

Spis treści

Wstęp	9
Wykaz podstawowych oznaczeń	11
I Teoretyczne i doświadczalne podstawy obliczania ram i nadwozi	13
1.1 Ogólny stan naprężeń w ciałach sprężystych	13
1.2 Swobodne skręcanie prętów	15
1.2.1 Prawo rozkładu i sposób obliczania naprężeń skręcających	16
1.2.2 Kąt skręcenia pręta	20
1.2.3 Graniczne wartości naprężeń i kąta skręcenia	20
1.2.4 Zastosowanie wyprowadzonych wzorów	21
1.2.5 Pręt obciążony momentem jednostkowym	23
1.2.6 Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych	25
1.2.6.1 Pręt o przekroju eliptycznym	28
1.2.6.2 Pręt o przekroju prostokątnym	29
1.2.6.3 Przekroje o kształtach złożonych	36
1.2.7 Swobodne skręcanie profili cienkościennych otwartych	37
1.2.8 Wpływ połączeń (naroży) na wartość momentu bezwładności	42
1.2.9 Skręcanie cienkościennych prętów o profilach zamkniętych jednoobwodowych	48
1.2.10 Skręcanie cienkościennych konstrukcji o wieloobwodowych zamkniętych przekro- jach poprzecznych	53
1.2.11 Nośność graniczna przy skręcaniu i analogia wzgórza piaskowego	56
1.2.12 Koncentracja naprężeń w skręcanych prętach	60
1.2.13 Prawo Hooke'a i energia sprężysta odkształconego ciała	66
1.2.14 Zastosowanie energii sprężystej do obliczania skręcanych prętów	73
1.3 Nieswobodne skręcanie prętów cienkościennych	77
1.3.1 Zależności między odkształceniem i naprężeniem	79
1.3.2 Zależności między naprężeniami i obciążeniami wewnętrznymi oraz pojęcie bimo- mentu	82
1.3.3 Określenie podstawowych charakterystyk przekrojów otwartych	85
1.3.3.1 Pole wycinkowe	85
1.3.3.2 Środek skręcania	87
1.3.3.3 Główny biegun zerowy	99
1.3.3.4 Wycinkowy moment bezwładności i wycinkowy moment statyczny	100
1.3.4 Metoda mnożenia wykresów	102
1.3.5 Przykład obliczania charakterystyk przekroju niesymetrycznego	103

1.3.6	Środek ścinania i wycinkowy moment bezwładności złożonych przekrojów	109
1.3.7	Równanie różniczkowe kąta skręcenia złożonych przekrojów i szczególne przypadki skręcania prętów	111
1.3.7.1	Równanie różniczkowe	111
1.3.7.2	Szczególne przypadki skręcania prętów	116
1.3.8	Skręcanie prętów z przewiązkami	125
1.3.9	Wpływ sposobu mocowania pręta na stan odkształceń i naprężeń	133
1.3.9.1	Metoda doświadczalna obliczania odkształceń i naprężeń	133
1.3.9.2	Metoda analityczna obliczania odkształceń i naprężeń	138
1.3.9.3	Węzeł elastyczny ze względu na skręcanie	146
1.3.9.4	Koncentracja naprężeń i rozkład nacisków w otoczeniu nitów	154
1.3.9.5	Złożony stan naprężeń w prętach cienkościennych	162
1.3.10	Optymalny dobór przekroju poprzecznego pręta cienkościennego	165
1.3.11	Deplanacja prętów o przekroju zamkniętym	170
1.3.11.1	Wpływ deplanacji profilu zamkniętego na stan naprężeń przy skręcaniu	176
1.3.11.2	Określenie charakterystyk geometrycznych przekrojów zamkniętych	179
1.3.11.3	Przykład zastosowania wyprowadzonych wzorów określających skręcanie profili zamkniętych	185
1.4	Wyboczenie i zginanie konstrukcji cienkościennych	186
1.4.1	Ogólna utrata stateczności prętów	186
1.4.1.1	Podstawowe zależności	186
1.4.1.2	Wyboczenie sprężysto-plastyczne	191
1.4.2	Dźwigary powierzchniowe	198
1.4.2.1	Cylindryczne ściskanie tarcz	202
1.4.2.2	Tarcza ściskana w dwóch kierunkach	203
1.4.2.3	Tarcza swobodnie podparta na całym konturze i ściskana w jednym kierunku	205
1.4.2.4	Tarcze ścinane	209
1.4.2.5	Tarcza cienka zginana i ścinana w swej płaszczyźnie	212
1.4.2.6	Tarcze wzmocnione żebrami	214
1.4.2.7	Powłoka cylindryczna swobodnie podparta na całym obwodzie, ściskana wzdłuż jednej osi i ścinana	217
1.4.3	Zginanie płyt	220
1.4.4	Zastosowanie energii sprężystej i pracy sił zewnętrznych do analizy płyt	227
1.5	Wytrzymałość zmęczeniowa prętów cienkościennych i węzłów ram samochodowych	232
1.5.1	Współczynnik kształtu α_k	236
1.5.2	Trwałość elementów ram samochodowych przy zginaniu i nieswobodnym skręcaniu	239
1.5.3	Wytrzymałość zmęczeniowa węzłów ram	242
2	Budowa i obliczanie ram	247
2.1	Budowa i rodzaje ram	247
2.2	Metoda sił i metoda przemieszczeń	251
2.3	Uproszczona metoda obliczania ram	266
2.3.1	Uproszczona metoda obliczania ram na zginanie	266
2.3.2	Uproszczona metoda obliczania ram na skręcanie	267
2.4	Podstawy metody elementów skończonych (MES)	282
2.5	Systemy komputerowe i optymalne obliczanie ram	302
3	Budowa i obliczanie nadwozi samochodowych	308
3.1	Budowa i podział nadwozi samochodowych	308
3.1.1	Porównanie czterech wersji nadwozi	312
3.1.2	Zastosowanie konstrukcji przekładkowych do budowy nadwozi	313

3.2	Obliczanie nadwozi	316
3.2.1	Uproszczona metoda obliczania nadwozi	316
3.2.2	Metoda elementów skończonych w zastosowaniu do obliczania nadwozi	325
3.2.2.1	Stan tarczowy	328
3.2.2.2	Stan płytowy (zapisany w przemieszczeniach)	331
3.2.2.3	Stan tarczowo-płytowy	334
3.2.2.4	Element pręto-powierzchniowy	336
4	Obciążenia ram i nadwozi	345
4.1.	Uproszczona metoda obliczania obciążeń ram i nadwozi	346
4.1.1	Obciążenia pojazdów dwuosiowych	346
4.1.2	Obciążenia skracające zespołu ciągnik—naczepa	349
4.2	Droga jako źródło obciążeń losowych	351
4.3	Modelowanie pojazdów i ich obciążeń	355
	Literatura	361
	Skorowidz	365