

Spis treści

Przedmowa	9
1. Przewodność cieplna	13
1.1. Pole temperaturowe	13
1.2. Gradient temperatury	14
1.3. Prawo Fourier'a.....	15
1.4. Ustalone przewodzenie ciepła przez jednowarstwową ścianę płaską	17
1.5. Ustalone przewodzenie ciepła przez wielowarstwową ścianę płaską	19
1.6. Ustalone przewodzenie ciepła przez ścianę cylindryczną	21
1.7. Równanie różniczkowe przewodności cieplnej	23
2. Promieniowanie cieplne	29
2.1. Ogólne wiadomości o promieniowaniu	29
2.2. Podstawowe definicje teorii promieniowania	30
2.3. Podstawowe prawa teorii promieniowania	32
2.3.1. Prawo Plancka	32
2.3.2. Prawo Wiena	33
2.3.3. Prawo Stefana-Boltzmann'a	33
2.4. Rodzaje spektrów promieniowania	34
2.4.1. Promieniowanie ciał szarych	34
2.4.2. Promieniowanie ciał nie szarych	36
2.5. Prawo Kirchhoffa	37

2.6. Prawo Lamberta	40
2.7. Przypadki wymiany energii na drodze promieniowania	41
2.7.1. Promieniowanie między dwiema równoległymi płaszczyznami	41
2.7.2. Promieniowanie między płaszczyznami przez ekran	45
2.7.3. Promieniowanie w zamkniętej przestrzeni	47
2.8. Współczynniki kątowe	48
2.9. Wymiana energii przez promieniowanie między ciałami szarymi o dowolnej orientacji w przestrzeni	51
2.10. Promieniowanie gazów	52
3. Konwekcyjna wymiana ciepła	59
3.1. Ogólne wiadomości o konwekcyjnej wymianie ciepła	59
3.2. Teoretyczne określenie współczynnika przyjmowania ciepła	62
3.3. Doświadczalne określenie współczynnika przyjmowania ciepła	64
3.4. Różniczkowe równanie wymiany ciepła w ośrodku ruchomym	65
3.5. Równania przepływu	67
3.6. Równanie ciągłości strumienia	70
3.7. Warunki brzegowe	72
3.8. Podstawy teorii podobieństwa	74
3.1.1. Postulaty teorii podobieństwa	77
3.9. Analiza wymiarowa. Twierdzenie π	78
3.10. Warunki podobieństwa hydromechanicznego	82

3.11. Warunki podobieństwa termicznego	84
3.12. Kryterialne równania konwekcyjnej wymiany ciepła	87
4. Złożona wymiana ciepła	89
4.1. Metodologia rozwiązywania zagadnień złożonej wymiany ciepła	89
4.2. Swobodna, konwekcyjna wymiana ciepła w przestrzeni nieograniczonej...	91
4.3. Swobodna, konwekcyjna wymiana ciepła w przestrzeni ograniczonej	93
4.4. Przejmowanie ciepła przy wymuszonym przepływie w rurach	96
4.4.1. Przepływ laminarny	96
4.4.2. Przepływ turbulentny	98
4.5. Przejmowanie ciepła przy podłużnym opływie płyt	99
4.6. Przejmowanie ciepła w kanale o przekroju pierścieniowym	100
4.7. Wymiana ciepła przy wymuszonym, poprzecznym omywaniu rur	101
4.7.1. Przejmowanie ciepła dla pojedynczej rury	101
4.7.2. Przejmowanie ciepła dla pęczka rur	103
4.8. Przenikanie ciepła	107
4.9. Wymiana ciepła w przypadku powierzchni cylindrycznych	109
4.9.1. Przejmowanie ciepła na powierzchni cylindrycznej	109
4.9.2. Przenikanie ciepła przez ściankę cylindryczną	110
5. Wymienniki ciepła	113
5.1. Podstawy teoretyczne wymiany ciepła i masy w wymiennikach ciepła	113

5.1.1. Bilans ciepła i masy w układach otwartych	113
5.2. Rodzaje wymienników stosowanych w inżynierii środowiska	117
5.3. Wymiana ciepła w wymiennikach	121
5.3.1. Bilans cieplny wymiennika	121
5.3.2. Wymiana ciepła w wymiennikach przepływowych „woda-woda”	123
5.3.3. Wymiana ciepła w wymiennikach pojemnościowych „woda-woda”	127
5.3.4. Wymiana ciepła w wymiennikach przepływowych „para-woda”	128
5.3.5. Wymiana ciepła w wymiennikach pojemnościowych „para-woda”	130
5.3.6. Szczegóły wymiany ciepła w wymiennikach pracujących na przegrzanej parze oraz ze schładzaniem kondensatu.....	130
5.3.7. Uwzględnienie możliwości akumulacyjnych wymienników pojemnościowych	132
5.4. Określenie właściwości fizycznych wody	133
5.5. Obliczenia cieplne i hydrauliczne wymienników ciepła	133
5.5.1. Rodzaje obliczeń wymienników ciepła	133
5.5.2. Przykładowe charakterystyki wymienników	136
5.5.3. Obliczenia komputerowe	137

6. Matematyczne metody rozwiązywania specjalnych zagadnień przewodności cieplnej	139
6.1. Równanie różniczkowe przewodności cieplnej	139
6.2. Szczegółowe przypadki równań różniczkowych przewodności cieplnej	141
6.2.1. Klasyfikacja zagadnień przewodności cieplnej	141
6.2.2. Niestacjonarne pola temperaturowe	143
6.2.3. Ciała o nieograniczonej i ograniczonej przewodności cieplnej	144
6.3. Nagrzanie ciał termicznie cienkich	145
6.3.1. Nagrzanie ciał cienkich stałym strumieniem cieplnym	145
6.3.2. Nagrzanie ciał cienkich przy stałej temperaturze	149
6.3.3. Wpływ kształtu ciała na czas nagrzewania.....	152
6.4. Nagrzanie ciał o ograniczonej przewodności cieplnej	153
6.5. Rozwiązywanie równania różniczkowego przewodności cieplnej	155
7. Wymiana ciepła w procesach zmiany stanu skupienia	159
7.1. Wymiana ciepła podczas wrzenia i parowania	159
7.2. Wymiana ciepła podczas skraplania pary	163
8. Dyfuzja molekularna.....	167
8.1. Podstawowe definicje teorii wymiany masy	169
8.2. Rodzaje wymiany masy	169
8.3. Charakterystyki ilościowe transportu masy	170

8.4. Bilans materialny transportu masy	171
8.5. Prawo dyfuzji molekularnej (prawo Ficka)	172
8.6. Współczynnik dyfuzji molekularnej	173
8.6.1. Współczynnik dyfuzji molekularnej w gazach	174
8.7. Stacjonarna, jednowymiarowa dyfuzja molekularna	175
8.8. Metody określenia charakterystyk dyfuzji molekularnej	177
9. Konwekcyjna wymiana masy	179
9.1. Dyfuzja konwekcyjna	179
9.2. Równanie różniczkowe konwekcyjnej wymiany masy	179
9.3. Wpływ konwekcyjnej wymiany masy przy parowaniu na intensywność wymiany ciepła	180
9.3.1. Wymiana ciepła i masy przy parowaniu ze swobodnego zwierciadła wody	180
9.3.2. Wymiana ciepła i masy między powierzchnią kropli a powietrzem	182
Literatura.....	183
Załączniki	185
Streszczenie.....	207
Summary.....	208