

SPIS TREŚCI

Przedmowa	7
-----------------	---

MATERIAŁY INŻYNIERSKIE

WPROWADZENIE – RODZAJE MATERIAŁÓW INŻYNIERSKICH	9
1. WIĄZANIA MIĘDZY ATOMAMI	11
1.1. WIĄZANIA PIERWOTNE	12
1.2. WIĄZANIA WTÓRNE	13
2. SPOSOBY ROZMIESZCZENIA ATOMÓW W CIAŁACH STAŁYCH	14
2.1. STRUKTURA MATERIAŁÓW INŻYNIERSKICH	14
2.2. STRUKTURA NIEKRystaliczna	15
2.3. STRUKTURA KRystaliczna – ELEMENTY KRystalografii	15
2.3.1. Płaszczyzny krystalograficzne	17
2.3.2. Kierunki krystalograficzne	18
2.4. DEFEKTY STRUKTURY KRystalicznej	19
2.4.1. Defekty punktowe	19
2.4.2. Defekty liniowe	20
2.4.3. Defekty płaskie – powierzchniowe	24
2.4.4. Defekty objętościowe	26
3. CHARAKTERYSTYKA PODSTAWOWYCH WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW	27
3.1. GĘSTOŚĆ	27
3.2. SZTYWNOŚĆ – SPREŻYSTOŚĆ	27
3.3. WYTRZYMAŁOŚĆ	30
3.3.1. Wytrzymałość statyczna	30
3.3.2. Twardość	32
3.3.3. Odporność na pękanie – wiązkość	33
3.3.4. Wytrzymałość zmęczeniowa	35
3.3.5. Wytrzymałość na pełzanie	38
3.3.6. Odporność na zużycie wskutek tarcia	42
3.3.7. Odporność na korozję	43
4. METODY UMACNIANIA MATERIAŁÓW PLASTYCZNYCH	45
4.1. UMACNIANIE ODKSZTAŁCENIOWE	45
4.2. UMACNIANIE PRZEZ ROZTWÓR	48
4.3. UMACNIANIE WYDZIELENIOWE I DYSPERSYJNE	49
4.4. UMOCNIE NIE PRZEZ GRANICE ZIAREN	51

METALE I STOPY METALI

5. STRUKTURA METALI I STOPÓW	54
5.1. STRUKTURA METALI	54
5.2. STRUKTURA STOPÓW	56
5.2.1. Roztwory stałe	56
5.2.2. Fazy międzywęzłowe i międzymetaliczne	59
6. UKŁADY RÓWNOWAGI FAZOWEJ	61
6.1. UKŁADY DWUSKŁADNIKOWE	62
6.1.1. Układ z nieograniczoną rozpuszczalnością w stanie stałym	63
6.1.2. Układ równowagi z mieszaniną eutektyczną	64
6.1.3. Układ równowagi z przemianą perytektyczną	68
6.1.4. Układ równowagi z fazami międzymetalicznymi	71
6.1.5. Układ równowagi żelazo-węgiel	72
6.2. UKŁADY TRÓJSKŁADNIKOWE	81
6.3. RELACJE MIĘDZY RODZAJEM UKŁADU RÓWNOWAGI A WŁAŚCIWOŚCIAMI STOPU	82
7. KRZEPNIĘCIE I KRYSZTAŁIZACJA TWORZYW METALOWYCH	84
7.1. ELEMENTY TERMODYNAMIKI	84
7.2. KRYSZTAŁIZACJA CZYSTYCH METALI	85
7.2.1. Zarodkowanie fazy stałej	85
7.2.2. Wzrost kryształów	92
7.3. KRYSZTAŁIZACJA STOPÓW	92
7.4. STRUKTURA PIERWOTNA	94
8. PRZEMIANY FAZOWE W STANIE STAŁYM	96
8.1. SIŁA NAPĘDOWA PRZEMIAN FAZOWYCH W STANIE STAŁYM	96
8.2. ELEMENTY TEORII DYFUZJI	96
8.3. WYKRESY CTP	98
8.3.1. Przemiany dyfuzyjne	99
8.3.2. Przemiana bainityczna	104
8.3.3. Przemiana bezdyfuzyjna – martenzytyczna	105
8.4. UMACNIANIE WYDZIELENIOWE I DISPERSYJNE	110
9. ZMIANY STRUKTURY METALI I STOPÓW PODCZAS ODKSZTAŁCENIA. ZDROWIENIE I REKRYSZTAŁIZACJA	112
9.1. STRUKTURA MATERIAŁU ODKSZTAŁCONEGO	112
9.2. ODBUDOWA STRUKTURY PO ODKSZTAŁCENIU	113
9.2.1. Zdrowienie	114
9.2.2. Rekrystalizacja	115
9.2.3. Rozrost ziaren	116
10. STOPY ŻELAZA Z WĘGLEM	117
10.1. STAL	117
10.1.1. Rola zanieczyszczeń	118
10.1.2. Wpływ domieszek	118
10.1.3. Wpływ dodatków stopowych	119
10.2. STALIWO	123
10.3. ŻELIWO	124
10.3.1. Wpływ składu chemicznego na grafityzację żelaza	125
10.3.2. Wpływ składu chemicznego na rodzaj metalicznej osnowy	126

11. METODY ODDZIAŁYWANIA NA STRUKTURĘ I WŁAŚCIWOŚCI STOPÓW Fe-C	128
11.1. OBRÓBKA CIEPLNA STOPÓW Fe-C	128
11.1.1. Przemiana perlityczna	129
11.1.2. Przemiana bainityczna	130
11.1.3. Przemiana martenzytyczna	131
11.1.4. Przemiany podczas odpuszczania	132
11.1.5. Wyżarzanie stopów Fe-C	133
11.2. TECHNICZNE ASPEKTY OBRÓBKI CIEPLNEJ	138
11.3. ZŁOŻONE METODY OBRÓBKI CIEPLNEJ	140
11.3.1. Obróbka cieplno-chemiczna	140
11.3.2. Obróbka cieplno-plastyczna	150
12. PRZEMYSŁOWE STOPY ŻELAZA	152
12.1. STAL	152
12.1.1. Stal konstrukcyjna niestopowa	156
12.1.2. Stal konstrukcyjna stopowa	162
12.1.3. Stal narzędziowa	171
12.1.4. Stal i stopy o specjalnych właściwościach chemicznych i fizycznych	175
12.2. STAL MARAGING	180
13. ODLEWNICZE STOPY ŻELAZA Z WĘGLEM	182
13.1. STALIWO	182
13.1.1. Staliwo niestopowe (węglowe)	183
13.1.2. Staliwo stopowe	184
13.2. ŻELIWO	185
13.2.1. Żeliwo białe	188
13.2.2. Żeliwo szare	188
13.2.3. Żeliwo sferoidalne	193
13.2.4. Żeliwo stopowe	197
13.2.5. Żeliwo ciągliwe	198
13.2.6. Żeliwo z grafitem wermikularnym	200
14. STOPY METALI NIEŻELAZNYCH	202
14.1. METALE LEKKIE I ICH STOPY	202
14.1.1. Aluminium i jego stopy	203
14.1.2. Magnez i jego stopy	216
14.1.3. Tytan i jego stopy	217
14.2. METALE CIĘŻKIE I ICH STOPY	222
14.2.1. Miedź i jej stopy	222
14.2.2. Stopy niklu i kobaltu	228
14.2.3. Cynk i jego stopy	231
MATERIAŁY CERAMICZNE I SZKŁA	
15. WPROWADZENIE	234
15.1. CERAMIKI KRystaliczne – PODZIAŁ I ROLA MATERIAŁÓW CERAMICZNYCH	234
15.2. SZKŁA – CERAMIKA NIEKRystaliczna	236
15.3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI KONSTRUKCYJNYCH MATERIAŁÓW CERAMICZNYCH	237

16. STRUKTURA MATERIAŁÓW CERAMICZNYCH	240
16.1. ROZKŁAD ATOMÓW W MATERIAŁACH CERAMICZNYCH	241
16.2. MIKROSTRUKTURA MATERIAŁÓW CERAMICZNYCH	243
17. WŁAŚCIWOŚCI CERAMIKI	246
17.1. WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE	246
17.1.1. Moduł sprężystości materiałów ceramicznych	247
17.1.2. Wytrzymałość	249
17.1.3. Twardość	250
17.1.4. Kruchość materiałów ceramicznych	252
17.1.5. Zależność wytrzymałości ceramiki od czasu	255
17.2. WŁAŚCIWOŚCI CIEPLNE	257
17.2.1. Odporność na gwałtowne zmiany temperatury	257
17.2.2. Pełzanie i zmęczenie cieplne	258
18. WYTWARZANIE I KSZTAŁTOWANIE CERAMIKI – WAŻNIEJSZE GATUNKI CERAMIKI TECHNICZNEJ	260
18.1. WYTWARZANIE CERAMIKI I INFORMACJE PODSTAWOWE	260
18.2. WAŻNIEJSZE GATUNKI CERAMIKI TECHNICZNEJ	262
18.2.1. Tlenek aluminium Al_2O_3	262
18.2.2. Azotek krzemu Si_3N_4	263
18.2.3. Ceramika cyrkonowa ZrO_2	264
18.2.4. Ceramika karborudowa SiC	265
18.3. WŁAŚCIWOŚCI CERAMIKI TECHNICZNEJ	266
18.4. MOŻLIWOŚCI PODWYŻSZANIA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH MATERIAŁÓW CERAMICZNYCH	270

MATERIAŁY KOMPOZYTOWE

19. KOMPOZYTY	271
19.1. WPROWADZENIE	271
19.1.1. Klasyfikacja kompozytów	272
19.1.2. Elementy mechaniki kompozytów	275
19.2. RODZAJE WZMOCNIENIA ORAZ GRANICA ROZDZIAŁU MIĘDZY WZMOCNIENIEM A OSNOWĄ	283
19.2.1. Włókna syntetyczne nieorganiczne	284
19.2.2. Elementy wzmacniające w postaci wiskersów oraz cząstek	290
19.3. KOMPOZYTY O OSNOWIE METALOWEJ	291
19.3.1. Wprowadzenie	291
19.3.2. Wytwarzanie kompozytów o osnowie metalowej	292
19.3.3. Reakcje na granicy rozdziału wzmocnienie-osnowa	297
19.3.4. Właściwości mechaniczne kompozytów	297
19.3.5. Zastosowanie kompozytów o osnowie metalowej	301
20. KOMPOZYTY O OSNOWIE CERAMICZNEJ	304
20.1. WPROWADZENIE	304
20.2. WYTWARZANIE KOMPOZYTÓW O OSNOWIE CERAMICZNEJ	305
20.3. PRZEGLĄD WAŻNIEJSZYCH KOMPOZYTÓW O OSNOWIE CERAMICZ- NEJ	308
20.3.1. Kompozyty o osnowie Al_2O_3	308
20.3.2. Kompozyty o osnowie szklisto-ceramicznej	310
20.3.3. Kompozyty węglowo-węglowe	311

LITERATURA	314
------------------	-----