



Záverečná správa projektu za rok 2013

| | |
|--|------------------------|
| Doba riešenia | júl 2013 – január 2014 |
| Registračné číslo projektu | IPA č. 5/2013 |
| Dátum prijatia správy na VVČ (vyplní IPA) | |

| | |
|-----------------------|---|
| Názov projektu | Modernizácia tribologického zariadenia na meranie trecej sily pri suchom alebo medznom trení. |
|-----------------------|---|

Vedúci projektu

| | |
|---|---|
| Priezvisko, meno, tituly: Marienčík, Ján, Ing. Telefónne číslo a e-mail: 045/5206026, jmariencik@gmail.com | Potvrdzujem správnosť údajov v správe Dátum a podpis vedúceho projektu: |
|---|---|

Spoluriešitelia

1. Doc. Ing. Pavel Beňo PhD., KMS FEVT TUZVO
2. Ing. Ján Turis PhD., KMS FEVT TUZVO
3. Ing. Marián Minárik PhD., KMS FEVT TUZVO
4. Ing. Adam Droba, KDSZ FEVT TUZVO
5. Ing. Richard Bergel, KET FEVT TUZVO
6. Ing. Pavol Koleda PhD., KIAT FEVT TUZVO



Výsledky riešenia projektu

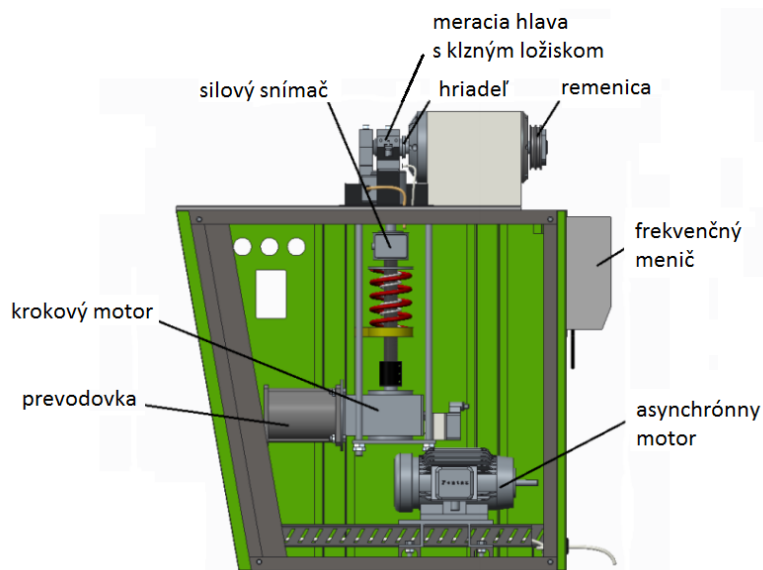
a.) spôsob, metódy a priebeh riešenia

V rámci projektu bol upravený skúšobný stroj Tribotester M'12 určený vo všeobecnosti k rýchlemu zisťovaniu parametrov hydrodynamicky mazaných klzných ložísk (Obr.1.). Po modernizácii je zariadenie schopné merať trecie sily a teplotu v klzných dvojiciach bez dodatočného domazávania. V priebehu riešenia projektu sa upravila meracia hlava zariadenia, bol odstránený prívod mazacej kvapaliny a rovnako tesniace prvky z meracej hlavy. Ďalej bolo nutné odstrániť prevod, ktorý znižoval účinnosť zariadenia. Pre realizáciu reprezentatívnosti merania bolo nutné vyrobiť novú remenicu, umiestniť ju na elektromotore a taktiež hriadeľ tvoriaci spolu s ložiskom klznú dvojicu.

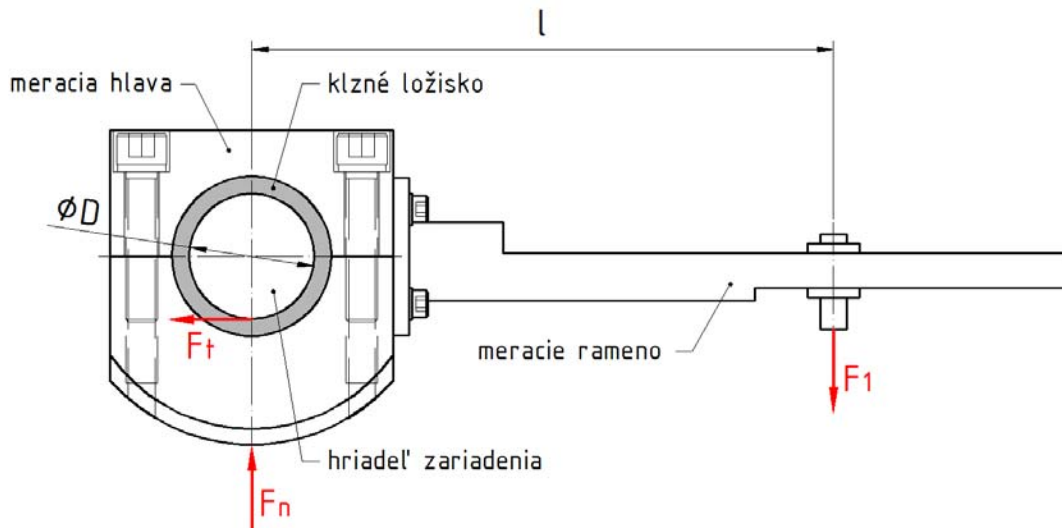
Druhou úlohou projektu bolo realizovať experimenty a porovnanie hodnôt koeficientu trenia a teplôt nameraných v klzných dvojiciach bez domazávania pozostávajúcich z klzného ložiska a hriadeľa. Meranými vzorkami boli rozmerovo identické klzné ložiská používané v konštrukcii lesných a drevospracujúcich mechanizmov, vyrobené z rozličných materiálov, ktoré boli zakúpené z finančných prostriedkov vyčlenených z projektu IPA.

Pri meraní bolo do meracej hlavy (Obr.2) pevne uložené klzné ložisko spolu s teplotným snímačom a nasunuté otočne na hriadeľ z materiálu E 335 (11 600) vyrobený s toleranciou f7. Následne bol hriadeľ roztočený prostredníctvom elektromotora a frekvenčného meniča na zvolené otáčky. Prostredníctvom krokového motora spolu s prevodovým mechanizmom bolo na meraciu hlavu vyvíjané zaťaženie. Zaťažujúca sila F_n potom spôsobuje vznik trecej sily F_t , ktorá sa dá vypočítať na základe rovnováhy momentov podľa vzťahu (1), pomocou sily F_1 meranej silovým snímačom a dĺžky ramena, na ktorom táto sila pôsobí. Teplota bola snímaná na vonkajšom priemere ložiska prostredníctvom teplotného snímača.

$$F_1 \cdot l = F_t \cdot \frac{D}{2} \quad (1)$$



Obr.1 Tribotester M'12

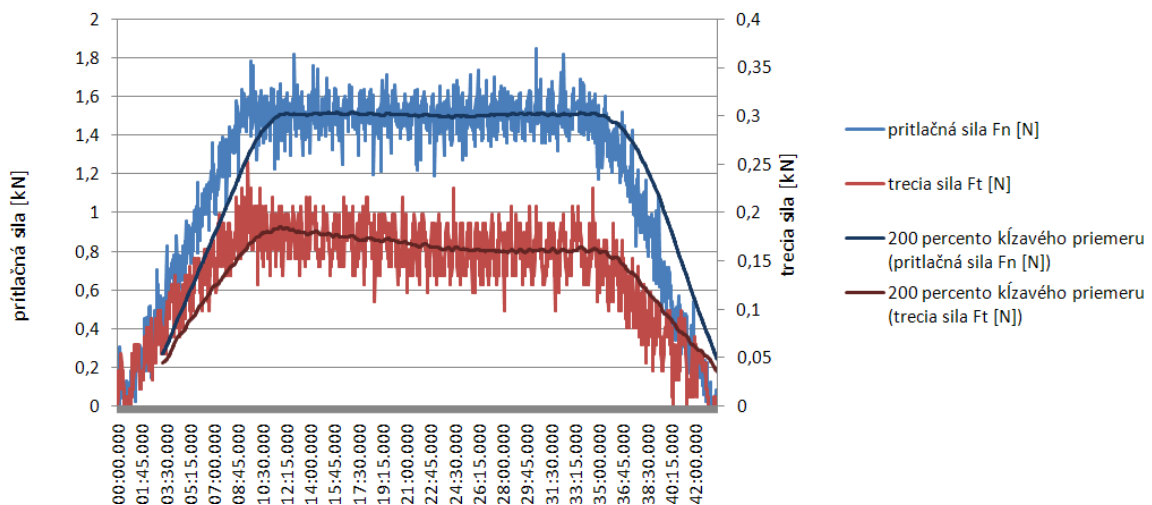


Obr. 2 Princíp merania

b.) dosiahnuté výsledky a porovnanie s cieľmi projektu

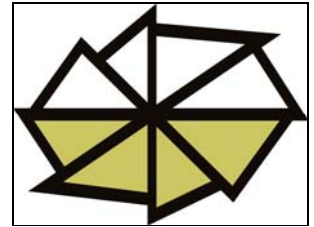
Vedecko-teoretickým cieľom projektu bolo prispieť k poznaniu tribologického mechanizmu kontaktu pri suchom a medznom trení v klznej dvojici tvorenej klzným ložiskom a hriadel'om, spôsobujúceho následný proces kontaktného únavového opotrebenia povrchu materiálu, vznikajúceho za určitých špecifických podmienok. Výsledkom projektu bola rekonštrukcia experimentálneho stendu a následné meranie trecej sily v radiálnych klzných ložiskách bez prívodu maziva. Na základe týchto úprav bolo možné realizovať nákup klzných ložísk, ktoré boli následne experimentálne testované.

Zariadenie je v súčasnosti schopné plynule monitorovať a zaznamenávať treciu silu v závislosti na výpočte z prítlačnej sily, ktorou je zaťažované klzné ložisko bez dodatočného domazávania (Graf 1, 2, 3). Praktickým prínosom práce je návrh odporúčaní pre technickú prax, použiteľný pri konštruovaní vybraných klzných dvojíc tribologických uzlov strojov a zariadení.

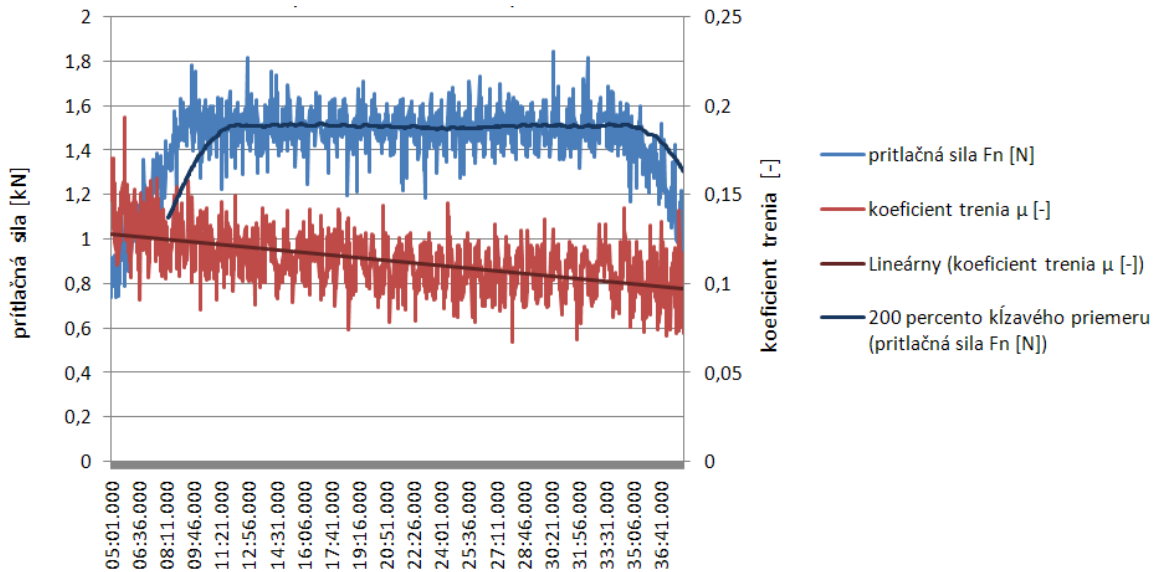


Graf 1 Závislosť trecej sily F_t od prítlačnej sily F_n (bronzová zliatina)

Ako príklad sú uvedené výsledky z meraní na rýchlobežnom ložisku z bronzovej zliatiny, ktoré bolo zaťažované predpísaným zaťažením a otáčkami, podľa postupu uvedeného vyššie.

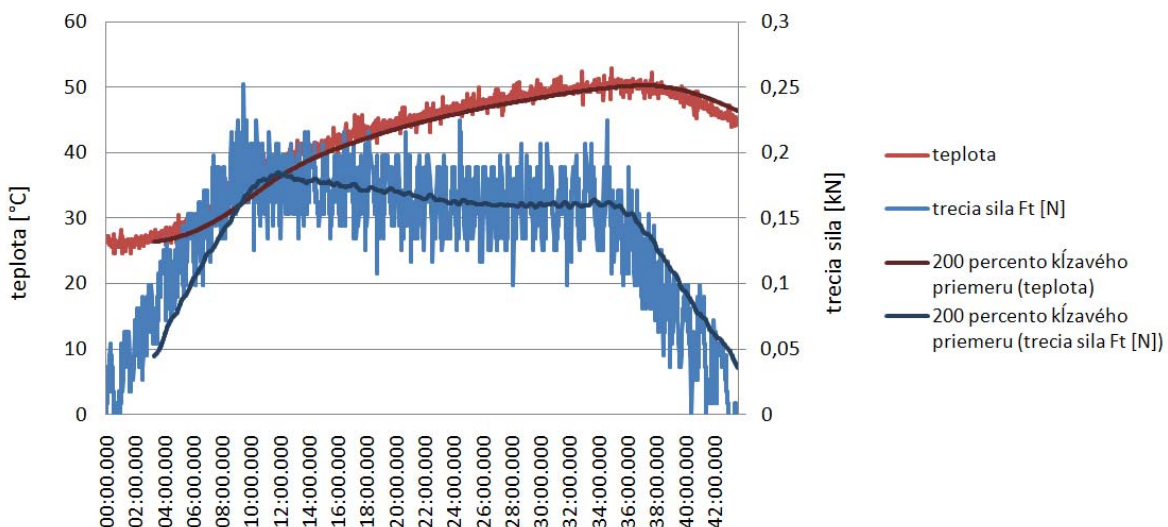


Na grafe 1 je potom možné pozorovať plynulý priebeh trecej sily v závislosti na vzrastajúcej prítláčnej sile až po ustálenie zaťaženia na hodnote približne 1,5 kN. Trecia sila mala v priebehu merania mierne klesajúcu tendenciu, čo môže byť spôsobené zväčšovaním kontaktnej plochy, v dôsledku opotrebenia mikronerovností, ako aj vzrastajúcou teplotou v mieste kontaktu.



Graf 2 Závislosť koeficientu trenia μ od prítláčnej sily F_n (bronzová zliatina)

Vplyvom klesajúcej trecej sily mal koeficient trenia rovnako mierne klesajúci priebeh. V priebehu merania klesal z hodnoty 0,12 na hodnotu 0,1 na konci merania (Graf 5).



Graf 3 Závislosť teploty od trecej sily F_t (bronzová zliatina)

Ďalším sledovaným parametrom pri meraní bola závislosť teploty na trecej sile (Graf 3). Ako možno vidieť na grafe, teplota na vonkajšom priemere neustále narastala až k hodnote 50°C a výrazne ovplyvnila opotrebenie trúcich sa povrchov.



c.) uplatnenie výsledkov a ich prínos v riešenej problematike

Klzné uloženia s prevádzkou bez prítomnosti maziva sú charakterizované ako uloženia, pri ktorých nie sú trecie povrchy ani čiastočne oddelené vrstvou maziva. Obvykle sú takéto klzné uloženia konštrukčne riešené u strojov a zariadení, kde je výskyt mazív, napr. tukov a olejov v klznom uložení nebezpečný (napr. výroba a použitie horľavín a plynov) alebo nevhodný (potravinársky priemysel a podobne). Úloha je potom veľmi náročná, pretože nemožno nájsť vhodnú dvojicu bežných kovových materiálov, ktorá by v náročnej prevádzke bez prívodu akéhokoľvek maziva trvale zabezpečovala prevádzku klzného uloženia s primeranou hodnotou koeficientu trenia a s nízkymi hodnotami opotrebenia. (Barysz, 1995)

Rovnako v lesnom hospodárstve pri využívaní lesnej a mobilnej techniky je únik akéhokoľvek množstva maziva mimo jeho pracovné prostredie potenciálnou environmentálnou hrozbou, preto majú nedomazávané kinematické dvojice čoraz väčšie uplatnenie v praxi. Paralelne s týmto faktom sa dnes výskum uberať smerom znižovania negatívnych ergonomických vplyvov, ktoré takto skonštruované mechanické uloženia samozrejme produkujú vo väčšej miere, v dôsledku zvýšeného sústredenia kontaktných činiteľov do povrchových vrstiev, ako je to v tzv. "domazávaných" uloženiach.

Výskum klzných uložení bez prísunu maziva má veľký význam z dôvodu zvyšujúcich sa požiadaviek na ekológiu a environment. V súčasnej dobe má odborná verejnosť k dispozícii malé množstvo komplexných údajov a rozborov stavu a správania sa kontaktných dvojíc pri podmienkach suchého a medzného trenia.

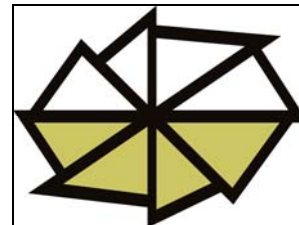
LITERATÚRA

BARYSZ, I., ČILLÍK, L., ŽIAČIK, A., PFLIEGEL, M. 1995. *Klzné uloženie. Konštrukčné a teoretické riešenia*. Žilina: VŠDS v Žiline, 1990, 523 s. ISBN 80-7100-282-8

BLAŠKOVIČ, P., BALLA, J., DZIMKO, M. 1990. *Tribológia*. Bratislava: ALFA, 1990, 360 s. ISBN 80-05-00633-0

CZICHOS, H., HABIG, K. H. 2010. *Tribologie-Handbuch*. Berlín: MercedesDruck, 2010, 757 s. ISBN 978-3-8348-0017-6

SHIGLEY, J.E., MISCHKE, CH. R., BUDYNAS, R. G. 2010. *Konstruování strojních součástí*. Brno: VUTUM, 2010, 1158 s. ISBN 978-80-214-2629-0



Zoznam výstupov, ktoré vznikli na základe výsledkov projektu

- a) publikované výstupy
- b) zoznam výstupov odovzdaných do tlače v roku 2013
- c) iné výstupy

Publikačnú činnosť vykázať v súlade s Organizačnou smernicou č. 7/2013 o bibliografickej registrácii a kategorizácii publikačnej činnosti, umeleckej činnosti a ohlasov na TU vo Zvolene.



a) publikované výstupy

ADE MARIENČÍK, J., TURIS, J., BEŇO, P. 2013. *The tribological characteristics of the sliding bearing*. International journal of interdisciplinarity in theory and practice, 2013, roč. 1, č.2, str. 90-93. ISSN 2344-2409

AFC MARIENČÍK, J., TURIS, J., BEŇO, P. 2013. *Silové a tepelné účinky na klznú ložiská bez domazávania*. In. Technológia Europea 2013, Hradec Králové, Česká republika, 16. – 20.12 2013. Hradec Králové: MAGNANIMITAS, 2013, str. 13-20. ISBN 978-80-87952-01-6

AED MARIENČÍK, J., TURIS, J., BEŇO, P. 2013. *Silové účinky na klznú ložiská bez domazávania*. In. Kolokvium ku grantovej úlohe č.1/0403/11, Zvolen: TUZVO, 2013, str. 77-82. ISBN 978-80-228-2594-8



Čerpanie bežných výdavkov spojených s riešením výskumného projektu:

| | |
|-------------------------------------|-------------------|
| Cestovné náhrady | - |
| Konferencie, sympóziá, semináre | - |
| Sieťové odvetvia - Komunikácie | - |
| Literatúra | - |
| Vzorkový materiál | - |
| Drobný hmotný majetok | - |
| Materiál, pracovné nástroje | 317,06 |
| Rutinná a štandardná údržba | - |
| Mzdové náklady (max. 15 %) | - |
| Dohody o vykonaní práce (max. 10 %) | - |
| Spolu | 317,06 EUR |

Rozpis čerpania pridelených finančných prostriedkov na riešenie projektu:

Klzné puzdra z masívneho bronzu ø40mm – SKF PBM 405040 M1G1 – Ložiská so všestranným využitím. Materiál určený pre aplikácie v náročných uloženiach a v nepriaznivých podmienkach.

Cena 1ks – 10,89€

Spolu za 6ks – 65,34€

Klzné puzdra z bronzovej zliatiny ø40mm – SKF PSM 405040 A51 – Ložiská nevyžadujúce domazávanie ani inú údržbu.

Cena 1ks – 7,02€

Spolu za 12ks – 84,24€

Klzné puzdra z kompozitu PTFE ø40mm – SKF PCM 404440E – Suché klzné ložisko s teflónovou klznou plochou, vhodné pre vysoké zaťaženia a bezúdržbovú prevádzku.

Cena 1ks – 5,17€

Spolu za 12ks – 62,04€

Klzné puzdra z kompozitu POM ø40mm – SKF PCM 404440M – Suché klzné ložisko označované aj ako predmazávané.

Cena 1ks – 5,26€

Spolu za 10ks – 52,6€

Celkovo: 264,22€

DPH: 52,84

SPOLU: 317,06€

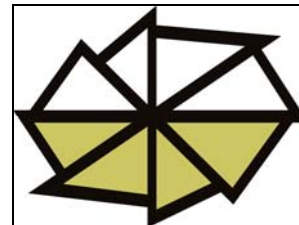
Názov a adresa pracoviska:

Vyjadrenie fakulty, resp. org. súčasti TUZVO

IPA
TUZVO

Interná projektová agentúra TUZVO

Technická univerzita vo Zvolene
Referát vedeckovýskumnej činnosti
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko
tel: 045/5206 416, <http://www.tuzvo.sk>



| | |
|---|---|
| <p>Katedra mechaniky a strojnictva Fakulta environmentálnej a výrobnnej techniky Technickej univerzity vo Zvolene T. G. Masaryka 24 960 53 Zvolen</p> | <p>(prodekan pre VVČ, resp. ním poverený zástupca, riaditeľ org. súčasti)</p> <p>.....</p> <p>Dátum a podpis:</p> |
|---|---|