



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 964 158 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.12.1999 Patentblatt 1999/50

(51) Int. Cl.⁶: **F04B 49/20, F25B 41/00**

(21) Anmeldenummer: **99111024.8**

(22) Anmeldetag: **11.06.1999**

(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:
• **Schierhorn, Uwe, Dipl.-Ing.**
50389 Wesseling (DE)
• **Olejnik, Janusz, Dipl.-Ing.**
50670 Köln (DE)

(30) Priorität: **12.06.1998 DE 19826292**

(74) Vertreter: **Kasseckert, Rainer**
Linde Aktiengesellschaft,
Zentrale Patentabteilung
82049 Höllriegelskreuth (DE)

(71) Anmelder:
Linde Aktiengesellschaft
65189 Wiesbaden (DE)

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälteträger**

(57) Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälteträger sowie Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, bestehend aus wenigstens einem Kältemittelkreislauf oder bestehend aus wenigstens einem Kältemittelkreislauf und wenigstens einem Kälteträgerkreislauf, wobei das Umpumpen des als Kältemittel oder Kälteträger verwendete Mediums mittels wenigstens einer Pumpe erfolgt. Erfindungsgemäß wird zumindest dann, wenn aufgrund der Betriebsbedingungen Kavitation und/oder ein Strömungsabrisß in der Pumpe zu erwarten ist, die Drehzahl der Pumpe abgesenkt.

Hierbei kann die Drehzahl der Pumpe bis auf die minimal zulässige Betriebsdrehzahl abgesenkt werden.

Eine Drehzahlabsenkung kann bspw. immer dann erfolgen, wenn der Verdichter in seinen Stufen höhergeschaltet. Ferner kann die Drehzahlabsenkung in Abhängigkeit von der Druckabsenkungsgeschwindigkeit, der Zulaufhöhe, dem Füllstand des Kältemittelabscheiders, dem Dampfgehalt des Kältemittels in der Zulaufleitung und/oder dem Dampfgehalt des Kältemittels im Kältemittelabscheider erfolgen.

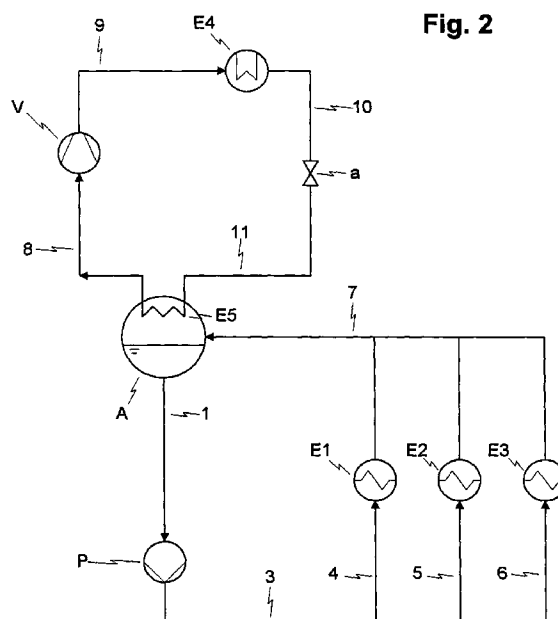


Fig. 2

EP 0 964 158 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, bestehend aus wenigstens einem Kältemittelkreislauf oder bestehend aus wenigstens einem Kälte-trägerkreislauf, wobei das Umpumpen des als Kältemittel oder Kälte-träger verwendete Mediums mittels wenigstens einer Pumpe erfolgt.

[0003] Bei dem Betrieb von Pumpen, wie sie beispielsweise zur Förderung eines als Kältemittel oder Kälte-träger verwendeten Mediums bei Kälteanlagen verwendet werden, ist darauf zu achten, daß auf der Pumpensaugseite und im Inneren der Pumpe möglichst jegliche Dampfblasenbildung vermieden wird. Eine derartige Dampfblasenbildung hätte unter Umständen ein Abreißen der Strömung sowie Kavitationerscheinungen zur Folge, woraus Störungen an der Pumpe oder gar deren Zerstörung resultieren können.

[0004] Um dies zu vermeiden, wird bisher auf der Pumpensaugseite eine statische Flüssigkeitssäule vorgesehen. Dieses Verfahren arbeitet umso betriebssicher, je höher die statische Flüssigkeitssäule ist und je langsamer durch regelungstechnische Vorgänge bedingte Druckabsenkungen in dem System, in dem die Pumpe eingebunden ist, ablaufen. Im Regelfall wird bei dem Betrieb derartiger Pumpen zudem darauf geachtet, daß an der Oberfläche der Flüssigkeitssäule jegliche Strudelbildung sowie nennenswerte Druckabfälle in der Saugleitung vermieden werden. Vorzugsweise wird die Geschwindigkeit des zu pumpenden Mediums so niedrig gewählt, daß eventuell entstehende Blasen noch entgegen der Flüssigkeitsströmung wieder aufsteigen können.

[0005] Kälteanlagen der gattungsgemäßen Art, bei denen das Umpumpen des als Kältemittel oder Kälte-träger verwendeten Mediums mittels wenigstens einer Pumpe erfolgt, werden beispielsweise für die Kühlung von Kühl- und Tiefkühlmöbeln in Supermärkten eingesetzt. Eine derartige Kälteanlage sei anhand des in der Figur 1 dargestellten Beispieles näher erläutert.

[0006] In der Figur 1 ist das Prinzip-Schema einer Kälteanlage dargestellt, die im wesentlichen aus zwei Kältemittelkreisläufen besteht. Diese sind über einen Kältemittelabscheider A miteinander gekoppelt. Aus dem Kältemittelabscheider A wird verdampftes Kältemittel über Leitung 8 abgezogen, in dem Verdichter V komprimiert und anschließend über Leitung 9 dem Verflüssiger E4 zugeführt. Das in dem Verflüssiger E4 verflüssigte Kältemittel wird anschließend über Leitung 10 dem Entspannungsorgan a, bei dem es sich vorzugsweise - wie in den Figuren dargestellt - um ein Entspannungsventil handelt - zugeführt, in diesem entspannt und über Leitung 11 wiederum dem Kältemittelabscheider A zugeführt.

[0007] Über Leitung 1 wird aus dem Kältemittelabscheider A flüssiges Kältemittel entnommen und der Förderpumpe P zugeführt. Das mittels der Pumpe P geförderte Kältemittel wird über Leitung 3, die sich beispielsweise in drei Leitungen 4, 5, und 6 aufteilt, drei Verbrauchern - in den Figuren als Wärmetauscher E1, E2 und E3 dargestellt - zugeführt. In diesen wird das Kältemittel teilweise oder vollständig verdampft und anschließend über Leitung 7 wiederum dem Kältemittelabscheider A zugeführt.

[0008] In der Figur 1 ist die statische Flüssigkeitssäule, deren Höhe mit klein h bezeichnet ist, lediglich schematisch dargestellt.

[0009] Derartige Kälteanlagen, wie sie in der Figur 1 dargestellt sind, werden z. B. bei der Verwendung von Ammoniak als Kältemittel realisiert. Die konstruktiven Möglichkeiten zur Ausbildung einer ausreichenden statischen Flüssigkeitssäule h sind jedoch in der Realität im Regelfall begrenzt - insbesondere bei Gewerbekälteanlagen für Supermärkte. Daher beträgt die durch eine statische Flüssigkeitssäule entstehende hydrostatische Druckerhöhung im allgemeinen weniger als 0.2 bar. Das Vorsehen einer statischen Flüssigkeitssäule ist deshalb nur dann zufriedenstellend, wenn schnelle Druckabsenkungen innerhalb des Systems unterhalb dieses Wertes liegen.

[0010] Die Gefahr bzw. Wahrscheinlichkeit, daß es zu größeren Druckschwankungen kommt, ist jedoch um so größer, je höher der Druck innerhalb des Systems ist. Während bei einem Kältemittel wie beispielsweise Ammoniak ein Druckbereich von 1 bis 3 bar eingehalten wird, macht die Verwendung von Kohlendioxid als Kältemittel oder Kälte-träger insbesondere in einem Druckbereich von 10 bis 15 bar Sinn. Dies hat jedoch zur Folge, daß die realisierbare statische Flüssigkeitssäule eine Reaktion auf die Druckabsenkungen nicht bzw. nicht in ausreichenden Maße zuläßt.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage anzugeben, die die erwähnten Nachteile vermeiden.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Pumpe sowie das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage sind dadurch gekennzeichnet, daß zumindest dann, wenn aufgrund der Betriebsbedingungen Kavitation und/oder ein Strömungsabriß in der Pumpe zu erwarten ist, die Drehzahl der Pumpe abgesenkt wird.

[0013] Ein Absenken der Pumpendrehzahl hat eine Verringerung des NPSH-Wertes zur Folge. So kann beispielsweise bei einer Kohlendioxid-Tiefkühlanlage durch Senken der Netzfrequenz von 50 Hertz auf 30 Hertz eine Verringerung des NPSH-Wertes von 0,4 m auf 0,2 m erreicht werden. Dies zeigt, daß ein Absenken der Netzfrequenz um 40 % eine 50 %ige Verringerung des NPSH-Wertes zur Folge hat - der NPSH-Wert also überproportional gegen den Wert Null abfällt. Die Ver-

ringerung des NPSH-Wertes führt zu einer entsprechenden Verringerung der Gefahr einer Beschädigung der Pumpe aufgrund von Kavitation und/oder eines Strömungsabrisse.

[0014] Die erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer Pumpe sowie zum Betreiben einer Kälteanlage weiterbildend wird vorgeschlagen, die Drehzahl der Pumpe auf die minimal zulässige Betriebsdrehzahl abzusenken.

[0015] Eine Absenkung der Pumpendrehzahl auf die minimal zulässige Betriebsdrehzahl, ist im Regelfall ausreichend, um die Pumpe vor Beschädigungen aufgrund von Kavitation und/oder eines Strömungsabrisse zu bewahren.

[0016] Die erfindungsgemäßen Verfahren weiterbildend wird vorgeschlagen, die Pumpe abzuschalten. Diese Verfahrensweise ist sinnvollerweise dann zu realisieren, wenn der NPSH-Wert der abgesenkten Drehzahl nicht ausreicht.

[0017] In vorteilhafter Weise erfolgt die Drehzahlab-senkung der Pumpe immer dann, wenn der Verdichter in seinen Stufen höherschaltet.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer Pumpe sowie zum Betreiben einer Kälteanlage ist dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlab-senkung in Abhängigkeit von der Druckabsenkungsgeschwindigkeit erfolgt. Der hierfür erforderliche regelungstechnische Aufwand ist vergleichsweise gering.

[0019] Denkbar ist jedoch auch, die Drehzahlab-senkung in Abhängigkeit von dem Füllstand des Kältemittelabscheiders erfolgen zu lassen. Alternativ dazu kann die Drehzahlab-senkung auch an den Dampfgehalt des Kältemittels im Kältemittelabscheider bzw. in der Zulaufleitung der Pumpe gekoppelt werden.

[0020] Die genannten Möglichkeiten können miteinander kombiniert werden. Generell kann die Drehzahl mittels Frequenzumrichter abgesenkt werden. Eine derartige Schaltung kann durch Zeitglieder unterstützt werden.

[0021] Mittels der Erfindung können nunmehr wesentlich größere Druckschwankungen vor einer Pumpe bzw. innerhalb einer Kälteanlage als dies bisher durch die realisierten statischen Flüssigkeitssäulen möglich ist kompensiert werden.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger, das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage sowie weitere Ausgestaltungen dieser Verfahren seien anhand der in der Figur 2 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verfahren näher erläutert.

[0023] Figur 2 zeigt das Prinzip-Schema einer Kälteanlage, die einen Kältemittelkreislauf und einen Kälte-trägerkreislauf aufweist. Die beiden Kreisläufe sind über den Kältemittelabscheider A miteinander gekoppelt. Der Wärmeaustausch zwischen dem Kältemittel des Kältemittelkreislaufes und dem Kälte-träger des Kälte-

trägerkreislaufes erfolgt über den innerhalb des Kältemittelabscheiders A angeordneten Wärmetauscher E5.

[0024] Zumindest dann, wenn aufgrund der gewählten Betriebsbedingungen Kavitation und/oder ein Strömungsabriß in der Pumpe P zu erwarten ist, wird erfindungsgemäß die Drehzahl der Pumpe P abgesenkt.

[0025] Welche Parameter für die Regulierung der Pumpendrehzahl letztendlich herangezogen werden, wird von den jeweiligen Betriebsparametern abhängen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Pumpe (P) zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest dann, wenn aufgrund der Betriebsbedingungen Kavitation und/oder ein Strömungsabriß in der Pumpe (P) zu erwarten ist, die Drehzahl der Pumpe (P) abgesenkt wird.
2. Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl der Pumpe (P) auf die minimal zulässige Betriebsdrehzahl abgesenkt wird.
3. Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (P) abgeschaltet wird.
4. Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlab-senkung in Abhängigkeit von der Druckabsenkungsgeschwindigkeit erfolgt.
5. Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlab-senkung in Abhängigkeit von der Zulaufhöhe und/oder in Abhängigkeit von dem Dampfgehalt des Kältemittels in der Zulaufleitung erfolgt.
6. Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlab-senkung mittels Frequenzumrichter erfolgt, wobei diese Schaltung vorzugsweise mit Zeitgliedern unterstützt wird.
7. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, bestehend aus wenigstens einem Kältemittelkreislauf oder bestehend aus wenigstens einem Kältemittelkreislauf und wenigstens einem Kälte-trägerkreislauf, wobei das Umpumpen des als Kältemittel oder

Kälteträger verwendete Mediums mittels wenigstens einer Pumpe (P) erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest dann, wenn aufgrund der Betriebsbedingungen Kavitation und/oder ein Strömungsabriß in der Pumpe (P) zu erwarten ist, die Drehzahl der Pumpe (P) abgesenkt wird. 5

8. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl der Pumpe (P) auf die minimal zulässige Betriebsdrehzahl abgesenkt wird. 10

9. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (P) abgeschaltet wird. 15

10. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlabenkung immer dann erfolgt, wenn der Verdichter (V) in seinen Stufen höherschaltet. 20

11. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlabenkung in Abhängigkeit von der Druckabsenkungsgeschwindigkeit, in Abhängigkeit von dem Füllstand des Kältemittelabscheiders (A) und/oder in Abhängigkeit von dem Dampfgehalt des Kältemittels im Kältemittelabscheider (A) erfolgt. 25 30

12. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlabenkung mittels Frequenzumrichter erfolgt, wobei diese Schaltung vorzugsweise mit Zeitgliedern unterstützt wird. 35

40

45

50

55

Fig. 1

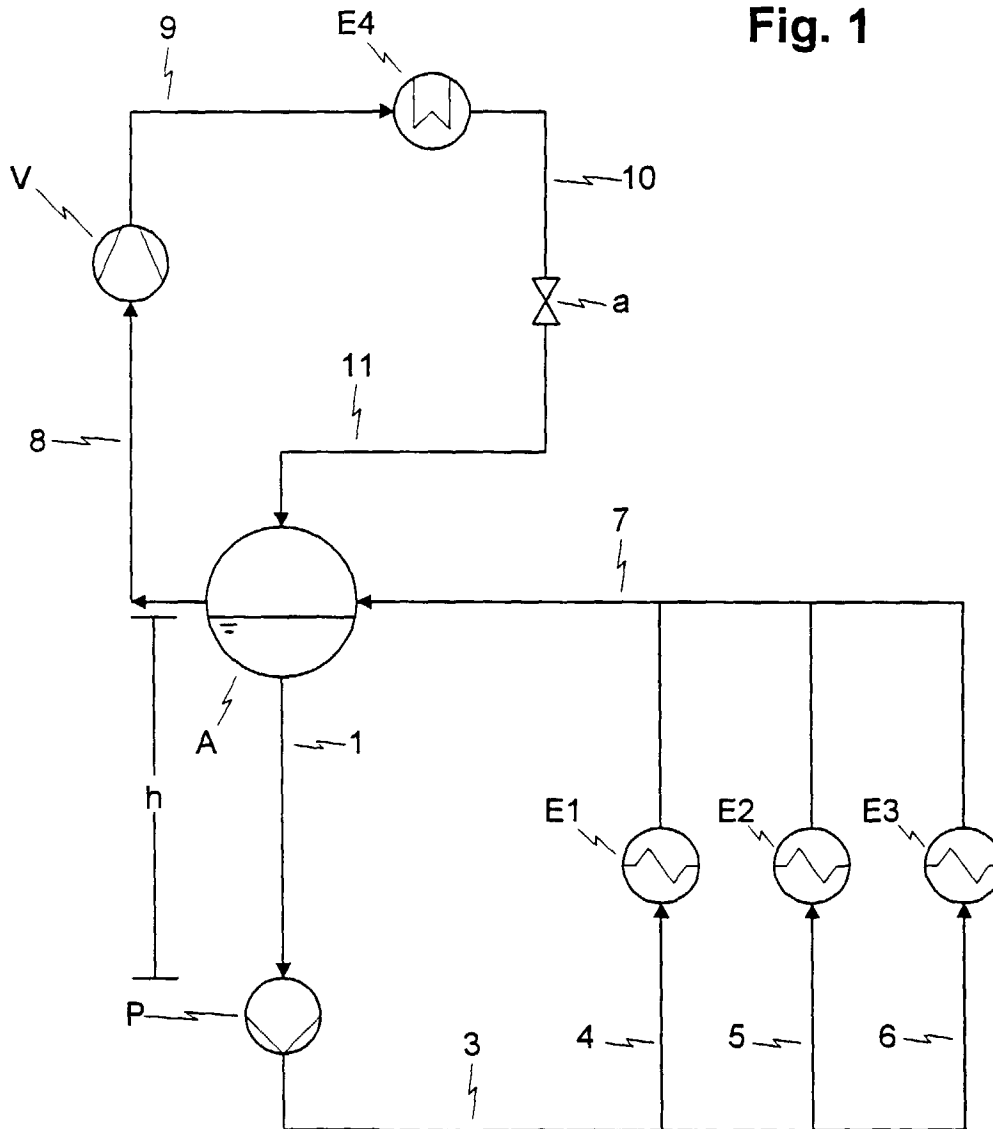


Fig. 2

