

Labrapport Värmepump

Termodynamik 5A1210

Sören Grönqvist

Mångatan 21
195 58 Märsta
Tel: 08-591 159 04
073-923 42 14
e98_sgr@e.kth.se

Patrick Strang

Anna Maria Roos väg 56
146 54 Tullinge
Tel: 08-607 44 07
070-660 59 47
e97_pst@e.kth.se

Assistent: David Bergström

Laborationen utfördes: 6 oktober 1999
Rapporten inlämnades: 15 oktober 1999

Syfte med laborationen

Att undersöka en värmepumps konstruktion, funktion och värmefaktor. I detta ingick att ta reda på följande:

- Värmefaktorn för Carnotprocessen, som baseras på två värden, kondensationstemperatur och förångningstemperatur. Carnot-värmefaktorn definieras som:

$$\Phi_c = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

där T_1 är kondensationstemperaturen och T_2 är förångningstemperaturen.

- Värmefaktorn för en värmepump, som definieras:

$$\Phi = \frac{Q_2 + W}{W}$$

där Q_2 är upptaget värme och W är tillfört arbete.

- Värmefaktorn för att erhålla varmvatten, som definieras:

$$\Phi_v = \frac{Q_1}{W}$$

där Q_1 är avgivet värme.

- Verkningsgrad för värmepumpen. Denna kan beräknas antingen genom multiplikation av verkningsgraderna för de i värmepumpen ingående delarna, såsom drivmotor ($\approx 0,70-0,80$), remdrivning ($\approx 0,98$), kompressor ($\approx 0,70-0,80$) och köldmediet ($\approx 0,80$), eller genom formeln:

$$\eta = \frac{\Phi}{\Phi_c}$$

- Verkningsgraden för att erhålla varmvatten beräknas med formeln:

$$\eta_v = \frac{\Phi_v}{\Phi_c}$$

Värmepumpens funktion

När freongasen når kompressorn ökar gasens energiinnehåll till följd av att kompressorn uträttar ett arbete på gasen. Gasens tryck och temperatur stiger. Till kondensorn kommer freon i både vätske- och gasfas. Vattenledningsvattnet leds genom rör i kondensorn. Vattnet värms upp, eftersom det har lägre temperatur än freonet, och freonet kondenseras.

När sedan det kondenserade freonet når den termiska expansionsventilen, så sänks freonets temperatur och tryck. En del av energi som frigörs vid temperaturesänkningen gör att en del av freonet förångas. Från den termiska expansionsventilen går vätska-gasblandningen av freonet till förångaren. Gasen går direkt till kompressorn, och vätskan förångas av den vatten-glykolblandning som leds genom rör i förångaren. Så påbörjas processen på nytt.

Utförande

Vi startade upp värmepumpen och lät den gå i cirka en kvart, för att systemet skulle stabilisera sig. Därefter mätte vi kondensationstemperatur och förångningstemperatur och motsvarande tryck med hjälp av manometrar placerade både före och efter kondensorn respektive förångaren. Vi mätte också temperaturen på tillfört och avgivet vatten, gasens temperatur innan och efter kompression samt temperaturen på vatten-glykolblandningen innan och efter förångaren.

Mät punkt	Temperatur/ °C
Vattenledningsvatten in	14
Varmvatten ut	37
Gas före kompression	2
Gas efter kompression	87
Vatten/Glykol till förångaren	30
Vatten/Glykol från förångaren	25
Kondensationstemperatur innan kondensorn	40,5
Kondensationstemperatur efter kondensorn	39
Förångningstemperatur innan förångaren	-7,5
Förångningstemperatur efter förångaren	-7
	Tryck/bar
Tryck innan kondensorn	14,8
Tryck efter kondensorn	14,5
Tryck innan förångaren	2,95
Tryck efter förångaren	3,05

Det tillförda arbetet W vid kompressionen och det upptagna värmets Q_2 mättes med hjälp av hushållsenergimätare, där en skiva roterar 120 varv per kWh.

För att ta reda på det avgivna värmets Q_1 använde vi en 10 liters hink, som vi lät fylla med det avgivna varmvattnet. Vi mätte tiden det tog att fylla hinken och givet vattens värmekapacitet $C_v = 4,18 \text{ J/g} \cdot \text{K}$ kunde vi räkna ut den avgivna energin.

Resultat

Kondensationstemperaturen får man om man använder sig av medelvärdet av de uppmätta temperaturerna innan och efter kondensorn

$$T_1 = \frac{T_{1f} + T_{1e}}{2} = \left(\frac{40,5 + 39}{2} + 273,15 \right) \text{ K} = 312,9 \text{ K}$$

På samma sätt får man förångningstemperaturen

$$T_2 = \frac{T_{2f} + T_{2e}}{2} = \left(\frac{-7,5 - 7}{2} + 273,15 \right) \text{ K} = 265,9 \text{ K}$$

Med hjälp av detta kunde vi räkna ut Carnot-värmefaktorn

$$\Phi_c = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = 6,657$$

Det upptagna värmets Q_2 mättes med energimätaren kopplad till elpatronen. 120 varv på energimätarens roterande skiva motsvarar 1 kWh. Detta ger oss att ett varv motsvarar $\frac{1}{120} \text{ kWh} = 30 \text{ kJ}$.

Vi mätte den tid det tog skivan att rotera 20 varv. Det tog 336 s $\Rightarrow$ ett varv tar 16,8 s. Frekvensen är då $\frac{1}{16,8} \text{ varv/s} = 0,0595 \text{ varv/s}$.

Energin upptagen på en sekund är då:

$$Q_2 = 30 \cdot 10^3 \cdot 0,0595 \text{ J} = 1,786 \text{ kJ}$$

Det tillförda arbetet W mättes med hjälp av energimätaren kopplad till kompressorn. I det här fallet tog skivan 531 s på sig att rotera 20 varv $\Rightarrow$ ett varv tar 26,55 s. Frekvensen är då $\frac{1}{26,55} \text{ varv/s} = 0,0377 \text{ varv/s}$.

Det tillförda arbetet på en sekund är då:

$$W = 30 \cdot 10^3 \cdot 0,0377 \text{ J} = 1,130 \text{ kJ}$$

Den totala värmefaktorn är alltså $\Phi = \frac{Q_2+W}{W} = \frac{1,786 \cdot 10^3 + 1,130 \cdot 10^3}{1,130 \cdot 10^3} = 2,581$