



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

NAUKA O MATERIAŁACH

Wykład VII: Kompozyty

JERZY LIS
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki



Treść wykładu:

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



Wykład VII: Kompozyty



Kompozyty - wprowadzenie

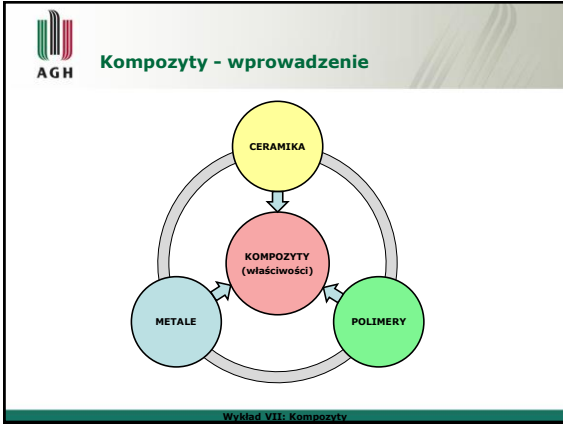
Właściwości materiałów wynikające z ich naturalnych właściwości immanentnych są ograniczone i niewystarczające

Każde tworzywo posiada zalety i wady

Konieczne jest świadome łączenie materiałów

w **KOMPOZYTY**

Wykład VII: Kompozyty



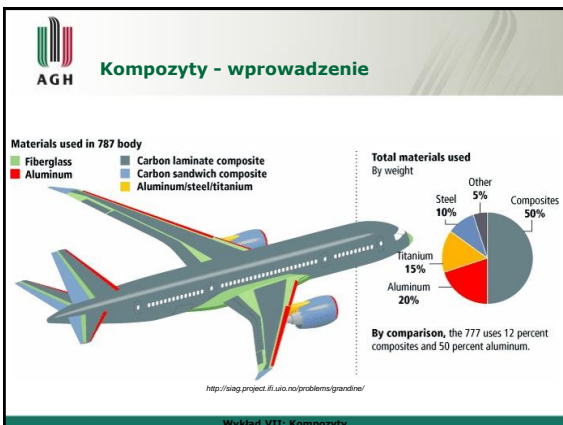
Wykład VII: Kompozyty

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

Wykład VII: Kompozyty



Wykład VII: Kompozyty

 **Kompozyty - wprowadzenie**

Klasyfikacja kompozytów ze względu na budowę



KOMPOZYTY
ZIARNISTE
(CZĄSTKOWE)




KOMPOZYTY
WŁÓKNISTE



KOMPOZYTY
WARSTWOWE
(LAMINATY)

Wykład VII: Kompozyty

 **Kompozyty - wprowadzenie**

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

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

W - właściwość,
V - udział objętościowy

Zależności te mogą mieć charakter modelowy lub empiryczny


Przykład

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

stosuje się np. do gęstości D i in.

$$D = D_1 V_1 + D_2 V_2$$

Wykład VII: Kompozyty

 **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 fiber/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

Kompozyty C-C (materiały konstrukcyjne i dla medycyny)

Wykład VII: Kompozyty

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

a) \odot Ziarna metalu
 \circ Ziarna ceramiczne
 \bullet Mikropory

1. Odporność termiczna
 2. Wytrzymałość
 3. Rozkładanie naprężeń

E - moduł Younga
 λ - przewodn. cieplna
 μ - rozszerz. cieplna

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

| | uniwersalny pancerz ceramiczny | | | |
|-----------------|--|--|---|---|
| | ciężki pancerz ceramiczny | | lekki pancerz ceramiczny | |
| | Moduł Younga E średni | Moduł Younga E wysoki | Moduł Younga E wysoki | Moduł Younga E dowolny |
| | Twardość H wysoka | Twardość H wysoka | Twardość H dowolna | Twardość H dowolna |
| | 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 | TiSiC, kompozyty ceramiczne na bazie Si, Al | lekki metal lub polimer wysoce sztywne |
| funkcja: | osłabianie działania pocisku | odchylenie pocisku | fragmentacja pocisku | poparzenie na wstępie trajektorii pocisku |

http://polska-14.blog.onet.pl

Wykład VII: Kompozyty

AGH Nanokompozyty

Kompozyty w skali nano

1D

2D

3D

np. $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{SiC}(n)$
 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiC}(n)$
 $\text{MgO} - \text{SiC}(n)$
 $\text{Mullite} - \text{SiC}(n)$

np. Ti_2SiC_2
 Montmorillonite - oxide
 soil particles

np. $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}_2$, AlNBN, Mullite/ZrO₂
 (sol-gel derived)

1-100 nm

Wykład VII: Kompozyty

AGH Nanokompozyty

Wesołych Świąt

Na zbliżające się Święta Wielkiej Nocy składam najserdeczniejsze życzenia zdrowia, radości, spokoju oraz wszelkiej pomyślności w życiu osobistym i zawodowym

Wykład VII: Kompozyty

AGH AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
 IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

NAUKA O MATERIAŁACH

**Dziękuję.
 Do zobaczenia
 za tydzień.**

JERZY LIS
 Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
