

SPIS TREŚCI

Przedmowa do wydania trzeciego	9
1. WPROWADZENIE DO PRZEDMIOTU WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW	11
1.1. Uwagi wstępne	11
1.2. Zadania wytrzymałości materiałów	12
1.3. Podstawowe pojęcia wytrzymałości materiałów	13
1.4. Podstawowe uproszczenia stosowane w wytrzymałości materiałów	15
1.4.1. Siły wzajemnego oddziaływania dwóch atomów ciała stałego	16
1.5. Definicja naprężeń i stan napięcia	19
1.5.1. Pojęcie naprężenia średniego i naprężenia w danym punkcie	20
1.5.2. Pojęcie stanu naprężenia	20
1.5.3. Rodzaje stanu naprężenia w punkcie	21
1.5.4. Podział pól naprężeń ze względu na jednorodność	21
1.5.5. Składowe stanu naprężenia	21
1.6. Podział prostych przypadków obciążeń	22
1.7. Zasada de Saint-Venanta	24
1.8. Układy jednostek w obliczeniach wytrzymałościowych	26
2. MOMENTY STATYCZNE I MOMENTY BEZWŁADNOŚCI FIGUR PŁASKICH	27
2.1. Momenty statyczne figur płaskich	27
2.2. Momenty bezwładności figur płaskich	28
2.2.1. Pojęcie promienia bezwładności	29
2.2.2. Momenty bezwładności względem osi równoległych	31
2.2.3. Odśrodkowy moment bezwładności (moment dewiacji)	32
2.2.4. Momenty bezwładności względem osi obróconych	35
2.2.5. Osie główne i momenty bezwładności względem osi głównych	37
2.2.6. Wykreślny sposób wyznaczania momentów bezwładności	40
2.2.7. Przykłady obliczeniowe	42
3. PROSTE PRZYPADKI OBCIĄŻENIA	46
3.1. Rozciąganie i ściskanie	46
3.1.1. Prawo Hooke'a (1676)	46
3.1.2. Określanie właściwości mechanicznych materiałów	49
3.1.3. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa	53
3.1.4. Zasada superpozycji	54
3.1.5. Układy statycznie niewyznaczalne	56
3.1.6. Naprężenia cieplne (termiczne)	59
3.1.7. Naprężenia montażowe	60
3.1.8. Uwzględnianie wpływu ciężaru własnego przy rozciąganiu	61
3.2. Skręcanie prętów o przekroju kołowym	63
3.2.1. Pojęcie momentu skręcającego	63
3.2.2. Wyprowadzenie zależności określających wartości naprężeń w dowolnym punkcie przekroju poprzecznego wałka i wartości kąta skręcenia	64
3.2.3. Pojęcie wskaźnika wytrzymałości przekroju na skręcanie	68
3.2.4. Praca momentu skręcającego	69
3.2.5. Obliczenia wytrzymałościowe elementów skręcanych	70

3.2.6. Wykresy momentów skręcających i kątów skręcenia	71
3.2.7. Skręcanie prętów o przekrojach poprzecznych nieokrągłych	74
3.2.8. Naprężenia i odkształcenia w sprężynach śrubowych walcowych o małym kącie pochylenia zwojów	76
3.2.9. Zagadnienia statycznie niewyznaczalne przy skręcaniu	79
3.3. Zginanie prętów prostych	81
3.3.1. Uwagi wstępne	81
3.3.2. Rodzaje zginania	84
3.3.3. Definicje sił normalnych, sił tnących (poprzecznych) i momentów gnących	85
3.3.4. Zależność pomiędzy momentem zginającym, siłą poprzeczną a natężeniem obciążenia ciągłego w prętach prostych – twierdzenie Schwedlera-Żurawskiego	86
3.3.5. Wykresy momentów zginających i sił poprzecznych	88
3.3.6. Analiza stanu naprężenia i odkształcenia w przypadku czystego zginania	88
3.3.7. Obliczenia wytrzymałościowe belek zginanych	96
3.4. Czyste ścinanie	96
3.4.1. Odkształcenia przy czystym ścinaniu	99
3.4.2. Ścinanie technologiczne	101
4. TEORETYCZNE PODSTAWY WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW	107
4.1. Podstawowe pojęcia stosowane w analizie stanu naprężenia i odkształcenia	107
4.1.1. Pojęcie stanu naprężenia w punkcie	107
4.1.2. Sposoby określania stanu naprężenia	108
4.2. Analiza stanu naprężenia i odkształcenia	110
4.2.1. Analiza jednowymiarowego stanu naprężenia	110
4.2.2. Analiza dwuwymiarowego stanu naprężenia	113
4.2.3. Analiza trójwymiarowego stanu naprężenia	123
4.2.4. Analiza stanu odkształcenia	125
4.3. Energia odkształcenia sprężystego	132
4.3.1. Energia odkształcenia sprężystego dla prostych przypadków obciążania	132
4.3.2. Energia właściwa odkształcenia sprężystego w przypadku trójwymiarowego stanu naprężenia	139
4.3.3. Przykłady obliczania energii potencjalnej odkształcenia sprężystego w złożonych przypadkach obciążenia	144
5. PRZEGLĄD WYBRANYCH HIPOTEZ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH	147
5.1. Pojęcie wyężenia materiału	147
5.2. Przegląd hipotez wytrzymałościowych	148
5.2.1. Hipoteza największego naprężenia normalnego	149
5.2.2. Hipoteza największego odkształcenia jednostkowego	150
5.2.3. Hipoteza największego naprężenia stycznego	152
5.2.4. Hipoteza energii właściwej odkształcenia sprężystego	155
5.2.5. Hipoteza energii odkształcenia czysto postaciowego	156
5.2.6. Hipoteza niezmienników stanu naprężenia	160
6. WYTRZYMAŁOŚĆ ZŁOŻONA	165
6.1. Zginanie ukośne prętów prostych	165
6.2. Zginanie z rozciąganiem lub ściskaniem	170
6.3. Mimośrodowe ściskanie lub rozciąganie	173
6.4. Zginanie ze skręcaniem	176
6.5. Zginanie belek z udziałem sił poprzecznych	181
7. LINIE UGIĘCIA BELEK	189
7.1. Metoda analityczna określania linii ugięcia belek zginanych	200
7.2. Metoda Clebscha wyznaczania linii ugięcia belek przy kilku przedziałach całkowania	202

7.3. Metoda analityczno-wykreslna okrešlania linii ugięcia belek zginanych	206
7.3.1. Podstawy metody analityczno-wykreslonej	208
7.3.2. Sposoby doboru belki zastępczej	210
7.4. Zagadnienia statycznie niewyznaczalne przy zginaniu belek	218
8. WYBOCZENIE PRĘTÓW PROSTYCH	222
8.1. Pojęcie wyoboczenia i jego typowe przypadki	222
8.2. Zagadnienie Eulera	224
8.3. Zależności opisujące wyoboczenie niesprężyste	229
8.3.1. Wzór Tetmajera-Jasińskiego	229
8.3.2. Wzór Johnsona-Ostenfelda	230
8.4. Obliczenia wytrzymałościowe na wyoboczenie	231
8.4.1. Tok postępowania przy prowadzeniu obliczeń sprawdzających (wyznaczanie siły dopuszczalnej)	231
8.4.2. Tok postępowania przy prowadzeniu obliczeń projektowych (wymiarowanie)	232
9. METODY ENERGETYCZNE	234
9.1. Wiadomości wstępne	234
9.2. Energia sprężysta układów Clapeyrona	238
9.3. Twierdzenie Castigliana	240
9.4. Twierdzenie Bettiego	243
9.5. Twierdzenie Menabrei	248
9.6. Wyznaczanie przemieszczeń w układach statycznie wyznaczalnych metodą Maxwella-Mohra	251
10. WYBRANE ZAGADNIENIA TEORII POWŁOK	259
10.1. Uwagi wstępne	259
10.2. Teoria błonowa cienkościennych powłok osiowosymetrycznych	259
10.2.1. Naprężenia w powłoce kulistej	262
10.2.2. Naprężenia w walczaku	263
11. OBLICZANIE RUR GRUBOŚCIENNYCH	265
11.1. Stan naprężenia i odkształcenia w rurze grubościennej	265
11.2. Wyteżenie materiału rury grubościennej	269
11.3. Sposoby zwiększania jednorodności rozkładu naprężeń po grubości rury grubościennej	271
12. BELKI NA PODŁOŻU SPRĘŻYSTYM	273
12.1. Interpretacja fizyczna kolejnych pochodnych równania linii ugięcia belki	273
12.2. Równanie linii ugięcia belki spoczywającej na sprężystym podłożu	275
12.3. Równanie linii ugięcia belki nieskończenie długiej na podłożu sprężystym	277
12.4. Przykłady warunków brzegowych do wyznaczania stałych całkowania	278
12.4.1. Belka nieskończenie długa obciążona w środku siłą skupioną P	278
12.4.2. Belka z jednostronnym ograniczeniem długości siłą skupioną P	279
12.4.3. Belka z obustronnym ograniczeniem długości obciążona w środku siłą skupioną P	279
12.4.4. Belka z obustronnym ograniczeniem długości obciążona ciągłym obciążeniem o stałym natężeniu q	280
13. ZMĘCZENIE MATERIAŁÓW	281
13.1. Charakterystyka okresowo zmiennych obciążeń	281
13.1.1. Badania przy sterowaniu badań sygnałem odkształcenia	282
13.1.2. Badania przy sterowaniu badań sygnałem naprężenia	283
13.2. Miejsca występowania zjawiska zmęczenia i jego efekty	285
13.3. Kierunki badań procesu zmęczenia i ich główne zadania	285
13.4. Zadania badań procesu zmęczenia	286

13.5. Opis cyklicznej deformacji metali	286
13.6. Zmęczenie wysokocyklowe	288
13.6.1. Charakterystyki właściwości zmęczeniowych w zakresie dowolnych obciążeń niesymetrycznych	290
13.7. Podstawowe zjawiska zmęczeniowe	292
13.8. Przykładowe opisy zmęczenia materiału	295
Dodatek 1 – Tablice parametrów mechanicznych wybranych materiałów	297
Dodatek 2 – Przykłady analizy sił przekrojowych w układach belkowych i ramowych ...	303
D2.1. Przykłady rozwiązań zadań dla układów belkowych	305
D2.2. Przykłady rozwiązań zadań dla układów ramowych	361
D2.3. Zadania do samodzielnego rozwiązania	370
Bibliografia	375