

Schraubenmaschinen Nr. 1/1993

Betriebssicherheit und Steuerungen von Schraubenmaschinen

Prof. Dr.-Ing. Knut Kauder

Inhalt

Untersuchung des instationären Schraubenmaschinenbetriebes - ein Beitrag zur Betriebssicherheit - Teil 1	2
Ein Verfahren zur Bestimmung der Rotoreingriffsgeometrie bei Schraubenmaschinenrotoren.....	4
Berechnung der ungesteuerten Zusammenarbeit von Motor-Schraubenlader-Kombinationen	5
Steuereinrichtungen von Schraubenmaschinen am Beispiel des Schraubenladers	6
Anhang	8

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

ISSN 0945-1870

Untersuchung des instationären Schraubenmaschinenbetriebes - ein Beitrag zur Betriebssicherheit - Teil 1

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dr.-Ing. Ralf Gödde
ersienen: 1993
in: Schraubenmaschinen Nr.1, S. 5 bis 17, Universitätsdruckerei
Dortmund

Zusammenfassung: In Teil 1 wird ein Programmpaket zur rechnergestützten Simulation des instationären Betriebes von trockenlaufenden Schraubenkompressoren vorgestellt. Ein zu untersuchender Zeitraum ist dabei in diskrete Zeitschritte zu unterteilen, in denen eine realitätsnahe numerische Berechnung der Zustandsänderungen in den Arbeitsräumen erfolgt. Dabei werden insbesondere die betriebsbedingten Wärmedehnungen der Rotoren und des Gehäuses bzw. deren Auswirkungen auf die Spaltgeometrien berücksichtigt. Der Einsatz eines Verfahrens zur näherungsweise Bestimmung der Wärmeübergangszahlen an den Arbeitsraumoberflächen ermöglicht die Formulierung der Randbedingungen bei der Temperaturfeldberechnung mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FE). Ebenfalls mit dieser Methode findet im Anschluß daran die Bestimmung der Bauteilverformungen infolge Wärmedehnung, Druck- und Fliehkraftbelastung statt. Am Beispiel des Schraubenladers, einer Maschine, die in hohem Maße wechselnden Betriebszuständen ausgesetzt ist, werden erste Rechenergebnisse vorgestellt.

Title: **Investigation of unsteady screw-type machine operation concerning working reliability - Part 1**

Abstract: This paper describes a system of computer programs to simulate unsteady operation of a dry-running screw compressor. The period of time of concern is divided into discrete intervals, wherein the fluid-states inside the compressor chambers are approximately calculated. Rotors' and housing's thermal expansions respectively temperature distributions are considered particularly, depending on working conditions. A simplified flow model was developed to estimate heat transfer's relevant quantities at the inner machine surfaces. It makes it possible to evaluate boundary conditions needed for computing temperature distribution using the finite-element-method (FE). By further finite-element analysis approximated deformation caused by

thermal expansion, pressure load and centrifugal forces are calculated. The screw-type supercharger, a machine with a high rate of load changes, was taken as example to show initial results of the computation.

Ein Verfahren zur Bestimmung der Rotoreingriffsgeometrie bei Schraubenmaschinenrotoren

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. B. Rau

erschienen: 1993

in: Schraubenmaschinen Nr.1, S. 18 bis 23,
Universitätsdruckerei Dortmund

Zusammenfassung: In diesem Bericht wird ein Verfahren der computergestützten Berechnung der Rotoreingriffsgeometrie von Schraubenmaschinenrotoren beschrieben. Die Ausgangsdaten bestehen aus Rotorstirnschnittdaten, bei denen Spalte berücksichtigt sind. Dabei ist die Art der Spaltbildung freigestellt. Es kann in der vorliegenden Programmversion von gerechneten Kaltspalten ausgegangen werden. In einer weiteren geplanten Entwicklungsstufe wird von einem mit einem Finite-Elemente-Programm (FE) bearbeiteten Rotor ausgegangen, wobei verschiedene Randbedingungen wie Temperaturen oder Drücke vorgegeben sind. Das Berechnungsergebnis ist eine Beschreibung des Profileingriffs als dreidimensionales Band (kleinste Abstände zwischen den Rotoroberflächen). Diese Daten können zu Sicherheitsnachweiszwecken oder zur Gewinnung von Konstruktionsdaten mit einem Zusatzprogramm analysiert werden.

Title: **A method to determine geometry of rotor clearance**

Abstract: This report describes a method for computing the appearance of the 'line of clearance' between two rotors of a screw-type engine. The base profile data is provided by defining a pair of rotors with a theoretical clearance applied. The type of rotor-clearance provided as input to the actual running program version is a computed cold rotor clearance. In a planned future version this input could be a finite-element (FE) computed pair of rotors with temperature fields and pressure loads attached. Output is a description of the line-of-clearance as a three-dimensional belt. An additional program can be applied to analyze this data for testing and designing purposes.

Berechnung der ungesteuerten Zusammenarbeit von Motor-Schraubenlader-Kombinationen

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. N. Weckes

erschienen: 1993

in: Schraubenmaschinen Nr.1, S. 24 bis 33,
Universitätsdruckerei Dortmund

Zusammenfassung: In diesem Beitrag wird ein Simulationssystem vorgestellt, mit dessen Hilfe die theoretischen Grundlagen für die Auslegung von adiabaten Schraubenladern erarbeitet werden können. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, daß sich der Schraubenlader aufgrund seiner hohen Energiewandlungsgüte zu einem Konkurrenten der bisher bekannten mechanisch angetriebenen Lader entwickeln kann.

Title: **Computation of the uncontrolled working conditions in combinations of engines and screw-type supercharger**

Abstract: This paper describes a simulation system which makes it possible to elaborate the theoretical basis for the design of adiabatic screw-type superchargers. First results of computations suggest that because of its high grade of energy transformation screw-type supercharger might become an competitor to already established mechanical driven superchargers.

Steuereinrichtungen von Schraubenmaschinen am Beispiel des Schraubenladers

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dr.-Ing. Reimund Piatkowski

erschienen: 1993

in: Schraubenmaschinen Nr.1, S. 34 bis 48,
Universitätsdruckerei Dortmund

Zusammenfassung: Aufgrund ihrer besonderen Vorteile gegenüber anderen Bauformen ist die Schraubenmaschine auf dem Kompressorenmarkt mit großen Marktanteilen vertreten. Sie weist, als Aufladungsgerät für Verbrennungsmotoren eingesetzt, entscheidende Vorteile gegenüber anderen Bauarten auf. An dieser Stelle sind die kompakte und einfache Bauform sowie der relativ hohe Wirkungsgrad zu nennen. Eine besondere Bedeutung fällt der Wahl der Steuereinrichtung für den Teillastbetrieb zu, da durch sie die Leistungsaufnahme in diesen häufigsten Betriebszuständen gemindert werden kann. Es ist sogar möglich, mit dem Schraubenlader einen Teil der in der Ansaugluft enthaltenen Enthalpie für den Fahrzeugantrieb nutzbar zu machen. Die Simulationsrechnungen zeigen, daß es unvorteilhaft ist, im Teillastbetriebsfall den vom Lader geförderten Luftmassenstrom durch eine Drosselklappe zu steuern. Bei der Aufladung von Ottomotoren wird eine hohe Energiewandlungsgüte durch ein übersetzungsvariables Getriebe erreicht. Es ist in einem großen Kennfeldbereich möglich, durch Expansion im Lader einen Teil der üblicherweise an einer Drosselklappe dissipierten Energie für den Fahrzeugantrieb zu nutzen. Günstiger als ein externer Bypass wirkt ein interner Bypass, der bereits während der Verdichtungsphase wirksam wird. Seine Entwicklung wird ausführlich beschrieben.

Title: **Control devices of a screw machine applied in a screw-type supercharger**

Abstract: Special advantages of screw-compressors imply their big share on compressor market. As supercharger for combustion engines it has decisive advantages in comparison to decisive other charges, too. Reasons for example are its compact and simple design and the relatively high efficiency.

Because control device is responsible for reduction of power required in partial load conditions control device is

important. A part of the inlet air enthalpy may be used for partially impelling the combustion engine.

It is disadvantageous to throttle mass flow in partial load conditions as computer simulation shows. A continuously variable gear shows best results supplied for supercharging Otto-engines. In a wide performance range it is possible to use the energy normally dissipated in a throttle valve to partially impel the engine.

In comparison with an external bypass the more effective internal bypass activates during compression period. Its design is described in detail.

Anhang

- Arbeitsweise der Schraubenmaschine (Screw type machine working principle)
- Funktion des Schraubenkompressors (Screw type compressor operation cycle)
- Funktion des Schraubenmotors (Screw type motor operation cycle)
- Funktion der Heißgasschraubenmaschine (Hot-gas screw type device working principle)
- Arbeitsraumbegrenzende Spalte (Clearances)