



(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1289/96

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : **F16K 15/08**  
F04B 39/10

(22) Anmeldetag: 17. 7.1996

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1998

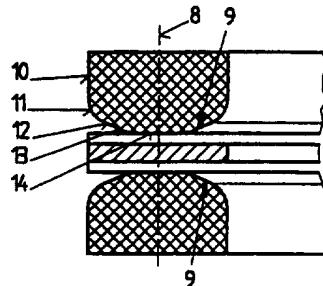
(45) Ausgabetag: 25. 1.1999

(73) Patentinhaber:

HOERBIGER VENTILWERKE AKTIENGESELLSCHAFT  
A-1110 WIEN (AT).

## (54) SELBSTTÄTIGES VENTIL

(57) Zur Verbesserung der Lebensdauer bei höheren Öffnungsgeschwindigkeiten ist bei einem selbsttätigen Ventil beispielsweise für einen Hubkolbenkompressor vorgesehen, daß die im wesentlichen ringförmigen Kunststoff-Dichtelemente (1), die mittels sinusartig gewölbert Stahl-Federringe (2) über zwischengelegte Kunststoffdämpferinge (3) von der Seite eines Hubfängers (4) her gegen den Ventilsitz (5) gedrückt sind, ebenso wie die Dämpferinge (3) an ihren mit den Federringen (2) zusammenwirkenden Oberflächen ein - im Axialschnitt betrachtet - konvexes Profil (9) aufweisen. Damit wird die Stoßeinleitung in die Kunststoffringe unkritischer und durch Verringerung der auftretenden Belastungsspitzen eine höhere Standzeit erreicht.



Die Erfindung betrifft ein selbsttätiges Ventil, insbesondere für einen Hubkolbenkompressor, mit im wesentlichen ringförmigen Kunststoff-Dichtelementen, die mittels sinusartig gewölbter Stahl-Federringe und über zwischengelegte Kunststoff-Dämpferringe von der Seite eines Hubfängers her gegen den Ventilsitz gedrückt sind.

5 Ventile der angesprochenen Art sind bekannt und werden vielfach zur Steuerung des Gaswechsels von Hubkolbenkompressoren eingesetzt. Schwierigkeiten bereiten dabei oft die Federn bzw. deren konstruktive Ausbildung, und Zusammenwirkung mit den als einzeln befederte Ringe ausgeführten Dichtelementen, da die im Ventilbau allgemein verbreiteten Schraubenfedern oftmals speziell bei derartigen Einzelringen auf Einsatzgrenzen stoßen.

10 Schraubenfedern, deren Durchmesser größer als die Breite der Ringe ist, verursachen zufolge unvollständiger Auflage an der Kontaktstelle zwischen Feder und Ring Verschleiß. Abhilfe bietet die Verwendung von Federschuh, knopfartigen Elementen aus Material mit günstigen tribologischen Eigenschaften, etwa PTFE oder PTFE-Legierungen, die zwischen Federende und ringförmigem Dichtelement angeordnet werden. Solche Federschuhe weisen den Nachteil auf, daß sie zufolge der Massenträgheit am Ende der  
15 Öffnung des Ventils weiter in das Federnest eintauchen und damit die Federwindungen zum gegenseitigen Berühren bringen und raschen Federverschleiß verursachen.

Werden hingegen Federn mit kleinem Durchmesser verwendet, so weisen diese aufgrund des dann nötigen dünnen Federdrahtes unzureichende Robustheit auf.

Eine insbesondere bei Kälteverdichtern übliche Ventilkonstruktion sieht daher vor, als Federelement  
20 Sinusfederringe einzusetzen. Dabei handelt es sich um Ringe, die üblicherweise aus kaltgewalztem Stahl hergestellt sind und deren Form jener des Ventilringes weitgehend kongruent ist. Die Federringe werden mittels eines geeigneten Verfahrens verwölbt. Sie weisen den Vorteil auf, daß großflächige Berührung zwischen Ventilring und Federring einerseits, und Hubfänger und Federring andererseits gegeben ist und damit Verschleiß vermieden wird. Darüber hinaus benötigen Sinusfedern sehr geringes Einbauvolumen,  
25 sodaß sie z.B. bei Verwendung in Saugventilen nur eine minimale Vergrößerung des Schadraumes bedingen.

In letzter Zeit haben sich Kunststoffe als Konstruktionswerkstoff für Dichtelemente von Arbeitsventilen teilweise sehr bewährt. Kunststoffe erlauben höhere Schlagbelastung als metallische Werkstoffe. Dadurch kann einerseits die Zuverlässigkeit der Ventile gesteigert werden. Andererseits können Konstruktionen  
30 realisiert werden die zuverlässig auch mit größeren Hüben und den damit verbunden erhöhten Öffnungs- bzw. Schließgeschwindigkeiten arbeiten. Daraus resultieren geringere Ventilverluste, die entweder zu einer Verbesserung des adiabaten Wirkungsgrades führen und/oder eine Steigerung der Leistungsdichte des Kompressors durch Erhöhung der mittleren Kolbengeschwindigkeit zulassen.

Bei mit Sinusfedern befederten Ausführungen stellt sich nun das Problem, daß der Federring an den  
35 Auflagepunkten zwischen Feder und Ventilring mit der Geschwindigkeit des Ventilringes bewegt wird. Die Öffnungsbewegung des Ventilringes wird durch einen Stoß zwischen Federring und Hubfänger und Federring und Ventilring gestoppt. Die Belastung der Stoßpartner wird durch deren Werkstoffeigenschaften bestimmt. Da üblicherweise Federring und Hubfänger aus Stahl gefertigt sind, wird die für eine ausreichende Lebensdauer der Federn zulässige Auftreffgeschwindigkeit durch die Werkstoffkennwerte von Stahl  
40 festgelegt. Die für Stöße zwischen Kunststoff und Stahl zulässigen höheren Auftreffgeschwindigkeiten sind daher nicht ohne weiteres realisierbar.

In den Stoßpartnern breiten sich ausgehend vom Auftreffpunkt Druckwellen aus, die an den Grenzflächen der Körper reflektiert werden und in der Folge im Inneren des Materials mit hoher Frequenz schwellende bzw. wechselnde Belastungen verursachen. Die Größe der Beanspruchung ist dabei im  
45 wesentlichen durch das Produkt von Auftreffgeschwindigkeit und der akustischen Impedanz des Materials, das ist der Wert des Produktes von Dichte und Schallgeschwindigkeit, proportional. Für faserverstärkte thermoplastische Kunststoffe, wie etwa Polyamid (PA) oder Poly-Ether-Ether-Keton (PEEK) ist die akustische Impedanz etwa um eine Größenordnung kleiner als bei Stahl. Dementsprechend können die bei einem Stoß mit diesen Materialien auftretenden Spannungen im etwa vergleichbaren Verhältnis reduziert abgeschätzt werden.  
50

Es sind daher Ausführungen erfindungsgemäßer Ventile bekannt, bei denen zwischen Federringen und Hubfänger Dämpferringe aus Kunststoff beigelegt werden. Wie die Erfahrung zeigt, können dadurch höhere Öffnungsgeschwindigkeiten zugelassen werden. In der Praxis stellt sich allerdings heraus, daß bei Überschreiten gewisser Grenzwerte sowohl die Dämpferringe als auch die Federringe unter Wirkung der  
55 Schlagbelastung zu Bruch gehen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die das Werkstoffversagen auslösende Belastung sowohl in den Dämpferringen als auch in den Federringen so zu senken, daß auch bei höheren Öffnungsgeschwindigkeiten eine ausreichende Lebensdauer der Bauteile gewährleistet wird.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung bei einem Ventil der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die jeweils mit den Federringen zusammenwirkenden Oberflächen der ringförmigen Dichtelemente und/oder der Dämpferringe ein - im Axialschnitt betrachtet - konvexes Profil aufweisen.

Die Erfindung geht also davon aus, daß flache Bauteile, wie die betrachteten Ringe, um so höheren Auftreffgeschwindigkeiten widerstehen, je weiter der Stoßeinleitungspunkt von der Ringkante entfernt ist und je größer der Rundungsradius der Kante ist. Auf diese Weise kann also durch besondere Formgebung der Dämpferringe und/oder der ringförmigen Dichtelemente die das beschriebene Werkstoffversagen auslösende erhöhte Belastung soweit abgesenkt werden, daß auch bei erhöhten Öffnungsgeschwindigkeiten noch eine ausreichende Lebensdauer der Bauteile gewährleistet werden kann.

In besonders bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das konvexe Profil durch einen bezüglich der Mittellinie des Axialschnittes symmetrischen Linienzug gebildet wird, welcher mit einer vertikalen Flanke beginnt, anschließend über einen Bogen mit einem Radius von 10 % - 25% der Ringbreite in eine zwischen 10° und 30° geneigte Schulter übergeht und über einen weiteren Bogen mit einem Radius von 15% - 35% der Ringbreite in einer ebenen Auflagefläche fortgesetzt wird. Diese Ausbildung der für die Belastungseinleitung verantwortlichen Oberflächen hat sich besonders bewährt und zu einer ausreichend hohen Lebensdauer der Bauteile auch bei höheren Öffnungsgeschwindigkeiten der ringförmigen Dichtelemente geführt.

Eine weitere Verbesserung bzw. Erhöhung der Lebensdauer der Kunststoff-Dichtelemente bzw. Dämpferringe läßt sich auch bei deren Herstellung erreichen. Es ist an sich bekannt, daß sich die Schlagempfindlichkeit von Kunststoffbauteilen dadurch senken läßt, daß die Oberflächen an denen die Stoßeinleitung erfolgt, nicht mechanisch bearbeitet, d.h. z.B. nur durch Spritzgießen hergestellt worden sind. Eine Schwierigkeit bei der spritztechnischen Herstellung von Ringen ergibt sich aus der Tatsache, daß üblicherweise das Spritzgut über eine Anzahl von Angüssen in den Ring eingeleitet wird. Das Material füllt die Ringform aus, wobei sich an jenen Punkten, an denen sich Material, das durch benachbarte Angüsse eingebracht wird, trifft, eine Fließnaht ausbildet, an der der Bauteil geringere Festigkeit aufweist.

Die hier angesprochene Verbesserung eines derartigen Spritzgußverfahrens verfolgt das Ziel, die Festigkeit der Fließnähte dadurch zu erhöhen, daß während des Spritzgußvorganges eine Materialbewegung an den Fließnähten stattfindet, so daß zufolge der in der Fließform sich ausbildenden Verwirbelungen eine bessere Durchmischung des Materials und damit eine höhere Festigkeit erreicht wird. Dies wird z.B. dadurch erreicht, daß ein aus mehreren Ringen bestehender Ringsatz in einem Spritzgußvorgang hergestellt wird, wobei das Material am innersten oder äußersten Ring über Angüsse eingebracht wird, den aus Angußrichtung gesehenen Ring in tangentialer Richtung durchläuft und nachfolgend über einen radialen Verbindungssteg in den nächsten Ring einfließt. Die Lage dieser radialen Verbindungsstege wird so gewählt, daß die Fließnaht im Bereich des die Ringe verbindenden Radialsteges zu liegen kommt, womit dort ein Maximum an Durchmischung erreicht wird.

Die Erfindung wird im folgenden noch anhand der in der Zeichnung teilweise schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei ein erfindungsgemäß ausgebildetes Druckventil eines nicht weiter dargestellten Hubkolbenkompressors im Axialschnitt, Fig. 2 zeigt ein vergrößertes Detail aus Fig. 1, aus dem die konvexe Profilierung der ringförmigen Dichtelemente und der Dämpferringe ersichtlich ist und Fig. 3 zeigt einen im Spritzgußverfahren hergestellten Rohling für drei konzentrische Ringe zur Verwendung in einem Ventil beispielsweise nach Fig. 1.

Das Ventil nach Fig. 1 weist drei konzentrische, ringförmige Kunststoff-Dichtelemente 1 auf, die mittels sinusartige gewölbter Stahl-Federringe 2 und über zwischengelegte Kunststoff-Dämpferringe 3 von der Seite eines Hubfängers 4 her gegen den Ventilsitz 5 gedrückt sind. Der Hubfänger 4 ist dabei mittels einer zentralen Spansschraube 6 samt Mutter 7 mit dem Ventilsitz 5 zusammengespant.

Auf der Seite ihrer Zusammenwirkung mit den Federringen 2 sind die Dichtelemente 1 und die Dämpferringe 3 derart ausgebildet, daß die jeweils mit den Federringen 2 zusammenwirkenden Oberflächen ein - im Axialschnitt betrachtet - konvexes Profil aufweisen, wie dies insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich ist. Dieses konvexe Profil 9 wird bevorzugt durch einen bezüglich der Mittellinie 8 des Axialschnittes symmetrischen Linienzug gebildet, welcher mit einer vertikalen Flanke 10 beginnt, anschließend über einen Bogen 11 in eine geneigte Schulter 12 übergeht und über einen weiteren Bogen 13 in einer ebenen Auflagefläche 14 fortgesetzt wird. Auf diese Weise wird die Stoßeinleitung an den zusammenwirkenden Flächen der Stoßpartner so verbessert, daß lokale Spannungsspitzen in den Kunststoff-Ringen verringert und damit deren Lebensdauer insgesamt erhöht werden kann.

Gemäß Fig. 3 können mehrere konzentrische Dichtelemente 1 bzw. Dämpferringe 3 in einem Spritzgußvorgang hergestellt werden, wobei hier das Material über einen Anguß 15 und drei radiale Anstiche 16 radial an der Innenseite des innersten Ringes 1, 3 eingebracht wird. Von jeweils zweien dieser Anstiche 16 aus läuft das flüssige Material den Ring entlang aufeinander zu, da die Anstiche 17 zum nächsten, weiter außen

liegenden Ring 1, 3 dazwischen versetzt angeordnet sind. Auf diese Weise kommt es während des Spritzgußvorganges zu einer Materialbewegung an den ansonsten auftretenden Fließnähten, womit zufolge der in der Fließform sich ausbildenden Verwirbelungen eine bessere Durchmischung des Materials und damit eine höhere Festigkeit auch im Bereich der ansonsten kritischen Fließnähte erreicht wird. Auch von den Anstichen 17 aus läuft das Material wiederum in Richtung der zum nächst äußeren Ring führenden Anstiche 18 und trifft hier mit dem vom nächsten Anstich 17 kommenden Material zusammen, wobei am Übertritt über den Anstich 18 es wiederum zur beschriebenen vorteilhaften Vermischung des fließenden Materials kommt und die Nachteile von Fließnähten vermieden werden.

Um auch am äußersten der drei Ringe 1, 3 festigkeitsmäßig nachteilige Fließnähte zwischen den Anstichen 18 zu vermeiden, könnten an der diesbezüglich gefährdeten Mittelbereichen zwischen den Anstichen 18 auch Entlüftungen oder dergleichen wegführende Materialwege vorgesehen werden. Abgesehen davon könnte die Materialzuführung natürlich auch in Richtung vom äußersten zu den inneren Ringen hin erfolgen.

Die Anstiche 16, 17, 18 sind in ihrer Dicke (senkrecht zur Ebene der Darstellung) dünner ausgeführt als die Ringe 1, 3 womit die in oben beschriebener Weise das Profil 9 aufweisenden Flächen der Ringe 1, 3 auf alle Fälle frei von diesen üblicherweise mechanisch abgetrennten Anstichen sind, was weitere Festigkeitsvorteile für die Ringe 1, 3 bringt.

### Patentansprüche

1. Selbsttätiges Ventil, insbesondere für einen Hubkolbenkompressor, mit im wesentlichen ringförmigen Kunststoff-Dichtelementen (1), die mittels sinusartig gewölbter Stahl-Federringe (2) und über zwischengelegte Kunststoff-Dämpferringe (3) von der Seite eines Hubfängers (4) her gegen den Ventilsitz (5) gedrückt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die jeweils mit den Federringen (2) zusammenwirkenden Oberflächen der ringförmigen Dichtelemente (1) und/oder der Dämpferringe (3) ein - im Axialschnitt betrachtet - konvexes Profil (9) aufweisen.
2. Ventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das konvexe Profil durch einen bezüglich der Mittellinie (8) des Axialschnittes symmetrischen Linienzug gebildet wird, welcher mit einer vertikalen Flanke (10) beginnt, anschließend über einen Bogen (11) mit einem Radius von 10% - 25% der Ringbreite in eine zwischen 10° und 30° geneigte Schulter (12) übergeht und über einen weiteren Bogen (13) mit einem Radius von 15% - 35% der Ringbreite in einer ebenen Auflagefläche (14) fortgesetzt wird.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

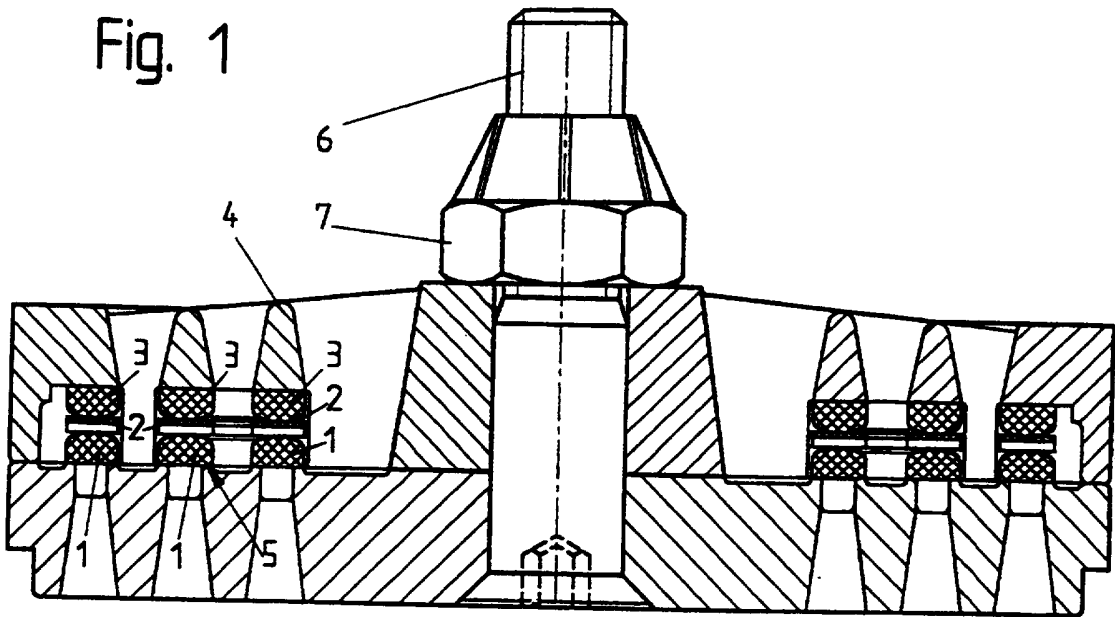


Fig. 2

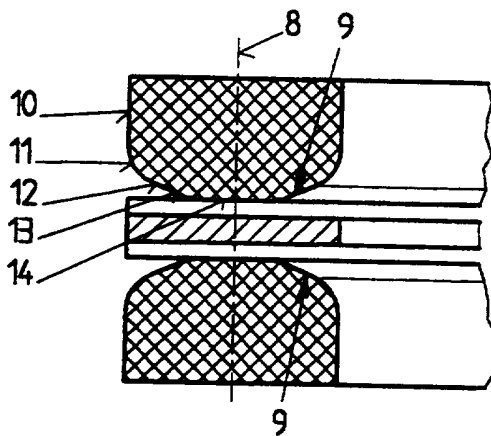


Fig. 3

