

LITHUANIAN UNIVERSITY OF AGRICULTURE

Faculty of Agricultural Engineering

Department of Machinery Production and Service

**Raimundas Rukuiža**

Summary of Doctoral Dissertation

Technological sciences, Mechanical Engineering (09T) -  
Agricultural Engineering

Kaunas-Akademija, 1998

Work performed in Lithuanian University of Agriculture and Technical University Hamburg-Harburg in 1994 - 1998

Doctoral committee:

Chairman:

assoc. prof. dr. Juozas Padgurskas (Lithuanian University of Agriculture);

nariai:

prof. dr. habil. Ramutis Bansevicius (Kaunas Technological University);

prof. dr. habil. Povilas Algimantas Sirvydas (Lithuanian University of Agriculture);

prof. dr. habil. Jonas Sirvydis (Lithuanian Institute of Agricultural Engineering);

assoc. prof. dr. Vytautas Serapinas (Kaunas Technological University).

Opponents:

prof. habil. dr. Renius Žeromskas (Vilnius Technical University);

assoc. prof. dr. Juozas Pyrantas (Lithuanian University of Agriculture).

Dissertation defended in open meeting of Doctoral Committee in Faculty of Agricultural Engineering, Lithuanian University of Agriculture on 14.05.1998.

# INFLUENCE OF METALLPOLYMERIC MATERIALS TO THE RELIABILITY OF THE FRICTION PAIRS IN AGRICULTURAL MACHINERY

## Summary

Precise pairs (PP) in fuel pumps and shaft sealing friction pairs have a big influence to the reliability of tractors, harvesters and agricultural machinery. Therefore each attempt to increase the tribological reliability and to improve the work conditions for these friction pairs is very important.

Aim of work was the research on the influence of the metallpolymeric tribological materials to the durability of precise pairs in fuel pumps and friction pair shaft - radial lip seal (RLS).

For the improvement of tribological reliability is very important to evaluate the friction and lubrication conditions in the contact zone of friction pairs. The previous research shows that in the friction pair shaft - RLS we have elastohydrodynamic (EHD) lubrication model. Metallpolymeric coat FOLEOX (MPCF) on the shaft should not change these conditions and would be more effective in higher speeds. Metallpolymeric oil additives (MPOA) should change EHD conditions creating selective transfer effect (STE).

The suitability of fuel pumps PP was evaluated according tightness of PP. It was estimated that after processing with tribomaterial SURM-VN the tightness of the plungers increased average 4,1 times and cyclic delivery of the fuel - 8,6 %. After coating the plungers with MPCF the tightness of the PP increased 42 times and cyclic delivery of the fuel - 21,8%. After 40 h work of the MPCF treated PP on the test bench the cyclic fuel delivery was higher as at the start.

Experiments with the friction pair shaft - RLS have been accomplished on the special stands for RLS. created in Hamburg-Harburg TU. Various combinations of tribotechnical materials using oil Pentosin 15W-40CE/SG and varying rotation speed (480, 960, 1200, 1440, 1680, 1920, 2400, 3120, 3600  $\text{min}^{-1}$ ) have been tested. The fluorine rubber material RLS 75FKM 585 of firm Freudenberg was used.

Measurements of friction torque and oil temperature on RLS show the best results in efficiency of friction pair using MPOA SURM and MKF, MPCF and its combination. The MPCF is the most effective in high rotation speed. SURM is more effective after some period of work and in less rotation speed. We can explain it by formation of servovitic film in the contact zone according STE conditions. According wear resistance tests MPCF and SURM using separately we have better results than combining these materials. Optical research of surfaces with electronic microscope and atomic force microscopes show that using various tribotechnical materials are creating different surface structures.

The model of calculation of friction torque for different tribotechnical materials in the friction pair shaft-RLS was created. The compare of these approximated formulas with the theoretical formulas for EHD and hydrodynamic lubrication models show that the formulas for MPCF pairs are more similar to EHD conditions and RLS pairs with MPOA SURM - to hydrodynamic lubrication.

The experiments show that solving the problem of increasing the reliability of precise and sealing friction pairs could be used MPCF and MPOA. The MPCF during the operation of friction pair is constant restoring and changes the surfaces structure in contact zone. Modification of lubricant with MPOA create new friction conditions making the servovitic film between friction surfaces according STE. This film decreases the friction factor and protects the surfaces of main materials undertaking the friction loads.

# EINFLUß DER METALLPOLYMERISCHE STOFFE AUF DIE ZUVERLÄSSIGKEIT DER REIBPAARUNGEN VON LANDMASCHINEN

## Zusammenfassung

Die Präzispaaungen (PP) in Kraftstoff-Pumpen und die Dichtungsringe gehören den Reibpaarungen (RP) die einen grossen Einfluss zu der Zuverlässigkeit von Traktoren, Mähreschern und Landmaschinen haben. Deshalb jeder Versuch, die tribologische Zuverlässigkeit dieser RP zu vergrößern und die Arbeitszustände zu verbessern sehr wichtig ist.

Ziel der Arbeit war die Erforschung des Einflusses der metallpolymerische Tribostoffe zu der Dauerfestigkeit der PP in Kraftstoff-Pumpen und Radialwellendichtringe (RWDR).

Für die Verbesserung der tribologischer Zuverlässigkeit ist sehr wichtig, die Reibungs und Schmierung-Zustände (SZ) in der Kontaktzone von RP zu bewerten. Die vorige Forschung zeigt, dass in der RP Welle-RWDR kann man den Modell des elasto-hydrodynamischen (EHD) SZ benutzen. Metallpolymerische Schicht FOLEOX (MPSF) auf der Welle soll diese SZ nicht verändern und würde wirksamer in höheren Geschwindigkeiten sein. Metallpolymerische Öl-Additiv (MPOA) soll durch die Schaffung des Effektes der selektiven Übertragung (ESÜ), den EHD SZ verändern.

Die Brauchbarkeit der PP von Kraftstoff-Pumpen war durch die Dichte bewertet. Es war eingeschätzt dass nach Bearbeitung mit Tribomaterial SURM-VN die Dichte der Plungerkolben durchschnittlich 4,1 Male und zyklische Lieferung des Kraftstoffes - 8,6 % vermehrte. Nach der Beschichtung mit MPSF die Dichte der PP vermehrte 42 Male und zyklische Lieferung des Kraftstoffes - 21,8 %. Nach der 40 Stunden Arbeit der mit MPSF behandelten PP auf dem Prüfstand, war die zyklische Kraftstoff-Lieferung höher wie an dem Start.

Experimente mit dem RP Welle-RWDR sind auf den speziellen Ständen für RWDR, geschaffen in TU Hamburg-Harburg, vollbracht worden. Verschiedene Kombinationen der Tribostoffe unter Benutzung von Öl Pentosin 15W-40CE/SG und wechselnde Rotation-Geschwindigkeit (RG) (480, 960, 1200, 1440, 1680, 1920, 2400, 3120, 3600 min<sup>-1</sup>) sind getestet worden. Die RWDR von Fluor-Kautschuk 75FKM 585 von Firma Freudenberg war benutzt.

Die Messungen des Reibungsmomentes und Öltemperatur am RWDR zeigen die beste Ergebnisse für RP mit MPOA SURM und MKF, MPSF und seine Kombination. Das MPSF ist am wirksamsten in hoher RG. SURM ist wirksamer nach einer Periode von Arbeit und in kleiner RG. Wir können es durch Gründung von servovitischen Film in der Kontaktzone durch ESÜ erklären. Entsprechend Verschleißversuche das Benutzen von MPSF und SURM getrennt gibt bessere Ergebnisse als die Kombination dieser Stoffe. Optische Forschung von Oberflächen mit elektronischem Mikroskop und den Atomaren Kraft-Mikroskopen zeigt, daß Benutzung der verschiedenen tribotechnischen Stoffe bilden andere Oberfläche-Strukturen.

Das Modell der Berechnung von Reibungsmoment für verschiedene Tribostoffe in dem RP Welle-RWDR war geschaffen. Vergleich dieser ausgeführten Formeln mit den theoretischen Formeln für EHD und hydrodynamischen SZ zeigt, daß die Formeln für MPSF Paare ähnlicher zu EHD sind und die RWDR-Paarungen mit SURM - zu hydrodynamischen SZ.

Die Experimente zeigen, daß für die Lösung des Problemes der Steigerung der Zuverlässigkeit von PP und RWDR die MPSF und MPOA benutzt werden könnte. Das MPSF während des Betriebes der RP wiederherstellt sich ständig und verändert die Struktur der Oberfläche in der Kontaktzone. Modifikation der Schmiermittel mit MPOA schafft neue SZ, die das servovitische Film zwischen Reiboberflächen entsprechend ESÜ bilden. Dieser Film nimmt den Reibungsfaktor ab und schützt die Oberflächen von Hauptstoffe übernehmend die Reibung-Ladungen.