

Spis treści

<b>Przedmowa</b>	<b>11</b>
<b>Wykaz ważniejszych oznaczeń</b>	<b>13</b>
<b>1. Wprowadzenie</b>	<b>23</b>
<b>Część I. Podstawy teoretyczne mechaniki płynów</b>	<b>31</b>
<b>2. Właściwości fizyczne płynów</b>	<b>32</b>
2.1. Parametry intensywne płynu	32
2.2. Zależność między podstawowymi parametrami płynu	34
2.3. Właściwości dyssypatywne płynów - zależności konstytutywne	42
2.3.1. Lepkość płynów	42
2.3.2. Przewodnictwo cieplne	49
2.3.3. Dyfuzja	51
2.4. Napięcie powierzchniowe i włoskowatość	52
2.5. Prężność pary nasyconej	57
2.6. Ciepło właściwe płynów	58
<b>3. Kinematyka płynów</b>	<b>61</b>
3.1. Siły występujące w mechanice płynów	61
3.2. Pola fizyczne	61
3.3. Linie prądu	64
3.4. Ruch elementu płynu	67
3.5. Metody analizy ruchu płynów	71
<b>4. Równania różniczkowe bilansu masy, pędu i energii</b>	<b>79</b>
4.1. Wprowadzenie	79
4.2. Równanie różniczkowego bilansu masy	80
4.3. Równanie różniczkowe bilansu pędu dla płynu jednorodnego	82
4.4. Różniczkowe równanie bilansu energii	89
4.5. Różniczkowe równanie bilansu składnika płynu	91
<b>5. Rozwiązania analityczne równań ruchu</b>	<b>97</b>
5.1. Równanie Eulera	97
5.2. Równanie Bernoulliego	99
5.3. Przepływ laminarny	104
5.3.1. Przepływ laminarny między płaskimi płytami	104
5.3.2. Przepływ laminarny w przewodzie o przekroju kołowym	108
5.3.3. Laminarny spływ cieczy po ścianie pionowej	111

<b>6. Rozwiązania równań ruchu dla płynów rzeczywistych</b>	<b>114</b>
6.1. Przepływy laminarne	114
6.1.1. Istota przepływu laminarnego	114
6.2. Krytyczna liczba Reynoldsa	116
6.3. Przepływy turbulentne	118
6.3.1. Istota przepływu turbulentnego	118
6.3.2. Rozkład prędkości płynu w rurze	120
6.3.3. Naprężenia Reynoldsa	122
6.4. Warstwa przyścienna	127
6.4.1. Wprowadzenie	127
6.4.2. Laminarna i turbulentna warstwa przyścienna	129
6.4.3. Oderwanie warstwy przyściennej	133
6.5. Zasady modelowania przepływów płynów rzeczywistych	137
6.6. Podobieństwo zjawisk przepływowych	138
<b>Część II. Techniczne zastosowania mechaniki płynów</b>	<b>147</b>
<b>7. Zakres technicznych zastosowań mechaniki płynów</b>	<b>148</b>
<b>8. Statyka płynów</b>	<b>150</b>
8.1. Równanie równowagi płynu	150
8.2. Równowaga bezwzględna płynu	152
8.2.1. Równowaga w potencjalnym polu sił masowych	152
8.2.2. Równowaga podczas braku sił masowych	153
8.2.3. Równowaga w polu sił ciężkości	154
8.2.4. Naczynia połączone	156
8.2.5. Zasada ciągu kominowego	160
8.2.6. Równowaga atmosfery ziemskiej	164
8.3. Napór cieczy na powierzchnie ścian	167
8.3.1. Powierzchnie płaskie	167
8.3.2. Powierzchnie zakrzywione	174
8.4. Napór cieczy na ciała zanurzone	178
8.4.1. Wypór hydrostatyczny	178
8.4.2. Pływanie ciał	180
8.5. Równowaga względna cieczy	184
8.5.1. Ruch postępowy naczynia	184
8.5.2. Ruch obrotowy naczynia	187
8.5.3. Kształt swobodnej powierzchni cieczy	190
<b>9. Równania bilansów masy, pędu i energii dla skończonych objętości płynu</b>	<b>191</b>
9.1. Strumień objętości płynu i prędkość średnia	191
9.2. Całkowa forma równania bilansu masy	193
9.2.1. Zależność podstawowa	193
9.2.2. Równanie ciągłości przepływu	194
9.3. Całkowa forma równania bilansu pędu	195
9.3.1. Zależności podstawowe	195
9.3.2. Równanie bilansu pędu dla przepływu jednowymiarowego	197

9.3.3. Reakcja płynu w przepływie zewnętrznym	199
9.3.4. Reakcja płynu wypływającego ze zbiornika	204
9.4. Równanie zachowania krętu	206
9.4.1. Podstawowe równanie maszyn przepływowych	206
9.4.2. Równanie wiru swobodnego	208
9.5. Całkowa postać równania bilansu energii	211
9.5.1. Zależność podstawowa	211
9.5.2. Równanie bilansu energii dla przepływu jednowymiarowego	214
<b>10. Przepływy w przewodach zamkniętych</b>	<b>215</b>
10.1. Wprowadzenie	215
10.2. Równanie bilansu energii mechanicznej dla rzeczywistej strugi	217
10.3. Liniowe straty ciśnienia	219
10.4. Straty ciśnienia wskutek oporów miejscowych	226
10.4.1. Przepływ przez przewody o nagłej zmianie przekroju	231
10.4.2. Zwężki pomiarowe	236
10.4.3. Przewody zbieżne i rozbieżne	239
10.5. Straty ciśnienia w przewodach	242
10.5.1. Przewód pojedynczy	242
10.5.2. Przewody połączone szeregowo	248
10.5.3. Przewody równoległe	250
10.5.4. Sieci przewodów	251
10.5.5. Dobór średnicy przewodu	254
10.6. Wypływ cieczy ze zbiorników	255
10.6.1. Ustalony wypływ cieczy ze zbiornika	255
10.6.2. Nieustalony wypływ cieczy ze zbiornika	259
10.6.3. Przystawki	263
10.7. Problemy przepływowe w wentylacji	265
10.7.1. Wprowadzenie	265
10.7.2. Przewody rozdzielcze	266
10.7.3. Nawiew i wywiew powietrza	268
<b>11. Współdziałanie przewodu i maszyn przepływowych</b>	<b>273</b>
11.1. Pompy	274
11.1.1. Krótka charakterystyka pomp	274
11.1.2. Klasyfikacja pomp waporowych	275
11.1.3. Klasyfikacja pomp wirowych	280
Ramka 11.1. Historia urządzeń pompowych	286
11.1.4. Parametry układu pompowego	291
11.1.5. Bilans energetyczny układu pompowego	301
11.1.6. Charakterystyki pomp	302
11.1.7. Klasyfikacja układów pompowych	305
11.1.8. Kawitacja	307
11.2. Wentylatory	313
11.2.1. Parametry charakteryzujące pracę wentylatorów	314
11.2.2. Zredukowane parametry pracy wentylatora	316
11.2.3. Charakterystyka wentylatora	317
11.2.4. Charakterystyka sieci	318

11.2.5. Współpraca wentylatora z siecią	319
11.2.6. Szeregową współpracę wentylatorów	321
11.2.7. Równoległą współpracę wentylatorów	323
11.3. Sprężarki	325
11.3.1. Sprężanie czynników gazowych	325
11.3.2. Cechy charakterystyczne sprężarek różnego typu	329
11.4. Strumienice	332
<b>12. Przepływy w kanałach</b>	<b>334</b>
12.1. Informacje ogólne	334
12.2. Ruch jednostajny	338
12.3. Optymalny przekrój kanału	343
12.4. Ruch spokojny i rwący	346
12.5. Przelewy	352
<b>13. Przepływ przez warstwy sypkie i porowate</b>	<b>365</b>
13.1. Wprowadzenie	365
13.2. Prawo Darcy'ego	368
13.3. Rozwiązania równań filtracji	373
13.3.1. Przepływ równomierny	373
13.3.2. Dopływ wody gruntowej do rowu i drenu	375
13.3.3. Studnie	378
13.3.3. Współdziałanie zespołu studzien	382
13.4. Procesy membranowe	386
<b>14. Opływ ciał</b>	<b>388</b>
14.1. Siły działające na opływane ciało	388
14.2. Opór tarcia i opór ciśnienia	395
14.3. Opływ budynków	401
<b>15. Przepływy płynów ściśliwych</b>	<b>405</b>
15.1. Wprowadzenie	405
15.2. Prędkość dźwięku	406
15.3. Parametry całkowite	408
15.4. Wypływ gazu ściśliwego ze zbiornika	410
15.5. Dysza de Lavalą	417
15.6. Przepływy gazu ściśliwego w rurociągach	421
15.7. Przepływ cieczy ściśliwej	423
15.7.1. Prędkość fali ciśnieniowej	424
15.7.2. Proste i nieproste uderzenie hydrauliczne	430
15.7.3. Sposoby osłabienia uderzenia hydraulicznego	431
<b>16. Rozprzestrzenianie się w środowisku zanieczyszczeń pasywnych</b>	<b>435</b>
16.1. Wprowadzenie	435
16.2. Rozprzestrzenianie się na drodze dyfuzji ustalonej i nieustalonej	436
16.3. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń podczas przepływu płynu	439
16.3.1. Podstawy rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w rzekach	

i kanałach	443
16.3.2. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w powietrzu	445
16.4. Czynniki wpływające na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń	448
16.4.1. Wprowadzenie	448
16.4.2. Czynniki meteorologiczne	449
16.4.3. Czynniki topograficzne	459
16.4.4. Czynniki technologiczne	460
16.5. Punktowe źródła emisji zanieczyszczeń	463
<b>17. Czas przebywania płynu w zbiorniku</b>	<b>469</b>
17.1. Wprowadzenie	469
17.2. Funkcje rozkładu czasu przebywania płynu w zbiorniku	470
17.3. Modele przepływu idealnego	475
17.4. Modele przepływów w zbiornikach rzeczywistych	481
17.5. Segregacja płynu	490
<b>18. Pomiary parametrów przepływu płynów jednofazowych</b>	<b>492</b>
18.1. Pomiary ciśnień	492
18.2. Pomiary prędkości przepływu	498
18.2.1. Sondy ciśnieniowe	499
18.2.2. Anemometry	505
18.2.3. Termoanemometry	506
18.2.4. Anemometry laserowe	507
18.2.5. Urządzenia wizualizacyjne	509
18.3. Pomiary strumienia objętości lub strumienia masy płynu	510
18.3.1. Przepływomierze zwężkowe	511
18.3.2. Przepływomierze pływakowe	513
18.3.3. Przepływomierze różne	515
18.3.4. Pomiary przepływu cieczy w kanałach otwartych	516
<b>Literatura</b>	<b>518</b>
<b>Wykaz przykładów rachunkowych</b>	<b>520</b>
<b>Skorowidz nazwisk uczonych przedstawionych w notkach biograficznych</b>	<b>522</b>
<b>Skorowidz rzeczowy</b>	<b>524</b>
<b>Słownik polsko-angielski wybranych terminów z zakresu mechaniki płynów</b>	<b>532</b>