

Pompy Ciepła – instrukcja do zajęć laboratoryjnych

Ćwiczenie praktyczne – Budynek B4 sala 015

Temat ćwiczenia

Ocena energetyczna sprężarkowej pompy ciepła

Cel główny badań: Wyznaczenie współczynnika efektywności cieplnej ε (COP) pompy ciepła na podstawie pomiarów ilości ciepła i energii elektrycznej.

1. Wykonaj pierwsze czynności:
 - a) Podłącz do zasilania pompę ciepła (wtyczka prądu trój fazowego)
 - b) Podłącz do zasilania wtyczki pomp obiegowych górnego źródła ciepła (pompa niebieska i pompa czerwona);
 - c) Włącz pompę ciepła; (pompa ciepła włączy się po około 10 min – zwłoka czasowa zabezpieczająca przed uszkodzeniem sprężarki)
 - d) dokonaj pierwszych niezbędnych odczytów przyrządów pomiarowych (licznika energii elektrycznej i ciepłomierza) oraz zanotuj czas odczytu.
2. Przedstaw plan dalszych czynności, uwzględniając **cel główny badań** (jak wyżej) oraz badania określające przekazywanie ciepła do parowacza i badania określające przekazywanie ciepła ze skraplacza do instalacji c. o.

Cel główny badań: należy określić współczynnik efektywności cieplnej pompy ciepła średni za okres pomiarów oraz trzy współczynniki efektywności cieplnej chwilowe: ok. 10 min. po rozpoczęciu pomiarów, w środku okresu pomiarowego i na końcu okresu pomiarowego. Wymyśl, jak należy wyznaczyć współczynniki chwilowe w sytuacji, gdy nie jest dostępny na stanowisku pomiarowym watomierz.

Plan czynności

1. Sprecyzuj cele pomiarów:

Zad. 1. Wyznaczenie średniego współczynnika efektywności cieplnej ε_m (COP_m) pompy ciepła (średniego za czas pomiarów),

Zad. 2. Wyznaczenie chwilowego współczynnika efektywności cieplnej ε_i (COP_i) pompy ciepła (chwilowego – w trzech wybranych chwilach $i = 1, 2, 3$).

Zad. 3. a) Wyznaczenie temperatur czynników na we/wy:

- parowacza,
- skraplacza.

b) Wyznaczenie temperatur powietrza otoczenia (powietrza zewnętrznego i wewnętrznego).

c) Opis warunków pogodowych.

Przygotuj (zaprojektuj) arkusz pomiarowy do realizacji **zad. 1**. W szczególności końcowe wiersze arkusza winny zawierać następujące pozycje:

- ε_m (COP_m)
- ε_c (COP_c)
- $\eta_m = \varepsilon_m / \varepsilon_c$ (patrz: pkt. 6).

2. Przygotuj (zaprojektuj) arkusz pomiarowy do realizacji **zad. 2**. W szczególności końcowe wiersze arkusza mają zawierać następujące pozycje:

- ε_i (COP_i); $i = 1, 2, 3$

- ε_c (COP_c);
$$\varepsilon_c = \frac{T_g}{T_g - T_d}$$

- T_g – średnia arytmetyczna temperatur wejścia i wyjścia dla górnego źródła ciepła [K]

- T_d – średnia arytmetyczna temperatur wejścia i wyjścia dla dolnego źródła ciepła [K]

-

- $\eta_i = \varepsilon_i / \varepsilon_c$; $i = 1, 2, 3$ (patrz: pkt. 6).

3. Wprowadzaj dane pomiarowe do arkuszy pomiarowych.

Uwaga: ponieważ pompa ciepła pracuje w trybie ON/OFF, należy notować według czasu zegarowego momenty wystąpienia ON i OFF, i stany liczników pomiarowych w tych momentach.

4. Dokonaj pomiarów temperatury wody na wejściu i wyjściu pompy ciepła. Zanotuj dane dot. użytego termometru.

5. Dokonaj pomiaru temperatury czynnikaziębniczego:

a) na wejściu i wyjściu parowacza

b) na wejściu i wyjściu skraplacza

Oblicz średnią arytmetyczną temperaturę czynnikaziębniczego:

a) w parowaczu T_{II}

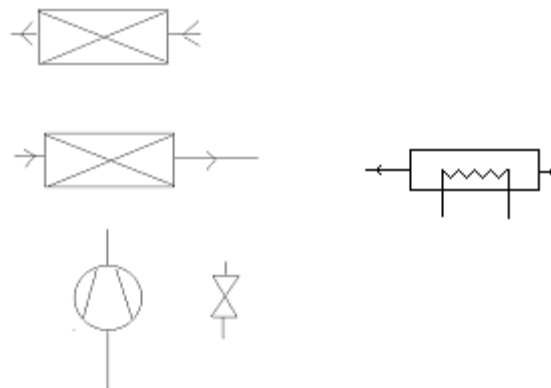
b) w skraplaczu T_I .

6. Oblicz dla pompy ciepła, realizującej obieg Carnota pomiędzy temperaturami T_H i T_L , współczynnik efektywności cieplnej ε_c (COP_c).
- Gdy na podstawie przeprowadzonych pomiarów uzyskasz współczynniki efektywności cieplnej ε_m (COP_m) oraz ε_i (COP_i); $i = 1, 2, 3$; badanej pompy ciepła, oblicz z poniższego wzoru **stopień doskonałości** tej pompy (w termodynamice nazywa się to **sprawnością egzergijną**):

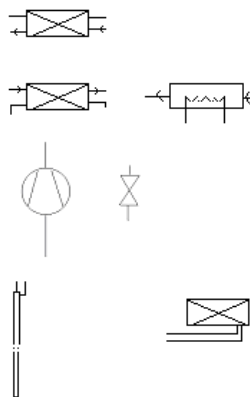
$$\eta = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_c}$$

7. Wylicz i wstaw do arkuszy odpowiednie współczynniki ε i η .
8. Sporządź schemat ideowy badanej pompy ciepła. Uwzględnij podstawowe elementy pompy ciepła, przy czym:
- sprężarkę umieść „po prawej stronie” schematu,
 - zawór rozprężny – „po lewej”,
 - główne wymienniki - „u dołu” i „u góry” (wpisz nazwy tych wymienników),
 - we właściwym miejscu umieść wymiennik dochładzający i zarazem dogrzewający czynnik ziębniczy (ekonomizer).

Uwaga: na schemacie użyj niżej narysowanych elementów (połącz je).



9. Sporządź schemat ideowy badanej pompy ciepła i dołącz do niego schemat instalacji poboru oraz zdawania ciepła.
- 10.
- 11.
- 12.
13. Wykorzystaj na schemacie elementy narysowane poniżej.



14. Odpisz z tabliczki znamionowej dane pompy ciepła (dodatkowo możesz wykonać fotografię tabliczki).

Studia: dzienne;

Miejsce badań: budynek B-4; laboratorium w sali 015

Tabl. 1. Wyniki pomiarów do realizacji zad. 1

Tryb pracy pompy ciepła	Czas (hh : min.min.)	Odczyt	jednostka miary	wartość
ON (START)		Licznik energii elektr.	kWh	
		Licznik ciepła	kWh	
OFF		Licznik energii elektr.	kWh	
		Licznik ciepła	kWh	
ON		Licznik energii elektr.	kWh	
		Licznik ciepła	kWh	
OFF		Licznik energii elektr.	kWh	
		Licznik ciepła	kWh	
ON		Licznik energii elektr.	kWh	
		Licznik ciepła	kWh	
OFF (KONIEC)		Licznik energii elektr.	kWh	
		Licznik ciepła	kWh	

Tabl. 2 do realizacji zad. 2. Wyniki pomiarów i obliczeń

Moment pracy pompy ciepła	czas (hh : min.min.)	odczyt	symbol	jednostka miary	wartość
τ_1		Licznik energii elektr.		kWh	
		Strumień ciepła			
$\tau_2 =$ $= \tau_1 + 1 \text{ min.}$		Licznik energii elektr.		kWh	
		Strumień ciepła			
za okres $\tau_1 \div \tau_2$		Średnia moc prądu elektrycznego			
za okres $\tau_1 \div \tau_2$	-	Średni strumień ciepła	\dot{Q}		
τ_3		Licznik energii elektr.		kWh	
		Strumień ciepła			
$\tau_4 =$ $= \tau_3 + 1 \text{ min.}$		Licznik energii elektr.		kWh	
		Strumień ciepła			
za okres $\tau_3 \div \tau_4$		Średnia moc prądu elektrycznego			
za okres $\tau_3 \div \tau_4$		Średni strumień ciepła	\dot{Q}		
τ_5		Strumień energii elektr.		kWh	
		Strumień ciepła			
$\tau_6 =$ $= \tau_5 + 1 \text{ min.}$		Strumień energii elektr.		kWh	
		Strumień ciepła			
za okres $\tau_5 \div \tau_6$		Średnia moc prądu elektrycznego			
za okres $\tau_5 \div \tau_6$		Średni strumień ciepła	\dot{Q}		

Tabl. 3 do zad. 1 i zad. 2. Wyniki pomiarów i obliczenia

Tryb pracy pompy ciepła	Czas (hh : min.min.)	Temperatura:	Symbol	Wartość temperatury °C	Wartość temperatury K
		czynnika ziębniczego na wlocie do parowacza (pomiar)			
		czynnika ziębniczego na wylocie z parowacza (pomiar)			
		średnia czynnika ziębniczego w parowaczu (obliczenie)			
		wody c.o. na wlocie do skraplacza (pomiar)			
		wody c.o. na wylocie ze skraplacza (pomiar)			
		średnia wody c.o. (obliczenie)			
		czynnika ziębniczego na wlocie do skraplacza (pomiar)			
		czynnika ziębniczego na wylocie ze skraplacza (pomiar)			
		średnia czynnika ziębniczego w skraplaczu (obliczenie)			

Tabl. 4. Charakterystyka energetyczna pompy ciepła

Wskaźnik	jednostka miary	wartość		
$\varepsilon_m (\text{COP}_m)$	1			
$\varepsilon_c (\text{COP}_c)$	1			
η_c	%			
$\varepsilon_1 (\text{COP}_1)$	1			
$\varepsilon_2 (\text{COP}_2)$	1			
$\varepsilon_3 (\text{COP}_3)$	1			
$\varepsilon_c (\text{COP}_c)$	1			
η_1	%			
η_2	%			
η_3	%			