



(11) **EP 1 996 739 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.07.2011 Patentblatt 2011/30

(51) Int Cl.:
C22C 9/00 ^(2006.01) **H01B 1/02** ^(2006.01)
F28F 21/08 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07711975.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/002379

(22) Anmeldetag: **17.03.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/110165 (04.10.2007 Gazette 2007/40)

(54) **VERWENDUNG EINES WÄRMEAUSTAUSCHERROHRS**

USE OF A HEAT EXCHANGER TUBE

UTILISATION D'UN TUBE D'ÉCHANGEUR DE CHALEUR

(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

(30) Priorität: **23.03.2006 DE 102006013384**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.12.2008 Patentblatt 2008/49

(73) Patentinhaber: **Wieland-Werke AG**
89079 Ulm (DE)

(72) Erfinder:

- **BEUTLER, Andreas**
89264 Weissenhorn (DE)
- **GSCHAIDER, Johann**
89278 Nersingen (DE)

- **KLÖCKLER, Robert**
89257 Illertissen (DE)
- **KUHN, Hans-Achim**
89257 Illertissen (DE)
- **LEPIN, Eberhard**
89257 Illertissen (DE)
- **WALTHER, Christoph**
89264 Weissenhorn (DE)
- **WAMSLER, Rolf**
89275 Oberelchingen (DE)
- **STRAUB, Martin**
89257 Illertissen (DE)
- **ZEILER, Wolfgang**
89287 Bellenberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 1 630 240 EP-A1- 0 626 459
JP-A- 54 076 428 JP-A- 55 034 616
JP-A- 58 153 747

EP 1 996 739 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung eines Wärmeaustauscherrohrs aus einer Kupferlegierung.

[0002] Nachdem die chlorhaltigen Sicherheitskältemittel (FCKW) aufgrund ihrer ozonschädigenden Wirkung durch chlorfreie Sicherheitskältemittel (HFKW) ersetzt wurden, kam schon bald die Diskussion um deren hohes Treibhauspotential auf. Vermehrt in den Blick rückten aus diesem Grund die natürlichen Kältemittel, vor allem CO₂.

[0003] CO₂ ist als natürliches Kältemittel, das nicht zur Zerstörung der Ozonschicht beiträgt und sich bezüglich des direkten Beitrags zum Treibhauseffekt neutral verhält, eine ökologisch interessante und je nach Anwendung und Rahmenbedingung wirtschaftliche Alternative zu den heute in Europa überwiegend eingesetzten HFKW-Kältemitteln.

[0004] So sind in der Kältetechnik Anwendungen im Kaskadenbetrieb mit NH₃ bekannt, in denen CO₂ Verdampfer und Kondensatoren im unterkritischen Betrieb eingesetzt werden, aber auch transkritische CO₂-Kälteprozesse und -Wärmepumpen, in denen der Verdampfer unterhalb und der dem Kondensator entsprechende Gaskühler oberhalb des kritischen Punktes von CO₂ arbeiten.

[0005] Insbesondere im letzteren Fall des Gaskühlers liegt der Arbeitsbereich des Kältemittel CO₂ bei Drücken bis zu 130 bar und somit weit oberhalb der bei FCKW- und HFKW-Sicherheitskältemitteln üblichen Drücke bis zu 35 bar. Aber auch für Verdampfer werden je nach Anwendung zulässige Drücke bis 50 bar gefordert, insbesondere wenn eine Heißgasabtauung vorgesehen ist.

[0006] Diese Druckanforderungen sind mit Kupferrohren aus Cu-DHP, welche üblicherweise in mit FCKW- und HFKW-Sicherheitskältemitteln betriebenen Wärmeaustauschern eingesetzt werden, nur schwer zu realisieren, da sehr große Rohrwandstärken einzusetzen sind, mit entsprechend negativen Auswirkungen auf die Verarbeitbarkeit, insbesondere das Aufweiten und Biegen, das Gewicht des Wärmeaustauschers und die Apparatkosten. Stattdessen ist es heute Stand der Technik, Rohre aus feuerverzinktem Stahl oder Edelstahl einzusetzen, mit denen die genannten Drücke relativ einfach zu beherrschen sind.

[0007] Allerdings weisen auch die bisher eingesetzten Rohre aus Stahl bzw. Edelstahl deutliche Nachteile gegenüber Kupfer in Bezug auf die Verarbeitbarkeit, die Effizienz und die Kosten auf.

[0008] Aus der Druckschrift EP 1 630 240 A1 ist eine Cu-Zn-P-Ni-Fe-Sn-Co-Legierung bekannt, die für Wärmeaustauschrohre verwendet werden kann. Für derartige Rohrtypen sind in Verbindung mit manchen Kältemitteln Eigenschaften wie die Dehngrenze oder die Zugfestigkeit von zentraler Bedeutung. Über die Materialeigenschaften wird letztendlich die erforderliche Rohrwanddicke bestimmt, die beispielsweise für das Kältemittel CO₂

für höhere Drücke benötigt wird.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Alternativlösungen zu suchen, die auch bei hohen Drucklagen den Einsatz von Kupferlegierungen bei kleinen Rohrwandstärken erlauben.

[0010] Die Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 wiedergegeben. Die weiteren rückbezogenen Ansprüche betreffen vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung.

[0011] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass ein Wärmeaustauscherrohr mit einer innenseitig im Wesentlichen glatten oder strukturierten Oberfläche zum Einsatz im Gaskühler, Kondensator oder Verdampfer einer mit CO₂ arbeitenden Kältemaschine oder Wärmepumpe verwendet wird. In diesem Zusammenhang schließt der Begriff innenseitig im Wesentlichen glatt auch durch Schweißnähte entstehende Oberflächen mit ein. Das Arbeitsmedium CO₂ fließt dabei auf der Innenseite der Wärmeaustauscherrohre und weist abhängig von den Temperaturbedingungen der speziellen Anwendung eine Drucklage auf, die sich deutlich von den für FCKW- und HFKW-Sicherheitskältemitteln bekannten Drücken abhebt und hohe Anforderungen an die Druckbeständigkeit der eingesetzten Rohre stellt.

[0012] Bisher wurden in entsprechenden Anwendungen zumeist Edelstähle und Stähle bevorzugt eingesetzt, da die in der Kälte-/Klimatechnik sonst üblichen Kupferrohre aus Cu-DHP aufgrund der Drucklage und der erforderlichen großen Wandstärken bisher hohe Kosten Nachteile aufwiesen.

[0013] Der besondere Vorteil besteht darin, dass durch die erfindungsgemäßen höherfesten Cu-Legierungen, die auch bei hohen Drucklagen kleine Wandstärken erlauben, somit deutliche Materialeinsparungen ermöglicht und dadurch Gewichts- und Kostenvorteil erzielt werden. Zudem weisen diese Cu-Legierungen exzellente Eigenschaften bei der Verarbeitung, insbesondere dem Aufweiten, Biegen und Löten auf.

[0014] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung kann der Rohraußendurchmesser im Bereich von 3-16 mm liegen. In diesem Zusammenhang wird das Verhältnis der Wandstärke zum Rohraußendurchmesser vorteilhafterweise im Bereich von 0,025 bis 0,08 gewählt. Hierdurch ergeben sich Rohrwandstärken, welche im ähnlichen Größenbereich wie heute für HFKW-Sicherheitskältemittel üblicherweise verwendete Kupferrohre aus Cu-DHP liegen und somit sehr gute Eigenschaften bzgl. der Weiterverarbeitbarkeit erwarten lassen,

[0015] In bevorzugter Weiterbildung kann das Rohrmaterial eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ über 160 N/mm² aufweisen. Es ist weiterhin wesentlich, dass das Rohrmaterial eine Zugfestigkeit R_m über 300 N/mm² besitzt. Hierdurch ergeben sich zum Beispiel für ein Rohr mit Außendurchmesser 9,52mm und einem Betriebsdruck von 130 bar notwendige Rohrwandstärken von höchstens 0,55 mm und damit eine Materialeinsparung von mehr als 40 % gegenüber Rohren aus Cu-DHP.

[0016] Vorzugsweise kann das Wärmeaustauscher-

rohr aus einem Bandmaterial geformt sein und eine Schweißnaht aufweisen. Dabei kommen auch Schweißnähte in Betracht, die sich in axialer Richtung erstrecken oder spiralförmig umlaufend sind. Als mögliches Fügeverfahren zur Rohrherstellung eignet sich insbesondere das Hochfrequenzschweißverfahren. Hierdurch ergeben sich als besondere Vorteile gegenüber anderen Fügeverfahren zum einen realisierbare hohe Fertigungsgeschwindigkeiten und zum anderen ein Gefügestand, der nach einem üblicherweise folgenden Glühprozess keine Festigkeitseinbußen gegenüber dem vom Fügeprozess nicht beeinflussten Material aufweist.

[0017] Alternativ kann das Wärmeaustauscherröhr nahtlos sein. Nahtlose Röhre und geschweißte Röhre können jedoch in der erfindungsgemäßen Verwendung als gleichwertig angesehen werden.

[0018] Weitere Vorteile ergeben sich, wenn die Oberfläche der Innenseite des Rohres strukturiert ist. Hierdurch lassen sich der Wärmeübergangskoeffizient und damit die Wärmeübertragungsleistung steigern.

Patentansprüche

1. Verwendung eines Wärmeaustauscherröhres aus einer Kupferlegierung, welche aus den Legierungselementen [in Gew.-%]

0,05 - 3 % Fe,
0,01 - 0,15 % P,
und wahlweise
0,05 - 0,2 % Zn
0,02 - 0,05 % Sn

und Rest Cu sowie unvermeidliche Verunreinigungen besteht, als Kondensator-, Verdampfer- oder Gaskühlerrohr für einen Betriebsdruck oberhalb des kritischen Punktes einer mit CO₂ arbeitenden Kältemaschine oder Wärmepumpe, wobei das Verhältnis der Wandstärke zum Rohraußendurchmesser im Bereich von 0,025 bis 0,08 liegt und das Rohrmaterial eine Zugfestigkeit R_m über 300 N/mm² aufweist.

2. Verwendung eines Wärmeaustauscherröhres nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rohraußendurchmesser im Bereich von 3 - 16 mm liegt.
3. Verwendung eines Wärmeaustauscherröhres nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohrmaterial eine Dehngrenze R_{p0,2} über 160 N/mm² aufweist.
4. Verwendung eines Wärmeaustauscherröhres nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmeaustauscherröhr aus einem Bandmaterial geformt ist und eine Schweißnaht aufweist.

5. Verwendung eines Wärmeaustauscherröhres nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmeaustauscherröhr nahtlos ist.

6. Verwendung eines Wärmeaustauscherröhres nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Innenseite des Rohres strukturiert ist.

Claims

1. Use of a heat exchanger tube composed of a copper alloy which comprises the alloy elements [in % by weight]
0.05 - 3 % of Fe,
0.01 - 0.15 % of P,
and optionally
0.05 - 0.2 % of Zn
0.02 - 0.05 % of Sn
and remainder Cu and unavoidable impurities, as a condenser tube, evaporator tube or gas cooler tube for an operating pressure above the critical point of a refrigerator or heat pump operating with CO₂, the ratio of the wall thickness to the external tube diameter being in the range of from 0.025 to 0.08 and the tube material having a tensile strength R_m above 300 N/mm².
2. Use of a heat exchanger tube according to claim 1, **characterised in that** the external tube diameter is in the range of 3 - 16 mm.
3. Use of a heat exchanger tube according to claim 1 or 2, **characterised in that** the tube material has a yield strength R_{p0,2} above 160 N/mm².
4. Use of a heat exchanger tube according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the heat exchanger tube is formed from a strip material and has a weld seam.
5. Use of a heat exchanger tube according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the heat exchanger tube is seamless.
6. Use of a heat exchanger tube according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the surface of the inside of the tube is structured.

Revendications

1. Utilisation d'un tube d'échangeur de chaleur en un alliage de cuivre, qui est constitué des éléments d'alliage suivants [en % en poids]
0,05-3% Fe, 0,01-0,15% P,

et au choix

0,05-0,2% Zn

0,02-0,05% Sn

et reste Cu, ainsi que les inévitables impuretés,

en tant que tube de condenseur, d'évaporateur ou de refroidisseur de gaz pour une pression de fonctionnement située au-dessus du point critique d'une machine frigorifique ou d'une pompe à chaleur travaillant avec du CO₂, le rapport de l'épaisseur de paroi au diamètre extérieur du tube se situant dans une plage de 0,025 à 0,08, et le matériau du tube présentant une résistance à la traction R_m supérieure à 300 N/mm².

2. Utilisation d'un tube d'échangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le diamètre extérieur du tube se situe dans une plage de 3 - 16 mm. 5
3. Utilisation d'un tube d'échangeur de chaleur selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisée en ce que** le matériau du tube présente une limite d'allongement $R_{p0,2}$ supérieure à 160 N/mm². 10
4. Utilisation d'un tube d'échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le tube d'échangeur de chaleur est formé à partir d'un matériau en bande et présente un joint soudé. 15
5. Utilisation d'un tube d'échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le tube d'échangeur de chaleur est un tube dit sans soudure ou sans joint soudé. 20
6. Utilisation d'un tube d'échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la surface du côté intérieur du tube est structurée. 25

30

35

40

45

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1630240 A1 [0008]