

Spis treści

<u>Wstęp</u>	9
<u>1. Wiadomości wprowadzające</u>	11
1.1. Uwagi wstępne	13
1.2. Określenia podstawowe	13
1.3. Stosowana notacja	15
1.4. Klasyfikacja kompozytów konstrukcyjnych	16
<u>2. Stosowane modele i uproszczenia</u>	18
2.1. Uwagi wstępne	18
2.2. Podstawowe własności mechaniczne kompozytów włóknistych	18
2.3. Niektóre założenia upraszczające	20
<u>3. Zagadnienia obciążeń wewnętrznych</u>	23
3.1. Uwagi wstępne	23
3.2. Definicja tensora naprężenia	
3.3. Szczególne wartości tensora naprężenia	29
3.4. Wybrane układy współrzędnych	30
3.5. Tensor naprężenia w dwóch wymiarach	32
<u>4. Analiza geometrii odkształcenia</u>	33
4.1. Uwagi wstępne	
4.2. Tensor małych odkształceń	33
4.3. Interpretacja geometryczna tensora odkształcenia	37
4.4. Wybrane układy współrzędnych	39
4.5. Tensor prędkości odkształcenia	41

4.6.	Równania nierozdzielności	41
4.7.	Dokładność pomiaru odkształceń	42
5.	<u>Zasady zachowania</u>	44
5.1.	Uwagi wstępne	44
5.2.	Zasada zachowania pędu	44
5.3.	Zasada zachowania krętu	45
5.4.	Zasada zachowania energii	47
5.5.	Wybrane postacie równań równowagi	49
6.	<u>Równania konstytutywne kompozytów</u>	51
6.1.	Uwagi wstępne	51
6.2.	Ogólne związki sprężystości	51
6.3.	Symetria związków konstytutywnych	53
6.4.	Transformacja tensorów sztywności i podatności	57
7	-	
7.	<u>Wytrzymałość ciał anizotropowych</u>	61
7.1.	Uwagi wstępne	61
7.2.	Podstawy teoretyczne	61
7.3.	Właściwości tensorów wytrzymałości	63
7.4.	Opis wytrzymałości ciał izotropowych	65
7.5.	Obliczanie naprężeń równoważnych	67
8.	<u>Własności lepkosprężyste kompozytów</u>	69
8.1.	Uwagi wstępne	69
8.2.	Podstawy lepkosprężystości anizotropowej	70
8.3.	Wybrane funkcje lepkosprężystości	71
8.4.	Funkcja wykładnicza ułamkowa	73
9.	<u>Teorie wzmocnienia kompozytów</u>	76
9.1.	Uwagi wstępne	76
9.2.	Wstępna ocena właściwości kompozytu	77
9.3.	Graniczne wartości stałych sprężystości	83
9.4.	Poprawki numeryczne granicznych stałych sprężystości	84
9.5.	Rozwiązanie teorii sprężystości modelu kompozytu	88
9.6.	Wzmocnienie krótkimi włóknami	95
9.7.	Ściskanie osiowe kompozytów włóknistych	99
9.8.	Obliczanie koncentracji naprężeń w warstwie	101

10.	<i><u>Kompozyty warstwowe. Teoria laminowania</u></i>	104
10.1.	Uwagi wstępne	104
10.2.	Wyznaczanie składowych tensora sprężystości laminatu	105
10.3.	Analiza własności laminatów symetrycznych	108
10.4.	Analiza wyników teorii laminowania	112
11.	<i><u>Zasady projektowania konstrukcji Z materiałów laminowanych</u></i>	115
11.1.	Uwagi wstępne	115
11.2.	Dobór struktury laminatów	115
11.3.	Projektowanie struktury laminatu dla zadanych obciążeń	117
11.4.	Projektowanie optymalnej struktury laminatów	119
12.	<i><u>Specyficzne właściwości laminatów</u></i>	121
12.1.	Uwagi wstępne	121
12.2.	Efekty brzegowe w laminatach	121
12.3.	Wytrzymałość czasowa laminatów	125
12.4.	Pękanie w kompozytach i laminatach polimerowych	130
12.5.	Modelowanie niszczenia warstw laminatu	136
13.	<i><u>Proste rozwiązania stosowanej teorii sprężystości ciał anizotropowych</u></i>	139
13.1.	Uwagi wstępne	139
13.2.	Rozciąganie i ściskanie	139
13.3.	Ścinanie	142
13.4.	Skręcanie	142
13.5.	Zginanie i wyboczenie prętów	148
14.	<i><u>Cienkościenne konstrukcje laminowane</u></i>	155
14.1.	Uwagi wstępne	155
14.2.	Rozciąganie i ściskanie prętów	155
14.3.	Zginane pręty laminowane	158
14.4.	Ścinanie w prętach laminowanych	160
14.5.	Skręcanie cienkościennych prętów laminowanych	164
14.6.	Cienkie płyty laminowane	172
14.7.	Laminowane kołowo symetryczne powłoki cienkościenne	176

15.	<i><u>Analiza komputerowa kompozytów</u></i>	188
15.1.	Uwagi wstępne	188
15.2.	Metoda reszt ważonych	189
15.3.	Pojęcie elementu skończonego	190
15.4.	Metoda elementów skończonych	193
15.5.	Mikroanaliza kompozytów	199
15.6.	Analiza konstrukcji kompozytowych	200
16.	<i><u>Badania doświadczalne własności kompozytów polimerowych</u></i>	203
16.1.	Uwagi wstępne	203
16.2.	Badania doświadczalne wytrzymałości kompozytów	204
16.3.	Badania doświadczalne sztywności kompozytów	206
17.	<i><u>Właściwości składników kompozytów</u></i>	214
17.1.	Uwagi wstępne	214
17.2.	Własności niektórych żywic osnowy	215
17.3.	Własności niektórych włókien wzmacniających	216
17.4.	Typowe własności kompozytów	216
18.	<i><u>Komputerowe programy pomocnicze</u></i>	218
	<i><u>Literatura</u></i>	220
	<i><u>Skorowidz</u></i>	223