

ET 352

Dampfstrahlverdichter in der Kältetechnik



Lerninhalte / Übungen

- Kompressionskälteanlage nach Dampfstrahlverfahren verstehen
- rechts- und linkslaufender Clausius-Rankine-Prozess
- Energiebilanzen
- Bestimmung der Leistungszahl des Kältekreislaufs
- Kreisprozess im log p,h-Diagramm
- Betriebsverhalten unter Last
- solarthermische Dampfstrahlkälte

Beschreibung

- Kälteanlage mit Dampfstrahlverdichter
- Kälteerzeugung durch Wärme
- Verflüssiger und Verdampfer transparent
- zusammen mit ET 352.01 und HL 313: Nutzung solarer Wärme als Antriebsenergie für einen Dampfstrahlverdichter

Im Gegensatz zu üblichen Kompressionskälteanlagen besitzen Dampfstrahl-Kältemaschinen keinen mechanischen Verdichter, sondern einen Dampfstrahlverdichter. Aus diesem Grund ist es möglich, verschiedene Wärmequellen zur Kälteerzeugung zu nutzen. Solche Quellen können z.B. Solarenergie oder Abwärme aus Prozessen sein.

Die Anlage enthält zwei Kältemittelkreisläufe: ein Kreislauf dient der Kälteerzeugung (Kältekreisprozess), der andere

Kreislauf dient der Treibdampferzeugung (Dampfkreisprozess).

Der Dampfstrahlverdichter verdichtet den Kältemitteldampf und fördert ihn in den Verflüssiger. Ein transparenter Behälter mit einer wassergekühlten Rohrschlange dient als Verflüssiger.

Im Kältekreisprozess strömt ein Teil des kondensierten Kältemittels in den transparenten Verdampfer, der an der Saugseite des Dampfstrahlverdichters angeschlossen ist. Der Verdampfer ist ein sogenannter überfluteter Verdampfer, in dem ein Schwimmventil den Füllstand konstant hält. Das Kältemittel nimmt die Umgebungswärme oder die Wärme des Heizers auf und verdampft. Der Kältemitteldampf wird vom Dampfstrahlverdichter angesaugt und wieder verdichtet.

Im Dampfkreisprozess fördert eine Pumpe den anderen Teil des Kondensats in einen Dampferzeuger. Ein elektrisch beheizter Behälter mit Wassermantel verdampft das Kältemittel. Der erzeugte Kältemitteldampf treibt den Dampfstrahlverdichter an. Als Alternative zur elektrischen Heizung kann solare Wärme als Antriebsenergie mit ET 352.01 und dem solarthermischen Kollektor HL 313 genutzt werden.

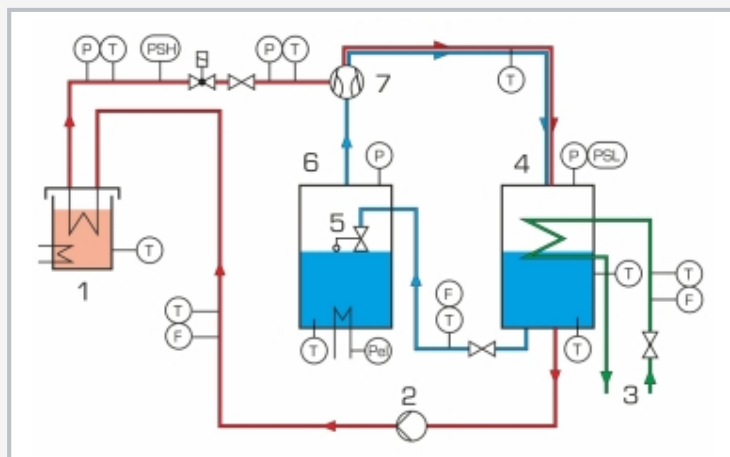
Relevante Messwerte werden mit Aufnehmern erfasst, angezeigt und können in einem PC weiterverarbeitet werden. Die Leistung des Heizers am Verdampfer ist einstellbar. Der Kühlwasserdurchfluss am Verflüssiger wird mit einem Ventil eingestellt.

ET 352

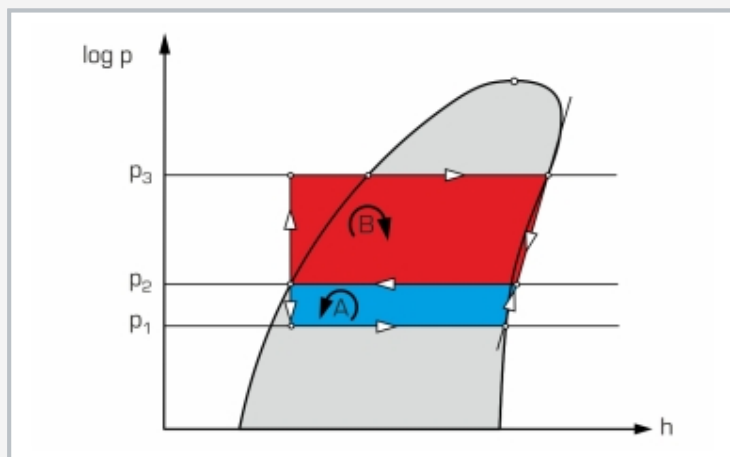
Dampfstrahlverdichter in der Kältetechnik



1 Manometer, 2 Druckschalter, 3 Anzeige- und Bedienelemente, 4 Dampferzeuger, 5 Verdampfer, 6 Pumpe, 7 Anschlüsse für Kühlwasser, 8 Durchflussmesser, 9 Verflüssiger, 10 Dampfstrahlverdichter



1 Dampferzeuger, 2 Pumpe, 3 Anschlüsse für Kühlwasser, 4 Verflüssiger, 5 Schwimmerventil, 6 Verdampfer, 7 Dampfstrahlverdichter; T Temperatur, P Druck, PSL, PSH Druckschalter, F Durchfluss, P_d Leistung; rot: Dampfkreisprozess, blau: Kältekreisprozess, grün: Kühlwasser



log p,h-Diagramm: A Kältekreisprozess, B Dampfkreisprozess, p_1 Druck im Verdampfer, p_2 Druck im Verflüssiger, p_3 Druck im Dampferzeuger

Spezifikation

- [1] Untersuchung eines Dampfstrahlverdichters
- [2] Kältekreislauf mit Verflüssiger, Verdampfer und Dampfstrahlverdichter für Kältemittel
- [3] Dampfkreislauf mit Pumpe und Dampferzeuger für den Betrieb des Dampfstrahlverdichters
- [4] transparenter Behälter mit wassergekühlter Rohrschlinge als Verflüssiger
- [5] Wasserversorgung über Labornetz oder über Kaltwassererzeuger WL 110.20 zur Sicherstellung einer max. Wassertemperatur von 14°C
- [6] transparenter Behälter mit einstellbarem Heizer als Verdampfer
- [7] überfluteter Verdampfer mit Schwimmerventil als Expansionselement
- [8] Dampferzeuger mit beheiztem Wassermantel (elektrisch oder solarthermisch über ET 352.01, HL 313)
- [9] Kältemittel R1233zd, GWP: 1
- [10] GUNT-Software zur Datenerfassung über USB unter Windows 10

Technische Daten

Dampfstrahlverdichter

- d_{min} Lavaldüse: ca. 1,7mm
- d_{min} Mischdüse: ca. 7mm

Verflüssiger

- Behälter: ca. 3,5L
- Fläche Rohrschlinge: ca. 0,17m²

Verdampfer

- Behälter: ca. 3,5L
- Leistung Heizer: 4x 125W

Dampferzeuger

- Behälter Kältemittel: ca. 0,75L
- Wassermantel: ca. 9L
- Leistung Heizer: 2kW

Pumpe: max. Förderstrom: ca. 1,7L/min,

max. Förderhöhe: ca. 70m

Kältemittel: R1233zd, GWP: 1, Füllmenge: 5kg, CO₂-Äquivalent: 0t

Messbereiche

- Temperatur: 12x -20...100°C
- Druck: 2x 0...10bar; 2x -1...9bar
- Durchfluss: 2x 0...1,5L/min, 1x 30...320L/h
- Leistung: 1x 0...750W, 1x 0...3kW

230V, 50Hz, 1 Phase

230V, 60Hz, 1 Phase, 230V, 60Hz, 3 Phasen

UL/GSA optional

LxBxH: 1460x790x1890mm

Gewicht: ca. 225kg

Für den Betrieb erforderlich

Wasseranschluss (min. 320L/h, Wassertemperatur max. 14°C), Abfluss oder WL 110.20
PC mit Windows empfohlen

Lieferumfang

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

ET 352

Dampfstrahlverdichter in der Kältetechnik

Optionales Zubehör

für Remote Learning
GU 100 Web Access Box
mit
ET 352W Web Access Software

Sonstiges Zubehör

ET 352.01 Solare Wärme zur Kälteerzeugung
HL 313 Brauchwassererwärmung mit Flachkollektor
HL 313.01 Künstliche Lichtquelle
WL 110.20 Kaltwassererzeuger