

PRZEDMOWA	7
Część I	
OGÓLNE PROBLEMY PROJEKTOWANIA I WYTWARZANIA KOMPOZY- TÓW (opracował S. Wojciechowski)	9
1. Definicja kompozytów i ich klasyfikacja	9
1.1. Definicja kompozytów	9
1.2. Klasyfikacja kompozytów	11
2. Ogólne wytyczne projektowania struktury kompozytów	11
2.1. Wstęp	11
2.2. Właściwości sumaryczne i wynikowe	12
3. Ogólne informacje o kompozytach konstrukcyjnych	15
4. Włókna stosowane do zbrojenia kompozytów	18
4.1. Wstęp	18
4.2. Włókna szklane	20
4.3. Włókna boru	24
4.4. Włókna węglowe	28
4.5. Włókna organiczne	30
4.6. Wyroby z włókna szklanego, węglowego i organicznego, służące do zbrojenia kompozytów	31
4.7. Inne włókna	33
4.7.1. Włókna ceramiczne	33
4.7.2. Włókna metaliczne	34
4.7.3. Włókna naturalne	34
4.8. Dopuszczalny promień zginania włókna	35
4.9. Problemy rozwoju produkcji włókien do zbrojenia kompozytów	37
5. Problemy wytwarzania kompozytów o osnowie metalicznej	38
5.1. Wstęp	38
5.2. Główne problemy związane ze zbrojeniem włóknami	39
5.3. Powierzchnia rozdziału włókno-osnowa i procesy degradacji włókna w osnowach metalicznych	42
5.4. Wybrane przykłady metod łączenia włókna z ciekłą osnową	44
5.5. Wybrane przykłady metod łączenia włókna z osnową przez przerób- kę plastyczną lub zgrzewanie	45
5.6. Podstawowe metody wykorzystujące metalurgię proszków	47
5.7. Kompozyty metaliczne zbrojone cząstkami	47
5.8. Kompozyty <i>in situ</i> – metody otrzymywania i właściwości	49
5.8.1. Warunki otrzymywania kompozytów <i>in situ</i>	50
5.8.2. Metody otrzymywania kompozytów <i>in situ</i>	51
5.8.3. Właściwości kompozytów <i>in situ</i>	52
5.8.4. Możliwości wykorzystania kompozytów <i>in situ</i>	53

6. Problemy wytwarzania kompozytów o osnowie ceramicznej	55
6.1. Wstęp	55
6.2. Rodzaje osnowy ceramicznej	59
6.2.1. Ceramika techniczna	59
6.2.2. Szkła i tworzywa szklanoceramiczne	59
6.2.3. Węgiel	60
6.3. Wybrane metody wytwarzania	60
6.3.1. Prasowanie i spiekanie	60
6.3.2. Techniki wykorzystujące gęstwę	60
6.3.3. Formowanie przetłoczone	61
6.3.4. Osadzanie próżniowe metodami chemicznymi lub fizycznymi ..	61
6.3.5. Metody wykorzystujące reakcje między ciekłym prekursorem osnowy i środowiskiem gazowym. Samorozwijająca się synteza wysokotemperaturowa	61
6.4. Przykłady kompozytów z osnową ceramiczną	61
6.4.1. Kompozyty z osnową Al_2O_3	61
6.4.2. Kompozyty szklane i szklanoceramiczne	62
6.4.3. Kompozyty C-C	63
7. Problemy związane z upowszechnieniem stosowania kompozytów	64
8. Osiągnięcia w zakresie stosowania kompozytów	66
8.1. Kompozyty o osnowie polimerowej	66
8.2. Kompozyty o osnowie metalicznej	70
8.3. Kompozyty o osnowie ceramicznej	71
8.4. Wpływ warunków eksploatacji na właściwości kompozytów kons- trukcyjnych	73
8.4.1. Informacje ogólne	73
8.4.2. Kompozyty o osnowie polimerowej	74
8.4.3. Kompozyty o osnowie metalicznej	79
8.4.4. Kompozyty o osnowie ceramicznej	80
Literatura do Cz. I	81
Część II	
KOMPOZYTY POLIMEROWE (rozdziały: 9, 12.1, 12.2 i 13 opracował J. Ka- puściński, pozostałe rozdziały – A. Boczkowska)	83
9. Wprowadzenie	83
10. Materiały stosowane do wytwarzania kompozytów polimerowych	84
11. Polimery stosowane jako osnowa w kompozytach	86
11.1. Duroplasty	87
11.2. Termoplasty	88
12. Kompozyty włókniste – wybrane zagadnienia	91
12.1. Właściwości kompozytów włóknistych	91
12.2. Technika sycenia a właściwości kompozytów	102
13. Kompozyty proszkowe	107
13.1. Napelniacze proszkowe	107
13.2. Właściwości kompozytów proszkowych	108
13.3. Warstwy licowe	113
14. Kompozyty warstwowe i hybrydowe	115
14.1. Kompozyty warstwowe	115
14.2. Kompozyty hybrydowe	118
15. Nanokompozyty – otrzymywanie, właściwości i przykładowe zastosowa- nia	119

16. Wybrane metody jednostkowej produkcji kompozytów polimerowych ..	122
16.1. Formowanie ręczne	123
16.2. Formowanie natryskowe	124
16.3. Formowanie próżniowe	124
16.4. Formowanie ciśnieniowo-próżniowe	125
16.5. Formowanie w autoklawie	125
16.6. Formowanie między dwiema formami sztywnymi	126
16.7. Formowanie za pomocą gumowego stempla	127
16.8. Formowanie w zamykanych formach dwudzielnych	127
17. Nowoczesne wielkoseryjne metody wytwarzania kompozytów polimerowych i ich zastosowania	129
17.1. Pultruzja	129
17.2. Metoda SMC	130
17.3. Metoda BMC	135
17.4. Metoda ciągłego nawijania	137
17.5. Metoda RTM	138
17.6. Metody R-RIM i S-RIM	140
17.7. Metody wytwarzania wyrobów kompozytowych z termoplastów wzmocnionych	141
18. Problemy techniczne i ekonomiczne recyklingu kompozytów polimerowych	144
Literatura do Cz. II	148

Część III

PODSTAWY MECHANIKI TECHNICZNEJ KOMPOZYTÓW (rozdział 24 opracował Z. Lindemann, pozostałe rozdziały – D. Witemberg-Perzyk)	151
19. Wprowadzenie	151
20. Podstawy modelowania kompozytów	152
20.1. Podstawowe założenia przyjmowane przy modelowaniu kompozytów	153
20.2. Mikromechanika i makromechanika kompozytów	153
21. Podstawowe pojęcia i zależności mechaniki ciał odkształcalnych	154
21.1. Stan naprężenia	154
21.2. Stan odkształcenia	156
21.3. Związki fizyczne	158
21.3.1. Elementarne związki fizyczne	158
21.3.2. Uogólnione prawo Hooke'a	160
21.3.3. Przypadki szczególne anizotropii	162
22. Sztywność kompozytów z jednokierunkowo ułożonym włóknem ciągłym 165	
22.1. Związki fizyczne dla warstwy jednokierunkowej w jej osiach głównych	166
22.2. Związki fizyczne dla warstwy jednokierunkowej w osiach dowolnych	171
22.3. Charakterystyki techniczne warstwy jednokierunkowej	175
22.4. Wyznaczanie stałych technicznych warstwy metodami mikromechaniki	177
23. Sztywność laminatów	182
23.1. Budowa laminatów	182
23.2. Klasyfikacja laminatów	184
23.3. Właściwości sprężyste symetrycznych laminatów ortotropowych ..	185
23.4. Charakterystyki techniczne symetrycznych laminatów ortotropowych	188

24. Wytrzymałość kompozytów z włóknem ciągłym	191
24.1. Wytrzymałość kompozytów wzmocnionych jednokierunkowo	192
24.2. Hipotezy wyężenia	197
24.3. Wytrzymałość laminatów	202
25. Kompozyty z włóknem krótkim	206
25.1. Rozkład naprężeń i odkształceń w obrębie włókna. Długość krytyczna włókna	206
25.2. Naprężenie średnie we włóknie	209
25.3. Sztywność i wytrzymałość kompozytów z włóknem krótkim	211
26. Metodyka projektowania elementów z materiałów kompozytowych	213
Literatura do Cz. III	217