

Spis treści

Przedmowa do wydania trzeciego	9
Wykaz ważniejszych oznaczeń	10
Część pierwsza. Podstawy mechaniki płynów	13
Wstęp	15
W.1. Pojęcie płynności i pojęcie ciągłości płynu	15
W.2. Parametry opisujące stan płynu	17
1. Kinematyka płynu	23
1.1. Dwie metody opisu stanu płynu	23
1.2. Metoda Eulera	23
1.3. Metoda Lagrange'a	26
1.4. Kinematyczny podział przepływów	27
1.5. Linia prądu, tor elementu płynu	27
1.6. Wyznaczanie linii prądu i torów elementów płynu	29
1.7. Ruch elementu płynu	33
1.8. Prędkość deformacji elementu płynu	36
1.9. Prędkość kątowa elementu płynu	38
1.10. Prędkość zmiany objętości elementu płynu	40
1.11. Linie wirowe, rurki wirowe, cyrkulacja	42
1.12. Twierdzenie Helmholtza o zachowaniu intensywności rurki wirowej	43
2. Podstawowe równania zachowania	45
2.1. Powierzchnia oraz objętość płynna i kontrolna	45
2.2. Niektóre zależności analizy wektorowej	46
2.3. Równanie zachowania masy	47
2.4. Równanie zachowania ilości ruchu	51
2.5. Równanie zachowania momentu ilości ruchu	59
2.6. Tensor naprężeń w modelu płynu nielepkiego	61
2.7. Tensor naprężeń w modelu płynu lepkiego newtonowskiego	63
2.8. Równanie zachowania energii	66
2.9. Równanie bilansu entropii	71
2.10. Zamknięte układy równań dla płynu ściśliwego i nieściśliwego	75
3. Analiza wymiarowa równań zachowania. Kryteria podobieństwa	77
3.1. Podstawowe pojęcia wymiarowania	77

3.2. Twierdzenie Buckinghama, reguła II	78
3.3. Analiza wymiarowa równania zachowania masy	82
3.4. Analiza wymiarowa równania zachowania ilości ruchu	83
3.5. Analiza wymiarowa równania zachowania energii	84
3.6. Analiza wymiarowa równania bilansu entropii	86
3.7. Interpretacja fizyczna kryteriów podobieństwa	87
4. Hydrostatyka	91
4.1. Podstawowy układ równań	91
4.2. Napór hydrostatyczny	93
4.3. Moment siły naporu	95
4.4. Wypór hydrostatyczny	95
4.5. Warunki równowagi ciał pływających	97
4.6. Hydrostatyka dla płynów ściśliwych	98
5. Elementy teorii płynu nielepkiego	103
5.1. Układ równań zachowania dla płynu nielepkiego	103
5.2. Równanie Bernoulliego	106
5.3. Dyskusja układu równań dla ruchu bezwirowego	113
5.4. Przepływy płaskie bezwirowe płynu nieściśliwego	117
5.5. Konstrukcja przepływów bezwirowych przestrzennych	131
6. Ruch wirowy płynu nielepkiego	140
6.1. Wirowość w płynie nielepkim	140
6.2. Przepływ przestrzenny w zakrzywionym kanale	142
6.3. Przepływy śrubowe	149
6.4. Wiry dyskretne	151
7. Elementy gazodynamiki	155
7.1. Ściśliwość płynu	155
7.2. Rozprzestrzenianie się małych zaburzeń	156
7.3. Rozprzestrzenianie się zaburzeń o skończonej amplitudzie	159
7.4. Gazodynamika prostej fali uderzeniowej	164
7.5. Jednowymiarowy stacjonarny ruch płynu ściśliwego przez kanał o zmiennym przekroju	168
7.6. Warianty zadań gazodynamiki	173
7.6.1. Przepływ stacjonarny płaski	173
7.6.2. Linearyzacja równań w przepływie płaskim	175
8. Elementy teorii laminarnej warstwy przyściennej	178
8.1. Podstawowe pojęcia teorii warstwy przyściennej	178
8.2. Równania Prandtla dla warstwy przyściennej	181
8.3. Stacjonarny opływ płaskiej płytki	184
8.4. Zjawisko oderwania	187
8.5. Temperaturowa warstwa przyścienna	190

8.6. Utrata stabilności przepływu laminarnego	194
9. Elementy teorii ruchu turbulentnego	197
9.1. Opis ruchu turbulentnego	197
9.2. Skala Kołmogorowa	202
9.3. Równania Reynoldsa dla średniej prędkości ruchu turbulentnego	204
9.4. Turbulentna warstwa przyścienna	206
9.5. Wpływ chropowatości powierzchni na przepływ średni	214
9.6. Zasady budowania modeli turbulencji	217
9.6.1. Model zero-równaniowy	218
9.6.2. Model jedno-równaniowy	219
9.6.3. Model dwu-równaniowy	220
Część druga. Podstawy hydrauliki	223
10. Równania zachowania dla przepływów jednowymiarowych	225
10.1. Uwagi ogólne	225
10.2. Równanie zachowania	225
10.2.1. Równanie zachowania masy	226
10.2.2. Równanie zachowania ilości ruchu	227
10.2.3. Równanie zachowania energii	231
10.2.4. Równanie bilansu entropii	233
11. Ruch cieczy w przewodach zamkniętych	235
11.1. Stacjonarny ruch płynu nieściśliwego	235
11.2. Współczynniki strat lokalnych	243
11.3. Obliczenia hydrauliczne sieci rurociągów	244
11.4. Niestacjonarne przepływy w rurociągach	257
12. Ruch cieczy w kanałach otwartych	259
12.1. Ruch cieczy nielepkiej	259
12.2. Stacjonarny ruch cieczy rzeczywistej w ciekach	263
12.3. Opory tarcia w ciekach	270
12.4. Niestacjonarny ruch cieczy rzeczywistej w ciekach	273
12.5. Zjawiska falowe na powierzchni cieczy	275
12.5.1. Rozprzestrzenianie się małych zaburzeń	275
12.5.2. Rozprzestrzenianie się zaburzeń o skończonej amplitudzie	278
12.5.3. Odskok hydrauliczny	281
12.5.4. Przemieszczające się odskoki hydrauliczne	285
13. Wpływ cieczy przez otwory i przelewy	291
13.1. Jednowymiarowy model zjawiska	291
13.2. Niestacjonarny wpływ cieczy przez otwór	294
14. Filtracja	298

14.1. Charakterystyka ośrodka porowatego	298
14.2. Prędkość filtracji	301
14.3. Równania zachowania dla ruchu filtracyjnego	304
14.3.1. Równanie zachowania ilości ruchu	304
14.3.2. Równanie zachowania masy	306
14.4. Przykłady ruchów filtracyjnych	307
15. Ruch cząstek zawieszonych w płynie	314
15.1. Wprowadzenie	314
15.2. Ogólne równanie ruchu cząstki	315
15.3. Przykłady rozwiązań równania ruchu cząstki	317
16. Równania ruchu cieczy w zbiornikach	322
16.1. Równania zachowania	322
16.2. Model Ekmana	323
16.3. Współczynniki lepkości turbulentnej	325
16.4. Model de Saint-Venanta	327
Literatura	331
Skorowidz nazwisk	332
Skorowidz rzeczowy	333