

Spis treści

Wstęp	9
ROZDZIAŁ 1. Elementy teorii plastyczności i mechaniki kompozytów	11
1.1. Wybrane zagadnienia teorii plastyczności	11
1.1.1. Stan naprężenia w punkcie	11
1.1.2. Stan odkształcenia w punkcie	23
1.1.3. Prawo zachowania masy	28
1.1.4. Literatura	31
1.2. Elementy teorii plastyczności metalicznych ciał nieściśliwych	31
1.2.1. Literatura	34
1.3. Elementy teorii plastyczności metalicznych ciał porowatych	34
1.3.1. Warunki plastyczności materiałów ściśliwych	34
1.3.1.1. Warunek plastyczności Kuhna–Downeya	35
1.3.1.2. Warunek plastyczności Greena	35
1.3.1.3. Warunek plastyczności Oyane	36
1.3.1.4. Warunek plastyczności Hirschvogla	36
1.3.1.5. Warunek plastyczności Höneßa	37
1.3.1.6. Energetyczny warunek plastyczności	39
1.3.2. Analiza warunków plastyczności	41
1.3.3. Empiryczne związki pomiędzy parametrami odkształcania a wybranymi własnościami porowatych materiałów metalicznych	49
1.3.4. Literatura	57
1.4. Elementy mechaniki kompozytów	58
1.4.1. Kompozyt jako układ mechaniczny	58
1.4.2. Reguła mieszanin	63
1.4.3. Teoria komórek	65

1.4.4. Kompozyty wzmocnione dyskretnymi włóknami	68
1.4.5. Wytrzymałość kompozytów wzmocnionych dyskretnymi włóknami	70
1.4.6. Kompozyty umocnione cząstkami	73
1.4.7. Literatura	75
ROZDZIAŁ 2. Procesy kształtowania na gorąco spiekanych materiałów	76
2.1. Kucie w matrycach zamkniętych	76
2.1.1. Wytwarzanie odkuwek z proszków metali	80
2.1.2. Linie technologiczne do kucia spieków	84
2.1.3. Aspekty ekonomiczne kucia spieków	86
2.2. Wyciskanie	88
2.3. Literatura	93
ROZDZIAŁ 3. Wybrane zagadnienia modelowania odkształcania spieków i kompozytów	95
3.1. Plastyczność materiałów otrzymanych z proszków	95
3.2. Fizyczne i numeryczne modelowanie procesu wyciskania	100
3.2.1. Fizyczne modelowanie wyciskania współbieżnego wyprasek	100
3.2.2. Analiza metodą elementów skończonych płynięcia materiału w procesie wyciskania współbieżnego	104
3.2.2.1. Wpływ kształtu narzędzi na płynięcie materiału w procesie wyciskania współbieżnego	106
3.2.3. Analiza metodą elementów skończonych procesu wyciskania przeciwbieżnego	111
3.3. Analiza procesu kucia w matrycy zamkniętej	113
3.4. Modelowanie odkształcania kompozytów umocnionych cząstkami	114
3.5. Literatura	121
ROZDZIAŁ 4. Materiały o dużej gęstości otrzymywane z proszków, spieków metali i kompozytów	123
4.1. Materiały z proszków żelaza i jego stopów	123
4.1.1. Własności odkształcanych na gorąco spiekanych stali	123

4.1.2. Aspekty materiałowo-technologiczne wytwarzania odkuwki ze spieków	129
4.1.3. Literatura	134
4.2. Materiały z proszków na osnowie aluminium	135
4.2.1. Klasyfikacja stopów aluminium	135
4.2.1.1. Stopy aluminium do przeróbki plastycznej utwardzane dyspersyjnie	137
4.2.1.2. Duraluminium oraz inne stopy do przeróbki plastycznej utwardzane dyspersyjnie	138
4.2.1.3. Stopy aluminium na odkuwki i wyroby tłoczone	141
4.2.1.4. Siluminy oraz inne stopy aluminium na odlewy kształtowe	142
4.2.1.5. Żarowytrzymałe stopy aluminium	145
4.2.2. Wytwarzanie wyrobów z proszków stopów aluminium	145
4.2.2.1. Nowe stopy aluminium otrzymane metodą metalurgii proszków	147
4.2.3. Literatura	151
4.3. Kompozyty na osnowie aluminium wzmocnione włóknami ceramicznymi	151
4.3.1. Charakterystyka materiałów kompozytowych na osnowach metalicznych	152
4.3.2. Metody otrzymywania wzmocnionych włóknami kompozytów na osnowach metalicznych	153
4.3.3. Zastosowanie i perspektywy rozwoju wzmocnionych włóknami materiałów kompozytowych na osnowie aluminium	160
4.3.4. Własności kompozytów na osnowie stopów aluminium wzmocnionych włóknami ceramicznymi	162
4.3.4.1. Kompozyty na osnowie proszku aluminium wzmocnione włóknami Al_2O_3	166
4.3.4.2. Kompozyty na osnowie proszków stopów aluminium wzmocnione włóknami Al_2O_3	176
4.3.5. Literatura	183
4.4. Kompozyty na osnowie stopów aluminium umocnione cząstkami fazy twardej	185
4.4.1. Literatura	198

4.5. Materiały z proszków stopów tytanu	198
4.5.1. Charakterystyka tytanu i jego stopów	198
4.5.2. Procesy metalurgiczne otrzymywania stopów tytanu	204
4.5.3. Stopy tytanu otrzymane metodą metalurgii proszków	205
4.5.3.1. Wpływ odkształcania na strukturę i własności stopu Ti6Al4V otrzymanego z proszku	206
4.5.4. Literatura	215
Podsumowanie	217