

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Заједнички мерни система за универзални трибометар-триболошки мерни центар“

Аутори техничког решења

- *Др Бранко Тадић, редовни професор*
- *Др Мирослав Бабић, редовни професор*
- *Др Слободан Митровић, доцент*
- *Др Петар Тодоровић, доцент*
- *Др Илија Бобић, виши научни сарадник*

Наручилац техничког решења

- Пројекат ТР-14005 (Развој напредне опреме за трибодијагностику и ММС на бази лаких метала)

Корисник техничког решења

- Центар за трибологију, Машински факултет у Крагујевцу

Година када је техничко решење урађено

- 2010

Област технике на коју се техничко решење односи

- Машинство, Трибологија, Трибометрија

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

Триболошки мерни центар реализован на Машинском факултету у Крагујевцу функционише у склопу четвороосне мерне машине (универзалног трибометра). Универзални трибометар је пројектован на модуларном принципу. Померање по три осе изводи се са циљем довођења заједничког мерног система (који је уједно и носач другог контактнег пара) до изабраног модула (склопа првог контактнег пара). Четврта оса управља реализованим мерним системом. Функционисањем склопа универзалног трибометра – триболошког мерног центра управља се посредством наменски развијеног софтвера.

Проблем решења заједничког мерног система за триболошки мерни центар садржан је у:

- развоју система погона и управљања четвртом осом,
- развоју система мерења нормалне силе,
- развоју система мерења силе трења,
- развоју носача контактних парова (носача кугле, носача пина, носача блока и носача непокретног диска),
- херметизовању читавог мерног система.

Мерни систем универзалног трибометра – триболошког мерног центра пројектован је и реализован као заједнички модул који укључује развој свих претходно поменутих подсистема.

2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

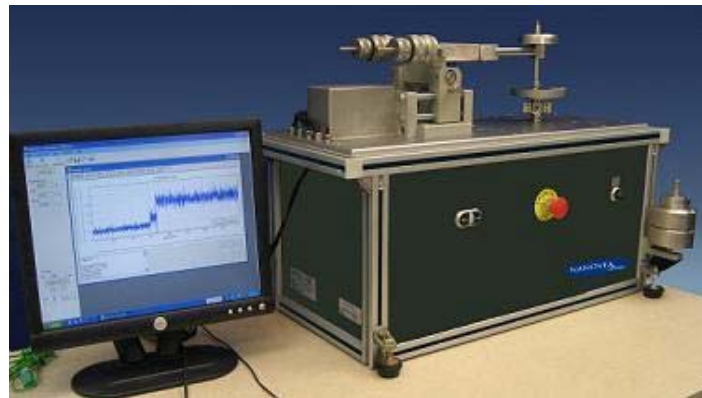
У свету је реализован велики број различитих мерних система намењених трибометријским испитивањима материјала свих врста, тврдих превлака, мазива и др, при остваривању различитих типова контакта. Физичке основе у свету развијених система засноване су на мерењу нормалног оптерећења и силе трења преко различитих механичких склопова посредством:

- тензометријских мерних трака- давача, који су најчешће у примени,
- пијезоелектричних давача,
- фотоелектричних давача,
- индуктивних и других врста давача.

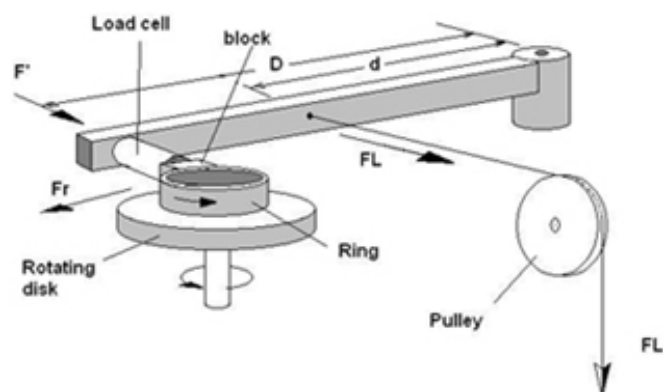
Сви поменути давачи раде на принципу претварања одређене механичке величине (напона или померања) у одређени електрични сигнал. На сликама 1-5 приказани су неки од многих у свету развијених мерних система базираних на тензометријским давачима.



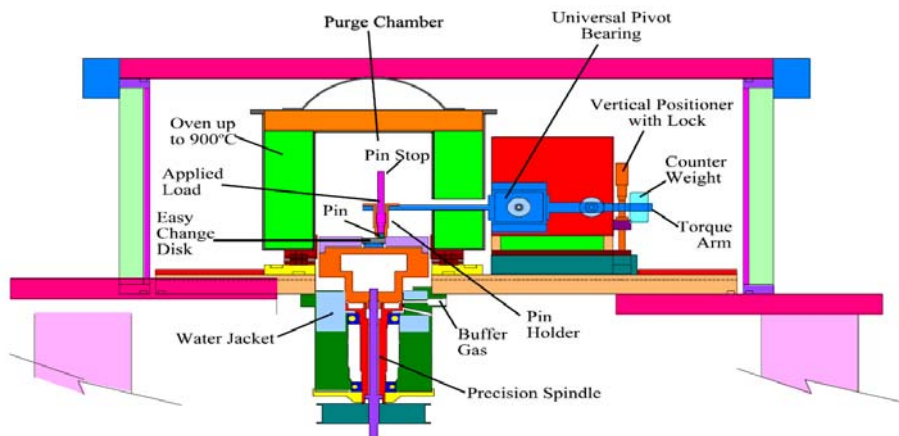
Слика 1. Мерни систем изведен преко дефинисане тежине (нормална сила) и тензометријских давача (сила трења).



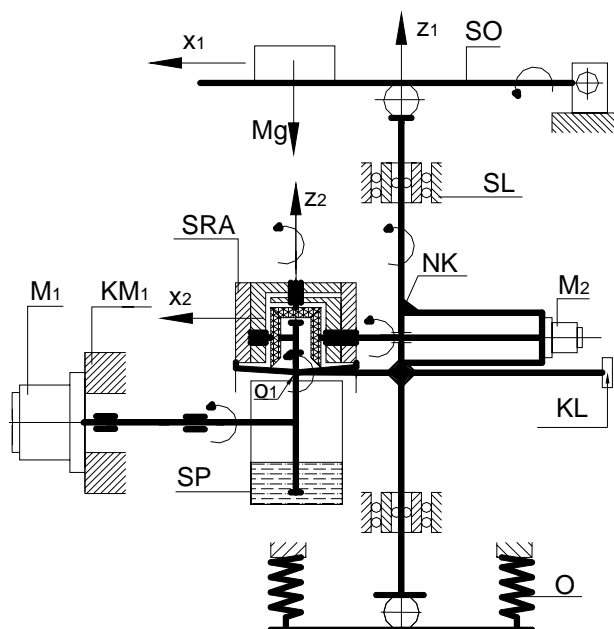
Слика 2. Мерни систем изведен преко дефинисане тежине (нормална сила) и тензометријских давача (сила трења).



Слика 3. Мерни систем изведен преко дефинисане тежине (нормална сила) и тензометријских давача (сила трења).



Слика 4. Мерни систем изведен преко дефинисане тежине (нормална сила) и тензометријских давача (сила трења).



Слика 5. Мерни систем изведен преко тензометријских мерних трака.

При развоју мерног система веома је тешко испунити низ специфичних захтева у смислу: а) тачности мерења; б) развоја заједничког мерног система за више типова контакта; ц) покривање широког мерног опсега.

Најчешћи је случај да се за сваки тип контакта израђује посебан мерни систем који ради у одређеном ограниченом мерном опсегу. На тај начин задовољавају се услови тачности мерења и услови дефинисаног мерног опсега, али решење читавог система трибометра губи универзалну димензију.

3. Суштина техничког решења

Суштина техничког решења огледа се у могућности мерног система да истовремено:

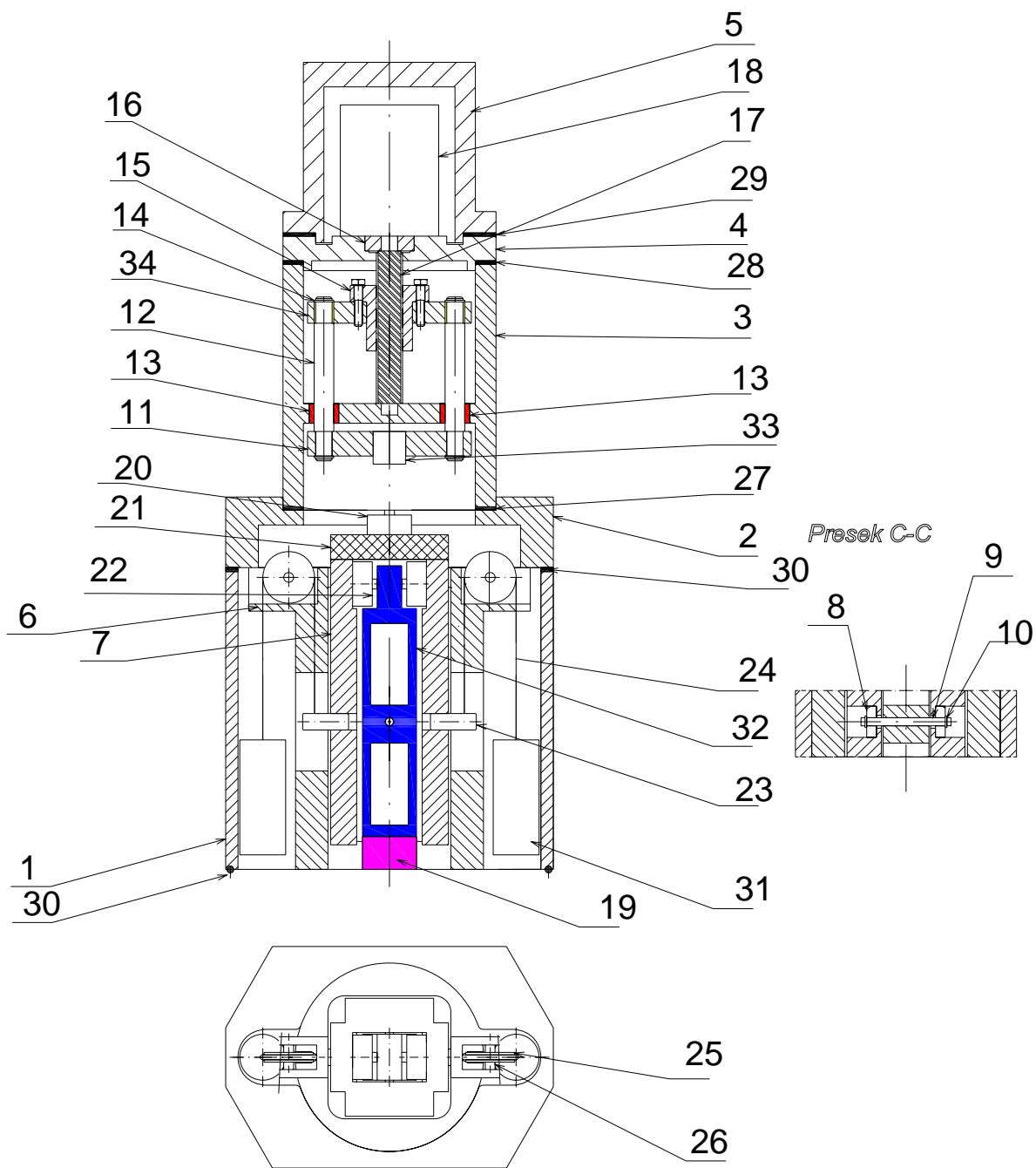
- испуни високе захтеве по питању тачности мерења од микро нивоа па све до макро нивоа,
- покрије широк опсег испитивања у различитим условима остваривања контакта,
- буде потпуно херметизован и има могућност остваривања контакта у контролисаној средини (вакуум, средина аргона и др.).

4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже)

На слици 6. приказан је склоп пројектованог и реализованог мерног система. Склоп мерног система састављен је из следећих целина:

1. Демонтажног кућишта – позиције: 1, 2, 3, 5.
2. Подскопа клизача који носи мерну полугу – позиције: 7, 8, 9, 10, 32.
3. Подскопа и улежиштења рецикулационог вретена, навртке и АС мотора – позиције: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 33, 34.
4. Подскопа носача другог контактнег пара (куглице, пина, блока или непокретног диска) - позиција 19.
5. Тензометријског давача нормалног оптерећења – позиција 20.
6. Пригушника - позиција 21.
7. Тензометријских давача и силе трења – позиција: 22
8. Подскопа котурача и контратегова – позиције: 23, 24, 25, 26, 31.
9. Система за заптивање – силиконске заптивке и оринг прстенови. 27, 28, 29, 30.

Развијени мерни систем омогућава мерење триболошких карактеристика материјала свих врста у условима са и без подмазивања. Мерење се изводи у контролисаним условима (вакуум, средина аргона и др.). Мерни систем је конципиран тако да су грешке мерења сведене знатно испод 1%. Комплетним мерним системом управља се посредством одговарајућег, наменски развијеног софтвера. Инертност система је изузетно ниска, а мерни опсег, са аспекта нормалног оптерећења и силе трења је од микро нивоа (0.01 N) до макро нивоа (1000 N).



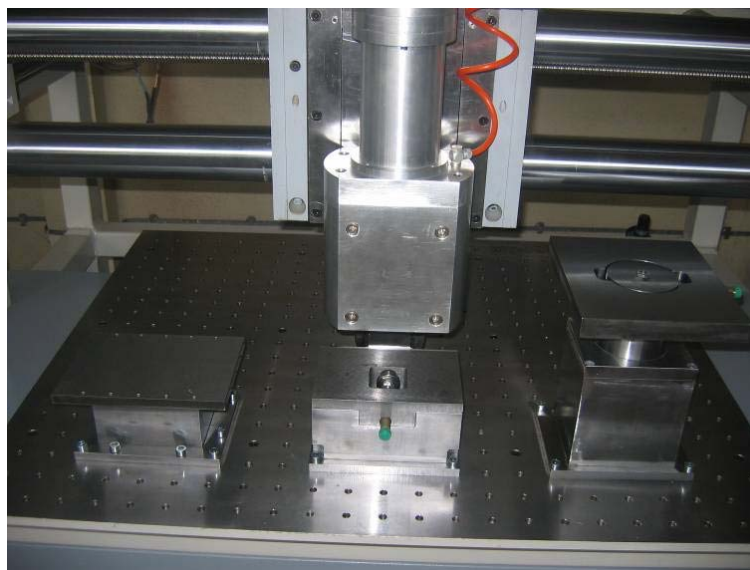
Слика 6. Склоп пројектованог и реализованог мерног система универзалног трибометра

Покретањем АС мотора (позиција 18) покреће се подсклоп рецикулационог вретена (позиција 17) и помера се по вертикалној оси. Када потисни пипак (позиција 33, дође у контакт са давачем нормалног оптерећења (позиција 20) почиње померање мерне полуге (позиција 32) све до остваривања жењеног оптерећења које се остварује преко носача контактних парова (позиција 19). Мерна полука, заједно са носачем контактних парова креће се преко специјално урађеног клизача, односно котрљајне вођице (позиција 7) по вертикалној оси. Враћање мерне полуге у почетни положај обезбеђује се преко система контрагеова.

Услед дејства силе трења долази до закретања мерне полуге (позиција 32) око осовинице 9 и система радијалног улежиштења. Закретање мерне полуге, односно силу трења, у оба смера, региструју два давача силе трења (позиција 22).

Нерегистровани део силе трења настаје једино услед отпора котрљања унутрашњег прстена радијалног лежаја око осовинице 9. Међутим, тај нерегистровани део силе трења је занемарљив због односа крака мерне полуге, полупречника радијалног лежаја и вредности трења котрљања. Према прорачунима, у екстремним случајевима (рад мерног система на микро нивоу), грешка мерења, настала као последица нерегистрованог дела силе трења, не прелази вредност од 1%.

На слици 9. приказан је развијени мерни систем у склопу универзалног трибометра.



Слика 9. Фотографски приказ развијеног мерног система у склопу универзалног трибометра.

5 Литература

1. Braz, J., Influence of loading contamination and additive on the wear of metallic pair under rotating and reciprocating lubricated Sliding, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, ISSN 1678-5878, version impresa, Vol 28, N.3, Rio de Janeiro, jul/sep., 2006.
2. Boehm, M., Grossiord, C., Mogne, T.L., Martin, J.M., An analytical ultra-high vacuum tribometer: application to tribochemistry in metal rolling, Rev. Met., N02, pp.149-157, Paris, February, 2001.
3. <http://www.csem-instruments.com> - CSEM Instruments,
4. Foit, O.K., ROFA Tribometer, Worldwide service, Wien, 1995.
5. Ивковић, Б., Тадић, Б., Трибологија у индустрији на прагу двадесет првог века, Трибологија у индустрији, Н1/4, Крагујевац, 1999.

6. Ivković, B., Ješić, D., Tadić, B., Connection Between Tribological and Metallurgical Properties of ADI, The First Mediterranean Tribology Conference, Jerusalem, 2000.
7. Јеремић Б., Триболошки процеси при динамичком оптерећењу, монографија, Југословенско Друштво за Трибологију, Крагујевац, 1997.
8. NASA, Technical Memorandum 102355, Tribological Properties of PM212: A High Temperature, Self Lubricating, Powder Metallurgy Composite, Lewis Research Center, Cleveland, Ohio, 1990.
9. Rennie, A., Measurement and Modeling of Sliding Friction on Soft Curved Surfaces, Journal of Undergraduate Research, Volume 5, Issue 8, May, 2004.
10. Tadić, B., Nedić, B., Četković, M., Influence of tribometer constructive solutions on friction force measurement reliability, BALKANTRIB 96, Solun, 1996.
11. Тадић, Б., Митровић, Р., Недић, Б., Ћетковић, М., Оптимизација система за вођење код машина за провлачење, Пета међународна конференција о трибологији, YUTRIB 97, Копаоник, 1997.
12. Tadić, B., Nedić, B., Influence of Tribometer Constructive Solutions on Friction Force Measurements Reliability, Journal of Balkan Tribological Association, Vol. 4, N01, 8-16(1998), ISSN: 1998 Sci Bul Com.
13. Тадић, Б., Ивковић, Б., Марјановић, Н., Тодоровић, П., Симулација процеса трења и хабања зупчастих преносника на трибометру TPD 2000, Седма Југословенска конференција о трибологији, YUTRIB' 01, Београд, 2001.
14. Tadić, B., Ivković, B., Todorović, P., Theoretical Basis of Pin and Block Carrier design at Tribometer Tpd – 2000., Tribology in industry, (53-56), volume 24, N03&4, YU ISSN 0351-1642, (UDK 621.836.004.6: 621.892.002.01), Kragujevac 2002.
15. Тодоровић, П., Гојковић, С., Ивковић, Б., Тадић, Б., Трибометар TPD 2000 - Софтвер за аквизицију података, Седма Југословенска конференција о трибологији, YUTRIB'01, Београд, 2001.
16. Todorović, P., Gojković, B., Ivković, B., Tadić, B., Tribometer TPD-2000- Data Acquisition Software, Tribology in industry, (23-28), volume 24, N0 1&2, (YU ISSN 0351-1642), (UDK 21.836.004.6: 621.892.002.01), Kragujevac, 2002.
17. Тадић, Б., Обрадни процеси и специјалне машине и уређаји, Машински факултет у Крагујевцу, Монографија, 2006., ИСБН: 86-80581-97-6
18. Tadić, B., Marjanović, N., Design of Modern Universal Tribometer TRP-2000, Journal of the Balkan Tribological Association, Vol. 13, No 2, 150-165, 2007.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу бр 01-1/1128-14 од 22.04. 2010. године именовани смо за рецензенте техничког решења „Развој заједничког мерног система за универзални трибометар-триболошки мерни центар“ аутора:

1. Др Бранка Тадића, редовни професор, Машински факултет, Крагујевац
2. Др Мирослава Бабића, редовни професор, Машински факултет, Крагујевац
3. Др Слободана Митровића, доцент, Машински факултет, Крагујевац
4. Др Петра Тодоровића, доцент, Машински факултет, Крагујевац
5. Др Илија Бобић, виши научни сарадник, ИНН „Винча“, Београд

На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „**Заједнички мерни систем за универзални трибометар-триболошки мерни центар**“ аутора Др Бранка Тадића, Др Мирослава Бабића, Др Слободана Митровића, Др Петра Тодоровића, Др Илија Бобић, реализовано 2010. године, приказано је на 8 страница формата А4, писаних ћириличним 12pt (Times New Roman) фонтом, сингл проредом, садржи 9 слика. Састављено је од следећих поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења
3. Суштина техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже) и
5. Литература.

Техничко решење припада областима: Машинство, Трибологија, Трибометрија.

Наручилац техничког решења је Пројекат ТР-14005. Техничко решење је реализовано у оквиру рада на пројекту: Развој напредне опреме за трибодијагностику и ММС на бази лаких метала.

Основна полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена у часописима Journal of the Balcan Tribological Association и Tribology in industry:

1. Тадић, Б., Марјановић, Н., Design of Modern Universal Tribometer TPD-2000, Journal of the Balcan Tribological Association, Vol.13, No.2, ISSN 1310-4772, 2007
2. Tadić, B., Ivković, B., Todorović, P., Theoretical Basis of Pin and Block Carrier design at Tribometer Tpd – 2000., Tribology in industry, Vol.24, No.3&4, pp. 53-56, ISSN 0351-1642, 2002

Примена предложеног техничког решења очекивана је предузећима домаће и стране индустрије која се баве производњом и испитивањем мазива и материјала.

За сада се примењује у Лабораторији за трибологију Машинског факултета у Крагујевцу.

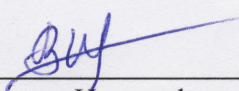
МИШЉЕЊЕ

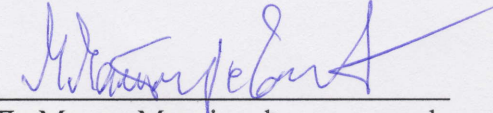
Анализом текста техничког решења под називом „Развој заједничког мерног система за универзални трибометар - триболошки мерни центар“ аутора: Др Бранка Тадића, Др Мирослава Бабића, Др Слободана Митровића, Др Петра Тодоровића, Др Илија Бобић, може се констатовати следеће:

1. Техничко решење је ново и оригинално. Настало је као резултат дугогодишњих триболошких истраживања и реализације трибометара пласираних на домаћем и иностраном тржишту.
2. Приказано оригинално решење заједничког мерног система за универзални трибометар - триболошки мерни центар припада високо поузданим и софистицираним решењима мерних система сложених трибометара. За разлику од познатих решења ово решење карактерише и веома висок степен универзалности као и могућност рада у посебно контролисаним условима
3. Техничко решење пројектованог и реализованог заједничког мерног система за универзални трибометар – триболошки мерни центар има веома значајно место у анализи сложених триболошких процеса.

На основу изложеног, предлажемо да се експериментално техничко решење „Развој заједничког мерног система за универзални трибометар - триболошки мерни центар“ прихвати као ново техничко решење.

14.05. 2010, у Крагујевцу


Др Властимир Николић, ред. проф.
Машински факултет, Ниш


Др Милан Матијевић, ванр. проф.
Машински факултет, Крагујевац



Универзитет у Крагујевцу
Машински факултет у Крагујевцу
Број : ТР-05/2010
10. 06. 2010. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Машинског факултета у Крагујевцу на својој седници од 10. 06. 2010. године на основу члана 200. Статута Машинског факултета, донело је

О Д Л У К У

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „**Заједнички мерни систем за универзални трибометар-триболошки мерни центар**“, аутора **Др Бранка Тадића, Др Мирослава Бабића, Др Слободана Митровића, Др Петра Тодоровића и Др Илије Бабића.**

Решење припада класи **M85**, према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, ("Сл. гласник РС", бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Властимир Николић, ред. проф., Машински факултет Ниш**
2. **Др Милан Матијевић, ванредни проф., Машински факултет у Крагујевцу**

Достављено:
Ауторима
Архиви

ДЕКАН МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Др Мирослав Бабић, ред. проф.

