

Temat 6:

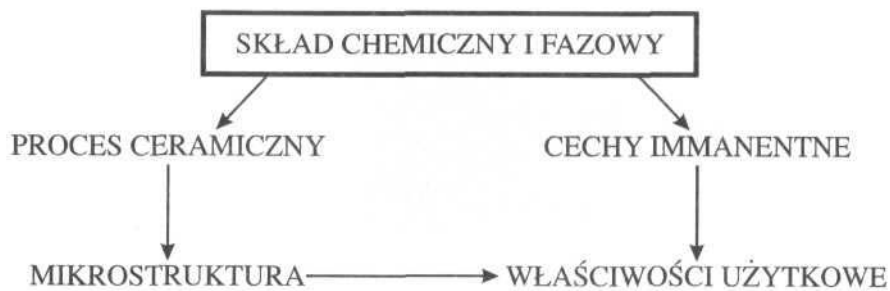
**CHARAKTERYSTYKA GRUP TWORZYW CERAMICZNYCH, Z UWZGLĘDNIENIEM  
M.IN. POZIOMU WSKAŹNIKÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH, ODPORNOŚCI NA  
KOROZJĘ, CENY.**

**Wykład 2h**

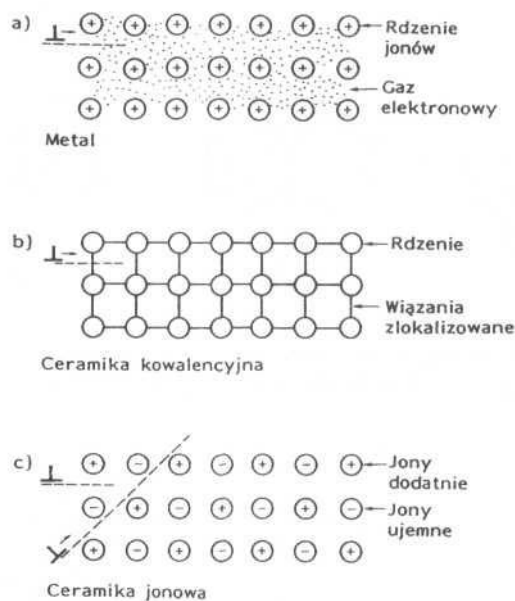
- 1) Wprowadzenie: definicja tworzyw ceramicznych, relacja pomiędzy naturą wiązania chemicznego (jonowego i jonowo-kowalencyjnego) a własnościami fizyko-chemicznymi tworzyw ceramicznych, relacja pomiędzy składem chemicznym (fazowym), mikrostrukturą i własnościami tworzyw ceramicznych.
  
- 2) Zjawiska wywołane przez ciepło i naprężenia mechaniczne: rozszerzalność cieplna, przewodnictwo cieplne (współczynnik rozszerzalności cieplnej, współczynnik przewodnictwa cieplnego), parametry pełzania dla typowych tworzyw ceramicznych.
  
- 3) Przykłady zastosowania ceramiki ze względu na jej właściwości użytkowe.

**Zalecana literatura:**

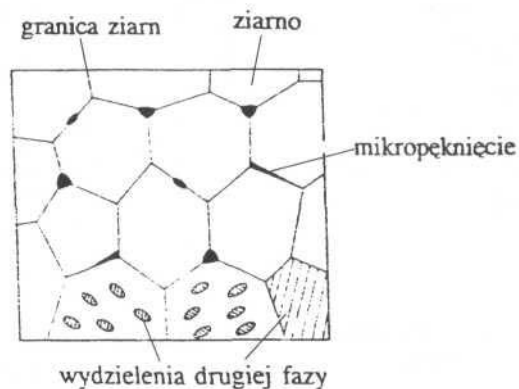
1. M.F. Ashby i D.R.H. Jones, Engineering Materials 2, Pergamon, Oxford, 1992, wydane w języku polskim przez Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997.
2. R. Pampuch, Materiały ceramiczne - zarys nauki o materiałach nieorganiczno-niemetalicznych, PWN, Warszawa, 1988.
3. U.D. Kingery, Introduction to ceramics, J. Wiley and Sons, New York, 1975.
4. R.E. Loehman, Characterization of ceramics, Butterworth-Heinheim, Boston, 1993.
5. M.V. Swain, Materials Science and Technology, Structure and Properties of Ceramics, VCH Weinheim, 1994.



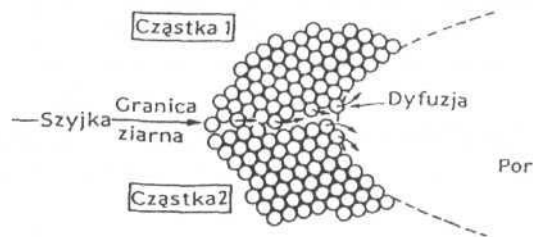
Rys. 6/1.  
 Zależność pomiędzy składem chemicznym i fazowym, mikrostrukturą a własnościami użytkowymi.



Rys. 6/2.  
 Przesunięcie dyslokacji: a) w czystych metalach, b) w ciałach stałych o wiązaniach kowalencyjnych  
 c) w kryształach jonowych

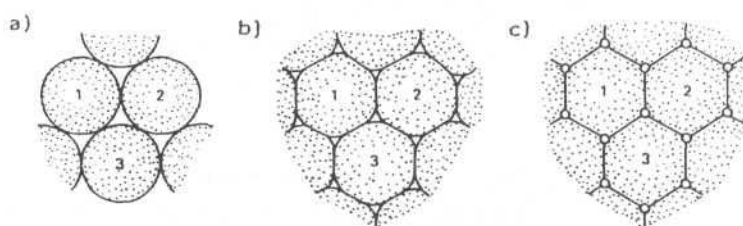


Rys. 6/3. Mikrostruktura typowego tworzywa ceramicznego.



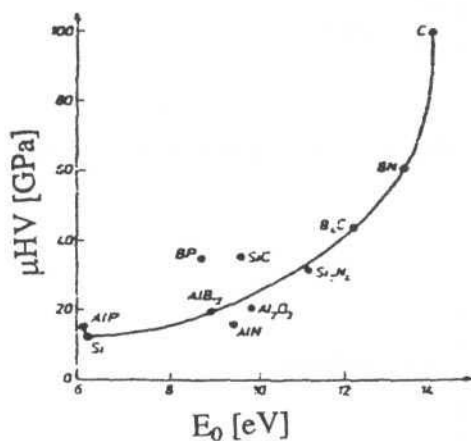
Rys. 6/4.

Mikroskopowy mechanizm spiekania. Atomy opuszczają granicę ziarn w szyjce pomiędzy dwiema cząstkami i dyfundują do pora, wypełniając go.



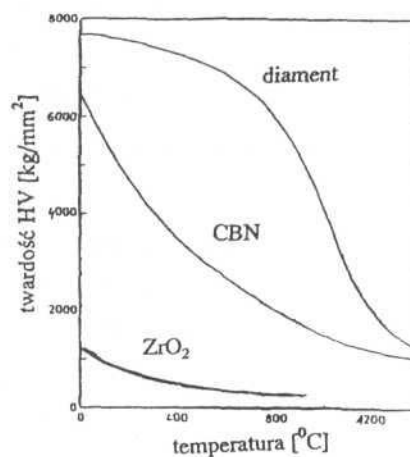
Rys. 6/5.

Cząstki proszku dociśnięte nawzajem (a) podczas spiekania, jak pokazano na rys. (b) zmniejszają pole powierzchni (i w tym energię) porów, struktura końcowa zawiera zazwyczaj małe, prawie kuliste pory (c).



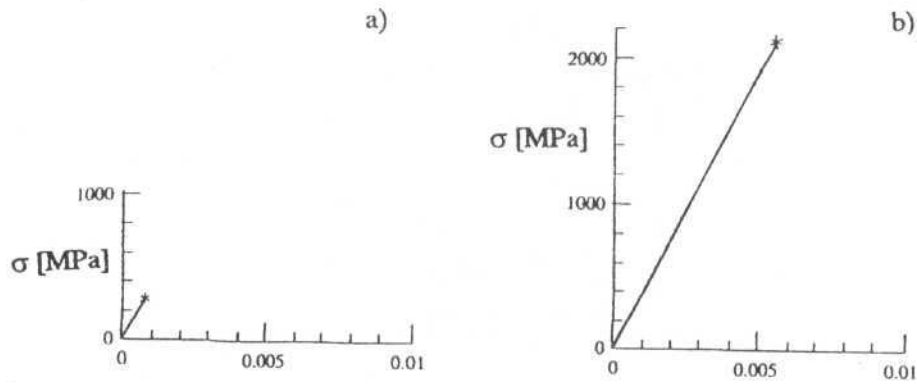
Rys. 6/6.

Zależność mikrotwardości różnych materiałów do energii wiązań między ich atomami.



Rys. 6/7.

Zależność twardości wybranych tworzyw ceramicznych od temperatury.

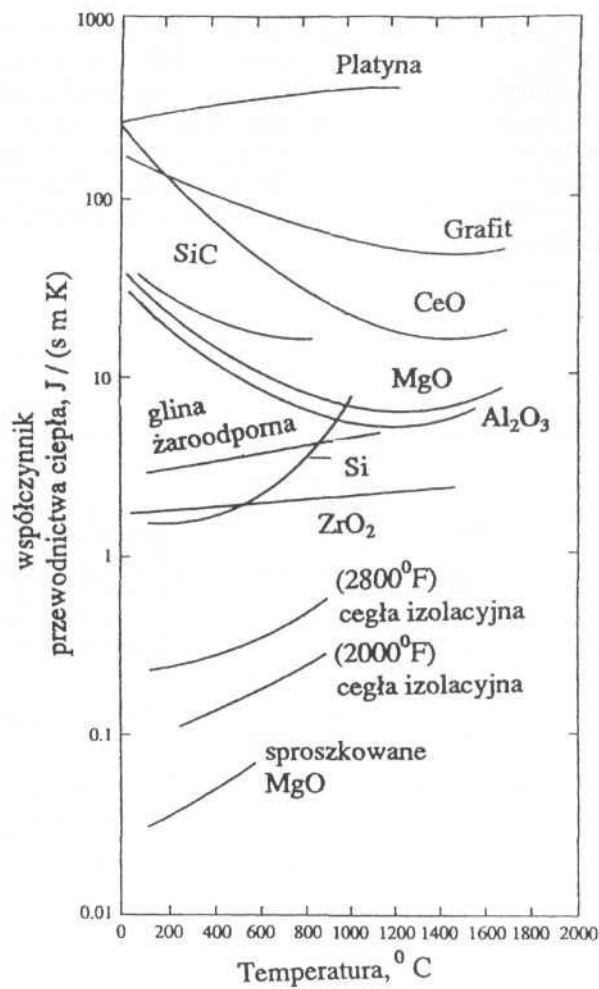


Rys. 6/8.

Krzywe naprężenie - odkształcenie dla materiałów ceramicznego ( $Al_2O_3$ ):

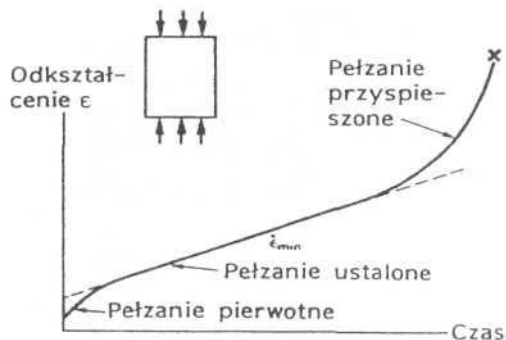
a) rozciąganie

b) ściskanie

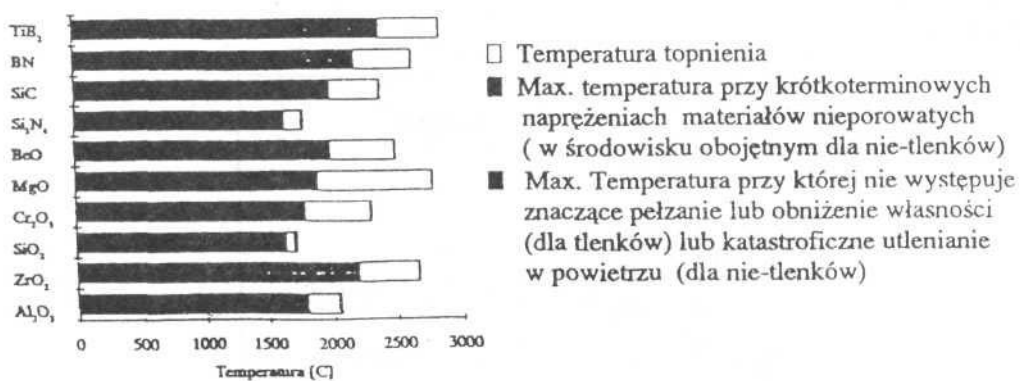


Rys. 6/9.

Zależność współczynnika przewodnictwa ciepła od temperatury dla wybranych ceramiek.



Rys. 6/10.  
Krzywa pełzania dla ceramiki.



Rys. 6/11.  
Temperatury stosowania tworzyw ceramicznych.

Właściwości komponentu I X-Y	Właściwości komponentu II Y-Z	Właściwości wynikowe kompozytu X-Y
Piezomagnetyczne	Magnetooporowe	Piezooporność, opór akustyczny
Piezomagnetyczne	Efekt Faradaya	Opór polaryzacji w wyniku mechanicznego odkształcenia

**MATERIAŁY INŻYNIERSKIE (WIADOMOŚCI PODSTAWOWE)**  
Wykład dla I roku Wydziałów mechanicznych Politechniki Warszawskiej

<p><b>FUNKCJE MAGNETYCZNE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Głowice do zapisu magnetycznego, rdzenie pamięciowe, rdzenie pamięciowe, rdzenie antenowe</li> <li>2. Magnesy trwałe</li> <li>3. Urządzenia mikrofalowe np. radarowe</li> </ol>	<p>ferryty magnetycznie miękkie <math>MFe_2O_3</math> (<math>M=Zn, Mn</math>) ferryty magnetycznie twarde - <math>MO_6Fe_2O_3</math> (<math>M=Ba, Sr, Pb</math>) <math>3M_2O_3 \cdot 5Fe_2O_3</math> (<math>M=Y, Sm</math>)</p>
<p><b>FUNKCJE OPTYCZNE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wysokociśnieniowe lampy sodowe, okienka do IR</li> <li>2. Światłowodowy</li> </ol>	<p><math>Al_2O_3, MgO</math> szkło Pb, Na-Ca-<math>SiO_3</math>, szkło SiC</p>
<p><b>FUNKCJE BIOLOGICZNE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tolerowane przez żywy organizm implanty (staw biodrowy, zęby), płytki do łączenia kości, włókna do operacji okołostawowych, sztuczne zastawki serca.</li> </ol>	<p>kompozyty COC, włókna węglowe, <math>Al_2O_3</math>, szkło hydroksypatytowe</p>
<p><b>FUNKCJE MECHANICZNE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Supertwarde narzędzia i wkładki do głębokiej obróbki skrawaniem z dużą szybkością oraz do obróbki ścierniej</li> <li>2. Odporne na ścieranie i na agresywne środowisko uszczelki mechaniczne, wykładziny, woziki, łożyska, dysze.</li> <li>3. Elementy konstrukcyjne oraz wykładziny elementów samochodów, silników wysokoprężnych oraz lekkich turbin gazowych, denka tłoków, gładzie cylindrów, popychacze, turbosprężarki, komory wstępnego spalania, wymienniki ciepła.</li> <li>4. Dysze palni! ów spawalniczych, tygle do wytapiania czystych metali.</li> <li>5. Włókna zbrojące kompozyty o osnowie metalicznej (Al, Ti), polimerowej i z dewitryfikatów szkieł <math>Li_2O-Al_2O_3-SiO_2</math> do elementów konstrukcji kosmicznych, samochodowych i cienkościennych zbiorników.</li> </ol>	<p>C (diament), TiC, TiN+AlON+ <math>Al_2O_3</math>, BN  <math>SiC, Si_3N_4, ZrO_2-(CaO, MgO, Y_2O_3)</math> <math>Al_2O_3</math>, kompozyty Si-SiC <math>Si_{3-z}Al_zO_zN_{4-z}</math>  jak wyżej  pirografit i grafit szklisty, <math>Si_3N_4</math>  włókna: C, szklane, SiC, <math>Al_2O_3</math> B<sub>4</sub>C-SiC, wiskersy SiC</p>
<p><b>FUNKCJE JĄDROWE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elementy paliwowe ze związków pierwiastków rozszczepialnych i paliworodnych</li> <li>2. Koszulki elementów paliwowych</li> <li>3. Materiały osłonowe</li> </ol>	<p><math>UO_2, ThO_2</math> C (grafit), SiC, B<sub>4</sub>C SiC, <math>Al_2O_3, C</math>(grafit), B<sub>4</sub>C</p>
<p><b>FUNKCJE CIEPLNE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Warstwy działające jako bariery cieplne, osłony ablacyjne, elementy regeneracyjne wymienników ciepła, izolacje cieplne lekkich turbin gazowych</li> <li>2. Promienniki</li> </ol>	<p><math>ZrO_2</math>, kompozyty C-C, włókna <math>Al_2O_3</math>  <math>ZrO_2, TiO_2</math></p>
<p><b>FUNKCJE ELEKTRYCZNE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podłoża obwodów scalonych, obudowy, podłoża rezystorów itp.</li> <li>2. Kondensatory</li> <li>3. Przetworniki elektroakustyczne, filtry, generatory itp.</li> <li>4. Termistorowe czujniki temperatury, przełączniki, czujniki promieniowania IR</li> <li>5. Warystorowe absorbery prądów udarowych</li> <li>6. Oporowe grzejniki pieców elektrycznych</li> <li>7. Ogniwa słoneczne</li> <li>8. Magazynowanie i elektrochemiczne wytwarzanie energii elektrycznej 9. Czujniki tlenu i ogniwa paliwowe 10. Elementy przewodzące prąd elektryczny</li> </ol>	<p>izolacyjne MC-<math>Al_2O_3, BeO, AlN</math>  ferroelektryczne MC-BaTiO<sub>3</sub> piezoelektryczne Mc-PbZr  półprzewodnikowe Mc-BaTiO<sub>3</sub>, ZnO-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. tlenki z grup przejściowych jak w 4 SiC CdS <math>\beta</math> i <math>\beta'' - Al_2O_3, ZrO_2, CaO</math>  <math>ZrO_2 - CaO, LiAlO_2</math> R Ba-CuO (R=Y, La)</p>

Rys. 6/12.

Funkcje spełniane przez materiały ceramiczne.