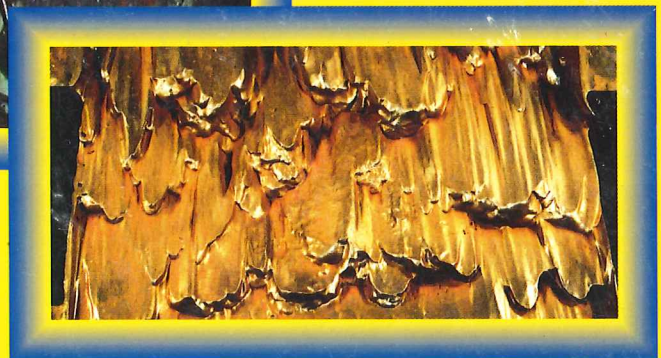


# GfT

Gesellschaft für Tribologie e.V.

## 53. Tribologie-Fachtagung

24. bis 26. September 2012 in Göttingen



**Reibung, Schmierung und Verschleiß**  
Forschung und praktische Anwendungen

**Band I**

Gesellschaft für Tribologie e. V.

**53. Tribologie-Fachtagung**  
24. bis 26. September 2012 in Göttingen

---

**Reibung, Schmierung und Verschleiß**  
Forschung und praktische Anwendungen

**Band I**

**Tribologische Systeme**  
**Schmierstoffe und Schmierungstechnik**  
**Zerspanungs- und Umformtechnik**  
**Prüfen, Messen, Kontrollieren**

---

**GfT** Gesellschaft für Tribologie e.V.

---

**ISBN: 978-3-00-039201-6**

---

**Herausgeber und Vertrieb:**

Gesellschaft für Tribologie e.V.

Löhergraben 33-35 • 52072 Aachen

Telefon: (0241) 400 66 55 • Telefax: (0241) 400 66 54

E-Mail: [tribologie@gft-ev.de](mailto:tribologie@gft-ev.de) • Internet: [www.gft-ev.de](http://www.gft-ev.de)

**Herstellung:**

Druckservice Zillekens

Am Bachpütz 4 • 52224 Stolberg-Venwegen

Telefon: (02408) 958 216 • Telefax: (02408) 958 217

E-Mail: [info@druckservice-zillekens.de](mailto:info@druckservice-zillekens.de) • [www.druckservice-zillekens.de](http://www.druckservice-zillekens.de)

Die Beiträge wurden unverändert in der von den Autoren zur Verfügung gestellten Fassung veröffentlicht.

**Copyright:**

© Gesellschaft für Tribologie e.V., 2012

## Inhaltsverzeichnis Fachtagung 2012

<u>Verfasser und Titel</u>	<u>Vortrag</u>	<u>Band</u>
<b>Bagh, A.; Brecher, C.; Brumm, M.</b>		
Entwicklung eines empirischen Simulationsmodells für den Schichtverschleiß im PVD-beschichteten Zahnflankenkontakt	50	II
<b>Bäse, M.; Winkelmann, U.; Deters, L.</b>		
Experimentelle Untersuchung von innovativ bearbeiteten tribologisch beanspruchten Funktionsflächen am Beispiel geschmierter Lamellenreibbeläge	69	II
<b>de Payrebrune, K. M.; Kröger, M.</b>		
Optische Untersuchungen der Kinematik von Abrasivpartikeln in Drei-Körper-Kontakten	10	I
<b>Dilbat, M.; Bölter, J.; Mach, W.; Pöhlmann, K.</b>		
Erzeugung von Rußölen mittels eines neu konzipierten Rußgenerators sowie Charakterisierung der erzeugten Rußpartikel	36	I
<b>Doan, Y. T.; de Payrebrune, K. M.; Kröger, M.</b>		
Experimental Investigation of Friction Characteristics on three-body Abrasion with low Applied Loads	09	I
<b>Dold, C.; Kailer, A.</b>		
Einfluss der Molekülstruktur auf die rheologischen und tribologischen Eigenschaften von Imidazolium-basierten ionischen Flüssigkeiten	19	I
<b>Dornhöfer, G.</b>		
Verwertbarkeit von Herstellerangaben auf Schmierfett-Datenblättern	17	I
<b>Dörr, N.; Besser, C.</b>		
Vergleich der Motorölalterung im Labor und im Real-system mittels Chemometrie	68	II
<b>Dörr, N.; Gabler, C.</b>		
Imaging tribochemischer Reaktionsschichten ionischer Flüssigkeiten auf Stahl mittels LDI-TOF-MS	23	I

**Drechsler, S.; Albers, A.**

Determination of the influence of load parameters on the friction behavior of multidimensional not stationary tribological contacts

05

I

**Enger, M.; Blaškovič, P.; Feinle, P.**

Nano-based Anti-friction Coatings

45

II

**Feldmeth, S.; Bauer, F.; Haas, W.**

Temperaturbestimmung bei Radial-Wellendichtungen mittels CHT-Simulation

60

II

**Friedrich, K.; Pei, X.-Q.; Almajid, A. A.**

Solid Particle Erosion of Carbon Fiber Reinforced PEEK Composites and Corresponding Protection Methods

39

II

**Frölich, D.; Kaiser, C.; Jennewein, B.; Sauer, B.**

Kopplung von thermischer und mechanischer Simulation zur RWDR Verschleißberechnung

61

II

**Füßer, H.-J.; Schulz, G.; Wölfle, P.; Nick, B.**

Verschleißvorgänge an übereutektischen AlSi-Werkstoffen

62

II

**Gummer, A.; Sappok, D.; Sauer, B.**

Experimentelle und analytische Verschleißuntersuchung von Hülsen- und Rollenketten

66

II

**Gunst, U.**

Charakterisierung von Schmierstoffen und Schmierstoffkomponenten tribologischer Systeme mittels ToF-SIMS

34

I

**Gunst, U.**

Zwecke, Ziele und Struktur eines Netzwerkes für Analytische Tribologie an Grenz- und Oberflächen tribologischer Systeme

35

I

**Hassis, A.; Brecher, C.; Mayer, J.; Bäuml, S.; Reichelt, M.**

Untersuchung tribologisch induzierter Randschichten in schnelldrehenden Hybridwälzlagern

58

II

**Hoffmann, T.; Wagner, C.; Engelhardt, T.; Lehmann, D.; Anders, M.; Schmidt, T.**

Öl-PTFE-cg-Dispersionen als Additive in Seilschmierstoffen

22

I

**Josch, L.; Götz, V.; Emrich, S.; Wagner, C.;  
Kopnarski, M.; Schlarb, A. K.**

Einfluss des Umformens auf das tribologische Verhalten von Halbschalen aus einem Metall-Kunststoffverbund mit verstärktem PEEK	26	I
--	----	---

**Klien, S.; Ristow, A.; Rébel, J.; Jisa, R.; Diem, A.**

Charakterisierung des Haftreibverhaltens und Reibsignalanalyse am Schwing-Reib-Verschleiß-Prüfstand	32	I
---	----	---

**Kloß, H.; Österle, W.; Dmitriev, A.**

Charakterisierung des mechanischen Reibungs- und Verschleißverhaltens von Werkstoffen mittels Simulationsrechnungen (Methode der beweglichen zellularen Automaten) und analytischer Modelle	04	I
---	----	---

**Krell, L.; Makowski, S.; Weihnacht, V.; Rausch, J.;  
Luther, R.; Schnagl, J.**

Superlubricity: Phänomenologische Untersuchung des tribologischen Verhaltens tetraedischer amorpher Kohlenstoffschichten mit organischen Fluiden	47	II
--	----	----

**Kuhn, E.**

Experimentelle Untersuchungen zur Strukturveränderung bei Schmierfetten	15	I
---	----	---

**Kunze, K.; Andrich, M.; Hufenbach, W.; Stelmakh, O.;  
Stelmakh, D.**

Nutzung spezieller tribologischer Systeme für berührungslos arbeitende Pumpen und Kompressoren	59	II
--	----	----

**Kürschner, S.; Popov, V. L.; Filippov, A. E.**

Reduzierte Beschreibung von Kontakten zwischen festen Körpern und viskosen Flüssigkeiten	03	I
--	----	---

**Lu, H.; Amann, T.; Kailer, A.**

Electric potentials effects on friction between silicon carbide surfaces in aqueous solutions	11	I
---	----	---

**Magyar, B.; Sauer, B.**

Kontaktmodellierung von technisch rauen Oberflächen	07	I
---	----	---

**Mauntz, M. R.; Gegner, J.; Klingauf, S.; Kuipers, U.**

Kontinuierlicher Nachweis und Regeln des Verschleißes in Tribosystemen mit einem neuen Online-Ölzustandsüberwachungssystem	37	I
--	----	---

<b>Verfasser und Titel</b>	<b>Vortrag</b>	<b>Band</b>
<b>Mikolajczyk, J.; Styp-Rekowski, M.</b> The Influence of Mind M Preparation on the Lubricant Properties of Base Oil SN-150	18	I
<b>Müllers, J.</b> Temperaturberechnung zur Absicherung von Hochdruckpumpen-Gleitlagern	64	II
<b>Neubert, S.; Hentschke, C.; Jacobs, G.</b> Untersuchung der Schmierungsbedingungen und der Kinematik reibschlüssiger Freiläufe im Leerlaufbetrieb mittels Kontaktwiderstandsmessungen	65	II
<b>Pabst, A.; Hubert, T.; Tremmel, S.; Wartzack, S.</b> Berücksichtigung von Druckeigenstressungen in wälzbeanspruchten Werkstoffbereichen von Wälzlagern	55	II
<b>Paulkowski, D.; Vissing, K.</b> Reduction of elastomeric friction in lubricated contact using plasmopolymeric coatings	52	II
<b>Pfeiffer, N.; Burkhart, T.</b> Das tribologische Verhalten von maßgeschneiderten Graphitfreien EP-Nanokompositen	42	II
<b>Popov, V. L.</b> Methode der Dimensionsreduktion in der Kontaktmechanik und Reibungsphysik: Eine Brücke zwischen der Mikro- und der Makrowelt	01	I
<b>Popov, V. L.</b> Prandtl-Tomlinson-Modell: Geschichte und Anwendungen in der Theorie der Reibung, der Plastizität und in der Nanotechnologie	02	I
<b>Rehbein, W.; Rigo, J.; Lange, I.</b> Prüfung des Stick-Slip-Verhaltens von Gleitbahnölen mittels Schwing-Reibverschleiss Tribometer (SRV)	31	I
<b>Resch, F.; Groche, P.; Elsen, A.</b> Charakterisierung von Einflüssen auf die tribologischen Verhältnisse beim Umformen von Aluminiumblechen	27	I

<b>Verfasser und Titel</b>	<b>Vortrag</b>	<b>Band</b>
<b>Riedinger, B.; Kailer, A.; Mülhaupt, R.</b> Herstellung von funktionalisierten Graphenen und deren tribologisches Verhalten in Esteröl	21	I
<b>Rüdiger, G.; Schädel, B.; Jacobs, O.</b> Einfluss der Kohlenstofffaserart (Pitch/PAN) auf das Reibungs- und Verschleißverhalten von PEEK-Compounds	41	II
<b>Sauer, B.; Marquart, M.</b> Feststoffgeschmierte Wälzlager: Lebensdauersteigerung durch Käfigoptimierung	57	II
<b>Schmidt, T.; André, M.; Poll, G.; Ottink, K.</b> Effizienter Finite-Elemente-Ansatz zur Simulation von EHD-Kontakten und Verschleißeffekten in axialbewegten Hydraulikdichtsystemen	54	II
<b>Schneider, E.; Blaskovits, P.; Feinle, P.</b> Gleitverschleißbetrachtung bei realitätsnahen Verschleißraten auf mikroskopischer Ebene zur Abschätzung der Lebensdauer	30	I
<b>Schneider, T.; Vierneusel, B.; Gradt, T.; Tremmel, S.; Wartzack, S.; Szücs, Z.; Arendt, I.</b> Optimierte MoS <sub>2</sub> -PVD-Schichten für wechselnde Umgebungsbedingungen	46	II
<b>Scholz, C.; Tamura, T.; Hosohata, S.; Nakase, T.; Kato, S.; Woydt, M.</b> Null-Verschleiß an Hochleistungs-DLC-Schichten	44	II
<b>Schulz, J.; Decker, B.; Rehbein, W.; Rigo, J.</b> Matrix-Effekte –Einfluss der Schmierstoffmatrix auf die Wechselwirkung von Additiven mit Metalloberflächen	24	I
<b>Schwenk, C.; Rittmannsberger, W.; Bartel, D.; Deters, L.</b> Tribologische Bewertung von Stahlpaarungen unter Dieselschmierung im Modelltest	28	I
<b>Sebastian, R.; Noll, A.; Zhang, G.; Burkhart, T.; Wetzel, B.</b> Reibung und Verschleiß von PPS/CNT Nanokompositen mit Bildung von elektrisch isolierenden Transferfilmen	33	I



<b>Verfasser und Titel</b>	<b>Vortrag</b>	<b>Band</b>
<b>Shakhvorostov, D.; Lauterwasser, F.; Wincierz, C.</b> Formulierung von kraftstoffeinsparenden Motorenölen	20	I
<b>Sittl, U.; Feinle, P.</b> Gegenwärtige Messtechnologien mit versteckten Ressourcen zur Definition von Funktionsoberflächen	29	I
<b>Stehr, W.</b> Die Reibungszahl führt in die Irre	06	I
<b>Stockhammer, R.</b> Bewertung der Förderbarkeit von Schmierstoffen in Zentralschmieranlagen	16	I
<b>Ulmer, H.; Dinkelacker, F.; Kästner, J.; Denkena, B.</b> Tribologische Optimierung von Zylinderlaufbuchsen durch spanend eingebrachte Mikroschmiertaschen	70	II
<b>van Lier, H.; Jacobs, G.; Hentschke, C.; Bobzin, K.; Bagcivan, N.; Theiß, S.; Weiß, R.</b> Einsatz von Hartstoffschichten in trockenlaufenden Wälzlagern am Beispiel (Cr,Al)N	51	II
<b>Varga, M.; Winkelmann, H.; Badisch, E.; Adam, K.</b> Lebenszyklus-Optimierung mittels tribo-systematischer Analyse des Realsystems und den daraus abgeleiteten werkstofflichen und numerischen Ansätzen	12	I
<b>Vidner, J.; Leidich, E.</b> Tribologische Erweiterung des örtlichen Festigkeitsnachweises für reibdauerbeanspruchte Oberflächen	13	I
<b>Vidner, J.; Gräfensteiner, M.; Leidich, E.</b> Beitrag zur ganzheitlichen Charakterisierung und funktionsgerechten Prüfung von reibschlüssigen Oberflächen	14	I
<b>Wack, P.</b> Trends beim Bohren der Werkstoffkombination von Metall- und Faserverbundwerkstoffen	25	I

<b>Verfasser und Titel</b>	<b>Vortrag</b>	<b>Band</b>
<b>Wäsche, R.; Köhler, N.; Kovalev, A.; Spaltmann, M.; Woydt, M.</b> Null-Verschleiß	43	II
<b>Walter, R.; Noll, A.; Burkhart, T.</b> Herstellung und tribologische Eigenschaften elektrisch leitfähiger Tribowerkstoffe auf der Basis von Polyphenylensulfid	38	II
<b>Wang, D.; Neubauer, T.; Poll, G.</b> Anwendung rheologischer Modelle zur Berechnung des Schlupfes in Wälzlagern	56	II
<b>Wetter, R.; Popov; V. L.</b> Shake-down und induziertes Mikrogleiten eines oszillierenden Reibkontaktes	08	I
<b>Widmann, M.</b> Tribologische Systeme für trockene Hochleistungs-Wälzkontakte	53	II
<b>Woydt, M.; Kelling, N.; Hannemann, F.; Berberich, N.</b> STRIBECK-type curves of grey cast iron and AlSi17Cu3 liners in alternative engine oils	63	II
<b>Woydt, M.; Kislov, S.; Kislov, V.; Ostrovsky, P.</b> Localized hardening and structuring of steels by a simples process	49	II
<b>Zhang, G.; Burkhart, T.; Wetzel, B.</b> Tribological behavior of epoxy composites under boundary lubrication conditions	40	II
<b>Zum Gahr, K.-H.; Mann, M.</b> Reibungsverhalten abhängig von den Parametern einer Näpfchentextur auf den Wirkflächen von geschmierten Stahl/Saphir-Gleitpaarungen	48	II

Michał Styp-Rekowski, Jarosław Mikolajczyk

## THE INFLUENCE OF MIND M PREPARATION ON THE LUBRICANT PROPERTIES OF BASE OIL SN-150

### Introduction

Standard oils available on the oil and lubricants market – despite their merits – are not able to manage, especially in extreme work conditions, the problems of under-lubrication of the friction zone of co-operating elements, i.e. the liquidation of so-called 'cold start' present during the start-up of installations. In such situations, according to many researchers [1, 2, 3, 4], a secondary upgrading of commercial oils is effective by means of introducing preparations (consumables) to the given friction nodes. These preparations – as a result of physical or chemical sorption – form a new boundary layer on co-operating elements. This paper attempts to assess the efficiency of performance of Mind M preparation for the conformal contact connection.

### Test Methods

Applied in the testing, as the material of samples, was C45 steel of hardness of 40HRC, a counter-sample was made of 102Cr6 steel quenched to the hardness of 60 HRC. The hardness of the counter-sample is definitely higher (by 50%) than the hardness of samples, in order that SGP state transitions should occur mainly on the surface layer of samples. Samples were cooperating with the counter-sample at external loading of 600 N, which – at the contact surface of samples with the counter-sample equivalent to 300 mm<sup>2</sup> – corresponds to theoretical pressures in the contact zone 2,0 MPa.

For the purpose of carrying out the tribological testing used was the test bed designed and manufactured in the Department of Mechanical Engineering of University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz. Figure 1 shows a general principal of cooperation of kinematic pair – a sample with counter-sample during tests realised on the above-mentioned test bed. On the frontal area of the sleeve which stabilizes samples (3) there are fixed fitted samples tested (2) in three grooves which are made every 120°. In this way one obtains an evenly distributed trisurface pressure of cooperating elements which is realised through the spring tension. A relative, oscillating motion is performed by a counter-sample.

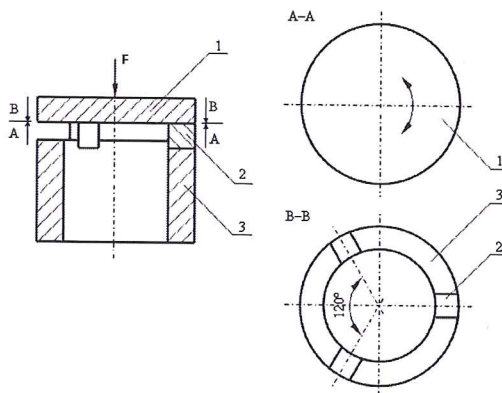


Fig. 1 Scheme of cooperation of samples with counter-sample

### Tests Results and Discussion

Below presented are variations of temperature in the oil chamber, the power consumption, samples mass decrement, parameters of Ra, Rpk, Rq and Rt for the path of friction 2000 [m].

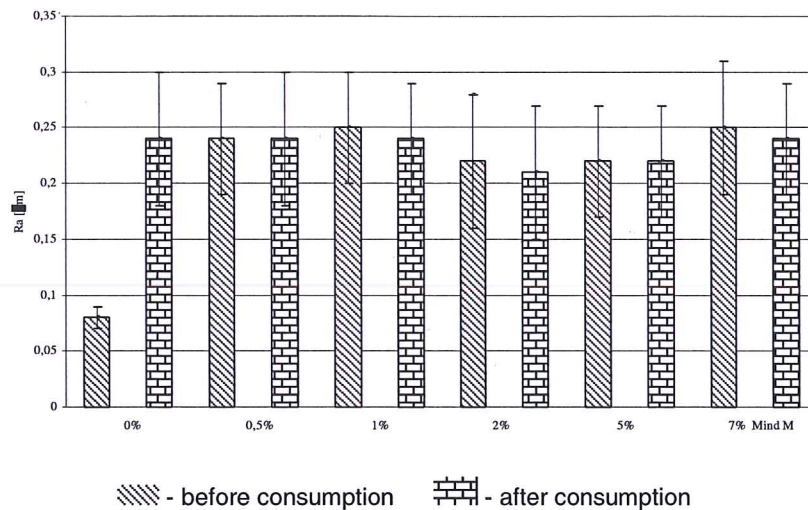


Fig. 2 Change of Ra parameter before and after consumption. Rotations of spindle 1000 rev/min, path of friction 2000 [m]

The increase of the addition of Mind M from 0,5% to 7% results in the reduction of the value of Ra parameter after consumption as compared to its value before consumption. However, the value of this reduction is practically on a constant level – ca. 8%, irrespective of the concentration of the tested addition. An exception is the concentration of Mind M preparation equal to 5%, for which the value of this parameter is practically constant and it amounts to 0,22 [μm]. For examined concentrations of tested addition, it is difficult to notice its influence on the change of value of the standard deviation  $\sigma$  (Fig. 2).

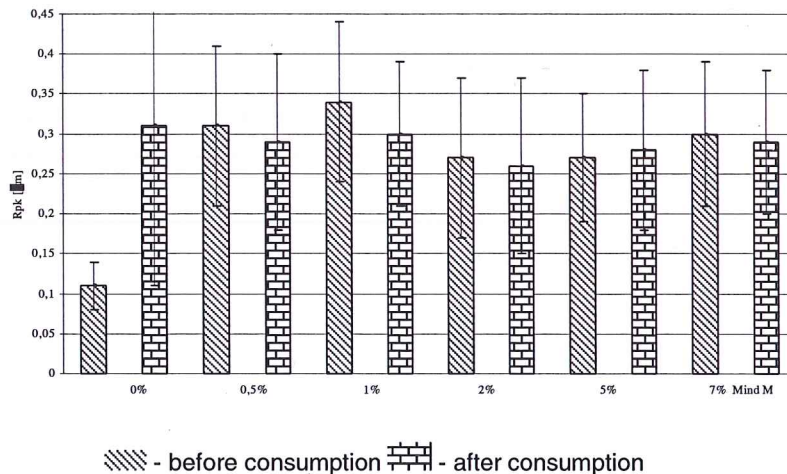
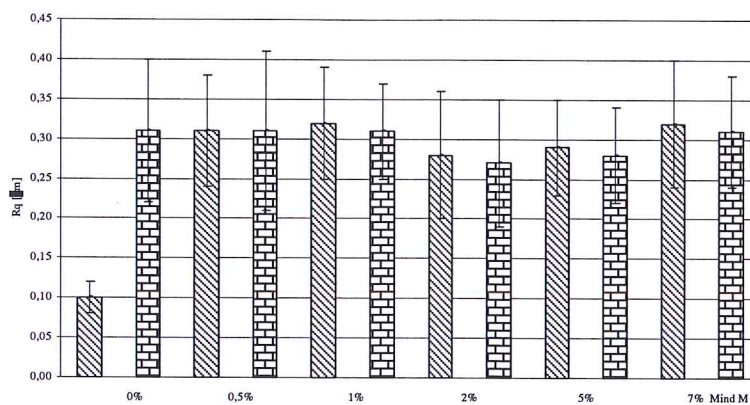


Fig. 3. Change of Rpk parameter before and after consumption. Rotations of spindle 1000 rev/min, path of friction 2000 [m]

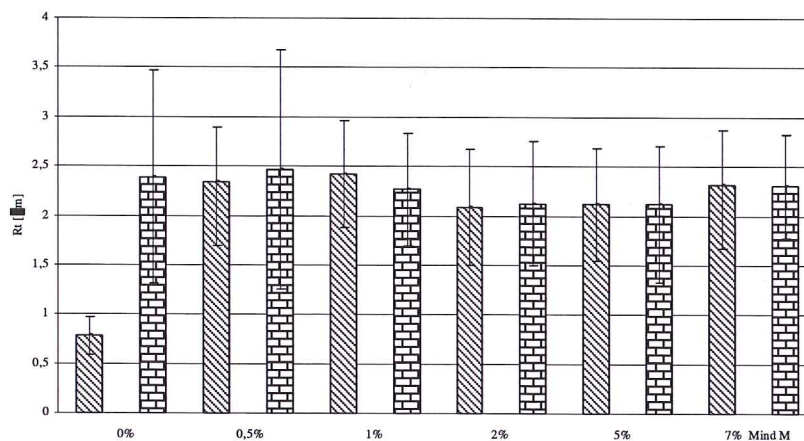
Also in this example, the increase of volume fraction of Mind M preparation for the tested scope causes the reduction of Rpk parameter value after consumption as compared to its value before consumption. The greatest change of this parameter is present for the concentration of 1% of Mind M addition (from 0,34 to 0,30 μm). Only 5% concentration of the tested addition caused the increase of the value of Rpk parameter after consumption, in relation to its value before consumption, by ca. 5% (Fig. 3).



▨ - before consumption ▤ - after consumption

Fig. 4. Change of Rq parameter before and after consumption. Rotations of spindle 1000 rev/min, path of friction 2000 [m]

For the tested scope of concentrations of Mind M addition, one can observe its favourable influence on the reduction of the value of Rq parameter after consumption. The value of this reduction is practically constant and it amounts to ca. 8-10% of its value before consumption (Fig. 4).



▨ - before consumption ▤ - after consumption

Fig. 5. Change of Rt parameter before and after consumption. Rotations of spindle 1000 rev/min, path of friction 2000 [m]

In the tested scope of concentrations only for the composition of 1% of Mind M addition one can observe a reduction of Rt parameter value after consumption, as compared to its value before consumption. For the remaining concentrations (2%, 5%, 7%), the value of this parameter after consumption practically has not changed in relation to its value before consumption (Fig. 5).

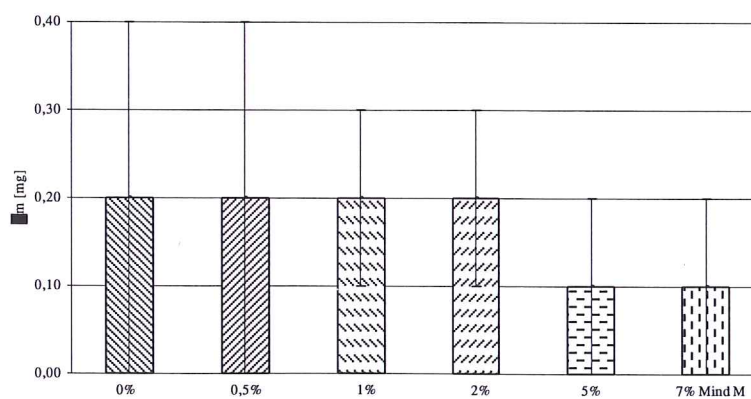


Fig. 6. Samples mass decrement after consumption. Rotations of spindle 1000 rev/min, path of friction 2000 [m]

A favourable influence on the reduction of the value of mass decrement can be observed for concentrations of 5% and 7% of tested addition, for which  $m$  is 0,1 [mg]. Mind M preparation also has a positive influence, already from 1% concentration, on the reduction of the value of standard deviation  $\sigma$  (Fig. 6).

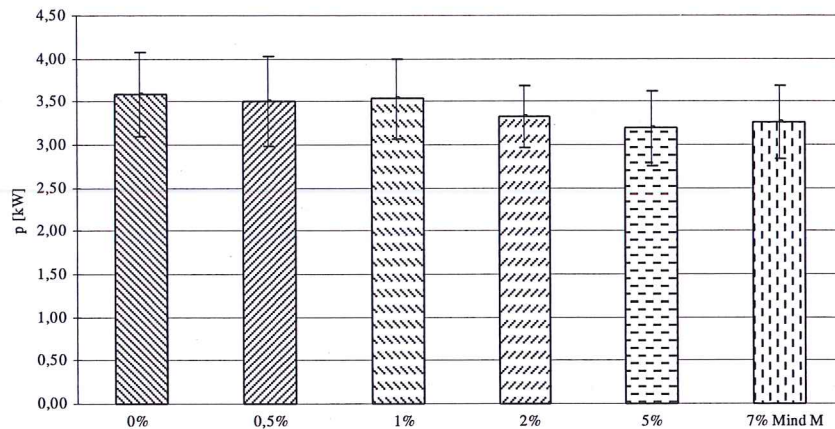


Fig. 7. Electrical power consumption  $p$  [kW]. Rotations of spindle 1000 rev/min, path of friction 2000 [m]

For 5% concentration of Mind M addition one can observe a minimum power consumption which is 3,19 [kW]. The increase of concentration to 7% of tested addition causes the increase of the value of power consumption to the value of 3,26 [kW] (Fig. 7).

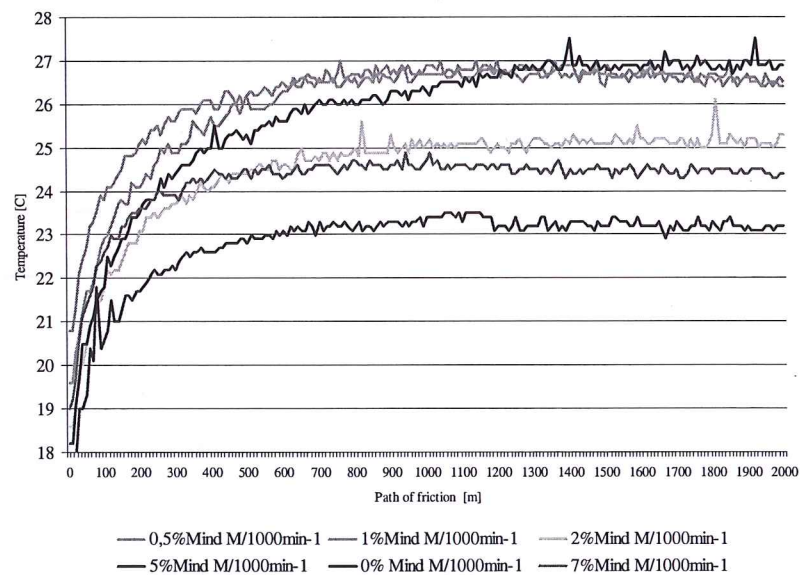


Fig. 8. Course of temperature variations in the oil chamber. Sampling every 1 minute. Rotations of spindle 1000 rev/min, path of friction 2000 [m]

From the record of the course of temperatures in the oil chamber for tested concentrations of Mind M addition one can observe a gradual reduction of their values from ca. 27[°C] for 0,5% and 1% addition to temperature ca. 23[°C] for 5% concentration of Mind M addition. Further increase of the content of the addition in the base oil SN-150 from 5% to 7% causes already an increase of temperature in the oil chamber to the value of ca. 24,5[°C] at ambient temperature 20±21[°C]. The path on which there is a stabilization of temperatures in the oil chamber is reduced along with the increase of concentration of the tested addition and it is ca. 1400±1500[m] for concentration of 0.5 and 1%, ca. 1000[m] for concentration of 2%, ca. 900[m] for concentration of 5%, and ca. 700[m] for concentration of 7% of tested addition (Fig. 8).

#### Summary

For the tested concentrations, Mind M preparation has a favourable influence on the reduction of the value of electric power consumption of the test bed, reduction of oil chamber temperatures and reduction of the value of samples mass decrement. It also has a significant influence on the change of Ra parameter. For concentrations of 2% and 5% of tested addition, one can observe its favourable influence on tested parameters, taking into account the amount of addition, as a criterion.

**LITERATURE:**

- [1] BIAŁKA Z., ZWIERZYCKI W., *Wpływ dodatków eksploatacyjnych na własności smarne olejów przekładniowych*, TRIBOLOGIA, 2001, nr 1
- [2] BIAŁKA Z., *Badania dodatków eksploatacyjnych*, PALIWA OLEJE I SMARY W EKSPLOATACJI 2000, nr 69
- [3] JANEK M., LABER A., *Badania własności smarnych olejów bazowego modyfikowanego dodatkami smarnymi oraz preparatami eksploatacyjnymi*, POLSKA TRIBOLOGIA, 2000, nr 1
- [4] LABER S., LABER A., *Efekty eksploatacyjne silnika spalinowego smarowanego preparatem eksploatacyjnym na bazie metali miękich*, PROBLEMY EKSPLOATACJI, 2000, nr 3

**Autorenanschrift:**

Michał Styp-Rekowski, Jarosław Mikołajczyk  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy (University of Technology and Life Sciences), Department of  
Mechanical Engineering, Bydgoszcz, ul. S. Kaliskiego  
e-mail: waleria21@gazeta.pl

**ISBN 978-3-00-039201-6**