

# Spis treści

Słowo wstępne

v

<b>10 WYBRANE ZAGADNIENIA STATECZNOŚCI PRĘTÓW PROSTYCH I UKŁADÓW PRĘTOWYCH</b>	<b>525</b>
10.1. Zjawisko utraty stateczności w układach sprężystych . . . . .	526
10.1.1. Utrata stateczności „przez bifurkację” . . . . .	527
10.1.2. Utrata stateczności „przez przeskok” . . . . .	534
10.1.3. Sprzężenie bifurkacji i przeskoku . . . . .	538
10.2. Wyboczenie prętów prostych . . . . .	539
10.2.1. Ogólny wzór Eulera . . . . .	545
10.2.2. Przybliżone obliczanie siły krytycznej prętów prostych .	546
10.2.3. Zakres ważności wzoru Eulera . . . . .	554
10.2.4. Wyboczenie w zakresie niesprężystym . . . . .	556
10.3. Utrata stateczności układów prętowych . . . . .	558
10.3.1. Pręty z podatnymi podporami . . . . .	558
10.3.2. Ramy, kraty . . . . .	561
10.4. Kryteria bezpieczeństwa . . . . .	562
10.4.1. Metoda współczynnika zmniejszającego . . . . .	564
10.5. Przykłady . . . . .	565
10.6. Zadania . . . . .	577
<b>11 STAN NAPRĘŻENIA</b>	<b>587</b>
11.1. Jednoosiowy stan naprężenia . . . . .	588
11.1.1. Równania równowagi wewnętrznej . . . . .	591
11.1.2. Transformacja naprężenia . . . . .	595
11.2. Płaski stan naprężenia . . . . .	598
11.2.1. Równania równowagi wewnętrznej . . . . .	599
11.2.2. Równowaga wycinka o skończonych wymiarach . . . . .	603

11.2.3. Równania transformacyjne płaskiego stanu naprężenia . . . . .	604
11.2.4. Interpretacja graficzna wzorów transformacyjnych – koła Mohra naprężeń . . . . .	607
11.2.5. Naprężenia główne, kierunki główne . . . . .	608
11.3. Trójosiowy stan naprężenia . . . . .	616
11.3.1. Równania równowagi wewnętrznej . . . . .	619
11.3.2. Warunki równowagi elementarnego czworościanu . . . . .	623
11.3.3. Naprężenie na ścianie ukośnego przekroju, wzory transformacyjne stanu naprężenia . . . . .	630
11.3.4. Tensor naprężenia . . . . .	632
11.3.5. Wybrane przypadki stanu naprężenia . . . . .	640
11.4. Przykład . . . . .	644
<b>12 STAN ODKSZTAŁCENIA</b> . . . . .	<b>649</b>
12.1. Miara odkształcenia . . . . .	649
12.1.1. Podstawowe definicje . . . . .	649
12.1.2. Transformacja odkształcenia . . . . .	658
12.2. Tensor odkształcenia . . . . .	660
12.2.1. Odkształcenia główne . . . . .	662
12.2.2. Interpretacja graficzna wzorów transformacyjnych – odkształceniowe koła Mohra . . . . .	662
12.2.3. Typowe przypadki stanu odkształcenia i naprężenia . . . . .	664
12.3. Warunki nierozdzielności . . . . .	667
12.4. Przykłady . . . . .	669
<b>13 RÓWNANIA FIZYCZNE OŚRODKÓW CIĄGŁYCH</b> . . . . .	<b>673</b>
13.1. Materiał liniowo sprężysty – prawo Hooke'a dla stanów złożonych . . . . .	675
13.1.1. Prawo zmiany objętości . . . . .	678
13.1.2. Prawo zmiany postaci . . . . .	679
13.1.3. Tensorowy zapis prawa Hooke'a . . . . .	680
13.1.4. Energia właściwa deformacji sprężystej . . . . .	681
13.1.5. Zestawienie równań teorii sprężystości . . . . .	684
13.2. Ograniczenie zakresu deformacji sprężystych, hipotezy wytrzymałościowe . . . . .	686
13.2.1. Wyteżenie . . . . .	690
13.2.2. Czynniki wyteżenia . . . . .	690
13.2.3. Naprężenie zredukowane . . . . .	692
13.2.4. Hipoteza Tresca–Guesta ( $\tau_{\max}$ ) . . . . .	693

---

13.2.5. Hipoteza Hubera–Misesa–Hencky’ego ( $\phi_f$ ) . . . . .	693
13.2.6. Hipoteza Burzyńskiego . . . . .	697
<b>DODATKI</b>	<b>701</b>
<b>A. KONWENCJA SUMACYJNA EINSTEINA</b>	<b>703</b>
<b>B. ELEMENTY RACHUNKU TENSOROWEGO</b>	<b>709</b>
B.1. Definicje . . . . .	710
B.2. Tensory drugiego rzędu . . . . .	713
B.3. Działania na tensorach . . . . .	714
B.4. Wartości główne tensora . . . . .	718
<b>Bibliografia</b>	<b>721</b>
<b>Indeks</b>	<b>723</b>

