

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 603 698 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.01.1997 Patentblatt 1997/05

(51) Int Cl.⁶: **F04C 18/20, F04C 29/08**

(21) Anmeldenummer: **93120054.7**

(22) Anmeldetag: **13.12.1993**

(54) **Wälzkolben-Vakuumpumpe**

Rolling piston vacuum pump

Pompe à vide avec piston roulant

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

(30) Priorität: **24.12.1992 DE 4244063**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.06.1994 Patentblatt 1994/26

(73) Patentinhaber: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35609 Asslar (DE)

(72) Erfinder: **Lang, Hermann**
D-35625 Hüttenberg-Rechtenbach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 018 638 **FR-A- 1 324 941**
GB-A- 1 128 051 **US-A- 5 071 328**

EP 0 603 698 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 betrifft eine Wälzkolben-Vakuumpumpe nach dem Oberbegriff des 1. Patentanspruches.

Die Forderung nach trockenen Pumpsystemen wird besonders in der Vakuumtechnik immer dringlicher. Mit der Wälzkolbenpumpe steht ein Pumpsystem zur Verfügung, welches einen technisch trockenen Schöpfraum aufweist. Darunter ist zu verstehen, daß im Schöpfraum kein Öl zur Schmierung, Abdichtung, Reduzierung von Totvolumen oder zu sonstigen Zwecken vorhanden ist.

Wälzkolbenpumpen traditioneller Bauart sind als Rotationsverdränger-Pumpen besonders gut zum Fördern oder Umwälzen von Gasen geeignet. Da sich das Volumen beim reinen Fördern nicht ändert, arbeiten sie ohne innere Verdichtung. Kompression findet erst beim Ausstoß des Gases statt. Dadurch ist ein extrem hoher Energieverbrauch bedingt, welcher zudem noch eine starke Erwärmung der Pumpe verursacht.

Da die Dichtspalte zwischen den Kolben und dem Gehäuse ständig von der vollen Druckdifferenz zwischen Ansaugdruck und Ausstoßdruck beaufschlagt werden, treten sehr hohe Rückströmverluste auf. Sie führen zu einer weiteren Verschlechterung des Wirkungsgrades und beeinträchtigen den Kompressionsfaktor besonders bei höheren Drücken.

Um diese Nachteile zu vermeiden und die Erwärmung in Grenzen zu halten, sieht man davon ab, daß Wälzkolbenpumpen bei zu hohen Gegendrücken verdichten müssen und setzt sie vorwiegend bei niedrigen Drücken ein.

Für Anwendungsfälle, welche einen höheren Druckbereich umfassen, werden Wälzkolbenpumpen in Verbindung mit anderen Pumpentypen oder als Kombination von mehreren, hintereinander geschalteten Wälzkolbenpumpen zur Vakuumerzeugung betrieben. Solche Systeme sind nur mit hohem apparativem Aufwand, großem Raumbedarf und hohem Energieverbrauch zu verwirklichen. Mit gasumlaufgekühlten Wälzkolbenpumpen kann man die Temperaturen in Grenzen halten. Der Energieverbrauch jedoch wird dadurch nicht gemindert.

In der DE-OS 29 51 591 wird eine mehrstufige Wälzkolbenpumpe vorgestellt. Hier sind mehrere Pumpstufen in einem Gehäuse verwirklicht. Diese Konstruktion stellt eine kompaktere Lösung dar als die einfache Kombination mehrerer Pumpen und ist auch in ihrem Wirkungsgrad effizienter. Die o.g. grundsätzlichen Probleme werden damit jedoch nicht gelöst.

Wenn das Gas vor dem Ausstoß gegen Atmosphärendruck schon im Inneren der Pumpe verdichtet wird, liegt nicht mehr die volle Druckdifferenz auf der Ausstoßseite an. Dadurch wird die Erwärmung und die Gasrückströmung selbst beim Pumpen gegen höhere Drücke in Grenzen gehalten. Solche Pumpsysteme mit innerer Verdichtung sind bekannt. Sie weisen jedoch erhebliche Nachteile auf.

Bei der in der DE-OS 33 32 361 vorgestellten Wälzkolbenpumpe findet eine Verdichtung des Gases innerhalb der Pumpe statt. Der dort beschriebene Steuermechanismus für die Vorverdichtung ist jedoch sehr kompliziert und aufwendig und vor allem bei hohen Drehzahlen sehr anfällig gegenüber mechanischen Defekten.

In der Kanadischen Patentschrift 10 40 540 ist eine Rotationsmaschine mit einem Steuerkolben und 2 Arbeitskolben der Klauen-Bauart mit innerer Verdichtung beschrieben. Diese Maschine ist in erster Linie zum Einsatz als Motor oder Kompressor vorgesehen. Zum Fördern von Gasmengen ist sie äußerst schlecht geeignet, da die Gase in den Arbeitsräumen komprimiert und anschließend wieder expandiert werden.

Eine Zweiwellen-Vakuumpumpe mit innerer Verdichtung wird in der DE-OS 33 12 117 beschrieben. Zur Vermeidung einer inneren Überverdichtung ist diese Pumpe über ein Überdruckventil mit einer weiteren Austrittsöffnung ausgestattet. Die komplizierte Form der beiden Kolben erschwert eine präzise Fertigung ihrer Flächen. Dies ist aber eine Voraussetzung für eine optimale Abdichtung zwischen den beiden Kolben einerseits und den Kolben und der Gehäusewand andererseits, um die Rückströmung auf ein Minimum zu begrenzen. Außerdem ist bei dieser Konstruktion der schädliche Raum, d. h. ein Totvolumen, in welchem ein Teil des komprimierten Gases auf die Vakuumseite zurückgefördert wird und dort expandiert, unerwünscht groß. Dadurch wird der Wirkungsgrad der inneren Verdichtung verringert.

In der FR-A-13 24 941, von welcher der Oberbegriff des Anspruchs 1 ausgeht, und in der US-A-50 71 328 sind jeweils Wälzkolbenpumpen beschrieben, welche Arbeitskolben mit Kolbenköpfen und Steuerkolben mit Ausnehmungen aufweisen, wobei die Kolben kreisförmige Querschnitte aufweisen und sich in kreisförmigen Teilbereichen innerhalb des Gehäuses bewegen. Die Kompression in diesen Pumpen läuft während einer Pumpphase in zwei Stufen ab.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Wälzkolbenpumpe mit innerer Verdichtung zu entwickeln, welche bei energiesparendem Betrieb eine gute innere Abdichtung, eine hohe innere Verdichtung und einen minimalen schädlichen Raum aufweist. Die oben erwähnten Nachteile welche bei herkömmlichen Pumpen dieser Bauart auftreten, sollen vermieden werden.

Die Aufgabe wird durch das kennzeichnende Teil des einzigen Patentanspruches gelöst.

Durch den kreisförmigen Querschnitt wird eine einfache und präzise Fertigung der Kolben erreicht. Dies bewirkt eine optimale Abdichtung zwischen den Kolben. Die Anordnung von Arbeitskolben mit Kolbenköpfen, Steuerkolben mit Ausnehmungen, den beiden Teilbereichen des Pumpenraumes und der Gasaustrittsöffnung macht einen effektiven Betrieb einer Wälzkolbenpumpe mit innerer Verdichtung möglich. Durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches werden Rück-

strömungen von Bereichen höherer Drücke in Bereiche niedriger Drücke auf ein Minimum begrenzt.

Die Verbindungen zwischen den Ausnehmungen im Steuerkolben und der Gasaustrittsöffnung bewirken einen Abfluß des in den Ausnehmungen geförderten Gase in der Phase der Endkompression und vermeiden damit eine Gasrückförderung in den Ansaugstutzen.

Die Verbindung zwischen dem Teilbereich 8 des Pumpenraumes und einer Ausnehmung im Steuerkolben erweitert den Bereich der Vorverdichtung und verhindert eine Überkompression.

An einem Beispiel, welches in der Abbildung dargestellt ist, wird die Erfindung näher erläutert.

Bei der Pumpe befinden sich im Gehäuse 1, welches mit dem Ansaugstutzen 2 und der Gasaustrittsöffnung 3 versehen ist, ein Arbeitskolben 4 und ein Steuerkolben 5. Bei Rotation greifen die Kolbenköpfe 6 auf dem Arbeitskolben 4 in die Ausnehmungen 7 des Steuerkolbens 5. Der Arbeitskolben 4 dreht sich im Teilbereich 8 und der Steuerkolben 5 dreht sich im Teilbereich 9 des Pumpenraumes. Die Kante 10 des Gehäuses befindet sich zwischen den beiden Teilbereichen. Eine weitere für die Funktion der Pumpe wichtige Kante 11 befindet sich zwischen dem Teilbereich 9 und der Gasaustrittsöffnung 3. Die äußere Begrenzungslinie eines Kolbenkopfes ist mit 12 und die in Drehrichtung hintere Begrenzungslinie einer Ausnehmung des Steuerkolbens ist mit 13 bezeichnet.

Im Steuerkolben 5 sind Bohrungen 14 angebracht, welche jeweils zum Zeitpunkt der Endkompression in den Ausnehmungen 7 diese mit der Gasaustrittsöffnung 3 verbinden. Eine weitere Bohrung 15 verbindet die Kompressionsseite des Teilbereichs 8 mit dem Teilbereich 9 des Pumpenraumes.

Bei der in der Abbildung angegebenen Drehrichtung der Kolben läuft der Pumpvorgang wie folgt ab:

Gas, welches vom Ansaugstutzen 2 her in den Pumpenraum gelangt, wird durch die Kolbenköpfe 6 in den Teilbereich 8 gefördert und dort verdichtet. Sobald eine Ausnehmung 7 des Steuerkolbens 5 die Gasaustrittsöffnung 3 mit dem Teilbereich 8 des Pumpenraumes verbindet, wird das komprimierte Gas über die Gasaustrittsöffnung 3 ausgestoßen. Um eine Rückströmung von der Gasaustrittsöffnung 3 in den Teilbereich 8 zu Beginn der nächsten Kompressionsphase (wenn das Gas noch nicht komprimiert ist und somit einen geringeren Druck als an der Gasaustrittsöffnung aufweist) zu vermeiden, darf die Begrenzungslinie 12 eines Kolbenkopfes erst dann die Kante 10 zwischen den Teilbereichen 8 und 9 passieren, wenn die hintere Begrenzungslinie 13 einer Ausnehmung 7 die Kante 11 zwischen Gasaustrittsöffnung 3 und Teilbereich 9 passiert hat. Nach diesem Zeitpunkt ist das Volumen in einer Ausnehmung 7 abgeschlossen und wird durch einen Kolbenkopf 6 weiter verdichtet.

Das in einer Ausnehmung 7 komprimierte Gas wird durch eine Bohrung 14 über die Gasaustrittsöffnung 3 ausgestoßen.

Durch eine Bohrung 15 kann ein Teil des im Teilbereich 8 komprimierten Gases in eine Ausnehmung 7 gelangen, bevor diese mit der Gasaustrittsöffnung 3 in Verbindung steht, um anschliessend von der Ausnehmung 7 zur Gasaustrittsöffnung 3 befördert zu werden. Dadurch wird die Ausnehmung 7 zur Vorverdichtung mit herangezogen und eine Überkompression im Teilbereich 8 verhindert.

Patentansprüche

1. Wälzkolben - Vakuumpumpe, bestehend aus einem Gehäuse (1) mit Ansaugstutzen (2) und Gasaustrittsöffnung (3) in welchem Gehäuse sich mindestens je ein Arbeitskolben (4) mit Kolbenköpfen (6) und ein Steuerkolben (5) mit Ausnehmungen (7) befinden, wobei der Arbeitskolben und der Steuerkolben kreisförmige Querschnitte aufweisen und beide sich in kreisförmigen Teilbereichen (8) bzw. (9) innerhalb des Gehäuses bewegen, und wobei innerhalb der Pumpe während einer Pumphase eine Kompression in zwei Stufen abläuft, wobei in der ersten Stufe eine Vorkompression im Teilbereich (8) des Pumpenraumes und in der zweiten Stufe eine Endkompression in den Ausnehmungen (7) des Steuerkolbens (5) stattfindet, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Steuerkolben (5) Bohrungen (14) vorhanden sind, welche jeweils eine Ausnehmung (7) mit der Gasaustrittsöffnung (13) verbinden, nachdem keine direkte Verbindung mehr zwischen der Ausnehmung und der Gasaustrittsöffnung besteht und in der Ausnehmung Kompression stattfindet.

Claims

1. A Roots vacuum pump comprising a casing (1) with an intake port (2) and a gas discharge port (3), in which casing there are located at least one each of a working piston (4) with piston heads (6) and a control piston (5) with recesses (7), the working piston and the control piston having circular cross-sections, and both moving in circular shaped regions (8) or (9) within the casing, and wherein, within the pump, during a pumping phase a compression takes place in two stages, in which in the first stage a precompression takes place in the region (8) of the pump chamber and in the second stage a final compression takes place in the recesses (7) of the control piston (5), characterised in that each control piston (5) has passages (14) which in each case connect one recess (7) with the gas discharge port (13) after a direct connection no longer exists between the recess and the gas discharge port and compression takes place in the recess.

Revendications

1. Pompe à vide à piston rotatif, constituée d'un carter (1) qui comporte une tubulure d'aspiration (2) et un orifice de sortie des gaz (3) et dans lequel se trouvent au moins, respectivement, un piston de travail (4) comportant des têtes de piston (6) et un piston de commande (5) comportant des cavités (7), dans laquelle piston de travail et le piston de commande présentent, en section transversale, une forme circulaire et se déplacent tous les deux dans des zones partielles (8), respectivement (9), de forme circulaire aménagées à l'intérieur du carter et dans laquelle, à l'intérieur de la pompe, pendant une phase de pompage, une compression se déroule en deux étapes, une compression préliminaire ayant lieu lors de la première étape dans la zone partielle (8) de l'espace intérieur de la pompe et une compression finale ayant lieu lors de la seconde étape dans les cavités (7) du piston de commande (5), caractérisée en ce que dans chaque piston de commande (5) sont prévus des perçages (14) qui, à chaque fois, relie une cavité (7) avec l'orifice de sortie des gaz (3) après l'instant où il n'y a plus de liaison directe entre la cavité et l'orifice de sortie des gaz et où a lieu la compression dans la cavité.

30

35

40

45

50

55

