



## APLIKÁCIA NORMY ASTM G7705-E1 PRI TESTOVANÍ BIOODBÚRATEĽNÝCH MAZÍV APPLICATION OF ASTM G7705-E1 IN BIODEGRADABLE OILS TESTING

Tibor Gáspár, Milan Kadnár, Michal Kročko, Juraj Rusnák

### Abstract

This paper deals with possible application of modified standard ASTM G77-05E1 for testing biodegradable oils. After test parameter selection we realized some tests, which results are published too. Results are published in form of relations of temperature and friction factor on time. Test pair consists from steel shaft and plate with functional surface made from cooper-tin bronze. Used test oil was MOL Traktol ERTTO.

**Key words:** tribodiagnostics, biodegradable oils

### Úvod

Vývojom nových trecích materiálov a mazacích olejov sa musí vyvíjať aj skúšobná technika a skúšobné metódy. Skúšaním už existujúcich a novovyvíjaných materiálov sa získava aktuálny prehľad o možnostiach nových trecích materiálov a mazacích olejov v porovnaní s doteraz používanými.

Rôzne aplikácie však vyžadujú rôzne typy mazív. Podľa Manga a Dresela (2007) pre zabezpečenie požiadaviek 90 % tribologických aplikácií potrebujeme neskutočné množstvo typov mazív a to medzi 5 000 až 10 000. V roku 2004 celosvetovo bolo použitých 37,4 milióna ton mazív (z toho 53 % mazív pre automobily, 32 % priemyselných mazív, 5 % mazív pre vodné prostredie a 10 % procesných mazív).

Zaujímavejšie sú však čísla ukazujúce použitie mazív padajúceho na jedného obyvateľa určitého územia. Severná Amerika a Západná Európa má podiel na použití 35,9 % mazív z celosvetového objemu, pričom zahŕňa len 9,4 % celosvetovej populácie. Približne 50 % z predaného objemu mazív celosvetovo končí svoj technický život v prírode. Približne tretinu z týchto škôd predstavuje odpar z motorových olejov. Tieto vysoké straty do prostredia stoja za rastúcim výskumom environmentálne akceptovateľných mazív.

### Materiál a metódy

TRIBOTESTOR M'06 je skúšobné zariadenie simulujúce klznú úložku, v ktorom jeden z klzných členov má treciu plochu s profilom krivky a druhý klzný člen má profil priamky. Klzný člen tvaru platne je pritlačený normálovou silou na otáčajúci sa klzný člen tvaru valca. Miesto dotyku medzi dvoma klznými členmi teoreticky aj prakticky sa zhoduje s miestom dotyku, ktorý predpisuje norma ASTM G77-05E1 (popisný názov normy: Standard Test Method for Ranking Resistance of Materials to Sliding Wear Using Block-on-Ring Wear Test – Štandardná testovacia metóda pre hodnotenie odolnosti materiálov proti opotrebeniu použitím testu opotrebenia kváder-kotúč). Norma v prvom rade slúži pre hodnotenie presne definovaných klzných dvojíc a presne definovanej medzilátky.

Nami zvolená skúšobná dvojica sa skladá z oceleového hriadeľa a z oceleovej platničky, ktorá má funkčný povrch z cínového bronzu.

### Kontaktná adresa:

Ing. Tibor Gáspár, Katedra konštruovania strojov, TF SPU Nitra, e-mail: tibor.gaspar@zoznam.sk,

Ing. Milan Kadnár, PhD., Katedra konštruovania strojo, TF SPU, Nitra, e-mail: milan.kadnar@uniag.sk

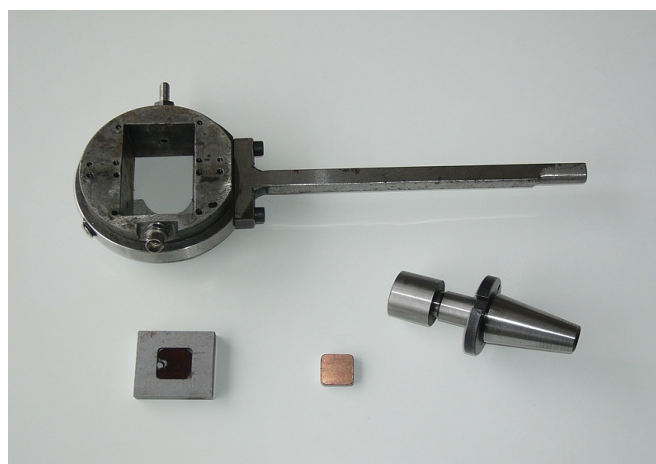
Ing. Michal Kročko, Katedra konštruovania strojov, TF SPU Nitra, e-mail: michal.krocko@uniag.sk

prof. Ing. Juraj Rusnák, PhD., Katedra konštruovania strojov, TF SPU Nitra, e-mail: juraj.rusnak@uniag.sk



Základné trecie teleso predstavuje platnička rozmerov 20x20x5 mm. Tento prvok tribosystému je vyrobený plameňopráškovým žiarovým nástrekom cínového bronzu CuSn10 STN 42 3119, na základný materiál konštrukčnú nelegovanú oceľ 11 373.0. Spomínaný princíp nástreku sa označuje aj ako Cold Spraying, nástrek bol vyhotovený vo Výskumnom ústave zvaračskom v Bratislave. Voľbu materiálu základného trecieho telesa ovplyvňovalo rozšírené využitie daného materiálu na výrobu klzných povrchov a tým zabezpečený častý výskyt takto upravených pracovných povrchov strojových súčastí dnešnej poľnohospodárskej techniky.

Trecie teleso predstavuje hriadeľ z nelegovanej konštrukčnej ocele 11 600. Tento materiál je bežne používaným materiálom v poľnohospodárskej technike. Trecie teleso má formu hriadeľa s priemerom 30 mm a dĺžkou minimálne 20 mm.



Obrázok 1 Reálne prvky tribologického uzla.  
Figure 1 Real elements of the tribological joint.

MOL Traktol ERTTO (Environmentally Responsible Tractor Transmission Oil) je ekologický univerzálny traktorový olej. Olej je vyrobený na báze rastlinného oleja a špeciálnych druhov prísad. Je určený na mazanie prevodoviek, rozvodoviek, hydraulických okruhov, mokrých bŕzd poľnohospodárskych a stavebných strojov. Technické údaje sú uvedené v tabuľke 1.

Olej MOL traktol ERTTO je zvlášť vhodný pre stroje, ktoré pracujú v blízkosti vodných zdrojov, v lesnom prostredí a všade tam, kde je potrebné používať olej, ktorý nadmerne nezaťažuje životné prostredie. Olej MOL Traktol ERTTO má biologickú odbúrateľnosť 91 % podľa CEC L-33-A-93 a 65 % podľa OECD 301 B. Je zaradený do kategórie WGK 1, čo je kategória produktov mierne zaťažujúcich vodu.

Tabuľka 1 Vybrané vlastnosti oleja MOL Traktol ERTTO.  
Table 1 Selected properties of oil MOL Traktol ERTTO.

Parameter, jednotka	Hodnota
Kinematická viskozita pri 100 °C, mm <sup>2</sup> · s <sup>-1</sup>	10,38
Kinematická viskozita pri 40 °C, mm <sup>2</sup> · s <sup>-1</sup>	47,89
Viskozitný index	213
Bod tuhnutia, °C	- 39

## Výsledky a diskusia

Skúška môže prebiehať v širokom rozsahu zaťaženia, typických pre dané materiálové dvojice a medzilátky. Norma nestanovuje parametre skúšky ale uvádza odporúčané hodnoty pre rozmery klznej dvojice a základných parametrov skúšky, ako normálové zaťaženie, otáčky a trvanie skúšky.

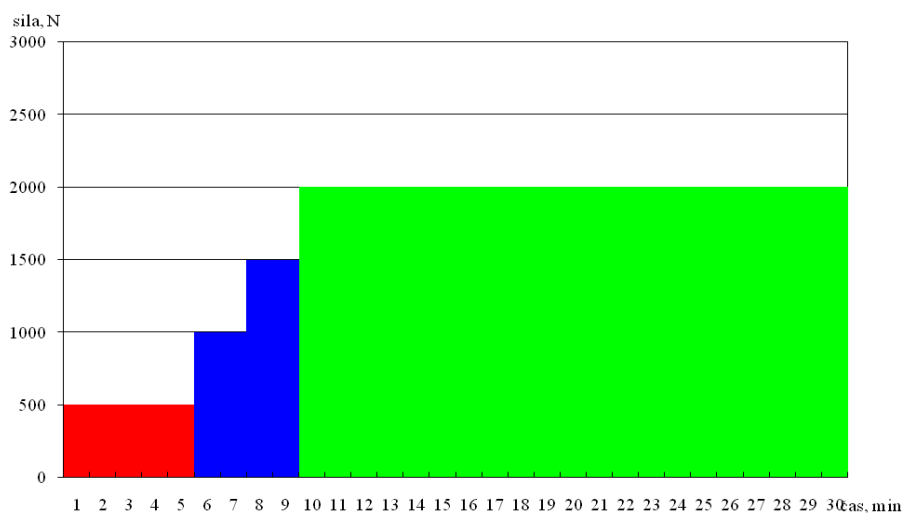


Stanovené parametre skúšky:

- otáčky: 180 otáčok za minútu, konštantné po celej dobe trvania skúšky, v smere hodinových ručičiek (odporúčané podľa ASTM G77-05E1),
- doba trvania skúšky: 30 minút (odporúčané podľa ASTM G77-05E1),
- zaťaženie: v rozsahu od 500 N do 2000 N, podľa grafu 1.

V prípade, že za stanovených typických nastavení sa nevytvorí merateľná stopa na trecom povrchu, norma dovoľuje parameter skúšky modifikovať tak, aby sa vytvorila merateľná stopa. Vzhľadom na modifikované rozmery trecieho kontaktu priebeh zaťaženie trecieho uzla sme stanovili nasledovne (grafické znázornenie závislosti zaťažovacej sily na čase skúšky vidieť na obrázku 2):

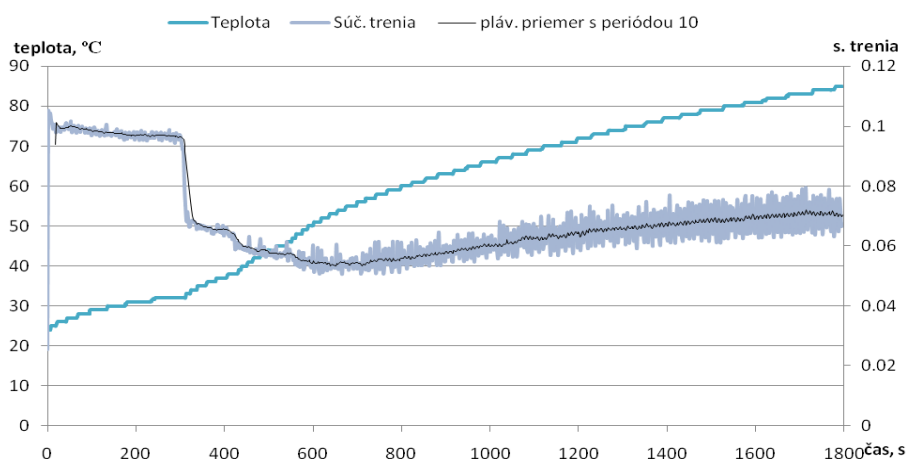
- konštantné zaťaženie 500 N prvých päť minút skúšky,
- zvýšenie zaťaženia o 500 N na dobu dvoch minút (celkom 3 krát), až k dosiahnutiu zaťaženia 2000 N,
- konštantné zaťaženie 2000 N až po dosiahnutie doby skúšky 30 minút.



Obrázok 2 Závislosť skúšobnej sily na čase skúšky.

Figure 2 Relation of testing force on testing time.

Počas skúšky podľa tejto modifikovanej metodiky ASTM G77-05E1 by nemalo dôjsť ku neprimeraným zvýšeniam teploty v oleji a tým ku nepredvídateľnej zmene štruktúry a vlastností biologicky odbúrateľných mazív. Takto zabránime aj mikrozadieraniam v trecom kontakte a v skúške opotrebené povrchy budú nielen prejavovať čisté adhezívne opotrebenie.



Obrázok 3 Priebeh teploty a súčiniteľa trenia.

Figure 3 Development of temperature and friction factor.



Grafické znázornenie výsledkov skúšky oleja MOL Traktol ERTTO vidieť na obrázku 3. Závislosť teploty oleja na čase skúšky má stúpajúcu tendenciu. Maximálna dosiahnutá teplota bola 85 °C, čo v porovnaní s hraničnou hodnotou 100 °C sa považuje za vyhovujúcu. Závislosť súčiniteľa trenia na čase skúšky môžeme rozdeliť na 2 časti. V prvej časti, do 540 sekúnd času skúšky, vidieť, že súčiniteľ trenia mala hodnotu tesne pod 0,1. Po dosiahnutí kvapalinového trenia (okolo 300 sekúnd času skúšky) a po ustálení skúšobných podmienok (po 540 sekundách času skúšky) vidieť, že krivka má mierne rastúcu tendenciu a pohybovala sa medzi 0,5 až 0,7. Pre lepšie znázornenie závislosti sme použili plávajúci priemer s periódou 10. Uskutočnená skúška splnila našu požiadavku, aby sa hraničná teplota nedosiahla. Vychádzajúc z uvedených výsledkov bude táto upravená metodika normy ASTM G77-05E1 zaradená do ďalšej vedecko-výskumnej činnosti.

### Záver

Z priebehov teploty a súčiniteľa trenia z skúšky vykonanej podľa modifikovanej metodiky normy ASTM G77-05E1 vidieť, že táto norma je vhodná na vykazovanie vybraných charakteristík mazacích olejov. Teplota oleja dosiahla počas skúšky maximálnu hodnotu 85 °C, čo je v porovnaní s hraničnou hodnotou 100 °C vyhovujúca hodnota. Po ustálení skúšobných parametrov mal súčiniteľ trenia mierne stúpajúcu tendenciu, čo vychádza z postupnej degradácie oleja. Spomínaná overená metóda bude využitá pre porovnanie biologicky odbúrateľných mazacích olejov zahrnutých do výskumnej činnosti Katedry konštruovania strojov TF SPU.

### Použitá literatúra

1. MANG, T. – DRESEL, W. 2007. *Lubricant and Lubrication*. Weinheim : WILEY-VCH GmbH. 850 s. ISBN 978-3-527-31497-3.
2. RUSNÁK, J. 2005. *Štúdium tribologických vlastností materiálov nanosených na povrch nekonvenčnými technológiami*. Monografia. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2005. 63 s. ISBN 80-8069-485-0.
3. KADNÁR, M. – RÉDL, J. 2008. *Porovnanie trecích vlastností klzného uzla mazaného olejom minerálnym a syntetickým*. In: *Nekonvenčné technológie NT '08 : 7. ročník : medzinárodná vedecká konferencia*, Strečno 19. jún 2008. - Žilina : Žilinská univerzita, 2008. s. 14. ISBN 978-80-8070-859-7.
4. ŠESTÁK, J. – RYBAN, G. – RÉDL, J. – PRŠAN, J. 2001. *Stabilita pohybu hriadeľa v klznom ložisku*. In: *Nové trendy v konštruovaní a v tvorbe technickej dokumentácie 2001 - 31.5.2001. - 1. vyd.. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2001. s. 115-119. ISBN 80-7137-862-3.*
5. BAŠŤOVANSKÝ, R. – SCHILLER, M.: *Určenie konštruktéra na výrobné náklady produktu*. Medzinárodní Baťovy doktoradské konferencie. ISBN 978-80-7318-529-9. Zlín 2007.
6. ŽARNAY, M. – BRONČEK, J. – BAŠŤOVANSKÝ, R. – SCHILLER, M: *Experimentálne zariadenia na tvorbu nanoštruktúr kovov technológiiu intenzívnych plastických deformácií*. *Nové trendy v konštruovaní a v tvorbe technickej dokumentácie*. ISBN 978-80-8069-883-6, s. 175-178, Nitra 2007.

### Súhrn

V tejto práci sme sa zaoberali možnosťou skúšania bioodbúrateľných mazacích olejov pomocou upravenej metodiky normy ASTM G77-05E1. Po výbere parametrov skúšky sme uskutočnili skúšobné merania, ktorých výsledky uvádzame vo forme závislostí teploty a súčiniteľa trenia na čase skúšky. Skúšobnú dvojicu predstavovali oceľový hriadeľ a platnička s funkčným povrchom z cínového bronzu. Ako skúšobný mazací olej sme použili olej MOL Traktol ERTTO.

**Kľúčové slová** (v slovenskom jazyku): tribodiagnostika, bioodbúrateľné oleje