
Summaries
Zusammenfassungen

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

I 1

Dr.-rer. nat. Edgar Freitag, Dr. rer. nat. Jürgen Hieber, Merkel Freudenberg Fluidtechnic GmbH, Hamburg / Schwalmstadt
Dipl.-Ing. Guido Hohmann, Dr.-Ing. Rainer Weiß, Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim

Influence of the Dynamic Material Properties on the Behavior of Seals

For the application of Polyurethane materials in sealing technology, the specification of a single low temperature limit is not sufficient. To ensure a good sealing function of dynamically loaded seals at low temperatures, the frequency as well as the temperature must be considered.

Based on the measurement of the dynamic moduli, FEA calculations were performed, showing the influences of load and frequency on the sealing function at low temperatures for polyurethanes.

The pressure loss occurring during the lifting of the sealing edge was measured at a system pressure of 1 bar. The size of the gap and the time that it remains open, is a direct function of the temperature and frequency.

Einfluss der dynamischen Materialeigenschaften von TPE's auf das Bauteilverhalten von Nutringen

Für den Einsatz von Polyurethanen muss zur Beurteilung der Funktionssicherheit dynamisch belasteter Dichtungen die Belastungsfrequenz zusammen mit der Temperatur betrachtet werden.

Ausgehend vom dynamischen Werkstoffverhalten wurden mit FEM Berechnungen der Einfluss der Art der Belastung und der Belastungsfrequenz auf das Tieftemperaturverhalten von Nutringen aufgezeigt.

Experimentell wurde das Öffnen der Dichtkante indirekt über den Druckabfall eines unter 1 bar stehenden Druckbehälter gemessen. Unabhängig von der gewählten Untersuchungsmethode hat der neuentwickelte Polyurethanwerkstoff Typ B ein deutlich um 20K besseres Temperatur-Frequenzverhalten.

I 2

Dr. Nick A. Peppiatt, Hallite Seals International Ltd., Hampton, Middlesex, U.K.

The Influence of Cylinder Tube Surface Finish on Reciprocating Seal Performance

The life of reciprocating seals is greatly influenced by the surface finish against which they run. This paper reviews the common methods of finishing hydraulic cylinder tubes and assesses their affect on seal performance. The problems of using SSID DOM or 'smooth bore' tubes are highlighted.

Der Einfluss von Zylinderoberflächen auf das Verhalten von Kolbendichtungen

Die Lebensdauer einer dynamischen Kolbendichtung wird wesentlich von der Oberflächenqualität der Gegenlauffläche beeinflusst. Diese Ausarbeitung zeigt die herkömmlichen Methoden der Oberflächenbearbeitung von Hydraulikzylinderrohren und untersucht deren Einfluss auf die Performance der Dichtung. Im Mittelpunkt stehen dabei die Probleme, die Oberflächen gezogener oder glattgezogener Rohre (SSID DOM) verursachen können.

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

Dipl.- Ing. Christian Mayr, Sumitomo(SHI) Cyclo Drive Germany GmbH

Features with Sealing of Shafts in Centrifuge Reducers

The sealing of shafts in rotating centrifuge reducers needs special measurements because of centrifugal force on the seal lip. Some seal variations with large diameter with low speed and small diameter with high speed are shown. The permitted rotational speed is tested with a simple test rig. BABSL type inner lip seals made of FKM and with enforced spring are used preferably. Special applications are solved with outer or axial lip seals.

Besonderheiten bei der Wellenabdichtung von Zentrifugengetrieben

Wellen in umlaufenden Zentrifugengetrieben abzudichten erfordert besondere Maßnahmen wegen des Fliehkrafteinflusses auf die Dichtlippe. In einigen Dichtungsvarianten auf großem Durchmesser mit geringer Relativedrehzahl und kleinem Durchmesser mit hoher Relativedrehzahl werden gezeigt. Die zulässigen Umlaufdrehzahl wird mit einer einfache Prüfvorrichtung getestet. Bevorzugt kommen innendichtende Wellendichtringe der Bauform BABSL mit Werkstoff FKM und verstärkter Feder zum Einsatz. Sonderfälle werden mit außen oder axial wirkenden Dichtungen gelöst.

A 2

Dr. Michael Schlipf, Dipl.-Ing. (FH) Uwe Koch, Dipl.-Ing. (FH) Walter Schuhmacher, ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH, Biethigheim-Bissingen

Tailor-made Radial Shaft Seals Using PTFE-Compounds

PTFE is a material ideally suited for use in sealing technology. The major influencing parameters, i.e. the PTFE matrix, filler compositions and design, essentially define the property profile of the seal. Yet, the use of optimized processing technologies, as well, is conducive to further enhancing the effectiveness of the seal.

Using the development of the sealing lip of a radial shaft seal as an example, the effects of individual measures on the sealing result achieved are described in greater detail.

Maßgeschneiderte Radialwellendichtringe unter Verwendung von PTFE-Compounds

PTFE eignet sich in idealer Weise als Werkstoff für den Dichtungseinsatz. Die drei wesentlichen Einflussgrößen, PTFE Matrix, Füllerkompositionen und Design, definieren das Eigenschaftsprofil der Dichtung im Wesentlichen, jedoch auch durch optimierte Verarbeitungsmethoden lässt sich das Dichtungsergebnis noch weiter steigern.

Anhand der Entwicklung der Dichtlippe eines Radialwellendichtringes werden die Auswirkungen der Einzelmaßnahmen auf das Dichtungsergebnis näher beschrieben.

A 3

withdrawn

zurückgezogen

A – Session 3: Rotary Shaft Seals**A – Session 3: Wellendichtungen****A 4**

Dipl.- Ing. Thomas Kunstfeld, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, IMA der Universität Stuttgart

Reliable Shaft Sealing: Optional Manufacturing Methods for Shaft Surfaces

Counter faces for lip seals are usually plunge ground. Considering a cost reduction, alternative

Zuverlässig abdichten mit Radial-Wellendichtringen: Alternative Fertigungsverfahren zur Herstellung von Wellenaufläichen

Gegenaufläichen für Radial-Wellendichtringe werden üblicherweise im Einstich geschliffen. Hin-

manufacturing methods e.g. hard turning, are of particular interest. Currently there is a lack of experience on using such shaft surfaces; therefore they are not used frequently.

During several research projects different alternative manufacturing methods were examined, regarding their suitability as counter face for lip seals. They were characterized by investigating the pump rate of the shaft surface, the long-term development of the system pump rate and the sealing ability.

The results demonstrate, that appropriately manufactured (hardened or not) lathed steel shaft surfaces can be used as counter face for lip seals. Even the lathing methods without axial feed rate like tangential- or plunge turning give suitable counter faces for lip seals.

sichtlich der Kostenersparnis sind alternative Fertigungsverfahren wie z.B. das Hartdrehen besonders interessant. Da mit diesen Wellenoberflächen keine ausreichenden Erfahrungswerte vorliegen, werden diese nicht flächendeckend eingesetzt.

Im Rahmen mehrerer Forschungsvorhaben wurden am Institut für Maschinenelemente unterschiedliche alternative Fertigungsverfahren hinsichtlich ihrer Eignung als Gegenlauffläche für Radial-Wellendichtringe untersucht. Dazu wurde die Pumpwirkung der Wellenoberfläche, die Entwicklung der Systemförderung und die Langzeit-Dichtwirkung ermittelt.

Mit sachgemäß hergestellten (hart- und weich-) längsgedrehten Wellenoberflächen aus Stahl kann mittels geeigneter Radial-Wellendichtringe leckagefrei abgedichtet werden. Hierbei ist die Drehrichtung nicht entscheidend, wie die erfolgreich absolvierten Dichtheitsuntersuchungen verdeutlichen.

Auch die Drehverfahren ohne axiale Vorschubbewegung wie das Tangentialdrehen und das Drehen im Einstich erzeugen geeignete Gegenlaufflächen für Radial-Wellendichtringe.

A 5

Dr.-Ing. Norbert Rau, Dipl.-Ing. Volker Kruppke, Dipl.-Ing. Michael Seibold, DaimlerChrysler AG, Stuttgart

Aspects of the Measuring Technique to the Functional Behavior of Packing Surfaces

Running surfaces from the wave side at places of gaskets today are turned more and more to reduce costs. To secure the function of sealing in a quantity production boundary conditions are to be respected. Some observations are made with a twist measurement technique developed for ground surfaces. Solutions in measurement technology are proposed for the acquisition of vibration influences coming from the turning machine and for material influences.

Messtechnische Beobachtungen zum Funktionsverhalten von gedrehten Dichtflächen

Wellenseitige Laufflächen an Dichtstellen von Radialwellendichtringen werden aus Kostengründen zunehmend gedreht. Für eine sichere Dichtfunktion sind in Serienfertigungen Randbedingungen zu beachten. Dazu wurden Beobachtungen mit der für geschliffene Flächen entwickelten Drallmesstechnik gemacht. Messtechnische Lösungen zur Erfassung von Schwingungseinflüssen durch die Drehmaschine und von Werkstoffeinflüssen werden vorgeschlagen.

A 6

Dipl.-Ing. Johannes Schneider, Dr.-Ing. Leo Schreiber, Boehringer Werkzeugmaschinen GmbH, Göppingen

Tangential Turning – an Innovative Manufacturing Technology for Machining Radial Shaft Seal Seats free of lead

Shaft surfaces with a structure free of lead can be manufactured by the newly developed manufacturing method „tangential turning“. The required surface qualities and tolerances will be achieved. The leak tightness of the sealing system was approved by long term testing in the testing lab and by field testing. The „tangential turning“ is opening up new potentials in the manufacturing of shaft surfaces in

Tangentialdrehen – ein innovatives Fertigungsverfahren zur Bearbeitung von Wellenoberflächen für Radialwellendichtungen

Das neu entwickelte Fertigungsverfahren Tangentialdrehen liefert Wellenoberflächen mit drallfreier Oberflächenstruktur. Die Anforderungen an die Oberflächengüte und Toleranzen werden ebenfalls erfüllt. Die Dichtheit des Systems „Lauffläche“ – „Radialwellendichtring“ konnte in Langzeitversuchen und Feldversuchen nachgewiesen werden. Durch das Tangentialdrehen können die aufwendigen und

terms of lower manufacturing costs and higher productivity.

kostenintensiven konventionellen Herstellverfahren substituiert und wesentlich günstigere Fertigungskosten erzielt werden.

A 7

Dr.-Ing. Karsten Röttger, Dipl.-Ing. Gerhard Wilcke, ECOROLL AG Werkzeugtechnik, Celle

Surface Refinement of Sealing Seats by means of Flow Turning

Roller burnishing is the most economical alternative to grinding for machining the counter surfaces of rotary or reciprocating seals. This reliable process optimizes surface quality for each seal type. ECOROLL hydrostatic tools can also machine hardened parts so rotary shaft seals do not exhibit a pumping effect or leakage. Combined skiving and roller burnishing tools are available to machine cylinders.

Oberflächenveredelung von Dichtsitzen durch Glattwalzen

Glattwalzen als Feinbearbeitungsverfahren für die Bearbeitung von Gegenaufläufen von rotatorischen und translatorischen Dichtungen ist die wirtschaftlichste Alternative zum Schleifen. Die Oberflächengüte kann prozesssicher optimal für die jeweilige Dichtungsart eingestellt werden. Auch gehärtete Bauteile lassen sich mit hydrostatischen ECOROLL-Werkzeugen derart bearbeiten, dass keine Förderwirkung an Radialwellendichtringen auftritt. Für die Bearbeitung von Zylinderrohren stehen Kombi-Werkzeuge zur Verfügung, die simultan Schäl- und Glattwalzen.

A – Session 4: Rotary Shaft Seals**A – Session 4: Wellendichtungen**

A 8

Dipl.-Ing. Rudolf Walter, Weiss Spindeltechnologie GmbH, Schweinfurt

Sealing Systems for High Speed Spindle Units

Spindles' front sealing systems have to work properly to achieve sufficient spindle up-time. Testing brush seals in this application displayed their potential offered. However, a shorter cantilever gained by using a brush seal resulted in improved spindle stability in the milling process.

Dichtungssysteme für schnell drehende Hauptspindelinheiten

Ein einwandfrei arbeitendes arbeitsseitiges Dichtungssystem einer Hauptspindel ist für die einwandfreie Funktion der Spindelinheit eine wesentliche Grundvoraussetzung. Die Erprobung von Bürstendichtungen in dieser Anwendung hat gezeigt, dass durch den Einsatz von Bürstendichtungen der für eine Dichtung notwendige Bauraum deutlich verkleinert und somit, aufgrund eines kürzeren Kragarms, die Spindelstabilität im Fräsprozess gesteigert werden konnte.

A 9

Dipl.-Ing. Gerd Schöllhammer, TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH, Ditzingen
Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, IMA der Universität Stuttgart

Inverted Sealing Arrangements – An Overview

This paper describes an overview about the development and experimental investigation of inverted sealing arrangements. Inverted sealing arrangements do have a plain soft sealing element running against a profiled hard shaft. By basic experimental investigations in a wide range the function of these kind of sealing arrangement got proofed and conclusions were made. Further on, practical arrange-

Inverse Wellendichtsysteme – Ein Überblick

Dieser Aufsatz gibt einen Überblick zur Entwicklung und Untersuchung inverser Wellendichtsysteme. Inverse Wellendichtsysteme besitzen eine „weiche“ Dichtung mit „einfachem“ Querschnitt und eine an den „harten“ Kontaktpartner (Welle) angeformte Dichtkante. In experimentellen Grundlagenuntersuchungen konnten grundlegende Erkenntnisse zur Funktionsweise inverser Wellendichtsysteme ge-

ments are introduced by a description of the constructive design. Further on experimental results and a comparing validation for these practical arrangements are shown.

wonnen werden. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden praxisnahe inverse Wellendichtsysteme entwickelt, experimentell untersucht und vergleichend bewertet.

A 10

Dipl.-Ing. Mirco Gronitzki, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Poll, IMKT der Universität Hannover

Optimization of Seal Rings for Rotating Connections in Automotive Transmissions

Rotating connections for high pressures are used in automatic transmissions and some automated manual transmissions for the oil pressure supply of rotating control and actuator elements. For the sealing of the pressure circuits rectangular seal rings made of cast iron or polymers that can tolerate high temperatures are used. Friction losses of several kilowatts and substantial leakage losses can occur in the sealing. The seals are analysed with analytical and numerical methods and an optimised seal geometry is deduced.

Optimierung von Rechteckdichtungen für Drucköldrehdurchführungen in Fahrzeuggetrieben

Hochdruck-Drehdurchführungen werden in Automatikgetrieben und einigen automatisierten PKW-Schaltgetrieben zur Druckölversorgung von rotierenden Steuer- und Kraftelementen eingesetzt. Zur Abdichtung der Druckkreisläufe werden Rechteckdichtringe aus Grauguss oder hochtemperaturbeständigen Kunststoffen verwendet. An den Dichtstellen können Reibungsverluste von einigen Kilowatt als auch erhebliche Leckageverluste auftretenden. Die Dichtungen werden mit Hilfe analytischer und numerischer Methoden untersucht und eine Optimierung der Dichtringeometrie daraus abgeleitet.

A – Session 5: Methodology of Development

A – Session 5: Entwicklungsmethodik

A 11

Dipl.-Ing. Tillmann Hitziger, Prof. Dr.-Ing. Bernd Bertsche IMA der Universität Stuttgart

Reliability Test Planning by Means of a Valve Sealing

In this paper we present the reliability demonstration test of a valve sealing. First we determine the necessary sample-size to obtain the claimed reliability targets. Therefore we use the Binomial distribution. Furthermore we describe the influence of failures on the random sampling and we introduce a possibility to reduce the necessary sample-size.

Zuverlässigkeitstestplanung am Beispiel einer Ventilabdichtung

Im Beitrag wird die Testplanung zum Nachweis der Zuverlässigkeitsvorgabe einer Ventilabdichtung aufgezeigt. Wesentliche Frage bei der Planung der Prüfläufe ist die erforderliche Anzahl an Probanden. Der notwendige Stichprobenumfang wird mittels der Binomialverteilung ermittelt. Des Weiteren wird der Einfluss von Ausfällen auf den Stichprobenumfang erläutert und eine Möglichkeit zur Reduktion des Stichprobenumfangs beschrieben.

A 12

Dipl.-Ing. Rainer Magister, Festo AG & Co. KG, Esslingen

Development of Simulation Techniques for the Calculation of Sealings at a Pneumatic Manufacturer

The demands on new pneumatic products increase steadily. To meet these demands the simulation of many components and especially of pneumatic sealings is inevitable. For this purpose the Finite Element Method is very suitable. The development

Entwicklung der Simulationstechnik zur Berechnung von Dichtungen bei einem Pneumatikhersteller

Um den ständig wachsenden Anforderungen an pneumatische Produkte nachzukommen, ist die Simulation vieler Einzelkomponenten und insbesondere der Dichtungen unumgänglich. Die Finite Elemente Methode ist ein geeignetes Mittel dafür. Im

of the application of this method over the past 15 years is presented in this paper together with some illustrating examples.

vorliegenden Beitrag wird die Entwicklung der Anwendung dieser Methode im Verlauf der vergangenen 15 Jahre dargestellt und an Beispielen veranschaulicht.

A 13

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

Boosting Efficiency in Valve Development through Selective Component Testing

Selective automated tests during product development help reduce development times. A test rig is presented for the investigation of seals under dynamic loads individually under controllable conditions close to reality (pressure, speed, temperature, paired contact surface, lubrication state). This rig in conjunction with special test adapters allows specific endurance tests in advance of or parallel to actual product development.

Effizienzsteigerung in der Ventilentwicklung durch zielgerichtete Bauteilversuche

Durch zielgerichtete Nutzung automatisierter Tests im Rahmen der Produktentwicklung lassen sich Entwicklungszeiten reduzieren. Dazu wird ein Prüfstand zur Untersuchung von dynamisch beanspruchten Dichtungen vorgestellt, mit dessen Hilfe Dichtungen als Einzelkomponente unter realitätsnahen, kontrollierbaren Randbedingungen (Druck, Geschwindigkeit, Temperatur, Gegenlauffläche, Schmierzustand) untersucht werden können. In Verbindung mit speziellen Versuchsadaptern ist es möglich, spezifische Dauerlaufuntersuchungen im Vorfeld oder parallel neben der eigentlichen Produktentwicklung durchzuführen.

A 14

Dr. Emily Ho, BHR Group Limited, Cranfield, Bedfordshire, UK

Life Performance Software Prediction of Elastomer Seals Used in Fluid Power Machinery

Life Prediction software is available to predict long term elastomer seal life, and their performance during transient conditions. This paper describes two cases in which finite element software is used to assist the selection of the seals and maintenance schedules for fluid power machinery. Seal deterioration in the spare components stored in air, or with hydraulic oil, are also modelled.

Berechnungsprogramme zur Vorhersage des Langzeitverhaltens elastomerischer Hydraulikdichtungen

Um die Lebensdauer von Elastomerdichtungen und das Verhalten bei instationären Betriebsbedingungen vorherzusagen, sind spezielle Berechnungsprogramme verfügbar.

Dieser Vortrag beschreibt zwei Fälle, in denen Finite Element Software benutzt wird, um die Auswahl von Dichtungen und die Planung ihrer Instandhaltung zu unterstützen. Außerdem wird der Alterungsprozess von Dichtungen in Ersatzteilen an Luft oder in Hydrauliköl modelliert.

A – Session 6: Reciprocating Seals (Hyd./Pneu.)**A – Session 6: Translatorische Dichtungen (Hyd./Pneu.)**

A 15

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

Influence of Hard-chrome Plated Rods on Sealing Behaviour of Hydraulic Seals

The rod surface treatment, roughness and structure has a major impact on friction, leakage and wear of

Beitrag zum Einfluss von Hartchrom-Kolbenstangenbeschichtungen auf das Betriebsverhalten von Hydraulikstangendichtungen

Die Geschichte einer hart-verchromten Kolbenstange kann einen ausgeprägte Einfluss auf das

rod seals in hydraulic rod sealing applications. The seal behaviour depends also from the history of rod surface treatment and structure. For example, if new seals were installed on a rod surface, which has been smoothed during a long period of use, it could be detected, that the seals can fail much faster compared due the first seal set-up. Internal tests have also shown that there are alternative surface coatings available for piston rods, which are less influenced by long term uses and therefore basically suitable for use in standard hydraulic rod sealing systems. Nevertheless, industrial users should always consult with the seal supplier to assure the compatibility of the "partnering" elements involved, i.e. the seal, rod surface coating and lubrication.

Dichtungsverhalten im Hinblick auf Reibung, Leckage und Lebensdauer haben. In internen Dauerlauf- und Kurzzeit-Versuche wurden diese Einflüsse auf unterschiedlichste DichtungsbaufORMen untersucht und auch mit Ergebnissen von alternativen Kolbenstangenoberflächenbeschichtungen verglichen.

A 16

Dr. rer. nat. Gerhard Streit, Dr.-Ing. Manfred Achenbach, Parker Hannifin GmbH, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen

Tribology of Elastomeric Seals for Pneumatic Systems

The objective of this paper is the treatment of the dry friction phenomenon of an elastomeric seal against rough and rigid mating surfaces by mathematical modelling on physical bases. It became obvious that elastomers show a different frictional behaviour than all other structural material (e.g. metals). The Coulomb-friction law that adequately describe the frictional behaviour of metals is no longer valid for elastomers. In this paper an attempt is made to cast common ideas on physical properties of elastomers into a proper mathematical model for seal friction.

Reibung von elastomeren Dichtungen in der Pneumatik

Das Ziel dieser Arbeit ist das Phänomen der Trockenreibung elastomerer Dichtungen gegen raue starre Kontaktflächen unter Verwendung physikalischer Grundlagen mathematisch zu modellieren. Es ist bekannt, dass das Reibungsverhalten von Gummi anders ist als das von gewöhnlichen Konstruktionswerkstoffen (z.B. Metallen). Das Modell der Coulomb-Reibung, welches das Reibungsverhalten dieser Werkstoffe adäquat beschreibt, ist für Gummi ungeeignet. In dieser Arbeit wird der Versuch unternommen, die besonderen Reibungseigenschaften mit den bekannten thermomechanischen Eigenschaften von Gummi zu erklären und in ein passendes mathematisches Modell zu gießen.

A 17

Holger Jordan, Dr. Ulrich Frenzel, Busak + Shamban GmbH, Stuttgart

PTFE Rod Seal with High Pressure Relief Technology

There are a lot of parameters that influence the performance of a rod seal in several directions.

Media, surface, temperature, velocity and velocity ratio or deflection of the rod limit the performance range of a rod sealing system.

In a sealing system a pressure can be built up between single elements of the system which than can influence for example the friction behaviour or even lead to a important distruction of the sealing system.

With high pressure relief technology it is possible to relief a trapped pressure between single elements.

Verbesserte Stangenabdichtung durch Druckentlastungstechnologie

Das Umfeld einer Stangendichtung hat viele Parameter, die das Verhalten der Dichtungen in vielerlei Richtungen beeinflussen können.

Druckmedien, Gegenauflflächen, Temperaturen Geschwindigkeiten und Geschwindigkeitsverhältnisse oder Stangenauslenkungen begrenzen die Einsatzgrenzen der Systeme auch in abhängiger Wechselwirkung untereinander.

In einem Stangendichtsystem kann sich bedingt durch ungünstige Betriebsbedingungen ein Druck zwischen einzelnen Elementen des Dichtsystems aufbauen, der dann zu störenden Effekten wie Reibkraftanstieg bis hin zum Totalausfall der Abdichtung führt.

Mit der Druckentlastungstechnologie ist es möglich einen entstandenen Druck zwischen einzelnen Dichtelementen zu entspannen.

A 18

Dipl.-Ing. Martin Goerres, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hubertus Murrehoff, IFAS der RWTH Aachen

Thin Film Measurement by Interference and Fluorescence Method

In the research presented in this paper, the possibility to measure the film thickness of the oil dragged out under rod seals is investigated. For that purpose the interference- and fluorescence-methods, measuring methods to carry out online-measurement straight at the test rig, are examined. The applicability to the demanded application area is investigated in basic tests with the help of the spin-coating-method.

Schmierfilmdickenmessung mit Hilfe der Interferenz- und Fluoreszenzmethode

Im Rahmen der im Beitrag präsentierten Arbeiten wird untersucht, ob die Möglichkeit besteht, die Filmdicke des von Lineardichtungen ausgeschleppten Öles zu ermitteln. Dazu werden mit dem Interferenz- und dem Fluoreszenzverfahren zwei Messverfahren untersucht, mit denen eine Online-Messung direkt am Prüfstand durchgeführt werden soll. Die Eignung für den geforderten Einsatzbereich wird mit Hilfe des Spin-Coating-Verfahrens in Grundlagenversuchen untersucht.

A – Session 7: Reciprocating Seals (Hyd.)

A – Session 7: Translatorische Dichtungen (Hyd.)**A 19**

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

Wear at Polyurethane Hydraulic Rod Seals

Today's hydraulic rod seals work without leakage at new condition, but during operation the seals change and therefore leakage can occur. To achieve a leakage free sealing for a long time these changes must be considered in the seal design. This paper describes the changes of polyurethane lip seals during operation.

Verschleiß an Hydraulikstangendichtungen aus Polyurethan

Heutige Hydraulikstangendichtungen arbeiten im Neuzustand leckagefrei, jedoch im Betrieb verändern sich die Dichtungen, wodurch Leckage auftreten kann. Um möglichst lange leckagefrei abzudichten, müssen diese Veränderungen bei der Gestaltung der Dichtung einbezogen werden. Dieser Beitrag beschreibt im Betrieb auftretende Veränderungen von Polyurethan-Nutringen.

A 20

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

Characterization of the Wear and Leakage Behaviour of Composite Seals made from Polyurethane and PTFE

This paper deals with the leakage and wear characteristics of composite seals made from polyurethanes and various PTFE compounds. Seals were tested on a reciprocating test-rig and characterized by static creep testing and light and electron microscopy. Results show totally different leakage and wear properties not only between the urethane and PTFE seals but also within the PTFE compounds of similar composition.

Verschleißmechanismen und Leckageverhalten von Verbunddichtungen aus Polyurethan- und PTFE-Werkstoffen

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Leckage- und Verschleißeigenschaften von Gleitdichtungen aus PTFE- und Polyurethanwerkstoffen. Die Dichtungen wurden mit einem Hydraulikdichtungs- und einem Kriechprüfstand getestet, die Untersuchung der Verschleißzonen erfolgte mit Licht- und Elektronenmikroskopie. Insbesondere zwischen den Polyurethan- und PTFE-Werkstoffen wurden signifikante Unterschiede im Leckage- und Verschleißverhalten festgestellt, aber auch innerhalb der PTFE-

Compounds wurden gravierende Unterschiede gemessen.

A 21

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

A Friction Model for Seals in Reciprocating Hydraulic Cylinder Systems

Dynamical seals, like rod seals, create friction, which may affect the precision working of the cylinder movement. Therefore the problem of stick-slip motion must be solved. The contact between rod and rod seal as well as the contact of piston seal and cylinder wall create friction which must be surmounted when motion starts and continues. The present paper provides a contribution to the improvement of understanding seal friction and its feedback on the state of motion of whole system.

Ein Dichtungsreibungsmodell für Hubbewegungen in hydraulischen Zylindern

Dynamische Dichtungen, wie z.B. Stangendichtungen erzeugen Reibung, welche die Positionsgenauigkeit einer Hubbewegung beeinträchtigen können. Dabei muss das Problem des Rückgleitens beherrscht werden. Die Kontakte zwischen Stange und Stangendichtungen sowie zwischen Kolbendichtungen und Zylinder erzeugen Reibung, die bei der Bewegung des Zylinders überwunden werden muss. Der Aufsatz soll einen Beitrag zur Verbesserung des Verständnisses der Dichtungsreibung und ihrer Rückwirkung auf das Gesamtsystemverhalten liefern.

B – Session 2: Static Seals

B – Session 2: Statische Dichtungen

B 1

Dipl.-Ing. Wolfgang Schmidt-Aursch, Dipl.-Ing. Stefan Reinhardt, Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haas, IMA der Universität Stuttgart

Static Gaskets in the Course of Time: Paper Gaskets, Metal Gaskets and Liquid Sealants at Mechanical, Automotive and Plant Engineering

At mechanical engineering, automotive engineering and plant construction the surface sealants are widespread in the area of static sealing technology. In due to the wide range of use they have to withstand various mechanical, chemical and thermal loads. That's the reason why surface gaskets exists in different materials, shapes and types. Therefore a total viewing about the gasket joint for an reliable sealing is absolutely necessary.

Statische Flächendichtungen im Wandel: Weichstoff-, Metall- und Flüssigdichtungen im Maschinen-, Fahrzeug- und Anlagenbau

Die zur statischen Dichtungstechnik gehörenden Flächendichtverbindungen sind im Maschinen-, Fahrzeug- und Anlagenbau sehr weit verbreitet. Auf Grund ihres vielfältigen Einsatzes sind sie unterschiedlichsten mechanischen, chemischen und thermischen Belastungen unterworfen. Demzufolge gibt es Flächendichtungen in den verschiedensten Werkstoffen, Formen und Ausführungen. Für eine zuverlässige und betriebssichere Abdichtung ist eine ganzheitliche Betrachtung der Dichtstelle und eine sorgfältige Dichtungsauswahl unerlässlich.

B 2

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

20 Years O-Ring Standard DIN 3771

The actual issue of the German O-Ring Standard DIN 3771 is valid since December 1984 (Part 1 to 4) respectively November 1983 (part 5) and has displaced the previous Standard DIN 3770. The lecture will debate the benefit of this standard for user of the machine industry and will make some proposals,

20 Jahre O-Ring Norm DIN 3771

Die aktuell gültige O-Ring Norm DIN 3771 ist seit Dezember 1984 (Teile 1 bis 4) beziehungsweise November 1983 (Teil 5) gültig und hat die Vorgängernorm DIN 3770 abgelöst. Der Vortrag setzt sich kritisch mit dem Nutzen der Norm für Anwender aus dem Bereich des Maschinenbaus auseinander

how the benefit of this standard could be improved.

und macht konkrete Vorschläge, wie Anwender wesentlich stärker von einer Standardisierung von O-Ringen profitieren könnten.

B 3

Dipl.-Ing. Eckart Gühne, Dipl.-Ing. Anton Parzefall, Dichtungstechnik Wallstabe & Schneider GmbH & Co. KG, Bogen

Economical Design of Static and Dynamic Seals for Large Tolerances

Leak-proof against fluids at all temperatures and pressures over the lifetime of the components – these basic requirements are a challenge for the rubber chemists and rubber designer, in particular because of the cost pressure. Additional requirements on the seals are the compensation of large tolerances, easy assembling and optical identification. Two examples – the substitution of a serial part and the development of a new seal – will show, how to solve apparent unsolvable demands to the customers satisfaction.

Kostengünstige Auslegung statischer und dynamischer Dichtungen für große Toleranzen

Dicht gegenüber den Betriebsmedien bei allen Einsatztemperaturen und – drücken über die Aggregatlebensdauer – das sind Grundforderungen, die die Gummi-Chemiker und Gummi-Konstrukteure insbesondere durch den Kostendruck bereits herausfordern. Zusätzliche Anforderungen an die Dichtungen sind die Überwindung extremer Toleranzen, leichte Montierbarkeit, und optische Erkennung. An zwei Beispielen – der Substitution eines Serienteils und einer Neukonstruktion – soll gezeigt werden, wie über Versuche scheinbar unlösbare Forderungen zur Kundenzufriedenheit realisiert wurden.

B – Session 3: Static Seals

B – Session 3: Statische Dichtungen

B 4

Dr.-Ing. Jürgen Reinemuth, Pfaudler Werke GmbH, Schwetzingen

Innovative Flange Gaskets for Glasslined Equipment

The paper describes the current state of technology for gaskets for glasslined nozzles on reactors up to DN 400 and describes a new gasket concept. This concept is based upon the optimization of the gasket technology according to DIN 28148 for glasslined reactors according to DIN 28136-1. The current, three piece insert is been replaced by a one-piece compound structure. This concept has advantages in operation and handling, compared to the existing gasket concept.

Neuartige Flachdichtungen für emaillierte Behälter

Der Beitrag stellt den Stand der Technik bei Flachdichtungen für emaillierte Stutzen bis DN 400 dar und beschreibt ein neues Dichtungskonzept. Dieses Dichtungskonzept beruht auf einer Optimierung des Flachdichtungskonzeptes nach DIN 28148 für emaillierte Rührbehälter nach DIN 28136-1 /1/, indem die bisher dreiteilige Dichtungseinlage durch ein einteiliges Verbundsystem ersetzt wird. Dieses Konzept weist gegenüber der bekannten Wellringausführung Vorteile im Betrieb und bei der Handhabung auf.

B 5

Matthias Keck, Dr. Ulrich Frenzel, Busak + Shamban GmbH, Stuttgart

Sealing Concept for Static Sealing of High Pressure

The new developed high pressure seal for static sealing of pressures up to 400 MPa is a two component seal. Due to its properties and small size the High Pressure Seal is particularly applicable for the new Common Rail Seal Injection Systems. It is a bonded seal comprising a I-shaped metal ring for

Dichtungskonzept zur statischen Abdichtung von hohem Druck

Die neuentwickelte Hochdruckdichtung ist eine 2-Komponenten-Dichtung zur statischen Abdichtung extrem hoher Drücke bis 400 MPa. Aufgrund ihrer Eigenschaften und der kleinbauenden Ausführung ist die Hochdruckdichtung insbesondere für die neuen Hochdruck-Kraftstoffeinspritzsysteme (z.B.

anti extrusion and an elastomer section for the sealing function. The L-shaped metal ring closes the gap on the low pressure side of the housing and therefore prevents the elastomer section from extrusion. The soft elastomer part even seals on surfaces with relatively rough surface quality. The High Pressure seal can be easily assembled onto the shaft or into the housing without interference between the shaft or housing and the metal ring, which ensures a damage free assembly process. During the first pressurisation the metal ring will be deformed against the housing using the Elastomer as a hydraulic medium. This calibration process completely closes the gap on the low pressure side of the housing. This sealing concept enables a cost effective design of the seal groove environment.

Common Rail) geeignet. Die Hochdruckdichtung ist ein Verbundteil, bestehend aus einem Stahlteil mit L-förmigem Querschnitt (Stützfunktion) und einem Elastomerteil (Dichtfunktion). Das L-förmige Stahlteil deckt den druckabgewandten Gehäusespalt ab und verhindert dadurch Extrusion der Elastomer-Dichtung. Der weiche, gummielastische Dichtbereich bewirkt eine gute Feindichtheit bei geringen Anforderungen an die Bearbeitung der Gegenflächen. Die Dichtung kann im Anlieferzustand lose auf das abzudichtende Teil aufgeschoben werden. Damit ist eine einfache und beschädigungsfreie Montage gewährleistet. Mit der ersten Druckbeaufschlagung wird das Stahlteil gegen das abzudichtende Teil gepresst und verformt sich plastisch. Nach dieser „Selbstkalibrierung“ ist die Dichtungsanordnung spaltfrei. Die Hochdruckdichtung ermöglicht eine besonders kostengünstige Gestaltung der Konstruktionsumgebung.

B 6

Friedrich-Wilhelm Jülicher, Ohrmann Montagetechnik GmbH, Möhnsee

Sealing Ring Installation Using Manual, Semi-automatic and Fully Automatic Mounting Systems

Automated sealing ring installation demands close cooperation between the sealing ring manufacturer, the user and the supplier of the mounting equipment. The use of adapted, optimum technology for the different installation and feed situations guarantees faultless results. At the same time the article offers a glimpse at the different material properties and the possible impact of these on the assembly technology.

Dichtringmontage mit manuellen, halbautomatischen und vollautomatischen Montageanlagen

Automatisierte Dichtringmontagen verlangen die enge Zusammenarbeit von Dichtungshersteller, Anwender und dem Lieferanten der montagetechnischen Einrichtung. Der Einsatz angepasster, optimaler Technik bei den unterschiedlichen Einbau- und Zuführsituationen gewährleistet hier einwandfreie Ergebnisse. Gleichzeitig öffnet der Beitrag den Blick auf die unterschiedlichen Materialeigenschaften und deren mögliche Auswirkungen auf die Montagetechnik.

B 7

Dipl.-Ing. Ibrahim Kar, Prof. Dr.-Ing. Horst Idelberger, Institut für Konstruktion der Universität Siegen

Analysis of Sealing Behaviour of Sealings Used in Fuel Pipe Systems

O-Ring sealings made of fluorelastomer are used in connectors to join fuel pipe systems. The aim is to analyse the sealing behaviour regarding types of leakage with combining and tuning of numeric and experimental investigations. The sensible combination of both methods provides opportunities to conduct a more efficient development process.

Analyse des Abdichtverhaltens von Dichtungselementen in Kraftstoffleitungssystemen

In Verbindungselementen von Kraftstoffleitungssystemen kommen O-Ring-Dichtungen aus Fluorelastomeren zum Einsatz. Anhand eines Ansatzes, der numerische und experimentelle Untersuchungen miteinander verzahnt und aufeinander abstimmt, gilt es das Abdichtverhalten bezüglich der Leckagearten zu analysieren. In der sinnvollen Verknüpfung beider Verfahren bieten sich Möglichkeiten den Entwicklungsprozess effizienter zu gestalten.

B – Session 4: Sealing Materials**B – Session 4: Dichtungswerkstoffe****B 8**

Dr. rer. nat. Nicolas Berger, Dr. rer. nat. Ralf Kellner, Dipl. Ing. Klaus Voigt Festo AG & Co. KG, Esslingen

Influence of Biodegradable Compressor Oils on Pneumatic Seals

This article deals with the effects of ester-based compressor oils on elastomeric sealing materials in pneumatics. It is sufficiently known that the contact of many environmentally acceptable lubricants with NBR and HNBR causes substantial changes in volume and material properties of the elastomers.

We describe both experimental and theoretical methods that can be used for the evaluation of the contamination of pneumatic systems with such lubricants.

Einfluss esterhaltiger Kompressorenöle auf Pneumatikdichtungen

Dieser Beitrag befasst sich mit der Auswirkung von esterhaltigen Kompressorenölen auf elastomere Dichtwerkstoffe in der Pneumatik. Es ist hinlänglich bekannt, dass der Kontakt vieler umweltfreundlicher Schmierstoffe mit NBR und HNBR erhebliche Volumen- und Eigenschaftsänderungen bei den Elastomeren hervorruft.

Beschrieben werden sowohl experimentelle als auch theoretische Methoden, die zur Beurteilung der Kontamination von pneumatischen Systemen mit solchen Schmierstoffen verwendet werden können.

B 9

Dr. rer. nat. Jürgen Braun, FUCHS EUROPE Schmierstoffe GmbH, Mannheim

Elastomer Compatibility Requirements in Industrial Gear Oil Specifications

Among modern gear oil specifications only DIN 51517, SEB 181 226 and Flender contain precise elastomer compatibility requirements. SRE-NBR 1 and SRE-NBR 28 behave different in regard to ultimate elongation and can deliver only indications for the behaviour of commonly used elastomers with lubricants. The limit for the ultimate elongation of SRE-NBR 28 in DIN 51517 approximates the typical behaviour of common industrial gear oils and should be revised. The widely spread commonly used elastomer 72 NBR 902 exhibits unexpected seal shrinking instead of moderate swelling. The limit for volume shrinking in the Flender Specification should be revised. Industrial gear oils based on synthetic esters can show excellent seal compatibility with commonly used NBR and FKM elastomer types.

Elastomerverträglichkeitsanforderungen in Industriegetriebeöl-Spezifikationen

Unter den modernen Industriegetriebeölspezifikationen enthalten nur die DIN 51517, die SEB 181 226 und die Flenderspezifikation konkrete Elastomerverträglichkeitsanforderungen. SRE-NBR 1 und SRE-NBR 28 verhalten sich bzgl. der Bruchdehnung unterschiedlich und können nur Indikationen für das Verhalten von Gebrauchselastomeren gegenüber Schmierstoffen liefern. Der Grenzwert für die Bruchdehnung von SRE-NBR 28 in der überarbeiteten DIN 51517 liegt im Bereich marktüblicher Industriegetriebeöle und muss daher überarbeitet werden. Der weit verbreitete Werkstoff 72 NBR 902 zeigt eine deutliche Tendenz zum Schrumpfen statt der erwarteten moderaten Quellung. Der entsprechende Grenzwert der Flenderspezifikation sollte überarbeitet werden. Ein Industriegetriebeöl auf Basis eines synthetischen Esters zeigt im Vergleich zu Mineralöl und PAO basierenden Ölen eine deutlich bessere Elastomerverträglichkeit mit NBR und FKM Werkstoffen.

B 10

Dipl. Ing. (FH) Tanja Schardt, Dipl. Ing. (FH) Rainer Kreiselmaier, Dipl. Ing. (FH) Martin Bescher, Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim,

Chemiluminescence – Characterisation of Oxidative Aging-behaviors of Sealing Materials

An important factor for the limitation of durability is the oxidation resistance, i.e. the resistance of sealing materials and applied lubricants against the at-

Chemilumineszenz – Charakterisierung des oxidativen Alterungsverhaltens von Dichtwerkstoffen

Ein wesentlicher Faktor für die Begrenzung der Einsatzdauer ist oft die Oxidationsstabilität, d.h. der Widerstand von Dichtungsmaterialien und einge-

tack of oxygen. The selection of materials and their anti-degradants has to be proved regarding oxidative properties.

The presentation shows some results from ageing-tests of rubbers and other applicability, like lubricants. Applications of damage analysis and material development will complete the presentation.

setzten Schmierflüssigkeiten gegen den Angriff von Sauerstoff. Werkstoffauswahl und Additivierung müssen hinsichtlich dieses Punktes überprüft werden.

Im Vortrag werden Chemilumineszenzergebnisse aus Alterungsuntersuchungen an Elastomeren vorgestellt und weitere Anwendungsmöglichkeiten wie z. B. für Schmierstoffe aufgezeigt. Anwendungen im Bereich der Schadensanalyse und der Werkstoffentwicklung schließen den Vortrag ab.

B – Session 5: Sealing Materials

B – Session 5: Dichtungswerkstoffe

B 11

Richard J. Pazur, Jon Bielby, Urban Dinges, Bayer Inc., Sarnia, Ontario, Canada
Speaker: **Dr. Hans Magg**, Bayer MaterialScience AG, Leverkusen

Continuous Compressive Stress Relaxation of Elastomers used in Engine Sealing Applications

This presentation discusses the use of continuous compression stress relaxation (CCSR) as a benchmarking tool in differentiating sealing retention capabilities of a series of typical automotive engineering elastomers. Hydrogenated acrylonitrile butadiene rubber (Therban® HNBR) possesses an excellent combination of physical properties (high tensile strength) as well as heat and oil resistance. This unique combination of high strength and aging resistance leads to excellent sealing force retention in engine oils. The effects of aeration versus non-aeration on the elastomer compounds will be shown and contrasted. Finally, this presentation will shed more light into the understanding of CCSR testing and its use as a criterium for engine sealing in the automotive industry.

Kontinuierliche Druck-Spannungsrelaxation für Elastomere in Dichtungen

In diesem Vortrag wird die kontinuierliche Druck Spannungsrelaxation (CSR = Continuous compression stress relaxation) als Mittel zur Bewertung typischer Spezialelastomere für Dichtungen behandelt.

Hydrierter Nitrilkautschuk zeichnet sich durch hohe Niveau der physikalischen Eigenschaften, gute Wärmealterungsbeständigkeit und gute Ölbeständigkeit aus. Die einzigartige Druckeigenschaftskombination aus Hitze- und Ölbeständigkeit ist der Grund für das ausgezeichnete Rückstellvermögen in Motorölen.

Der Einfluß von Ölen, die mit Luft gesättigt wurden und solchen die unter Luftausschluß geprüft wurden gezeigt wird.

Schließlich ist es das Ziel der Darstellung zum Verständnis des SCR Tests für Dichtungen in der Automobil- und Maschinenindustrie beizutragen.

B 12

Dipl. Ing. (FH) Rainer Kreiselmaier, Dr. Klaus Beck, Dipl.- Ing. (FH) Martin Bescher, Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim
Dr. Volker Peterseim, Dr. Ernst Osen, Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik KG, Weinheim

Permeation through Elastomeric Seal Materials – Basics – Material Properties – Development Trends

Considering permanently increasing demands for seal materials, and because of specifications becoming stricter all the time it is absolutely necessary to deal intensively with the topic permeation of media through elastomeric materials.

The article deals with material properties of different elastomer. The influence of the temperature, of the

Permeation elastomerer Dichtungswerkstoffe – Grundlagen – Werkstoffeigenschaften – Entwicklungstrends

Ständig steigende Anforderungen an Dichtungsmaterialien und immer enger gefaßten Spezifikationen machen es zwingend notwendig, sich intensiv mit dem Thema Permeation von Medien durch Elastomere auseinanderzusetzen. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Grundlagen des Permeationsprozesses und Techniken, um die Permeation von

type of elastomer, of the concentration of filler within the compound and of the type of gas permeating through the elastomer is discussed.

Flüssigkeiten und Gasen meßtechnisch zu erfassen. Materialeigenschaften und Einflußgrößen, wie Temperatur, Polymertyp, Füllgrad und Medium auf den Permeationskoeffizienten werden betrachtet und die Möglichkeit der Fertigteilprüfung aufgezeigt.

B 13

Dr.-Ing. Manfred Achenbach, Parker Hannifin GmbH, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen

On the Permeation and Swelling of Rubber and the Effects on the Resulted Mechanical Behaviour of Seals Analysed by Means of Finite Element Methods

Within this paper we present a model which is capable to simulate the sorption as well as the swelling process observed during operation of an elastomeric sealing element. Finite-element-method and non-linear rubber elasticity theory are used as well and because of the diffusion problem encountered during service a fully coupled model is applied. More specifically, the analysis is based on physico-chemical modelling and relies on the kinetic theory of rubber elasticity.

Zur Permeation und Quellung von Gummi und die Auswirkungen auf die Eigenschaften von Dichtungen

In dieser Arbeit wird ein Modell vorgestellt, welches in der Lage ist den Quellvorgang in Gummidichtungen unter Einsatzbedingungen zu beschreiben. Mit der Finite Elemente Methode wird die nichtlineare Gummielastizität und das Diffusionsproblem zu einem gekoppelten Problem verbunden. Die Analyse bewegt sich auf der Grundlage allgemeiner physiko-chemischer Modellvorstellungen in Verbindung mit der kinetischen Theorie der Gummielastizität.

B 14

Dr. Wei Li, Simon Mays, Trelleborg Sealing Solutions, Ashchurch, Tewkesbury, UK

Temperature Effects on Elastomeric Seals Using the Finite Element Method

In this paper, the analysis of the temperature effects on material constants of elastomeric material is presented and the non-linear finite element method is employed in the analysis. A FEM analysis of a standard rectangular seal with and without pressure was carried out at various temperatures to study the effects on sealing performance.

Finite-Elemente-Modellierung des Temperatureinflusses auf elastomere Dichtungen

Diese Veröffentlichung zeigt die Ergebnisse einer FEM-Berechnung eines Elastomers mit nicht linearem Materialverhalten unter Temperatureinfluss und deren Auswirkung auf die Konstanten des Materials. An Hand der Geometrie einer rechteckigen Dichtung wurde der Einfluss auf die Dichtwirkung bei verschiedenen Temperaturen im drucklosen Zustand und bei Druckbeaufschlagung untersucht.

B – Session 6: Sealing Materials

B – Session 6: Dichtungswerkstoffe

B 15

Dr.-Ing. Manfred Achenbach, José Duarte, Parker Hannifin GmbH, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen

On the Determination of the Elastic Properties of Rubbery Sealing Materials with and without Influence of Friction

This paper gives a review of rubber elasticity and comments on both of the important sources of the theory of rubber elasticity the molecular and phenomenological. It turns out that the molecular or kinetic theory of rubber elasticity – despite of its great advantage to explain physical properties – is deficit

Zur Bestimmung der elastischen Eigenschaften von gummiartigen Dichtungsmaterialien mit und ohne Reibungseinfluss

Diese Arbeit gibt einen Überblick über die Gummielastizität und motiviert die elastischen Eigenschaften ausgehend von zwei recht unterschiedlichen theoretischen Ansätzen, nämlich der molekularen und phänomenologischen Theorie. Es zeigt sich, dass die molekulare oder kinetische Theorie

and do not agree in all details with the observed mechanical properties of rubbery (sealing) materials. On the other hand the phenomenological theory provides a more flexible framework to consider divers mechanical properties of sealing components.

unzureichend ist, da sie nicht in der Lage ist alle Eigenschaften zu beschreiben – obwohl sie andererseits gute Dienste leistet, wenn es um physikalischen Erklärungen geht. Die phänomenologische Theorie andererseits liefert einen flexiblen Rahmen zur Beschreibung diverser Eigenschaften gummiartigen Dichtungsmaterialien.

B 16

Dr.-Ing. Claudio Cattivelli, Robertus Hoogenboom, Moncef Allagui, Heroflon Srl, Collebeato, Italy

Innovative PTFE Compound for Sealing Elements with Extremely Low Wear Behaviour against Aluminum Counterpart Surfaces

In most common Power train assembly and Automatic transmission housings, Aluminum is more and more taken into account as a candidate for its light weight, design and process improvement possibilities.

This metal though, has an inherent poor wear resistance when counterfacing sealing elements made of syntetic materials which should whitstand at the same time high temperature, high pressure and gap extrusion. The research shows in details the improvements achieved with the development of a real innovative PTFE compound, in terms of low wear and low friction behaviour of the sealing element itself as well as for the aluminum counterpart surfaces in order to avoid leakage problems.

Innovatives PTFE-Compound für Dichtungselemente mit sehr niedrigem Verschleiß gegen Aluminium-Gegenauflflächen

Aluminium wird, wegen seines niedrigen Gewichts und der Möglichkeit zur Verbesserung der Konstruktionen und Verarbeitungsprozesse, immer mehr für Baugruppen der Kraftübertragung und für Automatikgetriebegehäuse eingesetzt.

Dieses Metall hat jedoch eine sehr geringe Verschleißfestigkeit gegenüber Kunststoff-Dichtungselementen, die wiederum hohen Temperaturen, hohem Druck und Spaltextrusion widerstehen sollen.

Diese Untersuchung zeigt die erreichten Verbesserungen mit einem sehr innovativem PTFE-Compound hinsichtlich Verschleiß und Reibungskoeffizient, sowohl für dieses Compound selbst als auch für die Aluminium-Gegenauflfläche, um Leckagen zu vermeiden.

B 17

Erik Peters, Dyneon GmbH & Co KG, Burgkirchen

PTFE and Modified PTFE Compounds for Sealing Applications

To overcome the two major shortcomings: deformation under load and wear resistance of PTFE (Polytetrafluoroethylene) for sealing applications, special fillers can be added to optimise specific performance profiles.

For the two major seal types: static and dynamic seals, the key properties of a select group of PTFE and TFM (modified PTFE) Compounds will be shown and discussed.

The implementation of the aforementioned system designed to enhance sealing materials comprised of PTFE and/or TFM compounds is detailed within the scope of this presentation.

PTFE- und modifizierte PTFE-Compounds für Dichtungsanwendungen

Um die beiden Einschränkungen, Deformation unter Last und Abriebbeständigkeit, von PTFE (Polytetrafluoroethylene) für Dichtungsanwendungen zu beheben können spezielle Füllstoffe zur Optimierung der Eigenschaften gezielt eingesetzt werden.

Für die beiden Anwendungsfelder im Dichtungsbereich; statische und dynamische Dichtungen werden die Haupteigenschaften am Beispiel einiger PTFE und TFM (modifiziertes PTFE) Compounds beschrieben.

In diesem Vortrag werden Zusammenhänge von Anforderungsprofil und Produkteigenschaften von PTFE und TFM Compounds bei Dichtungsanwendungen ausführlich diskutiert.

B 18

MSc. Dipl.-Ing. (FH) Arif Rochman, Prof. Dr.-Ing. Achim Frick, Kunststofftechnik, Fachhochschule Aalen

Influence of Process Conditions on the Morphology and Properties of TPU Hydraulic Sealing

Nowadays, sealing especially made of TPU materials find various applications in machines and automotive engineering and are important parts for function of complete system. Occurring failure of dynamically loaded sealing leads to function loss or even to total collapse of the complete often quite expensive systems. A proper functionality of the sealing part is determined not only by design aspects but also by the formed morphology inside sealing which depends strongly on moulding process conditions.

Einfluss der Herstellbedingungen auf die Morphologie und Gebrauchseigenschaften von Hydraulikdichtungen aus TPU

Im Maschinen- und Fahrzeugbau finden in bewegten Systemen Formdichtungen, insbesondere aus zähelastischen TPU-Werkstoffen, vielfältigen Einsatz. Ein Ausfall einer dynamisch hochbeanspruchten Dichtung führt zum Funktionsverlust und nicht selten Totalausfall des kompletten, oft teuren Systems. Die Funktionstüchtigkeit einer Formdichtung ist damit wichtig; sie wird durch ihre Konstruktion und wesentlich durch ihre herstellungsbedingte Gefügestruktur bestimmt.

B – Session 7: Rotary Shaft Seals**B – Session 7: Wellendichtungen****B 19**

Dipl.-Ing. Thomas Kletschkowski, Prof.-Dr.-Ing. Uwe Schomburg, Technische Mechanik, Helmut - Schmidt - Universität \ Universität der Bundeswehr Hamburg
Prof. Dr.-Ing. Albrecht Bertram, Inst. für Mechanik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Higher Radial Force in spite of Reduced Tensile Strength

The paper presents numerical investigations on PTFE shaft seals. In order to describe the non-linear material behaviour of PTFE compounds an endochronic viscoplastic material model of the overstress type has been applied.

The results show that PTFE shaft seals (made of glass fibre filled PTFE compounds) can generate a higher radial force than PTFE shaft seals which are made of pure PTFE.

Höhere Radialkraft trotz verringerter Zugfestigkeit

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Anwendung des finiten viskoplastischen KBS-Modells in der FE-Simulation von PTFE-Manschettendichtungen. Insbesondere wird der Einfluss des Glasfasergehaltes auf die Radialkraft und die Presungsverteilung in der Kontaktzone analysiert.

Die Untersuchungen verdeutlichen, warum Manschettendichtungen aus glasfaserverstärktem PTFE infolge des SDE eine höhere Radialkraft erzeugen können als Dichtelemente, die aus reinem PTFE gefertigt wurden.

B 20

Dipl.-Ing. Stefan Meyer, Dr.-Ing., Volkert Martin Wollesen, KT I, Technische Universität Hamburg-Harburg

Tests and Finite-Element Modelling on the Contact between a Rotary Shaft Lip Type Seal and the Shaft in Case of a Dynamic Eccentricity of the Shaft

In case of a dynamic eccentricity of the shaft the sealing lip of a Rotary Shaft Lip Type Seal will be deformed dynamically. For certain conditions (revolution speed, eccentricity) a lift-off of the sealing lip from the shaft occurs. A test principle will be introduced which enables the determination of the lift-off

Versuche und Finite-Elemente-Modellierung zum Kontakt zwischen Radialwellendichtring und Gegenlaufläche bei dynamischer Exzentrizität der Welle

Im Falle eines Unrundlaufs der Welle wird die Dichtlippe eines Radialwellendichtringes (RWDR) dynamisch verformt. Für gewisse Verhältnisse (Wellendrehzahl, Exzentrizität) geschieht ein Abheben der Dichtlippe von der Welle. Es wird ein Versuchsaufbau vorgestellt, mit dem dieses Abheben

of the sealing lip. Furthermore test results will be presented. Finally a 3D-FEM-Model will be introduced which will be used to simulate the dynamic behaviour of the sealing lip.

der Dichtlippe erfasst werden kann und es werden Versuchsergebnisse präsentiert. Schließlich wird ein 3D-FEM-Modell vorgestellt, mit dem das dynamische Verhalten der Dichtlippe simuliert werden kann.

B 21

Dipl.-Ing. Szabolcs Péteri, Prof. Dr.-Ing. Bernd Sauer, Maschinenelemente und Getriebetechnik, Technische Universität Kaiserslautern

A New Method to Detect and Compute the Followability Limit of Lip Seals under Dynamic Conditions

The performance of rotary shaft seals is influenced by the shaft speed, the dynamic load and the temperature-dependent behavior of the viscoelastic elastomer material.

This paper presents experimental and theoretical results of dynamically loaded rotary shaft seals to show the followability limit of the sealing lip. With a new experimental method will be presented the motion of a lip seal under dynamic conditions. The simulation results also show the geometry of the gap between shaft and lip seal.

Möglichkeiten zur Erfassung und Berechnung der Folgefähigkeit der Dichtlippe dynamisch belasteter Radialwellendicht- ringe

Das Dichtverhalten eines Radialwellendichtungs wird durch zahlreiche Parameter beeinflusst: Neben der Wellendrehzahl und der dynamischen Belastung spielt das Temperaturverhalten des viskoelastischen Elastomermaterials eine wichtige Rolle.

Im diesem Beitrag werden sowohl experimentelle als auch Berechnungsergebnisse vorgestellt, um die Folgefähigkeit der Dichtlippe von Radialwellendichtungen unter dynamischer Wellenverlagerung zu untersuchen. Mit Hilfe von experimentellen Untersuchungen kann die Bewegung der Dichtlippe detektiert werden. Die Berechnungen zeigen zudem die zwischen abhebender Dichtlippe und Versuchswelle entstehende Geometrie des Spalts.

C – Session 8: Material Characteristics

C – Session 8: Werkstoffcharakteristik

C 1

Dr. Klaus Beck, Dipl.-Ing. Alexandra Voda, Dipl.-Ing. Martin Bescher, Freudenberg Forschungsdienste KG, Weinheim,
Dr. Michael Viol, Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik KG, Weinheim

Possibilities for the Use of Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NMR) in Rubber Industry

Nuclear Magnetic Resonance (NMR-) Spectroscopy is not only a powerful tool for structural chemical analysis: with less expensive equipment it also allows the determination magnetic relaxation times. The measured relaxation times correlate to chain mobility in compounds. For example the cross link density or the ageing state of polymers can be determined. Needing extremely short measurement times and a very easy sample preparation of only small volumes (roughly 0.06 in³) this method is easy in use, cheap and fast.

The principle of the method is reviewed and the use of NMR in quality control of parts, failure analysis and material research is discussed. An outlook on the future possibilities of NMR in rubber industry is given.

Einsatzmöglichkeiten für Kernspinresonanz (NMR) in der Elastomerindustrie

Kernspinresonanz (NMR) ist nicht nur ein mächtiges Werkzeug bei der Strukturaufklärung in der Chemie - bereits mit weniger aufwendigen und deutlich kostengünstigeren Geräten lassen sich Aussagen über magnetische Relaxationszeiten treffen. Diese Relaxationszeiten korrelieren im Falle von Polymeren mit der Kettenbeweglichkeit des betrachteten Werkstoffs. Daher läßt sich NMR beispielsweise zur Bestimmung der Vernetzungsdichte oder zur Charakterisierung des Alterungszustands polymerer Werkstoffe einsetzen. Die sehr kurze Meßzeit, die völlig unproblematische Probenpräparation, sowie die geringen Probenmengen machen NMR zu einer preisgünstigen und schnellen Prüfmethode.

In diesem Beitrag wird das Funktionsprinzip dieser Prüfmethode dargestellt, sowie Anwendungs-

möglichkeiten von NMR in der Schadensanalyse, Materialentwicklung, Verfahrenstechnik, sowie der Qualitätssicherung diskutiert. Abschließend wird ein Ausblick über zukünftig denkbare Einsatzgebiete von NMR in der Elastomerindustrie gegeben.

C 2

Dr. rer. nat. Gerhard Streit, Dr. Manfred Achenbach, Parker Hannifin GmbH, Prädifa – Packing Division, Bietigheim-Bissingen

Leakage, why just at Low Temperatures?

All Sealing systems on moving parts show the phenomenon of leakage, especially at low temperatures. Temperature and frequency of deformation are the main influencing factors on the elastic behaviour of a sealing system. Therefore it is very important to know the elastic behaviour in the entire range of loading. Computations on the functionality or on service life can only be done, if those data are available.

Leckage, warum gerade in der Kälte?

Bei allen Abdichtungen an sich bewegenden Teilen stößt man auf das Phänomen der Leckage bei tiefen Temperaturen. Temperatur und Verformungsfrequenz sind die Haupteinflussgrößen auf das elastische Verhalten einer Gummidichtung. Deshalb ist es wichtig, dieses Verhalten im gesamten Anwendungsbereich zu kennen. Nur dann kann man, wie hier an einigen Beispielen gezeigt wird, Voraussetzungen über das Funktionieren des Dichtungssystems im Anwendungsbereich machen.
