

SPIS TREŚCI

Wstęp.....	7
Oznaczenia	9
1. Wprowadzenie.....	13
1.1. Przedmiot reologii.....	13
1.2. Reologiczne równanie stanu	14
1.3. Podstawowe próby doświadczalne i warunki projektowania.....	16
2. Reologiczne modele strukturalne	20
2.1. Modele jednoparametrowe.....	20
2.1.1. Model (ciało sprężyste) Hooke'a	20
2.1.2. Model (ciecz lepka) Newtona	22
2.2. Modele dwuparametrowe.....	23
2.2.1. Model Maxwella	24
2.2.2. Model Kelvina	26
2.3. Operatorowa metoda konstruowania równań stanu dla modeli wieloparametrowych.....	29
2.4. Przykłady.....	31
2.4.1. Dobór równania konstytutywnego do wyników doświadczenia.....	31
2.4.2. Modele standardowe	34
2.4.3. Czteroparametrowy model Burgersa	39
2.4.4. Statycznie wyznaczalny układ przegubowo-prętowy	49
2.4.5. Statycznie niewyznaczalny układ przegubowo-prętowy	62
2.4.6. Statycznie niewyznaczalny układ przegubowo-prętowy – wstępna niedokładność połączenia w węźle.....	80
2.4.7. Pełzanie belki zespolonej	89
2.4.8. Osiadanie podpory w belce statycznie niewyznaczalnej	97
2.4.9. Belka sprężona	100
3. Liniowe teorie dziedziczności.....	105
3.1. Zasada superpozycji Boltzmanna.....	105
3.2. Inwariantna teoria dziedziczności	106
3.3. Nieinwariantna teoria dziedziczności.....	112
3.4. Związki fizyczne teorii dziedziczności w przestrzennym stanie naprężenia	114
3.5. Przemieszczeniowe i naprężeniowe równania teorii dziedziczności	120
3.6. Ciało quasi-sprężyste; analogia sprężysto/lepkosprężysta	121
3.7. Przykłady.....	125
3.7.1. Równania teorii inwariantnej dla dowolnej zmiany naprężeń i odkształceń	125

3.7.2. Równania ośrodka standardowego w przestrzennym stanie naprężenia.....	128
3.7.3. Zginanie pręta jednorodnego	133
3.7.4. Skręcanie prętów o przekroju kołowo symetrycznym.....	136
3.7.5. Pełzanie tarczy pierścieniowej wykonanej z materiału standardowego poddanej ciśnieniu wewnętrznemu i zewnętrznemu.....	140
4. Fenomenologiczne teorie pełzania metali	143
4.1. Podstawowe dane doświadczalne.....	143
4.2. Pełzanie przy stałym jednoosiowym stanie naprężenia	145
4.3. Pełzanie przy zmiennym jednoosiowym stanie naprężenia	130
4.3.1. Teoria pełzania ustalonego (teoria płynięcia)	146
4.3.2. Teoria starzenia.....	149
4.3.3. Teoria odkształceń całkowitych.....	149
4.3.4. Teoria umocnienia odkształceniowego.....	150
4.3.5. Teoria nieliniowej dziedziczności.....	151
4.3.6. Porównanie teorii pełzania nieustalonego.....	151
4.4. Pełzanie w przestrzennym stanie naprężenia	153
4.5. Pełzanie stacjonarne; analogia Alfreya-Hoffa.....	158
4.6. Relaksacja naprężeń	159
4.7. Algorytm numeryczny MES	161
4.8. Przykłady.....	165
4.8.1. Ilustracja analogii Alfreya-Hoffa: statycznie niewyznaczalna kratka 3-prętowa	165
4.8.2. Pełzanie ustalone rury grubościennnej pod ciśnieniem wewnętrznym	167
4.8.3. Zginanie w warunkach pełzania ustalonego	169
4.8.4. Skręcanie w warunkach pełzania ustalonego	172
5. Zniszczenia w wyniku pełzania.....	175
5.1. Zniszczenie lepkie.....	176
5.2. Zniszczenie kruche.....	179
5.3. Zniszczenie mieszane.....	181
5.4. Wybrane problemy mechaniki uszkodzeń	182
5.4.1. Teorie sprzężone	182
5.4.2. Obciążenia zmienne	184
5.4.3. Przestrzenny stan naprężenia	186
5.4.4. Propagacja frontu uszkodzeń	188
5.5. Przykłady.....	189
5.5.1. Zniszczenie układu prętowego w warunkach pełzania niestacjonarnego	189
5.5.2. Zniszczenie w warunkach pełzania ustalonego – zginanie	195
5.5.3. Zniszczenie w warunkach pełzania ustalonego – skręcanie	198

6. Utrata stateczności przy pełzaniu	202
6.1. Stateczność przy ściskaniu	202
6.1.1. Obciążenie natychmiastowe	203
6.1.2. Pełzanie	206
6.1.3. Ogólne kryterium niestateczności	207
6.2. Stateczność przy rozciąganiu	208
6.2.1. Liniowy materiał sprężysty	209
6.2.2. Nieliniowy, nieściśliwy materiał sprężysty	211
6.2.3. Nieściśliwy materiał lepkosprężysty	212
6.2.4. Materiał lepkosprężysty z uszkodzeniami	217
6.3. Przykłady	220
6.3.1. Stateczność pręta – model standardowy	220
6.3.2. Stateczność pręta – model Odqvista	222
7. Zastosowanie twierdzeń energetycznych w reologii	225
7.1. O twierdzeniach energetycznych	225
7.2. Twierdzenia energetyczne w sprężystości	227
7.2.1. Liniowa sprężystość	227
7.2.2. Nieliniowa sprężystość	231
7.3. Liniowa lepkosprężystość	234
7.4. Nieliniowe pełzanie metali	235
7.5. Przykłady	236
7.5.1. Obliczenie przemieszczenia dla belki statycznie wyznaczalnej z materiału nieliniowego	236
7.5.2. Obliczenie ugięcia jw. od siły skupionej R	238
7.5.3. Wyznaczenie reakcji belki jednokrotnie statycznie niewyznaczalnej	238
Literatura	241