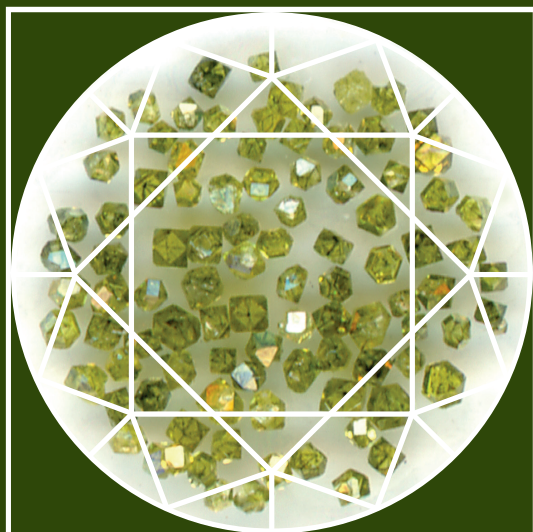


Andrzej Bakoń, Adam Barylski

ZIARNA i MIKROZIARNA DIAMENTOWE

RODZAJE ŚCIERNIW I PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA



Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Dariusz Mikielewicz

REDAKTOR PUBLIKACJI NAUKOWYCH

Michał Szydłowski

RECENZENCI

Jarosław Plichta

Mirosław Urbaniak

REDAKCJA JEZYKOWA

Agnieszka Frankiewicz

SKŁAD I PROJEKT OKŁADKI

Wioleta Lipska-Kamińska

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Gdańskiej

Wydanie II (wydanie I – 2017)

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem <https://press.pg.edu.pl/>.
Książki można zamawiać za pośrednictwem e-sklepu PG – <https://sklep.pg.edu.pl/>.

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2026



Publikacja jest dostępna na licencji Creative Commons [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

ISBN 978-83-7348-964-6

Spis treści

SŁOWO OD AUTORÓW	6
1. DIAMENT JAKO MATERIAŁ NARZĘDZIOWY DO OBRÓBKI ŚCIERNEJ	9
1.1. Właściwości mechaniczne diamentu	11
1.2. Właściwości termiczne diamentu	15
1.3. Właściwości chemiczne diamentu	18
1.4. Właściwości magnetyczne i elektryczne diamentu	22
1.5. Właściwości optyczne diamentu	23
2. POCHODZENIE DIAMENTÓW	24
2.1. Diamenty naturalne	25
2.2. Diamenty wytwarzane w statycznych warunkach wysokiego ciśnienia i wysokiej temperatury	29
2.3. Diamenty wytwarzane w dynamicznych warunkach ciśnienia i temperatury ...	36
2.4. Diamentowe kompozyty polikrystaliczne	38
2.5. Diamenty z fazy gazowej	41
2.6. Diamenty odzyskane ze zużytych narzędzi	45
3. WYTWARZANIE ŚCIERNYCH ZIAREN I MIKROZIAREN DIAMENTOWYCH	48
3.1. Obróbka chemiczno-mechaniczna	49
3.2. Segregacja ziaren pod względem wielkości	52
3.3. Segregacja ziaren pod względem kształtu	68
3.4. Segregacja ziaren pod względem właściwości magnetycznych	74
3.5. Segregacja ziaren pod względem właściwości optycznych	75
3.6. Diamenty powlekkane	78
4. KONTROLA JAKOŚCI DIAMENTOWYCH ZIAREN I MIKROZIAREN ŚCIERNYCH W WARUNKACH PRZEMYSŁOWYCH	82

5. KLASYFIKACJA GATUNKOWA DIAMENTOWYCH ZIAREN I MIKROZIAREN ŚCIERNYCH	94
6. SPOSOBY WYTWARZANIA DIAMENTOWYCH WYROBÓW ŚCIERNO-POLERSKICH	102
6.1. Kompozyty diament-metal	105
6.1.1. Spiekanie z proszkami metali	105
6.1.2. Metody lutowania	116
6.1.3. Metody infiltracji ciekłego metalu	118
6.1.4. Metody galwaniczne	122
6.2. Kompozyty diament-żywica	124
6.3. Kompozyty diament-ceramika	130
6.4. Mechaniczne mocowanie diamentów	135
6.5. Preparaty z luźno związanymi diamentami	135
7. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ DIAMENTOWYCH ZIAREN I MIKROZIAREN ŚCIERNYCH	140
7.1. Operacje cięcia	142
7.1.1. Piły linowe	142
7.1.2. Piły tarczowe, ramowe, taśmowe i łańcuchowe wytwarzane metodami metalurgii proszków	147
7.1.3. Piły z monowarstwą ścierną	156
7.1.4. Piły drutowe	158
7.2. Operacje frezowania	160
7.3. Operacje wiercenia	162
7.4. Operacje szlifowania	166
7.4.1. Ściernice do operacji szlifierskich i ostrzenia	168
7.4.2. Osełki i pilniki	173
7.4.3. Narzędzia elastyczne	175
7.5. Docieranie i polerowanie	178
7.6. Obciążacze wieloziarniste ze ścierniwem diamentowym	183
7.7. Materiały PCD	187
LITERATURA	191

SŁOWO OD AUTORÓW

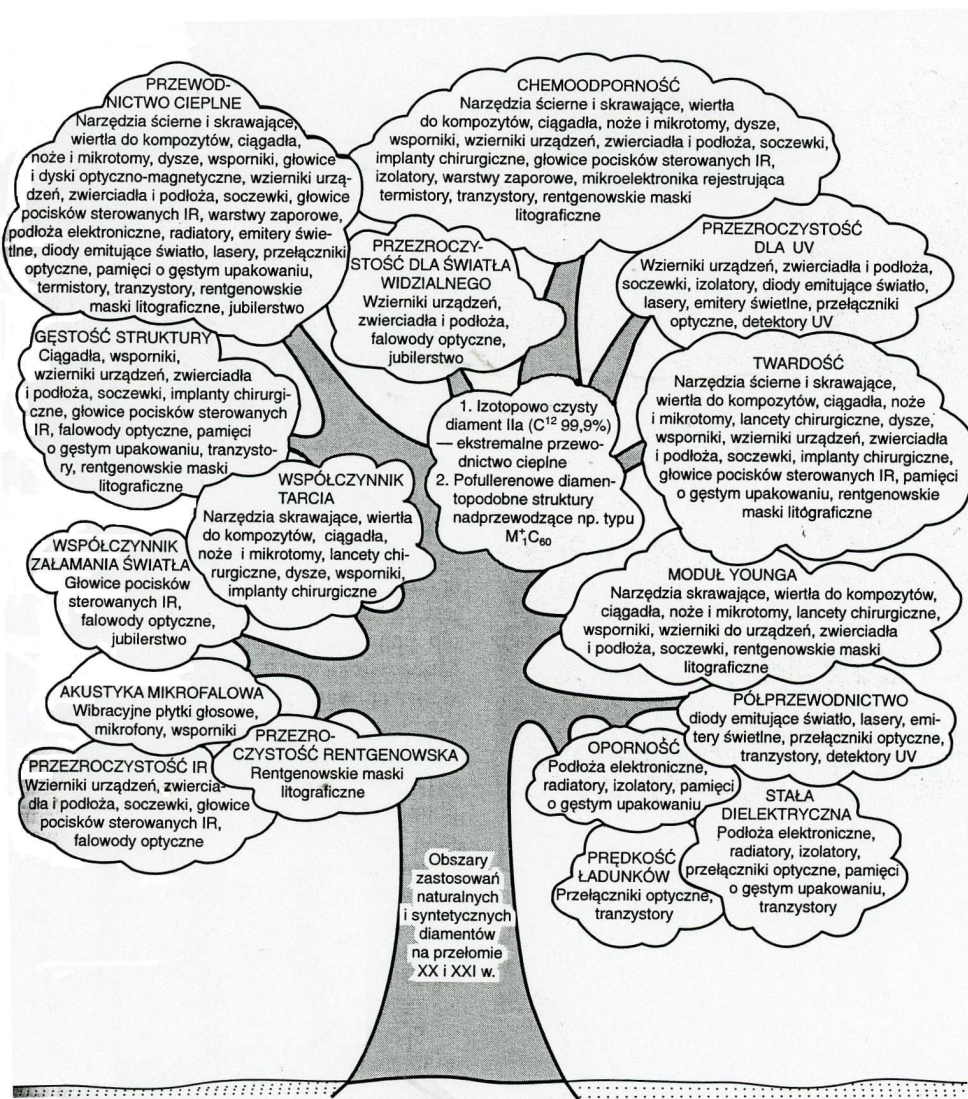
Diament to minerał, który jest najcenniejszym kamieniem jubilerskim [194]. Cechuje go właściwość niezwykle silnego załamywania i rozszczepiania światła, dzięki czemu w brylantach obserwuje się fascynujące efekty świetlne. Był i nadal jest przedmiotem pożądania, stanowiąc nieodmiennie oznakę władzy, bogactwa i siły. Diament symbolizuje także nierozwalność związku pomiędzy dwiema osobami i jest najczęściej wybieranym kamieniem do pierścionków zaręczynowych.

Diament stanowi także materiał techniczny. Najstarsza zachowana pisemna informacja na temat technicznych zastosowań diamentu jest datowana na lata 350–300 p.n.e., a zawarto ją w hinduskim dziele *Arthashastra* [61]. Wyniki badań archeologicznych w Chinach znacząco przesuwają tę datę na wcześniejszy okres [327, 385]. Rewolucja przemysłowa w XVIII wieku, a następnie rozwój techniki w wiekach XX i XXI spowodowały upowszechnienie diamentów i rozszerzenie zakresu ich stosowania w życiu codziennym. Obróbka mechaniczna twardych materiałów byłaby praktycznie niemożliwa bez diamentowych narzędzi.

Współcześnie diament jest tzw. *surowcem strategicznym*; obserwuje się wyraźne wahania w zakresie jego popytu i podaży w zależności od sytuacji politycznej i ekonomicznej na świecie. Po II wojnie światowej stał się stymulatorem rozwoju przemysłu, jego zużycie w gospodarce jest „wskaźnikiem” poziomu współczesnego rozwoju. W praktyce diamenty przemysłowe znajdują zastosowanie przede wszystkim w krajach technicznie wysoko rozwiniętych.

Spośród znanych materiałów diament charakteryzuje się najwyższą twardością, odpornością na ścieranie i przewodnictwem cieplnym, a także unikatowymi właściwościami optycznymi. Szacuje się, że ok. 75% masy istniejących obecnie diamentów jest zużywane w technice, z czego większość nadal w postaci ścierniw w narzędziach ścierno-polerskich [384].

W XXI wieku szybko rośnie przemysłowe zapotrzebowanie na diament, szczególnie w technice jądrowej, optyce i elektronice [260]. Na następnej stronie zamieszczono rysunek w postaci „drzewa” przedstawiającego aktualne i przewidywane zastosowania diamentu i materiałów diamentopodobnych. Dla konkretnej właściwości diamentu wskazano obszar jej aplikacji w technice [261].



Zakres aktualnych i przewidywanych zastosowań diamentu i cienkich warstw diamentopodobnych według ich właściwości [261]

Niniejsze opracowanie stanowi jedynie wycinek informacji na temat ziaren i mikroziaren diamentowych, zwłaszcza stosowanych w obróbce ścierniej. Ze względu na obszerność tematu, ciągły rozwój naukowo-technologiczny i postępujący wzrost zastosowań diamentów w przemyśle publikacja ta zawiera tylko podstawowe informacje na temat ich różnorodności i właściwości. Zwrócono tu też uwagę na najbardziej rozpowszechnione sposoby łączenia diamentów w narzędziach oraz podano przykłady istotniejszych ich zastosowań. Bardziej szczegółowe omówienie badań, budowy oraz różnych aplikacji diamentów i materiałów diamentopodobnych będzie tematem dalszych naszych opracowań.

Mamy nadzieję, że prezentowany materiał zachęci czytelników do głębszego zainteresowania się „tym tajemniczym minerałem” oraz problematyką związaną z jego możliwymi zastosowaniami, nie tylko w obróbce ubytkowej.

Jednocześnie pragniemy serdecznie podziękować firmom, które udostępniły nam swoje materiały informacyjno-techniczne związane z ofertami handlowymi oraz wyniki niektórych swoich badań, dzięki czemu mogliśmy uaktualnić naszą wiedzę praktyczną z zakresu diamentów technicznych i ich aplikacji. Lista firm została zamieszczona w drugiej części wykazu literatury. Część pozyskanych danych zamieściliśmy w monografii w postaci ilustracji, tablic i opisów.

Szczególnie serdecznie pragniemy podziękować firmom:

EID Ltd, Du Pont, Lands Superabrasives, CR GEMS Superabrasives, Henan Huifeng Diamond, ZZDM Superabrasives – producentom diamentów;

Vollstaedt Diamant GmbH – producentowi urządzeń do badań właściwości użytkowych ziaren diamentowych oraz do ich segregacji;

Tyrolit, Heson, Dr. Kaiser, Rappold Winterthur, Wendt, 3M, Asahi Diamond Industrial, Saint-Gobain Abrasives – producentom narzędzi diamentowych;

oraz

Pani Wiktorii Matthews z Element Six Group, Pani Danieli Götz-Hellmuth z firmy CERATONIA GmbH & Co. KG oraz Panu Libby’emu Culleyowi z Diamond Innovations (obecnie Sandvik Hyperion, wcześniej General Electric) za pomoc w zgromadzeniu aktualnego materiału fotograficznego dotyczącego opisywanych diamentów;

Panu Gerhardowi Weberowi oraz Paniom Elke Ade i Silke Ziegler z firmy Dr. Fritsch Sondermaschinen GmbH & Co. KG za materiały na temat maszyn do produkcji narzędzi diamentowych;

Pani dr inż. Barbarze Staniewicz-Brudnik, prof. Instytutu Zaawansowanych Technologii Wytwarzania w Krakowie, za dyskusję i cenne uwagi na temat łączenia diamentów za pomocą spoiw ceramicznych, a także Panu Krzysztofowi Wcisłemu (KAMB – Warszawa) za pomoc w pozyskiwaniu z firm materiałów informacyjnych na temat aktualnej oferty przemysłu diamentowego.

Pragniemy także podziękować Panu prof. dr. hab. inż. Jarosławowi Plichcie (Politechnika Koszalińska) oraz Panu prof. dr. hab. inż. Mirosławowi Urbaniakowi (Politechnika Łódzka) za wnikliwą merytoryczną recenzję naszego opracowania. Ich cenne uwagi i sugestie były dla nas pomocne w opracowaniu końcowej wersji tekstu tej książki.

Autorzy