

Spis treści

Przedmowa.....	9
Wstęp.....	11
Wykaz skrótów.....	12
1. Stan naprężenia i odkształcenia.....	13
2. Struktura mono- i polikryształów.....	20
2.1. Wprowadzenie.....	20
2.2. Fonony.....	21
2.3. Defekty punktowe.....	21
2.3.1. Charakterystyka ogólna.....	21
2.3.2. Wakancje i atomy międzywęzłowe.....	22
2.3.3. Atomy domieszek.....	24
2.3.4. Wzajemne oddziaływanie defektów punktowych.....	27
2.4. Defekty liniowe.....	28
2.4.1. Geneza dyslokacji.....	28
2.4.2. Teoretyczna wytrzymałość kryształu.....	30
2.4.3. Pojęcie dyslokacji.....	31
2.4.4. Wektor Burgersa dyslokacji.....	35
2.4.5. Pole naprężeń dyslokacji.....	36
2.4.5.1. Charakterystyka ogólna.....	36
2.4.5.2. Dyslokacja śrubowa.....	37
2.4.5.3. Dyslokacja krawędziowa.....	37

2.4.6.	Energia własna dyslokacji.....	39
2.4.7.	Napięcie linii dyslokacji.....	41
2.4.8.	Konfiguracje dyslokacji.....	42
2.4.8.1.	Pętle dyslokacyjne.....	42
2.4.8.2.	Siatki dyslokacji.....	46
2.4.8.3.	Dyslokacje helikoidalne.....	48
2.4.8.4.	Śpiętrzenia dyslokacji.....	49
2.4.8.5.	Sploty dyslokacji.....	51
2.4.9.	Dyslokacje jednostkowe i cząstkowe.....	52
2.4.10.	Wskaźnikowy zapis dyslokacji.....	53
2.4.11.	Dyslokacje w różnych typach sieci.....	54
2.4.11.1.	Dyslokacje w sieci 1	54
2.4.11.2.	Dyslokacje w sieci $A3$	63
2.4.11.3.	Dyslokacje w sieci Al	67
2.4.12.	Metody badania dyslokacji.....	69
2.5.	Defekty powierzchniowe.....	74
2.5.1.	Charakterystyka ogólna.....	74
2.5.2.	Granice ziarn.....	75
2.5.2.1.	Systematyka.....	75
2.5.2.2.	Teorie budowy granic ziarn.....	77
2.5.3.	Granice bliźniacze.....	86
2.5.4.	Granice międzyfazowe.....	89
2.5.5.	Określanie energii granic ziarn i granic międzyfazowych.....	91
2.5.6.	Oddziaływanie granic ziarn z defektami punktowymi.....	93
2.5.7.	Oddziaływanie granic ziarn z dyslokacjami.....	95

3. Rola defektów w odkształceniu plastycznym 97

3.1.	Defekty punktowe.....	97
3.1.1.	Wiadomości wstępne.....	97
3.1.2.	Rola wakacji - wspinanie dyslokacji.....	97
3.1.3.	Rola atomów domieszek w procesie odkształcenia plastycznego metali.....	99
3.1.3.1.	Umacnianie roztworów stałych przez atomy domieszek.....	99
3.1.3.2.	Tarcie wewnętrzne (efekt Snoeka).....	102
3.1.3.3.	Oddziaływanie między atomami domieszek i dyslokacjami.....	107
3.2.	Rola dyslokacji w odkształceniu plastycznym.....	113
3.2.1.	Odształcenie plastyczne jako ruch poślizgowy dyslokacji.....	113
3.2.2.	Siły Peierlsa-Nabarro.....	114
3.2.3.	Siły działające na dyslokację.....	116
3.2.4.	Powstawanie i rozmnażanie się dyslokacji.....	117
3.2.5.	Ruch poślizgowy pętli dyslokacyjnej.....	121
3.2.6.	Poślizg poprzeczny dyslokacji.....	122
3.2.7.	Przeszkody w ruchu poślizgowym dyslokacji.....	124
3.2.7.1.	Wzajemne oddziaływanie dyslokacji.....	124
3.2.7.2.	Reakcje między dyslokacjami.....	127
3.2.7.3.	Przecinanie się dyslokacji.....	129
3.2.7.4.	Oddziaływanie chemiczne dyslokacji.....	136
3.2.7.5.	Blokowanie ruchu dyslokacji przez cząstki obcych faz.....	137
3.3.	Rola granic ziarn w procesie odkształcenia.....	140
3.4.	Wpływ granic międzyfazowych na proces odkształcenia. Nadplastyczność.....	143

4. Odształcenie plastyczne metali mono- i polikrystalicznych	145
4.1. Wprowadzenie	145
4.2. Anizotropia własności kryształów i polikryształów	146
4.3. Krytyczne naprężenie poślizgu	151
4.4. Systemy poślizgu	152
4.5. Wzór Schmid-Boasa	156
4.6. Fenomenologia odkształcenia plastycznego	158
4.6.1. Wykresy rozciągania monokryształów	158
4.6.2. Odształcanie monokryształów o sieci <i>Al</i>	159
4.6.3. Odształcanie monokryształów o sieci <i>Al</i>	167
4.6.4. Odształcanie monokryształów o sieci <i>A3</i>	169
4.6.5. Odształcanie bikryształów	171
4.7. Teorie umocnienia odkształceniowego	176
4.8. Bliźniakowanie	177
4.9. Zginanie monokryształu	185
4.10. Odształcenie polikryształów	186
4.11. Wpływ wysokiego ciśnienia na plastyczność	191
4.12. Nanomateriały	191
4.12.1. Charakterystyka ogólna	191
4.12.2. Nanomateriały na podstawie metalowej	192
4.12.3. Nanomateriały na podstawie ceramicznej	192
4.12.4. Nanomateriały na podstawie polimerowej	193
5. Przemiany wywołane nagrzewaniem po odkształceniu plastycznym	194
5.1. Struktura materiału po zgnieciu	194
5.2. Uwalnianie zmagazynowanej energii odkształcenia podczas wyżarzania	196
5.3. Zdrowienie	198
5.4. Rekrytalizacja (pierwotna)	203
5.5. Rozrost ziarn	211
5.5.1. Charakterystyka procesu	211
5.5.2. Czynniki hamujące rozrost ziarn	213
5.5.3. Wtórna rekrytalizacja	217
5.5.4. Tekstura rekrytalizacji	217
5.6. Dynamiczne zdrowienie i dynamiczna rekrytalizacja	218
5.7. Praktyczne aspekty rekrytalizacji i rozrostu ziarn	220
5.8. Obróbka cieplno-plastyczna (OCP)	221
5.8.1. Klasyfikacja procesów OCP	221
5.8.2. Wpływ OCP na strukturę	222
5.8.3. Wpływ OCP na własności	223
5.9. Pamięć kształtu	224
6. Niszczenie materiału pod wpływem działania naprężeń	227
6.1. Wprowadzenie	227
6.2. Pękanie	228
6.2.1. Charakterystyka ogólna	228

6.2.2.	Pękanie plastyczne.....	228
6.2.3.	Pękanie kruche.....	231
6.2.3.1.	Charakterystyka ogólna.....	231
6.2.3.2.	Sprężyste mikropęknięcia Griffitha.....	232
6.2.3.3.	Zarodkowanie pęknięć i ich rozprzestrzenianie się.....	233
6.2.3.4.	Fraktografia kruchego pękania.....	237
6.2.3.5.	Próba liniowo-sprężystej mechaniki pękania.....	238
6.3.	Zmęczenie metali.....	240
6.3.1.	Charakterystyka ogólna.....	240
6.3.2.	Zmiany strukturalne spowodowane zmęczeniem.....	242
6.3.3.	Mechanizmy powstawania pęknięć zmęczeniowych.....	243
6.3.3.1.	Charakterystyka ogólna.....	243
6.3.3.2.	Model Wooda (1955 r.).....	244
6.3.3.3.	Model Cottrella-Halla (1957 r.).....	245
6.3.3.4.	Model Motta (1958 r.).....	246
6.3.4.	Czynniki wpływające na wytrzymałość zmęczeniową metali.....	247
6.4.	Pełzanie.....	249
6.4.1.	Charakterystyka ogólna.....	249
6.4.2.	Krzywa pełzania.....	249
6.4.3.	Charakter krzywych pełzania.....	251
6.4.4.	Mechanizmy pełzania.....	253
6.4.4.1.	Wprowadzenie.....	253
6.4.4.2.	Pokonywanie sił Peierlsa.....	253
6.4.4.3.	Mechanizm dyfuzji wakancji.....	254
6.4.4.4.	Przecinanie się dyslokacji.....	255
6.4.4.5.	Wspinanie dyslokacji i poligonizacja.....	255
6.4.4.6.	Poślizg po granicach ziarn.....	257
Literatura.....		260
Skorowidz.....		263