

Laboratorní protokol: Měření trakčních křivek a adheze a hluku při aplikaci modifikátoru tření na dvoudiskovém zařízení

Jméno a příjmení: Ondřej Suchomel

Datum: 9. 5. 2018

Část 1.

Cíl

Cílem experimentu je získat trakčních křivek a určení bodu saturace.

Postup

- Sestavíme měřicí řetězec pro snímání součinitele adheze (tenzometrický snímač síly – převodník pro tenzometrické snímače – měřicí USB karta – PC).
- Sepneme napájení motorů.
- Na PC spustíme program pro řízení motorů a DW Soft (šablona TOR).
- Nastavíme provozní parametry: úhel náběhu 0° (4°), kontaktní tlak 800 GPa, rychlost 1 ms^{-1} . (Zatížení je nutno přenastavit i v DW Softu.)
- Očistíme disky pomocí papírové utěrky s acetonem, provedeme záběh s přívodem vody do kontaktu pomocí mikropipety ($60 \mu\text{l}/1 \text{ s}$) a disky otřeme suchou papírovou utěrkou.
- Na PC zapneme ukládání dat.
- Zapneme motory.
- Provedeme záběh při skluzu 5 % a v intervalech 10 s měníme hodnoty skluzu na motorech vzestupně 1, 2, 3, 5, 8, 10 %.
- V případě kontaminace vodou aplikujeme v průběhu experimentu $10 \mu\text{l}/1 \text{ s}$ vody do kontaktu.
- Ukončíme experiment.

Část 2.

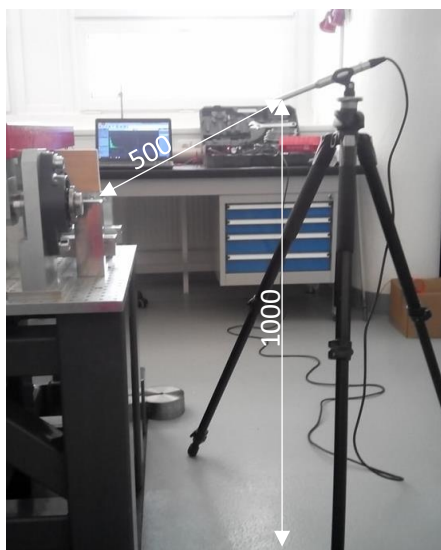
Cíl

Cílem experimentu je záznam a vyhodnocení naměřených dat součinitele adheze a vyzářené hladiny akustického tlaku.

Postup

- Sestavíme měřicí řetězec pro snímání součinitele adheze (tenzometrický snímač síly – převodník pro tenzometrické snímače – měřicí USB karta – primární PC) a hladiny akustického tlaku (mikrofon – zvuková karta – sekundární PC).
- Sepneme napájení motorů.
- Na primárním PC spustíme program pro řízení motorů a DW Soft (šablona TOR) a na sekundárním PC spustíme DW Soft (šablona akustika1).
- Nastavíme provozní parametry: úhel náběhu 4° , kontaktní tlak 800 GPa, rychlost 1 ms^{-1} , skluz 5 %. (Zatížení je nutno přenastavit i v DW Softu.)
- Očistíme disky pomocí papírové utěrky s acetonem, provedeme záběh s přívodem vody do kontaktu pomocí mikropipety ($60 \mu\text{l}/1 \text{ s}$) a disky otřeme suchou papírovou utěrkou.

- Aplikujeme předem připravenou kompozici pomocí mikropipety ve čtyřech bodech rovnoměrně po obvodu horního disku (celkové množství kompozice je 40 µl)
- V případě experimentu se suchým filmem rozneseme kompozici pomocí krátkého sepnutí motorů na dobu 2 s a vyčkáme 10-15 minut, dokud se neodpaří základní báze.
- Na obou PC zapneme ukládání dat.
- Zapneme motory.
- Experiment ukončíme, jakmile hodnota součinitele adheze dosáhne hodnot suchého kontaktu.



Obr. 1 Pozice mikrofону

Seznam prvků použitých při měření

- Dvoudiskové experimentální zařízení
- Tenzometrický snímač síly (HBM S9M/5kN)
- Převodník pro tenzometrické snímače (Omega DMD-465)
- Měřicí USB karta (NI USB-6216 M)
- Mikrofon (the t.bone MM-1)
- Zvuková karta (Focusrite Scarlett 2i2)
- Mikropipeta (Eppendorf Multipette Xstream)

Použité vzorce

Při použití úhlu náběhu 4° dochází ke vzniku příčného skluzu a navíc celkový součinitel adheze nepůsobí v ose měřicího zařízení. Hodnoty tedy přepočítáme dle následujícího vzorce:

$$\mu = \mu_m \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{s}{s_x},$$

kde: μ_m (-) - součinitel adheze v ose tenzometrického snímače
 μ (-) - celkový součinitel adheze

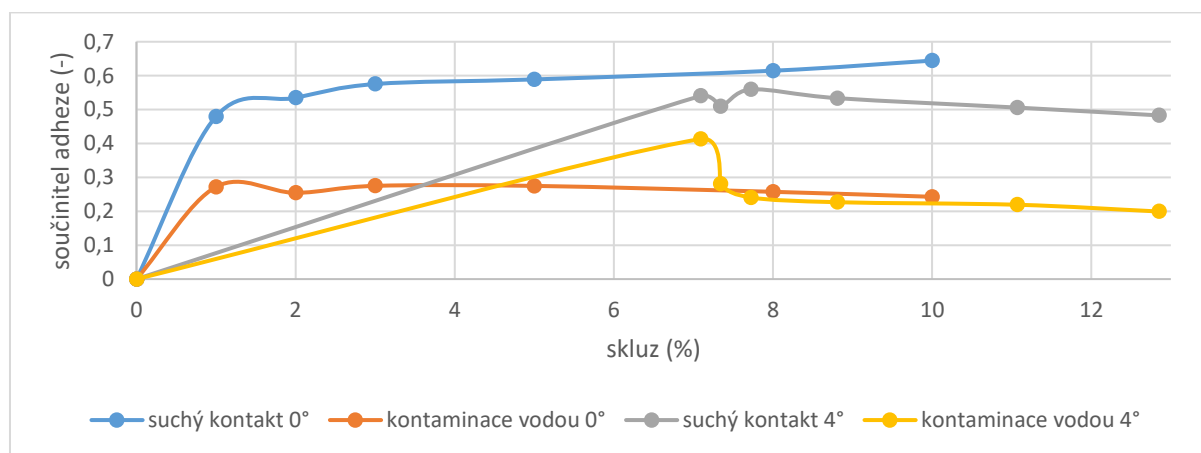
s	(%)	- celkový skluz
s _x	(%)	- skluz v ose natočeného disku

Skluz na motorech (%)	Celkový skluz (%)	Skluz v ose natočení disku (%)
1	7,09	1,25
2	7,34	2,27
3	7,72	3,30
5	8,81	5,38
8	11,07	8,60
10	12,85	10,80

Tab. 1 Příslušné hodnoty celkového skluzu a skluzu v ose natočení disku při daném skluzu na motorech

Výsledky

Část 1.



Obr. 2 Trakční křivky

Byly vytvořeny aritmetické průměry hodnot součinitele adheze pro jednotlivé úseky a z takto získaných bodů byly sestaveny trakční křivky. Pro úhel náběhu 0° nastal bod saturace při skluzu na motorech 2 %. Pro úhel náběhu 4° bylo dosaženo bodu saturace při skluzu na motorech 2-3%, což odpovídá hodnotě celkového skluzu 7,34-7,72 %.

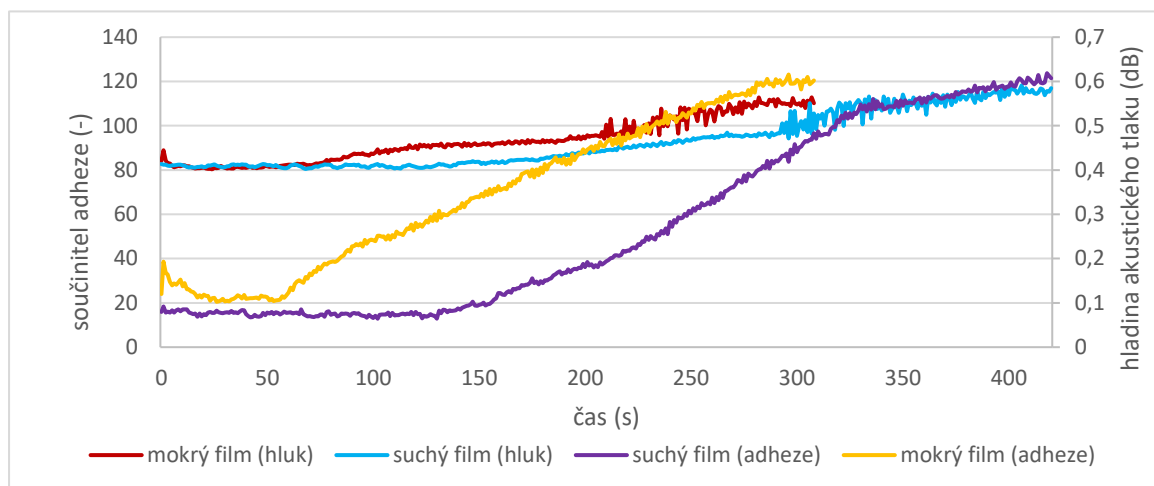
Část 2.

Byla vybrána kompozice následujícího složení: voda (80 hm. %), bentonit (7,5 hm. %), oxid zinečnatý (7,5 hm. %) a disulfid molybdenu (5 hm. %). Pro vyhodnocení byly použity funkce programu Excel.

Při použití kompozice došlo k poklesu hodnot součinitele adheze až na hodnoty 0,8 a hodnot hladiny akustického tlaku na 80 dB. K opětovnému nárůstu hodnot došlo po uplynutí 140 s. Hodnot suchého kontaktu bylo dosaženo po 400 s. Při zkoumání závislosti mezi součinitelem adheze a vyzařovanou hladinou akustického tlaku, bylo v obou experimentech dosaženo Pearsonova korelačního koeficientu 0,97.

	mokrý film	suchý film
max. LAFp (dB)	119,3	118,2
min. LAFp (dB)	80,3	80,5
medián	90,8	83,8
P. k. k.	0,97	0,97

Tab. 2 Hodnoty maximální a minimální hladiny akustického tlaku (LAFp), medián a Pearsonův korelační koeficient



Obr. 3 Hodnoty součinitele adheze a hladiny akustického tlaku pro mokrý a suchý film

Závěr

Bylo patrné, že bod saturace nastává při skluzu na motorech 2-3 %, což splňuje teoretický předpoklad. Díky tomuto zjištění byl skluz na motorech pro další experimenty volen 5 %, kde se již s jistotou pohybujeme za bodem saturace.

Bylo dosaženo výrazného snížení součinitele adheze a hladiny akustického tlaku. V praxi však dochází při snížení součinitele adheze pod hranici 0,15, ke ztrátám přenosu trakčních sil. Použití této kompozice tedy představuje riziko spojené s nepřipustným prodloužením brzdné dráhy vozidla. Byla nalezena vysoká míra korelace mezi součinitelem adheze a hladinou akustického tlaku blížící se hodnotě 1, což vypovídá o silné vazbě mezi těmito dvěma veličinami.