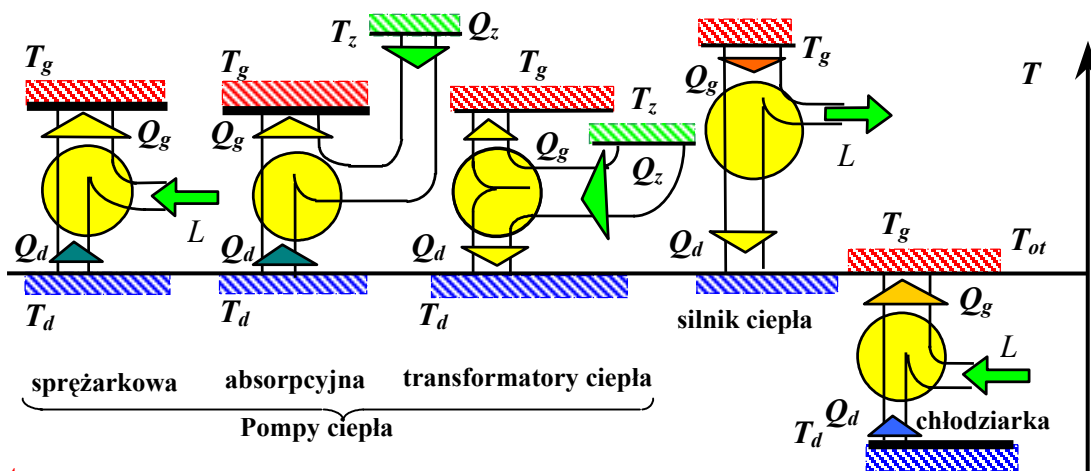


3. PC

WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA EFEKTYWNOŚCI I SPRAWNOŚCI POMPY CIEPŁA

Podstawy teoretyczne

Zadaniem pomp ciepła jest przenoszenie ciepła z dolnego źródła o temperaturze niższej do górnego źródła o temperaturze wyższej. Cel ten może być realizowany następująco:



Rys historyczny

Podstawy teoretyczne pomp ciepła opracowali w 1834 r. Pelleten i w 1852 r. Thomson, Pierwsze wyniki badań skonstruowanej przez siebie pompy ciepła do warzenia soli opublikował w 1898 Balsberg (Niemcy). W Szwajcarii w 1914 zastosowano pompę ciepła w farbiarni do zateżniania łągu sodowego. W 1928 Haldane zbudował instalację z pompą ciepła do grzania domu. W 1938 przy pomocy pompy ciepła ogrzewany był ratusz w Zurichu, a w 1941 już cała tamtejsza Politechnika. Obecnie na całym świecie produkuje się kilka milionów pomp rocznie; w samej tylko Japonii w 1984 sprzedano ich 2 mln.

Budowa sprężarkowej pompy ciepła

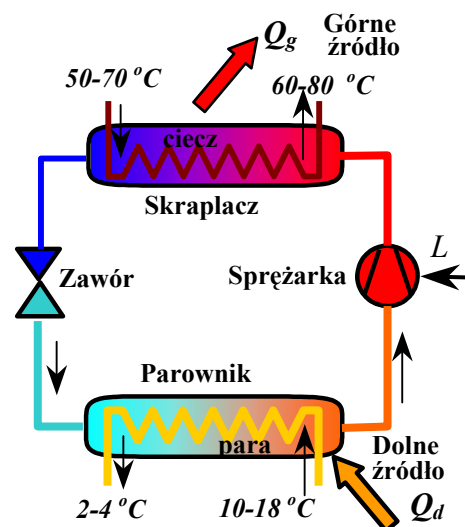
Sprężarkowa pompa ciepła składa się z dwóch wymienników ciepła: parownika i skraplacza, sprężarki, zaworu rozprężnego oraz układu automatyki i regulacji.

W parowniku są dwa obiegi: wrzącego czynnika chłodniczego (freonu) i wodnego, doprowadzającego ciepło z gruntu. Na skutek doprowadzonego ciepła przechłodzony ciekły czynnik chłodniczy zamienia się w parę.

Sprężarka spręża pary czynnika, co powoduje wzrost ich temperatury, i przetłacza je do skraplacza.

W skraplaczu również są dwa obiegi: skraplającego się czynnika oraz obieg wodny, będący źródłem ciepłej wody użytkowej cwu lub wody grzewczej co.

Kondensat ze skraplacza ulega adiabatycznemu rozprężeniu w zaworze, gdzie zachodzi jego przechłodzenie, i wpływa do parownika.

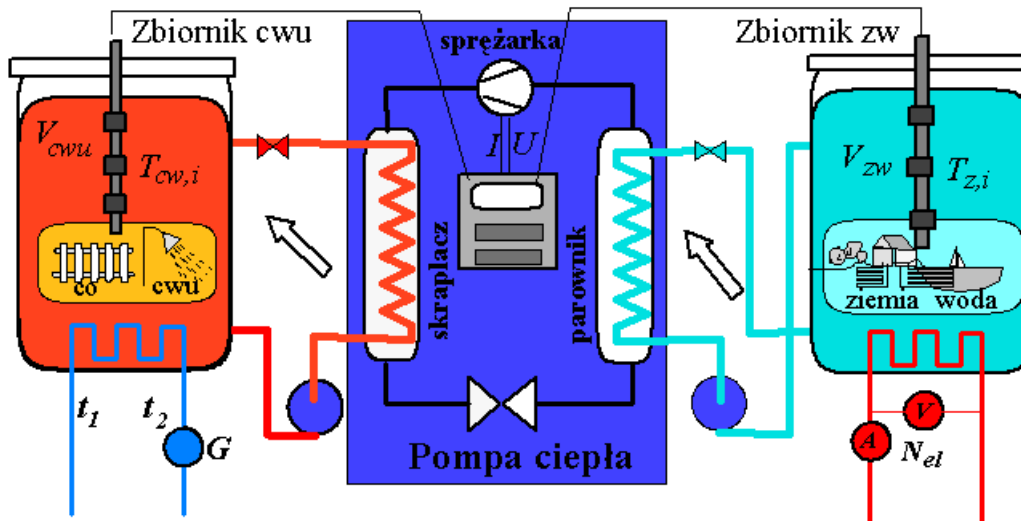


Schemat sprężarkowej pompy ciepła

Budowa stanowiska

Stanowisko składa się z:

- pompy ciepła,
- zbiornika cwu, który modeluje zasobnik ciepłej wody do celów użytkowych cwu i do ogrzewania co.
- zbiornika zw, który modeluje dolne źródło ciepła np.: ciepło ziemi, wody, powietrza, ścieków itp.
- dwóch pomp obiegowych,
- układu regulacyjno-pomiarowego (pomiar temperatur, mocy, czasu).



Schemat stanowiska pomiarowego.

Dodatkowo stanowisko zaopatrzone jest w układ chłodzenia zbiornika cwu oraz dogrzewania zbiornika zw. Umożliwia to zapewnienie stałej temperatury dolnego, górnego lub jednocześnie dolnego i górnego źródła ciepła.

Chłodzenie realizowane jest wodą wodociągową. Pomiar objętościowego natężenia przepływu tej wody $G \text{ m}^3/\text{h}$ oraz temperatury na wlocie $t_1 \text{ }^\circ\text{C}$ i wylocie $t_2 \text{ }^\circ\text{C}$ umożliwia, dla stanu ustalonego lub metodą bilansową dla stanu nieustalonego, wyznaczenie strumienia ciepła oddanego w górnym źródle $Q_g \text{ kW}$.

Ogrzewanie elektryczne oraz pomiar mocy i czasu włączenia grzałki umożliwia wyznaczenie strumienia ciepła pobranego z dolnego źródła ciepła $Q_d \text{ kW}$.

Metodyka badawcza

Z programu komputerowego obsługującego stanowisko badawcze należy wybrać jedną z opcji:

- a) Zmienna temperatura dolnego i górnego źródła ciepła,
- b) Stała temperatura dolnego źródła ciepła
- c) Stała temperatura górnego źródła ciepła,
- d) Stała temperatura dolnego i górnego źródła ciepła.
- e)

Wariant „a”

- zapoznanie się z instrukcją i tabelką pomiarową,
- sprawdzenie poprawności zamknięcia i otwarcia zaworów,

- określenie ilości wody w zbiornikach,
- włączenie programu komputerowego
- włączenie pompy,
- zanotowanie czasu rozpoczęcia pomiaru,
- zanotowanie temperatur początkowych w zbiornikach,
- notowanie w odstępach 5 min. wskazań temperatur oraz natężeń i napięć prądu zasilania pompy.

Przykładowe obliczenia dla wariantu „a”

Q_{zw} wielkość strumienia ciepła pobrana z dolnego źródła (gruntu):

$$Q_{zw} = m_{zw} \cdot c_p \cdot (t_{zw,0} - t_{zw,n}) / \tau_{n-0} \quad W$$

$$m_{zw} = V_{zw} \cdot \rho_{zw}(t_{sr}) \quad kg$$

gdzie: m_{zw} kg - masa wody w zbiorniku dolnego źródła, V_{zw} m³ ilość wody w zbiorniku, $c_{p,10\text{ }^\circ C} = 4.195 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ciepło właściwe wody w temperaturze 10 °C, $\rho_{10\text{ }^\circ C} = 999 \text{ kg/m}^3$ gęstość wody w temperaturze 10 °C, $t_{zw,0}$, $t_{zw,n}$ °C średnie temperatury w zbiorniku w czasie $\tau = 0$, $\tau = n$ s

Q_{cwu} wielkość strumienia ciepła oddanego w górnym źródle (cwu, co):

$$Q_{cwu} = m_{cwu} \cdot c_p \cdot (t_{cwu,0} - t_{cwu,n}) / \tau_{n-0} \quad W$$

$$m_{cwu} = V_{cwu} \cdot \rho_{cwu}(t_{sr}) \quad kg$$

gdzie: m_{cwu} kg - masa wody w zbiorniku dolnego źródła, V_{cwu} m³ ilość wody w zbiorniku, $c_{p,50\text{ }^\circ C} = 4.178 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ciepło właściwe wody w temperaturze 50 °C, $\rho_{50\text{ }^\circ C} = 988 \text{ kg/m}^3$ gęstość wody w temperaturze 50 °C, $t_{cwu,0}$, $t_{cwu,n}$ °C średnie temperatury w zbiorniku w czasie $\tau = 0$, $\tau = n$ s

N moc elektryczna pompy ciepła:

$$N = U \cdot I \quad W$$

ε współczynnik efektywności:

$$\varepsilon = Q_{cwu} / N \quad -$$

η sprawność:

$$\eta = Q_{cwu} / (N + Q_{zw}) \quad -$$

Tabela pomiarów i uzyskanych wyników

Numer pomiaru	t_{zw} °C	t_{cwu} °C	τ s	U V	I A	Q_{zw} kW	Q_{cwu} kW	N kW	ε -	η -
początek	0									
	1									
	2									
	3									
	4									
.....										
koniec	n									