

# Spis treści

Streszczenie . . . . .	9
Summary . . . . .	11
Wykaz ważniejszych oznaczeń . . . . .	13
<b>1. Wprowadzenie . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>2. Krystalograficzny opis bliźniakowania . . . . .</b>	<b>19</b>
2.1. Elementy bliźniakowania . . . . .	19
2.2. Relacje bliźniacze . . . . .	22
2.2.1. Relacje bliźniacze w metalach i stopach . . . . .	23
2.2.2. Bliźniaki w układzie regularnym i heksagonalnym. . . . .	25
2.2.3. Bliźniaki w innych układach krystalograficznych. . . . .	27
2.2.4. Bliźniaki w roztworach uporządkowanych . . . . .	28
2.2.5. Bliźniaki w kwazikryształach . . . . .	29
2.2.6. Bliźniaki w wiskersach i nanocząstkach. . . . .	29
2.3. Charakterystyka granic bliźniaczych. . . . .	29
2.4. Podsumowanie. . . . .	31
<b>3. Klasyfikacja i właściwości bliźniaków w metalach i stopach. . . . .</b>	<b>32</b>
3.1. Klasyfikacja bliźniaków. . . . .	32
3.1.1. Klasyfikacja morfologiczna bliźniaków. . . . .	32
3.1.2. Klasyfikacja krystalograficzna bliźniaków. . . . .	34
3.1.3. Klasyfikacja bliźniaków w metalach i stopach (ze względu na sposób ich powstawania) . . . . .	35
3.2. Bliźniaki odkształcenia. . . . .	37
3.2.1. Morfologia i warunki występowania - rola energii błędu ułożenia . . . . .	38
3.2.2. Geometria odkształcenia przez bliźniakowanie. . . . .	39
3.2.3. Mechanizmy bliźniakowania. . . . .	41
3.2.4. Dyslokacyjna budowa granic bliźniaczych. . . . .	44
3.2.5. Oddziaływanie dyslokacji z granicami bliźniaczymi. . . . .	45
3.2.6. Wpływ bliźniakowania na procesy pękania . . . . .	46
3.3. Bliźniaki powstające z fazy ciekłej i gazowej. . . . .	47

3.3.1. Bliźniaki krzepnięcia. . . . .	47
3.3.2. Bliźniaki osadzania i kondensacji. . . . .	48
3.4. Bliźniaki wyżarzania i rekrytalizacji . . . . .	48
3.4.1. Morfologia i warunki występowania bliźniaków wyżarzania . . . . .	49
3.4.2. Mechanizmy zarodkowania i wzrostu bliźniaków wyżarzania . . . . .	50
3.4.3. Relacja pomiędzy energią granic ziaren i energią granic bliźniaczych . . . . .	52
3.5. Bliźniaki przemiany fazowej. . . . .	52
3.5.1. Klasyfikacja przemian fazowych . . . . .	53
3.5.2. Krystalograficzny aspekt przemian fazowych . . . . .	53
3.6. Podsumowanie. . . . .	55
<b>4. Bliźniaki przemian bezdyfuzyjnych . . . . .</b>	<b>56</b>
4.1. Bliźniaki przemiany martenzytycznej. . . . .	56
4.1.1. Podstawy przemiany martenzytycznej . . . . .	56
4.1.2. Klasyfikacja morfologiczna martenzytu. . . . .	57
4.1.3. Rola bliźniakowania w przemianie martenzytycznej. . . . .	58
4.1.4. Parametry krystalograficzne bliźniaków w martenzycie . . . . .	58
4.1.5. Morfologia i warunki występowania bliźniaków w martenzycie. . . . .	60
4.2. Bliźniaki przemiany $A1 \rightarrow A3 \rightarrow A1$ . . . . .	62
4.3. Podsumowanie. . . . .	63
<b>5. Bliźniaki i mikrobliźniaki przemiany dyfuzyjnej . . . . .</b>	<b>64</b>
5.1. Stale niskowęglowe o podwyższonej wytrzymałości . . . . .	65
5.1.1. Mikrododatki w stalach niskowęglowych. . . . .	66
5.1.2. Wydzielanie węglikoazotków w stalach niskowęglowych z mikrododatkami. . . . .	68
5.2. Bliźniaki w stalach niskowęglowych . . . . .	71
5.2.1. Warunki występowania i morfologia . . . . .	72
5.2.2. Czynniki wpływające na częstość bliźniakowania . . . . .	73
5.2.3. Mechanizmy powstawania bliźniaków przemiany dyfuzyjnej . . . . .	74
5.3. Podsumowanie . . . . .	77
<b>6. Metody badania bliźniaków. . . . .</b>	<b>78</b>
6.1. Obrazy dyfrakcyjne struktur złożonych . . . . .	79
6.1.1. Analiza kształtu węzła sieci odwrotnej . . . . .	81
6.1.2. Efekty wielokrotnej dyfrakcji . . . . .	82
6.2. Analiza dyfrakcyjna bliźniaków . . . . .	83
6.3. Podsumowanie. . . . .	84
<b>7. Bliźniaki (mikrobliźniaki) przemiany w stalach niskowęglowych - cel pracy. . . . .</b>	<b>85</b>
7.1. Bliźniaki przemiany dyfuzyjnej . . . . .	86
7.2. Bliźniaki przemiany bezdyfuzyjnej . . . . .	86
7.3. Inne rodzaje bliźniaków występujące w stalach niskowęglowych . . . . .	87

7.4. Materiał do badań .....	87
7.5. Metodyka badań .....	89
7.5.1. Transmisyjny mikroskop elektronowy .....	89
7.5.2. Inne metody badań .....	90
7.6. Podsumowanie .....	92
<b>8. Analiza występowania bliźniaków przemiany dyfuzyjnej .....</b>	<b>93</b>
8.1. Morfologia i warunki występowania .....	93
8.1.1. Badania przy użyciu mikroskopu świetlnego .....	93
8.1.2. Badania przy użyciu transmisyjnego mikroskopu elektronowego .....	99
8.1.3. Analiza czynników wpływających na występowanie bliźniaków przemiany .....	106
8.2. Analiza dyfrakcyjna i analiza śladów .....	113
8.2.1. Bliźniaki listwowe .....	113
8.2.2. Bliźniaki złożone .....	127
8.2.3. Ziarna zbliźnionzone .....	133
8.2.4. Bliźniaki wyspowe .....	135
8.2.5. Inne formy występowania bliźniaków .....	136
8.3. Weryfikacja modeli bliźniakowania .....	139
8.3.1. Zależność Kurdjumowa-Sachsa .....	139
8.3.2. Modele Bakera i Heikkinena .....	141
8.3.3. Rozwinięcie modelu własnego .....	143
8.3.4. Dyskusja .....	149
<b>9. Inne rodzaje bliźniaków występujące w stalach niskowęglowych .....</b>	<b>153</b>
9.1. Bliźniaki w martenzycie .....	153
9.1.1. Bliźniaki w martenzycie listwowym .....	153
9.1.2. Bliźniaki w martenzycie stali wykazującej efekt TRIP .....	156
9.2. Bliźniaki w austenicie .....	157
<b>10. Podsumowanie .....</b>	<b>159</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>162</b>
<b>Uzupełnienia .....</b>	<b>175</b>