



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 001 072 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2000 Patentblatt 2000/20

(51) Int Cl.7: **D06F 58/20**

(21) Anmeldenummer: **99122630.9**

(22) Anmeldetag: **13.11.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Zelt, Uwe**
95369 Untersteinbach (DE)
• **Najork, Helmut, Dr.**
95028 Hof (DE)

(30) Priorität: **13.11.1998 DE 19852333**

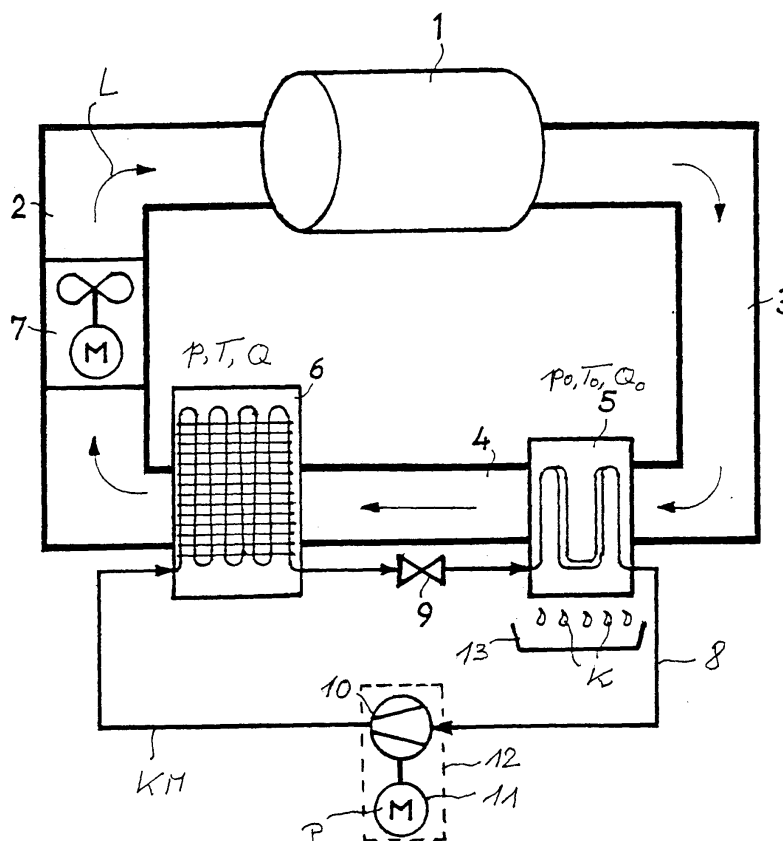
(74) Vertreter: **Tergau & Pohl Patentanwälte**
Mögeldorf Hauptstrasse 51
D-90482 Nürnberg (DE)

(71) Anmelder: **KKW Kulmbacher Klimageräte-Werk
GmbH**
D-95326 Kulmbach (DE)

(54) **Wärmepumpe für einen Wäschetrockner**

(57) Um eine Wärmepumpe für einen Wäschetrockner, dessen Prozessluftkreis (2,3,4) mit dem Wärmepumpen- oder Kältemittelkreis (8) gekoppelt ist, besonders zuverlässig und mit geringem technischem Auf-

wand betreiben zu können, werden als Kältemittel (KM) vorzugsweise R134a und ein für ein anderes Kältemittel (KM), insbesondere für R404A oder R407C, vergleichsweise hoher Kälteleistung ausgelegter Motorverdichter (10,11) verwendet.



EP 1 001 072 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Wärmepumpe für einen Wäschetrockner, dessen Prozessluftkreis mit einem Kältemittelkreis gekoppelt ist, in dem ein Motorverdichter ein Kältemittel über einen Verdampfer und über einen Verflüssiger fördert, der über eine Drossel mit dem Verdampfer verbunden ist. Unter Motorverdichter wird hier ein motorisch angetriebener Verdichter in halbhermetischer oder hermetischer Bauart verstanden.

[0002] Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 40 23 000 A1 ist ein Wäschetrockner mit angekoppeltem Wärmepumpenkreis bekannt. Die durch einen Wäschetrocknenraum (Wäschetrommel) strömende Prozessluft wird im Wärmetausch mit einem Kältemittel geführt, das in einem geschlossenen Kältemittel- oder Wärmepumpenkreis einen Verdampfer und einen Verdichter sowie einen Verflüssiger oder Kondensator und eine Drossel durchströmt. Der Wärmepumpenkreis dient dabei zum Ausfällen der in der Prozessluft aus dem Wäschetrocknenraum mitgeführten Feuchtigkeit und zur anschließenden Aufheizung der Prozessluft. Dazu nimmt das primärseitige Kältemittel im Verdampfer Wärme aus der sekundärseitigen Prozessluft auf und überträgt über die Wärmetauscherfläche des Verflüssigers Wärme aus dem Wärmepumpenkreis an die bei der Verdampfung abgekühlte Prozessluft.

[0003] Bei diesem Prinzip der Wärmeübertragung zwischen der Prozessluft des Wäschetrockners und dem Kältemittel der Wärmepumpe ist jedoch die Anpassung der beiden Kreisläufe im Hinblick auf die Energieübertragung problematisch, da die Heizleistung des Wärmepumpenkreises im Bereich des Verflüssigers um die Verdichterleistung höher ist als die Verdampferleistung. Aufgrund der nur begrenzten Wärmeaufnahmekapazität der Prozessluft würde daher deren Temperatur kontinuierlich ansteigen. Zur Einstellung der Temperatur sind daher bei dem bekannten Wärmepumpen-Wäschetrockner im Prozessluftkreis eine einstellbare Abluftöffnung und eine Zuluftöffnung vorgesehen, um die überschüssige Wärmemenge aus dem Prozessluftkreis abzuführen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mit einem Prozessluftkreis eines Wäschetrockners gekoppelte Wärmepumpe anzugeben, mit der bei gleichzeitig zuverlässigem Betrieb eine einfache Anpassung der beiden Kreisläufe mit vergleichsweise geringem technischen Aufwand erreicht wird.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Dazu wird einerseits ein Kältemittel vergleichsweise niedriger Kälteleistung und andererseits ein Motorverdichter für die Wärmepumpe verwendet, der leistungsmäßig für ein anderes Kältemittel mit im Vergleich zum eingesetzten Kältemittel höherer Kälteleistung ausgelegt ist.

[0006] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass eine bezüglich der Verdichterleistung für ein

bestimmtes Druckverhältnis zwischen Verflüssigungsdruck und Verdampfungsdruck bzw. für ein entsprechendes Temperaturverhältnis ausgelegte Wärmepumpe auch bei einem höheren Temperaturniveau des Kältemittels sowohl im Bereich des Verdampfers als auch im Bereich des Verflüssigers zuverlässig betrieben werden kann, wenn lediglich die motorische Verdichterleistung, nicht aber die Kälteleistung erhöht wird.

[0007] Die Erfindung nutzt dabei die Kenntnis, dass bei der üblichen Dimensionierung des Elektromotors eines Hermetik- oder Halbhermetik-Verdichters nicht nur das Druck- bzw. Temperaturverhältnis im Wärmepumpenkreis, sondern auch das hinsichtlich der erforderlichen Kälteleistung verwendete Kältemittel als Parameter herangezogen werden. Bei der üblichen Dimensionierung oder Auslegung einer derartigen Wärmepumpe, wie diese auch zur Tiefkühlung, Normalkühlung und im Klimabereich eingesetzt wird, ist die Motorleistung des Verdichter-Motors auf eine Verdampfer Temperatur und eine Verflüssigertemperatur abgestimmt, die sich bei einem offenen Sekundärkreis mit praktisch unbegrenzter Wärmeaufnahmefähigkeit einstellt.

[0008] In einer derart ausgelegten Wärmepumpe mit bezüglich der einzelnen Leistungen aufeinander abgestimmten Komponenten stellt sich bei deren Ankopplung an einen geschlossenen Sekundärkreis in Form des Prozessluftkreises infolge dessen nur begrenzter Wärmeaufnahmefähigkeit ein vergleichsweise hohes Temperaturniveau ein. Die Verflüssigung des Kältemittels erfordert bei höherem Temperaturniveau eine höhere Verdichterleistung, die vom Elektromotor des Verdichters aufzubringen ist. Da dieser jedoch üblicherweise zur Vermeidung von Überdimensionierungen und überhöhtem Materialaufwand bezüglich der Motorwicklungen nur für ein auf das eingesetzte Kältemittel und damit auf das durch dieses festgelegte volumetrische Antriebs- oder Kälteleistung abgestimmte Verdichterverhältnis eingestellt ist, ergeben sich bei den durch die Kopplung der beiden Kreisläufe einstellenden erhöhten Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen entsprechend höhere Ströme in der Motorwicklung. Dies würde zu unzulässig hohen Wicklungstemperaturen führen, so dass der Thermoschutz der Wicklung den Strom unterbricht und den Verdichter abschaltet.

[0009] So ist üblicherweise bei Einsatz des Kältemittels R134a die Motorleistung, d.h. bei einem Motorverdichter in hermetischer oder halbhermetischer Ausführung die Klemmenleistung, auf eine Verdampfer Temperatur von ca. 15°C und eine Verflüssigertemperatur von ca. 55°C bis 65°C abgestimmt, während sich bei einer derart ausgelegten Wärmepumpe durch deren Ankopplung an einen Prozessluftkreis eines Wäschetrockners Temperaturen von etwa 25°C am Verdampfer und etwa 75°C am Verflüssiger einstellen. Der Verdichter würde motorseitig bei diesen Temperaturen überlastet werden mit der Folge, dass der Thermoschalter aufgrund der zu hohen Temperatur der Wicklung abschaltet.

[0010] Ebenso würde der Thermoschutz einer für das

Kältemittel R404A oder R407C mit vergleichsweise höherer Kälteleistung ausgelegten Wärmepumpe deren Verdichter abschalten, obwohl dieser für eine vergleichsweise hohe Motorleistung ausgelegt ist. Grund hierfür ist, dass auch bei diesem höher dimensionierten Verdichter-Motor dessen Leistung wiederum auf die vergleichsweise niedrigen Temperaturen von 15°C am Verdampfer und 55°C am Verflüssiger ausgelegt ist. Dabei ist das Kältemittel R 404a ein Gemisch aus 44% R125 (CF₃-CHF₂) und 52% R143a (CH₃-CF₃) sowie 4% R 134a (CF₃-CH₂F), während das Kältemittel R407C ein Gemisch aus 25% R125 und 23% R32 (CH₂F₂) sowie 52% R134a ist.

[0011] Wird jedoch dieser höher dimensionierte, in vorteilhafter Ausgestaltung auf das Kältemittel R404A oder R407C mit vergleichsweise hoher Kälteleistung ausgelegte Motorverdichter in Kombination mit dem Kältemittel R134a (C₂H₂F₄) mit vergleichsweise niedriger Kälteleistung eingesetzt, so sind die sich bei der Ankopplung der derart ausgelegten Wärmepumpe an den Prozessluftkreis des Wäschetrockners einstellenden vergleichsweise hohen Temperaturen ohne Überlastung des Verdichter-Motors beherrschbar. Dabei wird vorteilhafterweise die Prozessluft im Bereich des Verflüssigers auf eine Temperatur von $T \geq 70^\circ$, zweckmäßigerweise $T = 75^\circ$ bis $T = 80^\circ$, aufgeheizt. Im Bereich des Verdampfers wird die Prozessluft auf eine Temperatur von $T_0 \geq 20^\circ$, vorzugsweise $T_0 = 25^\circ$, abgekühlt.

[0012] Diese vergleichsweise hohen Temperaturen sind bei Verwendung von R134a und eines für R404A oder R407C ausgelegtem Verdichter möglich, da der Verflüssigungsdruck bei R134a nur ca. 24 bar beträgt, während bei R404A der kritische Punkt mit einer kritischen Temperatur von 72,02°C und einem kritischen Druck von 37,22 bar überschritten wird. Ein ebenso hoher Druck von etwa 37 bar, für den ein üblicherweise vorgesehener Motorverdichter aufgrund einer Überschreitung der Einsatzgrenzen und einer Überlastung des Motors nicht einsetzbar ist, tritt auch bei R407C auf. Demzufolge müsste bei dem üblichen Motorverdichter mit vergleichsweise niedrigen Temperaturen getrocknet werden, was mit dem Nachteil vergleichsweise langer Trockenzeiten verbunden ist.

[0013] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch Verwendung eines Kältemittels niedriger Kälteleistung und eines für ein anderes Kältemittel vergleichsweise hoher Kälteleistung ausgelegten Motorverdichters eine bezüglich der Energieübertragung unproblematische Anpassung eines derart ausgelegten Wärmepumpenkreises an einen Prozessluftkreis eines Wäschetrockners erreicht wird. Gleichzeitig wird eine vergleichsweise hohe Trockentemperatur von etwa 75° bis 80° erreicht, so dass die Trockenzeit entsprechend verkürzt ist. Da sich bei einem derart ausgelegten Wärmepumpenkreis bei allen Betriebsbedingungen stets ein stabiler Betriebszustand einstellt, sind zusätzliche Maßnahmen weder zur Einstellung oder Regelung der Prozesslufttemperatur noch

zur Regelung des Wärmepumpenkreises oder einzelner Komponenten der Wärmepumpe erforderlich.

[0014] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigt die Figur schematisch einen Wärmepumpen-Wäschetrockner mit vollständig geschlossenem Prozessluftkreis.

[0015] Der Wäschetrockner umfasst als Wäschetrockenraum eine Wäschetrommel 1, die mit Prozessluft L in Richtung der dargestellten Pfeile durchströmt wird. Die Prozessluft L ist in einem geschlossenen Prozessluftstrom durch einen vorzugsweise abgeschlossenen, d.h. ohne Zu- und Abluftöffnungen versehenen Prozessluftkanal geführt. Dieser weist einen Kanalteil 2 für die trockene warme Luft und einen Kanalteil 3 für feuchte, vergleichsweise kühle Luft sowie einen Kanalteil 4 für die kühle trockene Luft zwischen einem Verdampfer 5 und einem Verflüssiger 6 auf. Im Kanalteil 2 ist zwischen dem Verflüssiger 6 und der Wäschetrommel 1 ein elektromotorisch angetriebenes Gebläse 7 geschaltet, die den gezeigten Umluftstrom der Prozessluft L aufrecht erhält.

[0016] Im Bereich des Prozessluftkanals sind der Verdampfer 5 und der Verflüssiger 6 eines Wärmepumpenkreises 8 derart angeordnet, dass die Prozessluft L jeweils in intensiven Kontakt mit den Wärmetauscherflächen des Verdampfers 5 und denen des Verflüssigers 6 gelangt. Der Wärmepumpenkreis 8 enthält als weitere Komponenten der Wärmepumpe zwischen dem Verflüssiger 6 und dem Verdampfer 5 eine Drosseleinrichtung 9 sowie einen motorisch angetriebenen Verdichter 10. Dieser ist zusammen mit dem Elektromotor 11 in einem gemeinsamen Gehäuse 12 angeordnet. Der Motorverdichter 10,11 ist in hermetischer Bauart mit verschweißtem Kapselgehäuse 12 oder in halbhermetischer Bauart mit verschraubtem Gehäuse 12 ausgeführt. Unterhalb des Verdampfers 5 ist eine Auffangeinrichtung 13 für wässriges Kondensat K angeordnet, das sich aus der Prozessluft L an den kühlen Wärmetauscherflächen des Verdampfers 5 niederschlägt. Die Wärmepumpe, d. h. der Verdichter 10, der Verdampfer 5, der Verflüssiger 6 und das Expansionsorgan 9, sind für eine bestimmte Wäschemenge und eine bestimmte Wäschetrommel 1 ausgelegt.

[0017] Beim Betrieb des Wärmepumpen-Wäschetrockners wird durch den im Verdampfer 5 bei niedrigem Druck p_0 und tiefer Temperatur T_0 aus der Prozessluft L aufgenommenen Wärmestrom Q_0 flüssiges Kältemittel KM verdampft, das in dem geschlossenen Kältemittel- oder Wärmepumpenkreis 8 geführt ist. Der dabei entstehende Kältemitteldampf wird vom Verdichter 10 angesaugt und verdichtet, so dass im von der Prozessluft L gekühlten Verflüssiger 6 das Kältemittel KM bei höherer Temperatur T wieder verflüssigt wird. Der Verflüssigungsdruck p ist um so höher, je wärmer die Prozessluft L ist. Dabei beeinflusst das Druckverhältnis p/p_0 zwischen Verflüssigungsdruck p und Verdampfungsdruck p_0 den Leistungsbedarf P des Verdichters 10, wo-

bei die Heizleistung des Verflüssigers 6, d.h. der Verflüssiger-Wärmestrom Q um die Antriebsleistung P des Verdichters 10, die der Klemmenleistung des Motors entspricht, höher ist als die Wärmeleistung bzw. der Wärmestrom Q_0 des Verdampfers 5. Dabei entspricht der Verdampfer-Wärmestrom Q_0 der Gesamtkälteleistung.

[0018] Das verflüssigte und ggf. unterkühlte Kältemittel KM mit dem Verflüssigungsdruck p wird durch die Drosseleinrichtung 9 auf den niedrigen Verdampferdruck p_0 entspannt und dem Verdampfer 5 wieder zugeführt. Bei diesem sich wiederholenden Vorgang nimmt die Prozessluft L im Verflüssiger 6 die beim Verflüssigungsvorgang frei werdende Wärmeenergie Q und zumindest einen Teil der Kompressorenergie P auf und trägt diese in die Wäschetrommel 1. Dort dient die auf eine Temperatur von etwa 75° bis 80°C aufgewärmte Prozessluft L zum Aufheizen der feuchten Wäsche und zum Verdunsten oder Verdampfen der in der Wäsche vorhandenen Feuchtigkeit. Diese wird durch den Kanalteil 3 wiederum zum Verdampfer 5 geführt und kondensiert dort mit gleichzeitiger Abkühlung der Prozessluft L auf eine Temperatur von etwa 25°C.

[0019] Die endgültigen Temperaturen T , T_0 stellen sich bei dem geschlossenen Luftkreislauf in Abhängigkeit von Luftleckagen einerseits und von der Wärmeabgabe der Wäschetrommel 1, der Kanalteile 2 bis 4 und des Verdichters 10 andererseits ein. Ein weiterer Anstieg der Temperatur T von etwa 75° bis 80° am Verflüssiger 6 kann bedarfsweise durch Steigerung der Wärmeabgabe des Verdichters 10 bzw. des Verdichtermotors 11, beispielsweise durch eine Zwangsbelüftung und/oder eine Ölsumpfkühlung, verhindert werden.

[0020] Bei diesen Temperaturen von $T_0=25^\circ\text{C}$ im Verdampfer 5 und $T=75^\circ\text{C}$ im Verflüssiger 6 würde ein auf das Kältemittel R134a ($\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$) abgestimmter Motorverdichter 10,11 mit einer typischen Leistungsaufnahme von 600-700W hinsichtlich des zur Verflüssigung des Kältemittels KM erforderlichen mechanischen Momentes einen unzulässig hohen Strom $I[A]$ in der Wicklung des Elektromotors 11 mit der Folge erzeugen, dass der (nicht dargestellte) Thermoschalter zum Schutz der Motorwicklungen auslöst. Analog würde bei einem für das Kältemittel R404A oder R407C ausgelegten Motorverdichter 10,11 mit höherer zulässiger Leistungsaufnahme von ca. 1000-1100W bei diesen Temperaturverhältnissen wiederum der Thermoschutz auslösen, da aufgrund der höheren Kälteleistung dieses Kältemittels R404A oder R407C im Vergleich zum Kältemittel R134a auch eine höhere volumetrische Antriebsleistung P des Motorverdichters 10,11 erforderlich ist. Dies führt dazu, dass sich bei einer derart ausgelegten Wärmepumpe wiederum eine Verdampfer Temperatur T_0 von 15°C und eine Verflüssigertemperatur T von 55°C einstellen würde. Der Einsatz eines Kältemittels KM mit höherer Kälteleistung und eines Motorverdichters 10,11 mit höherer Antriebsleistung P würde daher wiederum zu einer Überlastung des Elektromotors 11 führen.

[0021] Zur Vermeidung einer Überlastung des Elektromotors 11 bei diesen erhöhten Temperaturverhältnissen werden daher R134a als Kältemittel KM und der bei üblichen Wärmepumpen auf das Kältemittel R404A oder R407C abgestimmte Motorverdichter 10,11 verwendet. Bei dem beschriebenen Wäschetrockner mit angekoppelter Wärmepumpe wird durch den Einsatz des derart höher dimensionierten Verdichters 10 und durch die Verwendung des Kältemittels R134a der Betrieb auch bei hohen Umgebungstemperaturen und extremen Bedingungen durch Verflusung beherrscht. Dabei bleibt die Wicklungstemperatur des Elektromotors 11 im zulässigen Temperaturbereich, so dass keine Abschaltung des Thermoschutzes erfolgt.

Bezugszeichenliste

[0022]

1	Wäschetrommel
2,3,4	Kanalteil/Prozessluftkreis
5	Verdampfer
6	Verflüssiger
7	Gebläse
8	Kältemittelkreis
9	Drosseleinrichtung
10	Verdichter
11	Elektromotor
12	Gehäuse
13	Auffangeinrichtung
K	Kondensat
KM	Kältemittel
L	Prozessluft

Patentansprüche

1. Wärmepumpe für einen Wäschetrockner, dessen Prozessluftkreis (2,3,4) mit einem Kältemittelkreis (8) gekoppelt ist, in dem ein Motorverdichter ein Kältemittel (KM) über einen Verdampfer (5) und einen Verflüssiger (6) fördert, der über eine Drossel (9) mit dem Verdampfer (5) verbunden ist, gekennzeichnet durch, die Verwendung eines für ein anderes Kältemittel (KM) vergleichsweise hoher Kälteleistung ausgelegten Motorverdichters (10,11).
2. Wärmepumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Kältemittel R134a und ein für das Kältemittel R404A oder R407C ausgelegter Motorverdichter (10,11) vorgesehen sind.
3. Wärmepumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozessluft (L) im Bereich des Verflüssi-

gers (6) eine Temperatur $80^{\circ} \geq T \geq 70^{\circ}$, vorzugsweise $T = 75^{\circ}$, aufweist.

4. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, 5
dass die Prozessluft (L) im Bereich des Verdampfers (5) eine Temperatur $T_0 \geq 20^{\circ}$, vorzugsweise $T_0 = 25^{\circ}$, aufweist.
5. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 10
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Zwangsbelüftung und/oder eine
Ölsumpfkühlung des Verdichters (10) bzw. des Verdichtermotors (11) vorgesehen ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

