



### Przebieg ćwiczenia:

- 1) Sprawdzić, czy zabezpieczenie jest w pozycji „OFF”.
- 2) Sprawdzić, czy termostat jest ustawiony na „0”.
- 3) Włączyć watomierz, sprawdzić baterie w urządzeniu.
- 4) Podłączyć stanowisko do sieci 230V.
- 5) Włączyć zabezpieczenie – włącznik w pozycję „ON”.
- 6) Sprawdzić, czy termometry działają.
- 7) Zapisać temperaturę otoczenia.
- 8) Spisać temperatury początkowe.
- 9) Nastawić pokrętko termostatu w pozycji 3.
- 10) Dokonywać pomiarów temperatury w komorze oraz na wlocie i wylocie z wymiennika ciepła w odstępach 30 sekundowych.
- 11) Pomiary zestawić w poniższej tabeli.
- 12) Po samoczynnym wyłączeniu się urządzenia ustawić pokrętko termostatu w pozycji „0”.
- 13) Zapisać najniższą temperaturę w komorze i czas po jakim to nastąpiło (urządzenie cechuje się pewną inercją, stąd po wyłączeniu sprężarki temperatura w komorze nadal jeszcze spada przez pewien czas).
- 14) Wykonać odpowiednie obliczenia:

#### 1. Obliczanie ilości ciepła odebranego z komory.

Ilość ciepła odebrana z komory w czasie całego ćwiczenia:

$$Q_K = \int_{T_p}^{T_k} m C_p dT$$

gdzie:

Q – ilość odebranego ciepła [J],

m – masa powietrza w komorze [kg],

$$m = \rho V$$

$\rho$  - średnia gęstość powietrza (1,2928 kg/m<sup>3</sup>)

V- objętość komory [m<sup>3</sup>]

C<sub>p</sub> – ciepło właściwe powietrza [J/kgK] (1005 J/kgK)

T<sub>p</sub> – temperatura początkowa [K],

T<sub>k</sub> – temperatura końcowa [K].

$$1\text{kJ} = 0,000277778 \text{ kWh}$$

aby obliczyć moc pobraną z komory należy powyższe równanie podzielić przez czas trwania pomiaru w sekundach:

$$P = \frac{Q_K}{t}$$

P moc [J/s=W]

t – czas pomiaru [s]

$$1\text{kWh} = 3600 \text{ kJ}$$



## LABORATORIUM TERMODYNAMIKI

### POWIETRZNA SPRĘŻARKOWA POMPA CIEPŁA

#### 2. Ilość energii elektrycznej dostarczonej przez sprężarkę:

$$Q_{el} = W \cdot t$$

W – średnia moc pobierana przez sprężarkę ze wskazania watomierza [W=J/s]  
(średnią moc należy obliczyć jako średnią arytmetyczną odczytanych wskazań watomierza podczas trwania pomiaru)

t - czas trwania pomiaru [h]

$Q_{el}$  – ilość energii dostarczonej przez sprężarkę [kWh]

#### 3. Moc chwilowa powietrznego wymiennika ciepła

$$P = 0,278 \cdot \dot{q} \cdot c_p \cdot \rho \cdot \Delta T \quad [W]$$

gdzie:

$\dot{q}$  – przepływ powietrza w  $m^3/h$  – (dla zainstalowanego wentylatora z uwzględnieniem strat na nie szczelności należy przyjmować  $\dot{q}=59m^3/h$ )

$c_p$  – ciepło właściwe powietrza – 1,005 kJ/kgK

$\rho$  - gęstość powietrza – 1,205 kg/m<sup>3</sup>

$\Delta T$  – różnica temperatur na wejściu i wyjściu z wymiennika powietrznego [K]

#### 4. Ilość ciepła dostarczonego przez powietrzny wymiennik ciepła

$$Q_w = P \cdot t \quad [J]$$

P – moc chwilowa [W]

t – czas jaki upłynął od początku pomiaru do chwili t, dla różnicy temperatur dla której liczona była moc chwilowa

#### 5. Całkowity współczynnik wydajności układu dla całego pomiaru:

$$COP = \frac{P_{max}}{Q_{el}}$$

(ang. COP – coefficient of performance) – stosunek mocy grzewczej pompy do mocy zużytej przez sprężarkę

$P_{max}$  – maksymalna moc uzyskana w powietrznym wymienniku ciepła [W]

$Q_{el}$  – moc sprężarki [W]

#### 6. Należy wykonać wykres zmian energii odebranej z komory w czasie trwania ćwiczenia

$$Q_K = m C_p \Delta T$$

$$\Delta T = T_i - T_p$$



## LABORATORIUM TERMODYNAMIKI

### POWIETRZNA SPRĘŻARKOWA POMPA CIEPŁA

7. Dodatkowo należy wykonać wykres zmiany współczynnika wydajności układu w każdym momencie wykonanego pomiaru – chwilowy COP.

$$Q_K = \frac{mC_p\Delta T}{t_i}$$

$$\Delta T = T_i - T_p$$

$T_i$  – temperatura w chwili pomiaru [K]

$T_p$  – temperatura początkowa [K]

$t_i$  – czas i-tego pomiaru [s]

Sprawność chwilowa:

$$COP_i = \frac{P_i}{Q_{el\ i}} \cdot 100\%$$

$Q_{el\ i}$  – wartość mocy odczytana z watomierza w i-tym pomiarze

- 15) Podsumowaniem wykonanego ćwiczenia oprócz wykresów powinny być wnioski.



## LABORATORIUM TERMODYNAMIKI

### POWIETRZNA SPREŻARKOWA POMPA CIEPŁA

Karta pomiarowa:

Temperatura otoczenia  $T = \dots \dots \dots$

Numer pomiaru	Czas $t$ [min]	T wlot [K]	T wylot [K]	T komory [K]	Wskazanie watomierza [W]	Numer pomiaru	Czas $t$ [min]	T wlot [K]	T wylot [K]	T komory [K]	Wskazanie watomierza [W]
0	0					24	12				
1	0,5					25	12,5				
2	1					26	13				
3	1,5					27	13,5				
4	2					28	14				
5	2,5					29	14,5				
6	3					30	15				
7	3,5					31	15,5				
8	4					32	16				
9	4,5					33	16,5				
10	5					34	17				
11	5,5					35	17,5				
12	6					36	18				
13	6,5					37	18,5				
14	7					38	19				
15	7,5					39	19,5				
16	8					40	20				
17	8,5					41	20,5				
18	9					42	21				
19	9,5					43	21,5				
20	10					44	22				
21	10,5					45	22,5				
22	11					46	23				
23	11,5					47	23,5				



**LABORATORIUM TERMODYNAMIKI**

POWIETRZNA SPREŻARKOWA  
POMPA CIEPŁA