

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.	Plaszczyzny 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 pęczanie	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
	UMOCNIENIE PRZEZ GRANICE ZIAREN	

	STRUKTURA METALI I STOPÓW	54
5.	STRUKTURA METALI	54
6.	STRUKTURA STOPÓW	56
5.2.1.	Roztwory stałe	56
5.2.2.	Fazy międzywęzłowe i międzymetaliczne	59
	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
	KRZEPNIĘCIE I KRystalIZACJA TWORZYW METALOWYCH	84
7.1.	ELEMENTY TERMODYNAMIKI	84
7.2.	KRystalIZACJA CZYSTYCH METALI	85
7.2.1.	Zarodkowanie fazy stałej	85
7.2.2.	Wzrost kryształów	92
7.3.	KRystalIZACJA STOPÓW	92
7.4.	STRUKTURA PIERWOTNA	94
	PRZEMIANY FAZOWE W STANIE STAŁYM	96
8.1.	SIŁA NAPĘDOWA PRZEMIANY 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 DYSPERSYJNE	110
	ZMIANY STRUKTURY METALI I STOPÓW PODCZAS ODKSZTAŁCENIA, ZDROWIENIE I REKRystalIZACJA	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
	STOPY ŻELAZA Z WĘGLEM	117
i. STAL		117
10.1.1.	Rola zanieczyszczeń	118
10.1.2.	Wpływ domieszek	118

10.1.3.	Wpływ dodatków stopowych	119
	STALIWO	123
	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
	Przemiana perlityczna	129
	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 OBRÓBKİ CIEPLNEJ	138
11.3.	ZŁOŻONE METODY OBRÓBKİ 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
	Stal konstrukcyjna niestopowa	156
12.1.2.	Stal konstrukcyjna stopowa	162
	Stal narzędziowa	171
	Stal i stopy o specjalnych właściwościach chemicznych i fizycznych ..	175
12.2.	STAL MARAGING	180
13.	ODLEWNICZE STOPY ŻELAZA Z WĘGŁEM	182
13.1.	STALIWO	182
13.1.1.	Staliwo niestopowe (węglowe)	183
13.1.2.	Staliwo stopowe	184
13.2.	ŻELIWO	185
	Żeliwo białe	188
	Żeliwo szare	188
13.2.3.	Żeliwo sferoidalne	193
13.2.4.	Żeliwo stopowe	197
	Żeliwo ciągliwe	198
	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
	Stopy niklu i kobaltu	228
	Cynk i jego stopy	231
	MATERIAŁY CERAMICZNE I SZKŁA	
13.	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
	STRUKTURA MATERIAŁÓW CERAMICZNYCH	240
	ROZKŁAD ATOMÓW W MATERIAŁACH CERAMICZNYCH	241
	MIKROSTRUKTURA MATERIAŁÓW CERAMICZNYCH	243
	WŁAŚCIWOŚCI CERAMIKI	246
	WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE	246
	Moduł sprężystości materiałów ceramicznych	247
	Wytrzymałość	249
	Twardość	250
	Kruchość materiałów ceramicznych	252
	Zależność wytrzymałości ceramiki od czasu	255
	WŁAŚCIWOŚCI CIEPLNE	257
	Odporność na gwałtowne zmiany temperatury	257
	Pękanie i zmęczenie cieplne	258
	WYTWARZANIE I KSZTAŁTOWANIE CERAMIKI - WAŻNIEJSZE GATUNKI CERAMIKI TECHNICZNEJ	260
	WYTWARZANIE CERAMIKI I INFORMACJE PODSTAWOWE	260
	WAŻNIEJSZE GATUNKI CERAMIKI TECHNICZNEJ	262
	Tlenek aluminium Al_2O_3	262
	Azotek krzemu Si_3N_4	263
	Ceramika cyrkonowa ZrO_2	264
	Ceramika karborudowa SiC	265
	WŁAŚCIWOŚCI CERAMIKI TECHNICZNEJ	266
	MOŻLIWOŚCI PODWYŻSZANIA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH MATERIAŁÓW CERAMICZNYCH	270

MATERIAŁY KOMPOZYTOWE		
KOMPOZYTY	271	
WPROWADZENIE	271	
Klasyfikacja kompozytów	272	
Elementy mechaniki kompozytów	275	
RODZAJE WZMOCNIENIA ORAZ GRANICA ROZDZIAŁU MIĘDZY WZMOCNIENIEM A OSNOWĄ	283	
Włókna syntetyczne nieorganiczne	284	
Elementy wzmacniające w postaci wiskersów oraz cząstek	290	
KOMPOZYTY O OSNOWIE METALOWEJ	291	
Wprowadzenie	291	
Wytwarzanie kompozytów o osnowie metalowej	292	
Reakcje na granicy rozdziału wzmocnienie-osnowa	297	
Właściwości mechaniczne kompozytów	297	
Zastosowanie kompozytów o osnowie metalowej	301	
KOMPOZYTY O OSNOWIE CERAMICZNEJ	304	
WPROWADZENIE	304	
WYTWARZANIE KOMPOZYTÓW O OSNOWIE CERAMICZNEJ	305	
PRZEGLĄD WAŻNIEJSZYCH KOMPOZYTÓW O OSNOWIE CERAMICZNEJ	308	
Kompozyty o osnowie Al_2O_3	308	
Kompozyty o osnowie szklisto-ceramicznej	310	
Kompozyty węglowo-węglowe	311	

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