

Schraubenmaschinen Nr. 10/2002

Neues Kammermodell

Optimierung von Rotorgeometrien

Spaltströmungen, Schraubenrotoren

Schraubenspindel-Vakuumpumpen

Prof. Dr.-Ing. Knut Kauder

Inhalt

Simulation von Rotationsverdrängermaschinen mit Hilfe des Programmsystems KaSim.....	2
Automatisierte Optimierung der Geometrie von Schraubenrotoren, Teil 2	3
Experimentelle Untersuchung der Gasströmung am Hauptrotorgehäusespalt eines ebenen Schraubenmaschinenmodells.....	5
Numerische Strömungsuntersuchung der Gasspaltströmung am Hauptrotor-Gehäusespalt in Schraubenmaschinen	7
Erfahrungen zur Aufladung von PKW-Motoren mit Schraubenladern	8
Untersuchung zur Verbesserung des Füllvorgangs von Schraubenmotoren, Teil 2	9
Die GASSCREW - Experimentelle Ergebnisse zur Verifikation des Simulationssystems, Teil 2	11
Stationäres Betriebsverhalten eines Schraubenmaschinen Lader-Expander Systems für ein automobiles Brennstoffzellenfahrzeug	13
Die einheitliche analytische Darstellung allgemeiner Rotorverzahnungen für Schraubenmaschinen	14
Simulation und Messung des Druckverlaufes am Beispiel einer Schraubenspindel-Vakuumpumpe.....	16
Möglichkeiten der Optimierung des Arbeitsraumes von Schraubenmaschinen ...	18
Anhang	19

You will find the English title and abstract below the respective German section.

ISSN 0945-1870

TU Dortmund – Fachgebiet Fluidtechnik
ehemals Fachgebiet Fluidenergiemaschinen
Schraubenmaschinen Nr. 10/2002

Simulation von Rotationsverdrängermaschinen mit Hilfe des Programmsystems KaSim

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. M. Janicki
erschienen: 2002
in: Schraubenmaschinen Nr. 10, ISSN 0945-1870, S. 5-16,
Universität Dortmund, 2002

Zusammenfassung: Die thermodynamische Simulation von Rotationsverdrängern auf Grundlage eines Kammermodells ist eine anerkannte Methode zur Entwicklung und Analyse dieser Maschinen. Es wird eine verbesserte Methode zur Modellierung von Rotationsverdrängern vorgestellt, die unabhängig vom Maschinentyp dessen stationäres und instationäres Betriebsverhalten abbilden kann. Als Arbeitsfluide können beliebige Gase, Flüssigkeiten oder Gemische verwendet werden. Die Funktionsweise wird am Beispiel einer adiabaten Wälzkolbenpumpe demonstriert. Die Implementation basiert auf objekt-orientierten Paradigmen, um durch eine möglichst hohe Modularität das Simulationsprogramm transparent, wartbar und erweiterbar zu halten.

Title: **Thermodynamic Simulation of Rotary Displacement Machines with the Program KaSim**

Abstract: The thermodynamic simulation of rotary compressors by means of a chamber model is an accepted method for the development and analysis of these machines. The paper presents an improved method for modelling the behaviour of rotary compressors which allows the constant or variable speed operation of any machine type to be simulated. In addition, any kind of gas, liquid or mixture of the two is possible as a working fluid. The successful functioning of the method is demonstrated using an adiabatic roots type compressor. Implementation is based on object-orientated paradigms. The construction of the simulation programme is relatively easy to comprehend, maintain and extend.

Automatisierte Optimierung der Geometrie von Schraubenrotoren, Teil 2

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. M. Helpertz
erschienen: 2002
in: Schraubenmaschinen Nr. 10, S. 17-34, ISSN 0945-1870, Universität Dortmund, 2002

Zusammenfassung: Das in Heft 9 beschriebene stochastische Verfahren zur automatisierten Optimierung von Schraubenrotorprofilen auf der Basis von Béziersegmenten wird hinsichtlich der Abbildungsgüte analytischer Profildarstellungen eingehend untersucht.

Für die Diskussion wird ein Modellprofil vorgegeben, dessen Eingriffslinie bis zur Verschneidungskante reicht und dessen Kopfrundungsöffnung folglich eine Höhe von null besitzt. Anschließend wird das Hautrotorprofil jeweils durch ein numerisch-analytisches sowie durch das bereits beschriebene stochastische Verfahren auf der Basis von Fehlerquadratsummen mit Splines approximiert. Es zeigt sich, dass beide Verfahren mit 12-19 Segmenten in der Lage sind, eine Zahnteilung auf eine maximale Konturabweichung von einigen Hundertstel Millimetern zu approximieren. Zur Vermeidung der Bildung unzulässiger Schleifen innerhalb der Splines ist es jedoch erforderlich, neben der Fehlerquadratsumme weitere Kriterien einzubeziehen, wie etwa die Betrachtung der Tangenrichtungen. Trotz teilweise geringer Konturabweichungen führen Unterschiede der Normalenrichtung approximierter Lösungen zu deutlichen Abweichungen der Eingriffslinie von der analytischen Lösung und zu unzulässigen Gegenflanken. Bei einer Überprüfung der Eingriffsverhältnisse während der Approximation entstehen zwar zulässige Gegenflanken, die Konturabweichungen sind in diesem Fall aber mehrere Größenordnungen schlechter, so dass eine Modifikation des Splinetyps angebracht erscheint.

Title: **Automated Geometry-Optimisation of Rotors of Twin-Screw Compressors, Part 2**

Abstract: Book 9 demonstrated a stochastic method for the automated optimisation of profiles of twin-screw rotors using bézier segments. It will be investigated extensively concerning its approximation quality of analytic curves. First, an analytic profile is constructed providing a contact line, which runs to the cusp. Thus the height of the blow hole gets zero. Then the profile's male rotor is approximated by

splines operating both a numeric-analytical and the demonstrated stochastic method. During the approximation a least square criterion is used. Both methods are able to approximate a profile lobe with 12-19 segments, where the maximum error obtains values of several hundredth of millimeters. In order to prevent the formation of invalid loops within the spline curve it is necessary to consider additional criteria like the tangent directions.

Despite of low contour differences, the errors of the normal directions of the approximated solutions lead to significant errors of the contact line and to invalid conjugated flanks. Checking the meshing conditions during the approximation namely leads to valid conjugated flanks, but the contour errors stay several orders of magnitude worse. Thus a modification of the spline type seems to be adequate.

Experimentelle Untersuchung der Gasströmung am Hauptrotorgehäusespalt eines ebenen Schraubenmaschinenmodells

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. R. Sachs
ersienen: 2002
in: Schraubenmaschinen Nr. 10, S. 35-48, ISSN 0945-1870, Universität Dortmund, 2002

Zusammenfassung: Interne Spaltströmungen in Schraubenmaschinen beeinflussen über das Wärmeübergangsverhalten die Betriebssicherheit und über die Spaltmassenströme die Energiewandlungsgüte der Maschine. Verlässliche Aussagen zu ihrer Betriebssicherheit und eine angestrebte Verbesserung ihrer Energiewandlungsgüte werden durch eine umfassende, realitätsnahe und verifizierte Modellierung der Schraubenmaschine ermöglicht. Wesentlicher Bestandteil dieser Modellierung wird eine numerische Strömungssimulation durch „Computational Fluid Dynamics“ (CFD) sein, die aufgrund der komplexen Strömungsverhältnisse durch experimentell gesicherte Daten zu stützen ist. Das Ziel dieser Arbeit besteht in der Charakterisierung der Strömung am Hauptrotorgehäusespalt eines ausgesuchten ebenen, nicht verschraubten Profilschnitts einer Schraubenmaschine. Für die Untersuchungen mit realen Spalthöhen werden neben dem Einsatz der Toeplerschen Schlierenmethode zur Erzeugung eines umfassenden Strömungsbildes erste Messungen mit einem L2F-Anemometer zum punktuellen Auflösen der Strömungsgeschwindigkeit durchgeführt. Bei der Untersuchung des Hauptrotorgehäusespalt mit unbewegter Spaltberandung zeigt sich in den Schlierenbildern eine in ihrer qualitativen Form vom anliegenden Druckverhältnis abhängige Gasströmung, bei der die Spaltgeometrie entweder direkt die Strömungsgeschwindigkeit beeinflusst, oder die Strömung eingefasst ist in Strömungsablösungen, die sich sowohl geometrie- als auch stoßinduziert ausbilden. Ein Vergleich zwischen den Strömungsgeschwindigkeitsmessungen mit dem L2F-Anemometer mit den Machschen Winkeln in den Schlierenbildern verdeutlicht eine verfälschte Geschwindigkeitsangabe durch eine zu große Masse der in der Strömung befindlichen Tracerpartikel. Die bewegte Spaltberandung hat bei überkritischer Strömung gegenüber den durch Spaltform und anliegendem Druckverhältnis

hervorgerufenen Auswirkungen einen eher geringen, aber vorhandenen Einfluß auf das Strömungsbild.

Title: **Experimental Investigation of the Gas Flow at the Male Rotor Housing Gap of a Plane Screw-Type Machine Model**

Abstract: The internal gas flows in screw-type machines have an effect on their reliability, which is affected by heat transmission behaviour, and their entire energy conversion, which depends to some extent on leakage mass flows. Authoritative statements about the reliability and improved energy conversion of the machines can be made on the basis of a comprehensive, realistic and validated model of the screw-type machine. An essential part of this model is a numerical flow simulation by means of "Computational Fluid Dynamics" (CFD). As a result of the complex flow conditions, the simulation has to be based on an experimental procedure. The aim of the work which has been carried out is the characterisation of the gas flow conditions at the male rotor housing gap/clearance in a selected screw-type machine with a plane non-helical profile. The Toepler 'Schlieren method' is applied in order to obtain a complete picture of the flow field in the working model with real clearances. In addition, initial measurements with an L2F anemometer provide a selective view of the flow velocity. The Schlieren pictures of the gas flow at the male rotor housing clearance with stationary gap boundaries demonstrate that the qualitative profile of the flow depends on the pressure ratio. The flow velocity can be influenced directly by the gap boundaries or flow separations inside the gap. These separations are induced either by the geometry of the boundaries or a shock wave. A falsification of the flow velocity figures is revealed when the results from the L2F anemometer and the Mach angles visible in the Schlieren pictures are compared. The reason for this is that the tracer particles in the gas flow have too great a mass. The influence of the moving gap boundaries on a sonic gas flow compared with the effects of the gap form and the pressure ratio is small but not insignificant.

Numerische Strömungsuntersuchung der Gasspaltströmung am Hauptrotor-Gehäusespalt in Schraubenmaschinen

- Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. D. Stratmann
erschienen: 2002
in: Schraubenmaschinen Nr. 10, ISSN 0945-1870, S. 49-62, Universität Dortmund, 2002
- Zusammenfassung: Arbeitsraumbegrenzende Spaltströmungen beeinflussen signifikant sowohl die Energiewandlungsgüte als auch die Betriebssicherheit und das Betriebsverhalten von Rotationsverdrängermaschinen. Die Untersuchung der Spaltströmungen in Schraubenmaschinen werden mit Hilfe der numerischen Strömungssimulation, Computational Fluid Dynamics (CFD) sowie mit experimenteller Strömungsvisualisierung und Geschwindigkeitsmessungen mittels Laser-Zwei-Fokus-Verfahren durchgeführt. Die numerische Analyse der Gasspaltströmung am Hauptrotor-Gehäusespalt erlaubt eine erste Qualifikation der im Experiment zu beobachtenden Strömungssituation. Turbulenzmodelle der CFD-Software Fluent® werden auf ihre Fähigkeit hin untersucht, die Spaltströmung realitätsnah abzubilden.
- Title: **Numerical Flow Investigation of the Clearance Flow at the Male Rotor Housing Gap in Screw-Type Machines**
- Abstract: The entire energy conversion as well as the operating reliability of positive displacement rotary machines is seriously affected by leakage mass flows. Both computational fluid dynamics (CFD) and experimental flow visualisation, plus velocity measurements with the Layer-Two-Forwarding method are applied to investigate the gas flow in screw-type machines. The CFD-analysis of the gas flow in the male rotor housing gap of a screw-type machine provides a preliminary insight into the flow physics revealed by the experiment. Turbulence models of the CFD software Fluent® are examined with a view to determining their accuracy in reproducing a realistic gap flow.

Erfahrungen zur Aufladung von PKW-Motoren mit Schraubenladern

Titel: Prof. Dr.-Ing. Helmut Pucher und Klaus von Räden
erschienen: 2002
in: Schraubenmaschinen Nr. 10, ISSN 0945-1870, S. 63-74, Universität Dortmund, 2002

Zusammenfassung: Im Rahmen einer mehrjährigen Forschungs Kooperation mit der Universität Dortmund wurde an der Technischen Universität Berlin die Verwendung der Schraubenmaschine als Aufladeaggregat für Fahrzeugdiesel- und Fahrzeugottomotoren untersucht. Dabei kamen neben Prüfstandsläufen die Methoden der Motorgesamtprozess-Simulation zum stationären wie zum dynamischen Motorprozess zum Einsatz. Es wird über Probleme und Chancen dieses Aufladeverfahrens berichtet.

Title: **Experiences on Supercharging Vehicle with Screw-Type Superchargers**

Abstract: In close research cooperation with Dortmund University at the Technical University Berlin various concepts of supercharging SI and diesel vehicle engines with screw-type superchargers have been investigated. Engine testing as well as the methods of overall engine process simulation have been used for investigating the stationary and the dynamic engine operating performance. The paper reports on problems and chances with these particular supercharging techniques.

Untersuchung zur Verbesserung des Füllvorgangs von Schraubenmotoren, Teil 2

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. K. Fost
erschienen: 2002
in: Schraubenmaschinen Nr. 10, ISSN 0945-1870, S. 75-92,
Universität Dortmund, 2002

Zusammenfassung: Die Untersuchung der Einlassdrucksenkung bietet in Verbindung mit der Beurteilung der Spaltverluste während des Füllvorgangs eine Möglichkeit, Rotorgeometrien hinsichtlich ihrer Eignung für den Motorbetrieb anhand von zwei wesentlichen Einflussfaktoren zu bewerten. Für zylindrische Rotoren mit herkömmlicher Gestaltung des Einlassbereiches sind keine Tendenzen für eine wesentliche Verbesserung der Kammerfüllung zu erkennen. Daher werden hier zwei weitergehende Möglichkeiten zur Verbesserung des Füllvorgangs vorgeschlagen und anhand von beispielhaft ausgeführten Varianten näher untersucht. Dies ist zum einen ein Steuerelement im Einlassbereich und zum anderen der Einsatz konischer Rotoren. Während eine Steuerscheibe am Einlass im Wesentlichen eine Verbesserung der Spaltkennzahl bewirkt, führt ein konischer Hauptrotor zu einer deutlichen Verbesserung der Einlasskennzahl. Aufgrund der dargestellten Ergebnisse ist für beide untersuchten Maßnahmen ein positiver Einfluss auf die Kammerfüllung zu erwarten.

Title: **Investigations about the Improvement of the Filling Process of a Screw-Type Engine, Part 2**

Abstract: In this paper a method for the evaluation of the pressure loss at the inlet of screw-type engines is presented. In combination with the method for evaluation of the operative clearance widths, it is possible to evaluate different rotor geometries for their use in screw-type engines by analysing vital statistics connected with energy transformation. By applying these method to an usual cylindrical rotor geometry with ordinary inlet area there can be seen no tendencies for a significant improvement of the chamber filling. Therefore two options for modifying the inlet area are investigated: an inlet control mechanism and the use of conical rotors. The inlet control mechanism improves the figures for clearances, whereas the actual inlet results are not significantly different from those obtained without the control mechanism. Conical rotors, on the other hand, have a

considerable effect on the inlet area, as can be clearly seen from the improvement in the inlet results. On the basis of the calculations for both modifications a positive effect on chamber filling may be expected.

Die GASSCREW - Experimentelle Ergebnisse zur Verifikation des Simulationssystems, Teil 2

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. T. v. Unwerth
erschienen: 2002
in: Schraubenmaschinen Nr. 10, ISSN 0945-1870, S. 93-116, Universität Dortmund, 2002

Zusammenfassung: Der vorgelegte Beitrag schließt die Dokumentation der Ergebnisse aus den experimentellen Untersuchungen an einer GASSCREW ab. Nachdem in Schraubenmaschinen-Heft 9 bereits erste Ergebnisse beispielhaft diskutiert wurden, beschäftigt sich dieser Artikel vertiefend mit den Messergebnissen und deren Vergleich mit der Simulation. Dargestellt sind zunächst neben einigen gemessenen thermodynamischen Kenngrößen insbesondere die Energiebilanzen des GASSCREW-Motors, die bei einer Variation der Kühlparameter für die Rotoren und das Gehäuse Möglichkeiten zur Kühlungsoptimierung aufzeigen. Des Weiteren folgt eine Ergebnisdiskussion der Motorindizierung, sowie eine umfassende Darstellung der Motorgehäuse-Thermografieaufnahmen. Des Weiteren zeigt ein Vergleich der vorgestellten Messergebnisse mit der Simulation deren Abbildungsgüte. Abschließend werden im Rahmen einer Beurteilung der Mess- und Simulationsergebnisse Hinweise im Ausblick auf das weitere Vorgehen in der Entwicklung des GASSCREW-Antriebskonzeptes gegeben.

Title: **The GASSCREW - Experimental Results for Verification of the Simulation System, Part 2**

Abstract: The object of the following text is to complete the documentation of experimental results obtained from the testing plant of a GASSCREW. Part 1 begins by discussing initial results and goes on to compare results from the experimental motor test with those from the simulation. First some thermodynamic parameters and the energy balances for the GASSCREW motor are discussed. The potential for improving the cooling system by varying the cooling parameters for the rotors and the casing is pointed out. In addition the results from the experimental motor test are discussed, along with a comprehensive presentation of the thermographic photographs of the casings. A comparison of the measured results and those obtained from the simulation follows. making it possible to assess the quality of the computer models employed. Finally prospects

for further evaluation within this context will be covered, as well as future plans for the GASSCREW as a drive concept.

Stationäres Betriebsverhalten eines Schraubenmaschinen Lader-Expander Systems für ein automobiles Brennstoffzellenfahrzeug

- Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. J. Temming
erschienen: 2002
in: Schraubenmaschinen Nr. 10, ISSN 0945-1870, S. 117-126, Universität Dortmund, 2002
- Zusammenfassung: Beschrieben wird das stationäre Zusammenarbeitsverhalten eines Luftversorgungssystem für Fahrzeugbrennstoffzellen mit Schraubenmaschinen. Als Brennstoffzelle wird beispielhaft ein 50kW-PEM Stack für die Berechnungen zu Grunde gelegt.
Zunächst erfolgen Geometrievariationen der für Schraubenmaschinen wichtigen Auslegungsparameter Umschlingungswinkel, Längen/Durchmesser Verhältnis und inneres Volumenverhältnis für die einzelnen Maschinen Lader und Expander. Als Ergebnis dieser Untersuchungen sind optimierte Geometriedaten für den gewählten Anwendungsfall. Anschließend wird das stationäre Zusammenarbeitsverhalten der Maschinen in ungekoppelter und gekoppelter Anordnung bewertet.
- Title: **Steady Operating Behaviour of a Screw-Type Supercharger-Expander Module for an Automotive Fuel Cell System**
- Abstract: The article describes the constant speed operating behaviour of an air supply system utilising screw-type machines in conjunction with automotive fuel cells. The fuel cell used for the simulation is a typical 50kw-PEM stack. Initially the main parameters for screw-type machines (wrap angle, length/diameter ratio and internal compression ratio) are varied for both machines, supercharger and expander. The results of this investigation are optimised geometric parameters for this particular application.
- Subsequently the constant speed operating of these machines in uncoupled and coupled form is discussed.

Die einheitliche analytische Darstellung allgemeiner Rotorverzahnungen für Schraubenmaschinen

Autor(en): o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Laurenz Rinder, Dipl.-Ing. Dr. Manfred Grafinger

erschienen: 2002

in: Schraubenmaschinen Nr. 10, ISSN 0945-1870, S. 127-136, Universität Dortmund, 2002

Zusammenfassung: Für die Verbesserung oder Neuentwicklung von Rotorverzahnungen bei Schraubenmaschinen ist es notwendig, einen Überblick über die zur Verfügung stehende Lösungsvielfalt zu haben. Dazu ist eine umfassende, einheitliche Profiltheorie, die Hauptläuferverzahnung, Nebenläuferverzahnung und das Zahnstangen - Werkzeugprofil umfasst notwendig. Bei Schraubenmaschinenrotoren müssen alle Teile der Verzahnung, also auch Kopf- und Fußpartien mit einbezogen werden. Flankenkorrekturen müssen möglich sein. Die Profilsteigungsfunktion ermöglicht diese umfassende Darstellung in analytischer Form. Die Darstellung berücksichtigt bereits das Verzahnungsgesetz. Mit nur einer Profilsteigungsfunktion sind Hauptläuferflanken, Nebenläuferflanken und das Zahnstangenprofil bestimmt. Auch abgeleitete Größen wie Geschwindigkeiten, Flankenkrümmung und Schmiegun sind in einfacher Form zu erhalten. Komplizierte Flankenformen, wie Zykloiden oder Kreishüllbahnen von Trochoiden ergeben einfache Profilsteigungsfunktionen. Es macht keinen Unterschied ob Flankenstücke am Hauptläufer, am Nebenläufer, durch die Zahnstange oder durch die Profilsteigungsfunktion selbst definiert sind.

Title: **The General Analytical Description of the Tothing of Common Screw-Machine-Rotors**

Abstract: For the improvement and for a new design of screw-rotor-profiles it is necessary to get a general survey of possible solutions for suitable rotor-profiles. Therefore a general profile-theory including male-rotor, female rotor and also the rack-profile (tool-profile) is essential. For screw-rotors all parts of the tothing like flanks, addendum and dedendum must be regarded. Corrections of the flank-lines must be possible. The profile-gradient-function allows such a general description in an analytical way. The description is based on the fundamental law of gearing. With a single profile-gradient-function the flanks of the male

rotor, the flanks of the female rotor and the rack-profile are determined. Also derived values like velocities, curvature and conformity can be calculated in a simple way. Complicated flank-lines like cycloids, and parallel-curves of trochoids have very simple profile-gradient-functions. It makes no difference if parts of the flanks are defined on the male-rotor, on the female-rotor or for the rack or for the profile-gradient-function.

Simulation und Messung des Druckverlaufes am Beispiel einer Schraubenspindel-Vakuumpumpe

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. A. Rohe
erschienen: 2002
in: Schraubenmaschinen Nr. 10, ISSN 0945-1870, S. 137-148, Universität Dortmund, 2002

Zusammenfassung: Die gestiegene Nachfrage nach trockenlaufenden Vakuumpumpen lässt eine tiefere theoretische Durchdringung ihrer thermodynamischen und strömungsmechanischen Eigenschaften sinnvoll erscheinen. Die rechnergestützte Simulation von Verdrängermaschinen hat sich zur Berechnung ihres Betriebsverhaltens bewährt. Die realitätsnahe Abbildung dieser Maschinen erfordert die Kenntnis ihrer Spaltmassenströme. Um diese Massenströme bei beliebigen Spaltformen und -höhen bestimmen zu können, wurde eine große experimentelle Datenbasis erarbeitet, die auch die Interpolation des Durchflussverhaltens für Spalt- und Gasparameter erlaubt. Das entstehende Berechnungsmodul wird in der Simulation einem Kammermodell, das auf der Erhaltung von Masse und Energie basiert, integriert. Der exemplarischen Validierung dieses Programmsystems dient eine reale Schraubenspindelvakuumpumpe. Die teils komplexen Spalte dieser Maschine lassen sich durch ebene Spaltabschnitte abbilden. Die so simulierte Druckverläufe werden mit experimentellen, durch eine Indizierung der realen Maschine gewonnenen Druckverläufen verglichen. Dieser Vergleich liefert im Bereich moderater Rotordrehzahlen und Ansaugdrücke eine gute Übereinstimmung. Die mit höheren Drehzahlen oder niedrigeren Ansaugdrücken größer werdende Abweichung der Rechnung von der Realität führt zu der Erkenntnis, dass die bisher nicht berücksichtigte Gasreibung im Zusammenhang mit verschwindender Trägheit des Arbeitsgases eine größere Auswirkung auf das Betriebsverhalten der Maschine ausübt, als es aus viskosen Strömungsgebiet üblicher Verdrängermaschinen bekannt ist.

Title: **Simulation and Measurement of Pressure Curves Instancing a Screw-Type Vacuum Pump**

Abstract: The increasing demand for dry-running vacuum pumps makes further development of these machines necessary. Computer-aided simulation has emerged as a suitable tool

for this purpose. Data on clearance mass flows is required for a successful simulation. In order to determine the mass flow rates for any desired clearances in vacuum pumps, an extensive measurement data base has been created, making it possible to determine the mass flow in a given situation by interpolation within this base. The calculation module which results from this is installed in the simulation program, the so-called chamber model, which is based on the conservation of mass and energy. In order to validate the program system the screw type vacuum pump serves as a model. The clearances in this machine are depicted as plane shapes which can be calculated by the flow rate module. The simulated pressure curves which result are compared with experimentally determined pressure curves, measured on a real machine. At moderate suction pressures and rotor speeds there is a good degree of concordance. However, if the rotor speed is increased or the pump suction is decreased, the result is that vanishing vis inertia, which was not taken into account in the simulation, exerts a greater influence on operation than has been observed in the high pressure range.

Möglichkeiten der Optimierung des Arbeitsraumes von Schraubenmaschinen

- Autor(en): Doz. Dr. Dipl.-Ing. Jaromir Svirgler, Lehrstuhl für Mechanik. Fakultät für angewandte Wissenschaften. Westböhmisches Universität Pilsen, Dr. Dipl.-Ing. Pavel Abl, Skoda, Pilsen
- erschienen: 2002
- in: Schraubenmaschinen Nr. 10, S. 149-164, ISSN 0945-1870, Universität Dortmund, 2002
- Zusammenfassung: Im vorgelegten Beitrag wird die geometrische Optimierung des Arbeitsraumes der Schraubenmaschine aus der Sicht des Erreichens der extremen Werte des Volumens und Druckes des Arbeitsmediums gelöst. Vor der eigentlichen Optimierung ist die Teilung der geometrischen Größen in Grundgrößen und in sekundäre Größen, die von den Grundgrößen abhängen, durchzuführen. Die Definitionsbereiche der einzelnen Größen werden so bestimmt, dass der theoretisch genaue Eingriff der Zahnprofile garantiert wird und dass es nicht zur Interferenz der Zahnprofile kommt. Die durchgeführte Optimierungsaufgabe ändert nicht die Grundkonstruktionsparameter der Maschine, wie den Achsabstand, Zahl der Zähne und Steigungswinkel der Schraubenlinie.
- Title: **Optimisation Possibilities of the Screw-Type Machine Working Space**
- Abstract: The contribution solves geometrical optimisation of the screw machine-working space regarding reaching extreme volume and pressure values liquid medium. Before the optimisation process itself the parameters are divided into the basic parameters and those depending on the basic ones. The definition fields of particular parameters are determined in the way that theoretical accurate contact of the meshing screw surfaces is guaranteed and the interference of tooth profiles will be avoided the origin. The optimisation itself doesn't change the basic structural machine parameters such as axis distance, number of teeth and helix angle.

Anhang

- Energiewandlungsprinzip der Schraubenmaschine (Screw type machine working principle)
- Funktion der Schraubenspindel-Vakuumpumpe (Screw-type vacuum pump working principle)
- Schraubenmaschinen-Versuchsanlagen, FG Fluidenergiemaschinen, Universität Dortmund (Screw-type machine test plants, FG Fluidenergiemaschinen, University of Dortmund)
- Sachindex Schraubenmaschinen Heft 1/1993 bis Heft 10/2002
- Autorenverzeichnis