

Příloha
pro zprávu
LBT-03/99

Zkoušky vzorků (mazací oleje) :

- A) přípravek Metal Conditioner METALTEC
- B) motorový olej SYNTETIC 5W/40
- C) motorový olej SYNTETIC 5W/40 s přísadou 10 % přípravku Metal Conditioneru METALTECu

Přístroj :

- Mikroprocesorová tribologická sestava ČTYŘKULIČKOVÝ PŘÍSTROJ T-02
- Měřicí systém s měřícím zesilovačem DMCpIus firmy Hottinger Baldwin Messtechnik a softwarem CATMAN 1.3 rel. 1
- Dílenský měřicí mikroskop.

Během výzkumu byl trvale registrován třecí moment a zatížení třecího uzle tensometrickými převodníky, které tvoří výbavu tribologické sestavy T-02. Okamžité hodnoty měření byly zaznamenávány na disku PC. Po demontáži zkušebních dílů byly průměry poškození na kuličkách měřeny pomocí dílenského měřicího mikroskopu s přesností 0.01 mm. Dodatečně byly součinitele tření vypočteny z okamžitých hodnot získávaných během celého průběhu tření pro zkoumané podmínky v bodě 1C jako průměrné. Číselné výsledky měření a výpočtů jsou uvedeny v tabulkách a nákresech.

Popis zkoušek :

I. TRIBOLOGICKÉ ZKOUŠKY METODAMI ZAHRNUTÝMI V NORMĚ ASTM

A) Označení největších protizadíracích vlastností (P_n), zatížení svařování (P_z) a indikátor opotřebení při zatížení (I_h) v souladu s normou ASTM D2783 (Measuremení of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Fluids - Four-Ball Method).

Podmínky zkoušky: - rychlost otáček - doba průběhu zkoušky: - zatížení spoje: - okolní teplota: počáteční dodané zatížení. - řada dodaného zatížení:	1450 ± 50 ot./min. 10 ± 0.2 s, stabilní během zkoumaného chodu, 21 ± 2 °C, 784.8 N (80 kG) 58.86, 78.48.98 1, 127 53. 156 96, 196.2. 784.8, 981, 1236.06, 1569.6, 1962, 2452.5, 235.44, 313 92, 392.4, 490.5 618.03, 3090.15, 3924, 4005, 6082.2, 7848 N
---	--

A) Označení zatížení zadírání (P_L) v souladu s normou ASTM D4172.

Podmínky zkoušky : - rychlost otáček - rychlost narůstání zatížení: - počáteční dodané zatížení: - teplota okolí	500 ± 20 ot./min. 409 N/s (41,667 kG/s), 0 N, 20 ± 5 °C,
--	---

C) Označení mezního zatížení opotřebení (G_{oz}) dle normy ASTM D4172 (Wear Preventive Characteristics of Lubricating Fluid - Four-Ball Method).

Podmínky zkoušky:

- rychlost otáček vřetene: 500 ± 20 ot./min.,
- doba průběhu zkoušky: 3600 ± 1 s,
- dodané zatížení: 392.4 N (40 kG),
- teplota okolí: 20 ± 5 °C.

Součinitel tření byl v této metodě vypočten dodatečně jako průměr okamžitých hodnot získávaných během celého průběhu tření.

II. ZKOUŠKY ZATÍRÁNÍ METODOU VYPRACOVANOU A ZAVEDENOU V ITeE

A) Označení mezního zatížení zadření (P_{oz}) a mezního přítlaku opotřebení (p_{oz}).

Podmínky zkoušky:	
- rychlost otáček :	500 ± 20 ot./min.,
- rychlost narůstání zatížení:	409 N/s (41,667 kG/s), ON,
- počáteční dodané zatížení:	ON
- moment zasekávání:	10 Nm,
- teplota okolí:	20 ± 5 °C.

Označení spočívá v provedení běhu čtyř ocelových kuliček za přítomnosti mazacího výrobku při trvale vzrůstajícím dodaném zatížení (začínajícím na zatížení rovném 0) až po dosažení zadření kuliček nebo dosažení maximálního zatížení (7200 N).

Značení proběhlo dle výše popsaného postupu⁷

- Uzel tření byl zatížen dodaným zatížením rovným 0 N.
- Byl zprovozněn hnací motor se současným zadáním vzrůstajícího zatížení.
- Průběžně docházelo k trvalé registraci hodnoty momentu tření.
- Spodní kuličky byly demontované a umyté,
- Došlo ke změření průměrů vzniklých poškození na kuličkách ve vodorovném a kolmém směru třecích stop, s přesností 0.01 mm.
- V případě, kdy jsou okraje poškození neviditelné v důsledku zakrytí vydřeným kovem, došlo před měřením k odstranění kovu ostrým nožem.
- Byla vypočtená hodnota průměrného průměru poškození (d).
- Bylo vyznačené mezní zatížení zadření (P_{oz}), definované jako zatížení třecího uzlu, z důvodů kterého došlo k zastavení vřetene čtyřkuličkového přístroje v důsledku příliš velkých odporů pohybu (intenzivní zadírání) nebo bude dosažené maximální zatížení.

$$P_{oz} = ft \ 52 * P_{oz} / d^2$$

Ve kterém :

P_{oz} - mezní zatížení zadření v daném běhu, N,

d - průměrný průměr. skaz, mm.

Za výsledek označení mezního zatížení zadření (P_{oz}) byl přijat aritmetický průměr výsledků minimálně tří označení. Výsledky, které jsou základem pro výpočet průměrné hodnoty, nemohly obsahovat hodnoty, které vyžadují odmítnutí na základě statistického Dixonova testu, při zohlednění statistické významnosti $\alpha = 5$ %.

Výsledek zkoušek :

1. TRIBOLOGICKÉ ZKOUŠKY METODAMI ZAHRNUTÝMI V NORMĚ ASTM

1.1. Označení největších protiozadíracích vlastností (P_n), zatížení svařování (P_z) a indikátoru opotřebení při zatížení (I_h) v souladu s normou ASTM D2783 (Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Fluids - Four-Ball Method)

Tab.1.1. Výkaz výsledků označení největších protizadíracích vlastností (P_n) zkoumaných olejů

Vzorek (mazací olej)	Nejvyšší protizadírací vlastnosti P_n , N (kG)		
	Zkouška 1	Zkouška 2	Výsledek
přípravek METALTEC	981 N (100 kG)	981 N (100 kG)	981 N (100 kG)
motorový olej SYNTETIC 5W/40	784 N (80 kG)	784 N (80 GJ)	784 N (80 kG), toapt.
motorový olej SYNTETIC s přísadou 10 % přípravku METALTECu	981 N (100 kG)	981 N (100 kG)	981 N (100 kG)

Tabulka :

1.2. Výkaz výsledků označení zatížení svařování (P_z) pro zkoumané oleje

Vzorek (mazací olej)	Nejvyšší protizadírací vlastnosti P_n , N (kG)		
	Zkouška 1	Zkouška 2	Výsledek
přípravek METALTEC	nad 7848 N (800 kG)	nad 7848 N (800 kG)	nad 7848 N (800 kG)
motorový olej SYNTETIC 5W/40	2452 N (250 kG)	2452 N (250 kG)	2452 N (250 kG)
motorový olej SYNTETIC s přísadou 10 % přípravku METALTECu	2452 N (250 kG)	2452 N (250 kG)	2452 N (250 kG)

Tabulka :

1.3. Výkaz výsledků označení indikátoru opotřebení při zatížení (I_h) zkoumaných olejů

Vzorek (mazací olej)	Indikátor opotřebení při zatížení I_h , N (kG)		
	Zkouška 1	Zkouška 2	Výsledek
přípravek METALTEC	1050 N (107 kG)	1070 N (109 kG)	1060 N (108 kG)
motorový olej SYNTETIC 5W/40	423 N (43 kG)	426 N (43 kG)	425 N (43 kG)
motorový olej SYNTETIC s přísadou 10 % přípravku METALTECu	459 N (47 kG)	447 N (46 kG)	453 N (46 kG)

1.2. Označení zadíracího zatížení (P_t) v souladu s normou ASTM D4172.

Tabulka :1.4. Výkaz výsledků označení zadíracího zatížení (P_f) pro zkoumané oleje

Vzorek (mazací olej)	Zadírací zatížení P_f , N (kG)		
	Zkouška 1	Zkouška 2	Výsledek
přípravek METALTEC	nad 7200 N (734 kG)	nad 7200 N (734 kG)	nad 7200 N (734 kG)
motorový olej SYNTETIC 5W/40	2100 N (214 kG)	1900 N (194 kG)	1967 N (200 kG)
motorový olej SYNTETIC s přísadou 10 % přípravku METALTECu	2200 N (224 kG)	2350 N (240 kG)	2283 N (233 kG)

1.3. Označení hraničního zatížení opotřebení (G_{oz}) dle normy ASTM D4172 (Wear Preventive Characteristics of Lubricating Fluid – Four-Ball Method)**Tabulka :**1.5. Výkaz výsledků označení mezního zatížení opotřebení (G_{oz}) pro zkoumané oleje

Vzorek (mazací olej)	Mezní zatížení opotřebení G_{oz} , N/mm ²			
	Zkouška 1	Zkouška 2	Zkouška 3	Výsledek
přípravek METALTEC	480	405	435	440
motorový olej SYNTETIC 5W/40	1308	1451	1546	1435
motorový olej SYNTETIC s přísadou 10 % přípravku METALTECu	1731	1836	1532	1670

Tabulka :

6. Výkaz výsledků označení součinitele tření pro zkoumané oleje

Vzorek (mazací olej)	Součinitel tření			
	Zkouška 1	Zkouška 2	Zkouška 3	Výsledek
přípravek METALTEC	0,078	0,085	0,086	0,083
motorový olej SYNTETIC 5W/40	0,115	0,099	0,111	0,108
motorový olej SYNTETIC s přísadou 10 % přípravku METALTECu	0,058	0,078	0,056	0,064

2. TRIBOLOGICKÉ ZKOUŠKY METODOU VYPRACOVANOU A ZAVEDENOU V ITeE

2.1. Označení mezního zatížení zadření (P_{oz}) a mezního přitlaku opotřebení (p_{oz}).

Tabulka :

2.1. Výkaz výsledků označení mezního zatížení zadírání (P_{oz}) pro zkoumané oleje

Vzorek (mazací olej)	Mezní zatížení zadírání P_{oz} , N			
	Zkouška 1	Zkouška 2	Zkouška 3	Výsledek
přípravek METALTEC	7200 N	7200 N	7200 N	7200 N
motorový olej SYNTETIC 5W/40	7200 N	7200 N	7200 N	7200 N
motorový olej SYNTETIC s přísadou 10 % přípravku METALTECu	7200 N	7200 N	7200 N	7200 N

Tabulka :

2.2. Výkaz výsledků označení mezního přitlaku zadírání (p_{oz}) pro zkoumané oleje

Vzorek (mazací olej)	Mezní přitlak zadírání p_{oz} , N/mm ²			
	Zkouška 1	Zkouška 2	Zkouška 3	Výsledek
přípravek METALTEC	5457	4985	5435	5292
motorový olej SYNTETIC 5W/40	667	679	585	644
motorový olej SYNTETIC s přísadou 10 % přípravku METALTECu	1171	1130	1216	1172

V Příbrami dne 4. Ledna 2019

Za správnost překladu a úplnost výpisu :

Václav Janoušek v.r.

Razítko a podpis