



Spis treści

Od autora	9
Wykaz oznaczeń	11
1. Wprowadzenie do ruchu ciepła	15
1.1. Energia	15
1.2. Istota wymiany ciepła	17
2. Właściwości cieplne substancji	25
2.1. Ciepła właściwe	25
2.2. Ciepła przemian fazowych	29
3. Przewodzenie ciepła	31
3.1. Współczynnik przewodzenia ciepła	31
3.2. Jednokierunkowe, ustalone przewodzenie ciepła przez ściankę płaską	34
3.3. Ustalone przewodzenie ciepła przez ściankę cylindryczną	39
4. Równanie różniczkowe przewodzenia ciepła	45
4.1. Sformułowanie równania różniczkowego przewodzenia ciepła	45
4.2. Jednokierunkowe przewodzenie ciepła z wewnętrznym źródłem ciepła	49
4.3. Jednokierunkowe przewodzenie ciepła w ciele półnieskończonym	54

4.4. Ogrzewanie lub chłodzenie kuli	59
4.5. Uwagi końcowe	64
5. Konwekcja ciepła. Wnikanie ciepła w ruchu laminarnym	65
5.1. Wprowadzenie	65
5.2. Współczynnik wnikania ciepła	66
5.3. Równanie bilansu energii	68
5.4. Różniczkowe równanie bilansu ciepła	71
5.5. Przykłady rozwiązania wnikania ciepła dla ruchu laminarnego płynu	74
5.5.1. Wnikanie ciepła dla przepływu laminarnego płynu w rurze	74
5.5.2. Wnikanie ciepła przy laminarnym opływie ciał	80
6. Konwekcja ciepła. Wnikanie ciepła w ruchu burzliwym	89
6.1. Wprowadzenie	89
6.2. Równanie różniczkowe bilansu ciepła w ruchu turbulentnym	90
6.3. Metoda całkowa obliczeń współczynnika wnikania ciepła	94
6.4. Zastosowanie teorii podobieństwa w procesie wnikania ciepła	99
6.5. Zależności doświadczalne dla wnikania ciepła	103
6.6. Analogie przenoszenia pędu i ciepła	109
7. Wnikanie ciepła podczas konwekcji swobodnej	117
7.1. Konwekcja swobodna w przestrzeni nieograniczonej	117
7.2. Konwekcja swobodna w przestrzeni ograniczonej	127
8. Wnikanie ciepła w przemianach fazowych	133
8.1. Wrzenie cieczy	133
8.1.1. Wprowadzenie	133
8.1.2. Mechanizm procesu wrzenia	135
8.1.3. Wrzenie cieczy podczas konwekcji wymuszonej	139
8.2. Kondensacja pary	141
8.2.1. Wprowadzenie	141
8.2.2. Kondensacja pary przy laminarnym spływie kondensatu	143
8.3. Rozpuszczanie i krystalizacja	153
8.4. Szacunkowe wartości współczynników wnikania ciepła	155

9. Przenikanie ciepła	157
9.1. Przenikanie ciepła przez ściankę płaską	157
9.2. Przenikanie ciepła przez ściankę cylindryczną	161
9.3. Obliczanie lokalnej gęstości strumienia ciepła (lokalnego strumienia ciepła)	164
9.4. Intensyfikacja ruchu ciepła	166
9.5. Przenikanie ciepła przez powierzchnię uźebrowaną	167
9.5.1. Przewodzenie ciepła w ciałach uźebrowanych	167
9.5.2. Sprawność cieplna żebra	174
9.5.3. Wymiana ciepła przez powierzchnie uźebrowane	176
9.6. Krytyczna grubość izolacji	178
10. Wymienniki ciepła	181
10.1. Podział wymienników ciepła	181
10.2. Wymienniki ciepła o stałym strumieniu wymienianego ciepła	182
10.3. Obliczenia powierzchni wymiany ciepła	186
10.4. Zastępcza różnica temperatur	190
10.5. Dobór wielkości strumienia płynu	198
10.6. Wyparki	199
10.7. Pompy ciepła	202
11. Nieustalone ogrzewanie lub chłodzenie cieczy	207
11.1. Przykładowe rozwiązania nieustalonej wymiany ciepła	207
11.2. Regeneracja ciepła	215
12. Promieniowanie	219
12.1. Wprowadzenie	219
12.2. Podstawowe prawa rządzące promieniowaniem	222
12.3. Wymiana ciepła na drodze promieniowania między dwiema powierzchniami	228
12.4. Promieniowanie gazów	235
12.5. Ruch ciepła przez promieniowanie i wnikanie ciepła	237
Literatura	239