

Spis treści

Spis oznaczeń	9
Wstęp	13
1. Wiadomości wstępne	15
1.1. Litery greckie	15
1.2. Liczby i przedrostki	15
1.3. Układy jednostek	16
1.4. Przeliczanie jednostek	19
1.5. Stałe i inne wielkości fizyczne	19
1.6. Przykłady obliczeniowe	21
1.6.1. Przeliczanie objętości	21
1.6.2. Przeliczanie powierzchni	21
1.6.3. Objętość prostopadłościanu	21
1.7. Zadania do samodzielnego rozwiązania	21
2. Parametry charakteryzujące ciecz	22
2.1. Gęstość cieczy	22
2.2. Ciężar właściwy	22
2.3. Ciężar cieczy	23
2.4. Lepkość	23
2.5. Ciecz idealna i rzeczywista	25
2.6. Przykłady obliczeniowe	25
2.6.1. Ciężar prostopadłościanu	25
2.7. Zadania do samodzielnego rozwiązania	26
3. Równania opisujące ciecz	28
3.1. Siły działające na ciecz	28
3.2. Równanie ruchu	28
3.3. Równanie ciągłości	30
3.4. Przykłady obliczeniowe	32
3.4.1. Obliczanie wymaganego przekroju rurociągu	32
3.5. Zadania do samodzielnego rozwiązania	33

4. Względna równowaga cieczy	35
4.1. Podstawowe równanie hydrostatyki	35
4.2. Przykłady obliczeniowe	36
4.2.1. Wirujące naczynie z cieczą	36
4.2.2. Hamująca cysterna	38
4.3. Zadania do samodzielnego rozwiązania	40
5. Ciśnienie	41
5.1. Ciśnienie wywołane siłą powierzchniową	41
5.2. Ciśnienie wywołane siłą masową	41
5.3. Ciśnienie pochodzące od słupa gazu	43
5.4. Wysokość ciśnienia	44
5.5. Ciśnienie piezometryczne, podciśnienie i nadciśnienie	44
5.6. Obliczanie ciśnienia w złożonych układach zbiorników	45
5.7. Przykłady obliczeniowe	46
5.7.1. Ciśnienie w układzie u-rurek – przykład 1	46
5.7.2. Ciśnienie w układzie u-rurek – przykład 2	47
5.7.3. Ciśnienie w układzie u-rurek – przykład 3	48
5.7.4. Wartość ciśnienia	49
5.7.5. Wysokość ciśnienia	50
5.8. Zadania do samodzielnego rozwiązania	51
6. Parcie hydrostatyczne	53
6.1. Parcie na ściany płaskie	53
6.1.1. Metoda analityczna	53
6.1.1.1. Wartość wektora parcia	53
6.1.1.2. Punkt przyłożenia wektora parcia	56
6.1.2. Metoda brył objętości parcia	59
6.1.2.1. Wartość wektora parcia	60
6.1.2.2. Punkt przyłożenia wektora parcia	62
6.1.3. Pozorne zwierciadło cieczy	63
6.2. Parcie na ściany zakrzywione	65
6.3. Wypór	69
6.4. Praca sił parcia	69
6.5. Przykłady obliczeniowe	70
6.5.1. Obliczanie parcia przy braku swobodnego zwierciadła	70
6.5.1.1. Metoda analityczna	70
6.5.1.2. Metoda brył objętości parcia	73
6.5.2. Obliczanie stateczności zapory metodą analityczną	76
6.5.2.1. Stateczność na obrót	76
6.5.2.2. Stateczność na przesunięcie	78
6.5.3. Obliczanie stateczności zapory metodą brył objętości parcia	79

6.5.4. Zamknięcie kłapy	80
6.5.4.1. Metoda analityczna	80
6.5.4.2. Metoda brył objętości parcia	84
6.5.5. Parcie na wycinek sfery	86
6.5.6. Korek zamykający zbiornik	88
6.5.7. Parcie na wycinek walca	91
6.5.8. Wypór	94
6.5.8.1. Wypór kry lodowej	94
6.5.8.2. Obciążenie statku	95
6.5.9. Praca sił parcia	97
6.6. Zadania do samodzielnego rozwiązania	97
7. Ruch cieczy	101
7.1. Definicje	101
7.2. Równanie Bernoullego dla cieczy idealnej	102
7.3. Zjawisko Venturiego	103
7.4. Opory ruchu	105
7.4.1. Doświadczenie Reynoldsa	105
7.4.2. Straty liniowe i miejscowe	106
7.4.3. Współczynnik strat liniowych	107
7.4.4. Współczynnik strat miejscowych	108
7.5. Równanie Bernoullego dla cieczy rzeczywistej	110
7.6. Linia energii i linia ciśnienia	110
7.6.1. Podstwy teoretyczne	110
7.6.2. Zastosowanie w praktyce	112
7.7. Przykłady obliczeniowe	113
7.7.1. Promień hydrauliczny przekroju kołowego	113
7.7.2. Straty liniowe	113
7.7.3. Straty miejscowe	115
7.7.4. Linia energii i linia ciśnienia, wysokość podnoszenia pompy i ciśnienia piezometrycznego	116
7.8. Zadania do samodzielnego rozwiązania	122
8. Przepływ w korycie otwartym	124
8.1. Zasady obliczania natężenia przepływu	124
8.2. Koryta jednodzielne i wielodzielne	129
8.3. Reżim ruchu	129
8.4. Odskok hydrauliczny	132
8.4.1. Wzory teoretyczne	132
8.4.2. Zatopienie odskoku	134
8.5. Przykłady obliczeniowe	135
8.5.1. Spadek hydrauliczny	135

8.5.2. Przepływ w korycie	136
8.5.3. Określenie reżimu ruchu	137
8.5.4. Obliczanie spadku krytycznego	139
8.5.5. Obliczenie współczynnika szorstkości	139
8.6. Zadania do samodzielnego rozwiązania	140
9. Wpływ cieczy przez otwory i przelewy	142
9.1. Wpływ przez otwory	142
9.1.1. Wpływ ustalony przez mały otwór	142
9.1.1.1. Otwór niezatopiony	142
9.1.1.2. Otwór zatopiony	145
9.1.2. Wpływ ustalony przez duży otwór	146
9.2. Przelewy	148
9.2.1. Obliczanie wydatku przelewu	150
9.2.1.1. Wydatek przelewu prostokątnego	151
9.2.1.2. Wydatek przelewu trójkątnego	151
9.2.2. Wzory na wydatki przelewów	153
9.2.2.1. Przelew prostokątny	153
9.2.2.2. Przelew trapezowy	155
9.2.2.3. Przelew trójkątny	155
9.2.2.4. Przelew proporcjonalny	156
9.2.2.5. Przelew o szerokiej koronie	156
9.3. Spust i przelew – porównanie wydatków	158
9.4. Przykłady obliczeniowe	159
9.4.1. Światło przelewu Creagera	159
9.4.2. Wydatek przelewu Creagera	159
9.4.3. Wydatek przelewu proporcjonalnego	160
9.4.4. Zastosowanie przelewu Thomsona	160
9.4.5. Wydatek przelewu o szerokiej koronie – 1	161
9.4.6. Wydatek przelewu o szerokiej koronie – 2	163
9.4.7. Obliczanie wydatku przelewu – brak znajomości prędkości dopływu	164
9.5. Zadania do samodzielnego rozwiązania	166
10. Przepływ wody w gruncie	168
10.1. Równanie filtracji	168
10.2. Położenie zwierciadła wody w gruncie	171
10.3. Obliczanie natężenia przepływu	172
10.3.1. Dopływ do rowu	173
10.3.2. Dopływ do studni	175
10.4. Przykłady obliczeniowe	176
10.4.1. Dopływ do rowu	176

10.4.2. Ocena zasięgu depresji	176
10.4.3. Dopływ do studni	177
10.5. Zadania do samodzielnego rozwiązania	178
11. Dodatek – charakterystyki geometryczne	179
11.1. Środek ciężkości figury płaskiej	179
11.1.1. Środek ciężkości prostokąta	180
11.1.2. Środek ciężkości trójkąta	181
11.2. Moment bezwładności figury płaskiej	182
11.2.1. Moment bezwładności prostokąta	184
11.3. Charakterystyki geometryczne podstawowych figur płaskich	185
11.4. Środek ciężkości bryły	185
11.4.1. Środek ciężkości położonego granistosłupa	186
11.4.2. Środek ciężkości ściętego walca	187
11.4.3. Środek ciężkości stożka	193
12. Test sprawdzający	196
13. Rozwiązania zadań	205
Literatura	211