

Spis treści

Przedmowa	7
Podstawowe jednostki miar	8
1. Fizyczne właściwości płynów	9
1.1. Płyiny newtonowskie i nienewtonowskie	9
1.2. Ciężar właściwy	12
1.3. Gęstość	13
1.4. Ścisłość	14
1.5. Rozszerzalność cieplna	15
1.6. Lepkość	16
1.7. Napięcie powierzchniowe, jego przyczyny i skutki	18
1.8. Płyn doskonały	22
2. Hydrostatyka	23
2.1. Wprowadzenie	23
2.2. Siły działające na ciecz w stanie względnego spoczynku	23
2.3. Definicje ciśnienia i parcia hydrostatycznego	23
2.4. Charakterystyka ciśnienia hydrostatycznego	24
2.5. Różniczkowe równanie równowagi płynów	27
2.6. Zastosowania równania hydrostatyki Eulera	30
2.6.1. Ciśnienie w cieczy pod wyłącznym działaniem siły ciężkości	30
2.6.2. Prawo Pascala i przykład jego zastosowania	33
2.6.3. Jednostajny ruch cieczy w naczyniu wzdłuż prostej poziomej	35
2.6.4. Jednostajnie przyspieszony ruch cieczy w naczyniu wzdłuż prostej poziomej	35
2.6.5. Jednostajnie przyspieszony ruch cieczy w naczyniu wzdłuż prostej pionowej	37
2.6.6. Równanie powierzchni swobodnej i ciśnienie hydrostatyczne cieczy poruszającej się z naczyniem dookoła pionowej osi ze stałą prędkością kątową	38
2.7. Parcie hydrostatyczne na dno i pobocznicę zbiorników	40
2.7.1. Parcie na dno płaskie poziome	40
2.7.2. Parcie hydrostatyczne na strop zbiornika	41
2.7.3. Parcie cieczy na płaską powierzchnię pionową lub pochyloną	41
2.8. Parcie cieczy na boczne powierzchnie walcowe	44
2.9. Wypór i równowaga ciał zanurzonych w cieczy	51
2.9.1. Wypór hydrostatyczny	51
2.9.2. Równowaga ciał zanurzonych w cieczy	53
2.9.3. Stateczność pionowości osi pływania ciał zanurzonych w cieczy	53
2.10. Warunki równowagi ciał częściowo zanurzonych w cieczy	54
3. Kinematyka płynów	57
3.1. Metoda Lagrange'a	57
3.2. Metoda Eulera	58
3.3. Graficzne metody prezentacji pola prędkości	60
3.4. Wprowadzenie do klasyfikacji ruchu cieczy	62

4. Dynamika płynów	64
4.1. Równanie ciągłości przepływu	64
4.2. Równanie Bernoulliego dla strugi cieczy doskonałej	68
4.3. Równanie Bernoulliego dla strumienia cieczy doskonałej	71
4.4. Równanie Bernoulliego dla strumienia cieczy rzeczywistej	73
4.5. Doświadczenie i liczba Reynoldsa	75
4.6. Promień hydrauliczny	77
4.7. Straty hydrauliczne i prędkość cieczy	78
4.8. Przepływ cieczy w rurociągach i rozkład prędkości	84
4.8.1. Przepływ laminarny, prawo Hagena-Poiseuille'a	84
4.8.2. Przepływ burzliwy	86
4.9. Współczynniki strat hydraulicznych	91
4.9.1. Wartości współczynnika (λ) strat liniowych (na długości)	91
4.9.2. Wartości współczynnika (ξ) strat miejscowych (lokalnych)	94
4.10. Wykresy Ugo Ancony	101
4.11. Syfony	104
4.12. Lewary	106
4.12.1. Lewary o małym przekroju	106
4.12.2. Lewary o dużym przekroju	109
4.12.3. Współczynnik Saint-Venanta	113
4.13. Wypływ cieczy z otworów	114
4.13.1. Ustalony wypływ cieczy z małego otworu niezatopionego	114
4.13.2. Wypływ cieczy przez przystawki hydrauliczne	116
4.13.3. Ustalony wypływ cieczy przez otwór zatopiony	118
4.13.4. Ustalony wypływ cieczy z dużego otworu niezatopionego	119
4.13.5. Nieustalony wypływ cieczy z małego otworu niezatopionego	121
4.13.6. Wypływ cieczy przez duży otwór częściowo zatopiony	123
4.13.7. Nieustalony wypływ cieczy z dużego otworu niezatopionego	124
4.13.8. Przelewy hydrauliczne	126
4.14. Ruch cieczy w korytach otwartych i kanałach	131
4.14.1. Ruch jednostajny ze swobodnym zwierciadłem	131
4.14.2. Ruch krytyczny, podkrytyczny i nadkrytyczny	135
4.14.2.1. Głębokość krytyczna	137
4.14.2.2. Spadek krytyczny	138
4.14.2.3. Prędkość krytyczna	139
4.14.2.4. Przejście z ruchu nadkrytycznego w ruch podkrytyczny i odwrotnie	139
4.14.3. Ruch niejednostajny w korytach i kanałach	142
4.14.3.1. Ruch przyspieszony	142
4.14.3.2. Ruch opóźniony	142
4.14.3.3. Obliczenia hydrauliczne mostów i przepustów	144
4.15. Hydrodynamika wód gruntowych	154
4.15.1. Wprowadzenie	154
4.15.2. Dopływ wody do rowu zupełnego	158
4.15.3. Dopływ wody do studni zupełnej	160
4.15.4. Dopływ wody gruntowej do studni artezyjskiej	170
4.15.5. Współdziałanie zespołu studzien	170
4.15.6. Studnie chłonne	172
4.15.7. Filtracja przez zaporę ziemną	173

4.16. Hydraulika pomp i układów pompowych	178
4.16.1. Zarys rozwoju podnośników wodnych i ich przeznaczenie	178
4.16.2. Kryteria klasyfikacji oraz podział pomp i układów pompowych	178
4.16.3. Wielkości charakterystyczne pomp i układów pompowych	185
4.16.3.1. Wysokość ssania, tłoczenia i podnoszenia cieczy	185
4.16.3.2. Wydajność, moc i sprawność	189
4.16.3.3. Punkt i przedział optymalnej pracy układu pompowego	192
4.16.3.4. Wyróżnik szybkobieżności	194
4.16.3.5. Równoległa współpraca pomp odśrodkowych	195
4.16.3.6. Szeregowa współpraca pomp odśrodkowych	197
4.17. Ruch strumienia cieczy w powietrzu	199
4.17.1. Podział swobodnego strumienia na strefy	199
4.17.2. Parcie i reakcje hydrodynamiczne swobodnego strumienia zwartego	199
4.18. Uderzenie hydrauliczne	203
4.18.1. Geneza uderzeń i mechanika przebiegu	203
4.18.2. Obliczanie prędkości rozprzestrzeniania się fali uderzeniowej (c) ..	205
4.18.3. Obliczanie przyrostu ciśnienia	210
4.18.4. Sposoby ograniczenia i wykorzystania uderzeń hydraulicznych	212
5. Mechanika gazów	216
5.1. Wiadomości wstępne	216
5.2. Prawo Boyle'a-Mariotte'a	216
5.3. Prawo Gay-Lussaca	217
5.4. Prawo Clapeyrona	217
5.5. Prawo Avogadra	218
5.6. Ciepło właściwe gazów	220
5.7. Odchylenia gazów od praw dla gazów doskonałych	221
5.8. Warunki równowagi gazów	222
5.9. Izotermiczny przepływ gazów w rurociągach poziomych	224
5.9.1. Obliczanie układu gazociągów	229
5.9.1.1. Szeregowy układ gazociągów	229
5.9.1.2. Równoległy układ gazociągów	231
5.9.1.3. Obliczanie nachylonych i pionowych gazociągów	232
5.9.1.4. Nieizotermiczny przepływ w podziemnych gazociągach	236
5.9.1.5. Obliczanie gazociągów rozdzielczych (z rozbiorem na długości)	240
5.9.1.6. Obliczanie pionu instalacji wewnętrznej z ciągłym i równomiernym rozbiorem gazu	241
5.9.1.7. Obliczanie pionu instalacji wewnętrznej z punktowym rozbiorem gazu	243
5.10. Przepływ powietrza w przewodach wentylacyjnych	244
5.11. Przepływ gazu przez dysze pod- i naddźwiękowe	250
5.12. Zagadnienia ciągu kominowego i rozprzestrzeniania zanieczyszczeń punktowych w atmosferze ziemskiej	253

6. Podstawy podobieństwa i modelowania	259
6.1. Klasyfikacja modeli	259
6.2. Podobieństwo w modelowaniu i jego rodzaje	259
6.2.1. Podobieństwo geometryczne	260
6.2.2. Podobieństwo kinematyczne	260
6.2.3. Podobieństwo dynamiczne	261
6.3. Kryteria podobieństw	262
6.3.1. Kryterium podobieństwa Froude'a	262
6.3.2. Kryterium podobieństwa Reynoldsa	263
6.3.3. Kryterium podobieństwa Eulera	265
6.3.4. Kryterium podobieństwa Webera	266
6.3.5. Kryterium podobieństwa Cauche'go i Macha	267
6.4. Modelowanie przy jednoczesnym spełnieniu podobieństwa różnych sił	268
Literatura	269
Spis tabel	270
Spis rysunków	272
Indeks haseł	276