit w obecności katalizatorów, działaniu bardzo wysokich temperatur rzędu 1600 °C i ciśnieniu około 100 000 atmosfer. Grudzień 1954 roku to moment, w którym uzyskano pierwszy sztuczny diament, informacja o tym osiągnięciu została przez General Electric upubliczniona w lutym 1955 roku. Pierwsze syntetyczne diamenty otrzymywane były wyłącznie w bardzo małych wymiarach, ale już na początku lat siedemdziesiątych XX wieku zaczęto uzyskiwać okazy o masie ponad 1 karata. Początkowo oferowano jej jedynie do zastosowań przemysłowych. Obecnie syntezowanie okazów o masie 20 karatów lub większych, technicznie jest jak najbardziej możliwe. Kamienie o takich rozmiarach są pożądane w jubilerstwie, a ich ceny osiągają około 1/10 wartości naturalnych diamentów.

Produkcja diamentów syntetycznych zabezpiecza około 90% światowego zapotrzebowania i rocznie wynosi 450 mln karatów.

Metody produkcji

Diamenty syntetyczne CVD



Ilustracja. Plaster podłoża z pojedynczym diamentem zsyntetyzowanym metodą CVD.

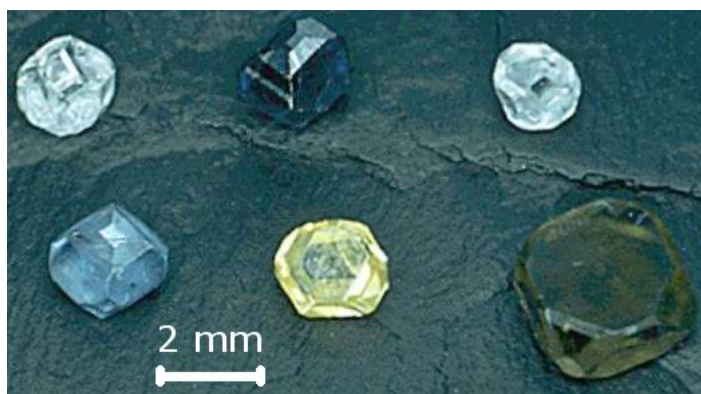
Lata 80 ubiegłego wieku to czas zastosowania metody CVD, opierającej się na niskociśnieniowym otrzymywaniu diamentu syntetycznego z fazy gazowej. Metoda ta daje możliwość nanoszenia diamentu, o dużej jednorodności strukturalnej i czystości chemicznej, na duże powierzchnie. W technologii tej gazowy substrat, którym najczęściej jest mieszanina metanu i wodoru (w stosunku 1:100), po aktywacji umieszczany jest w komorze reakcyjnej, gdzie wchodząc w reakcje chemiczne na drodze chemicznej (metoda CVD) lub fizycznej (metoda PVD) wiąże się z podłożem. Sposoby aktywacji są różnorodne mogą one być; termiczne, elektryczne, chemiczne lub fotochemiczne. Najczęściej wykorzystuje się aktywację termiczną w której stosuje się duże temperatury rzędu 1100°C, a nawet wyższe. Czas syntezy diamentu jednokaratowego wynosi jakieś 60, a pięciokaratowego około 180 godzin. Diamenty produkowane metodą CVD w latach 2003/2004 zaczęto oferować do sprzedaży na rynku jubilerskim. Metoda ta jest konkurencyjna cenowo do diamentów naturalnych oraz tych produkowanych w technologii HPHT.

Diamenty syntetyczne HPHT



Ilustracja. Hala syntezy diamentów metodą HPHT.

Drugą szeroko stosowaną techniką produkcji diamentów jest metoda HPHT. Synteza przebiega w niej w ekstremalnie skrajnych warunkach, przy ciśnieniu wynoszącym od 5 do 7 Gpa i temperaturze od 1500 do 2000°C. Wymaga ona utrzymywania bardzo dobrze dobranych warunków syntezy takich jak m.in. ciśnienie, temperatura, stosowanego katalizatora, rodzaju wsadu wyjściowego czy wielkość kryształów, a także ciągłej modyfikacji budowy pras HPHT oraz wykorzystywanych materiałów. Celem tych działań jest skrócenie czasu procesu krystalizacji, przy utrzymaniu jak najlepszych parametrów jakościowych. Obecnie wzrost grubości kryształów wynosi w ciągu doby milimetry, wobec wcześniej liczonego w tysięcznych częściach mikrona. W kryształach szybko narastających ujawniają się liczne wady zewnętrzne i wewnętrzne, co wymusza okrojenie ich wielkości. Najczęściej wytwarza się diamenty o wielkości od 0,35 do 2,50 karata i barwie od bezbarwnej poprzez całą gamę odcieni barw spektralnych.



Ilustracja. Diamenty barwne otrzymane metodą HPHT.

Diamenty syntetyczne SPS (ang. spark plasma sintering)

Następną dość nową, opracowaną w kooperacji chińskich (z Harbin Institute of Technology i Chinese Academy of Science) oraz brytyjskich (z University of Nottingham) naukowców, metodą, jest wykorzystanie do syntezy diamentów mikro-kryształków wielościennych nanorurek węglowych. Sednem procesu jest wykorzystanie wielościennych nanorurek węglowych, spiekanych plazmą powstającą na skutek wyładowań elektrycznych. Procedura wytwarzania odbywa się we wnętrzu reaktora, w którym znajduje się krążek z nanorurek węglowych, poddawany działaniu iskrą elektryczną o natężeniu prądu 1000A, temperaturze 1500°C i ciśnieniu 80Mpa. Efektem jest przemiana nanorurek węglowych o średnicy około 50 nanometrów w diamentowe drobiny o wielkości 100 mikrometrów. Zaletami tej syntezy diamentów jest czas trwania wynoszący około 30 minut, stosunkowo niska temperatura poniżej 1200°C oraz o wiele mniejsze zużycie energii niż w metodach wcześniej stosowanych. Wydłużenie czasu wyładowań elektryczny do 60 lub 120 minut, zgodnie z przewidywaniami naukowców ma dać w efekcie kryształy nawet o milimetrowej wielkości.

Metoda opracowana przez Diamond Foundry

Zgodnie z doniesieniami serwisu Business Insider, firma Diamond Foundry po trzech latach prac wdrożyła nowy, innowacyjny sposób produkcji diamentów, na bazie drobin diamentów kopalnych, w temperaturze pieca do 4500°C. Wytwarzane diamenty mają mieć taki sam skład i budowę jak naturalne kryształy, mają mieć także takie same niedoskonałości. Firma utrzymuje się wyłącznie ze sprzedaży produkowanych przez siebie diamentów, producentom biżuterii.

Krótki przegląd metod rozpoznawanie diamentów

Identyfikacja przyrządami

W związku z pojawieniem się diamentów syntetycznych na rynku jubilerskim dość istotnym jest możliwość rozpoznania ich od diamentów naturalnych. W tym celu wykorzystuje się specjalistyczne narzędzia (wykorzystywane do głównie do diamentów barwnych), niestety ich koszt jest bardzo wysoki.

Do szybkiej identyfikacji dużej ilości diamentów oszlifowanych, wykorzystuje się urządzenie Diamond Sure TM, produkcji The Diamond Trading Co. Ltd. Działa on na zasadzie wykrywania obecności w widmie absorpcyjnym fali o długości 415 nm. Falę o tej długości można zaobserwować w większości diamentów naturalnych typu I, stanowiących ok. 98% ogółu diamentów jubilerskich. Diamenty typu II oraz Iwia część diamentów syntetycznych, w tym tych syntezowanych technikami HPHT i CVD, oraz popularne imitacje jak moissanit czy cyrkonia, absorbują tę długość fali.

Inne urządzenia tego samego wytwórcy to Diamond View TM, służące do odróżniania diamentów syntetycznych od naturalnych, posługuje się zjawiskiem powierzchniowej fluorescencji (niekiedy fosforescencji). Naturalne diamenty i te syntetyczne mają różne struktury wzrostu kryształów. Na podstawie obrazu fluorescencji można rozróżnić od siebie diamenty CVD i HPHT. Dodatkowo odmienne odcienie fluorescencji, umożliwiają rozpoznanie diamentów naturalnych, ponieważ ich fluorescencja ma przeważnie barwę niebieską lub sporadycznie żółtą. Diamenty wytwarzane metodą HPHT świecą na zielono-żółto bądź niebiesko-żółto, natomiast te produkowane technologią CVD na kolory od pomarańczowego do czerwonego.

Kolejnym testerem do natychmiastowego rozróżniania oszlifowanych diamentów naturalnych od naturalnych poprawianych metodą HPHT oraz od diamentów syntetycznych produkowanych technikami HPHT i CVD, jest D-screen TM opracowany w laboratorium Wysokiej Rady Diamentów (HRD). W pracy tego urządzenia wykorzystuje się pomiar transmisji przez diament, promieniowania krótkofalowego nadfioletu.

Ostatnim urządzeniem jest przyrząd SSEF Type II Diamond Spotter, Szwajcarskiego Instytutu Gemmologicznego (SSEF). W swym działaniu korzysta on z przezroczystości diamentów dla promieniowania nadfioletowego o długości fali 254 nm. Pozwala na rozpoznanie diamentów typu IIa (naturalne lub syntetyczne) od diamentów typu Ia (naturalne).



Ilustracja. Bezbarwny diament syntetyczny.

Istnieje jeszcze jeden sposób rozpoznawania diamentów jest nim **metoda mikroskopowa**. Polega ona na obserwacji powierzchni kamieni i próbie identyfikacji pozostałości zarodka, a także większych nieregularnych kształtem wtrąceń metalicznych, czasami aktywnych magnetycznie. Metoda ta jest bardzo skuteczna do diamentów HPHT starej generacji. W przypadku nowych technologii liczba inkluzji metalicznych jest niewielka, pojawiają się one punktowo albo w nieznacznych mlecznobiałych skupiskach wrostków.

Bezbarwne diamenty syntetyczne właściwie nie posiadają wyraźnych inkluzji i są niemagnetyczne.
