

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Ново експериментално постројење за одређивање динамичке попустљивости стезних и ослоних елемената прибора“

Аутори техничког решења

- др Бранко Тадић, ред. проф., Факултет инжењерских наука у Крагујевцу,
- др Ђорђе Вукелић, доцент, Факултет техничких наука у Новом Саду,
- др Петар Тодоровић, ванр. проф., Факултет инжењерских наука у Крагујевцу,
- др Бранислав Јеремић, ред. проф., Факултет инжењерских наука у Крагујевцу,
- др Иван Мачужић, доцент, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу и
- Бојан Богдановић, дипл. инж. Факултет инжењерских наука у Крагујевцу.

Кључне речи техничког решења:

- прибор, стезање, базирање

Наручилац техничког решења

- GOMMA LINE, Крагујевац, Република Србија

Корисник техничког решења

- GOMMA LINE, Крагујевац, Република Србија

Година када је техничко решење урађено

- 2013.

Област технике на коју се техничко решење односи

- Машинство / Производно машинство

Пројекат у оквиру кога је реализовано техничко решење

- Програм истраживања у области технолошког развоја за период 2011.-2014.;
- Технолошка област: Машинство;
- Руководилац пројекта: др Мирослав Бабић, ред. проф.;
- Назив пројекта: Развој триболошких микро/нано двокомпонентних и хибридних самоподмазујућих композита;
- Број пројекта: ТР 35021.

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

Досадашња истраживања у области оптимизације микро и макро геометрије елемената за стезање и ослањање стезних прибора немају универзални карактер. Посебно када је реч о истраживањима у области динамичког понашања контакта поменутих елемената и радног предмета, тј. тангенцијалне носивости и попустљивости контакта. Обављена истраживања у овој области у суштини се односе на анализу динамичког понашања склопа прибора. У таквим условима испитивања није могуће дубље анализирати динамичко понашање одређеног контакта између елемената за стезање/базирање и радног предмета. Аутори техничког решења су сматрали да је за дубљу анализу динамичког понашања и оптимизацију елемената прибора неопходно, у првом кораку развити мерну инструментацију, односно уређај који ће омогућити испитивања моделског типа. У оквиру овог техничког решења је приказан:

- развој универзалног уређаја за испитивање попустљивости контаката између елемената за стезање/базирање и радног предмета у динамичким условима, тј. условима који објективно симулирају оптерећења анализираних контаката у производним условима и
- део испитивања и анализе динамичке попустљивости одговарајућег типа контакта елемената за стезање/базирање и радног предмета.

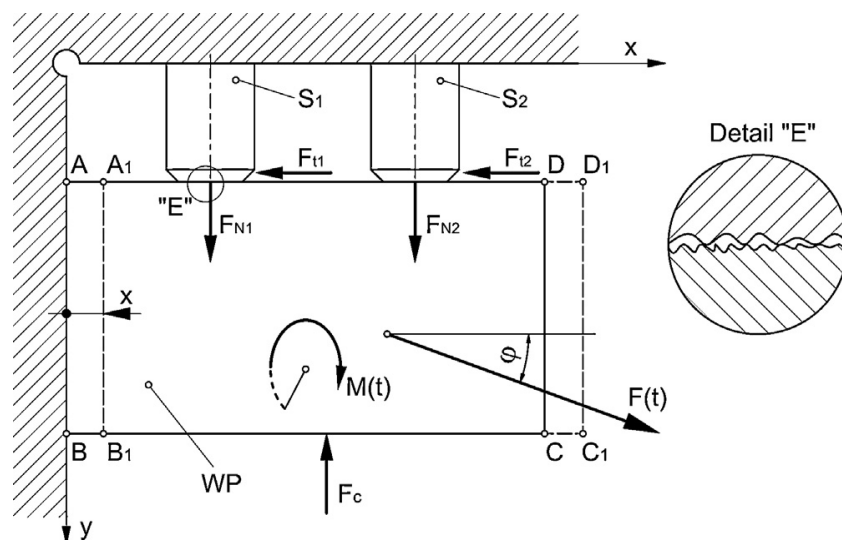
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

Код стезних прибора силе резања се често уравнотежавају силама трења које настају на контактима елемената за стезање/базирање са радним предметом. На слици 1 приказан је радни предмет (WP) који је базиран преко два елемента за базирање (S_1 и S_2) и базиран у околини неке тачке на правцу АВ. Радни предмет је за базу површину стегнут силом стезања F_s . У току процеса обраде на радни предмет делују динамичке силе резања $F(t)$. Сила резања $F(t)$ је функција времена и, у општем случају може деловати у било којој тачки радног предмета. Сила резања може бити различитог интензитета, правца и смера. То значи да се на елементима за базирање, у општем случају, јављају нормалне реакције (F_{n1} и F_{n2}) и тангенцијалне силе (F_{t1} и F_{t2}) познате као силе трења. При дејству силе резања $F(t)$ у назначеном правцу (слика 1) доћи ће до одређене попустљивости веза између елемената за базирање (S_1 и S_2) и радног предмета, без обзира на величину силе $F(t)$. То произилази из познатих односа који постоје између напона и деформација. Величина попустљивости x , у општем случају је функција великог броја параметара и може се приказати у облику:

$$x = f[F(t), M(t), \varphi, F_{n1}, F_{n2}, M_{w1}, M_{w2}, M_{s1}, M_{s2}, G, K] \quad (1)$$

где су: $F(t)$ – сила резања; $M(t)$ – момент резања; F_{n1} и F_{n2} – нормалне реакције сила на елементима за базирање; M_{w1} и M_{w2} – скуп параметара који дефинишу механичке и термичке карактеристике материјала радног предмета; M_{s1} и M_{s2} – скуп параметара који дефинишу механичке и термичке карактеристике материјала елемената за базирање; G – скуп параметара који дефинишу макро и микро геометрију елемената за базирање и радног предмета у зонама њиховог

контакта; K – остали услови контакта, као што су обрада без или са применом средства за хлађење и подмазивање, грешке израде и остали параметри.



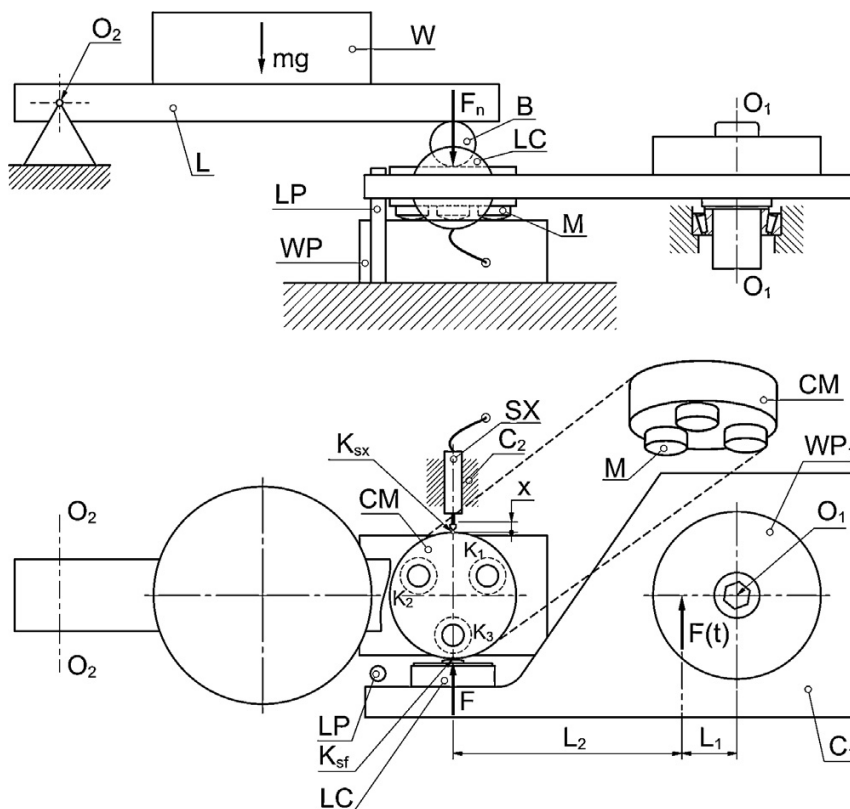
Слика 1. Шематски приказ попустљивости контакта између елемената прибора и радног предмета

С обзиром на велики број величина утицајних на попустљивост контакта, датих изразом (1), попустљивост контакта x је могуће прецизно одредити само експерименталним методама. Треба посебно нагласити да је попустљивост контакта између елемената за стезање/базирање и радног предмета у директној вези са грешкама израде радног предмета. Наиме, ако је попустљивост $x \geq T$, где је T дозвољена толеранција одступања неке функционалне коте у односу на површину за базирање АВ (слика 1), доћи ће до недозвољене грешке израде радног предмета.

С обзиром да је ова област истраживања веома актуелна аутори рада сматрају да треба значајно изменити приступ овој проблематици. У вези са тим аутори овог техничког решења предлажу развој специјалног уређаја који ће омогућити реализацију испитивања моделског типа. При чему се разматра померање у зони тачно одређеног типа контакта при дејству силе резања одређених динамичких карактеристика. На тај начин је могуће по методи узорака контактних елемената испитивати њихово динамичко понашање и вршити оптимизацију контакта са аспекта повећања носивости контакта, односно смањења његове попустљивости. Такође се појединачно могу разматрати сви фактори који утичу на попустљивост контакта, као што су: макро и микро геометрија контактних парова, различити материјали елемената прибора, различите вредности силе стезања и остали утицајни фактори.

3. Суштина техничког решења

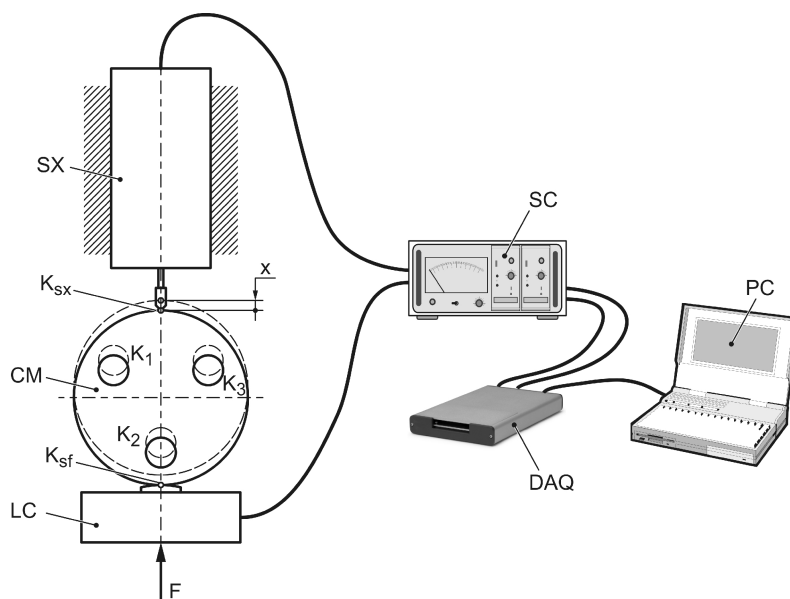
На слици 2 дата је принципска шема уређаја намењеног испитивању попустљивости контакта елемената за стезање/базирање и радног предмета.



Слика 2. Шематски приказ уређаја за мерење динамичке попустљивости контакта елемената за стезање/базирање и радног предмета.

Узорак елемента за стезање/базирање M , који је претходно причвршћен у свом носачу CM постављен је на узорак WP који симулира радни предмет. Контакт између ових узорака, када је у питању сферични тип контакта, контакт шиљака, и слични типови контакта остварује се у околинама тачака K_1 , K_2 и K_3 . Елемент за базирање у три тачке обезбеђује равномерну расподелу оптерећења између појединих елемената. Контакт узорака може се остварити и у околини одређених линија или по одређеној површини, што зависи од макрогеометрије узорка. Преко носача CM и куглице B врши се оптерећење контакта. Оптерећење контакта врши се преко полужног механизма L и избаждарених тегова mg . Тангенцијално оптерећење контакта F , тј. део силе резања $F(t)$, остварује се преко давача силе LC који је смештен на носачу C_1 на којем је причвршћен узорак који се обрађује WP_1 . Носач C_1 је обртан око тачке O_1 тј. осе O_1-O_1 . У зависности од тачке дејства силе резања $F(t)$ тј. величина L_1 и L_2 део силе резања $F(t)$ преноси се преко LC на носач CM у тачки K_{sf} . Померање носача CM односно узорка M региструје се преко сензора померања SX који је причвршћен у носачу C_2 . Приликом померања узорка M који симулира елемент за стезање/базирање, у односу на узорак WP који симулира радни предмет куглица B се котрља по носачу CM . Грешка мерења настаје као последица нерегистроване вредности силе трења котрљања куглице B по носачу CM и као последица трења котрљања у лежају O_2 полуге L – оса обртања O_2-O_2 . Према прорачунима, који се не излажу, а с обзиром на значајно мање вредности коефицијента трења котрљања у односу на коефицијент трења клизања произилази да укупна грешка мерења не превазилази 1%. При том треба нагласити да се при конструкцији уређаја водило рачуна да се ова грешка минимизира. На слици 3, је приказана пратећа мерна инструментација коју чине:

- Давач силе (приказан као LC на слици 3) FC2311-0000-0250, са мерним опсегом 0–1100 N, који мери тангенцијалну силу F која је пропорционална сили резања $F(t)$,
- Индуктивни давач померања W1T (приказан као SX на слици 3), са номиналним померањем $\pm 1\text{ mm}$,
- Двоканални сигнал кондиционер НВМ (приказан као SC на слици 3) који врши обраду сигнала са давача LC и SX,
- Мерни модул са 8 аналогних улаза и са 16-то битно резолуцијом (приказан као DAQ на слици 3) који је коришћен за семпловање сигнала са давача силе LC и са давача померања SX, и
- Рачунара PC који управља DAQ модулом и чува резултате мерења у облику погодном за даљу обраду.



Слика 3. Мерни систем за одређивање динамичке попустљивости контакта између елемената за стезање/базирање и радног предмета

Аутори техничког решења сматрају да развијени уређај представља веома битан предуслов за комплекснија истраживања у области анализе и оптимизације елемената за стезање/базирање са аспекта њихове попустљивости. Основне предности које пружа развијени уређај огледају се у следећем:

- Оптерећење контакта F врши се управо реалном силом која настаје у процесу резања. Сила резања може се остварити обрадом глодањем или обрадом бушењем на узорку WP_1 који је израђен од жељеног материјала. Такође се и параметри режима резања и резни алати са којима се изводи процес обраде резањем могу према потребама испитивања изабрати.
- Узорак M који симулира елемент за стезање/базирање може бити било којих карактеристика у смислу геометрије, микрогеометрије и материјала. Исто то важи и за узорак WP који симулира радни предмет.
- Контактни парови су једноставног облика и неупоредиво ниже цене коштања у односу на цену комплетног прибора. Посебно ако се узме у обзир огроман простор могућих варијација параметара утицајних на попустљивост контакта.

- Обрада се може изводити са или без примене средства за хлађење и подмазивање.

Као основну предност уређаја треба истаћи чињеницу да он омогућава дубљу динамичку анализу конкретног типа контакта елемента за стезање/базирање са радним предметом, при чему се елиминишу утицаји осталих елемената прибора, То омогућава поређење одређених типова контакта, њихову оптимизацију и отвара пут ка изналажењу поузданијих решења поменутих елемената у смислу смањења попустљивости контакта.

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

На слици 4. а и б дати су фотографски прикази уређаја намењеног моделским испитивањима динамичке попустљивости елемената за стезање/базирање.

а)



б)



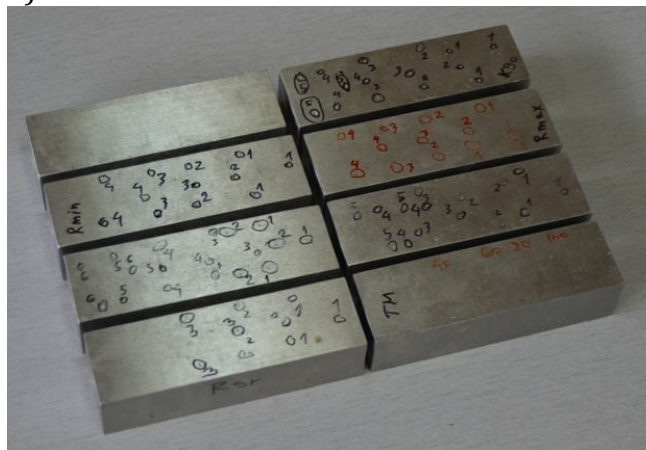
Слика 4. Фотографски приказ уређаја за моделска испитивања попустљивости контакта између елемената за стезање/базирање и радног предмета у условима динамичких оптерећења

Узорци стезних и ослоних елемената могу бити различите макро и микро геометрије као што је приказано на сликама 5 и 6.

а)



б)



Слика 5. Фотографски приказ а) узорка стезног/ослоног елемента и б) узорка предмета обраде.

а)



б)



Слика 6. Фотографски приказ а) узорка стезног елемента и б) узорка предмета обраде.

На слици 7.а – 7.в приказани су примери записа тангенцијалних сила F и одговарајућих померања x (попустљивости везе).

На основу типичних сигнала тангенцијалних сила и њима одговарајућих померања може се закључити да постоје три типа попустљивости везе. То су:

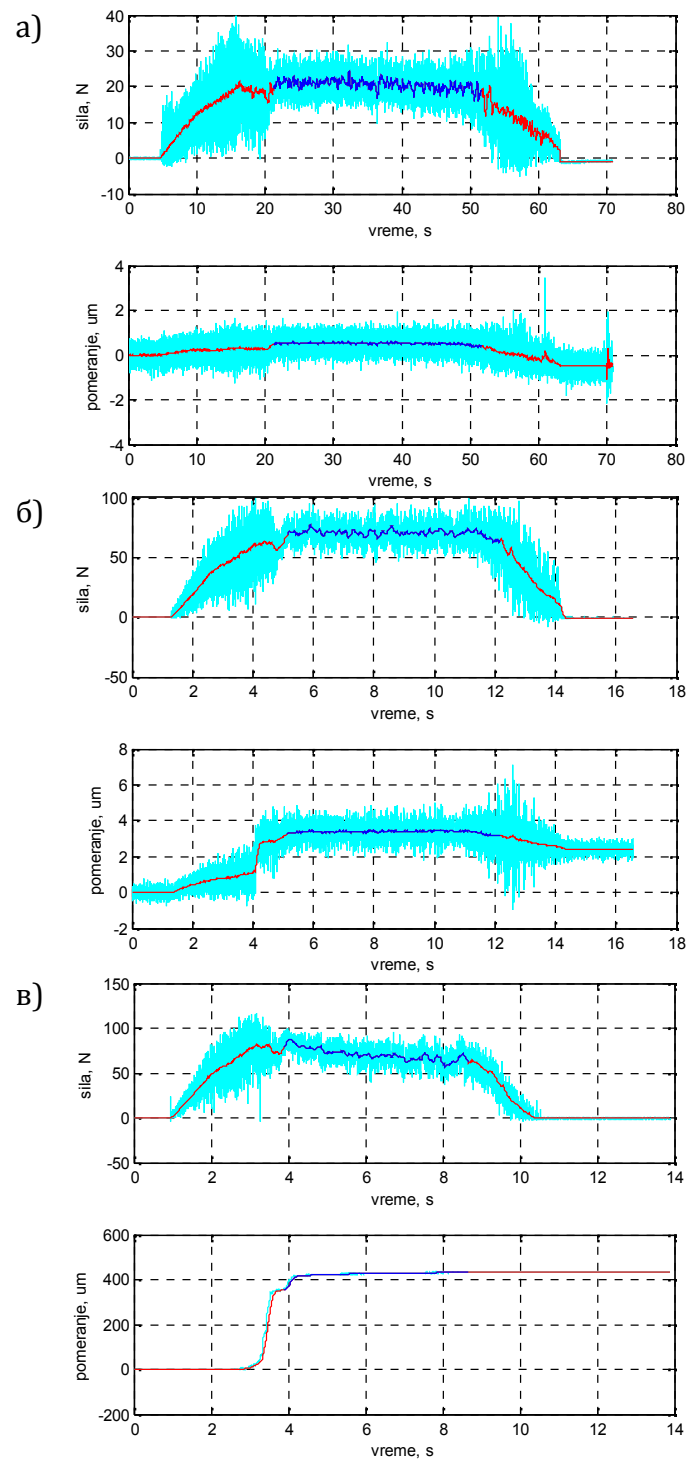
- • попустљивост контакта типа а (слика 7. а) када се систем након дејства силе враћа у првобитно стање и када су померања релативно мала, реда величине једног микрометра;
- попустљивост контакта типа б (слика 7. б) када се систем не враћа у првобитни положај, односно постоји мала вредност померања услед проклизавања контакта;
- попустљивост контакта типа в (слика 7. в) када настане потпуно проклизавање контакта веће од $400 \mu\text{m}$, што је граница (мера) сигурносног граничника LP који је уграђен на уређају (слика 2).

Очигледно је да се у случају попустљивости везе типа а деформације материјала у контакту, приликом дејства тангенцијалне силе F , претежно обављају у области еластичних деформација. У случају попустљивости везе типа б постоји и значајан удео пластичних деформација материјала у зони контакта. Док у случају попустљивости везе типа ц очигледно долази до потпуног раскидања везе.

Реализовани уређај омогућава испитивање понашања контакта елемента за стезање/базирање у условима динамичког оптерећења, при чему су елиминисани утицаји осталих елемената прибора. На пример, елиминисан је утицај крутости радног предмета и утицај крутости елемената прибора. То је омогућило:

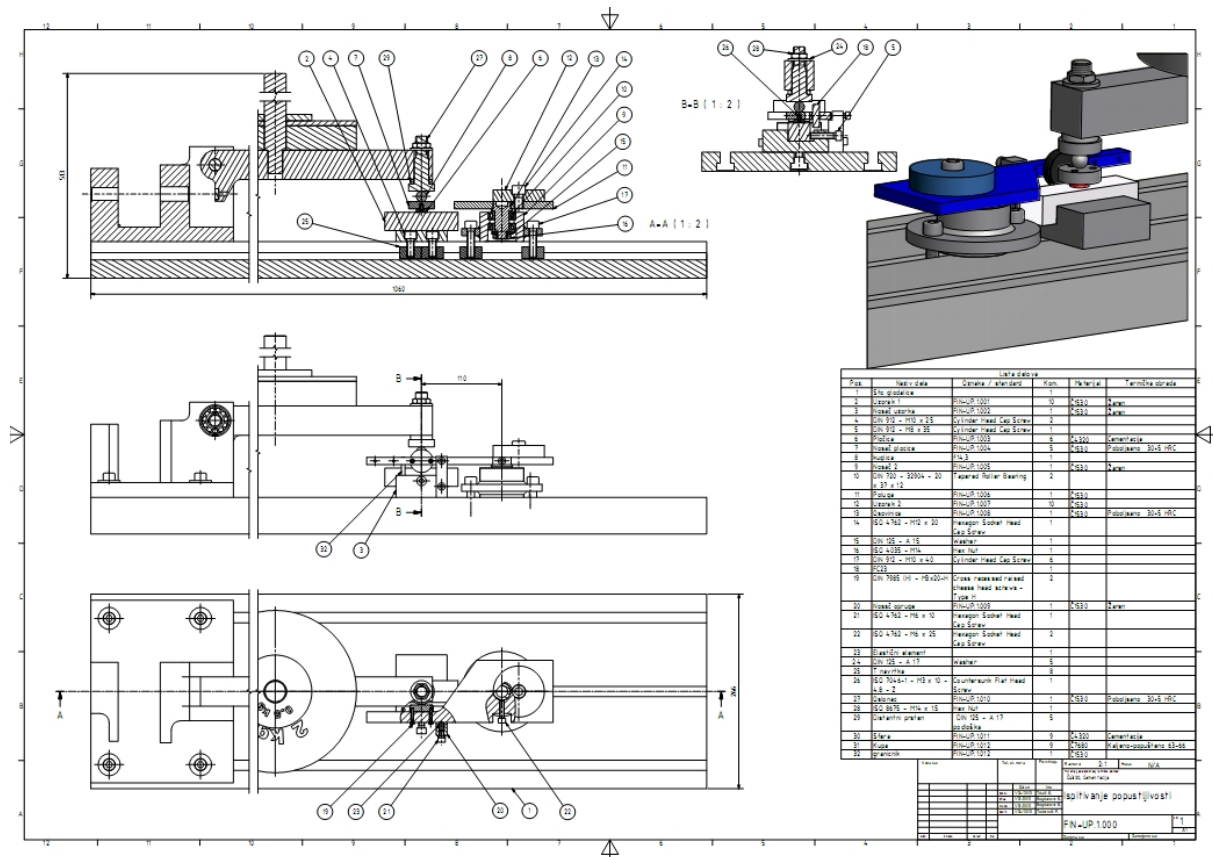
- Да се веома поуздано утврди попустљивост и носивост контакта било ког типа при дејству изабраног динамичког оптерећења и изабране вредности силе стезања,
- Да се испитивања врше на елементима различитог облика макро и микро геометрије контакта. На пример контакт две равне површине различите величине, контакт сфера различитог радијуса и равне површине, контакт различитих материјала и различитих карактеристика микрогеометрије контактних парова као и други типови контакта. На тај начин могуће је ући

веома дубоко у оптимизацију контакта елемента за стезање/базирање са радним предметом, у циљу изналажења решења високог нивоа поузданости.



Слика 7. Типични облици записа тангенцијалних сила и њима одговарајућих померања.

Склопни цртеж уређаја приказан је на слици 8.



Слика 8 Склопни цртеж реализованог уређаја

5 Литература

1. *Amaral, N., Rencis, J. J., Rong, Y. M.:* Development of a finite element analysis tool for fixture design integrity verification and optimisation. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2005, Vol. 25. No. 5-6. pp. 409-419, ISSN 0268-3768.
2. *Asada, H., By, A. B.:* Kinematic Analysis of Workpart Fixturing for Flexible Assembly with Automatically Reconfigurable Fixtures. *Journal of Robotics and Automation*, 1985, Vol. 1, No. 2, pp.86-94, ISSN 0882-4967.
3. *Carlson, J. S.:* Quadratic sensitivity analysis of fixtures and locating schemes for rigid parts. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 2001, Vol. 123, No. 3, pp. 462-472, 1087-1357.
4. *Chen, W., Ni, L., Xue, J.:* Deformation control through fixture layout design and clamping force optimization. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2008, Vol. 38, No. 9-10, pp. 860-867, ISSN 0268-3768.
5. *Deng, H.:* Analysis and synthesis of fixturing dynamic stability in machining accounting for material removal effect, PhD Dissertation, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, December 2006, 177 p.
6. *Deng, H. Y., Melkote, S. N.:* Determination of minimum clamping forces for dynamically stable fixturing. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 2006, Vol. 46, No. 7-8, pp. 847-857, ISSN 0890-6955.
7. *DeMeter, E. C.:* Min-max load model for optimizing machine fixture performance. *Journal of Engineering for Industry*, 1995, Vol. 117, No. 2, pp. 183-186, ISSN 0022-0817.

8. *DeMeter, E. C.*: Fast Support Layout Optimization. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 1998, Vol. 38, No. 10, pp. 1221–1239, ISSN 0890-6955.
9. *DeMeter, E. C., Xi, W., Choudhuri, S., Vallapuzha, S., Trethewey, M.*: A Model to Predict Minimum Required Clamp Pre-loads in Light of Fixture-Workpiece Compliance. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 2001, Vol. 41, No. 7, pp. 1031-1054, ISSN 0890-6955.
10. *Li, B., Melkote, S. N., Liang, S. Y.*: Analysis of reactions and minimum clamping force for machining fixtures with large contact areas. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2000, Vol. 16, No. 2, pp. 79-84, ISSN 0268-3768.
11. *Li, B., Melkote, S. N.*: Fixture clamping force optimisation and its impact on workpiece location accuracy. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2001, Vol. 17, No. 2, pp. 104-113, ISSN 0268-3768.
12. *Liu, S. G., Zheng, L., Zhang, Z. H., Wen, D. H.*: Optimal fixture design in peripheral milling of thin-walled workpiece. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2006, Vol. 28, No. 7-8, pp. 653-658, ISSN 0268-3768.
13. *Liu, S. G., Zheng, L., Zhang, Z. H., Li, Z. Z., Liu, D. C.*: Optimization of the number and positions of fixture locators in the peripheral milling of a low-rigidity workpiece. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2007, Vol. 33, No. 7–8, pp. 668–676, ISSN 0268-3768.
14. *Nee, A. Y. C., Tao, J. Z., Kumar, S. A.*: *An Advanced Treatise on Fixture Design and Planning*, World Scientific, 2004, 264 p., ISBN 981-256-059-9
15. *Amaral, N., Rencis, J. J., Rong, Y. M.*: Development of a finite element analysis tool for fixture design integrity verification and optimisation. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2005, Vol. 25. No. 5-6. pp. 409-419, ISSN 0268-3768.
16. *Prabhakaran, G., Padmanaban, K. P., Krishnakumar, R.*: Machining fixture layout optimization using FEM and evolutionary techniques. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2007, Vol. 32, No. 11-12, pp. 1090–1103, ISSN 0268-3768.
17. *Ratchev, S., Phuah, K., Liu, S.*: FEA-based methodology for the prediction of part-fixture behaviour and its applications. *Journal of Materials Processing Technology*, 2007, Vol. 191, No. 1-3, pp. 260-264, ISSN 0924-0136.
18. *Roy, U., Liao, J. M.*: Fixturing analysis for stability consideration in an automated fixture design system. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 2002, Vol. 124, No. 1, pp. 98-104, ISSN 1087-1357.
19. *Satyanarayana, S., Melkote, S. N.*: Finite element modeling of fixture-workpiece contacts: single contact modeling and experimental verification. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 2004, Vol. 44, No. 9, pp. 903-913, ISSN 0890-6955.
20. *Siebenaler, S.P., Melkote, S.N.*: Prediction of workpiece deformation in a fixture system using the finite element method. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 2006, Vol. 46, No. 1, pp. 51-58, ISSN 0890-6955.
21. *Shirinzadeh, B.*: Strategies for planning and implementation of flexible fixturing systems in a computer integrated manufacturing environment. *Computers in Industry*, 1996, Vol. 30, No. 3, pp. 175-183, ISSN 0166-3615.
22. *Tadić, B., Jeremić, B., Todorović, P., Vukelić, Đ., Proso, U., Mandić, V., Budak, I.*: Efficient workpiece clamping by indenting cone-shaped elements, *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 2012, JPEM-D-11-00404, ISSN 2234-7593.

23. *Tadic, B., Vukelic, D., Hodolic, J., Mitrovic, S., Eric, M.:* Conservative-Force-Controlled Feed Drive System for Down Milling, *Strojniski vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 2011, Vol. 57, No. 5, pp. 425-439, ISSN 0039-2480.
24. *Tadic, B., Vukelic, D., Miljanic, D., Bogdanovic, B., Macuzic, I., Budak, I., Todorovic, P.:* Model testing of fixture-workpiece interface compliance in dynamic conditions, *Journal of Manufacturing Systems*, 2013, doi: 10.1016/j.jmsy.2013.05.004, ISSN 0278-6125.
25. *Tan, E. Y. T., Kumar, A. S., Fuh, J. Y. H., Nee, A. Y. C.:* Modeling, analysis, and verification of optimal fixturing design. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 2004, Vol. 1, No. 2, pp. 121-132, ISSN 1545-5955.
26. *Vukelic, D., Tadic, B., Miljanic D., Budak I., Todorovic P., Randjelovic S., Jeremic B.:* Novel workpiece clamping method for increased machining performance, *Tehnicki vjesnik - Technical Gazette*, 2012, Vol. 19, No 4, pp. 837-846, ISSN 1330-3651.

Одлуком број 01-1 /3298-29 Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на седници одржаној дана 20.11.2013. године именован сам за рецензента техничког решења под називом "Ново експериментално постројење за одређивање динамичке попустљивости стезних и ослоних елемената прибора", аутора: др Бранка Тадића, др Ђорђа Вукелића, др Петра Тодоровића, др Бранислава Јеремића, др Ивана Мачужића и дипл. инж. Бојана Богдановића.

На основу приложене документације техничког решења подносим следећи

ИЗВЕШТАЈ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ			
ПРИМЉЕНО	Бр.	ПРЕМ. БР.	ВРЕДНОСТ
3.12.2013			
01-1/3851			

Документација техничког решења "Ново експериментално постројење за одређивање динамичке попустљивости стезних и ослоних елемената прибора" аутора др Бранка Тадића, др Ђорђа Вукелића, др Петра Тодоровића, др Бранислава Јеремића, др Ивана Мачужића и дипл. инж. Бојана Богдановића, реализованог 2013. године, се састоји из 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.

Аутори техничког решења су урадили текстуалну документацију на 10 страна, укључујући илустрације и техничке цртеже (укупно 8 слика).

Документација техничког решења садржи: ауторе решења, кључне речи, назив техничког решења, годину када је решење урађено, област на коју се техничко решење односи, проблем који се техничким решењем решава, стање решености тог проблема у свету, објашњење суштине техничког решења, детаљан опис са карактеристикама, начин реализације и примене техничког решења.

Техничко решење припада пољу техничко-технолошких наука и области машинског инжењерства.

Наручилац и корисник техничког решења је "GOMMA LINE", Крагујевац, Република Србија.

Техничко решење је реализовано у оквиру пројекта "Развој триболошких микро/нано двокомпонентних и хибридних самоподмазујућих композита" (Број пројекта ТР 35021, Програм истраживања у области технолошког развоја за период 2011.-2014., Технолошка област - Машинство, Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Бабић).

Техничко решење поред стручне компоненте, пружа оригиналан теоријски и научно-истраживачки допринос.

Аутори техничког решења су јасно приказали и обрадили комплетну структуру техничког решења. У оквиру техничког решења приказан је развој универзалног уређаја за испитивање попустљивости контаката између елемената за стегање/базирање и радног предмета у динамичким условима, тј. условима који објективно симулирају оптерећења анализираних контаката у производним условима. Такође је приказан део испитивања и анализе динамичке попустљивости одговарајућег типа контакта елемената за стегање/базирање и радног предмета.

Сегменти истраживања у току реализације техничког решења публиковани су у три рада у међународним часописима, и то:

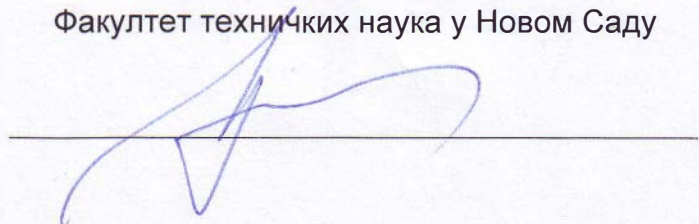
- Tadic, B., Jeremic, B., Todorovic, P., Vukelic, D., Proso, U., Mandic, V., Budak, I.: Efficient workpiece clamping by indenting cone-shaped elements, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 2012, Vol. 13, No 10, pp. 1725-1735, ISSN 2234-7593. (M21)
- Tadic, B., Vukelic, D., Miljanic, D., Bogdanovic, B., Macuzic, I., Budak, I., Todorovic, P.: Model testing of fixture-workpiece interface compliance in dynamic conditions, Journal of Manufacturing Systems, 2013, doi: 10.1016/j.jmsy.2013.05.004, ISSN 0278-6125. (M22)
- Vukelic, D., Tadic, B., Miljanic D., Budak I., Todorovic P., Randjelovic S., Jeremic B.: Novel workpiece clamping method for increased machining performance, Tehnicki vjesnik - Technical Gazette, 2012, Vol. 19, No 4, pp. 837-846, ISSN 1330-3651. (M23)

МИШЉЕЊЕ И ЗАКЉУЧАК

Предлажем Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу да се експериментално постројење под називом "Ново експериментално постројење за одређивање динамичке попустљивости стезних и ослоних елемената прибора" прихвати као ново техничко решење и у складу са Правилником о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник РС", број 38/2008) класификује као резултат **"М83 Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак"**.

02.12.2013. год.
Нови Сад

др Игор Будак, доцент
Факултет техничких наука у Новом Саду



Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу број 01-1 /3298-29 од 20.11.2013. године именован сам за рецензента техничког решења под називом „Ново експериментално постројење за одређивање динамичке попустљивости стезних и ослоних елемената прибора“, аутора:

1. Др Бранка Тадића, редовног професора,
2. Др Ђорђа Вукелића, доцента,
3. Др Петра Тодоровића, ванредног професора,
4. Др Бранислава Јеремића, редовног професора,
5. Др Ивана Мачужића доцента и
6. Бојана Богдановића дипл. инж.

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ			
ПРИМЉЕНО		3 12. 2013	
Орг. јед.	Б.о.ј.	Прилог	Предност
01-1/3298			

На основу предлога техничког решења подносим следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење "Ново експериментално постројење за одређивање динамичке попустљивости стезних и ослоних елемената прибора" аутора др Бранка Тадића, др Ђорђа Вукелића, др Петра Тодоровића, др Бранислава Јеремића, др Ивана Мачужића и Бојана Богдановића дипл. инж., реализовано 2013. године, приказано је на 10 страница формата А4, писано ћиричним 12pt (Cambria) фонтом, сингл проредом, саджи 8 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 пољу техничко-технолошких наука и области Машинство / Производно машинство.

Наручилац и корисник техничког решења је предузеће GOMMA LINE, Крагујевац, Република Србија. Техничко решење је реализовано у оквиру пројекта: Развој триболошких микро/нано двокомпонентних и хибридних самоподмазујућих композита (Бр. пројекта ТР 35021, Програм истраживања у области технолошког развоја за период 2011-2014, Технолошка област - Машинство, Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Бабић).

У предложеној документацији техничког решења је приказан развој универзалног уређаја за испитивање попустљивости контаката између елемената за стезање/базирање и радног предмета у динамичким условима и део испитивања и анализе динамичке попустљивости одговарајућег типа контакта елемената за стезање/базирање и радног предмета.

Основна полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена у међународним часописима International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Journal of Manufacturing Systems и Tehnicki vjesnik - Technical Gazette:

1. Tadic, B., Jeremic, B., Todorovic, P., Vukelic, D., Proso, U., Mandic, V., Budak, I.: Efficient workpiece clamping by indenting cone-shaped elements, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 2012, Vol. 13, No 10, pp. 1725-1735, ISSN 2234-7593. (M21)
2. Tadic, B., Vukelic, D., Miljanic, D., Bogdanovic, B., Macuzic, I., Budak, I., Todorovic, P.: Model testing of fixture-workpiece interface compliance in dynamic conditions, Journal of Manufacturing Systems, 2013, doi: 10.1016/j.jmsy.2013.05.004, ISSN 0278-6125. (M22)
3. Vukelic, D., Tadic, B., Miljanic D., Budak I., Todorovic P., Randjelovic S., Jeremic B.: Novel workpiece clamping method for increased machining performance, Tehnicki vjesnik - Technical Gazette, 2012, Vol. 19, No 4, pp. 837-846, ISSN 1330-3651. (M23)

За сада се предложено техничко решење примењује у предузеће GOMMA LINE, Крагујевац, Република Србија.

М И Ш Љ Е Њ Е

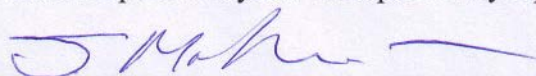
Анализом текста предложеног техничког решења под називом **"Ново експериментално постројење за одређивање динамичке попустљивости стезних и ослоних елемената прибора"** аутора др Бранка Тадића, др Ђорђа Вукелића, др Петра Тодоровића, др Бранислава Јеремића, др Ивана Мачужића и Бојана Богдановића дипл. инж., може се констатовати следеће:

1. Техничко решење је ново и оригинално. Настало је као резултат испитивања попустљивости контаката између елемената за стезање/базирање и радног предмета у динамичким условима.
2. Основна предност развијеног уређаја је у томе да он омогућава дубљу динамичку анализу конкретног типа контакта елемента за стезање/базирање са радним предметом, при чему се елиминишу утицаји осталих елемената прибора.
3. Техничко решење пројектованог и реализованог уређаја омогућава комплекснија истраживања у области анализе и оптимизације елемената за стезање/базирање са аспекта њихове попустљивости.
4. Техничко решење припада групи нових експерименталних постројења.

На основу изложеног, предлагем да се техничко решење под називом „Ново експериментално постројење за одређивање динамичке попустљивости стезних и ослоних елемената прибора“ прихвати као ново техничко решење и у складу са Правилником о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача класификује као резултат „М83 Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак“.

28.11.2013 год.
У Крагујевцу

Др Слободан Митровић, ванредни професор
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу





УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Факултет инжењерских наука
Број: ТР-78/2013
18. 12. 2013. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 18. 12. 2013. године на основу члана 205. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

О Д Л У К У

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „**Ново експериментално постројење за одређивање динамичке попустљивости стезних и ослоних елемената прибора**“, аутора: др Бранка Тадића, редовног професора, Ђорђа Вукелића, доцента, др Петра Тодоровића, ванредног професора, др Бранислава Јеремића, редовног професора, др Ивана Мачужића, доцента и Бојана Богдановића, дипл. инж.

Решење припада класи М83, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).


Рецензенти су:

1. **Др Слободан Митровић**, ванредни професор, Факултет инжењерских наука, Крагујевац,
Уже научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг,
2. **Др Игор Будак**, доцент, Факултет техничких наука, Нови Сад,
Уже научне области: Производно машинство, метрологија, квалитет, прибори и еколошки-инжењерски аспекти.

Достављено:

- Ауторима
- Архиви

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА


Др Мирослав Живковић, редовни професор