

Schraubenmaschinen Nr. 2/1994

Flüssigkeiten in Schraubenmaschinen

Prof. Dr.-Ing. Knut Kauder

Inhalt

Ölverteilung in Schraubenkompressoren - Teil 1	2
Verschleißschutzschichten und Wassereinspritzung in Schraubenkompressoren	4
Verschleißschutzschichten und Wassereinspritzung in Schraubenkompressoren	5
Der Zweiphasen-Schraubenmotor Eine neuartige Expansionsmaschine zur Nutzung von Abwärme im mittleren und unteren Temperaturbereich.....	6
Anhang	8

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

ISSN 0945-1870

ISBN 3-89227-037-6

Ölverteilung in Schraubenkompressoren - Teil 1

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dr.-Ing. H. B. Harling
erschienen: 1994
in: Schraubenmaschinen Nr.2, S. 5 bis 22, Universitätsdruckerei
Dortmund

Zusammenfassung: Um öleingespritzte Schraubenkompressoren energetisch optimieren zu können, muß die Verteilung des Öls im Arbeitsraum der Maschine bekannt sein, erst dann sind theoretische Rechenansätze erfolgversprechend.

Bei der Visualisierung der Ölverteilung in zwei Serienkompressoren ist folgendes zu beobachten:

- Das eingespritzte Öl wird als Ölfilm unterschiedlicher Dicke auf die arbeitsraumbegrenzenden Oberflächen verteilt.
- Es bildet sich ein Ölschwall vor dem Gehäusespalt aus. Das Volumen des Ölschwalls hängt maßgeblich vom Ölstrom durch den Profileingriffsspalt ab. Vielfach kommt es zu einer "ungeordneten" Ausbildung des Ölschwalls, so daß die Spalte nicht vollständig mit Öl "verschlossen" werden können.
- Die Förderwirkung der Zahnköpfe auf den Ölschwallvolumenstrom wird wesentlich von der Rotorsteigung bestimmt.
- Die Ölverteilung ist unempfindlich gegenüber veränderten Betriebsparametern des Schraubenkompressors.
- Schon kleine Ölstromströme führen zu ausreichender Ölfilmdicke als Funktion der Spalthöhen.
- Eine geringe Anzahl von Öltröpfen dringt in den Ölfilm ein.
- Es stellt sich eine Änderung der Ölschwallbreite am Gehäusespalt orthogonal zur Förderrichtung ein.
- Die Anzahl der im Ölfilm eingeschlossenen Gasblasen ist gering und abhängig von der Ölfilmdicke.

Title: **Oil distribution in screw compressors - Part 1**

Abstract: To optimize energy transformation in oil-injected screw compressors, the oil distribution in the working chambers must be known. Thereafter theoretical computations might be successful.

During the optical investigations we noticed the following facts:

- The injected oil distributes at the surrounding surfaces as an oil film with different thickness.
- There is an oil surge volume at the housing gap. Its volume is a function of the oil mass flow passing through the profile meshing gap. It frequently happens that the gaps are not totally filled with oil, because of the erratic distribution at the oil surge.
- The winding effect of the tip of tooth is essentially depending on the pitch of rotor.
- The oil distribution is insensitive to variable operating points of the screw compressor.
- Even small oil mass flow values cause acceptable oil film thickness as a function of the gap height.
- Only few oil drops break into the oil film.
- The oil surge width alters vertical to the winding direction.
- The number of gas holes enclosed in the oil film depends on the film thickness.

Verschleißschutzschichten und Wassereinspritzung in Schraubenkompressoren

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. U. Dämgen

erschienen: 1994

in: Schraubenmaschinen Nr.2, S. 23 bis 37,
Universitätsdruckerei Dortmund

Zusammenfassung: In einem Vorhaben zur Erforschung von Verbundwerkstoffen wurde in einem Teilprojekt die Herstellung von verschleißbeständigen Rotoren erprobt, die den Verzicht auf das vielfach notwendige Synchrongetriebe in Schraubenmaschinen ermöglichen sollen. Verschleißversuche an einem geometrisch einfachen Modell zeigten die mangelnde Eignung sehr vieler Werkstoffe. Es wurden sowohl thermische Spritzschichten als auch PVD-Schichten geprüft. Unter den Bedingungen trockener Reibung erwies sich nur der Verbund von thermisch gespritztem Chromoxid auf Stahl als erfolversprechend. Bei Versuchen in einem Schraubenkompressor mit Wassereinspritzung zeigten 2 PVD- Schichten in Dauerversuchen über 1000 Stunden günstige Ergebnisse. In diesem Zusammenhang lieferten Untersuchungen zur Energiewandlungsgüte bei Trockenlauf, bei Wassereinspritzung und bei Öleinspritzung weitere Zusammenhänge

Title: **Wear Protection Coating and Water Injection in Screw Compressors**

Abstract: In a research program on composite materials the manufacturing of wear-resistant screw rotors was tested, in order to dispose of timing gears where it is necessary today. Wear testing on a variety of materials including thermally sprayed and PVD-coatings in a geometrically simple model showed a lack of durability in most cases. Only thermally sprayed chromium oxide coatings on steel performed in a promising way under dry friction conditions. Tests in a water-injected screw compressor with two PVD-coated rotors ended after 1000 h without loss of performance. Some research work on efficiency under dry, water-injected and oil-injected conditions followed.

Verschleißschutzschichten und Wassereinspritzung in Schraubenkompressoren

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. U. Dämgen

erschienen: 1994

in: Schraubenmaschinen Nr.2, S. 23 bis 37,
Universitätsdruckerei Dortmund

Zusammenfassung: In einem Vorhaben zur Erforschung von Verbundwerkstoffen wurde in einem Teilprojekt die Herstellung von verschleißbeständigen Rotoren erprobt, die den Verzicht auf das vielfach notwendige Synchrongetriebe in Schraubenmaschinen ermöglichen sollen. Verschleißversuche an einem geometrisch einfachen Modell zeigten die mangelnde Eignung sehr vieler Werkstoffe. Es wurden sowohl thermische Spritzschichten als auch PVD-Schichten geprüft. Unter den Bedingungen trockener Reibung erwies sich nur der Verbund von thermisch gespritztem Chromoxid auf Stahl als erfolversprechend. Bei Versuchen in einem Schraubenkompressor mit Wassereinspritzung zeigten 2 PVD- Schichten in Dauerversuchen über 1000 Stunden günstige Ergebnisse. In diesem Zusammenhang lieferten Untersuchungen zur Energiewandlungsgüte bei Trockenlauf, bei Wassereinspritzung und bei Öleinspritzung weitere Zusammenhänge

Title: **Wear Protection Coating and Water Injection in Screw Compressors**

Abstract: In a research program on composite materials the manufacturing of wear-resistant screw rotors was tested, in order to dispose of timing gears where it is necessary today. Wear testing on a variety of materials including thermally sprayed and PVD-coatings in a geometrically simple model showed a lack of durability in most cases. Only thermally sprayed chromium oxide coatings on steel performed in a promising way under dry friction conditions. Tests in a water-injected screw compressor with two PVD-coated rotors ended after 1000 h without loss of performance. Some research work on efficiency under dry, water-injected and oil-injected conditions followed.

Der Zweiphasen-Schraubenmotor

Eine neuartige Expansionsmaschine zur Nutzung von Abwärme im mittleren und unteren Temperaturbereich

Autor(en): Prof. Dr.-Ing. K. Kauder, Dipl.-Ing. B. Kliem
erschienen: 1994
in: Schraubenmaschinen Nr.2, S. 5 bis 22, Universitätsdruckerei Dortmund

Zusammenfassung: Im Gegensatz zu Turbinen und Hubkolbenmotoren ist der Schraubenmotor in der Lage, Dämpfe mit hohem Flüssigkeitsanteil zu expandieren. Gezeigt wird, daß der Einsatz eines Zweiphasen-Schraubenmotors als Expansionsmaschine in Kreisprozessen zur Nutzung von Abwärme im mittleren und unteren Temperaturbereich einen hohen Prozeßwirkungsgrad erwarten läßt. Da nur ein Teil des vorgewärmten Speisewassers verdampft wird, kommt es im Abhitzeessel nur zu mäßigen Exergieverlusten. Durch den "dreieckigen" Verlauf des Prozesses im T-s- Diagramm kann der Abwärmeträger bei kleinen Entropiedifferenzen sehr weit abgekühlt werden. Anhand von Rechnungen zur Naßdampfexpansion im idealen Zweiphasen-Schraubenmotor wird gezeigt, welchen großen Einfluß die Tropfengröße der flüssigen Phase auf die Energiewandlungsgüte hat. Die gerade begonnenen Arbeiten haben das Ziel, eine neuartige Schraubenmotorbetriebsweise zu entwickeln und einen Beitrag zur Auslegung solcher Zweiphasen-Schraubenmotoren zu liefern.

Title: **The Two-Phase Screw Engine
A Novel Type of Expansion Machine Using Waste Heat in Middle and Lower Temperature Range**

Abstract: In contrast to turbines and piston engines the screw engine is able to expand working fluids of high proportion of liquid. It will be demonstrated that the two-phase screw engine will probably work high efficiently as expansion machine using waste heat in middle and lower temperature range. Due to the fact that only a part of the preheated feed water is evaporated losses of exergy in the exhaust boiler are moderate. Because of the "triangular" process in the T-s-diagram the waste heat can be extremely cooled down at small differences of entropy. Furthermore the great influence the drop size has on the quality of energy

transformation is shown by calculations referring to wet steam expansion in ideal screw engines.

The aim of these studies is to define a new working mode of screw engines and to give general guidelines for the planning and construction of these two-phase screw engines.

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)