

(19)



(11)

EP 1 892 489 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.02.2008 Patentblatt 2008/09

(51) Int Cl.:
F25B 49/00 ^(2006.01) **F25B 40/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07016052.8**

(22) Anmeldetag: **16.08.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **21.08.2006 DE 102006038961**
14.12.2006 AT 20612006

(71) Anmelder: **Vaillant GmbH**
42859 Remscheid (DE)

(72) Erfinder:
• **Hiegemann, Markus**
44807 Bochum (DE)
• **Menne, Peter**
42897 Remscheid (DE)
• **Schöps, Axel**
51371 Leverkusen (DE)

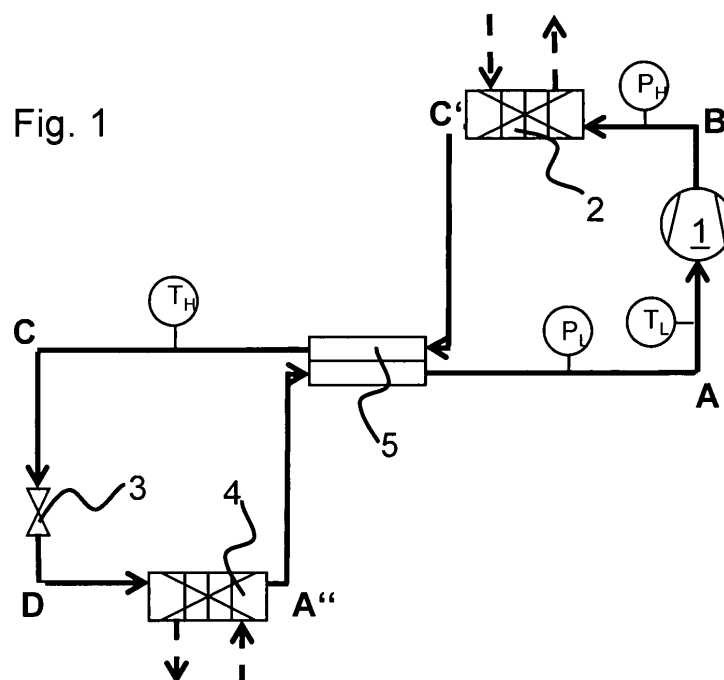
(74) Vertreter: **Hocker, Thomas**
Vaillant GmbH
Berghauser Strasse 40
42859 Remscheid (DE)

(54) Verfahren zum Überwachen eines Kompressionskältekreis

(57) Bei einem Verfahren zum Überwachen eines Kompressionskältekreis mit zumindest einem Verdichter (1), einem Kondensator (2), einer Drossel (3) und einem Verdampfer (4) wird der Druck p_H auf der Hochdruckseite zwischen Verdichter (1) und Drossel (3) erfasst wird, die Siedetemperatur T'_H auf der Hochdruckseite als Funktion des Druck auf der Hochdruckseite p_H und des Kältemittels berechnet wird, die Temperatur T_H

zwischen Kondensator (2) und Drossel (3) erfasst wird, die Temperaturdifferenz ΔT_H zwischen T'_H und T_H gebildet wird und in dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT_H einen vorgegebenen Grenzwert erstmals unterschreitet ein Fehlerstatus aktiviert wird und in dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT_H den vorgegebenen Grenzwert wiederholt mit einer vorgegebenen Anzahl unterschreitet, der Kompressionskältekreis abgeschaltet wird.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Überwachen eines Kompressionskältekreis mit zumindest einem Verdichter, einem Kondensator, einer Drossel und einem Verdampfer.

[0002] Bei Kompressionskältekreisen muss zwischen Verdichter und Drossel im Hochdruckbereich das Kältemittel flüssig vorliegen. Zwischen Drossel und Verdichter muss im Niederdruckbereich das Kältemittel gasförmig vorliegen. Ist dies nicht der Fall, so kommt es zu Störungen.

[0003] Zur Wartung, Diagnose und Beurteilung der Leistung des Kältekreis werden diverse Meßgrößen aufgenommen. Daneben ist es von Interesse, ob Überhitzung oder Unterkühlung vorliegt.

[0004] Die Überhitzung ΔT_L wird dabei als die Differenz zwischen der Temperatur des überhitzten Gases (Eintrittstemperatur in den Verdichter) T_L und der bei dem zu T_L zugehörigen Niederdruck vorliegenden Verdampfungstemperatur T''_L auf der Taulinie definiert. Sie gibt somit den Abstand bzw. die Temperaturdifferenz zwischen der gemessenen Temperatur des Gases von der Taulinie an.

[0005] Die Unterkühlung ΔT_H wird dabei als die Differenz zwischen der zu T_H zugehörigen Hochdruck vorliegenden Siedetemperatur T'_H auf der Siedelinie und der Temperatur der unterkühlten Flüssigkeit (Eintrittstemperatur in die Drossel) T_H definiert. Sie gibt somit den Abstand bzw. die Temperaturdifferenz der gemessenen Flüssigkeitstemperatur von der Siedelinie an.

[0006] Fehlerursachen für eine zu niedrige Überhitzung ΔT_L sind z.B. ein nicht korrekt eingestellte Drossel (Thermostatisches Expansionsventil (TEV)), ein nicht ausreichender Kontakt des Temperaturfühlers des TEV oder ein defektes beziehungsweise falsch eingestelltes TEV. Fehlerursache für eine zu hohe Überhitzung ΔT_L könnte daneben auch ein Leck im Kältekreis mit dem Verlust von Kältemittel sein.

[0007] Durch den Dauerbetrieb eines Kompressors mit einer zu geringen Überhitzung des Kältemittels in der Saugleitung kann es zum Ansaugen flüssiger Kältemitteltropfen kommen. Diese verdampfen im Verdichter und können den Verdichter irreparabel beschädigen.

[0008] Ein dauerhafter Betrieb mit zu wenig Kältemittel und damit ein Betrieb mit einer zu hohen Überhitzung kann zu einer zu hohen Verdichterendtemperatur führen und damit den Verdichter ebenfalls dauerhaft thermisch beschädigen.

[0009] Fehlerursache für eine zu geringe Unterkühlung ΔT_H kann auf ein Leck in Kältekreis mit dem Verlust von Kältemittel hindeuten. Zudem kann es bei einem Betrieb aufgrund einer zu geringen bzw. negativen Unterkühlung zu nicht stabilen Betriebszuständen im Kältekreis kommen.

[0010] Gemäß dem Stand der Technik muss zur Feststellung des Betriebszustandes ein Kältetechniker die Anlage anfahren und am Kältekreis Druck- und Tempe-

ratur-messmittel anschließen. Anschließend muss die Überhitzung und Unterkühlung aus den Messwerten berechnet werden.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist eine automatische Überwachung durch eine automatische Berechnung der Überhitzung und Unterkühlung, welche auf der Messung von im Kältekreis integrierte Temperatur- und Drucksensoren sowie entsprechende hinterlegten Algorithmen basiert.

[0012] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1 und 4 dadurch gelöst, dass aus Messgrößen die Überhitzung ΔT_L und / oder Unterkühlung ΔT_H bestimmt und mit Sollwerten verglichen werden. Weichen die Werte signifikant ab, so liegt mutmaßlich ein Fehler vor. Der Kompressionskältekreislauf wird abgeschaltet, um Beschädigungen zu vermeiden.

[0013] Durch diesen automatischen Vergleich der Überhitzung und Unterkühlung mit kritischen Werten wird der Kältekreis vor fehlerhaftem Betrieb geschützt. Zudem können die Daten im Display des Gerätes sowie online ausgelesen werden. Weiterhin entfällt die Notwendigkeit der Installation von Messmitteln bei der Wartung. Die Überwachung kann sehr einfach über das Display bzw. auch online in Form einer Ferndiagnose / Fernüberwachung erfolgen. Zudem kann eine aktive Kältemittel-leckageüberwachung sichergestellt werden.

[0014] Figur 1 zeigt einen Kompressionskältekreis mit einem Verdichter 1, einem Kondensator 2, einem internen Wärmetauscher 5, einer Drossel 3 und einem Verdampfer 4. Ein gasförmiges Kältemittel wird in einem Verdichter 1 auf Hochdruck verdichtet; hierbei wird das Kältemittel erhitzt. Anschließend gibt das Kältemittel in einem Kondensator 2 Wärme ab. Diese Wärme kann zu Heizzwecken verwendet werden. Das Kältemittel wird dann in den internen Wärmetauscher 5 eingeleitet. Anschließend gelangt das dann flüssige Kältemittel zur Drossel 3, in der es sich entspannt und teilweise gasförmig wird. In dem sich anschließenden Verdampfer 4 nimmt das Kältemittel Wärme auf; dies geschieht bei Wärmepumpen durch Umweltwärme. Das Kältemittel wird dabei vollständig gasförmig. Anschließend gelangt das Kältemittel in den internen Wärmetauscher 5, in dem ein Wärmeaustausch mit dem Kältemittelstrom zwischen Kondensator 2 und Drossel 3 stattfindet. Nach dem internen Wärmetauscher 5 strömt das gasförmige Kältemittel wieder zum Verdichter 1.

[0015] Zur Überwachung wird der Druck auf der Hochdruckseite p_H zwischen Verdichter 1 und Drossel 3 erfasst. Anschließend wird die Siedetemperatur T'_H auf der Hochdruckseite als Funktion des Druck auf der Hochdruckseite p_H und des Kältemittels berechnet.

$$T'_H = f(p_H, \text{Kältemittel})$$

[0016] Parallel wird die Temperatur T_H zwischen Kon-

densator 2 und Drossel 3 erfasst. Die Temperaturdifferenz ΔT_H ergibt sich aus der Differenz zwischen T'_H und T_H . In dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT_H einen vorgegebenen Grenzwert erstmals unterschreitet, wird ein Fehlerstatus aktiviert. Auf einer Anzeige kann dies angezeigt werden. Ferner ist der Fehlerstatus über eine Datenfernverbindung abrufbar. In dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT_H den vorgegebenen Grenzwert wiederholt mit einer vorgegebenen Anzahl (zum Beispiel 5 mal) unterschreitet, wird der Kompressionskältekreis abgeschaltet, um eine Beschädigung auszuschließen.

[0017] Eine äquivalente Überwachung wird im Niederdruckbereich durchgeführt. Hier wird ebenfalls ein Fehlerstatus aktiviert, wenn die Temperaturdifferenz ΔT_L einen kritischen Grenzwert unterschreitet, sowie ein Fehlerstatus aktiviert, wenn die Temperaturdifferenz ΔT_L einen kritischen Grenzwert überschreitet.

[0018] Figur 2 zeigt das Nassdampfgebiet N eines Kälteprozesses im Druck-Enthalpie-Diagramm ($\log p - h$) in dem die Betriebspunkte A bis D analog Figur 1 eingezeichnet sind. Im Nassdampfgebiet N befindet sich das Kältemittel in zwei Phasen. Links des Nassdampfgebietes N befindet sich unterkühlte Flüssigkeit (subcooled liquid) SL, rechts des Nassdampfgebietes N befindet sich überhitztes Gas (superheated gas) SG. Das Nassdampfgebiet N wird vom Gebiet der unterkühlten Flüssigkeit durch die Siedelinie BL getrennt. Die Taulinie DL trennt das Nassdampfgebiet N vom Gebiet des überhitzten Gases SG. Der Kritische Punkt K bei maximalem Druck des Nassdampfgebietes N trennt die Siedelinie BL von der Taulinie DL. Die Ziffern 1 bis 5 in Figur 2 verdeutlichen, welche Betriebszustände in den Baueinheiten 1 bis 5 bezüglich ihrer Position im Nassdampfgebiet N beziehungsweise im gasförmigen SG und flüssigen Bereich SL durchfahren werden.

[0019] Stromab des Verdichters 1 liegt das Kältemittel als überhitztes Gas mit einem Druck p_H im Punkt B vor. Im Kondensator 2 wird das Kältemittel abgekühlt und durchläuft hierbei das Nassdampfgebiet N. Im anschließenden internen Wärmetauscher 5 gibt das Kältemittel weitere Wärme ab. Es stellt sich eine Temperatur T_H im Punkt C im Bereich der unterkühlten Flüssigkeit SL ein. In der Drossel 3 wird das Kältemittel auf einen Druck p_L im Punkt D entspannt. Im Verdampfer 4 wird das Kältemittel entlang der Linie 4 durch das Nassdampfgebiet N erhitzt. Im internen Wärmetauscher 5 nimmt das Kältemittel die Wärme auf, welche das Kältemittel zwischen Kondensator 2 und Drossel 3 abgibt.

[0020] Sowohl für die Überhitzung ΔT_L , als auch für die Unterkühlung ΔT_H gibt es Sollwerte beziehungsweise Sollbereiche. Weicht die aus den Messwerten T_H , T_L , p_H und p_L ermittelten Werte für die Überhitzung ΔT_L und / oder Unterkühlung ΔT_H signifikant vom Sollwert ab, so ist dies ein Indiz für das Vorliegen eines Fehlers.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen eines Kompressionskältekreises mit zumindest einem Verdichter (1), einem Kondensator (2), einer Drossel (3) und einem Verdampfer (4), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck p_H auf der Hochdruckseite zwischen Verdichter (1) und Drossel (3) erfasst wird, die Siedetemperatur T'_H auf der Hochdruckseite als Funktion des Druck auf der Hochdruckseite p_H und des Kältemittels berechnet wird, die Temperatur T_H zwischen Kondensator (2) und Drossel (3) erfasst wird, die Temperaturdifferenz ΔT_H zwischen T'_H und T_H gebildet wird und in dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT_H einen vorgegebenen Grenzwert erstmals unterschreitet ein Fehlerstatus aktiviert wird und in dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT_H den vorgegebenen Grenzwert einmal oder wiederholt mit einer vorgegebenen Anzahl unterschreitet, der Kompressionskältekreis abgeschaltet wird.
2. Verfahren zum Überwachen eines Kompressionskältekreises nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Kondensator (2) und der Drossel (3) die Primärseite eines internen Wärmetauschers (5) und zwischen dem Verdampfer (4) und dem Verdichter (1) die Sekundärseite des internen Wärmetauschers (5) angeordnet sind.
3. Verfahren zum Überwachen eines Kompressionskältekreises nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur T_H zwischen dem Kondensator (2) und dem internen Wärmetauscher (5) oder zwischen dem internen Wärmetauscher (5) und der Drossel (3) gemessen werden kann.
4. Verfahren zum Überwachen eines Kompressionskältekreises mit zumindest einem Verdichter (1), einem Kondensator (2), einer Drossel (3) und einem Verdampfer (4), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck auf der Niederdruckseite p_L erfasst wird, die Taupunkttemperatur T''_L auf der Niederdruckseite zwischen Drossel (3) und Verdichter (1) als Funktion des Druck auf der Niederdruckseite p_L und des Kältemittels berechnet wird, die Temperatur T_L zwischen Verdampfer (4) und Verdichter (1) erfasst wird, die Temperaturdifferenz ΔT_L zwischen T_L und T''_L gebildet wird und in dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT_L einen vorgegebenen Grenzwert erstmals unterschreitet beziehungsweise überschreitet ein Fehlerstatus aktiviert wird und in dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT_L den vorgegebenen Grenzwert einmal oder wiederholt mit einer vorgegebenen Anzahl unterschreitet beziehungsweise überschreitet, der Kompressionskältekreis abgeschaltet wird.
5. Verfahren zum Überwachen eines Kompressions-

kältekreis nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Kondensator (2) und der Drossel (3) die Primärseite eines internen Wärmetauschers (5) und zwischen dem Verdampfer (4) und dem Verdichter (1) die Sekundärseite des internen Wärmetauschers (5) angeordnet sind. 5

6. Verfahren zum Überwachen eines Kompressionskältekreis nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur T_L zwischen dem internen Wärmetauscher (5) und dem Verdichter (1) oder zwischen dem Verdampfer (4) und dem internen Wärmetauscher (5) gemessen werden kann. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

