Ausrüstung eines Schraubenkompressors mit gasgeschmierten Gleitringdichtungen (GLRD)

Ch. Kirchner, Dortmund

Zusammenfassung:

In der Prozessindustrie werden gasgeschmierte GLRD als Maschinenelement eingesetzt. Diese speziellen GLRD dichten berührungslos
das Prozessgas in Kompressoren ab. Die Leckagen solcher GLRD befinden sich auf einem niedrigen Niveau. Durch den Einsatz von
drehrichtungsunabhängigen T-Nut-Bemusterungen ergeben sich Vorteile bei z.B. Rückwärtslauf der Maschine, Ausschluß der Verwechslung von Ringen bei der Montage, Lagerhaltung usw.. Gasgeschmierte GLRD haben sich im vielfachen Einsatz als verläßliches
Maschinenelement bewährt.

Summary:

Gas-lubricated mechanical seals (MS) are used as a machine-component in process industries. These special MS seals process gas, which is in a compressor contactless and reliable. Leakages are at a low level. The advantages of using bi-directional t-groove patterns are e.g. at reward turning of the machine, foolsave assambly, stockholding etc.

Gas-lubricated mechanical seals are proven as a reliable machine-component.

dargestellt.

Funktionsweise von gasgeschmierten GLRD Der prinzipielle Aufbau einer gasgeschmierten GLRD ist in Bild 1

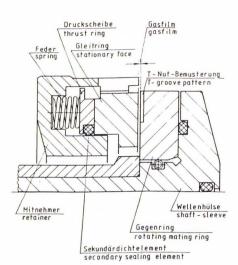


Bild 1 Aufbau einer gasgeschmierten GLRD
Construction of a gas-lubricated-MS

Der rotierende Gegenring ist über eine Wellenhülse mit der Welle verbunden. Der axial bewegliche, befederte Gleitring wird in einem Mitnehmergehäuse geführt und gegen Verdrehen gesichert. In dem Mitnehmergehäuse befinden sich ebenfalls die Federn, sowie die Druckscheibe für die Federn. Das Mitnehmergehäuse ist mit dem Gehäuse der Maschine verbunden, also stationär angeordnet. Gleitring und Gegenring sind durch einen wenige Mikrometer starken Gasfilm voneinander getrennt. Die Aufgabe des Gasfilmes ist es, über den gesamten Betriebsbereich diese Kontaktfreiheit aufrecht zu erhalten. Entscheidenden Einfluß auf den Gasfilm hat die richtige Wahl der Werkstoffe von Gleit- und Gegenring, deren Formgebung, die aerostatische Balancierung der Dichtung, sowie die aerodynamische Tragstruktur des Gegenringes. Für den Gleitring wird als Werkstoff hauptsächlich Siliziumkarbid und für den Gegenring hauptsächlich Wolframkarbid verwendet. Durch den hohen

Elastizitätsmodul und die hervorragende Wärmeleitfähigkeit dieser Werkstoffe ist die Formtreue der Bauteile auch bei hohen Drücken und Temperaturen gewährleistet. Die Formgebung der Ringe ist so gewählt, daß sich unter Einfluß der Betriebsparameter die Verformung der Ringe nicht auf die Dichtspaltgeometrie auswirkt.

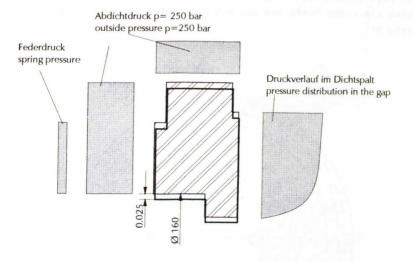


Bild 2 Berechnete Verformung eines Gleitringes
Calculated deflection of a sliding ring

In Bild 2 ist ein Gleitring gezeigt, der unter dem Abdichtdruck von 250 bar eine parallele Dichtfläche behält. Die Verformungsberechnung ist mit einer Boundary Element Methode durchgeführt worden. Der Druckverlauf, der durch die Drosselvorgänge im Dichtspalt entsteht, wird simultan zu den Verformungsberechnungen mit Hilfe von Finiten Elementen berechnet. Als Grundlage wird die Reynold'sche Differenzialgleichung angesetzt.

Durch die präzise vorgefertigte Gleichtflächengeometrie von Gleit- undGegenring dringt bereits bei statischen Bedingungen, d.h. ohne Drehzahl Gas in den Dichtspalt ein. Da die von außen auf den Dichtspalt einwirkenden Druck- und Federkräfte geometrisch mit den im Dichtspalt auftretenden Kräften ausbalanciert

sind, werden die Gleitflächen von Gleit- und Gegenring voneinander getrennt. Dieser aerostatische Schwebezustand ist über den gesamten auftretenden Differenzdruckbereich gewährleistet. Da sich hierbei eine Dichtspalthöhe von nur wenigen Mikrometern einstellt, ergeben sich entsprechend geringe statische Leckagen. In dem rotierenden Gegenring sind im Bereich des Außendurchmessers Nuten mit einer Tiefe von ca. 2-6 Mikrometern eingearbeitet (Bild 3).

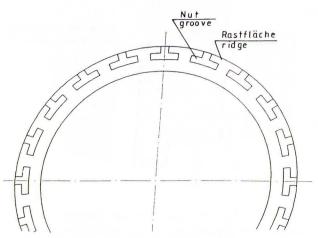


Bild 3 Gleitfläche (Ausschnitt) des Gegenringes Face (section) of the mating ring

Diese Nuten haben die Form eines T. Bei Rotation des Gegenringes wird an den scharfkantigen Staukanten der Bemusterung ein Druck aufgebaut, der auf der Rastfläche als druckwirksame Fläche eine Öffnungskraft aufbaut, die die Gleitflächen betriebssicher voneinander auf das Arbeitsspaltweitenniveau abheben läßt, d.h. liftet (Bild 4).

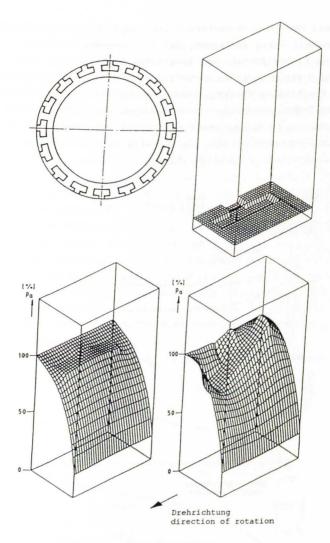


Bild 4 Berechnete Druckverteilung in der T-Nut-Bemusterung (1)
Calculated pressure distribution of t-groove patterns

Der Vorteil der T-Nut-Bemusterung ist neben der Drehrichtungsunabhängigkeit darin zu finden, daß die Leckagen ab einer bestimmten Druckdifferenz bei konstanter Drehzahl nur noch geringfügig steigt, da die Geometrie kein Gas zum Innendurchmesser der Gleitfläche fördert. Neben der vielzahligen praktischen Bewährung T-Nut-bemusterter Gasdichtungen haben theoretische Untersuchungen zu dieser Bemusterungsform hohe Steifigkeiten und gutes Dämpfungsvermögen bei gleichzeitig betriebssicheren Arbeitsspaltweiten aufgezeigt (Bild 5).

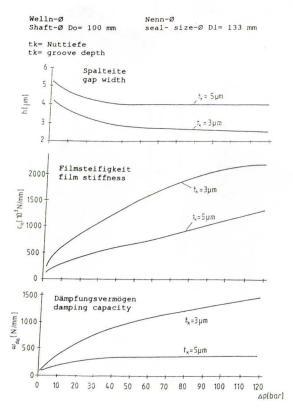


Bild 5 Berechnete Dichtungskennwerte (1)
Caluclated seal-caracteristics

2. Konstruktive Ausführung

In Bild 6 ist die Konstruktion einer Gasdichtung für einen Schraubenkompressor abgebildet. Es handelt sich um eine face to face Anordnung mit lagerseitigen Schwimmringdichtungen. Dieser Kompressor wird zum Verdichter von Offgas in einer Raffinerie eingesetzt. Der maximale Mediumdruck vor der Dichtung beträgt 7,6 bar bei ca. 50°C. Die Drehzahlen sind für den Hauptläufer mit 11500 min⁻¹ und für den Nebenläufer mit 7600 min⁻¹ angegeben. Die Dichtung wird über Anschluß A mit Stickstoff gesperrt. Der Stickstoffdruck liegt ca. 1-2 bar höher als der Mediumdruck, so daß gewährleistet ist, daß die produktseitige Dichtung eine Druckdifferenz vom Außendruchmesser zum Immendruchmesser abdichtet. Die abzudichtende Druckdifferenz der atmosphärenseitigen Gasdichtung beträgt somit ca. 9 bar. Zwischen den Schwimmringen wir über Anschluß D ein Niederdruck-Inertgas eingespeist, das verhindert, daß Lageröl in die atmosphärenseitige Gas-GLRD eindringen kann. An Anschluß C wird somit die Gasleckage der atmosphärenseitien Gas-GLRD zusammen mit einem Teilstrom des Niederdruck-Inertgases der Schwimmringdichtung abgeführt. Zur Versorgung der Dichtung ist ein Sperrgassystem erforderlich.

In Bild 7 ist das Fließschema des zugehörigen Sperrgassystems gezeigt.

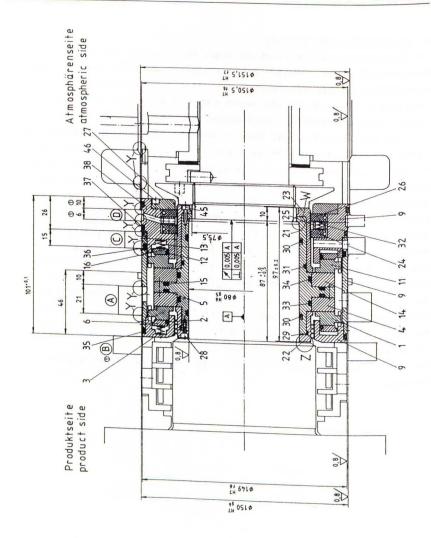


Bild 6 Ausgeführte Konstruktion einer gasgeschmierten GLRD für einen Schraubenkompressor

Design of a gaslubricated-MS for a screw-compressor

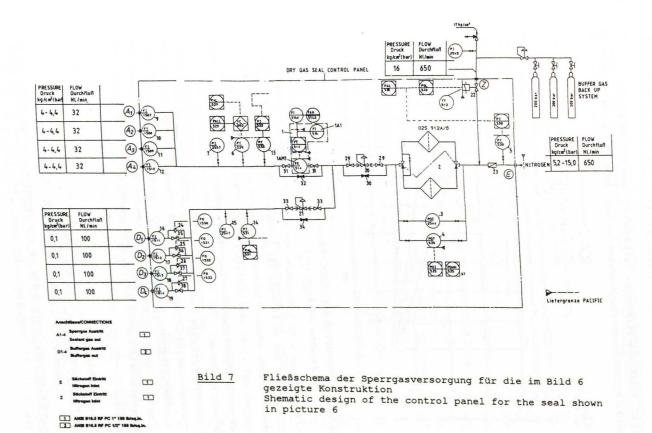


Bild 8 zeigt die gemessenen Leckagen für den typischen Betriebsbereich von gasgeschmierten GLRD in Schraubenmaschinen.

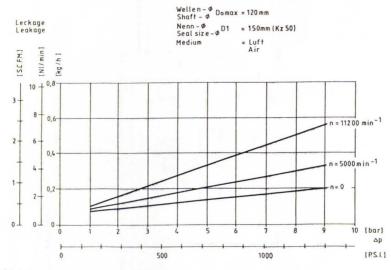


Bild 8 Gemessene Leckagewerte
Measured Leakage rate

Zur Auswertung wurden Meßwerte von 4 verschiedenen Gas-GLRD herangezogen und gemittelt. Die Leckagen steigen linear mit der abzudichtenden Druckdifferenz an. Insgesamt befinden sich die Leckagen auf einen sehr geringen Niveau. Für höhere Umfangsgeschwindigkeiten steigt die Leckage ebenfalls im Verhältnis der Geschwindigkeiten.

Es gelangten bereits eine große Anzahl gasgeschmierter GLRD mit T-Nut-Bemusterung in Kompressoren zum Eisatz. Mit diesen Dichtungen wurden Baugrößen von 40 mm bis 250 mm Wellendurchmesser realisiert. Es wurden Differenzdrücke von 250 bar bei gleichzeitiger Umfangsgeschwindigkeit von 140 m/s zuverlässig und betriebssicher abgedichtet.

Schrifttumshinweis:

PACIFIC Werknorm WN 4 8 16 65; 1991

(1) I. Glienicke, A. Launert, H. Schlums, <u>Gasgeschmierte</u>

Axialgleitringdichtungen für hohe p v-Werte; Konstruktion 46
(1994) p. 17-23, Springer Verlag Berlin.