

Klasyfikacja grafitów prasowanych

Grafit prasowany jest to syntetyczny materiał węglowy o heksagonalnej strukturze krystalicznej, wytworzony w procesie wypalania i grafityzowania materiałów na bazie prekursorów węglowych. Typowym półproduktem z grafitu prasowanego są elementy w kształcie płyt, prętów, bloków i walców, o dużych rozmiarach i wadze z rzędu kilkuset kilogramów.



Półprodukty grafitowe możemy sklasyfikować w trzech podstawowych kategoriach, są to:

1. Grafity prasowane przelotowo i zagęszczane wibracyjnie o dużym ziarnie i wysokiej anizotropii, przeznaczone na elektrody i elementy konstrukcyjne. Jest to produkowany masowo, najbardziej ekonomiczny rodzaj grafitu.
2. Grafity prasowane matrycowo, o strukturze drobnoziarnistej, ziarno na poziomie 10 - 100µm. Materiał w miarę jednorodny ale wykazujący pewną anizotropię w kierunku prasowania. Średni koszt wytwarzania i szerokie spektrum zastosowań.
3. Grafity izostatyczne o jednorodnej i izotropowej strukturze, o mikroziarnie na poziomie 2 do 40 µm. Mimo, iż są wytwarzane w bardzo kosztownym

procesie CIP, są konieczne i wymagane w wielu nowoczesnych aplikacjach.

Zastosowania grafitu

Wysokie oczekiwania w stosunku do właściwości materiałów konstrukcyjnych maszyn i urządzeń, powodują duży wzrost zapotrzebowania na wysokiej jakości wyroby z węgla i grafitu. Materiały te spełniają wysokie kryteria wytrzymałościowe, ponadto są neutralne dla zdrowia i środowiska co czyni je tworzywem nowoczesnym a zarazem łatwym do zastosowania.

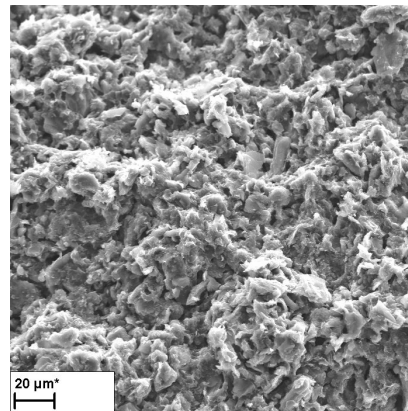
Nasze doświadczenie obejmuje wiele dziedzin i zastosowań grafitu, tak tradycyjnych jak i najnowszych w dziedzinie półprzewodników, techniki próżniowej i EDM:

- Elementy pieców próżniowych, wirniki i łopatki pomp próżniowych.
- Elementy maszyn wirujących pierścienie, łożyska i panewki.
- Elektrody do pieców przemysłowych, w metalurgii, chemii i galwanotechnice.
- Akcesoria odlewnicze, tygle, krystalizatory, formy odlewnicze.
- Elementy aparatury chemicznej, wymienniki ciepła, elementy przyrządów pomiarowych.
- Wysokotemperaturowe elementy grzewcze, matryce dla elektroniki.
- Elektrody wgłębne do EDM, komutatory maszyn elektrycznych.
- Spiekanie narzędzi z węglików i diamentów przemysłowych.
- rafinatory, wykładziny i anody do elektrolizy aluminium.

Dobór właściwego grafitu

Dobór właściwego gatunku grafitu dla określonej aplikacji wiąże się ze specjalistyczną wiedzą w zakresie ich

parametrów i struktury wewnętrznej. Nierzadko na przydatność grafitu, oprócz parametrów fizycznych, wpływają także czynniki związane ze specyfiką procesu produkcyjnego, rodzajem użytego prekursora i impregnatów.



Obraz grafitu HK-75 w mikroskopie SEM obrazuje mikrostrukturę z ziarnem na poziomie 6µm i przydatność do precyzyjnej obróbki EDM.

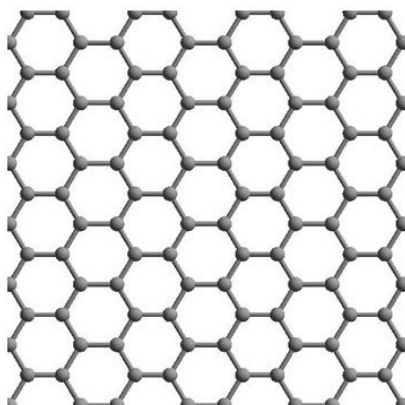
Bardzo istotny jest aspekt ekonomiczny, jeżeli grafit ma być użyty na wysokotemperaturowe elementy konstrukcyjne, gdzie nie jest istotna jakość powierzchni lub nie są wymagane specjalne warunki wytrzymałościowe, należy wziąć pod uwagę splekane bloki węglowe CBM których cena jest stosunkowo niska. Najczęściej w przemyśle wykorzystywany jest jednak grafit elektrodowy którego cena jest 2-krotnie ale wytrzymałość pozwala na znacznie dłuższą eksploatację. Grafit drobnoziarniste powinny być stosowane w uzasadnionych przypadkach gdyż ich cena jest przynajmniej 6 do 10-krotnie wyższa od CBM. Grafity najwyższych klas, izostatyczne, nuklearne itp. są projektowane i produkowane do do określonych zastosowań ich koszt jednostkowy jest bardzo wysoki ale są materiałem niezastąpionym w pewnych aplikacjach.

Typowe parametry techniczne grafitów:

Rodzaj grafitu	Gęstość pozorna	Rezystywność	Wytrzymałość poprzeczna	Wytrzymałość na ściskanie	Twardość Shore	Średnica ziaren	Przewodność cieplna	CTE - Wsp. rozszerzalności	Zawartość popiołu
jednostka	g/cm ³	µΩm	MPa	MPa	SHD	µm	W/mK	10 ⁻⁶ /K	%
G-348	1,92	10	63	115	68	<50	128	5,5	0,1
HG-34	1,86	12	42	90	65	<50	105	4	0,1
IEG-45	1,82	11	34	70	48	<50	115	3,5	0,1
G-347	1,85	11	49	100	58	<100	116	5,5	0,1
MG-450	1,80	14	30	65	45	<100	95	5	0,3
SG-670	1,72	9	14	30	35	<800	140	2,5	0,3
SG-690	1,60	11	8	18	30	<800	110	2,5	0,4
EG-800	1,58	9	10	20	27	<4mm	130	3	0,5
CBM-3	1,52	48	18	32	38	<4mm	17	3,1	7

Właściwości grafitów prasowanych

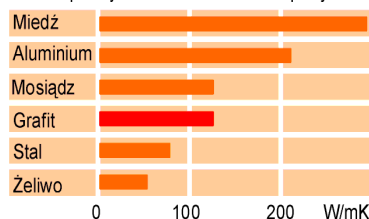
Większość właściwości grafitu wynika z heksagonalnej budowy kryształów, gdzie energia wiązań atomów powoduje najwyższą, znaną w przyrodzie wytrzymałość. Większość syntetycznych materiałów grafitowych nie posiada idealnej struktury (jak na rysunku poniżej) lecz formę przejściową pomiędzy węglem amorficznym a kryształem grafitu. Stopień uporządkowania tej struktury wyznacza jakość grafitu i jego podstawowe właściwości.



Wysoka przewodność cieplna

Przewodność cieplna grafitu plasuje się na poziomie większości metali. Przekracza przewodność żelaza i stali a ustępuje miedzi i aluminium. Dobre przewodnictwo grafitu wpływa na jego wysoką odporność termiczną oraz zabezpiecza przed uszkodzeniem lub przegrzaniem w aplikacjach dynamicznych, jako elementy uszczelniające, łożyskujące, ślizgowe.

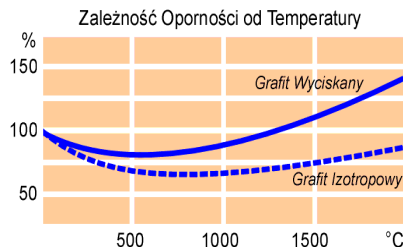
Współczynnik Przewodności Ciepłej



Dobra przewodność elektryczna

Jedną z najbardziej przydatnych cech grafitu, jest jego zdolność do przewodzenia prądu elektrycznego. Właściwość ta w połączeniu z wysoką odpornością na temperatury powoduje szerokie zastosowanie grafitu w elektrotechnice, ale także w metalurgii i przemyśle maszynowym. Oporność elektryczna grafitu maleje wraz ze wzrostem temperatury w zakresie 400 do 600 °C,

powyżej tego zakresu nieznacznie wzrasta. Rezystywność grafitu można kontrolować w procesie produkcyjnym stosując modyfikowane materiały wsadowe lub przez nasycenie gotowych produktów metalami.



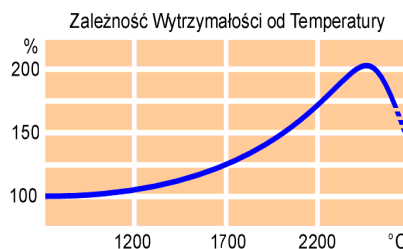
Niska reaktywność i odporność na większość czynników chemicznych.

Grafit jest chemicznie stabilny w normalnych warunkach oraz odporny na większość kwasów i alkaliów, poza silnie utleniającymi jak woda królewska i ciekły tlen. Natomiast w wysokich temperaturach, reaguje z otaczającym go gazem i niektórymi metalami. Grafit nie topi się jak większość metali w wysokich temperaturach, lecz ulega sublimacji.

Środowisko	Temperatura	Forma reakcji
Powietrze	450 °C	Utlenianie
Para wodna	550 °C	Utlenianie
Wodór	1100 °C	CH ₄ gaz
Azot	2500 °C	C ₂ N ₂
Aluminium	800 °C	Al ₄ C ₃
Bor	1600 °C	B ₄ C
Żelazo	600-800 °C	Fe ₃ C
Wolfram	1400 °C	W ₂ C, WC

Wysoka ogniotrwałość i odporność na szok termiczny

Rozszerzalność cieplna grafitu jest na znacznie niższym poziomie w stosunku do innych materiałów wysokotemperaturowych, natomiast przewodność cieplna i wytrzymałość mechaniczna jest na podobnym i wyższym poziomie.



Z tego faktu wynika bardzo dobra wytrzymałość na szok termiczny, którą określa się następującym empirycznym wzorem:

$$R = K \cdot S / \delta E$$

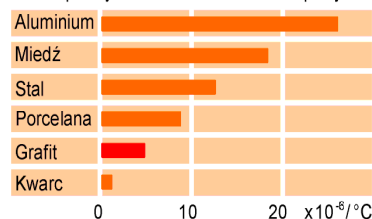
gdzie:

K: przewodność cieplna (W/mK)
 S: wytrzymałość na rozciąganie (MPa)
 δ: wsp. rozszerzalności cieplnej (x10⁻⁶/°C)
 E: moduł Younga (Gpa)

Dobra wytrzymałość mechaniczna w wysokich temperaturach.

Wytrzymałość mechaniczna grafitu rośnie wraz ze wzrostem temperatury i osiąga podwójną wartość w temperaturach powyżej 2500 °C ta właściwość powoduje że grafit jest lepszym materiałem konstrukcyjnym dla wysokich temperatur niż stopy z trudno topliwych metali. Wytrzymałość na ściskanie w graficie koreluje z wytrzymałością na zginanie która stanowi około połowy jej wartości dla większości gatunków grafitu.

Współczynnik Rozszerzalności Ciepłej



Grafit prasowany ma mniejszą wytrzymałość niż metale i większość materiałów ceramicznych w temperaturze otoczenia. Aczkolwiek, w wysokiej temperaturach nie jest już tak samo i powyżej 2000 °C, grafit prasowany jest pierwszorzędnym materiałem konstrukcyjnym. Jako, że grafit prasowany ma niską gęstość w porównaniu do tych materiałów wysokotemperaturowych, jego wytrzymałość właściwa do innych materiałów jest relatywnie wysoka.

Samosmarowność i wysoka odporność na zużycie

Ze względu na łuskową budowę kryształów grafitu i łatwość przesuwania i odrywania się pojedynczych płaszczyzn, grafit pokrywa powierzchnie współpracujących elementów maszyn cienkim filmem grafenowym. Powoduje to efekt smarowania laminarnego w każdych warunkach, nawet po wyschnięciu innych smarów a także w wysokich temperaturach. Strukturę łuskową grafit zachowuje nawet przy dużym zużyciu i przy największym rozdrobnieniu ziaren.