Reologické vlastnosti plastických maziv

Ing. Martin Legner, Ing. Jiří Valdauf
Lubricant s.r.o., Starý Plzenec

on-line webinář odborné sekce Tribotechnika
České strojnické společnosti z.s.

Analýzy a ošetřování maziv

Praha 20.10.2021

Teorie

- Reologie se zabývá vlastnostmi látek za podmínek jejich deformace (toku)
- Viskozita určuje míru vnitřního odporu materiálu vůči vnějšímu zatížení (odpor proti toku)
- Dynamická viskozita je definována Newtonovou rovnicí:

$$\tau = \eta \cdot \gamma$$

τ ...smykové napětí [Pa]

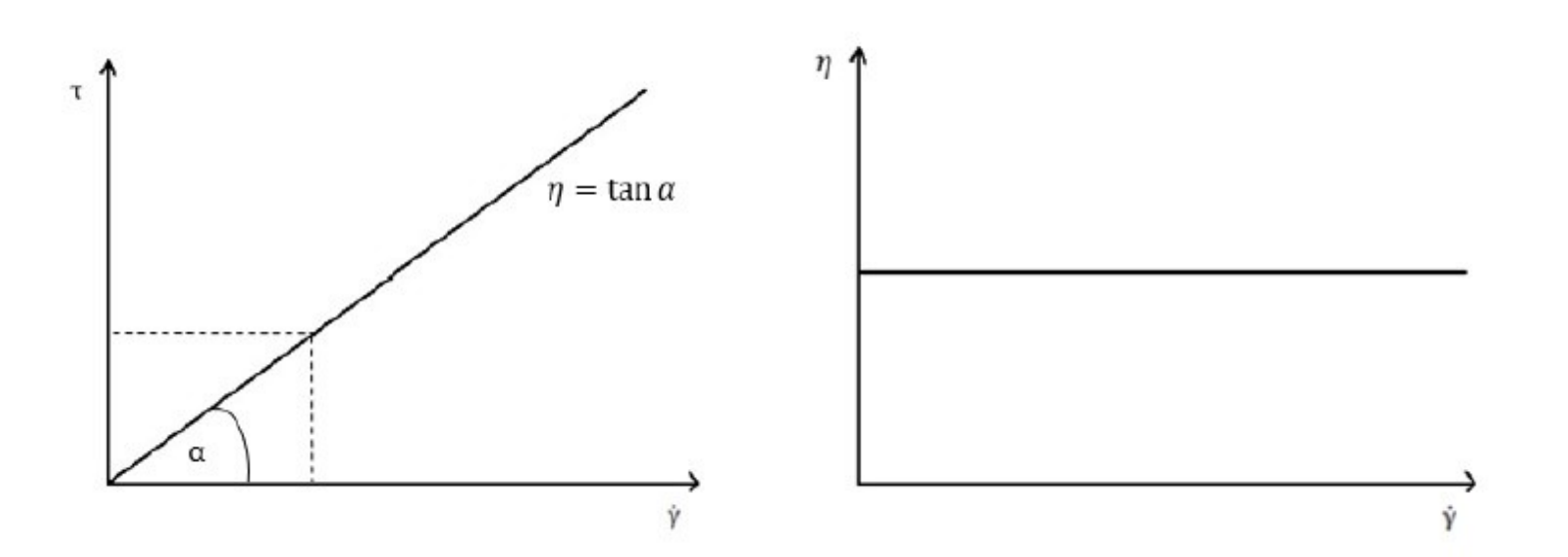
η ...dynamická viskozita [Pa s]

γ.....rychlostní gradient neboli rychlost smykové deformace (smykový spád, smyková rychlost) [s^{-1}]

Teorie

Newtonské kapaliny - smykové napětí je přímo úměrné smykové rychlosti a viskozita je tedy na smykové rychlosti nezávislá

- Toková a viskozitní křivka newtonské kapaliny



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

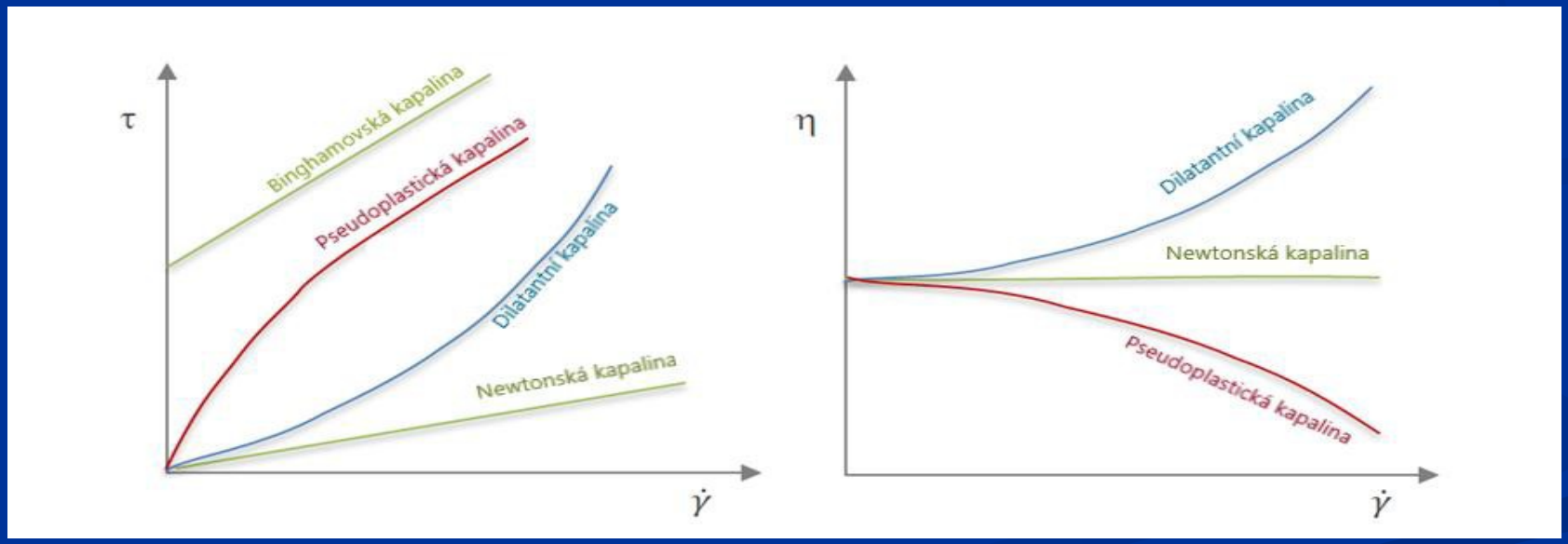
LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

Teorie

Ne-newtonské kapaliny – zdánlivá dynamická viskozita – závisí na smykovém napětí nebo smykové rychlosti

- Pseudoplastické (řídnoucí), Dilatantní (houstnoucí), Plastické (viskoplastické, Binghamské)
- Tokové (reogramy) a viskozitní křivky



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

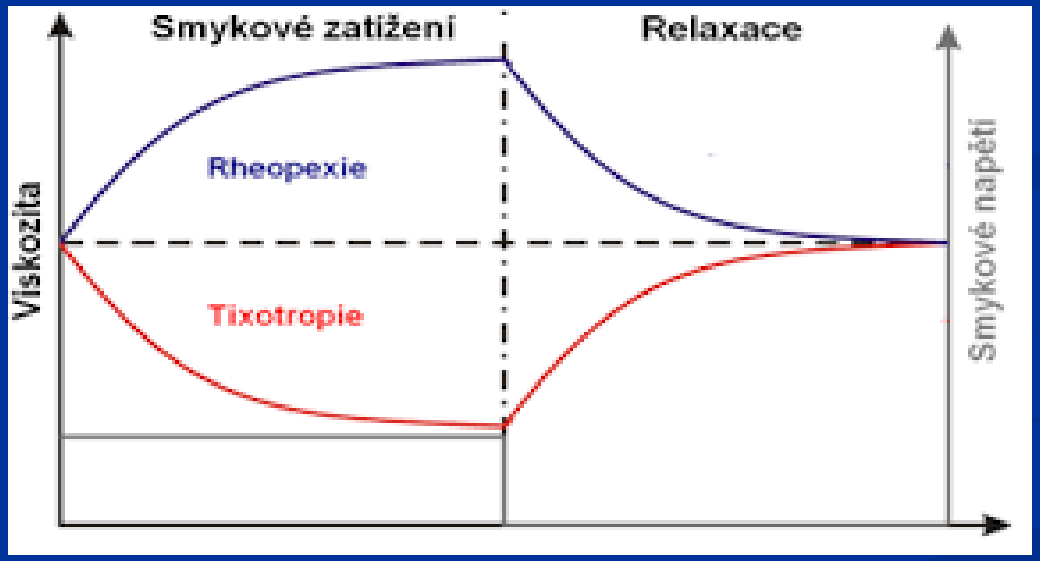
LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

Teorie

Podle změn viskozity s časem (za toku) rozeznáváme kapaliny tixotropní (viskozita se postupně snižuje, po přerušení toku se pak obnoví) a reopexní (vykazuje opačné chování).



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

Plastické mazivo

- Produkt tuhé až polotekuté konzistence skládající se z tekutého oleje a zpevňovadla

- Zpevňovadla: mýdla kovů (Li, Ca, Al, Na), polymočovina, bentonit, polymery (PTFE)
- Přísady: antioxidanty, látky s protikorozními a protioděrovými schopnostmi, pevná maziva pro vylepšení tzv. vysokotlakých vlastností (grafit, MoS_2)

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

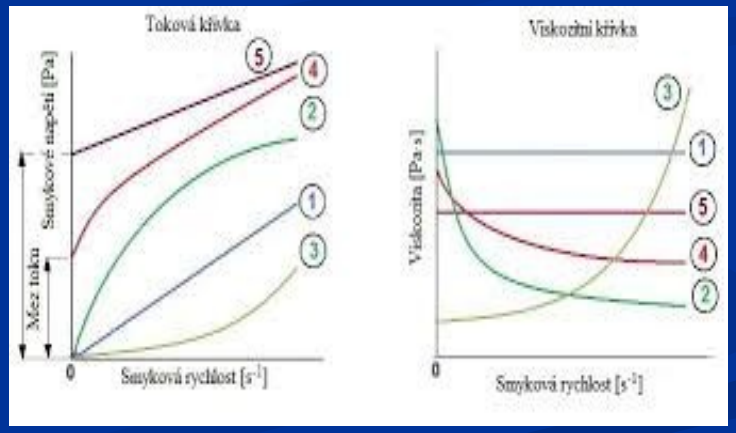
LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

Plastické mazivo

- Z reologického hlediska jsou plastická maziva považována za tixotropní viskoplastické látky
- Mezi jejich nejdůležitější reologické charakteristiky patří mez toku, což je tlak, při kterém plastické mazivo přejde ze stavu tuhé látky do stavu kapalného, čili dojde k rozrušení jeho vnitřní struktury a přechodu k viskóznímu toku
- Tokové křivky (Reogramy)
- Viskozitní křivky



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

DIN 51810-1

DIN 51810-1 Zkoušení maziv – Zkoušení reologických vlastností mazacích tuků - Část 1: Stanovení smykové viskozity rotačními viskozimetry s měřícím systémem kužel deska

- Jedna ze zkoušek plastických maziv podle podnikového standardu firmy Volkswagen VW TL 778 (teplota 25°C a -40°C)
- Tato norma specifikuje metodu pro stanovení smykové viskozity (zdánlivé dynamické viskozity) mazacích tuků NLGI tříd 000 až 2 (podle DIN 51818) při konstantní smykové rychlosti po definovaném předzatížení pomocí rotačního viskozimetru s měřícím systémem kužel deska

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

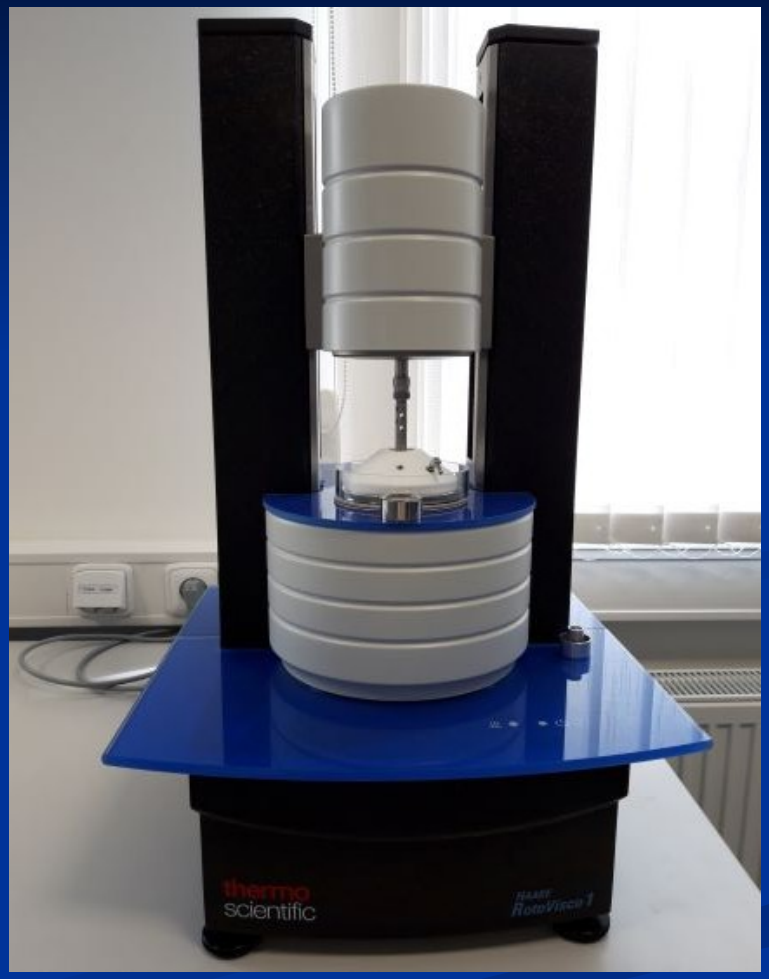
LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

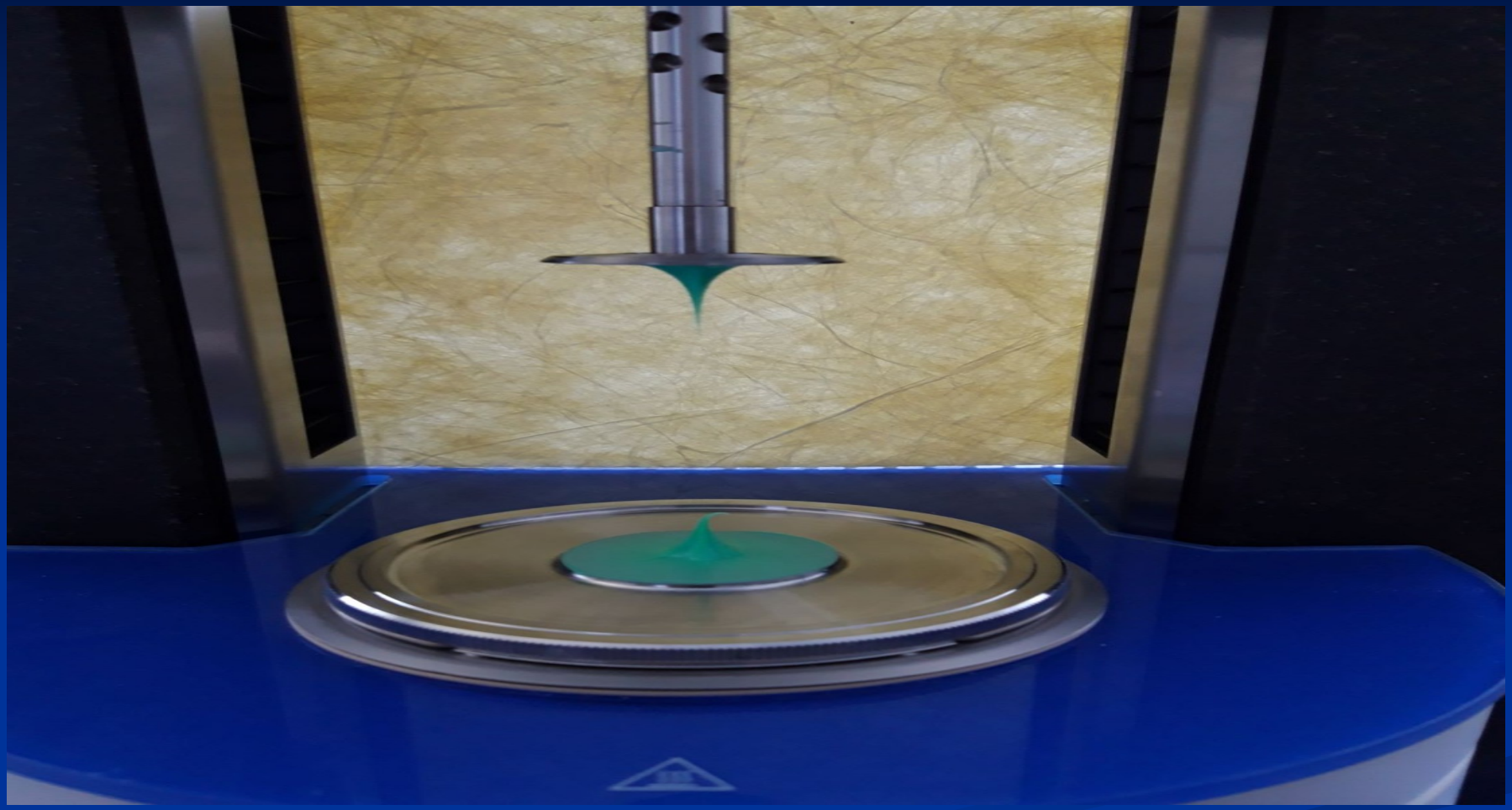
LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

DIN 51810-1

- Rotační viskozimetr
- Souosá pracovní geometrie
- Pohyblivá a statická (válec/válec, deska/deska, kužel/deska)
- Searlův měřící systém (otáčí se vnitřní válec nebo horní část)
- CR – Controled Rate (volitelná rychlost smykové deformace a měřeno smykové napětí)



DIN 51810-1



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

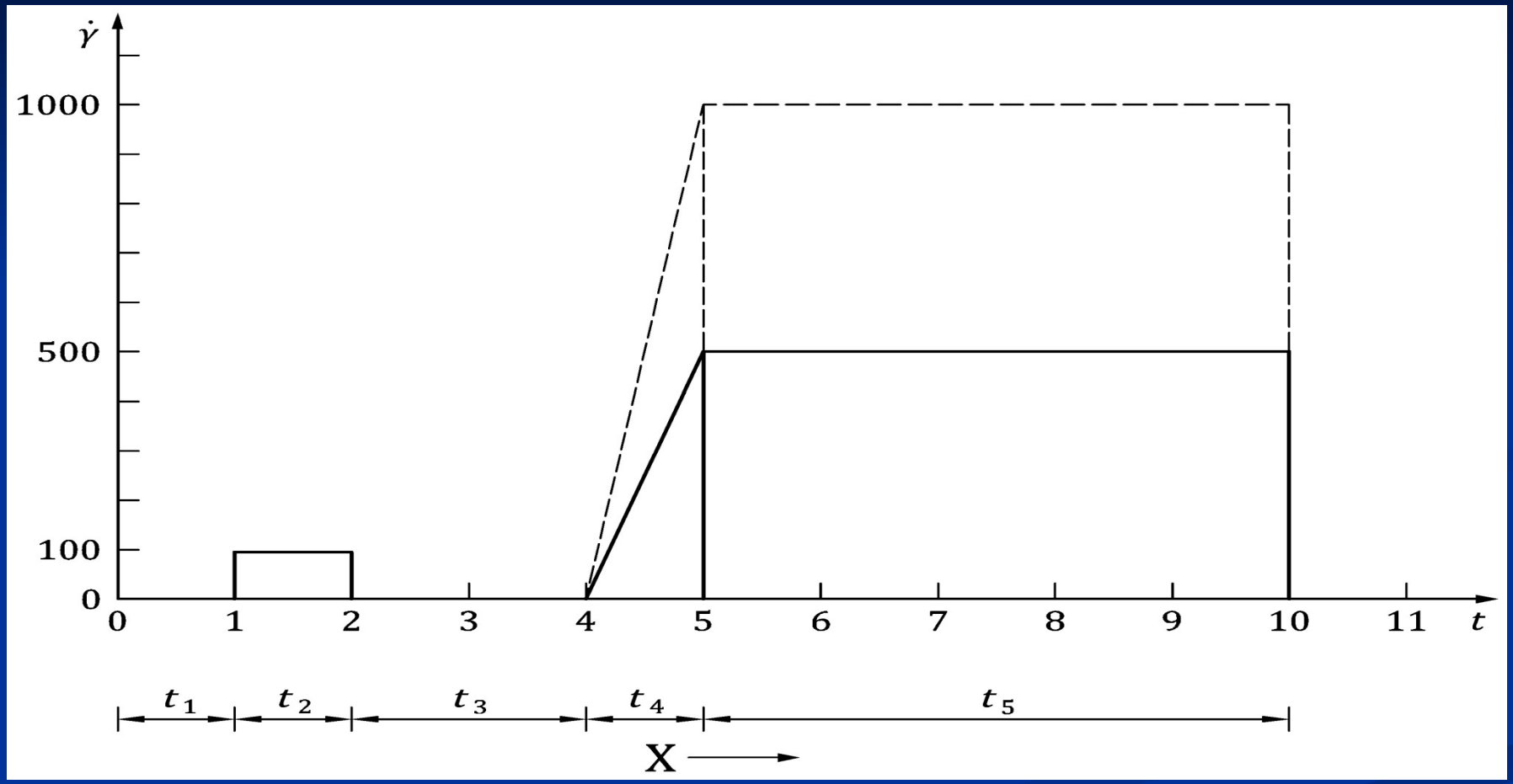
LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareșal Constantin Prezan 84
300695 Timișoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

DIN 51810-1



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

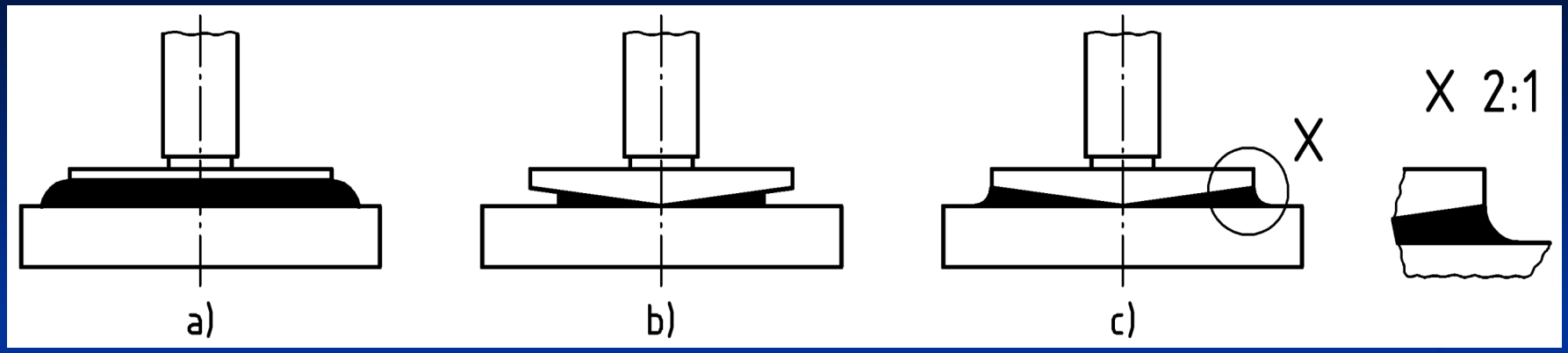
LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareșal Constantin Prezan 84
300695 Timișoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

DIN 51810-1



Výsledkem měření jsou dvě hodnoty smykového napětí naměřená při maximální smykové rychlosti v čase 2 sekundy a 300 sekund (časovém rozpětí t_5), které jsou následně přepočteny pomocí smykové rychlosti na hodnoty smykové viskozity (zdánlivé dynamické viskozity):

η_A – počáteční smyková viskozita [Pa s]

η_E – konečná smyková viskozita [Pa s]

η_{rel} – relativní změna viskozity [%]

$$\eta_{rel} = \frac{\eta_A - \eta_E}{\eta_A} \cdot 100$$

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

Stanovení meze toku

- DIN 51810-2 Zkoušení maziv – Zkoušení reologických vlastností mazacích tuků - Část 2: Stanovení meze toku oscilačním reometrem s měřícím systémem deska deska

- Standardní operační postup č.1 firmy Lubricant s.r.o.
- Mez toku (τ_0) – Smykové napětí při nulovém smykovém spádu (nulové smykové rychlosti)

- Režim měření CR (Controlled Rate), nastaví se rychlost smykové deformace a měří se smykové napětí. Poté se sestrojí toková křivka a smykové napětí se extrapoluje na nulové smyky
- Rozsah smykových rychlostí 0,1 až 100 s^{-1} metodou stupňovitého navyšování smykové rychlosti a poté jejího identického snižování

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

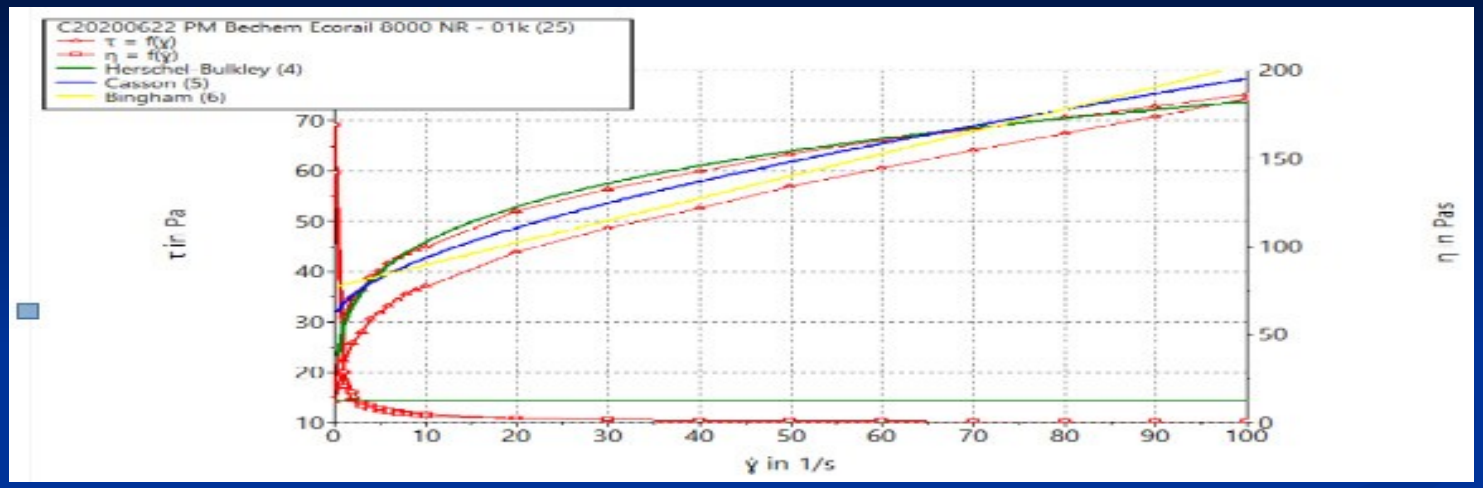
LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

Stanovení meze toku



$$\tau = \eta\dot{\gamma}$$

$$\tau = \tau_0 + \eta\dot{\gamma}$$

$$\tau = \sqrt[n]{\tau_0^n + (\eta\dot{\gamma})^n}$$

$$\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n$$

- Matematicko-reologické modely pro stanovení meze toku z tokové křivky:
- Newtonská kapalina, Binghamův,
- Cassonův, Herschel-Bulkleyův

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

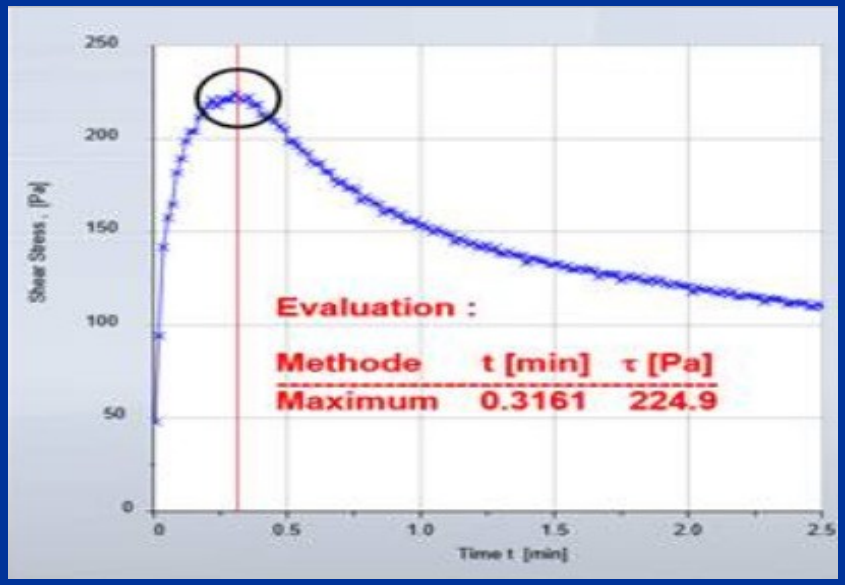
LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

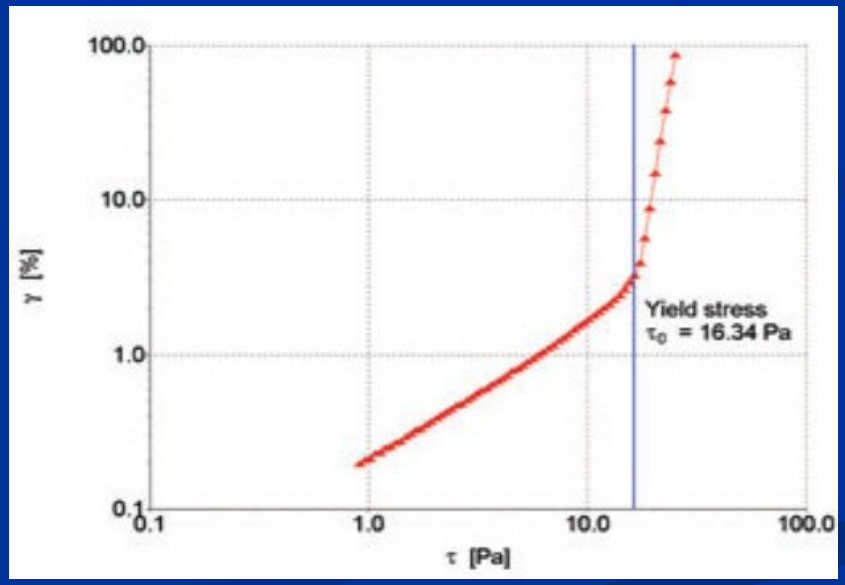
LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

Stanovení meze toku

- Měření smykového napětí při konstantní nízké smykové rychlosti. Ze závislosti smykového napětí na čase se určí maximální hodnota smykového napětí

- Režim měření CS (Controlled Stress), nastaví se smykové napětí a úměrně tomu se měří rychlost smykové deformace





LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Maresal Constantin Prezan 84
300695 Timișoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

Konzistence plastických maziv

- Konzistence plastických maziv podle rozsahu penetrace ČSN 65 6901 (odpovídá ASTM D217-88 nebo DIN 51818)
- Stanovení penetrace plastických maziv a vazelíny kuželem ČSN ISO 2137

Vztah mezi konzistencí plastických maziv a mezí toku

- Piet M. Lugt: Grease Lubrication in Rolling Bearings (Mazací tuk ve valivých ložiscích)
- Profesor na Univerzitě v Twente (Enschede Nizozemsko)
- Laboratoř povrchových technologii a tribologie

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

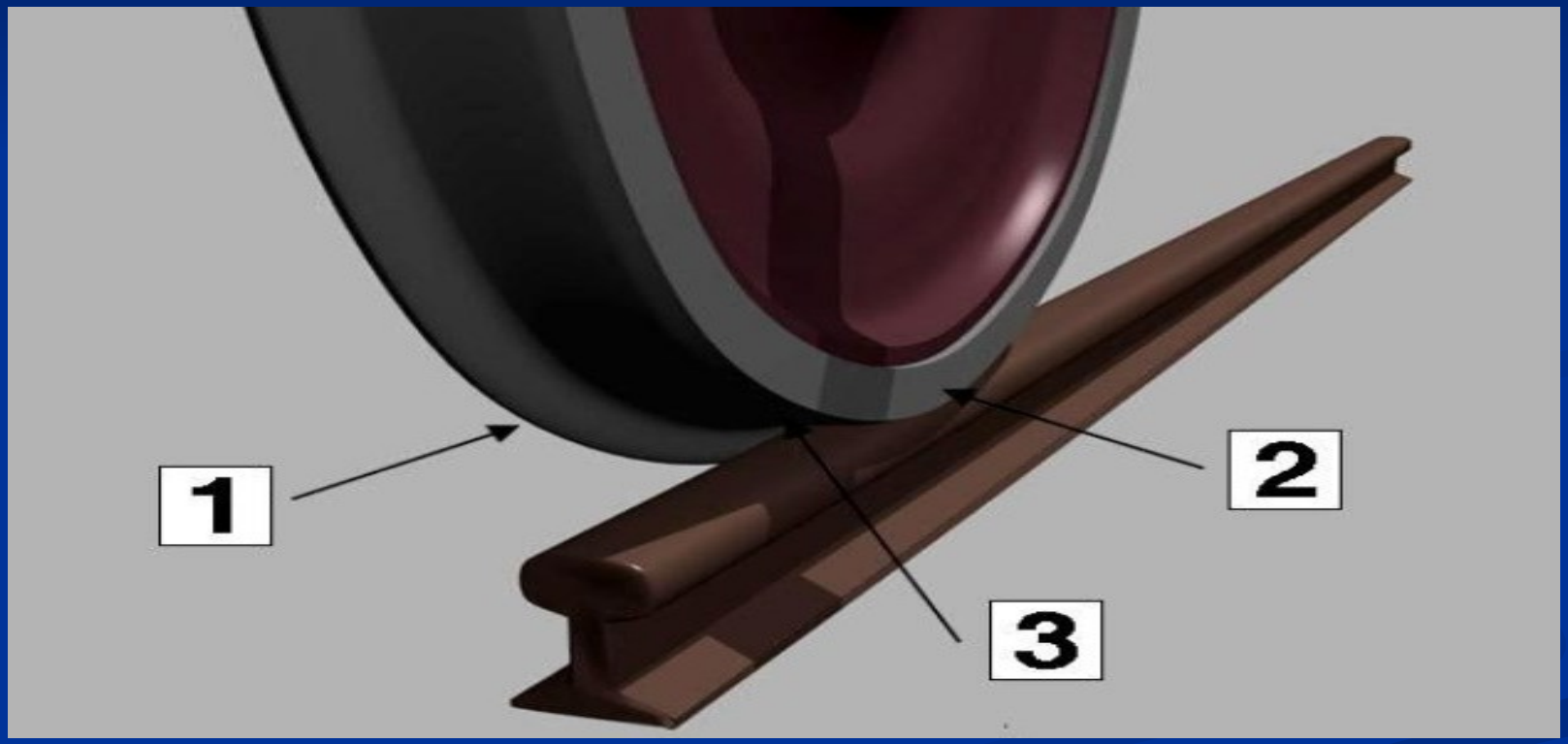
Konzistence plastických maziv

NLGI	Penetrace, 1/10 mm	Konzistence PM	Mez toku (Yield stress) [Pa]
000	445 – 475	tekutá	99 – 74
00	400 – 430	polotekutá	147 – 113
0	355 – 385	velmi měkká	222 – 169
1	310 – 340	měkká	344 – 255
2	265 – 295	poloměkká	573 – 404
3	220 – 250	středně tuhá	1081 – 696
4	175 – 205	polotuhá	2522 – 1392
5	130 – 160	tuhá	6057 – 3569
6	85 – 115	velmi tuhá	13462 – 7643

- Alternativní metoda k měření penetrace pro určení konzistence
- Z relativně malého množství vzorku získáme i další informace
- Velice snadno lze porovnávat změny konzistence se změnou teploty
- Omezená použitelnost pro středně tuhá a tuhá maziva

PM pro okolky kol

- Porovnání pěti plastických maziv pro okolky kolejových vozidel při teplotách 25°C, 60°C, 0°C



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

PM pro okolky kol

- Požadavek na plastické mazivo
- Snadná čerpatelnost ze zásobní nádržky do systému dávkovače bez tvorby nasávacího kužele tj. bez blokace sání a minimální odlučivost oleje z plastického maziva, aby nekapal volně z trysky
- Nízká mez toku, malá změna viskozity v čase (malá tixotropie) a také minimální změna chování v závislosti na teplotě
- Smyková viskozita dle DIN 51810-1 [relativní změna v %]
- Mez toku [Pa]
- Tixotropie [Pa s^{-1}]

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

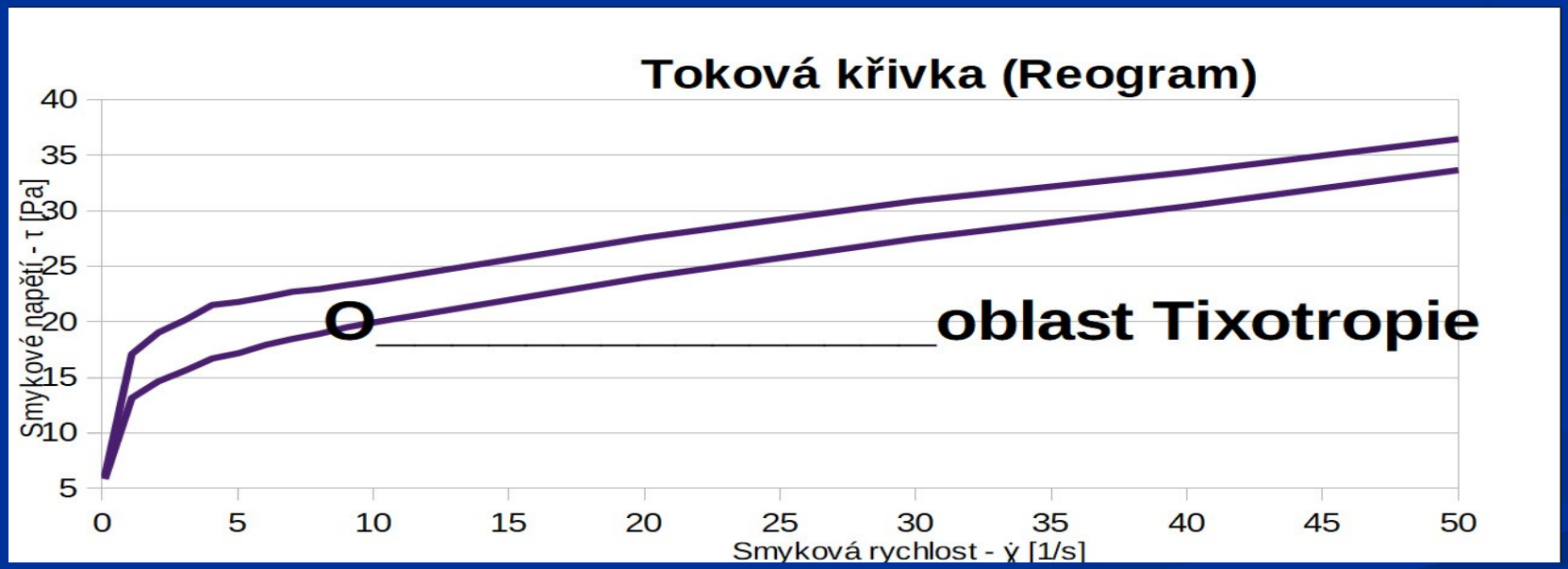
LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

PM pro okolky kol

- Tixotropní chování je charakterizováno hysterezí tokové křivky, tzn. jako velikost oblasti, která je stanovena rozdílem mezi tokovou křivkou získanou při nárůstu smykové rychlosti a při jejím poklesu



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareșal Constantin Prezan 84
300695 Timișoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

PM pro okolky kol

	Plastická maziva pro okolky kol														
	Mazivo A (25°C)	Mazivo A (60°C)	Mazivo A (0°C)	Mazivo B (25°C)	Mazivo B (60°C)	Mazivo B (0°C)	Mazivo C (25°C)	Mazivo C (60°C)	Mazivo C (0°C)	Mazivo D (25°C)	Mazivo D (60°C)	Mazivo D (0°C)	Mazivo E (25°C)	Mazivo E (60°C)	Mazivo E (0°C)
	Rheometr HAAKE RotoVisco1 –maximální smyková rychlost 1000 (1/s)														
Počáteční zdánlivá dynamická viskozita [Pas] podle DIN 51810-1	0,218			0,296			0,215			0,225			0,238		
Konečná zdánlivá dynamická viskozita [Pas] podle DIN 51810-1	0,195			0,238			0,212			0,202			0,209		
Relativní změna viskozity [%] podle DIN 51810-1	10,4			19,6			1,3			10,3			12,0		
	Rheometr HAAKE RotoVisco1 – smyková rychlost v rozsahu 0,1-100-0,1 (1/s)														
Mez toku [Pa]	19,1	15,5	23,1	20,1	17,6	142	39,7	19,8	51,9	26,4	24,1	39,4	46,9	31,3	49,2
Velikost tixotropní oblasti [Pa/s]	208	273	268	330	322	2656	24	27	182	134	150	309	524	295	684

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

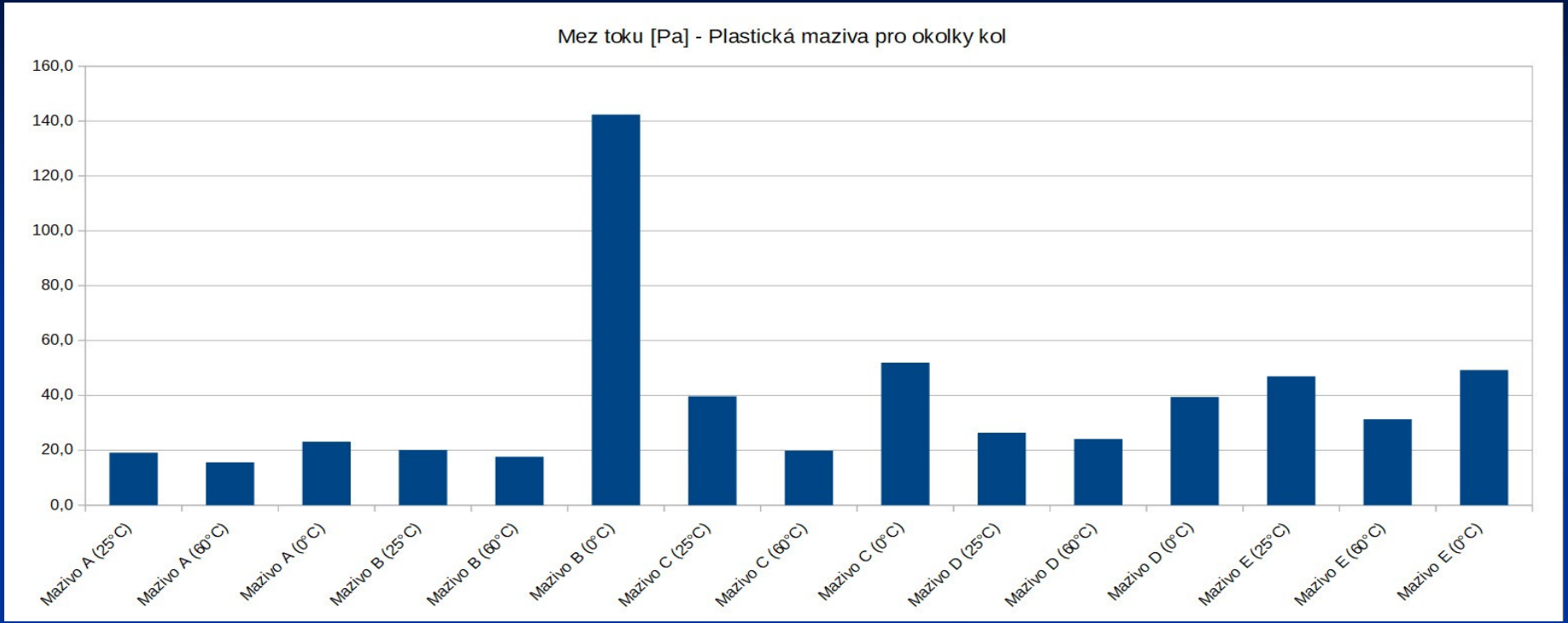
LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareșal Constantin Prezan 84
300695 Timișoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

PM pro okolky kol



	Mazivo A	Mazivo B	Mazivo C	Mazivo D	Mazivo E
25°C	1	1	1	1	1
60°C	0,812 (-18,8%)	0,876 (-12,4%)	0,499 (-50,1%)	0,913 (-8,7%)	0,667 (-33,3%)
0°C	1,209 (+20,9%)	7,07 (+607%)	1,307 (+30,7%)	1,492 (+49,2%)	1,049 (+4,9)

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

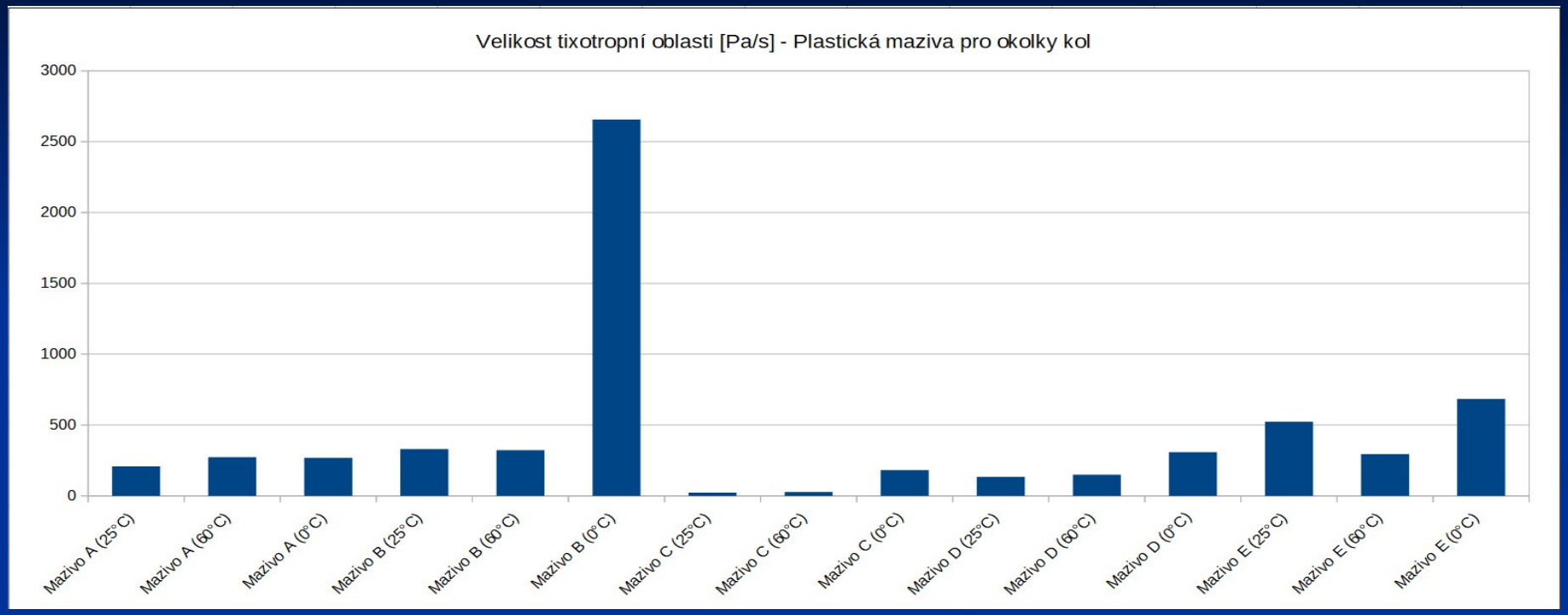
LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

PM pro okolky kol



	Mazivo A	Mazivo B	Mazivo C	Mazivo D	Mazivo E
25°C	208,1 Pa/s	330,0 Pa/s	23,52 Pa/s	134,0 Pa/s	523,7 Pa/s
60°C	272,9 Pa/s	321,9 Pa/s	26,83 Pa/s	150,4 Pa/s	295,1 Pa/s
0°C	268,4 Pa/s	2656 Pa/s	182,4 Pa/s	309,1 Pa/s	683,6 Pa/s

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

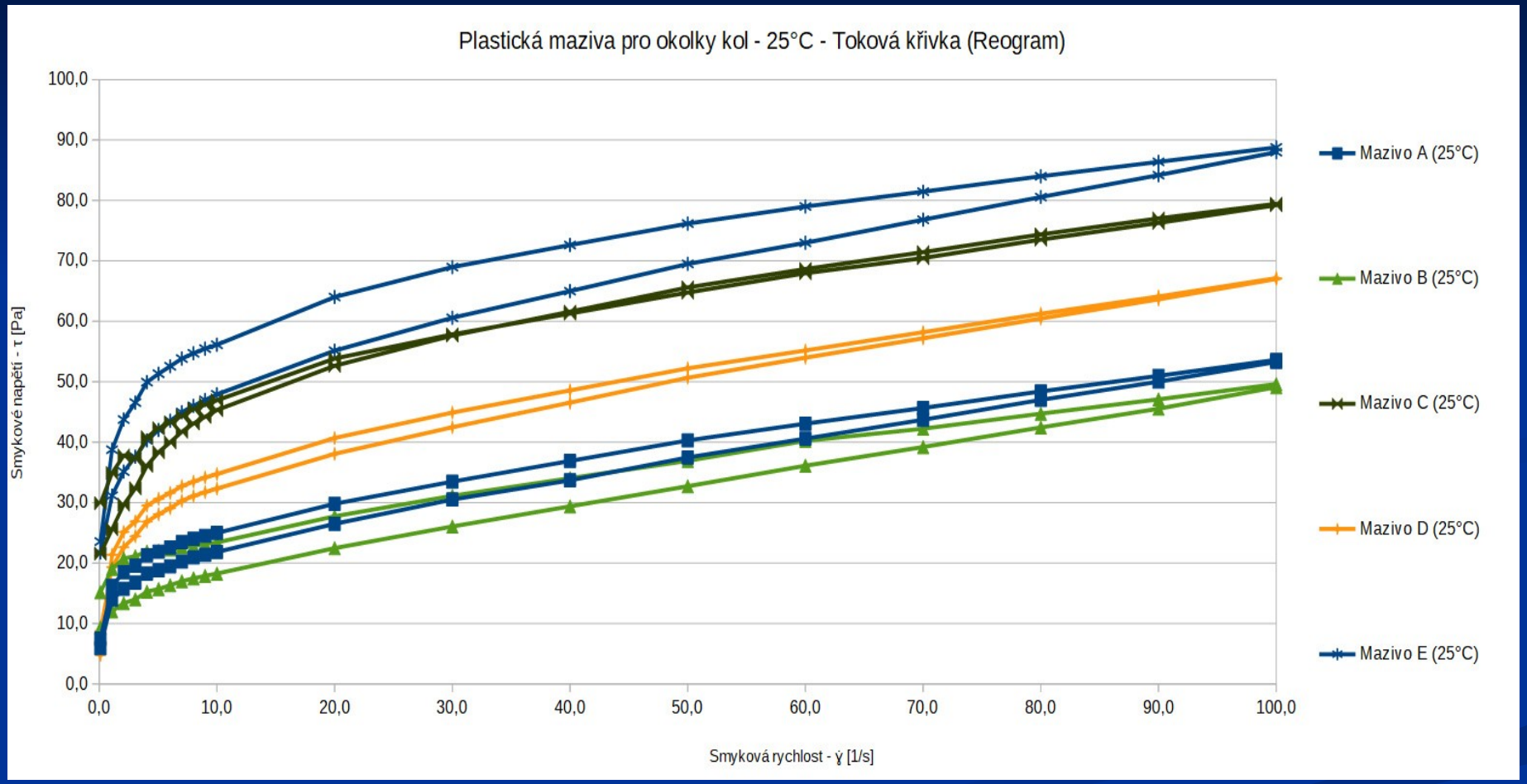
LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

PM pro okolky kol



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

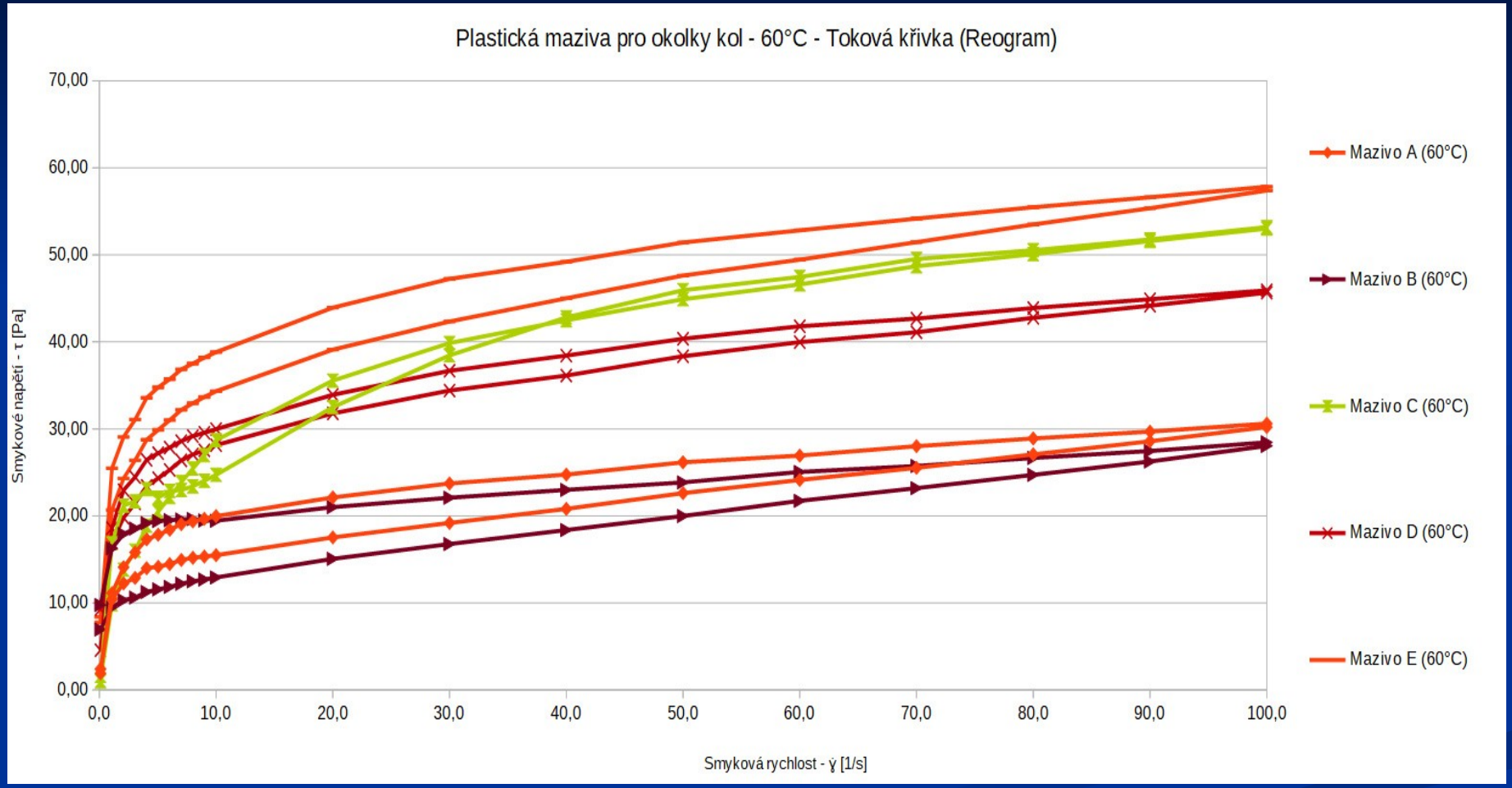
LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

PM pro okolky kol



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

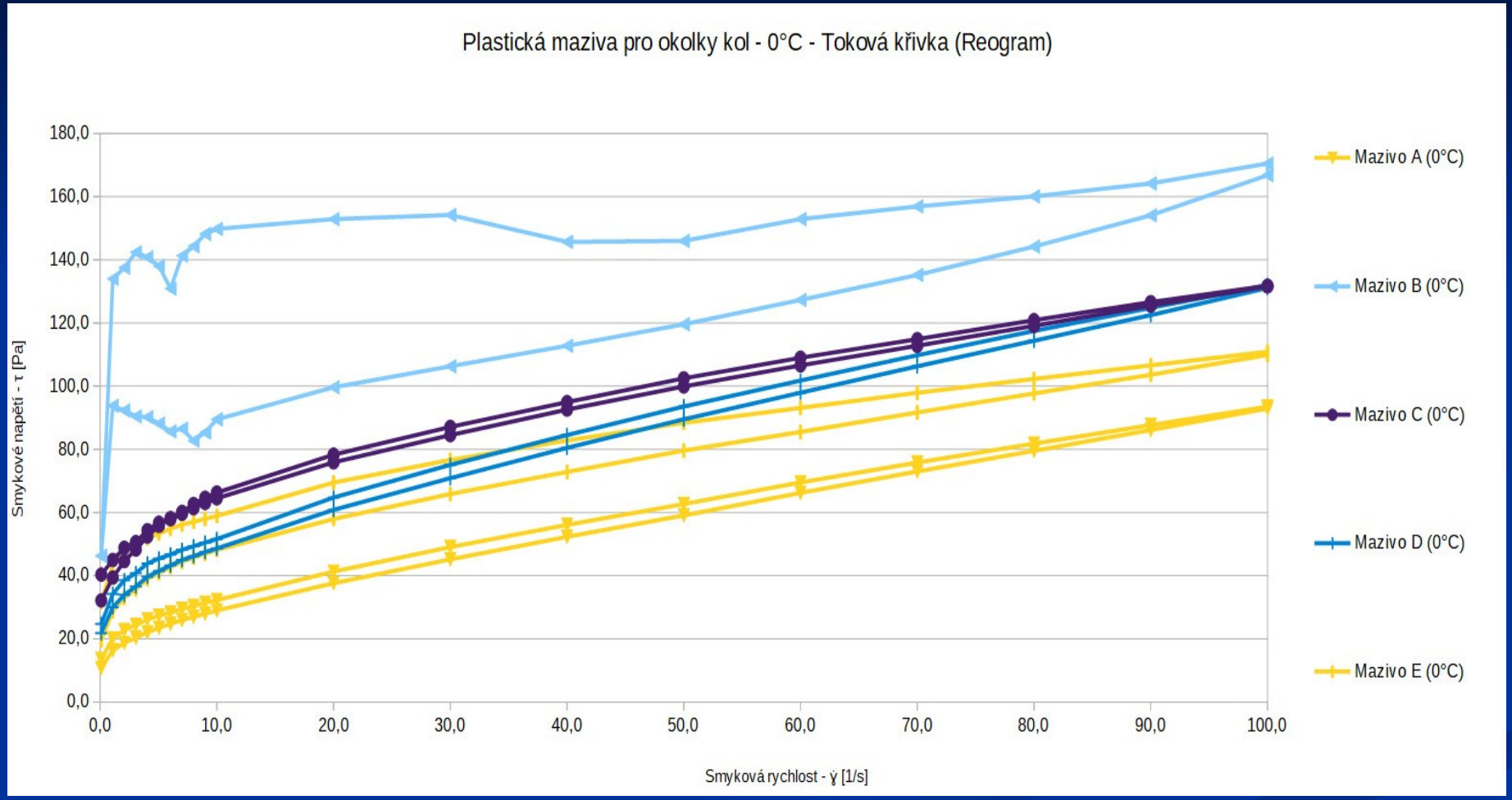
LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

PM pro okolky kol



LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

PM pro okolky kol

- Všechna maziva splňují kritéria pro třídu tekutosti 000 (při 25°C).
- Podmínku nízké meze toku a malé tixotropie splňují při 25°C maziva A, B a D. Mazivo C má o něco vyšší mez toku, ale zato nižší tixotropii. Mazivo E vychází z tohoto pohledu nejhůře, ale stále ještě jako použitelné.
- Všechna uvedená maziva by měla být použitelná i při teplotě 60°C, při které dochází ke snížení jak meze toku, tak i tixotropie, ale zároveň nedochází k odlučování základového oleje.
- Při teplotě 0°C dochází naopak ke zvýšení meze toku i tixotropie. Podle výsledků jsou všechna maziva, kromě maziva B, použitelná i při nízkých teplotách.
- Mazivo B má při teplotě 0°C výrazně vysokou mez toku i tixotropii a pod zatížením se pohybuje na hranici vratných a nevratných změn. Lze tedy konstatovat, že má při teplotě 0°C nevyhovující chování, i když při teplotě 25°C má velmi dobré vlastnosti.
- Mazivo B vykazuje i nejhorší výsledky při velkém zatížení a teplotě 25°C (test dle DIN 51810-1), kde má nejvyšší hodnotu smykové viskozity a také její relativní pokles v čase při konstantním zatížení je nejvyšší.
- Nejlepší kombinaci vlastností vykazuje mazivo A, dobré výsledky mají i maziva D a C.

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareşal Constantin Prezan 84
300695 Timişoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro

Literatura

- Ing. Daniel Maxa, Ph.D. – VŠCHT Praha – Reologické vlastnosti ropných frakci
- Ing. Daniel Maxa, Ph.D. – VŠCHT Praha – Reologické vlastnosti parafinických rop
- RNDr. Renata Holubová, CSc. - UP Olomouc – Základy reologie a reometrie kapalin
- Aneta Veldamonová – VUT Brno – Studium Tokových a vickoelastickýchvlastností laboratorně připravených synoviálních kapalin pomocí makroreologických technik
- Ing. Jiří Vepřek – VUT Brno – Optimalizace průtokových poměrů v mazacích obvodech s progresivními rozdělovači pomocí genetických algoritmů
- Josef Dobeš – VŠB Ostrava – Měření tokových křivek plastických maziv
- Anna Hánová – UK Praha – Reologické vlastnosti vazelíny bílé
- Martin Dlabač – UTB Zlín – Využití reologických modelů v potravinářství
- Ladislav Janovec – VUT Brno – Mazání okolků kolejových vozidel ekologickými mazivy
- Ing. Jiří Valdauf – Lubricant s.r.o. – Plastická, pevná a speciální maziva
- Pragolab s.r.o. – Seminář Reologie

Závěr

Děkujeme za pozornost

LUBRICANT s.r.o. - centrála
Bezručova 1066
332 02 Starý Plzenec
Česká republika
Tel.: +420 377 454 901
Fax: +420 377 454 907
E-mail: info@lubricant.cz

LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno
Londýnské náměstí 4
Brno Business Park, budova D
639 00, Brno, Česká republika
Tel.: +420 530 515 510
Fax: +420 530 515 511
E-mail: brno@lubricant.cz

LUBRICANT SK s.r.o.
Kopčianská 15
851 01 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +421 905 692 449
Fax: +421 262 416 077
E-mail: bratislava@lubricant.sk

LUBRICANT Polsko Sp. z o.o.
ul. Legionów 211
43 502 Czechowice-Dziedzice
Polska
Tel.: +48 501 068 406
Fax: +48 322 151 502
E-mail: info@lubricant.pl

LUBRICANT RO OIL S.R.L.
str. Mareșal Constantin Prezan 84
300695 Timișoara
Rumunsko
Tel./Fax: +40 256 223 961
E-mail: info@lubricantrooil.ro