

 **AGH** AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

NAUKA O MATERIAŁACH

Wykład VII: Kompozyty

JERZY LIS
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Ceramiki i Materiałów Ogniotrwałych

 **AGH** **Treść wykładu:**

1. Wprowadzenie
2. Kompozyty ziarniste
3. Kompozyty włókniste
4. Kompozyty warstwowe
5. Naturalne materiały kombinowane
6. Nanokompozyty



Wykład VII: Kompozyty

 **AGH** **Kompozyty - wprowadzenie**

Właściwości materiałów wynikające z ich naturalnych właściwości immanentnych są ograniczone i niewystarczające

↓

Każde tworzywo posiada zalety i wady

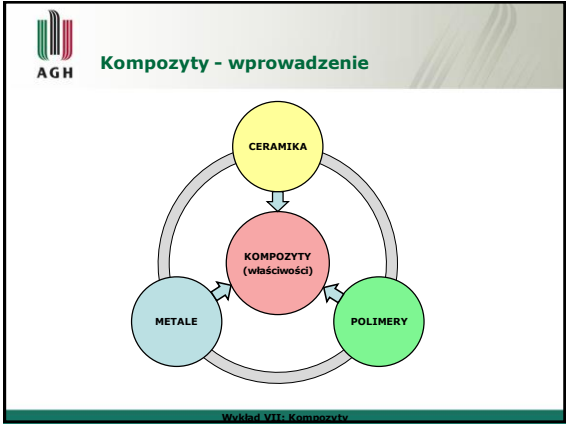
↓

Konieczne jest świadome łączenie materiałów

↓

w **KOMPOZYTY**

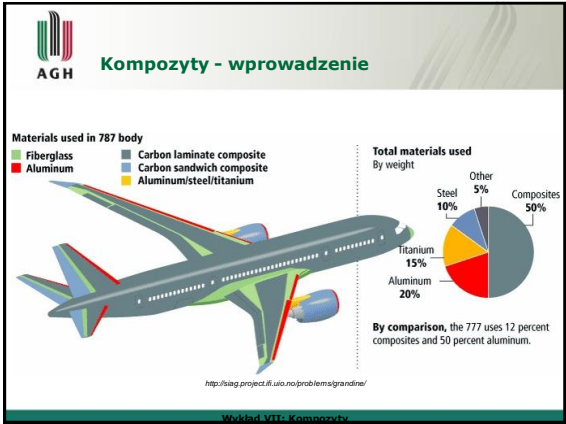
Wykład VII: Kompozyty



Kompozyty (materiały kombinowane) to materiały zbudowane w sposób świadomy z dwu lub więcej tworzyw i posiadające właściwości inne niż poszczególne materiały składowe.

W kompozytach można łączyć różne rodzaje materiałów jak metale, polimery i tworzywa ceramiczne wykorzystując ich specyficzne cechy a także materiały tego samego typu między sobą.

Obecnie większość stosowanych tworzyw ma charakter budowy kompozytów



AGH Kompozyty - wprowadzenie

Klasyfikacja kompozytów ze względu na budowę

KOMOZYTY ZIARNISTE (CZĄSTKOWE) KOMOZYTY WŁÓKNISTE KOMOZYTY WARSTWOWE (LAMINATY)

Wykład VII: Kompozyty

AGH Kompozyty - wprowadzenie

Właściwości kompozytów są wypadkową właściwości i udziału objętościowego poszczególnych faz składowych:

$$W_{komp} = f(W_1, V_1; W_2, V_2, \dots, W_n, V_n)$$

W - właściwość,
V - udział objętościowy

Zależności te mogą mieć charakter modelowy lub empiryczny

Przykład

$$W = W_1 V_1 + W_2 V_2 \quad \text{tzw. prawo mieszanin}$$

stosuje się np. do gęstości D i in.

$$D = D_1 V_1 + D_2 V_2$$

Wykład VII: Kompozyty

AGH Kompozyty ziarniste

Kompozyty ziarniste składają się z ciągłej matrycy, w której umieszczone są izolowane elementy drugiej fazy. Cząstki fazy zdyspergowanej modyfikują właściwości matrycy

WC+6%Co

Przykład: węglik spiekane WC-Co otrzymywane drogą metalurgii proszków (spiekania)
Cel: połączenie cech metali i ceramiki

Wykład VII: Kompozyty

AGH Kompozyty włókniste

Kompozyty włókniste - Do matrycy wprowadza się włókna drugiej fazy, przeważnie o wyższej sztywności i wytrzymałości niż matryca

Budowa kompozytów włóknistych

Wykład VII: Kompozyty

AGH Kompozyty włókniste

Przykłady kompozytów włóknistych:

matryca polimerowa (żywice, elastomery)
 włókna: głównie szklane, węglowe, Kevlar
 cel: podwyższenie sztywności, wytrzymałości i udarności

Są to najstarsze i najbardziej rozpowszechnione materiały kompozytowe produkowane powszechnie w skali przemysłowej

Phosphate glass fibre/polymer composite cross section. (Brauer et al., Journal of Materials Science: Materials in Medicine 12 (2001))

Wykład VII: Kompozyty

AGH Kompozyty włókniste

Przykłady kompozytów włóknistych:

Kompozyty włókniste z osnową ceramiczną
 cel: wzmocnienie wytrzymałości tworzyw

Fiber/pullulan ceramic matrix composite with zirconium oxide interface coating. www.ultramet.com

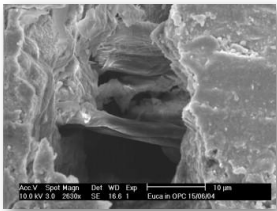
Kompozyty C-C (materiały konstrukcyjne dla medycyny)

Wykład VII: Kompozyty

AGH Kompozyty włókniste

Przykłady kompozytów włóknistych:

Kompozyty włókniste z osnową ceramiczną
cel: wzmocnienie wytrzymałości tworzyw



Acc.V Spot Magn Det WD Exp Core in OPC 150004 10 µm
100.0kV 3.9 20.0kV SE 11.6 1

*Fracture and fatigue of natural fiber-reinforced cementitious composites
H. Savastano Jr., J. Linn, Cement and Concrete Composites
Vol. 31, Issue 4, April 2009, Pages 232-243*

Kompozyty beton-włókno celulozowe CFRC
(materiały konstrukcyjne dla budownictwa)

Wykład VII: Kompozyty

AGH Laminaty – kompozyty warstwowe

Fazy wchodzące w skład kompozytu występują w postaci dwóch lub wielu warstw łączonych ze sobą w sposób trwały.



Przykład: kondensator Al- mika

Wykład VII: Kompozyty

AGH Laminaty – kompozyty warstwowe

Fazy wchodzące w skład kompozytu występują w postaci dwu lub wielu warstw łączonych ze sobą w sposób trwały.



Przykład: schemat konstrukcji masztu flagowego lub słupa oświetleniowego

TKANINA SZKLANA Z ŻYWICĄ POLIESTROWĄ
WŁÓKNO WĘGLOWE Z ŻYWICĄ POLIESTROWĄ
TKANINA SZKLANA Z ŻYWICĄ POLIESTROWĄ
MATY SZKLANA Z ŻYWICĄ POLIESTROWĄ
ZŁĄCZNIK

http://akumast.com.pl/UserFiles/File/Kompozyt_schemat.jpg

Wykład VII: Kompozyty

AGH **Laminaty – kompozyty gradientowe (FGM)**

a) Złama metalni
 Złama ceramiczne
 Mikropory

1. Odporność termiczna
 2. Wytrzymałość
 3. Rozkładanie naprężeń

E - moduł Younga
 λ - przewodność cieplna
 α - rozszerzenie cieplne

Schemat mikrostruktury i właściwości materiałów typu FGM

Wykład VII: Kompozyty

AGH **Laminaty – kompozyty gradientowe (FGM)**

Przykład: materiał gradientowy jako element pancerza ceramicznego


Wykład VII: Kompozyty

AGH **Laminaty – kompozyty gradientowe (FGM)**

Konstrukcja pancerza ceramicznego

funkcja:	uniwersalny pancerz ceramiczny			
	Moduł Younga E średni	Moduł Younga E wysoki	Moduł Younga E wysoki	Moduł Younga E dawalny
Pancerz różnorodny "tabela" moduła ceramiczna	Twardość H wysoka	Twardość H wysoka	Twardość H średnia	Twardość H średnia
	Odporność na kruche pęknięcie: K _{IC} średnia	Odporność na kruche pęknięcie: K _{IC} wysoka	Odporność na kruche pęknięcie: K _{IC} wysoka	Odporność na kruche pęknięcie: K _{IC} wysoka
	Al ₂ O ₃	SiC, Al ₂ O ₃ , B ₄ C, TiB ₂	Ti ₃ SiC, kompozyty ceramiczne na bazie Si, Al	lekki metal lub polimer wysoce sztywne
osłabienie zdolności pancerza	odchylenie toru i utrata pola strza pancerza	fragmentacja pocisku	zakłócenie na wlotach pocisku	

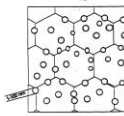
Wykład VII: Kompozyty



Nanokompozyty

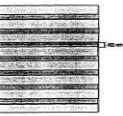
Kompozyty w skali nano

1D




np. Si_3N_4 - SiC(n)
 Al_2O_3 - SiC(n)
 MgO - SiC(n)
 Mullite - SiC(n)

2D



np. Ti_2SiC_2
 Montmorillonite - oxide
 soil particles

3D



np. $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, AlN/BN, Mullite/ ZrO_2
 (soft-gel derived)

Wykład VII: Kompozyty



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
 IM. STANISŁAWA STASZCZA W KRAKOWIE

NAUKA O MATERIAŁACH

Dziękuję.
 Do zobaczenia
 za tydzień.

JERZY LIS
 Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
 Katedra Ceramiki i Materiałów Ogniotrwałych
