

SPIS TREŚCI

Podstawy teoretyczne

PRZEDMOWA	7
OZNACZENIA	9
1. WSTĘP	11
2. PODZIAŁ I ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA	14
2.1. Podział pomp ciepła	14
2.2. Zastosowanie pomp ciepła	15
3. WYBRANE ZAGADNIENIA Z TERMODYNAMIKI	17
4. SPRĘŻARKOWE POMPY CIEPŁA	21
4.1. Parowe urządzenia sprężarkowe	21
4.1.1. Obiegi pomp ciepła na wykresach T-s i log p-h	21
4.1.2. Współczynniki wydajności	24
4.1.3. Czynniki robocze	26
4.1.4. Układy wielostopniowe	34
4.2. Gazowe urządzenia sprężarkowe	37
5. SORPCYJNE POMPY CIEPŁA	41
5.1. Zasada działania	41
5.2. Zespoły sorpcyjne	51
6. TERMIELEKTRYCZNE POMPY CIEPŁA	53
6.1. Podstawy teoretyczne	53
6.2. Wymienniki ciepła	61
6.3. Straty energetyczne	63
7. INNE RODZAJE POMP CIEPŁA	65
7.1. Strumienicowa pompa ciepła	65
7.2. Pompa ciepła wykorzystująca efekt wirowy (Ranque'a)	67

7.3.	Chemiczna pompa (transformator) ciepła	69
7.4.	Pompa ciepła wykorzystująca efekt elektrodyfuzji	69
8.	DOBÓR POMPY CIEPŁA DO INSTALACJI	71
9.	ŹRÓDŁA CIEPŁA	72
9.1.	Odnawialne źródła ciepła	73
9.2.	Sztuczne źródła ciepła (ciepło odpadowe)	88
10.	ELEMENTY SPRĘŻARKOWYCH I SORPCYJNYCH POMP CIEPŁA	89
10.1.	Sprężarkowe pompy ciepła	89
10.1.1.	Wymienniki ciepła	89
10.1.2.	Sprężarki	95
10.1.3.	Elementy dławiące i regulacyjne	100
10.1.4.	Opis konstrukcji pomp ciepła producentów krajowych	102
10.2.	Sorpcyjne pompy ciepła	105
11.	AKUMULACJA CIEPŁA	110
11.1.	Podział akumulatorów energii cieplnej	111
11.2.	Rodzaje akumulatorów cieplnych	112
11.2.1.	Zasobniki ciepła jawnego	112
11.2.2.	Zasobniki ciepła utajonego	115
12.	SYSTEMY OGRZEWANIA POMIESZCZEŃ	118
	(współautor: Marek Litwin)	
12.1.	Systemy ogrzewania powietrznego	119
12.2.	Systemy ogrzewania wodnego	120
12.3.	Systemy ogrzewania powietrza w pomieszczeniach	124
12.3.1.	Grzejniki konwektorowe	124
12.3.2.	Ogrzewanie podłogowe	125
12.3.3.	Ogrzewanie ścienne	126
12.3.4.	Ogrzewanie sufitowe	127
13.	PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ POMP CIEPŁA	129
13.1.	Sprężarkowe pompy ciepła	129
13.1.1.	Ogrzewanie budynków i przygotowanie ciepłej wody użytkowej	129

13.1.2. Obiekty sportowe	132
13.1.3. Cele przemysłowe i komunalne	135
13.2. Sorpcyjne pompy ciepła	138
13.3. Termoelektryczne pompy ciepła	140
13.4. Dane techniczno-ekonomiczne wybranych instalacji z pompami ciepła	141

14. PODSUMOWANIE	145
-------------------------------	------------

LITERATURA	147
-------------------------	------------

PRZYKŁADY OBLICZENIOWE	151
(współautor: Beata Niezgoda-Żelasko)	

WAŻNIEJSZE OZNACZENIA	152
------------------------------------	------------

I. PORÓWNANIE KOSZTÓW RÓŻNYCH SYSTEMÓW GRZEWczyCH	155
--	------------

I.1. Obliczanie kosztów wytwarzania ciepła dla celów grzewczych	155
I.1.1. Wyznaczanie zapotrzebowania na ciepło systemów ogrzewania budynków	155
I.1.2. Wyznaczanie zapotrzebowania na ciepło systemów przygotowania ciepłej wody użytkowej	155
I.1.3. Określanie wysokości kosztów związanych ze zużyciem paliwa C_p	156
I.1.4. Określanie wysokości kosztów związanych z wytwarzaniem energii cieplnej C_w	157
I.1.5. Określanie wysokości kosztów związanych z amortyzacją urządzenia (kapitałowych) C_k i kosztów utrzymania C_{utr}	157
I.1.6. Koszty całkowite C_c i ocena opłacalności inwestycji	158
I.2. Porównanie kosztów ogrzewania domu jednorodzinnego	159

II. OBLICZENIA WYMIENNIKÓW CIEPŁA POMP CIEPŁA	166
--	------------

II.1. Wyznaczanie wydajności cieplnej	166
II.2. Zestawienie zależności służących do wyznaczania wartości współczynników wnikania ciepła	168
II.3. Gruntowe wymienniki ciepła	174
II.3.1. Poziome wymienniki ciepła	174
II.3.2. Pionowe wymienniki ciepła w przypadku niewystępowania wód gruntowych	178

II.3.3. Pionowe wymienniki ciepła w przypadku występowania wód gruntowych	182
III. OBLICZENIA PROJEKTOWE SYSTEMÓW GRZEWCZYCH	185
III.1. Projekt systemu grzewczego z pompą ciepła grunt-woda	185
III.1.1. Określenie wymaganej wydajności cieplnej pompy ciepła	187
III.1.2. Wydajność cieplna skraplacza, parowacza i moc napędowa sprężarki	188
III.1.3. Obliczenia cieplne skraplacza	189
III.1.4. Obliczenia cieplne parowacza	191
III.1.5. Wyznaczanie długości rur gruntowych wymienników ciepła	193
III.1.6. Obliczenia cieplne parowacza płaszczowo-rurowego – węzownicowego	199
III.2. Projekt systemu grzewczego z pompą ciepła powietrze-powietrze	202
III.2.1. Określenie wymaganej wydajności cieplnej pompy ciepła	203
III.2.2. Wydajność cieplna parowacza i moc napędowa sprężarki	204
III.2.3. Obliczenia cieplne skraplacza	205
III.2.4. Obliczenia cieplne parowacza	208
III.2.5. Obliczenia cieplne płytowego wymiennika ciepła typu powietrze-powietrze	211
LITERATURA	216