



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 288 661 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) F 25 B 47/00
B 08 B 3/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

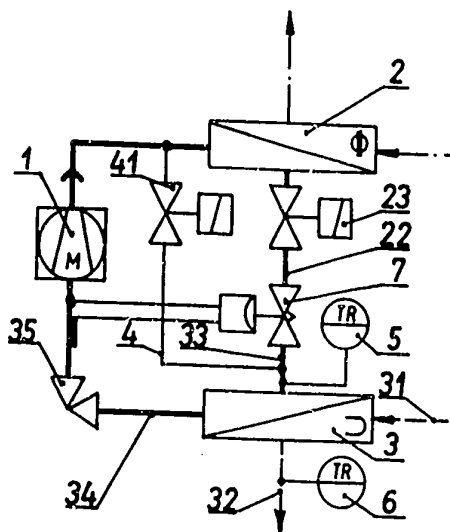
(21) DD F 25 B / 333 750 6 (22) 20. 10. 89 (44) 04. 04. 91

(71) siehe (73)
(72) Franke, Achim, Dipl.-Ing.; Jung, Peter, Dipl.-Ing.; Rasch, Helmut, Obergang.; Sabath, Ulrich, Dipl.-Phys.;
Saupe, Gotthard, Dipl.-Ing., DE
(73) VEB Maschinenfabrik Halle, Leninallee 72, O - 4002 Halle, DE

(54) Verfahren zur Reinigung der Außenfläche der Rohre eines Rohrbündelverdampfers

(55) Reinigung; Rohrbündelverdampfer;
Kompressionskälteanlage; Wärmepumpe; Ablagerungen;
Außenfläche Rohre; Eisschicht anfrieren; Wärmezufuhr,
ablösen; schmelzen; Wasserströmung
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung der
Außenfläche der Rohre eines Rohrbündelverdampfers,
insbesondere beim Einsatz als Wärmepumpe mit
Ablagerungen verursachenden Wasser als Wärmequelle.
Zu deren Beseitigung wird nach der Erfindung die
Wasserströmung durch den Verdampfer bei weiter im
normalen Kreislauf arbeitenden Verdichter unterbrochen,
bis eine die Ablagerungen einschließende Eisschicht auf
der Außenfläche der Rohre angefroren ist. Danach wird
durch rasche Wärmezufuhr die Eisschicht mit den
eingeschlossenen Ablagerungen von der Außenfläche der
Rohre abgelöst, geschmolzen und durch wieder
eingeschaltete Wasserströmung ausgetragen. Fig. 1

Fig. 1



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Reinigung der Außenfläche der Rohre eines Rohrbündelverdampfers einer Kompressionskälteanlage, insbesondere bei deren Einsatz als Wärmepumpe, durch thermische Vorgänge, wobei Wasser, das mit Ablagerungen verursachenden Stoffen belastet ist, als Wärmequelle um die Rohre strömt, während in den Rohren Kältemittel verdampft, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Wasserströmung (31, 32) durch den Verdampfer (3) bei weiter im normalen Kreislauf arbeitendem Verdichter (1) so lange unterbrochen wird, bis eine die Ablagerungen (8) einschließende Eisschicht auf der Außenfläche der Rohre anfriert, die dann durch rasche Wärmezufuhr über die Wasserseite von außen oder über den Innenraum der Rohre, mit den eingeschlossenen Ablagerungen (9) von der Außenfläche der Rohre abgelöst, geschmolzen und durch die wieder eingeschaltete Wasserströmung (31, 32) ausgetragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß nach dem Anfrieren der Eis- und Ablagerungsschicht (8) die Wasserströmung (31, 32) wieder zugeschaltet und im Bedarfsfall zusätzlich der Kältekreislauf abgeschaltet wird, bis die angefrorene Eis- und Ablagerungsschicht (9) abgelöst ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Wärmezufuhr in den Innenraum der Rohre der Verdichter (1) abgeschaltet und durch Druckausgleich zum Kondensator (2) der Sättigungsdruck im Verdampfer (3) erhöht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Wärmezufuhr in den Innenraum der Rohre in an sich bekannter Weise vom eingeschalteten Verdichter (1) gefördertes heißes Kältemittelgas unter Umgehung (4) des Kondensators (2) dem Rohrrinnenraum des Verdampfers (3) zugeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Temperaturdifferenz zwischen der Verdampfungstemperatur (5) und der Wasseraustrittstemperatur (6) erfaßt und bei Erreichen eines vorgegebenen oberen Grenzwertes die Verfahrensschritte des Reinigens eingeleitet werden und nach deren zeitlichem Ablauf der normale Wärmepumpenbetrieb fortgesetzt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung der Außenfläche der Rohre eines Rohrbündelverdampfers einer Kompressionskälteanlage, insbesondere bei deren Einsatz als Wärmepumpe, durch thermische Vorgänge. Dabei strömt Wasser, das mit Ablagerungen verursachenden Stoffen belastet ist, als Wärmequelle um die Rohre, während in den Rohren Kältemittel verdampft.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Für Kälteanlagen, die im Wärmepumpenbetrieb arbeiten, wird als Wärmequelle häufig Wasser verwendet, das stark mit Schmutzteilen und anderen, Ablagerungen verursachenden Stoffen, belastet ist. Diese Stoffe bilden auf den Rohren des Verdampfers eine den Wärmeübergang behindernde Schicht, die die Leistung der Wärmepumpe stark herabsetzt. Der Verdampfer einer solchen Wärmepumpe ist meist ein Rohrbündelapparat. Um die Rohre wird das wärmeabgebende verschmutzte Wasser geführt, während in den Rohren das Kältemittel verdampft und dem Wasser Wärme entzieht. Bei dieser Ausführung des Verdampfers versagen mechanische Reinigungsmittel für die Außenfläche der Rohre, da nicht alle der eng angeordneten Rohre des Bündels erreichbar sind. Die Ablagerungen bilden oftmals eine schlammige, gallertartige Masse, die sehr fest an den Rohren haftet. Eine Spülung durch erhöhten Wasserdurchsatz oder Umkehrung der Strömungsrichtung ist nicht in der Lage, diese Ablagerungen zu entfernen. Auch schwallartige Überflutungen der Wärmeübertragungsfläche, wie aus der DD-PS 229207 bekannt, sind nicht anwendbar und auf gasbeaufschlagte Wärmeübertragungsflächen beschränkt. Es ist weiterhin bekannt, diese Ablagerungen durch chemische Reinigungsmittel zu entfernen. Das erfordert einen gesonderten Reinigungskreislauf mit zusätzlichen Apparaten und die Umwelt belastenden Chemikalien. Die Chemikalien sind in der Regel aggressiv und schädigen das Material des Verdampfers. Dabei entstehende raue Rohroberflächen beschleunigen erneute Schmutzablagerungen. Es ist auch bekannt, die bei einem Verbrennungsprozeß von Rauchgasen mitgeführten geschmolzenen, auf den Wärmeübertragungsflächen abgelagerten Salze durch Wärmebeanspruchung hervorrufende Temperaturänderung zu brechen. Hierzu wird auf die heiße mit Salzsäure behafteten Flächen kalte Luft geleitet, was zum Erstarren und Abplatzen der Salzablagerungen führen soll (DE-OS 2930761). Eine Übertragung dieses Verfahrens auf die Entfernung von Ablagerungen auf den äußeren Flächen der Rohre eines wasserdurchströmten Kälteanlagenverdampfers ist nicht möglich.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ohne zusätzlichen apparativen Aufwand und ohne Umweltbelastungen, die Ablagerungen von der Rohraußenfläche des Verdampfers zu entfernen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, unter Nutzung der im Kälte- oder Wärmepumpenkreislauf vorhandenen Mittel ein Verfahren zu entwickeln, mit dem die Ablagerungen von der Außenfläche der Rohre eines wasserdurchströmten Rohrbündelverdampfers bei Bedarf entfernt werden können.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Wasserströmung durch den Verdampfer bei weiter im normalen Kreislauf arbeitenden Verdichter so lange unterbrochen wird, bis eine die Ablagerung einschließende Eisschicht auf der Außenfläche der Rohre anfriert, die dann durch rasche Wärmezufuhr über die Wasserseite von außen oder über den Innenraum der Rohre, mit den eingeschlossenen Ablagerungen von der Außenfläche der Rohre abgelöst, geschmolzen und durch die wieder eingeschaltete Wasserströmung ausgetragen wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders vorteilhaft, wenn die Verunreinigungen aus organischen Stoffen bestehen, die eine gallertartige miteinander vernetzte Struktur aufweisen. Gefrieren diese wasserhaltigen Strukturen, zerstört es ihre innere Bindung und solche zur Rohroberfläche infolge Volumenzunahme des Eises, so daß die Eisschicht einschließlich Ablagerungen nach der Wärmezufuhr abbröckelt, auftaut und ohne Schwierigkeiten mit dem strömenden Wasser herausgespült wird.

Die Wärmezufuhr zum Ablösen und Schmelzen der Eisschicht von außen ist dadurch möglich, daß die Wasserströmung wieder zugeschaltet und im Bedarfsfall zusätzlich der Kältekreislauf abgeschaltet wird, bis die angefrorene Schicht abgelöst ist. Diese Wärmezufuhr ist besonders vorteilhaft anwendbar, wenn die Wasserstemperatur wesentlich über 0°C liegt.

Zur Wärmezufuhr in den Innenraum der Rohre gibt es verschiedene Möglichkeiten. So ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß der Verdichter abgeschaltet und durch Druckausgleich zum Kondensator der Sättigungsdruck im Verdampfer und damit die Temperatur im Innenraum der Rohre erhöht wird.

Eine andere Möglichkeit zur Wärmezufuhr in den Innenraum der Rohre nach dem erfindungsgemäßen Verfahren besteht darin, daß in an sich bekannter Weise vom Verdichter gefördertes heißes Kältemittelgas unter Umgehung des Kondensators dem Rohrrinnenraum zugeführt wird. Dieser Verfahrensschritt ist an sich für das Abtauen von Eis bei luftbeaufschlagten Verdampfern bekannt (DD-PS 140583) und wird hier in vorteilhafter Weise in weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einem wasserbeaufschlagten Verdampfer genutzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich automatisieren, indem in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung die Einleitung des Abtauverfahrens abhängig von einem vorgegebenen Grenzwert der Temperaturdifferenz zwischen Verdampfungstemperatur und Wasseraustrittstemperatur erfolgt, die Verfahrensschritte durchführt und nach deren Ablauf der normale Betrieb der Kälte- bzw. Wärmepumpenanlage fortgesetzt wird. Der Anstieg der Temperaturdifferenz zwischen der Verdampfungstemperatur und der Wasseraustrittstemperatur ist das Maß für die Feststellung des Verschmutzungsgrades der Rohroberfläche durch Ablagerungen. Der Bedarf zu ihrer Entfernung wird damit exakt wiedergegeben.

Ausführungsbeispiel

In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1: den Kreislauf einer Kompressionswärmepumpe im Schema,

Fig. 2: einen Längsschnitt durch ein Verdampferrohr mit angefrorener Eis- und Ablagerungsschicht,

Fig. 3: einen Längsschnitt durch ein Verdampferrohr mit abbröckelnder Eis- und Ablagerungsschicht.

Der Wärmepumpenkreislauf nach Fig. 1 besteht aus dem Verdichter 1, der Kältemittelgas zum Kondensator 2 fördert, in dem die Wärmeabfuhr erfolgt. Das verflüssigte Kältemittel gelangt über die Flüssigkeitsleitung 22 und das Ventil 23 zum Einspritzorgan 7. Von dort wird es über die Kältemittelspritzleitung 33 dem Rohrbündelverdampfer 3 zugeführt. Das Kältemittel verdampft im Innenraum der Rohre und wird über die Saugleitung 34 mit Ventil 35 wieder dem Verdichter zugeführt. Die Heißgasleitung 4 verbindet den Ausgang des Verdichters 1 mit der Kältemittelspritzleitung 33. In ihr ist das Magnetventil 41 angeordnet.

Im normalen Wärmepumpenbetrieb sind die Ventile 23 und 35 geöffnet und das Magnetventil 41 geschlossen. Wärmequelle ist verschmutztes Wasser, das über den Wassereintritt 31 in den Rohrbündelverdampfer 3 eintritt und abgekühlt über den Wasseraustritt 32 abfließt.

Wird durch einen Vergleich der über Drucksensor 5 ermittelten Sättigungstemperatur mit der Wasseraustrittstemperatur am Temperatursensor 6 festgestellt, daß die den maximal zulässigen Verschmutzungsgrad repräsentierende Differenz überschritten ist, beginnt das erfindungsgemäße Reinigungsverfahren. Die Strömung des verschmutzten Wassers durch die Leitungen 31 und 32 wird bei normal weiter arbeitendem Kältekreislauf unterbrochen. Das im Rohrbündelverdampfer 3 in Ruhe befindliche verschmutzte Wasser kühlt sich weiter ab und an den Verdampferrohren friert gemäß Figur 2 eine Eis- und Ablagerungsschicht 8 an. Der Wärmefluß Q erfolgt von der Außenseite der Rohre in deren Innenraum, bis nach einer vorgegebenen Zeit mit Sicherheit eine Eis- und Ablagerungsschicht 8 angefroren ist. Danach wird in diesem Ausführungsbeispiel das Ventil 23 geschlossen und das Magnetventil 41 geöffnet. Über die Heißgasleitung 24 gelangt heißes Kältemittelgas unter Umgehung von Kondensator und Einspritzorgan 7 in den Innenraum der Rohre. Wie in Fig. 3 dargestellt,

erfolgt jetzt der Wärmefluß Q vom Innenraum zur Außenfläche der Rohre. Die Eis- und Ablagerungsschicht 9 bröckelt ab. Durch das Anfrieren und die Volumenzunahme bei der Eisbildung wurde die Struktur der Ablagerungen so verändert, daß sie sich leicht von der Rohraußenfläche löst. Die wieder angestellte Strömung über den Wassereintritt 31 und Wasseraustritt 32 sorgt für den Austrag und das Aufschmelzen der Eis- und Ablagerungsschicht 9. Die Zuführung von Wärme in den Innenraum der Rohre kann auch so erfolgen, daß nach Fig. 1 bei offenen Ventilen 23 und 35 der Verdichter 1 abgeschaltet wird. Es kommt jetzt über das ebenfalls geöffnete Einspritzorgan 7 zum Druckausgleich zwischen dem Kondensator 2 und dem Rohrbündelverdampfer 3. Dadurch steigt die Temperatur im Rohrbündelverdampfer 3. Die Eis- und Ablagerungsschicht 8, 9 wird, wie im vorstehenden Beispiel, entfernt.

Eine weiterhin aufgezeigte Möglichkeit der Wärmezufuhr besteht nach dem Anfrieren der Eis- und Ablagerungsschicht 8 bei abgeschaltetem oder weiterlaufendem Verdichter 1 durch die wieder angestellte Wasserströmung 31, 32 durch den Rohrbündelverdampfer 3. Vor allem bei hohen Wassertemperaturen von beispielsweise 20°C , kommt es durch die rasche Erwärmung ebenfalls zum Aufschmelzen und Austragen der Eis- und Ablagerungsschicht 9.

Fig. 1

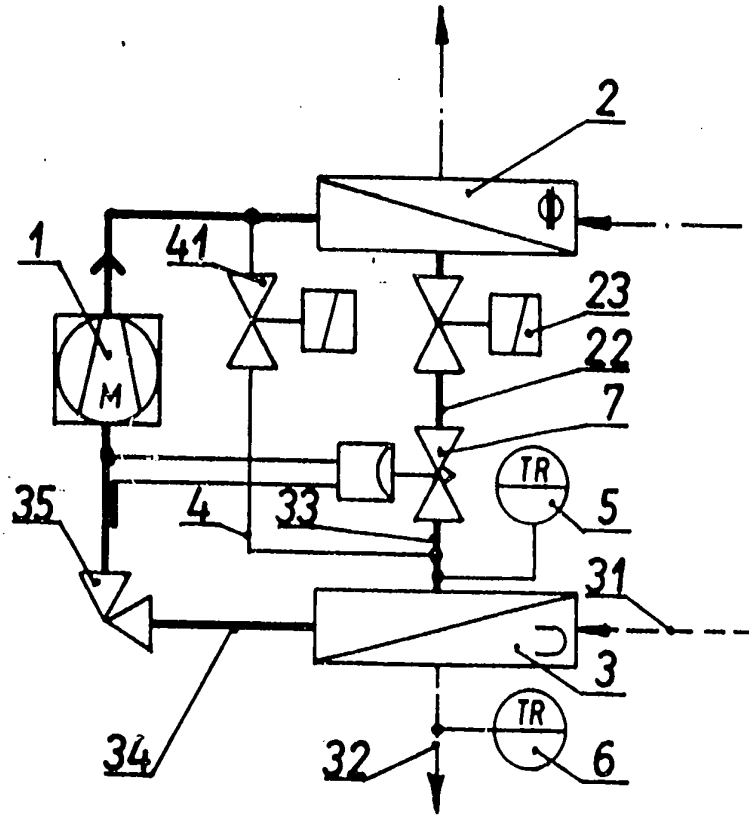


Fig. 2

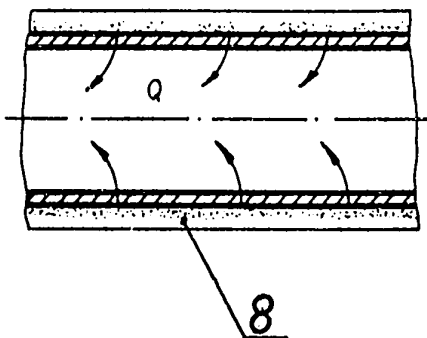


Fig. 3

