

Schraubenmaschinen Nr. 5/1997

Startluftkompressor Experimente

Schraubenlader

NURBS, KaSim, Betriebsverhalten

Wälzkolbenvakuumpumpe

Teilchenorientierte Simulation

Prof. Dr.-Ing. Andreas Brümmer

Inhalt

Entwicklung eines Startluftkompressors mit einer einstufigen Hochdruckschraube und vergleichende Bewertung mit einem Kolbenkompressor gleicher Leistung.....	2
Effektive Rotordarstellung zur kennzahlbasierten Optimierung von Schraubenmaschinen	4
Der Einfluss der internen Spaltflüsse auf das Betriebsverhalten von Schraubenladern – Ein Vergleich von Simulation und Messung.....	5
Stationärer und instationärer Betrieb eines unsynchronisierten Schraubenladers	7
Teilchenorientierte Modellierung der Strömungsverhältnisse in einer Wälzkolbenvakuumpumpe	8
Anhang	10

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

ISSN 0945-1870

Entwicklung eines Startluftkompressors mit einer einstufigen Hochdruckschraube und vergleichende Bewertung mit einem Kolbenkompressor gleicher Leistung

Autor(en): Dipl.-Ing. Dr. Laurenz Rinder, Dipl.-Ing. Dr. Harald Hackl

erschienen: 2011

in: Schraubenmaschinen Nr. 14, S. 5 - 17, ISSN 0945-1870, Universität Dortmund, 2011

Zusammenfassung: Eine Startluftanlage für Großdieselmotoren wird mit einem Schraubenkompressor ausgerüstet. Eine einstufige, ölgekühlte Schraube wird für Enddrücke von 30 bar eingesetzt. In Vorversuchen werden die notwendigen Anpassungen vorgenommen und die Betriebssicherheit geprüft. Für die Startluftanlage werden drei Schraubenkompressoren im Leistungsbereich von 60 kW mit verschiedenen eingebauten Volumenverhältnissen getestet. Die besten Ergebnisse liefert ein Schraubenkompressor mit einem eingebauten Volumenverhältnis von 5,5 bei hohen eingespritzten Ölmengen und einem Zähnezahlverhältnis von 5 : 7. Ein Vergleich mit einem bestehenden Kolbenkompressor wird durchgeführt. Neben vielen Vorteilen des Schraubenkompressors hat dieser doch den entscheidenden Nachteil des höheren Leistungsbedarfes, besonders für den Maximaldruck von 30 bar. Im Aussetzbetrieb und für das Füllen von Druckbehältern kann der schlechtere Wirkungsgrad oft toleriert werden. Mehrstufige, nasslaufende Schraubenkompressoren kommen für die kleinen Liefermengen aus Kostengründen nicht in Frage. Mit dem Einsatz für 30 bar bei Liefermengen von nur 3,5 m³/min hat die einstufige, nasslaufende Schraube ihre Einsatzgrenzen erreicht.

Title: **Development of a high pressure single-stage screw-compressor for startingair and comparative valuation with a piston-compressor of the same performance**

Abstract: A startingair-facility for big diesel-engines is equipped and designed with a screw-compressor. A single-stage oil-injected screw-compressor is used for pressures of 30 bar. In pre-tests the necessary adaptations of a refrigerant compressor are made and the safeness in operation is proved. For the use as a startingair-facility three screw-elements in the area of 60 kW power consumption with different built-in volume ratios and different rotor lengths are tested. The best results are obtained by a

screwcompressor with a built-in volume ratio of 5,5 with big quantities of injected oil and with 5 : 7 rotorteeth. A comparison with an existing piston-compressor is realized. Beside many advantages of the screwcompressor there exists the significant disadvantage of a higher power consumption especially for the maximum pressure of 30 bar. For interrupted operation and for filling pressure vessels the lower efficiency in the high pressure area often is tolerated. Multi-stage oil flooded screw-compressors are not suitable for low flow rates on behalf of the high costs. Using a single stage oil flooded screwcompressor for delivered air volumes of only 3,5 m³/min and with final pressures of 30 bar the screw-machine reaches the limit of application.

Effektive Rotordarstellung zur kennzahlbasierten Optimierung von Schraubenmaschinen

- Autor(en): Dipl.-Ing. Alexander Nikolov, Dr.-Ing. Jan Hauser , Prof. Dr.-Ing. Andreas Brümmer
- erschienen: 2011
- in: Schraubenmaschinen Nr. 14, S. 18 - 34, ISSN 0945-1870, Universität Dortmund, 2011
- Zusammenfassung: Die Verwendung von nicht-uniformen rationalen BSplines (NURBS) zur geometrischen Abbildung von Rotorprofilen für Schraubenmaschinen bietet eine vorteilhafte Darstellungsform, die sich sowohl bei der Approximation von Rotorprofilen als auch bei der Verwendung innerhalb einer Optimierungsstrategie für Schraubenrotoren als besonders geeignet erweist. Im Hinblick darauf fordert der Stirnschnitt von Rotorprofilen eine hohe Abbildungsgüte bei gleichzeitig geringem Abstraktionsgehalt. Dies wird durch die Wahl von nichtuniformen rationalen B-Splines erreicht. Eine Ersatzdarstellung des zweidimensionalen Stirnschnittes bietet die Profilsteigungsfunktion, die aus der bestehenden Rotorform abgeleitet wird. Hier findet der Einsatz von NURBS eine ebenso vorteilhafte Verwendung zur einfachen Gestaltung von Rotorprofilformen. Diese Darstellungsarten eignen sich sowohl als Optimierungswerkzeug für die Rotorgeometrie als auch zur Verwendung in Rotorfertigungsverfahren.
- Title: **Effective rotor representation for key figure based optimization of screw machines**
- Abstract: The use of non-uniform rational B-splines (NURBS) for the geometric representation of rotor profiles for screw machines offers an advantageous representation form, which is particularly proved to be suitable for both in the approximation of rotor profiles and in use within an optimization strategy for screw rotors. In this regard, the front section of rotor profiles requires a high image quality by a low abstraction level. This is achieved by the choice of non-uniform rational B-splines. An alternative representation of the two-dimensional front section provides the profile gradient function, which is derived from the existing rotor shape. Here, NURBS refers to an advantageous use for the simple design of rotor profile shapes as well. NURBS and the profile gradient function are suitable both as an optimization tool for the rotor geometry and for the use in the rotor manufacturing processes.

Der Einfluss der internen Spaltflüsse auf das Betriebsverhalten von Schraubenladern – Ein Vergleich von Simulation und Messung

Autor(en): Dr.-Ing. Magnus Janicki

erschienen: 2011

in: Schraubenmaschinen Nr. 14, S. 35 - 54, ISSN 0945-1870, Universität Dortmund, 2011

Zusammenfassung: Der vorliegende Beitrag stellt einen Beitrag zur Validierung des Simulationssystems KaSim vor, das Rotationsverdrängermaschinen auf Basis eines Kammermodells nachbildet. Exemplarisches Untersuchungsobjekt ist ein unsynchronisierter, trockenlaufender Schraubenlader, der zur Aufladung von Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen entwickelt wurde. Die Ergebnisse der Simulationsuntersuchung werden zunächst in Form einer Sensitivitätsmatrix zusammengefasst, die den Einfluss der verschiedenen internen Maschinenspalte auf den Liefergrad und das Arbeitsflächenverhältnis wiedergibt. Zur experimentellen Validierung des Simulationsmodells werden umfangreiche Kennfeldmessungen des quasi-stationären Betriebs des Schraubenladers durchgeführt. Der Fokus liegt hierbei auf dem Einfluss der maschineninternen Spalthöhen, die die Energiewandlungsgüte dieser Verdrängermaschinen maßgeblich bestimmen. Durch eine konstruktive Variation der verschiedenen Spalthöhen in Simulation und Experiment kann sowohl deren Einfluss auf Liefergrad und Arbeitsflächenverhältnis quantifiziert als auch die Abbildungsgüte des Simulationssystems bewertet werden.

Title: **The Influence of Clearance Flows on the Operational Behaviour of Screw Type Superchargers – A Comparison of Simulation and Experiment**

Abstract: This paper takes part in the validation of the program system KaSim, that allows the thermodynamic simulation of rotary displacement machines by the means of a chamber model. The model machine is a dry-running but unsynchronized screw-type supercharger, designed for the use with Otto engines or fuel cells. The results of the simulations are presented in form of a sensitivity matrix that shows the influence of the different

internal clearances on the volumetric efficiency and the isentropic efficiency of this machine. Extensive measurements of the quasi-stationary operating supercharger are made to validate the simulation model. The main focus is on the influence of the internal clearance heights, that significantly drive the energetic efficiency of these positive displacement machines. A variation of the internal clearance heights in the experiment and the simulation shows the influence of the clearance flows on the operating behaviour of the screw-type supercharger. Furthermore the comparison of the experimental results with the simulation data shows a high modelling accuracy regarding the clearance heights.

Stationärer und instationärer Betrieb eines unsynchronisierten Schraubenladers

Autor(en): Dipl.-Ing. J. Temming

erschienen: 2011

in: Schraubenmaschinen Nr. 14, S. 55 - 67, ISSN 0945-1870, Universität Dortmund, 2011

Zusammenfassung: Der vorliegende Artikel schließt an die Veröffentlichung in den Schraubenmaschinenheften 12 und 13 an. Diskutiert werden die Ergebnisse der stationären und instationären Messungen an einem ersten Prototyp eines unsynchronisierten Schraubenladers. Weiterhin werden Möglichkeiten zur konstruktiven Optimierung dieses Lader vorgestellt. Den Abschluss bildet die Verifikation des Simulationssystems KaSim sowohl für die stationäre als auch instationäre Simulation des Betriebsverhaltens.

Title: **Steady state and unsteady state operating of a screw-type supercharger without timing gear**

Abstract: The paper follows up the presentations in "Schraubenmaschinenheft" 12 and 13. Results of the steady state and unsteady state measurements on a prototype supercharger without timing gear are discussed. Furthermore design optimisation possibilities are presented. At the end the simulation tool KaSim is verified on steady state and unsteady state conditions.

Teilchenorientierte Modellierung der Strömungsverhältnisse in einer Wälzkolbenvakuumpumpe

Autor(en): Dipl.-Ing. Kai Nadler, Prof. Dr.-Ing. Andreas Brümmer

erschienen: 2011

in: Schraubenmaschinen Nr. 14, S. 68 - 81, ISSN 0945-1870, Universität Dortmund, 2011

Zusammenfassung: Die teilchenorientierte Betrachtung verdünnter Gasströmungen ist eine, insbesondere in der Vakuum- sowie Luft- und Raumfahrttechnik, seit vielen Jahren etablierte Methode zur Lösung strömungsmechanischer Problemstellungen.

Nachfolgend wird die Entwicklung des Programms PaSim beschrieben, welches es dem Nutzer erlaubt, die Strömungsverhältnisse innerhalb einer industriell eingesetzten Wälzkolbenvakuumpumpe unter molekularen Strömungsbedingungen zu berechnen. Die Simulation ist in der Lage sowohl den Einfluss der Spalthöhen als auch den Einfluss der Drehzahl auf die typischen Kenngrößen Liefergrad und maximales Kompressionsverhältnis bei nulldurchsatz abzubilden. Die Ergebnisanalyse ermöglicht ein vertieftes Verständnis der wirksamen Mechanismen insbesondere der Drehzahlabhängigkeit des Lieferverhaltens.

Zunächst werden Grundlagen der teilchenorientierten Strömungssimulation erläutert und ein für die Simulation der Wälzkolbenvakuumpumpe geeignetes Modell vorgestellt. Abschließend werden Simulationsergebnisse diskutiert und experimentellen Untersuchungen gegenübergestellt. Schwerpunkt dieser Betrachtungen ist eine Analyse der Geometrie und Drehzahlabhängigkeit.

Title: **Particle-based simulation of flow in a roots vacuum pump**

Abstract: The simulation of rarefied gas flows by means of particle-based methods is a common technique used in vacuum science or space craft to solve fluid mechanic problems. This paper presents the development of the simulation tool PaSim, which enables the user to calculate the flow inside an industrial applied roots vacuum pump under molecular flow conditions. The simulation is able to determine the influence of both clearance heights and rotational speed on volumetric efficiency and ultimate compression ratio by trend. The analysis of the obtained simulation data offers an enhanced understanding of the operative mechanisms concerning in particular the dependency of the delivery rate

on the rotational speed.

First this paper gives a brief overview about the basics of particle-based flow simulation and then presents a capable model which can be applied to simulate the flow in a roots vacuum pump. Furthermore, simulation results are discussed and compared to experimental results. The main focus here is on the influence of the geometry and the variation of the rotational speed.

Anhang

- Energiewandlungsprinzip der Schraubenmaschine (Screw type machine working principle)
- Sachindex Schraubenmaschinen Heft 1/1993 bis Heft 14/2011
- Autorenverzeichnis