

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 716 232 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.08.1997 Patentblatt 1997/33

(51) Int Cl.6: **F04C 19/00, F04C 29/04**

(21) Anmeldenummer: **95118467.0**

(22) Anmeldetag: **23.11.1995**

(54) **Verdichteraggregat**

Compression system

Dispositif de compression

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI SE

(30) Priorität: **06.12.1994 DE 4443429**
31.03.1995 DE 29505608 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.06.1996 Patentblatt 1996/24

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Holzheimer, Günter , Dipl.-Ing. (FH)**
D-91083 Baiersdorf (DE)
• **Schäperklaus, Bernd, Dipl.-Ing.**
D-91074 Herzogenaurach (DE)
• **Weigl, Hans, Dipl.-Ing. (FH)**
D-92355 Velburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 4 327 003 **US-A- 4 711 771**
US-A- 4 725 210

EP 0 716 232 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verdichteraggregat gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solches Aggregat ist durch die DE-C-43 27 003 bekannt, von welcher der Oberbegriff des Anspruchs 1 ausgeht. Bei diesem bekannten Aggregat wird die aus dem Flüssigkeitsabscheider austretende Abluft einer Nachkühleinrichtung zugeführt, über die auch die Saugluft geführt wird. Damit erfolgt zwischen der kühleren Saugluft und der durch den Verdichtungsprozeß erwärmten Abluft ein Wärmeaustausch, der eine Abkühlung der Abluft zur Folge hat. Infolge dieser Abkühlung wird ein Teil des in der Abluft enthaltenen Wasserdampfes kondensiert. Das kondensierte Wasser wird wieder in den Betriebsflüssigkeitskreislauf eingespeist, so daß der Verbrauch an Betriebsflüssigkeit reduziert ist. Trotz dieser Reduzierung des Verbrauches an Betriebsflüssigkeit muß diese von Zeit zu Zeit noch ergänzt werden. Es hat sich gezeigt, daß durch eine größere Dimensionierung der Nachkühleinrichtung der Abscheidegrad von Wasserdampf aus der Abluft nicht wesentlich erhöht werden kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verdichteraggregat der gattungsgemäßen Art so weiterzubilden, daß eine vollständige oder zumindest annähernd vollständige Reduzierung des Verbrauches an Betriebsflüssigkeit möglich ist.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1. Durch die zweite Nachkühleinrichtung gelingt eine weitere Abkühlung der Abluft und somit ein weiteres Ausschleiden von Wasserdampf aus der Abluft.

Eine besonders effektive Abscheidung von in der Abluft mitgeführtem Wasserdampf gelingt dadurch, daß die weitere Nachkühleinrichtung in Strömungsrichtung der Nachkühleinrichtung vorgeschaltet ist.

Platz- und Arbeitskosten lassen sich dadurch sparen, daß die erste und zweite Nachkühleinrichtung zu einer Baueinheit zusammengefaßt sind.

Eine weitere Verbesserung des Abscheidegrades gelingt gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung dadurch, daß eine dritte Nachkühleinrichtung vorgesehen ist, die mit ihrem Sekundärkreis strömungsmäßig mit dem Sekundärkreis der ersten und zweiten Nachkühleinrichtung in Reihe liegt und deren Primärkreis an die Abluftleitung des Sekundärkreises der ersten Nachkühleinrichtung angeschlossen ist.

Durch eine bauliche Zusammenfassung der ersten und dritten Nachkühleinrichtung oder auch aller Nachkühleinrichtungen lassen sich vor allem Verbindungsleitungen sparen.

Bei einem Verdichteraggregat, bei dem in der Rücklaufleitung ein durch einen Kühlluftstrom beaufschlagter Wärmetauscher angeordnet ist, erübrigt sich ein gesonderter Kühlluftstrom für die zweite Nachkühleinrichtung dadurch, daß diese im Kühlluftstrom des Wärmetauschers liegt. Dabei kann die zweite Nachkühleinrichtung

mit dem Wärmetauscher baulich zusammengefaßt sein, wodurch sich eine wesentliche Platzersparnis ergibt.

Ohne weiteren Aufwand ergibt sich eine weitere Kühlmöglichkeit dadurch, daß der Flüssigkeitsabscheider im Kühlluftstrom des Wärmetauschers liegt. Die Kühlwirkung kann noch verbessert werden, wenn der Flüssigkeitsabscheider zumindest teilweise mit Kühlrippen versehen ist.

Anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels eines Verdichteraggregates wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert.

An die Einlaßöffnung 1 der Flüssigkeitsringmaschine 2 des Verdichteraggregates 3 ist eine Saugleitung 4 angeschlossen. Die Auslaßöffnung 5 der Flüssigkeitsringmaschine 2 ist mit einem Flüssigkeitsabscheider 6 verbunden. Über die Auslaßöffnung 5 wird das zu verdichtende Medium (Luft) einschließlich eines Teiles der Betriebsflüssigkeit ausgestoßen und dem Flüssigkeitsabscheider 6 zugeführt.

Mit 7 ist eine erste Nachkühleinheit bezeichnet, die in einen Primär- und Sekundärkreis unterteilt ist, wobei unter Primärkreis jeweils der vom kühlenden Medium und unter Sekundärkreis jeweils der vom zu kühlenden Medium beaufschlagte Kreis der Kühleinheit verstanden werden soll. Der Primärkreis der ersten Nachkühleinheit 7 ist in die Saugleitung 4 geschaltet, d.h. das von der Flüssigkeitsringmaschine 2 zu verdichtende Medium, z.B. Luft, durchströmt vor dem Eintritt in die Flüssigkeitsringmaschine 2 die erste Nachkühleinheit 7. Der Sekundärkreis der ersten Nachkühleinheit 7 ist über eine zweite Nachkühleinheit 8 mit der Abluftleitung 9 des Flüssigkeitsabscheiders 6 verbunden. Die weitere Nachkühleinheit 8 ist der ersten Nachkühleinheit 7 strömungsmäßig vorgeschaltet.

Zwischen der zweiten Nachkühleinheit 8 und der ersten Nachkühleinheit 7 kann noch eine dritte Nachkühleinheit 14 angeordnet sein. Die dritte Nachkühleinheit 14 kann aber auch, wie gestrichelt angedeutet, der zweiten Nachkühleinheit 8 strömungsmäßig vorgeschaltet sein. Die dritte Nachkühleinheit 14 ist mit ihrem Primärkreis an die Abluftleitung 9 des Flüssigkeitsabscheiders 6, somit also an die Auslaßleitung des Sekundärkreises des ersten Nachkühlers 7 angeschlossen.

Das Verdichteraggregat 3 weist ferner einen Wärmetauscher 10 auf, der in eine vom Flüssigkeitsabscheider 6 zur Flüssigkeitsringmaschine 2 führende Rücklaufleitung 11 für die Betriebsflüssigkeit geschaltet ist. Dem Wärmetauscher 10 ist ein Ventilator 12 zugeordnet, der einen den Wärmetauscher 10 durchströmenden Kühlluftstrom 13 erzeugt. Mit diesem Wärmetauscher 10 ist die zweite Nachkühleinheit 8 baulich derart zusammengefügt, daß sie ebenfalls von dem Kühlluftstrom 13 durchströmt wird. Dies kann dadurch erreicht werden, daß diese Elemente axial voreinander oder auch in der Höhe übereinander angeordnet werden.

Das in den Nachkühleinheiten 7,8 und 14 anfallende Kondensat wird mittels entsprechender, in der Zeichnung nicht eigens dargestellter Leitungen in den Kreislauf der Betriebsflüssigkeit zurückgeführt.

Während des Betriebes des Verdichteraggregates 3 durchströmt die aus dem Flüssigkeitsabscheider 6 ausströmende Abluft zunächst die zweite Nachkühleinheit 8 und wird dabei entsprechend abgekühlt, was zu einer Kondensation eines Teils des in der Abluft enthaltenen Wasserdampfes führt. Anschließend erfolgt in der dritten und ersten Nachkühleinheit 14 und 7 eine weitere Abkühlung der Abluft und somit eine weitere Kondensation von Wasserdampf. Bei entsprechender Leistungsfähigkeit der ersten Nachkühleinheit 7, die beispielsweise durch Einspritzen von einer verdampfbaren Flüssigkeit, zweckmäßigerweise von in der Flüssigkeitsringmaschine 2 benutzter Betriebsflüssigkeit, wesentlich erhöht werden kann, ist eine derartige Abkühlung der Abluft möglich, daß der in der Abluft beim Verlassen der Nachkühleinheit 7 bzw. der dritten Nachkühleinheit 14 noch enthaltene Anteil von Wasserdampf nicht höher als der Wasserdampfanteil beim Eintritt der Saugluft in die erste Nachkühleinheit 7 ist. Damit tritt überhaupt kein Wasserverbrauch mehr auf.

Bei dem beschriebenen Verdichteraggregat kann insbesondere auch bei Kompressorbetrieb, der hinsichtlich der Rückkondensation wesentlich problematischer als der Vakuumbetrieb ist, ein Wasserverbrauch von Null erreicht werden. Im Betrieb des Verdichteraggregates ist sogar eine Überkondensation möglich, so daß ggf. nicht die gesamte Kondensatmenge in den Betriebsflüssigkeitskreislauf zurückgeführt werden muß, bzw. es muß dann notfalls Betriebsflüssigkeit aus dem Flüssigkeitsabscheider 6 abgelassen werden.

Eine weitere Kühlmöglichkeit ergibt sich ohne das Erfordernis eines zusätzlichen Aufwandes, dadurch daß der Flüssigkeitsabscheider 6 im Kühlluftstrom des Wärmetauschers 10 angeordnet ist. Dies ist insbesondere dann, wenn das Verdichteraggregat als eine Baueinheit ausgeführt ist, durch entsprechende konstruktive Anordnung des Flüssigkeitsabscheiders in der Baueinheit möglich. Der Flüssigkeitsabscheider kann vorteilhafterweise auch noch mit seine Oberfläche vergrößern den Kühlrippen versehen werden.

Die Funktionsweise des Verdichteraggregates ist für die Verwendung von Wasser als Betriebsflüssigkeit beschrieben worden. Als Betriebsflüssigkeit können jedoch anstelle von Wasser auch andere Flüssigkeiten zum Einsatz kommen. Hierdurch ändert sich jedoch die prinzipielle Funktionsweise des Aggregates nicht.

Patentansprüche

1. Verdichteraggregat, das folgende Merkmale aufweist:

a) eine mit ihrer Einlaßöffnung (1) mit einer

Saugleitung (4) und mit ihrer Auslaßöffnung (5) mit einem Flüssigkeitsabscheider (6) verbundene Flüssigkeitsringmaschine (2);

b) an den Flüssigkeitsabscheider (6) sind eine Abluftleitung (9) und eine zur Flüssigkeitsringmaschine (2) führende, der Rückführung von Betriebsflüssigkeit dienende Rücklaufleitung (11) angeschlossen;

c) eine einen Primär- und einen Sekundärkreis aufweisende erste Nachkühleinrichtung(7), die mit ihrem Primärkreis an die Saugleitung (4) und mit ihrem Sekundärkreis an die Abluftleitung (9) angeschlossen ist;

d) das in der Nachkühleinrichtung (7) anfallende Kondensat wird in den Betriebsflüssigkeitskreislauf zurückgeführt;

gekennzeichnet durch folgende weiteren Merkmale:

e) mit der ersten Nachkühleinrichtung (7) ist mindestens eine zweite Nachkühleinrichtung (8) strömungsmäßig in Reihe geschaltet;

f) das in der weiteren Nachkühleinrichtung (8) anfallende Kondensat wird ebenfalls in den Betriebsflüssigkeitskreislauf zurückgeführt.

2. Verdichteraggregat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Nachkühleinrichtung (8) in Strömungsrichtung der ersten Nachkühleinrichtung (7) vorgeschaltet ist.
3. Verdichteraggregat nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste und zweite Nachkühleinrichtung (7 und 8) zu einer Baueinheit zusammengefaßt sind.
4. Verdichteraggregat nach Anspruch 1,2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine dritte Nachkühleinrichtung (14) vorgesehen ist, die mit ihrem Sekundärkreis strömungsmäßig mit dem Sekundärkreis der ersten und zweiten Nachkühleinrichtung (7 und 8) in Reihe liegt und deren Primärkreis an die Auslaßleitung des Sekundärkreises der ersten Nachkühleinrichtung (7) angeschlossen ist.
5. Verdichteraggregat nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste und dritte Nachkühleinrichtung (7 und 14) baulich vereinigt sind.
6. Verdichteraggregat nach Anspruch 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß alle Nachkühleinrichtungen (7,8 und 14) baulich zu einer Einheit vereinigt sind.

7. Verdichteraggregat nach einem der Ansprüche, bei dem in der der Rückführung von Betriebsflüssigkeit dienenden Rücklaufleitung (11) ein durch einen Kühlluftstrom (13) beaufschlagter Wärmetauscher (10) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest die zweite Nachkühleinrichtung (8) im Kühlluftstrom (13) des Wärmetauschers (10) liegt.
8. Verdichteraggregat nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zweite Nachkühleinrichtung (8) mit dem Wärmetauscher (10) baulich zusammengefaßt ist.
9. Verdichteraggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
daß der Flüssigkeitsabscheider (6) im Kühlluftstrom des Wärmetauschers (10) liegt.
10. Verdichteraggregat nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Flüssigkeitsabscheider (6) zumindest teilweise mit Kühlrippen versehen ist.

Claims

1. Compression system which has the following features:
- a) a liquid ring machine (2) connected by means of its inlet aperture (1) to a suction line (4) and by means of its outlet aperture (5) to a liquid separator (6);
 - b) an outlet air line (9) and a return line (11) which leads to the liquid ring machine (2) and serves for the return of operating liquid, are connected to the liquid separator (6);
 - c) a first after-cooling device (7) having a primary and a secondary circuit, which after-cooling device is connected to the suction line (4) by means of its primary circuit and to the outlet air line (9) by means of its secondary circuit;
 - d) the condensate accumulating in the after-cooling device (7) is returned to the operating liquid circuit;
- characterised by the following further features:**
- e) at least a second after-cooling device (8) is connected in series to the first after-cooling device (7) in the flow;
 - f) the condensate accumulating in the further after-cooling device (8) is also returned to the operating liquid circuit.
2. Compression system according to claim 1, charac-

terised in that the second after-cooling device (8) is connected upstream from the first after-cooling device (7) in the direction of flow.

3. Compression system according to claims 1 and 2, characterised in that the first and second after-cooling devices (7 and 8) are combined to form a unit.
4. Compression system according to claim 1, 2 or 3, characterised in that there is provided a third after-cooling device (14) whose secondary circuit is connected in series in the flow to the secondary circuit of the first and second after-cooling devices (7 and 8) and whose primary circuit is connected to the outlet line of the secondary circuit of the first after-cooling device (7).
5. Compression system according to claim 4, characterised in that the first and third after-cooling devices (7 and 14) are structurally combined.
6. Compression system according to claims 3 and 4, characterised in that all of the after-cooling devices (7, 8 and 14) are combined to form a unit.
7. Compression system according to one of the claims, in which a heat exchanger (10) acted upon by a cooling air flow (13) is arranged in the return line (11) serving for the return of operating liquid, characterised in that at least the second after-cooling device (8) is located in the cooling air flow (13) of the heat exchanger (10).
8. Compression system according to claim 7, characterised in that the second after-cooling device (8) is structurally combined with the heat exchanger (10).
9. Compression system according to one of the preceding claims, characterised in that the liquid separator (6) is located in the cooling air flow of the heat exchanger (10).
10. Compression system according to claim 9, characterised in that the liquid separator (6) is at least partially provided with cooling ribs.

Revendications

1. Groupe compresseur qui comporte les dispositions suivantes:
- a) une machine (2) à anneau liquide dont l'ouverture (1) d'entrée est reliée à une canalisation (4) d'aspiration et dont l'ouverture (5) de sortie est reliée à un séparateur (6) de liquide;
 - b) il est raccordé au séparateur (6) de liquide une canalisation (9) d'air d'évacuation et une

canalisation (11) de renvoi allant à la machine (2) à anneau liquide et servant à renvoyer du liquide de fonctionnement;

c) un premier dispositif (7) de refroidissement en aval, qui comporte un circuit primaire et un circuit secondaire, dont le circuit primaire est raccordé à la canalisation (4) d'aspiration et dont le circuit secondaire est raccordé à la canalisation (9) d'air d'évacuation;

d) le produit de condensation se formant dans le dispositif (7) de refroidissement en aval est renvoyé au circuit de liquide de fonctionnement;

caractérisé par les dispositions supplémentaires suivantes:

e) il est monté en série avec le premier dispositif (7) de refroidissement en aval, dans le sens de l'écoulement, au moins un deuxième dispositif (8) de refroidissement en aval;

f) le produit de condensation se formant dans le dispositif (8) supplémentaire de refroidissement en aval est renvoyé également au circuit du liquide de fonctionnement.

2. Groupe compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième dispositif (8) de refroidissement en aval est monté, dans le sens de l'écoulement, en amont du premier dispositif (7) de refroidissement en aval.

3. Groupe compresseur suivant la revendication 1 et 2, caractérisé en ce que le premier et le deuxième dispositifs (7 et 8) de refroidissement aval sont réunis en une unité.

4. Groupe compresseur suivant la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il est prévu un troisième dispositif (14) de refroidissement en aval, dont le circuit secondaire est monté en série, dans le sens de l'écoulement, avec le circuit secondaire du premier et du deuxième dispositifs (7 et 8) de refroidissement en aval et dont le circuit primaire est raccordé à la canalisation de sortie du circuit secondaire du premier dispositif (7) de refroidissement en aval.

5. Groupe compresseur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le premier et le troisième dispositifs (7 et 14) de refroidissement aval sont réunis du point de vue de la construction.

6. Groupe compresseur suivant la revendication 3 et 4, caractérisé en ce que tous les dispositifs (7, 8 et 14) de refroidissement aval sont réunis en une unité du point de vue de la construction.

7. Groupe compresseur suivant l'une des revendica-

tions, dans lequel un échangeur (10) de chaleur alimenté en un courant (13) d'air de refroidissement est monté dans la canalisation (11) de renvoi servant à renvoyer du liquide de fonctionnement, caractérisé en ce qu'au moins le deuxième dispositif (8) de refroidissement en aval se trouve dans le courant (13) d'air de refroidissement de l'échangeur (10) de chaleur.

8. Groupe compresseur suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le deuxième dispositif (8) de refroidissement en aval est réuni à l'échangeur (10) de chaleur du point de vue de la construction.

9. Groupe compresseur suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le séparateur (6) de liquide se trouve dans le courant d'air de refroidissement de l'échangeur (10) de chaleur.

10. Groupe compresseur suivant la revendication 9, caractérisé en ce que le séparateur (6) de liquide est muni au moins partiellement d'ailettes de refroidissement.

