

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 992 734 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.04.2000 Patentblatt 2000/15

(51) Int. Cl.⁷: **F17C 9/00**, F04B 15/08,
F04B 53/16

(21) Anmeldenummer: **99116241.3**

(22) Anmeldetag: **17.08.1999**

(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

(30) Priorität: **28.08.1998 DE 19839233**

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

(72) Erfinder: **Adler, Robert
2201 Gerasdorf (AT)**

(74) Vertreter: **Obermüller, Bernhard
Linde Aktiengesellschaft
Zentrale Patentabteilung
82049 Höllriegelskreuth (DE)**

(54) **Verdichten von Flüssigkeiten und Gasversorgungsanlage**

(57) Die Erfindung betrifft das Verdichten von Flüssigkeiten, insbesondere von verflüssigten Gasen, unter Einsatz eines Verdichters, welcher einen Zylinder und einen Kolben umfaßt. Das Verdichten von verflüssigten Gasen ist insbesondere im Zusammenhang mit einer Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher von Bedeutung. Die Gasversorgungsanlage umfaßt einen Speicherbehälter zur Speicherung von verflüssigtem Gas, einen Verdampfer zum Verdampfen des verflüssigten Gases und den Verdichter mit Zylinder und Kolben zum Pumpen von verflüssigtem Gas. Erfindungsgemäß bewegt sich der Kolben im Zylinder mit einer Geschwindigkeit zwischen 1 und 250 mm/s. Der Zylinder kann mit einem Saug- und Pumpekt betrieben werden, wobei im Saugtakt Flüssigkeit in den Zylinder angesaugt und im Pumpekt aus dem Zylinder gepumpt wird. Der Kolben kann gegenüber der Zylinderwand mit polymere Bestandteile umfassenden Dichtmitteln abgedichtet sein. Die Erfindung eignet sich insbesondere für die Verdichtung von wie beispielsweise N₂, Ar, O₂ und CO₂.

EP 0 992 734 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten von Flüssigkeiten, insbesondere zum Verdichten von verflüssigten Gasen, unter Einsatz eines Verdichters, welcher einen Zylinder und einen Kolben umfaßt, und den Verdichter. Die Erfindung betrifft ferner eine Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher, welche einen Speicherbehälter zur Speicherung von verflüssigtem Gas, einen Verdampfer zum Verdampfen des verflüssigten Gases und einen Verdichter mit Zylinder und Kolben zum Pumpen von verflüssigtem Gas umfaßt.

[0002] Neben der Gasversorgung mit Druckgas aus Flaschenbündeln oder Druckgasbehältern, in denen das Gas unter hohem Druck vorliegt, ist es bekannt, das Gas verflüssigt unter hohem Druck zum Verbrauchsort zu fördern, wo es mittels eines Verdampfers verdampft wird. Zur Förderung des Gases wird ein Teil des verflüssigten Gases aus einem Speicherbehälter entzogen, durch einen separaten Verdampfer geführt und anschließend in den Kopfraum des Speicherbehälters eingeleitet, um dort den Druck solange zu erhöhen, bis der gewünschte Druck erreicht ist, mit dem das Gas zum Verbrauchsort gefördert werden soll, wobei in der Regel die Speicherbehälter wiederholt mit verflüssigtem Gas gegen einen hohen Druck im Speicherbehälter befüllt werden müssen und wobei wegen der Beaufschlagung des Kopfraumes des Speicherbehälters mit verdampftem Gas und des thermischen Ausgleichs des verdampften Gases mit dem verflüssigten Gas eine klare Phasentrennung verschwinden kann. Nach der EP 0 416 630 B1 ist eine Druckerhöhung in einem Speicherbehälter, beispielsweise für verflüssigten Stickstoff, zum einen dadurch vorgesehen ist, daß ein Verdampfer in einer Rückführleitung vom Boden zum Kopf des Speicherbehälters angeordnet ist, zum anderen mittels einer Pumpe verflüssigtes Gas aus dem Speicherbehälter abgezogen, durch einen weiteren Verdampfer geführt und das entstehende Hochdruckgas in Flaschenbündeln gespeichert wird, von denen aus es wieder dem Kopfraum des Speicherbehälters für verflüssigtes Gas zur Druckbeaufschlagung zugeführt werden kann.

[0003] Um den Einsatz von Hochdruckgaseinheiten wie Flaschenbündel zu umgehen und die Effektivität der Förderung von verflüssigtem Gas mittels Beaufschlagung mit einem Hochdruckgas zu erhöhen, wurde in der DE 196 16 811 A1 vorgeschlagen, verflüssigtes Gas aus einem Speicherbehälter in einen Vorlagebehälter mit einem im Vergleich zum Speicherbehälter erheblich kleineren Volumen einzuleiten, dessen Größe derart gewählt wird, daß die Zeitspanne zu seiner Entleerung kleiner ist als zum Erreichen eines thermischen Gleichgewichts im Vorlagebehälter. Anschließend wird der Kopfraum des Vorlagebehälters mit verdampftem Gas aus einem externen Verdampfer beaufschlagt, bis das verflüssigte Gas mit dem benötigten Hochdruck zum Verbrauchsort gefördert werden kann. Jeweils nach

Entleerung des Vorlagebehälters wird dieser erneut mit verflüssigtem Gas befüllt.

[0004] Aus der DE 197 16 414 C1 ist ein Verfahren zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher bekannt, wobei das Gas verflüssigt mit niedrigem Druck einem Speicherbehälter entnommen wird, wobei verflüssigtes Gas aus dem Speicherbehälter in einen Vorlagebehälter eingeleitet und außerhalb des Vorlagebehälters in einem Verdampfer verdampft wird, sowie eine Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher umfassend einen Speicherbehälter zur Speicherung von verflüssigtem Gas, einen über eine Leitung mit dem Speicherbehälter verbundenen Vorlagebehälter und einen Verdampfer zum Verdampfen des verflüssigten Gases aus dem Vorlagebehälter.

[0005] Zur Förderung des Gases mit größerer Effektivität unter verhältnismäßig geringem apparativen und energetischem Aufwand wird nach der DE 197 16 414 C1 das durch die Verdampfung des verflüssigten Gases erhaltene Gas zumindest teilweise zum Antrieb eines Kolbens eines Arbeitszylinders verwendet und mit Hilfe des Arbeitszylinders ein Kolben eines Pumpzylinders angetrieben, welcher verflüssigtes Gas vom Vorlagebehälter zum Verdampfer pumpt. Über das Pumpen und die Verdampfung kann ein Gas mit einem höheren Druck als dem für den Verbraucher benötigten Hochdruck gewonnen werden.

[0006] Gas unter hohem Druck wird für zahlreiche industrielle Verfahren benötigt. Beispiele dafür sind in der DE 197 16 414 C1 aufgezählt. Dabei werden Gase mit Drücken zwischen 30 und 500 bar benötigt, die im gasförmigen oder im überkritischen Zustandsbereich vorliegen.

[0007] Nach der DE 197 16 414 C1 kommen Zylinder - dort als Pumpzylinder bezeichnet - zum Einsatz, welche mit einem Saug- und Pumpekt betrieben werden, wobei im Saugtakt verflüssigte Gase in den Zylinder Raum angesaugt und im Pumpekt aus dem Zylinder gepumpt werden. Die verflüssigten Gase werden dabei in der Regel in der Nähe des Siedezustands angesaugt. Neben den erwähnten verflüssigten Gasen können aber auch andere Flüssigkeiten mittels eines Zylinders angesaugt und verdichtet werden. Dies ist immer dann besonders kritisch, wenn die Temperatur der Flüssigkeit beim Ansaugen nur wenig unterhalb der Siedetemperatur liegt.

[0008] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, ein Verfahren zum Verdichten von Flüssigkeiten, insbesondere von verflüssigten Gasen, unter Einsatz eines Verdichters und eine Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher der eingangs genannten Art aufzuzeigen, welche auf einfache Art und Weise ein effektives, aber problemloses Verdichten von Flüssigkeiten ermöglichen und gewährleisten. Insbesondere sollte ein Ansaugen von zu verdichtenden Flüssigkeiten bei einer Temperatur nur wenig unterhalb der entsprechenden Siedetemperatur

sicherstellt werden. In Ausgestaltungen sollte ferner den Anforderungen beim Verdichten von verflüssigten Gasen Rechnung getragen werden.

[0009] Diese Aufgabe wird für das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gelöst, daß sich der Kolben im Zylinder mit einer Geschwindigkeit zwischen 1 und 250 mm/s bewegt.

[0010] Ein bevorzugter Bereich der Kolbengeschwindigkeit liegt zwischen 2 und 200 mm/s. Besonders bevorzugt werden Kolbenbewegungen zwischen 5 und 100 mm/s. In vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens bewegt sich der Kolben im Zylinder mit einer Geschwindigkeit kleiner oder gleich 50 mm/s.

[0011] Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß durch die Vorgabe der erwähnten Geschwindigkeiten auch Flüssigkeiten bei einer Temperatur nur wenig unterhalb ihrer Siedetemperatur verdichtet werden können. Ein ungewollter Umschlag in die Gasphase kann wirksam verhindert werden.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren kann in Verbindung mit einer Gasversorgungsanlage eingesetzt werden. In diesem Fall wird die Flüssigkeit innerhalb einer Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher verdichtet, wobei in der Gasversorgungsanlage verflüssigtes Gas mit niedrigem Druck einem Speicherbehälter entnommen und verdampft wird.

[0013] Die gestellte Aufgabe wird für die erfindungsgemäße Gasversorgungsanlage dadurch gelöst, daß Antriebsmittel für den Kolben vorgesehen sind, die zu einer Bewegung des Kolbens im Zylinder mit einer Geschwindigkeit zwischen 1 und 250 mm/s führen.

[0014] Das verflüssigte Gas kann in den Zylinderraum eingeleitet und/-oder aber über den Kolben angesaugt werden. Der Zylinder kann - wie dies an sich aus der DE 197 16 414 C1 bekannt ist - mit einem Saug- und Pumptakt betrieben werden, wobei im Saugtakt Flüssigkeit in den Zylinderraum des Zylinders angesaugt und im Pumptakt aus dem Zylinder gepumpt wird. Ebenso wie in der DE 197 16 414 C1 kann im Saugtakt verflüssigtes Gas aus einem Vorlagebehälter angesaugt und im Pumptakt zum Verdampfer gepumpt werden.

[0015] Der Arbeitszylinder kann, wie in der DE 197 16 414 C1 beschrieben, mit zwei Arbeitstakten betrieben werden, wobei eine entsprechend taktweise Umschaltung der Zufuhr des Gases aus der Verdampfung zum Antrieb des Kolbens des Arbeitszylinders erfolgt.

[0016] Besondere Vorteile sind mit der Erfindung dadurch zu erzielen, daß der Kolben gegenüber der Zylinderwand mit Dichtmitteln abgedichtet ist, die polymere Bestandteile umfassen. Diese Maßnahme ist insbesondere bei tieferen Temperaturen der zu verdichtenden Flüssigkeiten sinnvoll, wie sie beim Verdichten von verflüssigten Gasen üblicherweise vorliegen.

[0017] Die Flüssigkeit kann in den Zylinder durch mindestens ein Saugventil angesaugt werden. Das Saugventil kann vorteilhafterweise als Rückschlagventil ausgebildet sein.

[0018] Das Saugventil kann polymere Bestandteile umfassende Ventildichtmittel enthalten. In diesem Fall können die Dichtflächen innerhalb des Ventils auch bei tieferen Temperaturen, wie sie beim Verdichten von verflüssigten Gasen üblicherweise vorliegen, ein effektives Verschließen des Ventils sicherstellen.

[0019] Bevorzugt kann das Saugventil durch Schwerkraft in seine Dichtstellung fallen. Sie müssen nicht zusätzlich durch Federkraft in die Dichtstellung gedrückt werden. Zusätzliche elastische Mittel zum Andrücken mit Federkraft können deshalb entfallen.

[0020] Im erfindungsgemäßen Verfahren kann, wie dies in der DE 197 16 414 C1 beschrieben ist, das durch die Verdampfung des verflüssigten Gases erhaltene Gas zumindest teilweise zum Antrieb eines Kolbens eines Arbeitszylinders zur Gewinnung von Hochdruckgas verwendet werden.

[0021] Dabei kann im erfindungsgemäßen Verfahren der Kolben des Zylinders mit Hilfe des Arbeitszylinders oder fremd angetrieben werden. Im letztgenannten Fall kann der Kolben im Zylinder der Gasversorgungsanlage beispielsweise mit einem hydraulischen Antrieb, einem pneumatischen Antrieb oder mit einem Kurbelantrieb versehen sein.

[0022] Die Erfindung kann abgesehen von Flüssigkeiten, d.h. Stoffe, die auch bei Normalbedingungen in flüssiger Phase vorliegen, zum Verdichten von Gasen oder Gasgemischen auch im überkritischen Zustand eingesetzt werden. Mit der Erfindung können insbesondere als Flüssigkeit verflüssigter Stickstoff, verflüssigtes Argon, verflüssigter Sauerstoff und/oder verflüssigter Kohlendioxid verdichtet werden.

[0023] Eine Regelvorrichtung für die exakte Einstellung des Druckes auf den benötigten Arbeitsdruck für den Verbraucher kann in der erfindungsgemäßen Gasversorgungsanlage vorgesehen sein. Sie bringt zusätzliche Vorteile und macht die Anlage flexibel.

[0024] Es können an verschiedenen Stellen der erfindungsgemäßen Gasversorgungsanlage Absperrorgane angebracht sein, wie beispielsweise in der Leitung für verflüssigtes Gas vom Speicherbehälter zum Vorlagebehälter. Diese Leitung sollte möglichst kurz gewählt sein. Der Vorlagebehälter kann mit einer Niveauregulierung ausgestattet sein.

50 Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdichten von Flüssigkeiten, insbesondere zum Verdichten von verflüssigten Gasen, unter Einsatz eines Verdichters, welcher einen Zylinder und einen Kolben umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der Kolben im Zylinder mit einer Geschwindigkeit zwischen 1 und 250 mm/s bewegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Kolben im Zylinder mit einer Geschwindigkeit kleiner oder gleich 50 mm/s bewegt. 5
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit innerhalb einer Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher verdichtet wird, wobei in der Gasversorgungsanlage verflüssigtes Gas mit niedrigem Druck einem Speicherbehälter entnommen und verdampft wird. 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder mit einem Saug- und Pumptakt betrieben wird, wobei im Saugtakt Flüssigkeit in den Zylinder angesaugt und im Pumptakt aus dem Zylinder gepumpt wird. 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben gegenüber der Zylinderwand mit Dichtmitteln abgedichtet ist, die polymere Bestandteile umfassen. 20
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit in den Zylinder durch mindestens ein Saugventil angesaugt wird. 25
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Saugventil als Rückschlagventil ausgebildet ist. 30
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Saugventil polymere Bestandteile umfassende Ventildichtmittel enthält. 35
9. Verfahren nach Anspruch 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Saugventil durch Schwerkraft in seine Dichtstellung fällt. 40
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben im Zylinder hydraulisch, pneumatisch oder über einen Kurbelantrieb angetrieben wird. 45
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das durch die Verdampfung des verflüssigten Gases erhaltene Gas zumindest teilweise zum Antrieb eines Kolbens eines Arbeitszylinders zur Gewinnung von Hochdruckgas verwendet wird. 50
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit verflüssigten Stickstoff, verflüssigtes Argon, verflüssigten Sauerstoff und/oder verflüssigtes Kohlendioxid enthält. 55
13. Verdichter zum Verdichten von Flüssigkeiten, insbesondere zum Verdichten von verflüssigten Gasen, umfassend einen Zylinder und einen Kolben, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolben gegenüber der Zylinderwand mit Dichtmitteln abgedichtet ist, die polymere Bestandteile umfassen.
14. Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher umfassend einen Speicherbehälter zur Speicherung von verflüssigtem Gas, einen Verdampfer zum Verdampfen des verflüssigten Gases und einen Verdichter mit Zylinder und Kolben zum Pumpen von verflüssigtem Gas, **dadurch gekennzeichnet**, daß Antriebsmittel für den Kolben vorgesehen sind, die zu einer Bewegung des Kolbens im Zylinder mit einer Geschwindigkeit zwischen 1 und 250 mm/s führen.
15. Gasversorgungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Saugventil vorgesehen ist, über welches das verflüssigte Gas in den Zylinder angesaugt wird.
16. Gasversorgungsanlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Saugventil als Rückschlagventil ausgebildet ist.
17. Gasversorgungsanlage nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Saugventil polymere Bestandteile umfassende Ventildichtmittel enthält.
18. Gasversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Saugventil durch Schwerkraft in seine Dichtstellung fällt, ohne daß zusätzliche Mittel zum Andrücken mit Federkraft in die Dichtstellung vorgesehen sind.
19. Verdichter und/oder Gasversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben im Zylinder mit einem hydraulischen Antrieb, einem pneumatischen Antrieb oder mit einem Kurbelantrieb versehen ist.