
Tematy seminarium z Nauki o Materiałach

Nr	Temat seminarium
I	Wprowadzenie do seminarium nauki o materiałach.
II	Defekty struktury krystalicznej (defekty punktowe, liniowe, płaskie, powierzchnia kryształu).
III	Krystalizacja i otrzymywanie monokryształów.
IV	Otrzymywanie i budowa materiałów amorficznych. Materiały szkliste.
V	Budowa i otrzymywanie polikryształów I.
VI	Budowa i otrzymywanie polikryształów II.
VII	Proszki, włókna, warstwy. Materiały kompozytowe.
VIII	Właściwości mechaniczne materiałów I – odkształcenie sprężyste i plastyczne.
IX	Właściwości mechaniczne materiałów II – dekohezja.
X	Właściwości cieplne materiałów.
XI	Właściwości elektryczne materiałów – polaryzacja elektryczna i przewodnictwo elektryczne.
XII	Właściwości magnetyczne materiałów.
XIII	Właściwości optyczne materiałów.

Regulamin seminarium

1. Seminarium jest prowadzone dla każdej z grup raz w tygodniu w wymiarze 2 godzin lekcyjnych (90 min.) w terminie podanym w rozkładzie godzin studiów.
2. Materiał obowiązujący na seminariach wraz z literaturą jest wywieszony w gablocie na 1 piętrze budynku B8 oraz dostępny w Internecie. Studenci zobowiązani są do przygotowania się do każdego seminarium w podanym tam zakresie.
3. Na początku każdego z seminariów, poczynając od II, przeprowadzane będą krótkie (ok. 10 min.) pisemne sprawdziany wiadomości z bieżącego seminarium. Skala ocen ze sprawdzianów wynosi od 2 do 5.
4. Ocena końcowa z seminarium wyliczana jest jako średnia ocen z 10 najlepiej ocenionych sprawdzianów. Uczestnik seminarium zobowiązany jest do napisania minimum 10 sprawdzianów.
5. Jeżeli student nie uzyska zaliczenia w trybie przewidzianym w punktach 3 i 4, to zaliczenie poprawkowe nastąpi w sesji poprawkowej z całości materiału w trybie określonym przez regulamin studiów.

Seminarium I

Wprowadzenie do Nauki o Materiałach

1. Czym zajmuje się nauka o materiałach?
2. Klasyfikacja materiałów inżynierskich (metale i stopy, materiały ceramiczne, polimery, kompozyty).
3. Wiązania atomowe w materiałach: rodzaje wiązań i ich charakterystyka (metaliczne, kowalencyjne, jonowe, van der Waalsa).
4. Opis budowy materiałów w różnych skalach (nanoskala – struktura, mikroskala – mikrostruktura, makroskala – cechy makroskopowe).

Przykładowe zagadnienia

- Co to znaczy, że wiązania chemiczne mogą mieć charakter mieszany np. kowalencyjno-metaliczny czy też kowalencyjno-jonowy? Jaka relacja występuje między właściwościami materiału a rodzajem jego wiązań chemicznych (np. porównanie diamentu i grafitu)?

Podręczniki

- R. Pampuch „Zarys nauki o materiałach. Materiały ceramiczne”, PWN, 1977;
- R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988;
- R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995;
- R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005;

Seminarium II

Defekty struktury krystalicznej

(defekty punktowe, liniowe, płaskie, powierzchnia kryształu)

Wymagane wiadomości

1. Defekty punktowe struktury krystalicznej: definicja defektu punktowego, rodzaje defektów punktowych, równowagowe stężenie samoistnych defektów punktowych, defekty punktowe wywołane obecnością obcych atomów, wzajemne oddziaływanie defektów punktowych.
2. Defekty liniowe struktury krystalicznej: definicja dyslokacji krawędziowej i śrubowej, wektor Burgersa, pojęcie sieci dyslokacji i gęstości dyslokacji, pole naprężeń wokół linii dyslokacji, energia sprężysta dyslokacji, oddziaływania między dyslokacjami.
3. Defekty płaskie struktury krystalicznej: niskokątowa granica skośna i niskokątowa granica skręcenia (budowa *mozaikowa* kryształu), błędy ułożenia warstw atomowych w strukturze regularnej płasko centrowanej i heksagonalnej.
4. Powierzchnie kryształów: powierzchnia kryształu jako defekt idealnej struktury krystalicznej, pojęcie energii powierzchniowej i jej związek z liczbą najbliższych sąsiadów atomu lub jonu we wnętrzu i na powierzchni kryształu, zjawiska prowadzące do obniżenia energii powierzchniowej (*relaksacja* w kryształach o wiązaniach jonowych, *akumulacja defektów punktowych*, likwidacja „wiszących wiązań” w kryształach o wiązaniach kowalencyjnych, *przebudowa powierzchni o wysokich wskaźnikach Miller’a*, adsorpcja gazów na powierzchni).

Przykładowe zagadnienia

1. Dlaczego w kryształach zawsze występują samoistne defekty punktowe?
2. Jakie czynniki wpływają na stężenie samoistnych defektów punktowych?
3. Jakie dodatkowe efekty wywołuje pojawienie się defektu punktowego w kryształ jonowym?
4. Na czym polega różnica między samoistnym zdefektowaniem punktowym a zdefektowaniem punktowym wywołanym obecnością domieszek?
5. Jaki charakter ma zaburzenie wywołane obecnością dyslokacji w kryształach?
6. Jak wektor Burgersa może być zorientowany w stosunku do linii dyslokacji? Co to jest dyslokacja o charakterze mieszanym?
7. W jaki sposób dyslokacje oddziałują ze sobą? Co się stanie, gdy przetną się ze sobą dwie dyslokacje krawędziowe?
8. Na czym polega oddziaływanie dyslokacji i defektów punktowych?
9. Dyslokacje w kryształach kowalencyjnych i jonowych.
10. Jak zbudowana jest niskokątowa granica skośna?
11. Jak powstaje błąd ułożenia i co to jest dyslokacja częściowa? Jakie zaburzenie w strukturze powoduje obecność błędu ułożenia?
12. Opisz modelową budowę granic międzyziarnowych?
13. Dlaczego powierzchnia kryształu jest traktowana jako defekt struktury krystalicznej?
14. Wyjaśnij pojęcie energii powierzchniowej kryształu.
15. Jakie mechanizmy przebudowy warstw przypowierzchniowych struktury krystalicznej powodują obniżenie energii powierzchniowej kryształu?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 38–51, 55–65;
- R. Pampuch „Zarys nauki o materiałach. Materiały ceramiczne”, PWN, 1977, str. 21–56;
- R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str.41–80;
- R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 57–66;

Seminarium III

Krystalizacja i otrzymywanie monokryształów

Wymagane wiadomości

1. Termodynamiczne podstawy krystalizacji: definicja przemiany fazowej I rodzaju, siła napędowa krystalizacji, mechanizm przemiany fazowej I rodzaju – proces zarodkowania (*krytyczna wielkość zarodka, zarodkowanie homogeniczne i heterogeniczne*).
2. Kinetyka wzrostu kryształów: wpływ zależności szybkości zarodkowania i szybkości wzrostu od przechłodzenia na budowę powstałego kryształu, zależność szybkości wzrostu poszczególnych ścian kryształu od ich budowy, dyslokacyjny mechanizm wzrostu kryształu, wpływ odprowadzania ciepła ze strefy krystalizacji na stabilność frontu krystalizacji (powstawanie *dendrytycznych* form kryształów).
3. Przykładowe techniki stosowane do otrzymywania monokryształów:
 - a) Krystalizacja ze stopów: tyglowe (*metody: Bridgmana, Czochralskiego, Kyropoluosa*) i beztyglowe (*metoda Verneuil*).
 - b) Krystalizacja z roztworów (*metoda hydrotermalna*).
 - c) Krystalizacja z fazy gazowej (*fizyczna – PVD i chemiczna – CVD*).
 - d) Ciśnieniowe metody krystalizacji (*otrzymywanie diamentów*).
4. Zastosowanie topienia strefowego do otrzymywania kryształów o wysokiej czystości.
5. Przykłady zastosowań monokryształów w technice.

Przykładowe zagadnienia

1. Jakie warunki muszą być spełnione, aby mogła zajść przemiana fazowa I rodzaju?
2. Co jest siłą napędową procesu krystalizacji z cieczy?
3. Jakie warunki muszą być spełnione, aby powstał trwały zarodek?
4. Na czym polega różnica między zarodkowaniem homogenicznym i heterogenicznym?
5. Dlaczego dla danego przechłodzenia krytyczny zarodek heterogeniczny jest mniejszy od krytycznego zarodka homogenicznego?
6. Wymień warunki, które należy spełnić, aby otrzymać monokryształ.
7. Dlaczego obserwuje się zjawisko polegające na tym, że monokryształy są ograniczone ścianami o najniższej energii?
8. Jak sposób odprowadzania ciepła ze strefy krystalizacji wpływa na stabilność frontu wzrostu kryształu?
9. W jaki sposób w metodach krystalizacji z cieczy doprowadza się do wzrostu pojedynczego kryształu?
10. W jakich warunkach można doprowadzić do przemiany grafitu w diament i jak to jest realizowane w praktyce?
11. Wyjaśnić teoretyczne podstawy metody topienia strefowego stosowanej do oczyszczania kryształów z domieszek?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Zarys nauki o materiałach. Materiały ceramiczne”, PWN, 1977, str. 210–227;
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 41–48;
Z. Guzik, J. Obłąkowski „Syntetyczne monokryształy, metody otrzymywania”, Wyd. Śląsk, 1973;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 255–262;

Seminarium IV

Otrzymywanie i budowa materiałów amorficznych; Materiały szkliste

Wymagane wiadomości

1. Definicja materiału amorficznego (*uporządkowanie bliskiego i dalekiego zasięgu* w ciele stałym), definicja szkła.
2. Warunki powstawania szkła: termodynamiczne (*temperatura transformacji*) i kinetyczne (konstrukcja krzywej $T-T-T$ i *krytyczna szybkość chłodzenia*, przykłady krytycznej szybkości chłodzenia dla stopów krzemianowych i metali).
3. Materiały szkliste i amorficzne.
 - a) substancje szklotwórcze, metody otrzymywania szkieł,
 - b) szkła ceramiczne (krzemionka, krzemiany i stopy krzemianowe), składniki szkieł krzemianowych (tlenki: szklotwórcze, modyfikujące, pośrednie, barwniki), modele budowy szkieł (Zachariasena – model więźby, Lebiediewa – model krystalitów, Goerlicha – model domen) i rzeczywista budowa szkieł, otrzymywanie i formowanie szkła krzemianowego, podstawowe cechy szkieł krzemianowych,
 - c) szkła metaliczne,
 - d) szkliste polimery organiczne,
 - e) materiały nieorganiczne otrzymywane metodą pirolizy (otrzymywanie tworzyw węglowych).

Przykładowe zagadnienia

1. Wyjaśnić różnice i podobieństwa krystalicznej i amorficznej budowy ciała stałego.
2. Kiedy mamy do czynienia z substancją amorficzną a kiedy ze szkłem?
3. Jakie właściwości cieczy i jaki sposób prowadzenia procesu zestalenia sprzyja powstaniu szkła?
4. Jakie są cechy substancji szklotwórczych?
5. Jakie substancje wchodzi w skład szkieł krzemianowych?
6. Modele budowy szkła.
7. Dlaczego trudniej uzyskać szkła metaliczne niż szkła krzemionkowe?
8. Na czym polega różnica w budowie krystalicznego i szklatego polimeru organicznego?
9. Jakie zastosowania mają materiały węglowe?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 22–24, 48–49;
- J. Dereń, J. Haber, R. Pampuch „Chemia ciała stałego” PWN, 1975;
- R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 51–54, 250–254, 262–263;

Seminarium V

Budowa i otrzymywanie polikryształów I

Wymagane wiadomości

1. Definicja polikryształu. Elementy budowy polikryształu.
2. Ilościowy opis budowy polikryształu (*stereologia*, parametry opisujące mikrostrukturę).
3. Budowa polikryształów jednofazowych: równowagowa konfiguracja granic międzyziarnowych (model dwuwymiarowy polikryształu, pojęcie *kąta dwuściennego*), trójwymiarowy model polikryształu (modelowy kształt ziaren).
4. Budowa polikryształów z fazą szklaną: równowaga granic międzyziarnowych w obecności stopionej fazy szklanej.
5. Metody otrzymywania polikryształów: krystalizacja ze stopów (techniki odlewania metali, krystalizacja szkła).

Przykładowe zagadnienie

1. Jakie czynniki decydują o mikrostrukturze modelowego polikryształu jednofazowego?
2. Jak wygląda modelowa mikrostruktura polikryształu jednofazowego w przekroju dwuwymiarowym?
3. Warunki równowagi dla układu trzech granic międzyziarnowych stykających się w jednym punkcie w dwuwymiarowym modelu polikryształu.
4. Jakie czynniki decydują o rozmieszczeniu ciekłej fazy szklanej w polikryształe?
5. W jaki sposób doprowadza się do krystalizacji szkła?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Zarys nauki o materiałach. Materiały ceramiczne”, PWN, 1977, str. 65–72;
R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str.90–98;
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 74–84;
J. Dereń, J. Haber, R. Pampuch „Chemia ciała stałego” PWN, 1975;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 61–65, 264–267;

Seminarium VI

Budowa i otrzymywanie polikryształów II

Wymagane wiadomości

1. Metody otrzymywania polikryształów: spiekanie jednofazowych proszków (definicja *procesu spiekania*, siła napędowa spiekania, zjawiska transportu masy wywołane różnicami potencjału chemicznego, modelowy mechanizm spiekania).
2. Wpływ obecności fazy ciekłej na przebieg procesu spiekania.
3. Wykorzystanie reakcji chemicznych do wytwarzania materiałów polikrystalicznych (*materiały wiązane reakcyjnie, materiały otrzymywane drogą reakcji hydratacji*).
4. Polikryształy porowate: rodzaje porowatości, sposoby otrzymywania materiałów porowatych, przykłady materiałów o kontrolowanej porowatości.
5. Polikryształy wielofazowe (budowa).

Przykładowe zagadnienia

1. Na czym polega zjawisko spiekania?
2. Co jest siłą napędową procesu spiekania?
3. Jakie naprężenia występują podczas spiekania i jakie jest ich źródło?
4. Wymienić mechanizmy transportu masy, które mogą zostać wywołane przez siły napędowe spiekania?
5. Które mechanizmy transportu masy prowadzą do zagęszczania materiału podczas spiekania?
6. Opisać modelowy mechanizm spiekania jednofazowego proszku.
7. Rola fazy ciekłej podczas spiekania.
8. Wykorzystanie reakcji chemicznych do otrzymywania materiałów polikrystalicznych.
9. Jak otrzymuje się materiały o kontrolowanej porowatości?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- J. Lis, R. Pampuch „Spiekanie” Wydawnictwa AGH, Kraków 2000;
R. Pampuch „Zarys nauki o materiałach. Materiały ceramiczne”, PWN, 1977, str. 181–194;
R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str.99–106, 192-201;
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 74–92;
J. Dereń, J. Haber, R. Pampuch „Chemia ciała stałego” PWN, 1975;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 183–185, 224–230;

Seminarium VII

Proszki, włókna, warstwy. Materiały kompozytowe

Wymagane wiadomości

1. Wpływ formy materiału na jego właściwości (*proszki, włókna, warstwy, materiały monolityczne*).
2. Materiały w formie zdyspergowanej (*proszki*).
 - a) Podział układów zdyspergowanych (w fazie gazowej: dymy, pyły, proszki; w fazie ciekłej: roztwory, koloidy, zawiesiny).
 - b) Sposoby charakterystyki proszków (rozkład wielkości ziaren, kształt cząstek, powierzchnia właściwa).
 - c) Zastosowania proszków w materiałach inżynierskich (wytwarzanie materiałów litych, proszki jako wypełniacze tworzyw, proszki użytkowe).
3. Materiały włókniste (definicja włókna, typowe cechy materiałów włóknistych, parametry charakteryzujące włókna). Przykłady materiałów włóknistych: włókna naturalne, mineralne, tlenkowe.
4. Warstwy
 - a) Przyczyny stosowania materiałów w postaci warstw (rodzaje warstw).
 - b) Metody osadzania warstw na podłożach (*PVD, CVD*).
 - c) Zastosowania cienkich warstw (*elektronika, optoelektronika*).
 - d) Zastosowania grubych warstw (*szkliva, emalie*).
5. Materiały kompozytowe – definicja, przyczyny tworzenia kompozytów. Klasyfikacja i charakterystyka kompozytów (*kompozyty ziarniste, włókniste i laminaty*).

Przykładowe zagadnienia

1. Jaki czynniki decydują o odmiennych właściwościach materiałów w formie proszków i włókien?
2. W jaki sposób można scharakteryzować proszek?
3. Jakie mogą być zastosowania proszków?
4. Jakie są specyficzne cechy materiałów w postaci włókien?
5. Jakie parametry używa się do charakteryzowania włókien?
6. W jakim celu osadza się warstwy na podłożach?
7. Na czym polega metoda CVD?
8. Do czego służy plazmotron?
9. Co to jest materiał kompozytowy?
10. Jakie są rodzaje materiałów kompozytowych?
11. Jaka może być budowa kompozytów ziarnistych?
12. Co to jest laminat?
13. Czym charakteryzuje się budowa kompozytów gradientowych?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str. 106–129;
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 67–73, 85–96;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 169–205, 242–249;

Seminarium VIII

Właściwości mechaniczne materiałów I

Odształcenie sprężyste i plastyczne

Wymagane wiadomości

1. Definicja odkształcenia sprężystego, mechanizm odkształcenia sprężystego (model oddziaływań międzyatomowych – krzywe Codona–Morse’a).
2. Opis stanu odkształceń i naprężeń dla punktu w kryształach i macierzowy zapis prawa Hooke’a, stałe sprężystości C_{ij} i podatności sprężystej S_{ij} (definicja, jednostki).
3. Definicja inżynierskich stałych materiałowych E , G i ν (jednostki dla tych wielkości), relacja między inżynierskimi stałymi materiałowymi w ciałach izotropowych, uogólnione prawo Hooke’a, energia odkształceń sprężystych.
4. Moduł Younga E dla materiałów wielofazowych (*reguła mieszania*), wpływ porowatości na wartość modułu Younga materiału (*zjawisko koncentracji naprężeń*, wzór Rossi’ego).
5. Definicja odkształcenia plastycznego, dyslokacyjny mechanizm odkształcenia plastycznego (*systemy poślizgu*), procesy zwiększające ilość dyslokacji w kryształach (np. *źródło Franka–Reada*).
6. Wpływ stanu naprężeń na stężenie defektów punktowych, dyfuzyjne pełzanie polikryształów (*pełzanie Nabarro–Herringtona*, *pełzanie Cobla*), wpływ mikrostruktury materiału na mechanizm pełzania.

Przykładowe zagadnienie

1. Zdefiniować pojęcie odkształcania sprężystego ciała stałego.
2. Wyjaśnić zjawisko odkształcania sprężystego ciał stałych na poziomie oddziaływań międzyatomowych.
3. Przy pomocy jakich stałych materiałowych charakteryzujemy sprężyste właściwości materiałów?
4. Jak należy rozumieć sens uogólnionego prawa Hooke’a?
5. Z jakiego powodu moduł Younga bezporowatego materiału dwufazowego jest zwykle większy niż przewiduje to prawo mieszania?
6. W jaki sposób obecność porów w materiale wpływa na wartość modułu Younga materiału (wyjaśnić mechanizm zjawiska)?
7. Wyjaśnić jak odkształcenie plastyczne jest realizowane poprzez ruch dyslokacji (poślizg) w kryształach?
8. Omówić mechanizm prowadzący do wzrostu liczby dyslokacji w kryształach.
9. Co może hamować ruch dyslokacji w materiale?
10. Jak obecność naprężeń wpływa na stan zdeformowania punktowego kryształu?
11. Czym różni się pełzanie Nabarro–Herringtona od pełzania Cobla?
12. Jak temperatura wpływa na pełzanie materiału?
13. Jak mikrostruktura polikryształu może wpływać na jego pełzanie?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Zarys nauki o materiałach. Materiały ceramiczne”, PWN, 1977, str. 77–92, 95–106;
R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str. 139–165, 182–192;
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 99–121;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 71–84;

Seminarium IX

Właściwości mechaniczne materiałów II

Dekohezja

Wymagane wiadomości

1. Wytrzymałość mechaniczna: relacja pomiędzy wytrzymałością teoretyczną (definicja) a rzeczywistą wytrzymałością mechaniczną (definicja, jednostki), wpływ obecności nieciągłości mikrostruktury materiału (spękań) na wytrzymałość mechaniczną (*mechanizm koncentracji naprężeń*), statystyczne aspekty wytrzymałości mechanicznej materiałów kruchych (*teoria Weibulla*), wielkość wytrzymałości mechanicznej przykładowych materiałów.
2. Kruche pękanie: podstawowe trzy sposoby obciążania materiału, warunki sprzyjające kruchemu pękaniu materiałów (*plaski stan odkształceń – trójosiowy stan naprężeń*), krytyczny współczynnik intensywności naprężeń (miara odporności na kruche pękanie) K_{Ic} (definicja, jednostki i sens fizyczny, relacja pomiędzy K_{Ic} a energią powierzchniową γ), pojęcie efektywnej energii powierzchniowej γ_{ef} (*energii pękania*), przykładowe wartości K_{Ic} dla poszczególnych grup materiałów.
3. Wpływ mikrostruktury materiału na odporność na kruche pękanie: zjawiska umożliwiające podwyższenie K_{Ic} materiałów ceramicznych, mechanizm Cooka–Gordona, kompozyty o osnowie włóknistej (*mostkowanie pęknięć, wyciąganie włókien*), materiały TZP – roztwory stałe na bazie ZrO_2 (*przemiana fazowa odmiany tetragonalnej w jednoskośną u wierzchołka spękania*).

Przykładowe zagadnienia

1. Wyjaśnić sens pojęcia „wytrzymałość teoretyczna”.
2. Dlaczego rzeczywista wytrzymałość mechaniczna materiałów różni się od ich wytrzymałości teoretycznej?
3. Co to znaczy, że materiał jest kruchy?
4. Sens fizyczny współczynnika intensywności naprężeń K_{Ic} jako miary odporności na kruche pękanie.
5. Jakie wielkości składają się na pojęcie efektywnej energii pękania γ_{ef} ?
6. W jaki sposób można kształtować mikrostrukturę materiałów ceramicznych, aby spowodować podwyższenie odporności na kruche pękanie?
7. Czy możliwy jest materiał o relatywnie niskiej wytrzymałości a wysokiej odporności na kruche pękanie?
8. Założenia i wnioski teorii Weibulla.

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Zarys nauki o materiałach. Materiały ceramiczne”, PWN, 1977, str. 108–122;
R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str. 206–226;
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 121–131, 134–136;
M.F. Ashby, D.R.H. Jones „Materiały inżynierskie”, WNT, 1995, tom 1, str. 149–167, tom 2, str. 226–236;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 85–96, 169–182;

Seminarium X

Właściwości cieplne materiałów

Wymagane wiadomości

1. Przewodnictwo cieplne w materiałach:
 - mechanizmy przenoszenia ciepła (*konwekcja, promieniowanie, przewodnictwo cieplne*);
 - współczynnik przewodnictwa cieplnego λ (definicja, jednostki), przewodność cieplna gazów (*kinetyczna teoria gazów*), przewodność cieplna ciał stałych (*fonony, oddziaływania wzajemne fononów, proces „Umklapp”, oddziaływania fononów z defektami struktury krystalicznej*), udział elektronów i fotonów w przewodnictwie cieplnym ciał stałych;
 - współczynnik przewodnictwa cieplnego materiałów wielofazowych;
 - wpływ porowatości na wartość λ (modele materiałów porowatych);
 - przykładowe wartości λ dla różnych materiałów.
2. Rozszerzalność cieplna materiałów: *liniowy współczynnik rozszerzalności cieplnej* α_1 (definicja, jednostki), wykres zależności energii potencjalnej pary atomów tworzących wiązanie od ich odległości międzyatomowej, wartości α_1 dla różnych materiałów (*zjawisko anizotropii*).
3. Naprężenia cieplne w materiałach:
 - naprężenia cieplne I rodzaju (definicja – przyczyny powstawania);
 - naprężenia cieplne II rodzaju (definicja – przyczyny powstawania) model b. cienkiej płyty (stan naprężeń)
 - naprężenia cieplne w warunkach nieustalonego przepływu ciepła (definicja *liczby Biota*),
 - współczynniki odporności na wstrząs cieplny: R^I i R^{II} (definicja).
 - współczynnik odporności na rozprzestrzenianie pęknięć w warunkach naprężeń cieplnych R^{III} (definicja)
 - wpływ wielkości próbki na zachowanie materiału podczas wstrząsu cieplnego.

Przykładowe zagadnienie

1. Jak i dlaczego wartość współczynnika przewodnictwa cieplnego ciał stałych zależy od temperatury?
2. Jak mikrostruktura modelowego materiału wielofazowego wpływa na wartość współczynnika przewodnictwa cieplnego?
3. Wyjaśnić różnice wartości α występujące między kryształami jonowymi i kowalencyjnymi.
4. Jakiego rodzaju naprężenia cieplne mogą wystąpić w polikryształach?
5. Jakie wielkości służą do scharakteryzowania odporności materiału na wstrząs cieplny?
6. Jakie są sposoby podwyższania odporności materiałów na wstrząs cieplny?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Zarys nauki o materiałach. Materiały ceramiczne”, PWN, 1977, str. 146–148;
R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str. 243–266;
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 139–158;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 97–114, 183–185;

Seminarium XI

Właściwości elektryczne materiałów

polaryzacja elektryczna i przewodnictwo elektryczne

Wymagane wiadomości

1. Materiały dielektryczne: definicja dielektryka, źródła momentów dipolowych w dielektrykach, reakcja dielektryka na działanie statycznego pola elektrycznego (definicja i rodzaje polaryzowalności, względna stała dielektryczna ϵ_r , stała dielektryczna materiału ϵ_s , lokalne natężenie pola E_{extloc}), stała dielektryczna materiałów wielofazowych, wartości ϵ_r dla różnych materiałów.
2. Materiały ferroelektryczne: definicja ferroelektryka, ferroelektryczna temperatura Curie, domeny ferroelektryczne, krzywa histerezy $P = f(E)$.
3. Przewodnictwo elektryczne: prawo Ohma, liczby przenoszenia, nośniki ładunku elektrycznego w ciałach stałych, model pasmowy ciała stałego (*pasmo walencyjne, pasmo przewodnictwa, izolatory, przewodniki, półprzewodniki – samoistne, domieszkowe, niestechiometryczne*), rezystory nieliniowe, przewodniki jonowe, nadprzewodniki ceramiczne, wpływ obecności defektów punktowych na stężenie nośników ładunku elektrycznego, zależność przewodności elektrycznej materiałów od temperatury, wartości przewodności elektrycznej różnych materiałów.

Przykładowe zagadnienia

1. Jak powstaje ładunek przestrzenny?
2. Jakie są rodzaje polaryzowalności?
3. Co to jest struktura domenowa materiałów ferroelektrycznych?
4. Jak wpływa obecność barier potencjału wiązanych z ładunkiem przestrzennym na transport nośników ładunku?
5. Jak model pasmowy ciała stałego tłumaczy różnice w wartości przewodności elektrycznej półprzewodników i izolatorów?
6. Dlaczego termistor jest rezystorem nieliniowym?
7. Co to jest liczba przenoszenia nośnika ładunku elektrycznego?
8. Model gazu elektronowego (model Drudego).
9. Jakiego typu materiałami pod względem wielkości przewodnictwa elektrycznego są tworzywa ceramiczne?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str. 312–354;
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 159–195;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 65–70, 115–133;

Seminarium XII

Właściwości magnetyczne materiałów

Wymagane wiadomości

1. Działanie pola magnetycznego na materiał:
 - a) zachowanie materiałów w polu magnetycznym,
 - b) rodzaje materiałów magnetycznych (diamagnetyki, paramagnetyki, ferromagnetyki, antyferromagnetyki, ferrimagnetyki),
 - c) podatność magnetyczna χ_m (definicja) i jej zależność od temperatury dla różnych typów materiałów magnetycznych,
 - d) przenikalność magnetyczna μ_r (definicja).
2. Przyczyny powstawania nieskompensowanego momentu magnetycznego: źródła momentów magnetycznych w ciele stałym.
3. Ferromagnetyki i ferrimagnetyki:
 - a) temperatura Curie,
 - b) mechanizm porządkowania momentów magnetycznych (zjawisko superwymiany i energia preferencji),
 - c) domeny magnetyczne a pętla histerezy magnetycznej,
 - d) ferryty (przykłady materiałów i ich struktury, rodzaje ferrytów- miękkie i twarde, wpływ mikrostruktury ferrytów na ich właściwości).

Przykładowe zagadnienia

1. Jak obecność materiału może wpływać na wartość indukcji pola magnetycznego?
2. Co to jest paramagnetyk?
3. Jak powstają momenty magnetyczne w ciele stałym?
4. Rodzaje i budowa ferrytów.
5. Mechanizmy oddziaływania momentów magnetycznych w spinelach.
6. Histereza właściwości magnetycznych ferrytów. Od jakich czynników zależy kształt pętli histerezy?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str. 294–313 (całość);
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 201–209;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 148–154;

Seminarium XIII

Właściwości optyczne materiałów

Wymagane wiadomości

1. Światło: pojęcie dualizmu korpuskularno-falowego, opis spektrum promieniowania elektromagnetycznego.
2. Oddziaływanie światła z ciałem stałym: zjawiska zachodzące przy przechodzeniu fali świetlnej przez materiał (odbicie, załamanie, absorpcja, transmisja), współczynnik załamania światła, całkowite odbicie wewnętrzne, współczynnik absorpcji światła (mechanizm absorpcji fotonów), podział widma promieniowania elektromagnetycznego w zakresie widzialnym, powstawanie wrażenia barwy, centra barwne w materiałach (typy).
3. Fotoprzewodnictwo: proces rekombinacji i centra rekombinacji.
4. Luminescencja: rodzaje luminescencji, fotoluminescencja (aktywatory i uczulacze w luminoforach, luminofory typu Stokes'a i anty-Stokes'a).
5. Lasery: zasada działania lasera rubinowego (schemat konstrukcyjny), cechy światła emitowanego przez lasery.

Przykładowe zagadnienia

1. Jaki jest efekt oddziaływania wiązki światła z materiałem izotropowym?
2. Za pomocą jakich parametrów charakteryzujemy właściwości optyczne materiałów?
3. Na czym polega mechanizm absorpcji promieniowania przez materiał?
4. W jaki sposób powstaje wrażenie barwy?
5. Jakie są rodzaje centrów barwnych (przykłady)?
6. Na czym polega proces rekombinacji w półprzewodnikach niesamoistnych?
7. Co to jest laser i jaka jest zasada jego działania?

Źródło informacji: wykład oraz literatura

- R. Pampuch „Materiały ceramiczne”, PWN, 1988, str. 355–366;
R. Pampuch „Budowa i właściwości materiałów ceramicznych”, Wydawnictwa AGH, 1995, str. 210–218;
R. Pampuch „Współczesne materiały ceramiczne”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2005, str. 134–147;