ET 405

Wärmepumpe für Kühl- und Heizbetrieb

Beschreibung

- **Luft-Wasser-Wärmepumpe**
- **Heiz- und Kühlbetrieb möglich**
- **hoher Praxisbezug durch Verwendung industrieller Komponenten aus der Kältetechnik**
- **verschiedene Betriebsarten über Magnetventile einstellbar**

Kälteanlagen und Wärmepumpen unterscheiden sich nur in der Definition des Nutzens, können aber baugleich gestaltet sein. Zum Beispiel können die Waren in einem Supermarkt gekühlt und mit der Abwärme der Verkaufsraum geheizt werden. Auch kann mit derselben Anlage der Verkaufsraum im Sommer gekühlt werden.

Mit ET 405 kann der Kühl- und Heizbetrieb untersucht werden. Über Magnetventile sind verschiedene Betriebsarten wählbar.

Der Kältekreislauf mit Verdichter und Verflüssiger (Wärmeübertrager mit Gebläse) enthält zwei Verdampfer mit Gebläsen (Normal- und Tiefkühlstufe) und thermostatischen Expansionsventilen. Die beiden Verdampfer können parallel oder in Reihe geschaltet werden. Für die Reihenschaltung dient ein Kapillarrohr als Expansionselement am Verdampfer der Normalkühlstufe. Der Kältemittelkreislauf ist über einen Koaxialwendel-Wärmeübertrager mit einem Glykol-Wasser-Kreislauf verbunden.

Über Magnetventile kann der Koaxialwendel-Wärmeübertrager als Verdampfer oder als Verflüssiger geschaltet werden. Damit kann das Glykol-Wasser-Gemisch im Behälter erwärmt oder gekühlt werden. Im reinen Kühlbetrieb (ohne Heizungsfunktion) übernimmt der Wärmeübertrager mit Gebläse als Verflüssiger die Wärmeabfuhr. Dieser Wärmeübertrager kann über Magnetventile auch als Verdampfer geschaltet werden.

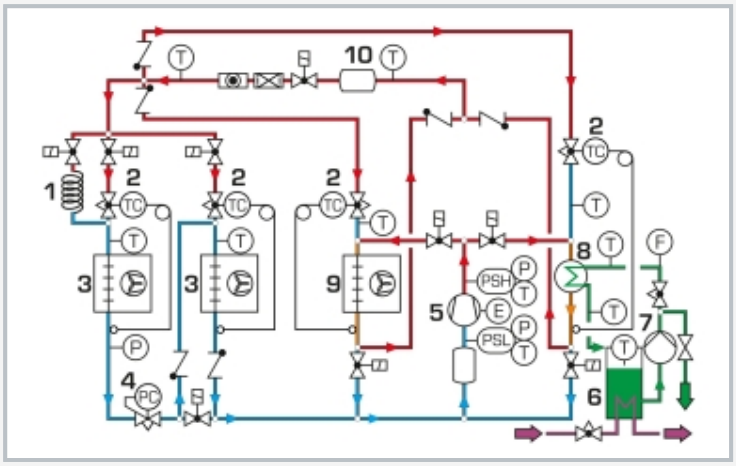
Die Messwerte werden an digitalen Anzeigen abgelesen und können gleichzeitig über USB direkt auf einen PC übertragen werden. Die mitgelieferte Datenerfassungssoftware ermöglicht die einfache Auswertung und die Darstellung des Prozesses. Die GUNT-Software liefert exakte Daten des Kältemittelzustandes, mit deren Hilfe der Kältemittelmassenstrom präzise berechnet wird. Die Berechnung ergibt somit ein deutlich genaueres Ergebnis als die Messung mit konventionellen Verfahren.

Lerninhalte / Übungen

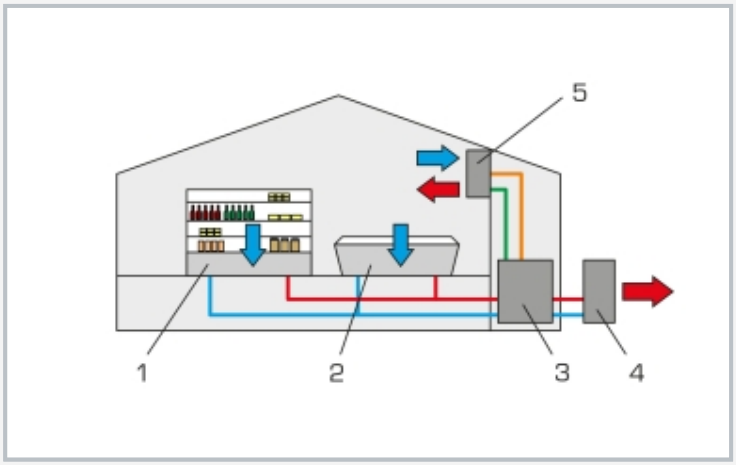
- Aufbau, Funktion und wesentliche Komponenten einer Wärmepumpe bzw. Kälteanlage
- Darstellung des thermodynamischen Kreisprozesses im log p,h-Diagramm
- unterschiedliche Betriebsarten vergleichen
- Messung von Verdichterleistung und Heiz- bzw. Kühlleistung im Glykol-Wasser-Kreislauf
- Bestimmung von
  - Wirkungsgrad
  - Leistungszahl von Wärmepumpe und Kälteanlage
  - spezifische Verdichterarbeit
  - Verdichterdruckverhältnis
  - spezifische Kühlleistung
  - spezifische Kälteleistung
- Kennzahlen Wärmepumpe-Kälteanlage vergleichen

ET 405
Wärmepumpe für Kühl- und Heizbetrieb

1 Verdampfer, 2 Expansionsventil, 3 Kapillarrohr, 4 Verdampfer Tiefkühlstufe, 5 Verdampfungsdruckregler, 6 Verdichter, 7 Sammler, 8 Wärmeübertrager mit Gebläse, 9 Pumpe, 10 Anzeige- und Bedienelemente, 11 Behälter für Glykol-Wasser-Gemisch, 12 Durchflussmesser (Glykol-Wasser), 13 Magnetventil, 14 Koaxialwendel-Wärmeübertrager



1 Kapillarrohr, 2 Expansionsventil, 3 Verdampfer, 4 Verdampfungsdruckregler, 5 Verdichter, 6 Behälter für Glykol-Wasser-Gemisch, 7 Pumpe, 8 Koaxialwendel-Wärmeübertrager, 9 Wärmeübertrager mit Gebläse, 10 Sammler; T Temperatur, P Druck, F Durchfluss, PSH, PSL Druckschalter



Anwendung Supermarkt: 1 Kühlmöbel, 2 Tiefkühltruhe, 3 Wärmepumpe, 4 Außenverflüssiger, 5 Konvektor zum Heizen oder Kühlen des Verkaufsraums

Spezifikation

[1] verschiedene Betriebsarten über Magnetventile wählbar
[2] Kältekreislauf mit Verdichter, Verflüssiger (Wärmeübertrager mit Gebläse), 2 Verdampfer mit Gebläse (Normal- und Tiefkühlstufe)
[3] Glykol-Wasser-Kreislauf mit Behälter, Pumpe und Koaxialwendel-Wärmeübertrager
[4] Koaxialwendel-Wärmeübertrager und Wärmeübertrager mit Gebläse jeweils als Verflüssiger oder Verdampfer im Kältekreislauf einsetzbar
[5] je 1 thermostatisches Expansionsventil für alle Wärmeübertrager und Verdampfer
[6] zusätzlich 1 Verdampfungsdruckregler und 1 Kapillarrohr für den Verdampfer Normalkühlstufe
[7] Anzeigen für Temperatur, Druck, Durchfluss und Leistungsaufnahme des Verdichters
[8] Kältemittelmassenstrom präzise berechnet über GUNT-Software
[9] GUNT-Software zur Datenerfassung über USB unter Windows 10

Technische Daten

Verdichter
- Kälteleistung: 1561W bei 5/40°C
- Leistungsaufnahme: 759W bei 5/40°C

Wärmeübertrager mit Gebläse
- Übertragungsfläche: 1,25m^2
- Volumenstrom Luft: 650m^3/h

Verdampfer mit Gebläse
- Normalkühlstufe Übertragungsfläche: 1,21m^2, Volumenstrom Luft: 80m^3/h
- Tiefkühlstufe Übertragungsfläche: 3,62m^2, Volumenstrom Luft: 125m^3/h

Kältemittel
- R513A
- GWP: 631
- Füllmenge: 1,5kg
- CO_2-Äquivalent: 0,9t

Messbereiche
- Temperatur: 11x -50...150°C
- Druck: 2x -1...15bar, 1x -1...24bar
- Massenstrom: Kältemittel, berechnet 2,5...65g/s
- Leistung: 0...1150W

230V, 50Hz, 1 Phase
230V, 60Hz, 1 Phase; 120V, 60Hz, 1 Phase
UL/CSA optional
LxBxH: 2210x800x1900mm
Gewicht: ca. 330kg

Für den Betrieb erforderlich

Wasseranschluss, Abfluss
PC mit Windows empfohlen

Lieferumfang

1 Versuchsstand
1 Satz Zubehör
1 GUNT-Software + USB-Kabel
1 Satz didaktisches Begleitmaterial

ET 405
Wärmepumpe für Kühl- und Heizbetrieb

Optionales Zubehör

für Remote Learning

GU 100	Web Access Box
mit	
ET 405W	Web Access Software