



Spis treści

7. KOMPOZYTY POLIMEROWE	1
7.1. Charakterystyka kompozytów	1
7.1.1. Wpływ wody na kompozyty	6
7.2. Napelniacze	7
7.2.1. Napelniacze proszkowe	9
7.2.2. Związki preceramiczne (napelniacze specjalnego zastosowania)	14
7.2.3. Skala twardości Mohsa	18
7.3. Napelniacze włókniste	18
7.3.1. Włókna monokrystaliczne (wiskery)	20
7.3.2. Włókna azbestowe	22
7.3.3. Włókna bazaltowe	22
7.3.4. Włókna nieorganiczne z boru	23
7.3.5. Włókna szklane	24
7.3.6. Tkaniny i maty	31
7.3.7. Zagrożenie powodowane włóknami szklanymi	33
7.4. Włókna węglowe	34
7.5. Włókna metaliczne	39
7.6. Włókna naturalne	40
7.6.1. Włókna roślinne	40
7.6.2. Włókna drewna i mączka drzewna	46
7.7. Korek dębowy	47
7.8. Nanokompozyty hybrydowe	48
7.8.1. Nanonapelniacze	49
7.9. Kompozyty jednoskładnikowe	58
7.9.1. Laminaty (kompozyty warstwowe)	59
7.10. Kompozyty warstwowe	63
7.11. Kompozyty elektroprowadzące	66

7.12. Kompozyty magnetyczne	70
7.13. Kompozyty ekranujące promieniowanie elektromagnetyczne	70
7.14. Biokompozyty	71
7.14.1. Kompozyty biodegradowalne oparte na skrobi	74
7.15. Biokompozyty w medycynie	74
7.16. Uszkodzenia użytkowe kompozytów	81
7.16.1. Defekty technologiczne i użytkowe	81
7.16.2. Właściwości fizyczne i mechaniczne polimerów i kompozytów pod działaniem sił zewnętrznych	83
7.16.3. Procesy starzenia polimerów i kompozytów	90
7.17. Metody przetwórstwa kompozytów (wybrane zagadnienia)	94
7.17.1. Otrzymywanie tłoczyw i impregnatu	94
7.17.2. Laminowanie	96
7.17.3. Prasowanie ciśnieniowe płytowe	99
7.17.4. Pultruzja	100
7.17.5. Metoda nawijania	101
7.17.6. Metoda wtryskiwania żywicy	101
7.17.7. Metoda RIM	102
7.17.8. Spawanie termoplastycznych kompozytów	102
7.18. Betony i ich modyfikacja polimerami	104
7.19. Zastosowanie polimerów i kompozytów w przemyśle motoryzacyjnym	106
7.19.1. Samochody	106
7.19.2. Lotnictwo	109
7.19.3. Pojazdy kosmiczne	110
7.20. Polimery i kompozyty samonaprawiające się	111
7.21. Zastosowanie polimerów i kompozytów dla celów wojskowych	114
7.21.1. Kompozyty kuloodporne	115
8. BARWIENIE I METALIZOWANIE POLIMERÓW	119
8.1. Podstawy wiedzy o barwach	119
8.2. Barwniki stosowane do barwienia tworzyw polimerowych i włókien	125
8.2.1. Pigmenty	128
8.4. Barwienie termoplastów	135
8.5. Barwienie duroplastów	137
8.6. Techniki drukarskie stosowane w drukowaniu na polimerach	138
8.7. Drukowanie 3D	141
8.8. Metalizowanie polimerów	143

8.8.1. Metalizowanie bezprądowe	144
8.8.2. Metalizowanie elektrolityczne	145
8.8.3. Metalizowanie elektrolityczne	147
8.8.4. Metalizowanie metodami fizycznymi	147
9. DODATKI I ŚRODKI POMOCNICZE W PRZETWÓRSTWIE POLIMERÓW I TWORZYW POLIMEROWYCH	149
9.1. Wstęp	149
9.2. Stabilizatory termiczne	150
9.3. Środki smarujące	151
9.4. Porofory	153
9.5. Plastyfikatory	154
9.6. Środki opóźniające palenie	157
9.7. Przeciwutleniacze	162
9.8. Fotostabilizatory	166
9.9. Antystatyki	168
9.10. Środki poślizgowe i antypoślizgowe	168
9.11. Środki przyspieszające degradację	169
9.12. Środki i polimery biocydowe	171
10. TOKSYKOLOGIA MONOMERÓW, POLIMERÓW I TWORZYW SZTUCZNYCH	176
10.1. Oddziaływanie polimerów na organizm człowieka	176
10.2. Toksykologia monomerów	178
10.3. Toksykologia polimerów	179
10.4. Toksykologia tworzyw polimerowych	180
10.5. Zagrożenia toksyczne w procesach produkcyjnych polimerów i tworzyw polimerowych	181
10.6. Zagrożenia toksyczne w pożarach i procesach spalania tworzyw polimero- wych	181
11. RECYKLING POLIMERÓW I TWORZYW POLIMEROWYCH	186
11.1. Odpady tworzyw polimerowych	186
11.2. Zielona chemia w recyklingu odpadów tworzyw polimerowych	194
11.3. Odpady tworzyw sztucznych w wodach powierzchniowych	195

11.4. Odpady tworzyw polimerowych w morzach i oceanach	197
11.5. Recykling polimerów i tworzyw polimerowych	198
11.6. Biorecykling	199
11.7. Recykling wybranych polimerów	201
11.7.1. Recykling termoplastów winylowych	201
11.7.2. Recykling poli(chlorku winylu) (PVC)	201
11.7.3. Recykling poliestrów termoplastycznych	204
11.7.4. Recykling poliuretanów i pianek poliuretanowych	206
11.7.5. Recykling duroplastów	207
11.8. Recykling kompozytów z włóknami wzmacniającymi	208
11.9. Recykling tworzyw polimerowych z pojazdów samochodowych	208
11.10. Recykling wyrobów gumowych i opon samochodowych	209
11.11. Recykling odpadów szklanych	213
11.12. Spalanie tworzyw polimerowych	214
11.13. Ekobilans polimeru	215
11.14. Polityka ustawodawcza państwa sprzyjająca recyklingowi polimerów i tworzyw polimerowych	216
12. WODA W STRUKTURACH POLIMERÓW	219
12.1. Właściwości fizyczne wody	219
12.2. Właściwości higroskopijne polimerów	221
12.3. Wpływ wody na szkło	224
12.4. Polimery rozpuszczalne w wodzie	225
12.5. Polielektrolity amfoteryczne	227
12.6. Naturalne polimery rozpuszczalne w wodzie	228
12.7. Woda w strukturach biopolimerów	229
13. JONOWE UKŁADY POLIMEROWE	230
13.1. Surfaktanty	230
13.2. Monomery amfifilowe	232
13.3. Kopolimery amfifilowe	235
13.4. Uporządkowane struktury tworzone przez związki amfifilowe	236
14. UKŁADY ZWIĄZANE Z KOLOIDAMI	238

14.1. Koloidy	238
14.2. Dyspersje	242
14.2.1. Emulsje i mikroemulsje	243
14.3. Flokulacja	246
14.4. Agregaty koloidalne	247
15. UKŁADY MICELARNE	248
15.1. Budowa miceli	248
15.2. Micele wielowarstwowe	250
15.3. Błony biologiczne (polimeryczne agregaty asocjacyjne)	251
16. NANOMATERIAŁY POLIMEROWE	256
16.1. Krótka historia i definicje nanonauki	256
16.2. Nanomateriały	257
16.2.1. Nanowarstwy polimerowe	259
16.3. Nanomateriały polimerowe	266
16.3.2. Zastosowania nanomateriałów i nanocząsteczek	267
16.4. Nanocząstki metali	267
16.4.1. Nanocząstki srebra	267
16.4.2. Nanocząstki złota	269
16.4.3. Zastosowania nanocząstek metali	271
16.4.4. Plazmony na nanocząstkach metali	272
16.5. Nanopolimery węglowe	273
16.5.1. Grafen	273
16.5.2. Fulereny	282
16.5.3. Nanorurki węglowe	285
16.5.4. Nanowłókna i nanokapsułki węglowe, otrzymywane metodą syntezy spalenkowej	298
16.5.5. Karbin	298
16.5.6. Poliny i polikumuleny	300
16.6. Działania toksyczne nanomateriałów	301
16.6.1. Działania toksyczne nanopolimerów węglowych	303
17. POLIMERY SUPRAMOLEKULARNE	304
17.1. Chemia supramolekularna	304
17.2. Wiązania niekowalencyjne	306
17.2.1. Siły van der Waalsa	307
17.2.2. Wiązania wodorowe	309
17.2.3. Oddziaływania donorowo-akceptorowe (koordynacyjne)	310

17.2.4. Oddziaływania efektu hydrofobowego	311
17.2.5. Oddziaływania stackingowe	311
17.2.6. Oddziaływania jonowe	311
17.2.7. Kompleksy „gospodarz–gość”	312
17.3. Polimery supramolekularne rozpoznania molekularnego „gospodarz–gość”	313
17.3.1. Polimery z eterami koronowymi	314
17.3.3. Polimery z kryptandami	319
17.3.4. Polimery z grupami porfinyrowymi	320
17.3.5. Polimery kaliksarenowe	326
17.4. Maszyny supramolekularne	328
17.4.1. Rotaksany i polirotaksany	329
17.4.2. Katenany i polikatenany	333
17.4.3. Cyklodekstryny i policyklodekstryny	334
17.4.4. Maszyny molekularne	338
17.4.5. Biologiczne maszyny molekularne	338
LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA	341