

Spis treści

Skróty i symbole	15
1. Rozwój techniki - ocena rynku i prognozy	23
1.1. Przegląd rynku tworzyw sztucznych	23
1.2. Nowe kierunki rozwojowe tworzyw sztucznych	29
1.3. Nowe metody przetwórstwa	35
1.4. Wizerunek tworzyw sztucznych	43
1.5. Ceny i struktura przemysłu	44
2. Ogólna charakterystyka materiałów polimerowych	47
2.1. Zasady struktury	47
2.2. Stany fazowe	51
2.3. Charakterystyka odkształceniowa	55
3. Budowa materiałów polimerowych	60
3.1. Struktura makrocząsteczek	60
3.2. Wiązania główne i poboczne	67
3.2.1. Wiązania wartościowości głównej	69
3.2.2. Wiązania wartościowości pobocznej (siły międzycząsteczkowe)	70
3.2.2.1. Siły dipol-dipol	70
3.2.2.2. Siły indukcyjne	71
3.2.2.3. Siły dyspersyjne	71
3.2.2.4. Wiązanie wodorowe (mostek wodorowy)	72
3.3. Reakcja od monomeru do polimeru	73
3.3.1. Polimeryzacja	77
3.3.1.1. Rodzaje polimeryzacji	78
3.3.1.2. Metody prowadzenia polimeryzacji	80
3.3.2. Polikondensacja	83
3.3.3. Poliaddycja	86
3.3.4. Porównanie polimeryzacji, polikondensacji i poliaddycji	87
3.3.5. Masa cząsteczkowa	88
3.3.5.1. Rozrzut masy cząsteczkowej	88
3.3.5.2. Średnia masa cząsteczkowa	90
3.3.5.3. Wpływ na właściwości	91
4. Struktura materiałów polimerowych	99
4.1. Homogeniczne materiały polimerowe	99
4.1.1. Stan amorficzny	99

4.1.2. Stan krystaliczny	101
4.1.2.1. Tworzenie zarodków krystalizacji	106
4.1.2.2. Wzrost kryształów	111
4.1.2.3. Nadstruktury krystaliczne	118
4.1.2.4. Temperatura topnienia i krystalizacji	132
4.1.3. Stan usieciowany	134
4.1.3.1. Duroplasty	134
4.1.3.2. Elastomery	140
4.2. Heterogeniczne materiały polimerowe	141
4.2.1. Polistyreny modyfikowane kauczukiem	143
4.2.1.1. Budowa	143
4.2.1.2. Powstawanie crazów	146
4.2.1.3. Mechanizm zwiększenia ciągliwości (wiązkości)	152
4.2.2. Zmiękczenie	157
4.2.2.1. Zmiękczenie zewnętrzne	157
4.2.2.2. Zmiękczenie wewnętrzne	160
4.3. Heterogeniczne materiały kompozytowe	161
4.3.1. Tworzywa polimerowe wzmacniane włóknami	162
4.3.2. Działanie napęniające i wzmacniające (współautor: prof, dr inż. J. Kabelka)	168
4.3.2.1. Obciążanie w kierunku włókien	173
4.3.2.2. Obciążanie prostopadłe do kierunku włókien	179
4.3.3. Nanokompozyty	188
4.3.4. Napęlniacze funkcjonalne	189
5. Termiczno-mechaniczny opis stanu	194
5.1. Obszar energii sprężystej	197
5.2. Obszar kauczuko- lub entropowo-sprężysty	200
5.3. Przemiana szklista	204
5.4. Obszar płynięcia	208
5.5. Wpływ budowy cząsteczek na temperatury mięknięcia i topnienia	210
6. Właściwości mechaniczne	216
6.1. Ogólne wiadomości o odkształceniach	216
6.1.1. Właściwości mechaniczne	218
6.1.1.1. Zachowanie się liniowo lepkosprężyste	223
6.1.1.2. Parametry wytrzymałości	225
6.1.1.3. Właściwości charakteryzujące odkształcenie	228
6.1.1.4. Temperatura	232
6.1.1.5. Nasiąkliwość wodą	235
6.1.1.6. Ciągliwość (wiązkość)	237
6.1.2. Zachowanie się tworzyw przy długotrwałym odkształcaniu	240
6.1.3. Nieliniowe zachowanie się w trakcie odkształcania	246
6.1.3.1. Amorficzne termoplasty	246
6.1.3.2. Częściowo krystaliczne termoplasty	247

6.1.4. Wieloosiowe naprężenia (<i>wspólnie z prof. dr. inż. J. Kabelką</i>)	254
6.1.4.1. Tworzywa sztuczne nie wzmacniane	255
6.1.4.2. Wzmocnione tworzywa sztuczne	258
6.2. Orientacja i naprężenia własne	264
6.2.1. Orientacja	264
6.2.1.1. Zamrożona, nieodwracalna orientacja cząsteczek	264
6.2.1.2. Siły skurczu	269
6.2.1.3. Orientacja napęnlennia	270
6.2.2. Naprężenia własne	271
6.2.2.1. Ciepłne naprężenia własne	272
6.2.2.2. Naprężenia własne spowodowane dociskaniem	275
6.2.2.3. Naprężenia własne związane z obtryskiwaniem/ zatapianiem	275
6.2.2.4. Naprężenia własne związane ze strukturą materiału	276
7. Starzenie i stabilizacja	278
7.1. Starzenie	278
7.2. Obciążenie termiczne	281
7.2.1. Trwałość kształtu w podwyższonej temperaturze	281
7.2.2. Odporność cieplna	285
7.2.3. Granice temperatura - czas	287
7.2.4. Degradacja podczas przetwórstwa	289
7.3. Stabilizacja	292
8. Krótki przegląd wybranych tworzyw sztucznych	294
Literatura	333
Skorowidz	341