

EWA ZABOROWSKA

ZASADY PROJEKTOWANIA
**WODNYCH
WEZŁÓW
CIEPŁOWNICZYCH**

Gdańsk 2023

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Dariusz Mikielewicz

REDAKTOR PUBLIKACJI NAUKOWYCH

Michał Szydłowski

RECENZENCI

Ziemowit Suligowski

Kazimierz Żarski

PROJEKT OKŁADKI

Katarzyna Olszonowicz

Wydanie IV – 2014

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem
<https://www.sklep.pg.edu.pl>

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie
i w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy.

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
Gdańsk 2023

ISBN 978-83-7348-575-4

Spis treści

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW	7
WSTĘP	11
1. ZASADA DZIAŁANIA I BILANS CIEPLNY WODNYCH WĘZŁÓW CIEPŁOWNICZYCH ...	13
1.1. Klasyfikacja i ogólna charakterystyka węzłów ciepłowniczych	13
1.2. Schematy ideowe pośrednich węzłów ciepłowniczych	19
1.3. Parametry obliczeniowe węzła ciepłowniczego	28
1.3.1. Parametry obliczeniowe wody sieciowej	28
1.3.2. Parametry obliczeniowe instalacji ogrzewania	30
1.3.3. Parametry obliczeniowe ciepłej wody użytkowej	31
1.4. Moc obliczeniowa węzła ciepłowniczego	32
1.4.1. Moc obliczeniowa do ogrzewania i wentylacji	33
1.4.2. Moc obliczeniowa do przygotowania ciepłej wody użytkowej	33
1.5. Obliczeniowy strumień masy wody sieciowej	39
2. DOBÓR ELEMENTÓW OBIEGU PIERWOTNEGO WĘZŁA CIEPŁOWNICZEGO	43
2.1. Wymienniki ciepła	43
2.2. Armatura regulacyjna i automatyka	48
2.2.1. Regulatory bezpośredniego działania	48
2.2.2. Regulatory pośredniego działania	52
2.2.3. Sterowniki	54
2.2.4. Armatura regulacji ręcznej	57
2.3. Armatura odcinająca	58
2.4. Armatura spustowa	59
2.5. Armatura odpowietrzająca	59
2.6. Armatura oczyszczająca	59
2.7. Armatura kontrolno-pomiarowa	60
2.7.1. Ciepłomierz	61
2.7.2. Manometry i termometry	64
2.8. Przewód obiegowy	66
2.9. Rurociągi	66
2.10. Zasady obliczeń hydraulicznych obiegu pierwotnego	66
3. DOBÓR ELEMENTÓW OBIEGU WTÓRNEGO OGRZEWANIA	75
3.1. Pompy obiegowe	75
3.2. Armatura zabezpieczająca i stabilizująca ciśnienie	79
3.2.1. Zawór bezpieczeństwa	80
3.2.2. Naczynie wzbiorcze przeponowe	83
3.3. Armatura regulacyjna	85
3.3.1. Regulatory bezpośredniego działania	85
3.3.2. Armatura regulacji ręcznej	86
3.4. Armatura odcinająca	87
3.5. Armatura spustowa	87

3.6. Armatura zwrotna	88
3.7. Armatura odpowietrzająca	88
3.8. Armatura oczyszczająca	88
3.9. Armatura kontrolno-pomiarowa	89
3.10. Instalacja napełniania i uzupełniania zładu	90
3.10.1. Uzupełnianie zładu wodą z sieci ciepłowniczej	91
3.10.2. Uzupełnianie zładu wodą wodociągową	92
3.11. Rurociągi	94
3.12. Zasady obliczeń hydraulicznych obiegu wtórnego ogrzewania	94
4. DOBÓR ELEMENTÓW OBIEGU WTÓRNEGO CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ	96
4.1. Zasobniki i stabilizatory temperatury ciepłej wody użytkowej	96
4.1.1. Zasobniki ciepłej wody	96
4.1.2. Stabilizatory temperatury ciepłej wody	97
4.2. Pompy w obiegach ciepłej wody użytkowej	97
4.2.1. Pompa cyrkulacyjna ciepłej wody	97
4.2.2. Pompa ładująca zasobnik ciepłej wody	99
4.3. Armatura zabezpieczająca i stabilizująca ciśnienie	99
4.3.1. Zawór bezpieczeństwa	99
4.3.2. Naczynie wzbiorcze przeponowe	101
4.3.3. Armatura regulacji ciśnienia	101
4.4. Zabezpieczenie przed wtórnym skażeniem wody wodociągowej	101
4.5. Zabezpieczenie przed zagrożeniem mikrobiologicznym	104
4.6. Armatura regulacyjna	106
4.7. Armatura odcinająca	106
4.8. Armatura spustowa	106
4.9. Armatura zwrotna	107
4.10. Armatura oczyszczająca	107
4.11. Armatura kontrolno-pomiarowa	107
4.11.1. Wodomierze	107
4.11.2. Manometry i termometry	108
4.12. Rurociągi	109
4.13. Zasady obliczeń hydraulicznych obiegu ciepłej wody użytkowej	109
5. POMIESZCZENIE WĘZŁA CIEPŁOWNICZEGO I JEGO WYPOSAŻENIE	113
5.1. Wymagania budowlane	113
5.2. Wentylacja pomieszczenia	114
5.3. Oświetlenie i instalacja elektryczna	114
5.4. Instalacja wodociągowa i kanalizacyjna	115
5.5. Usytuowanie urządzeń	115
6. WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU WĘZŁA CIEPŁOWNICZEGO ..	117
6.1. Montaż rurociągów i armatury	118
6.2. Badania odbiorowe	118
6.3. Izolacje	119
6.3.1. Izolacja antykorozyjna	119
6.3.2. Izolacja termiczna	120

7. PRZYKŁADY OBLICZEŃ	122
7.1. Przykładowe obliczenia równoległego węzła dwufunkcyjnego centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej	122
7.2. Przykładowe obliczenia szeregowo-równoległego węzła dwufunkcyjnego centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej	133
BIBLIOGRAFIA	145

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów

Oznaczenia

- A – pole powierzchni
 a – autorytet zewnętrzny zaworu regulacyjnego
 b – współczynnik korekcyjny
 c_p – ciepło właściwe
 d – średnica
 e – grubość izolacji
 g – przyspieszenie ziemskie
 H – wysokość ciśnienia
 k_v – współczynnik przepływu
 k_{vs} – współczynnik przepływu całkowicie otwartego zaworu
 L – długość
 L_M – liczba mieszkań
 L_P – liczba przyborów
 L_U – liczba użytkowników
 M – przepustowość zaworu bezpieczeństwa
 \dot{m} – strumień masy
 N – współczynnik nierównomierności rozbioru wody
 n – prędkość obrotowa wirnika pompy
 P – moc elektryczna
 p – ciśnienie
 R – jednostkowy spadek ciśnienia na długości, opór przewodzenia ciepła
 s – grubość ścianki
 t – temperatura
 τ – czas
 U – współczynnik przenikania ciepła
 u – krotkość wymian wody
 V – objętość
 \dot{V} – strumień objętości
 v – prędkość przepływu, objętość właściwa
 z – współczynnik kawitacji
 α – współczynnik przejmowania ciepła
 α_c – współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa dla cieczy
 β – współczynnik redukcyjny mocy wymiennika ciepła
 Φ – strumień ciepła (moc cieplna)
 λ – współczynnik przewodzenia ciepła, współczynnik tarcia
 ρ – gęstość cieczy
 ω – współczynnik zwiększający strumienia masy czynnika
 Ψ – współczynnik obciążenia cieplnego
 ξ – współczynnik oporu miejscowego

Indeksy i skróty literowe

- c* – całkowity
 - d* – dobowy, dyspozycyjny
 - dł* – dławika
 - e* – zewnętrzny
 - h* – godzinowy
 - i* – instalacji
 - in* – wewnętrzny
 - k* – kamienia kotłowego
 - l* – liniowy
 - m* – miejscowy, chwilowy
 - n* – nominalny
 - min* – minimalny
 - max* – maksymalny
 - o* – obiegu
 - p* – powrotu
 - r* – roboczy, rurociągu
 - rz* – rzeczywisty
 - reg* – regulowany
 - set* – ustawiony
 - st* – statyczny
 - śr* – średni
 - u* – użytkowy
 - w* – wody
 - wez* – węzła
 - z* – zasilania
 - zaw* – zaworu
-
- CO* – centralne ogrzewanie
 - CT* – ciepło technologiczne
 - CWU* – ciepła woda użytkowa
 - CWC* – ciepła woda cyrkulacyjna
 - DN* – średnica nominalna
 - L* – okres letni
 - P* – okres przejściowy, pompa
 - PZW* – punkt załamania wykresu regulacyjnego
 - S* – sieć ciepłna
 - W* – wymiennik ciepła
 - WZ* – woda zimna
 - Z* – okres zimowy
 - I* – pierwszy stopień
 - II* – drugi stopień

Oznaczenia armatury i urządzeń na rysunkach

Symbol rysunkowy	Oznaczenie literowe	Element węzła cieplnego
	WCO WCW WCT	Przeponowy wymiennik ciepła centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, ciepła technologicznego
	R	Sterownik/regulator elektroniczny
	FO	Filtroodmulnik/odmulacz
	FS	Filtr siatkowy
	MAG	Magnetyzer
	RRC	Regulator różnicy ciśnienia
	RRCP	Regulator różnicy ciśnienia i przepływu
	RP	Zawór regulacji pośredniej z siłownikiem elektrycznym
	RT	Regulator temperatury bezpośredniego działania
	RC	Reduktor ciśnienia
	ZE	Zawór elektromagnetyczny
	ZO	Zawór/kurek odcinający
		Zawór zabezpieczony przed przypadkowym otwarciem/zamknięciem
	ZR	Zawór precyzyjnej regulacji ręcznej
	ZZ	Zawór zwrotny
		Zawór odcinający ze złączką do węża
	ZA	Zespół antyskażeniowy
	OA	Odpowietrznik automatyczny z zaworem odcinającym
	ZB	Zawór bezpieczeństwa
	NW	Naczynie wzbiorcze przeponowe
	P, PO, PC, PŁ	Pompa, pompa obiegowa, cyrkulacyjna, ładująca
	W	Wodomierz/przepływomierz/przetwornik przepływu
	LC	Licznik ciepła (integrator ciepłomierza)
	PI	Manometr z kurkiem manometrowym
	PA	Presostat/czujnik ciśnienia
	TI	Termometr
	TE	Czujnik temperatury

Wstęp

Przedmiotem niniejszej książki są zasady projektowania wodnych pośrednich węzłów ciepłowniczych. Inne typy węzłów przedstawiono w celu usystematyzowania omawianych zagadnień oraz porównania schematów ideowych.

W pracy omówiono działanie i wyposażenie węzłów ciepłowniczych w oparciu o informacje rozproszone w literaturze, przepisach, normach, warunkach technicznych, dokumentacji technicznej urządzeń oraz wynikające z własnych doświadczeń projektowych i dydaktycznych autorki. Przywołane w tekście przepisy prawne są aktualne do momentu złożenia pracy do druku. Prezentowany materiał nie odnosi się do konkretnego systemu ciepłowniczego i konkretnych producentów armatury. Jego uniwersalny charakter nie wyklucza rozwiązań innych niż prezentowane, a stanowiących indywidualne spojrzenie projektanta lub dostawcy ciepła.

W pierwszej części przedstawiono klasyfikację węzłów oraz omówiono zasadę działania i parametry obliczeniowe układów pośrednich. Zamieszczone schematy ideowe prezentują wybrane konfiguracje funkcyjne, ze wskazaniem rozwiązań alternatywnych i opcjonalnych. Zasady wykonywania obliczeń hydraulicznych i doboru urządzeń przedstawiono w rozdziałach 2–4, kładąc nacisk na ich stronę praktyczną. Szczegółowe zagadnienia teoretyczne są przedmiotem m.in. przywołanych w tekście podręczników z zakresu termodynamiki, hydrauliki i automatyki, do których może sięgnąć Czytelnik pragnący pogłębić swoją wiedzę. Za logiczny uznano podział węzła na poszczególne obiegi, prezentowane w odrębnych rozdziałach, poświęconych kolejno: obiegowi pierwotnemu (rozdział 2) oraz obiegom wtórnym - ogrzewania (rozdział 3) i ciepłej wody użytkowej (rozdział 4). W każdej części omówiono rodzaje, sposób działania oraz metodykę wymiarowania poszczególnych elementów węzła. W części piątej przedstawiono wymagania w stosunku do pomieszczenia węzła ciepłowniczego i instalacji towarzyszących, a w rozdziale szóstym – podstawowe warunki wykonania i odbioru. Ostatni, siódmy rozdział obejmuje przykłady obliczeniowe.

Książka jest przeznaczona dla studentów wyższych uczelni technicznych, będących słuchaczami kierunków i specjalności związanych z inżynierią środowiska, inżynierią sanitarną i ogrzewnictwem. Może ona również stanowić materiał pomocniczy dla projektantów węzłów ciepłowniczych.

Autorka pragnie wyrazić słowa podziękowania recenzentom książki, prof. dr hab. inż. Ziemowitowi Suligowskiemu oraz dr inż. Kazimierzowi Żarskiemu, za wnikliwą ocenę oraz cenne uwagi merytoryczne i redakcyjne.

Ewa Zaborowska

Gdańsk, sierpień 2010 r.