

Spis treści

Od autorów	7
WPROWADZENIE	8
Materiały metaliczne w inżynierii materiałowej	
Definicja i rodzaje materiałów metalicznych	
Stany skupienia	
Przemiany fazowe w ujęciu termodynamicznym	
Przemiana ciec-ciało stałe w technologii metali i stopów	
1. PODSTAWY KRYSTALIZACJI CZYSTYCH METALI	21
1.1.Wprowadzenie	21
Równowagowa temperatura przemiany fazowej	
Wpływ ciśnienia na temperaturę przemiany fazowej	
Wpływ krzywizny kryształu na temperaturę przemiany fazowej	
Energia pędna krystalizacji	
Przemiana fazowa pierwszego rzędu	
1.2. Zarodkowanie kryształów	30
Zarodkowanie heterogeniczne	
Zarodkowanie dynamiczne	
1.3. Wzrost kryształów	39
Front krystalizacji	
Mechanizmy wzrostu kryształów	
Stabilność frontu krystalizacji	
2. PODSTAWY KRYSTALIZACJI STOPÓW	50
2.1. Wprowadzenie	50
Fazy w stopach metalicznych	
Roztwory stałe w ujęciu termodynamicznym	
Wykres równowagi fazowej w układzie dwuskładnikowym	
Podstawowe pojęcia dotyczące krystalizacji stopów	
2.2. Krystalizacja stopów jednofazowych	59
Przechłodzenie stężeniowe	
Mikrosegregacja	
Krystalizacja nierównowagowa	
2.3. Krystalizacja stopów wielofazowych	64
Stopy techniczne	
2.3.1. Stopy z ograniczoną rozpuszczalnością składników w stanie stałym i eutektyką	64
Wykresy równowagi fazowej	
Rodzaje eutektyk	
Krystalizacja eutektyki płytkowej	

Krystalizacja stopów nominalnie jednofazowych	
2.3.2. Stopy z ograniczoną rozpuszczalnością składników w stanie stałym i perytektyką	72
Wykresy równowagi fazowej	
Krystalizacja perytektyki	
3. KRYSTALIZACJA KIERUNKOWA	78
3.1. Wprowadzenie	78
Krystalizacja objętościowa i kierunkowa	
3.2. Monokrystalizacja	79
Monokryształy	
Metody hodowania monokryształów metalicznych	
3.3. Krystalizacja anizotropowych kompozytów <i>in situ</i>	84
Krystalizacja kierunkowa stopów eutektycznych	
Warunki i metody wytwarzania kompozytów <i>in situ</i>	
3.4. Rafinacja metodą strefowego topienia	87
„Normalna” kierunkowa krystalizacja stopu	
Topienie strefowe	
4. STRUKTURA PIERWOTNA METALI I STOPÓW	93
4.1. Strefy morfologii mikrostruktury w odlewach i wlewkach	93
Ogólna charakterystyka	
Strefa kryształów zamrożonych	
Strefa kryształów słupkowych	
Strefa kryształów równoosiowych	
4.2. Krystalizacja i struktura wlewków stalowych	102
Sposoby odlewania wlewków	
Wpływ stopnia odtlenienia kąpeli metalicznej na makrostrukturę wlewka stalowego	
Krystalizacja wlewka stalowego	
4.3. Czynniki wpływające na proces krystalizacji i makrostrukturę odlewów i wlewków	109
Sposoby modyfikowania	
Drgania i mieszanie ciekłego metalu	
Temperatura odlewania	
Odlewanie suspensyjne	
Krystalizacja pod ciśnieniem	
5. KRYSTALIZACJA PROSZKÓW I GRANULEK Z FAZY CIEKŁEJ	125
5.1. Metalurgia proszków	125
Ogólna charakterystyka	
5.2. Wytwarzanie proszków drobnych - rozpylanie	126
Metody rozpylania	
Rozpylanie strumieniem gazu	
Rozpylanie wodą	
Rozpylanie odśrodkowe	
Rozpylanie wirującą wodą i na wirującym dysku	
Rozpylanie rozpuszczonym gazem	
5.3. Granulacja	142

Metody granulacji	
5.4. Sferoidyzacja proszków	144
Charakterystyka procesu	
6. KRYSTALIZACJA KOMPOZYTÓW EX SITU	147
6.1. Wprowadzenie	147
Wytwarzanie kompozytów	
6.2. Wytwarzanie kompozytów metodą infiltracji preform	147
Sposoby łączenia preform z ciekłą osnową	
6.3. Wytwarzanie kompozytów zbrojonych cząstkami	151
Kompozyty zbrojone cząstkami	
Wytwarzanie suspensji	
Krystalizacja suspensji metal-faza obca	
7. KRYSTALIZACJA POROWATYCH MATERIAŁÓW METALICZNYCH	159
7.1. Piankowe materiały metaliczne	159
Struktury komórkowe	
Procesy wytwarzania pianek	
7.2. Gazary	162
Ogólna charakterystyka	
Krystalizacja eutektyk gazowych	
Metody wytwarzania gazarów	
8. SZYBKA KRYSTALIZACJA METALI	169
8.1. Struktura mikrokryształiczna stopów	169
Szybka krystalizacja odlewów	
Właściwości mechaniczne	
8.2. Szkła metaliczne	171
Faza stała amorficzna	
Proces zeszklenia	
Podatność na zeszklenie	
Właściwości mechaniczne i fizyczne	
Ograniczona stabilność cieplna	
8.3. Metody szybkiego przejścia fazowego stan ciekły→ciało stałe	179
Szkło metaliczne	
Literatura uzupełniająca	183
Skorowidz	185
Spis tabel	187
Spis rysunków	188
Streszczenie	199
Summary	200