
Summaries
Zusammenfassungen

I – Session 1: Introduction
I – Session 1: Einführung
I 1

Prof. Dr. Richard F. Salant, Nicholas Maser (B.S.), Bo Yang (M.S.), Georgia W. Woodfuff School of Mechanical Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, **USA**

Numerical Model of a Reciprocating Hydraulic Rod Seal, Including Seal Roughness and Mixed Lubrication  

A seal model consisting of a fluid mechanics, contact mechanics, and deformation analysis has been developed. The model predicts leakage, friction, lubricating film thickness, hydrodynamic and contact pressures. Results for a typical rod seal indicate it operates in mixed lubrication and the seal roughness as well as the rod speeds determine if the seal will leak.

Numerische Modellierung hydraulischer Stangendichtungen einschließlich Mischreibung und Rauheitseinfluss

Das Dichtungsmodell beinhaltet Strömungs-, Kontakt- und Verformungsanalyse und berechnet Ausströmungen, Reibungszustände, Schmierfilmdicke, Flüssigkeitsdruck sowie Kontaktspannungen. Die Ergebnisse zeigen, dass im Falle einer typischen Kolbenstangendichtung Mischreibung vorliegt und die Dichtwirkung von der Rauigkeit der Dichtung sowie der Hubzahl abhängig ist.

I 2

Dr.-Ing. MBA Ingo Rühlicke, Walter Hunger KG – Hydraulikzylinderwerk, Lohr am Main

... the Seal is to Blame for it

In the example of the hydraulic cylinder drive of a bascule bridge, problems with the piston rod seal as well as their trouble shooting are described. Drive noises as well as external leakage at the piston rod sealing occurred. These were treated at first in the classic way by an exchange of the seals. This did not succeed and led to a more accurate examination of the drive system and it could be established that the reason for failure of the seal resulted from externally caused vibrations.

... die Dichtung ist schuld  

Am Beispiel des hydraulischen Zylinderantriebes einer Klappbrücke werden Probleme der Kolbenstangendichtung sowie ein Lösungsweg bei der Störungs- und Fehlersuche beschrieben. Es traten Fahrgeräusche sowie externe Leckage an der Kolbenstangenabdichtung auf, die zunächst auf die klassische Weise, durch einen Dichtungswechsel, behandelt wurden. Der ausbleibende Erfolg dieser Maßnahme führte zu einer genaueren Untersuchung des Antriebssystems, wobei nachgewiesen werden konnte, dass die Ausfallursache der Dichtung in extern erzeugten Schwingungen begründet ist.

A – Session 2: Rotary Shaft Seals
A – Session 2: Wellendichtungen
A 1

Dipl.-Ing. Frank Bauer, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, Institut für Maschinenelemente (IMA) der Universität Stuttgart

Pushing the Limits of PTFE-Lip Seals with Spiral Groove

PTFE-lip seals with spiral groove are used at splashed shafts, for instance, as a crankshaft seal. The spiral grooves and their operating mode were insufficiently examined up to now and the develop-

Erweiterung der Einsatzgrenzen von PTFE-Manschettdichtungen mit Spiralrille  

PTFE-Radialwellendichtringe mit Spiralrille werden an bespritzten Wellen, beispielsweise als Kurbelwellenabdichtung eingesetzt. Die Spiralrillen und deren Funktionsweise waren bislang unzureichend unter-

ments were based on empiric knowledge. Within the scope of a research project the seals were examined extensively. In the paper the operating mode and the after that based optimization is introduced. This improvement could push the limits of application at flooded shafts.

sucht und die Entwicklungen basierten auf empirischem Wissen. Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden die Dichtringe umfassend untersucht. Im Beitrag werden die Funktionsweise und darauf basierende Optimierungen vorgestellt. Diese Verbesserungen könnten eine Ausweitung des Einsatzbereiches an überfluteten Wellen ermöglichen.

A 2

Marcie Pung, Federal-Mogul Corporation, Southfield, Michigan, **USA**

Engineering an Improved Performance PTFE Crankshaft Seal



This paper briefly reviews the evolution of the lay-down PTFE seal design, which led to the development of a seal that has improved performance and reduced manufacturing costs. The new design meets the industry challenge of longer service life and reduced costs. The features of the improved crankshaft seal design are detailed, along with the supporting bench testing performance data.

Entwicklung einer PTFE-Kurbelwellendichtung mit verbessertem Leistungsvermögen

Der vorliegende Vortrag gibt einen kurzen Überblick über die Entwicklungsgeschichte des PTFE-Wellendichtringes, die zu diesem neuartigen Dichtungsdesign mit verbesserter Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig reduzierten Herstellkosten führte. Das vorliegende neue Design zeichnet sich aus durch hervorragende Laufeistungen in Verbindung mit günstigen Kosten. Die Besonderheiten des vorliegenden Dichtungsdesigns mit den zugehörigen Testergebnissen werden detailliert beschrieben.

A 3

Dr. Marc Heiland, Dr.-Ing. Eberhard Bock, Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik GmbH & Co. KG, Weinheim

Simmerring ESS – Energy Saving Seal



The Simmerring ESS for crank shaft applications is a newly developed seal which uses the well approved sealing mechanism of PTFE -seals and substitutes the PTFE-compound with a high quality elastomer. For applications with only small negative pressure conditions the ESS is a robust solution consuming very little friction.

One of the most important influencing factors of such a seal is the radial load of the sealing lip. Freudenberg's Simmerring ESS provides a high stability of this very important factor in regard of temperature changes and lifetime.

Simmerring ESS – Energie Saving Seal

Im neu entwickelten Simmerring ESS für Kurbelwellendichtungen wird der bewährte Dichtmechanismus der PTFE-Simmerringe in einer Dichtmanschette aus hochwertigem FKM umgesetzt. Dadurch entsteht ein Dichtsystem, das in Anwendungen mit nur geringem Druck energiesparend und robust dichtet.

Eine der wichtigsten Einflussgrößen dieses Dichtkonzepts ist die radiale Anpressung. Beim Simmerring ESS wurden Material und Design so aufeinander abgestimmt, dass die Dichtlippe in einem weiten Temperaturbereich und über eine lange Lebensdauer eine hohe Stabilität der radialen Anpressung garantiert.

A – Session 3: Rotary Shaft Seals
A – Session 3: Wellendichtungen
A 4
Dipl.-Ing. (FH) Harald Peschke, Schaeffler KG, Herzogenaurach

Wear Screening Test for Elastomers in Sealing Applications

In the area of rolling bearing seals there is a great potential to increase the durability and, thus, to increase the power density and reliability of drive systems. In order to tap the full potential, antifriction bearing seals are custom-tailored to suit the particular conditions of application.

These seals must have a long service life, which presupposes that the elastomer compounds used have high wear resistance. It is not possible to make any firm assertions about the wear of elastomers in seal applications with common standardized abrasion tests.

The article describes the development of a testing procedure for a relative comparison of the wear behaviour of elastomers. On the basis of simple test pieces the test procedure enables a wear ranking to be produced for the preselection of elastomers for seal applications.

Verschleiß-Screening-Test für Elastomere


In der Abdichtung von Wälzlagern steckt ein großes Potenzial zur Steigerung der Gebrauchsdauer und somit zur Erhöhung der Leistungsdichte und der Zuverlässigkeit von Systemen in der Antriebstechnik. Um dieses Potenzial auszuschöpfen, werden speziell auf die jeweiligen Anwendungsbedingungen zugeschnittene Wälzlagerdichtungen entwickelt.

Diese Dichtungen müssen sich durch eine hohe Gebrauchsdauer auszeichnen, die vor allem eine hohe Verschleißbeständigkeit der eingesetzten Elastomermischungen voraussetzt.

Der Beitrag beschreibt die Entwicklung einer Prüfmethode zum relativen Vergleich des Verschleißverhaltens von Elastomeren. Die Prüfmethode ermöglicht anhand von einfachen Prüfkörpern ein Verschleiß-Ranking zur Vorauswahl von Elastomeren für Dichtungsanwendungen.

A 5
Neil Hoehle (BA), Inpro/Seal® Company, Rock Island, Illinois, USA

Enhanced Reliability and Energy Savings Potential with Non-Contact Sealing


For many years lip seals have been a mainstay of industry. They have been the default choice for bearing protection for many industrial rotating equipment applications, such as pump bearing housings. Where applicable, however, non-contact sealing can offer significant improvements in reliability and increased energy savings.

Erhöhte Zuverlässigkeit und Energie-Einsparpotenzial durch berührungsfreie Dichtung

Seit vielen Jahren spielen Wellendichtringe eine tragende Rolle in der Industrie. Sie waren die Standardelemente zur Lagerabdichtung für eine Vielzahl industrieller Anwendungen an drehenden Wellen, wie beispielsweise Pumpenlager-Gehäuse. Jedoch je nach Einsatzbedingungen kann berührungsfreies Abdichtungen eine signifikante Verbesserung der Zuverlässigkeit und eine erhöhte Energieeinsparung liefern.

A 6
Dipl.-Ing. Stefan Schmuker, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, IMA der Universität Stuttgart

Effects of the System Parameters on Rotary Lip Seals

The rotary lip seal, the shaft and the sealed fluid form a complex sealing system. Shafts roughness, running speed and oil viscosity are main factors which affect the sealing system considerably. Sealing mechanism, lubrication and friction torque of the sealing ring, as well as fluid transport in the sealing zone are affected. Results of different parameter

Einflüsse der Systemparameter auf die Elastomer-Radial-Wellendichtung


Eine Radial-Wellendichtung besteht aus den Komponenten Dichtring, Welle und dem abzudichtenden Fluid. Diese bilden ein komplexes tribologisches System. Die Systemparameter Wellenoberfläche, Gleitgeschwindigkeit und Ölviskosität beeinflussen die Radial-Wellendichtung maßgeblich. Sie wirken sich auf den Dichtmechanismus, die Schmierung

studies are presented.

und die erzeugte Reibleistung des Dichtrings aus, sowie auf den Fluidtransport in der Dichtzone. Untersuchungsergebnisse verschiedener Parametervariationen werden vorgestellt.

A 7

Dipl.-Ing. Carlo Thullen, Prof. Dr.-Ing. Bernd Sauer, TU Kaiserslautern, Lehrstuhl für Maschinenelemente und Getriebetechnik, Kaiserslautern

Sensitivity of Sealing Systems with Complex Dynamic Load due to Manufacturing and Erection Deficiencies

The sealing performance of rotary shaft seals can be affected by unknown excitations of the shaft or the housing.

The excitations are generated in combustion engines and gearboxes through flexural vibrations of the shaft, bearing clearance or internal pressure. Additionally, manufacturing and erection deficiencies may influence the sealing limit.

This paper presents the test rig of the Technical University of Kaiserslautern with the capability of independently loading a seal with either radial or axial vibrations of the shaft in combination with additional radial, axial and angular displacements of the housing and some experimental results, which show the effects of these disturbances to the operational limits of the rotary shaft seal.

Sensibilität von Dichtungssystemen in Bezug auf Montage- und Fertigungsfehler bei komplex dynamischer Belastung

Die Funktion eines Wellendichtrings kann durch oftmals unbekannte Erregungen der Welle bzw. des Gehäuses beeinträchtigt werden.

Die Belastungen, die auf den Dichtring einwirken, entstehen durch Biegschwingungen der Welle und Lagerspiele, sowie durch Druckbeaufschlagung, wie sie in Getrieben und Verbrennungsmotoren vorkommen können. Kommt es nun zusätzlich zu einem montage- bzw. fertigungsbedingtem Versatz zwischen Welle und Dichtringaufnahme, kann dies die Dichtheitsgrenzen des eingesetzten Dichtrings verändern.

Im Beitrag werden neben dem Prüfstand der TU Kaiserslautern, an dem neben Radial- und Axial-schwingungen der Welle unabhängig von der Drehzahl auch automatisiert radiale, axiale und Winkelversätze des Prüfgehäuses aufgebracht werden können, einige Versuchsergebnisse vorgestellt, die zeigen, wie sich die genannten Störgrößen auf die Dichtwirkung auswirken können.

A – Session 4: Rotary Shaft Seals

A – Session 4: Wellendichtungen

A 8

Dipl.-Ing. Markus Henzler, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, IMA der Universität Stuttgart

Operating Behaviour of Rotary Seals for High Pressure

Rotating unions can be found in many applications. Rotary seals for high pressure are used if low leakage is required. For the development and application the knowledge of the sealing mechanism, friction and wear of the seal material as well as friction and leakage of the rotary seal is necessary. In this paper these topics are discussed and experimental results are shown.

Betriebsverhalten von Rotordichtungen unter hohem Druck

Drehübertrager für hohe Drücke finden sich in vielen Anwendungen. Als leckagearme Dichtelemente werden Rotordichtungen verwendet. Um diese richtig einsetzen und ggf. weiterentwickeln zu können, müssen Kenntnisse über Dichtmechanismus, Reibung und Verschleiß von Werkstoffen sowie Reibung und Leakage der Dichtringe selbst bekannt sein. Im Beitrag werden Versuchsergebnisse dazu vorgestellt.

A 9

Dr.-Ing. Heydrun Schröpel, Prof. Dr.-Ing. Bernd Bertsche, IMA der Universität Stuttgart

Lifetime Determination of Rotary Shaft Seals

Radial rotary shaft seals as components in technical systems take an important position of their reliability. Due to the critical load by friction, wear and high temperatures as well as the complex interaction between seal ring, shaft and fluid which has to be sealed it is up to now impossible to forecast the life time of these tribological systems precisely. From the literature known methods for the determination of the life time of radial rotary shaft seals are introduced, discussed and there from the proceeding for the development of a life time model for radial rotary shaft seals is derived.

Ermittlung der Lebensdauer von Radialwellendichtringen



Radialwellendichtringe als Komponenten in Technischen Systemen nehmen in Hinblick auf deren Zuverlässigkeit eine wichtige Stellung ein. Leider ist es infolge der kritischen Belastung durch Reibung, Verschleiß und hohe Temperaturen sowie den komplexen Wechselwirkungen zwischen Dichtring, Welle und abdichtendem Fluid bisher nicht möglich die Lebensdauer dieser tribologischen Systeme zielsicher zu prognostizieren. Aus der Literatur bekannte Ansätze zur Bestimmung der Lebensdauer von RWDR werden im Beitrag vorgestellt, diskutiert und resultierend daraus die Vorgehensweise für die Entwicklung eines Lebensdauermodells für RWDR abgeleitet.

A 10

Dr. Ulrich Frenzel, Heinz Mutterer, Gerhard Röhner, Technisches Entwicklungszentrum, Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik GmbH & Co. KG, Weinheim

Sealing Systems with Integrated Sensors for Condition Monitoring



Increasing demand for higher system availability and prevention of unintended downtime stimulated condition monitoring to become state of the art in more and more industries to enable condition based maintenance. The paper describes different strategies of a sealing technology specialist how to contribute to this challenge and presents three examples of monitoring systems integrated into sealing systems.

Dichtsysteme mit integrierten Sensoren für "Condition Monitoring"

Der wachsende Bedarf nach größerer Systemverfügbarkeit und Vermeidung ungewollter Stillstandszeiten führt dazu, dass "Condition Monitoring" in immer mehr Industriebereichen zum Stand der Technik wird, um die Instandhaltung an die Betriebsbedingungen anzupassen. Der Beitrag beschreibt unterschiedliche Strategien eines Dichtungsherstellers, wie auf diese geänderten Anforderungen zu reagieren ist, und zeigt an drei Beispielen die Integration von "Monitoring Systems" in Dichtsysteme.

A – Session 5: Sealing Materials

A – Session 5: Dichtungswerkstoffe

A 11

René Boschet, Dr.-Ing. Manfred Achenbach, Parker Hannifin GmbH & Co. KG, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen

On the Modelling of Ageing on Rubbery Seals



It is instructive to study the problem of long term performance of rubbery seals using a constitutive modelling for aging. It is well known that when a rubbery seal is at a sufficiently high temperature, macromolecular network junctions can undergo time dependent scission and also a secondary network may be developed under such operational conditions in the squeezed state. The material may then

Beitrag zur Modellierung der Alterung von Gummi-Dichtungen

Es ist außerordentlich instruktiv, einmal das Langzeitverhalten von Gummidichtungen mit einem Materialmodell zu untersuchen, welches das Aufbrechen von molekularen Netzwerketten sowie die Bildung neuer Netzwerkstellen im Belastungszustand zu beschreiben gestattet. Es ist eine gut bekannte Tatsache, daß makromolekulare Netzwerke bei hohen Temperaturen aufgebrochen wer-

consist of molecular networks with different reference states. These micro-structural events affect the stiffness of the material, create anisotropy and lead to permanent set as well as irreversible stress relaxation. Those structural changes in the sealing body affect the long term behaviour of a seal. A constitutive equation is proposed, based on experimental findings which may simulate all of the above mentioned effects.

den können und gleichzeitig neue gebildet werden können. Ein solches Dichtungsmaterial besteht dann aus molekularen Netzwerken mit unterschiedlichen Referenzzuständen. Diese mikrostrukturellen Veränderungen beeinflussen die Materialsteifigkeit, erzeugen Anisotropien und führen zu bleibenden Verformungen sowie zu irreversibler Spannungsrelaxation. Eine passende Materialgleichung wird vorgeschlagen, welche alle diese Phänomene zu beschreiben gestattet.

A 12

Dr. rer. nat. Knut Enke, IKOS GmbH Beschichtungstechnologie, Stockstadt

Coated Sliding Ring Seals up to 500 deg C. Lubricated or Dry, Hard a-C:H:X Coatings ("DLC") Invite to Change one's Way of Thinking

Many materials for sliding bearings can only be utilized up to 250 deg C and/or are so soft that they withstand only limited mechanical loads. Hard a-C:H:X coatings ("DLC" = diamond-like carbon) considerably extend the possibilities of technical applications. They are applicable up to more than 500 deg C and withstand loads which exceed the yield strength of steel to a large extent. a-C:H:X is amorphous, most of their carbon atoms in near order being bound like in diamond. Possessing no texture, it is practically resistant to fatigue. Its interesting accumulation of properties e. g. high hardness, extreme friction reduction, and an unexpected elasticity and yield strength moves a-C:H:X close to a universal coating against friction and wear. Taking the example of sliding sealing rings and sliding bearings, it is shown how these coating properties have proved their success in industry since many years.

Beschichtete Gleitringdichtungen bis 500°C. Geschmiert oder trocken, harte a-C:H:X-Schichten ("DLC") laden zum Umdenken ein



Viele Gleitlagermaterialien sind nur bis 250 °C einsetzbar und/oder sind so weich, dass sie nur begrenzte mechanische Belastungen aushalten. Harte a-C:H:X-Schichten („DLC“ = diamond-like carbon) erweitern die technischen Einsatzmöglichkeiten beträchtlich. Sie sind bis über 500 °C einsetzbar und halten Belastungen aus, die die Streckgrenze von Stahl weit überschreiten. a-C:H:X ist amorph, wobei die meisten seiner Kohlenstoffatome in Nahordnung wie im Diamant gebunden sind. Da es kein Gefüge besitzt, ist es praktisch immun gegen Materialzerrüttung. Sein interessantes Eigenschaftskollektiv von hoher Härte, einer extrem hohen Reibungsminderung und unvermuteten Elastizität und Streckgrenze rückt a-C:H:X in die Nähe einer Universalschicht gegen Reibung und Verschleiß. Am Beispiel von Gleitringdichtungen und Gleitlagern wird gezeigt, wie sich diese Schichteigenschaften bereits seit vielen Jahren in der Industrie bewährt haben.

A 13

Dr. Roland Braun, Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim

Dr. Helmut Leitner, Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik GmbH & KG, Weinheim

Compatibility of Radial Shafts and Mineral Oil Based Lubricants

Radial shaft seals are widely used since decades. Unfortunately, leakage problems are encountered from time to time. In this presentation we show experiments, which gives information on viscosity related compatibility of sealing materials (NBR and FKM) and mineral oil based lubricants. Additionally, a program for reliable rubber testing is proposed.

Verträglichkeit von Radialwellendichtungen mit Mineralöl basierenden Schmierstoffen



Radialwellendichtungen werden seit Jahrzehnten in vielen Bereichen eingesetzt. Trotzdem kommt es von Zeit zu Zeit zur Leckage. In diesem Vortrag werden aus Einlagerungsexperimenten von Dichtungswerkstoffen (FKM und NBR) mit Mineralöl basierenden Schmierstoffen verschiedener Viskositäten gewonnene Ergebnisse präsentiert. Außerdem wird Prüfprogramm vorgestellt, mit dem man zuverlässige Erkenntnisse über die Verträglichkeit dieser Materialien erhält.

A 14

John Kerwin, Precision Polymer Engineering, Blackburn, England, **UNITED KINGDOM**

Important Effects of Temperature on Elastomer Seals and a High Performance FKM Solution  

Engineers and designers, when making choices of the most appropriate seal material will often refer to supplier data sheets to help them in this choice. If the seal is to experience high temperatures in application this data can often be misleading and this paper explores effects of temperature on important seal material properties and discusses recent developments in this field.

Wichtige Einflüsse der Temperatur bei Elastomerdichtungen und eine Hochleistungs-FKM-Lösung

Die Festigkeit aller Elastomere unter Temperaturbedingungen unterscheidet sich deutlich von der Festigkeit, die nach Temperatúraushärtung auftritt, und während dieser Effekt bei Materialien unter Spannung am ausgeprägtesten auftritt, können auch Dichtungen unter Druckbedingungen diesen Effekt aufweisen. Ingenieure sollten diese Temperaturauswirkungen auf die Dichtungseigenschaften von Elastomeren in Erwägung ziehen, und eine mögliche Lösung könnte in der Verwendung der PPE Niederdruck- und thermisch beständigen Härtestufe V74C bestehen.

A – Session 6: Static Seals**A – Session 6: Statische Dichtungen****A 15**

Dipl.-Ing. Stefan Reinhard, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, IMA der Universität Stuttgart

Static Gaskets under the Effects of Cost Pressures and Manufacturing Processes

Nowadays housings have to satisfy a multiplicity of requirements. Mainly the construction space, used material and costs are taken into account. Whereas the requirements of a static flange gasket on the housing are often neglected. By means of three examples it is shown, where frequently errors arise and how they can be avoided. It becomes clear that the static flange gaskets are to be regarded in a global way.

Statische Flachdichtungen unter den Einflüssen von Kostendruck und neuen Fertigungsverfahren  

Gehäuse müssen heute eine Vielzahl an Anforderungen erfüllen. Bauraum, Materialeinsatz und Kosten stehen in der Regel im Vordergrund. Die Anforderungen einer Flächendichtung an das Gehäuse werden dagegen oft vernachlässigt. Anhand von drei Beispielen wird gezeigt, wo häufig Fehler auftreten und wie diese zu vermeiden sind. Es wird deutlich, dass die Flächendichtstelle gesamtheitlich zu betrachten ist.

A 16

Dipl.-Ing. Eckart Gühne, Heinz Blindzellner, Dichtungstechnik Wallstabe & Schneider GmbH & Co. KG, Bogen

Development of Elastomer Seals for Quick Connectors in Automotive Industry

Quick connectors assembled with elastic tubes connect the stiff auto body parts and aggregates flexibly with the stiff motor parts. The mechanic, working at the assembly line, has to install these couplings by the minute. Besides the lock system, the correct choice of the elastomere sealing is decisive for the assembling force. During the lecture three different types of sealings are introduced. These three sealings are recommended for the demonstrated nominal widths and applications.

Entwicklung von Elastomerdichtungen für Schnellkupplungen in der Fahrzeugindustrie  

Mit Schnellkupplungen, vormontiert an elastische Schläuche, werden die starr mit der Karosserie verbundenen Aggregate wie Kühler oder Kraftstofftanks mit den starren Motorbauteilen verbunden. Der Monteur am Fließband muss diese Kupplungen im Minutentakt montieren. Neben dem Verschlusssystem ist die richtige Auswahl der Elastomerdichtung entscheidend für die Fügekräfte. Im Vortrag werden 3 Dichtungsvarianten für die unterschiedlichen Nennweiten und Einsatzfälle vorgestellt.

A 17

Dipl.-Ing. Rolf Hahn, Dr.-Ing. Hans Kockelmann, Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart

High Grade Performance Proof on Gaskets for Bolted Flange Connections with Organic Fluids  

For the "high grade performance proof" on gaskets for bolted flange connections according to TA Luft and VDI guideline 2440 the pressure increase method was developed and validated as an alternative method. With this test procedure volatile organic fluids can be used as test medium. Using Methanol and Ethanol Graphite based sheet gaskets with metallic tang often in use in chemical plants meet the leakage rate criterion of VDI guideline 2200 for 40 bar internal pressure.

Hochwertigkeitsnachweis für Flanschdichtungen mit organischen Medien

Für den Hochwertigkeitsnachweis von Dichtungen für Flanschverbindungen im Sinne der TA Luft und VDI Richtlinie 2440 wurde die Druckanstiegsmethode als alternative Messmethode entwickelt und validiert. Bei diesem Prüfverfahren können flüchtige organische Substanzen als Testmedien verwendet werden. Mit Methanol und Ethanol wird das Leckageratenkriterium der VDI Richtlinie 2200 für 40 bar Innendruck von in Chemieanlagen oft verwendeten Graphit-Flachdichtungen mit Spießblecheinlage eingehalten.

A 18

Dipl.-Ing. Bernhard Richter, O-Ring Prüflabor Richter, Großbottwar

Reliable Sealing with O-rings

Poor performance of o-ring seals still lead too often to leakage, which could not be accepted by the end users and cost them a lot of money. Therefore this lecture wants to point out, what must and what should be done to benefit from the high sealing potential of o-rings. The goal should be, that end user do not take care of o-rings, since they work as reliable seals.

Zuverlässig abdichten mit O-Ringen  

Mangelhafte O-Ring Dichtungen führen immer noch zu oft zu Leckagen, die von den Endanwendern nicht akzeptiert werden können. Daher will dieser Vortrag aufzeigen, was getan werden muss und was getan werden sollte bzw. könnte, um das große Potential von O-Ring Dichtungen auch auszuschöpfen. Ziel sollte sein, den O-Ring für den Endanwender zu einem weitgehend unbemerkten Maschinenelement werden zu lassen, so dass man dann zu Recht von einer zuverlässigen Dichtung reden kann.

A – Session 7: Sealing Materials**A – Session 7: Dichtungswerkstoffe****A 19**

Dr. Eng. Janusz Blachura, Prof. Eng. Marek Gawlinski, Institute of Fluid Mechanics and Power Engineering, Wroclaw University of Technology, Wroclaw, **POLAND**

Permeability Coefficient K as a Tightness Parameter of the Material Used for the Gaskets  

The authors concentrated themselves on the composite gaskets. The total leakage is presented as a sum of the leakage through the gasket material and between flanges surfaces and gasket surfaces. In the paper is presented a method to measure the leakage through the material. There is proposed to use permeability coefficient K to characterize the materials used for the gaskets.

Permeabilitätskoeffizient K als Parameter der Dichtheit des Materials von Flachdichtungen

Die Autoren konzentrierten sich auf statische Dichtungen aus Kompositmaterialien. Die Totalleakage wird als die Summe der Leckage durch die Dichtung und der Leckage zwischen den Flanschflächen und den Dichtungsflächen dargestellt. Im Vortrag wird ein Verfahren zur Messung der Leckage durch die Dichtung präsentiert. Als Parameter zur Charakterisierung der Materialien, die für statische Dichtungen benutzt werden, wird der Durchlässigkeitskoeffizient K vorgeschlagen.

A 20

Dr. Dipl.-Chem. Hans Magg, Lanxess Deutschland GmbH, Leverkusen

Static Seals Based on HNBR in the Non-Automotive Area: Chances, Limits, Proposals and Examples  

A survey of the published information and catalogues of important sellers of static seals shows that hydrogenated nitrile rubber (HNBR) had become part of their standard rubber materials. But in no case HNBR plays a role comparable to that of rubbers like NBR, EPDM and FPM.

This presentation from the raw materials suppliers point of view is aimed at a more comparable description of HNBR thus improving the position in the industrial seals market.

Statische Dichtungen auf Basis von HNBR im Nicht-Automobil-Bereich: Möglichkeiten und Grenzen, Vorschläge und Beispiele

In den technischen Veröffentlichungen von Herstellern statischer Dichtungen zu HNBR kommt zum Ausdruck, dass HNBR inzwischen Standardmaterial geworden ist. In keinem Fall spielt HNBR aber eine Rolle, die mit den Standardpolymeren NBR, EPDM und FPM vergleichbar ist.

Die vorliegende Veröffentlichung, vom Standpunkt eines Rohmaterialherstellers aus, zielt auf eine besser vergleichbare Beschreibung von HNBR, mit dem Ziel, dessen Position im Markt industrieller Dichtungsanwendungen zu verbessern.

A 21

Dipl.-Ing. (FH) Joachim Möschel, Dipl.-Ing. Thomas Papatheodorou, Parker Hannifin GmbH & Co. KG, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen

High Performance TPU for Advanced Requirements in Hydraulic Cylinders and Pumps

This paper presents the development results of a new high performance TPU material for mobile hydraulic applications. Besides the standard physical properties, which are still important for characterisation of sealing materials, additional methods for a detailed material analysis have been applied. In dynamic sealing tests with serial seal profiles the new developed material P 6000 has been validated in comparison to other TPU-materials.

TPU-Hochleistungswerkstoff für erhöhte Anforderungen in Hydraulikzylindern und -pumpen  

In diesem Aufsatz werden die Entwicklungsergebnisse eines neuartigen hochleistungsfähigen TPU-Werkstoffs für die Mobilhydraulik dargestellt. Neben den in der Dichtungstechnik üblichen physikalischen Materialkennwerten wurden im Rahmen der Werkstoffentwicklung neuere Untersuchungsmethoden angewendet, die zusätzliche Aufschlüsse zum Leistungsvermögen eines Werkstoffs geben. In dynamischen Dichtungsuntersuchungen mit Serien-Dichtungsprofilen wurde der neue Werkstoff P 6000 im Vergleich zu anderen verfügbaren dichtungsrelevanten TPUWerkstoffen validiert.

B – Session 2: Reciprocating Seals

B – Session 2: Translator. Dichtungen

B 1

Dipl.-Ing. (FH) Frank Steep, Dr.-Ing. Guido Wüstenhagen, Merkel Freudenberg Fluidtechnik GmbH, Hamburg

Counter Surfaces of Hydraulic Sealing Systems for Havy-Duty Applications  

R_{pkx} has been proved as a strong indicator for wear and lifetime of a hydraulic sealing ring. A proposal for additional parameters from the R_k -group is available and refers to hardened steel surfaces. This proposal should increase the performance of sealing systems.

Gegenauflflächen für Hydraulikdichtsysteme im Schwermaschinenbau

R_{pkx} konnte als deutlicher Indikator für den Verschleiß einer Hydraulikdichtung herausgearbeitet werden. Ein Vorschlag für zusätzliche Parameter aus der R_k - Gruppe liegt vor und bezieht sich auf gehärtete Stahl-Oberflächen. Dieser Vorschlag sollte die Leistungsfähigkeit des Dichtsystems erhöhen.

B 2

Dipl.-Ing. Andreas Raidt, Busak+Shamban Deutschland GmbH, Stuttgart

Extended Approach for Classification of the Quality of the Sliding Surface

The performance requirements of multiple sealing systems for reciprocating movements are continuously growing. Friction, wear and service time are the well-known criteria, which show the difference of the used sealing systems.

Due to improved lubrication conditions and an adjusted pressure load on the single element, the performance of the sealing system can be clearly improved. A controlled pressure level between the seals minimizes the wear of the single elements and reduces the friction of the whole system.

Erweiterter Ansatz zur Einstufung der Qualität von Gegenauflflächen  

Die Leistungsanforderungen an mehrteilige Dichtungssysteme für translatorische Bewegungen steigen ständig. Reibung, Verschleiß und Lebensdauer sind die bekannten Kriterien, die über die Qualität der entsprechenden Systeme entscheidet.

Durch verbesserte Schmierbedingungen und eine an die einzelnen Elemente angepasste Druckbelastung kann die Leistungsfähigkeit erheblich verbessert werden. Gezielt erzeugte Zwischendrücke reduzieren den Verschleiß der Einzelelemente und die Reibung des Gesamtsystems.

B 3

Holger Jordan, Busak+Shamban Deutschland GmbH, Stuttgart

Multi-Element Sealing System for Hydraulic Applications to Improve Performance and Service Time at Highest Demands

The quality of a surface is one of the most important influencing coefficient in terms of the formation of any tribological system. Well known characteristic values defined in DIN EN ISO 4287 often do not offer the required informational value for a sufficient description of a surface. More suitable are there as values that are relating to the gradient of material fraction R_{mr} . Next to these are circulating efforts of characterizing surfaces by the ration of various values of the DIN EN ISO 4287 which shall be investigated on.

Mehrteiliges Stangendichtsystem für hydraulische Anwendungen zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und Lebensdauer bei höchster Belastung  

Die Qualität einer Oberfläche ist eine der wesentlichen Einflussfaktoren im Hinblick auf die Ausbildung des tribologischen Systems. Bekannte Kennwerte nach DIN EN ISO 4287 besitzen jedoch nicht immer die notwendige Aussagefähigkeit um eine Oberfläche ausreichend beschreiben zu können. Hierfür eignen sich sehr viel besser die in DIN EN ISO 13565 definierten Kenngrößen der Materialanteilskurve R_{mr} . Daneben kursieren auch Versuche, die Qualität von Oberflächen mittels Verhältniszahlen der Kenngrößen aus DIN EN ISO 4287 einstufen zu wollen. Da sich damit eine einfache Möglichkeit der Beschreibung von Oberflächen ergibt, soll dieser Theorie in Versuchen nachgegangen werden.

B – Session 3: Reciprocating Seals**B – Session 3: Translator. Dichtungen****B 4**

Dr. Dipl.-Ing. Thomas Schwarz, Dipl.-Ing. Manfred Moitzi, ECONOMOS Austria GmbH, Judenburg, AUSTRIA

Wear Mechanism of Thermoplastic Polyurethanes in Clear-Water Hydraulic Applications  

This paper deals with the investigation of the wear characteristics of rod seals made of various thermoplastic polyurethane elastomers used in clear-water

Verschleißmechanismen von Polyurethanwerkstoffen in Klarwasseranwendungen

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung des Verschleißverhaltens von Stangendichtungen aus thermoplastischen Polyurethanelastomeren in

hydraulics described by microscopic methods. Furthermore the influence of the addition of additives on the wear resistance of the materials is evaluated and compared to results of alternative sealing solutions.

der Kalwasserhydraulik mit mikroskopischen Methoden. Weiters wurde der Einfluss von Additiven auf die Verschleißfestigkeit der Werkstoffe analysiert und die Ergebnisse werden mit konventionellen Dichtungswerkstoffen verglichen.

B 5

Didier Fribourg, Cedric Boulben CETIM, Nantes

Jean Lurot, Yvan Capellari, Bosch Rexroth, Bonneville

P. Castagliola, Institut Universitaire de Technologies de Nantes, **France**

Experimental Determination of Global Friction of Sealing Systems on Standard Hydraulic Cylinders



A pragmatic method to measure the real in place sealing system friction force is developed. Applied to ISO 6020-2 cylinders, it takes in account the working pressure, the type of sealing systems and the geometrical characteristics of the rod and cylinder.

The quasi static friction force of two sealing systems, including the scattering is estimated. A statistical treatment of the results allows giving cylinders users an estimation of the maximal friction force of a given sealing system.

Experimentelle Bestimmung der Gesamtreibung von Dichtsystemen in Standard-Hydrozylindern

Ein pragmatisches Verfahren zur Messung der tatsächlichen Reibkraft von Dichtungen im Einbauzustand wurde entwickelt. Angewandt auf ISO 6020-2-Zylinder, werden der Arbeitsdruck, die Art des Dichtsystems und die geometrischen Gegebenheiten von Kolbenstange und Zylinder berücksichtigt.

Die quasistatische Reibkraft zweier Dichtsysteme, einschließlich der Streuung werden beurteilt. Eine statistische Behandlung der Ergebnisse ermöglicht den Zylinderanwendern eine Einschätzung der maximalen Reibkraft eines gegebenen Dichtsystems

B 6

Dipl.-Ing. Thomas Papatheodorou, Parker Hannifin GmbH & Co. KG, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen

Influence of Lubrication on Sealing Behaviour of Pneumatic Seals Regarding Friction, Leakage and Wear

Rod and piston seals produced of thermoplastic polyurethane and rubber materials have been successfully used as rod and piston seals in pneumatic cylinder applications for many years. From practical experiences it is known, that the friction of polyurethane and rubber seals is influenced by the used grease and environmental test conditions. In this paper results of sealing tests with rod and piston seals depending on lubrication are presented and discussed.

Beitrag zum Schmierstoffeinfluss auf das Betriebsverhalten (Reibung, Leckage, Verschleiß) von Pneumatikdichtungen



Dichtungen auf Basis von thermo-plastischen Polyurethan-Werkstoffen und elastomeren Werkstoffen haben sich in Pneumatikzylindern seit vielen Jahren bewährt. In der Praxis zeigt sich immer wieder, dass das Reibungsverhalten von Dichtungen aus diesen Werkstoffen vom eingesetzten Schmierfett beeinflusst wird. Speziell zeigt sich dies bei höheren Belastungsdaten und auch nach längeren Stillstandszeiten. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse der Untersuchungen von Pneumatikdichtungen in Abhängigkeit vom verwendeten Schmierstoff vorgestellt und bewertet.

B 7

Dipl.-Ing. Klaus Müller-Lohmeier, Festo AG & Co. KG, Esslingen

Hands-on Experience with Pneumatic Seals Made by Generative RP Techniques

Within the last years appeared a couple of new rapid prototyping materials showing elastomer-like behaviour. This contribution imparts a survey of the available methods and reviews them by means of an industrial case study. This implies material characterisation and shows details of attainable geometric accuracy and surface topography. In addition a first look is given considering the applicability of this generative techniques as pneumatic sealing element. Finally the outlook shows some visions dealing with the technology improvements and future usability.

Praktische Erfahrungen mit in generativen Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellten Pneumatikdichtungen  

In den letzten Jahren kamen weltweit mehrere neue Rapid Prototyping-Materialien für sogenannte schichtaufbauende Verfahren auf den Markt, die ein elastomerähnliches Verhalten aufweisen. Der Beitrag gibt einen Überblick über diese Verfahren und bewertet sie anhand eines konkreten industriellen Fallbeispiels. Dies beinhaltet materialographische Charakterisierungen sowie Hinweise auf erzielbare geometrische Genauigkeiten und Oberflächentopographien. Abschließend vermittelt er einen ersten Einblick über die pneumatische Anwendbarkeit derartiger, in Minutenschnelle generativ hergestellter Dicht-Musterteile. Ein Ausblick zeigt als Vision Möglichkeiten für die Verfahrensweiterentwicklung hin zur Nutzung durch Dichtungshersteller und -anwender.

B – Session 4: Reciprocating Seals**B – Session 4: Translator. Dichtungen****B 8**

Rolf Kuschel, Dipl.-Ing. Thomas Papatheodorou, Parker Hannifin GmbH & Co. KG, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen

NBR High Performance Material for Pneumatic Applications with Reduced Stick-Slip

In this paper the development of a new high performance NBR-compound with better physical properties regarding relative retardation and compression set behaviour for a high range of sealing applications will be presented. With an optimum choice in raw materials also the stick-slip-behaviour has been influenced in a positive direction. First tests at Customers showed the good behaviour of the new developed NBR-compound.

NBR-Hochleistungswerkstoff für pneumatische Anwendungen mit reduzierter Stick-Slip-Neigung  

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein neuartiger NBR-Werkstoff für eine Vielzahl von Dichtungsanwendungen vorgestellt. Der neue Werkstoff weist gegenüber Standard-NBR-Compounds ein verbessertes Rückstellvermögen, sowie ein verbessertes Setzverhalten bei hohen Betriebstemperaturen auf. Aufgrund einer optimalen Auswahl der Rohstoffe konnte das Stick-Slip-Verhalten von Dichtungen aus diesem Werkstoff ebenfalls positiv beeinflusst werden.

B 9

Dr. rer. nat. Dipl.-Ing. Lucian Pasieka, Festo AG & Co. KG, Esslingen

Experimental Investigations and Transient Flow Simulation for the Analysis of the Thermal Loads Acting on Dynamic Pneumatic Valve Seals

In this paper, it is shown what effects transient operating conditions may have on the temperature in the installation space of valve seals subject to dynamic loads and thus on the operation of switching valves. The temperature within switching valves under these conditions is considerably different from that under steady-state conditions. The results of experimental investigations are presented (steady-state and transient) and compared with corresponding flow simulations under adiabatic conditions. It is not as yet possible to make efficient use of CFD programs to calculate dynamic flow conditions in valves. Given the continuous improvement of hardware and software currently taking place, it can be assumed that in future it will also be possible to use these programs to study flow within valves under dynamic conditions.

Experimentelle Untersuchungen und instationäre Strömungssimulation zur Analyse der thermischen Beanspruchung dynamischer Ventildichtungen der Pneumatik



In diesem Beitrag wird aufgezeigt, wie sich instationäre Betriebsbedingungen auf die Temperatur im Einbauraum dynamisch beanspruchter Ventildichtungen und somit auf die Funktion eines Schaltventils auswirken können. Die Temperatur im Innern eines Schaltventils unterscheidet sich dabei deutlich von einer stationären Betrachtung. Es werden Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen (stationär und instationär) vorgestellt und mit entsprechenden Strömungssimulationen unter adiabaten Bedingungen verglichen. Eine effiziente Nutzung von CFD- Programmen für die Berechnung instationärer Strömungen in Ventilen ist gegenwärtig noch nicht möglich. Bei stetiger Verbesserung von Hard- und Software kann davon ausgegangen werden, dass künftig auch Strömungen im Innern von Ventilen bei instationärer Betriebsweise zum Stand der Technik gehören.

B 10

Dipl. Ing. (FH) Wilfried Stroh, Ross Europa GmbH, Langen

Dipl.-Ing. Thomas Papatheodorou, Parker Hannifin GmbH & Co. KG, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen

Sealing System for High Speed Pneumatic Cylinders

The development of a pneumatic high performance cylinder for weight balance has been performed in closed cooperation between Ross Europa, Willi Vogel AG and Parker. This result in a development time reduction, because there were fewer endurance tests necessary. The high technical demands result in a seal system, which is similar to existing solutions for hydraulic applications.

Dichtsystem für pneumatische Hochgeschwindigkeitszylinder



Die Entwicklung eines Hochleistungs-Gewichtsausgleichszylinders erfolgte bereits in der Konstruktionsphase in enger Zusammenarbeit zwischen Ross Europa, der Willi Vogel AG und der Parker Packing Division. Dies führte zu einer Reduzierung der Entwicklungszeit, da auf unnötige Iterationschleifen in Form von mehrfach durchgeführten Dauerversuchen verzichtet werden konnte. Die hohen technischen Anforderungen führten zu einer Dichtungssystemlösung, die sich an existierende Lösungen für Hydraulikzylinder anlehnte.

B – Session 5: Application in Practice**B – Session 5: Anwendungsthemen****B 11**

Dipl.-Ing. Bruno Zinser, Coperion Waeschle GmbH, Weingarten

Practical Sealing Application on Components of Pneumatic Materials-Handling Technology

Main components in pneumatic conveying systems are rotary valves, diverter valves and slide gate valves. In all these parts, static sealing systems, such as O-rings, to seal the housings and dynamic seals, such as shaft seals, are used. Beyond that, seals with product contact in the components as well as labyrinth seals with shield function to the product, are quite often installed. Criteria of sealing design are among pressure and temperature also acid resistance as well as guidelines in the food industry.

Praktische Dichtungsanwendung an Komponenten der pneumatischen Fördertechnik



Hauptkomponenten der pneumatischen Förderungen umfassen Zellenradschleusen, Weichen und Schieber. In diesen Bauteilen werden vor allem statische Dichtungen, wie O-Ringe, zur Abdichtung der Gehäuse und dynamische Dichtungen, wie Wellendichtungen, verwendet. Darüber hinaus kommen produktberührte Dichtungen in den Komponenten sowie Labyrinthringe zum Abschirmen von Dichtelementen gegenüber dem Produkt vor. Designkriterien für die Dichtungsauslegung sind neben dem Druck und den Temperaturen auch Beständigkeiten gegen Säuren sowie Vorgaben aus dem Lebensmittelbereich.

B 12

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Herbert Grill, Rhenus Lub GmbH & Co. KG, Mönchengladbach

Metalworking Fluid and Machine Tool – Sealing Materials According to VDI-Richtlinie 3035

Metalworking fluid and machine tool have to harmonize in the metalworking process, failing this, troubles and unnecessary costs are programmed. The basics will be found in the VDI - guideline 3035 ("Demands on machine tools, production facilities and peripheral installations in using metalworking fluids"), e.g. demands on seals materials. In order to optimize the total system in terms of the customer, communication and reconciliation among the producers of the system components are requested.

Kühlschmierstoff und Werkzeugmaschine – Dichtungswerkstoffe gemäß VDI-Richtlinie 3035



Kühlschmierstoff und Werkzeugmaschine im Metallbearbeitungsprozess müssen harmonisieren, sonst sind Störungen und unnötige Kosten vorprogrammiert. Die Grundvoraussetzungen hierfür finden sich in der VDI-Richtlinie 3035 („Anforderungen an Werkzeugmaschinen, Fertigungsanlagen und periphere Einrichtungen beim Einsatz von Kühlschmierstoffen“), z.B. die Anforderungen an Dichtungswerkstoffe. Zur Optimierung des Gesamtsystems im Sinne des Kunden sind Kommunikation und Abstimmung unter den Herstellern der Systemkomponenten gefragt.

B 13

Trinath Sahoo, Indian Oil Corporation, Mathura, Uttarpradesh, INDIA

Application of Metal Bellow Seals 

Shaft sealing devices causes 70 % of the unplanned breakdowns with the resulting leakage endangering the personnel, the environment and the equipment.

The major causes of mechanical seal failure are shown in the lecture.

Bellow seals, especially metal bellow seals can avoid such problems. The advantages of metal bellow seals are emphasized and discussed.

Metallfaltenbalg-Anwendung

Wellendichtungen sind für 70 % der Ausfälle verantwortlich, wobei die sich ergebende Leckage das Personal, die Umwelt und die Ausrüstung gefährdet.

Die hauptsächlichen Ursachen der Dichtungsausfälle werden im Vortrag aufgezeigt.

Faltenbalgdichtungen, insbesondere Dichtungen mit Metallfaltenbalg können solche Probleme vermeiden. Die Vorteile von Metallfaltenbälgen werden herausgestellt und diskutiert.

B 14

Dipl.-Ing. Matthias Block, Sensistor Technologies GmbH, Mühlheim am Main

Dr. Andreas Konrad, Mecadi GmbH, Homburg

Leak Testing with Hydrogen Trace Gas

The hydrogen method is based on an inexpensive and non-flammable standard gas mixture containing 5% hydrogen and 95% nitrogen in connection with adequate leak detectors. The German TÜV has approved the technology for measurements based on TA-Luft and ISO 15848. Beside leak testing the phenomenon of permeation will also be addressed.

Lecksuche und Dichtheitsprüfung mit Wasserstoff-Prüfgas  

Die Wasserstoff-Methode basiert auf einem preiswerten und unbrennbaren Standardgemisch aus 5% Wasserstoff und 95% Stickstoff (Formiergas) sowie geeigneten Lecksuchgeräten. Untersuchungen, die der TÜV Süddeutschland durchgeführt hat, haben die Eignung für Messungen auf Grundlage der TA-Luft und der ISO 15848 bescheinigt. Neben Lecksuche und Dichtheitsprüfung wird auch das Phänomen der Permeation eingegangen.

B – Session 6: Simulation**B – Session 6: Simulation****B 15**

Dipl.-Ing. Dirk Weber, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, IMA der Universität Stuttgart

Wear Behaviour of PTFE-Lip Seals with Different Sealing Edge-Design in Testing and Simulation

In many applications wear is a deciding factor for lifetime of seals. The article shows the results of theoretical investigations done with finite-element-analysis. The sealing edge of several PTFE lip seals was varied. Some of the geometries were tested in a test rig. After testing the contact width was measured and the seal was moulded in resin. To verify the results a comparison of testing and simulation closes the article.

Untersuchung und Simulation des Verschleißverhaltens an PTFE-Manschettendichtungen mit unterschiedlich gestalteten Dichtkanten  

Verschleiß ist in vielen dichtungstechnischen Anwendungen ein ausschlaggebendes Kriterium für die Lebensdauer des Dichtelements. Der Beitrag stellt die Ergebnisse einer theoretischen Untersuchung mittels Finite-Elemente-Analyse an verschiedenen Varianten der Dichtkantengeometrie von PTFE-Manschettens vor. Anschließend werden die Ergebnisse der Prüfstandsversuche speziell ausgewählter Dichtkantengeometrien vorgestellt. Hierbei wird der Verschleiß über Berührbreitenmessungen und Eingüsse in Gießharz quantifiziert. Ein abschließender Vergleich stellt die Ergebnisse aus Versuch und Simulation gegenüber.

B 16

Dipl.-Ing. Ulrich Nißler, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, IMA der Universität Stuttgart

Simulation and Testing of Hydraulic Rod Seals

FE-analyses are beside experimental tests an important instrument to evaluate hydraulic rod seals. This paper presents results of long-term tests. The tests were carried out with commercial seals as well as with modified seals. Theoretical calculations of the lubricating film thickness based on FE-analyses are shown and compared to experimental values.

Simulation und Versuch bei Hydraulikdichtungen  

Neben experimentellen Versuchen ist die Untersuchung mittels FEM ein wichtiges Instrument zur Beurteilung von Hydraulikstangendichtungen. Im Beitrag werden Versuchsergebnisse aus Langzeitversuchen von Hydraulikstangendichtungen vorgestellt. Bei den Versuchen wurden handelsübliche Dichtringe ebenso wie modifizierte Dichtringe untersucht. Auf FE-Untersuchungen basierende theoretische Berechnungen der Schmierfilmdicke und des Dichtverhaltens werden vorgestellt und mit experimentellen Werten verglichen.

B 17

Dipl.-Ing. Andreas Gropp, Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim

Dr. rer. nat. Edgar Freitag, Merkel Freudenberg Fluidtechnik GmbH, Hamburg / Schwalmstadt

Geometry Optimization of a Two Parts Seal with the Help of the EHD-Theory

This abstract deals with the optimization of a PTFE piston seal regarding friction force using the EHD-Method. It was proven that the integration of the remaining seal deformation has a huge influence on the oil flow in the seal area and therefore on the friction characteristics.

The calculated and measured friction forces are in the same dimension percentage wise. Absolutely, differences can be monitored. The comparability of the absolute figures is complicated by simplifications like assumption of theoretically smooth surfaces and experimental compromises.

The tendency and dimension of the calculated and measured friction forces correspond.

Therefore, the EHD Method is suitable for optimizing seals regarding friction and sealability.

Geometrieoptimierung einer zweiteiligen Kolbenstangendichtung mit Hilfe der EHD-Theorie



In diesem Beitrag wird die Optimierung einer PTFE-Kolbendichtung hinsichtlich minimaler Reibung mit Hilfe der EHD-Methode vorgestellt. Hierbei kann gezeigt werden, dass die Einbeziehung der inelastischen Verformungen der Dichtung einen großen Einfluss auf die Berechnung des Strömungsverhaltens im Dichtspalt und damit auf die Reibung hat.

Die berechneten und gemessenen Reibkräfte liegen prozentual in der gleichen Größenordnung. Absolut betrachtet treten jedoch Unterschiede auf. Die Vergleichbarkeit der Absolutwerte wird durch Vereinfachungen, wie die Annahme ideal glatter Oberflächen und von experimentellen Kompromissen, erschwert.

Die Tendenz und prozentuale Größe der berechneten und gemessenen Reibkräfte stimmen überein.

Damit ist die EHD-Methode geeignet, Dichtungen hinsichtlich Reibung und Dichtverhalten zu optimieren.

B 18

Dipl.-Ing. Stefan Meyer, Prof. Dr.-Ing. Dierk G. Feldmann, TU Hamburg-Harburg, Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik

Prof. Otto von Estorff, Dr.-Ing. Volkert M. Wollesen, TU Hamburg-Harburg, Institut für Modellierung und Berechnung

Test on Rotary Shaft Lip Seals and Finite Element Simulation for Validation of Material Laws for Elastomers



Test results will be presented which show that the friction momentum during operation of Rotary Shaft Lip Type Seals (RSLTS) strongly depends on the temperature and the viscosity of the lubricant. On the other hand only a weak dependency on the radial pressure and nearly no dependency on the sliding speed was observed. Furthermore a finite element simulation of the friction momentum during operation that was conducted with a combined thermal and mechanical model will be introduced. Finally a comparison between the test results and the simulations will be drawn.

Versuche mit Radialwellendichtringen und Finite Elemente Simulation zur Validierung von Materialgesetzen für Elastomerkwerkstoffe

Es werden Versuchsergebnisse präsentiert, die zeigen, daß das Betriebsreibmoment von Radialwellendichtringen (RWDR) stark von der Temperatur und der Viskosität des Schmierstoffes abhängt. Es wird dagegen nur in geringem Maße von der Radialkraft beeinflusst und ist weitgehend unabhängig von der Gleitgeschwindigkeit. Des Weiteren wird eine Finite-Elemente-Simulation des Betriebsreibmomentes vorgestellt, die mit einem gekoppelten thermisch-mechanischen Modell erfolgt. Schließlich wird ein Vergleich der Versuchsergebnisse mit den Berechnungsergebnissen vorgenommen.

B – Session 7: Simulation**B – Session 7: Simulation****B 19**

Dr.-Ing. Christian Ziegler, Privatdozent Dr.-Ing. Herbert Baaser, Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim

Simulation of Set and Relaxation of Rubber Components with the Multiaxial Formulated Freudenberg Ageing Model

A constitutive model and its implementation in FEA code ABAQUS is shown, which is able to simulate the change in stiffness of elastomer components due to ageing effects. Experimental results of a NBR for sealing applications are presented and are applied to an energizer. The degree of change in properties suggests to consider these effects already at the design process.

Simulation von Setz- und Relaxationsvorgängen von Elastomerbauteilen mit Hilfe des mehrachsigen formulierten Freudenberg-Alterungsmodells  

Es wird ein Materialmodell und dessen FEM-Implementierung in ABAQUS vorgestellt, das die alterungsbedingten Steifigkeitsänderungen in Elastomerwerkstoffen berücksichtigen kann. Es werden Messungen an einem Dichtungswerkstoff aus NBR vorgestellt und auf ein hydraulisches Dichtungsbauteil, einen Anpressring, angewandt. Das Ausmaß der Eigenschaftsänderungen legt nahe, dies bereits bei der Auslegung von Bauteilen zu berücksichtigen.

B 20

Privatdozent Dr.-Ing. Herbert Baaser, Dr.-Ing. Oliver Häusler, Dr.-Ing. Christian Ziegler, Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim

A Material Model Representing Inelasticity of Elastomers

We present the FE implementation of a material model to describe inelasticity in elastomers. Actually, stress softening (Mullins effect) and occurrence of remaining deformations are identified as reasons for inelasticity.

The hyperelastic constitutive part is defined by a free energy function, while the inelastic formulation is based on a multiplicative decomposition of the deformation gradient. In addition, the inelastic arc length controls the above mentioned stress softening of the hyperelastic part.

Ein Materialmodell zur Abbildung von Inelastizität in Elastomeren  

Es wird die FE-Implementierung eines Werkstoffmodells zur Beschreibung inelastischer Effekte in Elastomeren vorgestellt. Im aktuellen Entwicklungsstadium werden im Rahmen statischer Analysen eine Spannungserweichung (Mullins-Effekt) und das Auftreten bleibender Deformationen als Ursache von Inelastizitäten identifiziert.

Der hyperelastische Anteil der Materialantwort wird dabei durch Vorgabe einer Formänderungsenergie-Funktion definiert. Der Modellierung der inelastischen Anteile liegt eine Formulierung unter der Annahme einer multiplikativen Zerlegung des Deformationsgradienten zugrunde. Über die inelastische Bogenlänge wird in diesem Modell die oben erwähnte Spannungserweichung im hyperelastischen Anteil gesteuert.

B 21

Dipl.-Ing. Constantin Eßer, Dipl.-Ing. Frank Berg, Federal-Mogul Sealing Systems Bretten GmbH, Bretten

Performance Optimisation of Bonded Clutch Pistons  

This presentation will provide a description of the measurement facility for measurement of friction hystereses on of pistons used in automatic transmissions or wet clutch systems. The report deals

Leistungsoptimierung von Schaltkolben 

Der Vortrag behandelt die Beschreibung und Funktionsweise der Prüfvorrichtung zur Messung der Reibkrafthysteresese von Schaltkolben für Automatik-

with the influence of temperature, pressure, lip interference and aged material on friction hystereses. The option of the use of easy FEA models is discussed

getriebe und Nasskupplungen.

Es werden die Ergebnisse unterschiedlichen Kolbenbauarten präsentiert. Weiterhin werden Messergebnisse zum Einfluss von Temperatur, Druck, Überdeckung und Materialalterung gezeigt. Es wird die Möglichkeit betrachtet inwieweit einfache Modelle der FEM-Berechnung für eine Auslegungsoptimierung genutzt werden können.

C – Session 8: Friction/Wear

C – Session 8: Reibung/Verschleiß

C 1

Dr. Jürgen Geng, Plasma Electronic GmbH, Neuenburg

Refinement of Surfaces for Sealing Applications by Low Pressure Plasma Technology

The choice of a seal material is usually determined by its bulk properties like strength or thermal expansion. In addition, it is often desirable to tune the surface properties independently from the bulk. One possibility to do this is low pressure plasma technology, whereby one is able to modify the surface properties of various materials in a defined way. Possible applications range from simple surface cleaning to functional coatings.

Veredelung von Dichtflächen mit Niederdruck-Plasmatechnologie

Die Auswahl eines Dichtmaterials erfolgt zuerst nach den mechanischen Eigenschaften wie Festigkeit oder auch thermische Ausdehnung. Darüber hinaus ist es aber oft wünschenswert, die Oberflächeneigenschaften unabhängig vom Festkörper für eine bestimmte Anwendung gezielt einzustellen. Eine Möglichkeit bietet die Niederdruck-Plasmatechnologie, mit der Oberflächen unterschiedlichster Materialien modifiziert werden können. Die Anwendungsbreite reicht von der einfachen Reinigung bis zur Ausrüstung mit funktionellen Beschichtungen.

C 2

Dr.-Ing. Christoph Debler, Siemens AG, Amberg

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Poll, Institut für Maschinenelemente, Konstruktionstechnik und Tribologie, Universität Hannover

Wear Progress of Seal Lips

This article proposes a system of several load cases for representation of the wear load based on a limited number of typical forces acting on reciprocating seals. The worn profile is computed step by step. For every step, the pressure profile is determined for all load cases. A suitable finite element computation approach is presented.

Verschleißentwicklung an Dichtlippen

Dieser Beitrag schlägt ein System von Lastfällen zur Darstellung des Verschleißkollektivs vor, das eine begrenzte Zahl von typischerweise auf oszillierende Dichtungen wirkenden Kräften zugrundelegt. Das Verschleißprofil wird Schritt für Schritt berechnet. Für jeden Schritt wird die Pressungsverteilung für alle Lastfälle bestimmt. Eine angepasste Strategie zur Berechnung mit der Methode der finiten Elemente wird vorgestellt.