

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 1594/2
ДАТУМ: 15.07.2016.

На основу захтева др Славенка Стојадиновића бр. 1594/1 од 07.07.2016. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 14.07.2016. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Да се за рецензенте Техничког решења под насловом „Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини“ чији су аутори: др Славенко Стојадиновић, дипл.инж.маш., проф. др Видосав Мајсторовић, дипл.инж.маш. и проф. др Numan Durakbasa, Vienna University of Technology, Faculty of Mechanical and Industrial Engineering, именују:

- ред. проф. Мирослав Трајановић, Универзитет у Нишу, Машински факултет
- ван. проф. др Игор Будак, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.



ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Радивоје Митровић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ
Краљице Марије 16

Славенко М. Стојадиновић
Видосав Д. Мајсторовић
Numan M. Durakbasa

МЕТОД ПЛАНИРАЊА ИНСПЕКЦИЈЕ
ПРИЗМАТИЧНИХ ДЕЛОВА НА МЕРНОЈ МАШИНИ

- Техничко решење -

Београд, 2016.

Подаци о техничком решењу

Врста техничког решења	Нова метода, М85, Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини
Аутори техничког решења	Др Славенко М. Стојадиновић, доцент ¹⁾ Др Видосав Д. Мајсторовић, редовни професор ¹⁾ Др Numan M. Durakbasa, редовни професор ²⁾ ¹⁾ Универзитет у Београду, Машински факултет ²⁾ Vienna University of Technology, Institute for Production Engineering and Laser Technology
Назив техничког решења	МЕТОД ПЛАНИРАЊА ИНСПЕКЦИЈЕ ПРИЗМАТИЧНИХ ДЕЛОВА НА МЕРНОЈ МАШИНИ
Кључне речи	Планирање инспекције, призматични делови, нумерички управљане мерне машине, аутоматска инспекција
За кога је рађено техничко решење	Нова метода, Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини је развијена на Машинском факултету у Београду у оквиру пројеката Технолошког развоја ТР35022 „Развој нове генерације домаћих обрадних система“ и ТР35007 „Интелигентни роботски системи за екстремно диверзификовану производњу“.
Ко користи техничко решење	Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини се користи у истраживањима и настави на Машинском факултету Универзитета у Београду.
Година израде техничког решења	2016.
Година када је почело да се примењује техничко решење и од кога	2016. Машински факултет Универзитета у Београду, ИВА 28, Београд
Верификација резултата	Од стране рецензената: 1. Проф. др Мирослав Трајановић ¹⁾ 2. Проф. др Игор Будак ²⁾ ¹⁾ Универзитет у Нишу, Машински факултет ²⁾ Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука
Ко је прихватио техничко решење	Машински факултет Универзитета у Београду
Примена резултата	Нова метода планирања инспекције призматичних делова на мерној машини аутоматски генерише путању мерног сензора у облику погодном за унос у управљачку листу података мерне машине.

Одлуком Научно-наставног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр 1594/2 од 15.07.2016. године именовани смо за рецензенте техничког решења под насловом

„Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини“

реализованог у оквиру пројекта TP-35022, чији су аутори: доц. др Славенко Стојадиновић, проф. др Видосав Мајсторовић, проф. др Numan Durakbasa.

На основу прегледа Елабората овог техничког решења и увида у публиковане радове о њему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини“ аутора доц. др Славенка Стојадиновића, проф. др Видосава Мајсторовића и проф. др Numan Durakbasa, приказано је Елаборатом на 14 страница формата А4 писаних фонтом величине 11pt са нормалним проредом. Садржи 9 слика и 2 табеле. Елаборат има седам поглавља укључујући списак коришћене литературе. Наслови поглавља су:

1. Област на коју се техничко решење односи
2. Технички проблем
3. Стање технике
4. Детаљан опис техничког решења
5. Приказ резултата примене
6. Закључак
7. Литература

У ширем смислу техничко решење припада области савремених технолошких мерних система, док у ужем смислу припада области новијих метода планирања мерења и инспекције метролошки комплексних призматичних делова на нумерички управљаним мерним машинама. Реализовано је у оквиру пројекта TP-35022 „Развој нове генерације домаћих обрадних система“, који подржава Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије.

Развијени метод је базиран на основним геометријским примитивима и користи се за инспекцију једне од најзаступљенијих група делова у индустрији, а то су призматични делови. Предности примене метода се огледа у скраћењу укупног времена потребног за планирање инспекције услед аутоматског генерисања мерне путање без колизије са радним предметом.

У поглављу *Технички проблем* се наводи да за сада не постоји формат података или датотека у коју су смештени и подаци о геометрији и подаци о толеранцијама, већ се приликом креирања мерног протокола геометрија мерног дела узима у обзир или уноси у софтвер за програмирање *NUMM* у виду неких од излазних *CAD* датотека као што су неутрални формат података, *IGES* или *STEP*, док се подаци о толеранцијама уносе са техничког цртежа. Истиче се да би јасно дефинисање ових података олакшало аутоматску инспекцију на основу *CAD* модела дела и у великој мери елиминисало употребу техничког цртежа као основног медијума информација о толеранцијама.

У поглављу *Стање технике* су наведени и описани приступи решавања проблема планирања инспекције призматичних делова на *NUMM*. Закључено је да се у последње три деценије планирање инспекције на *NUMM* развијало кроз следеће прилазе: мануелни план, план генерисан *CAI* софтвером који се задржао до данас, план добијен експертним системом и интелигентни концепт планирања инспекције. Заједнички елемент који је остао исти кроз све ове етапе развоја, је мерни предмет тј. његове површине као објекти контакта - мерења. Разлика између нашег прилаза планирању инспекције *PD* и до сада развијених прилаза је у дефинисању објекта контакта – мерења. Наиме, у координатној метрологији као што је мерење на *NUMM*, геометријски и толеранцијски приступ дефинисању објекта мерења се не могу одвојено посматрати већ везано, што је случај у нашем прилазу. Геометријски, код *PD* објекат мерења је геометријски примитив (раван, цилиндар, итд.), а са толеранцијског аспекта то је метролошки примитив (толерисано растојање између две равни или два цилиндра, итд.).

У поглављу *Суштина и детаљан опис техничког решења* је поред описа развијеног метода планирања инспекције описан и поступак његове примене на мерне машине кроз следеће целине:

- 4.1. Моделирање примитива за инспекцију
- 4.2. Дистрибуција мерних тачака
- 4.3. Анализа приступачности мерног сензора
- 4.4. Избегавање колизије
- 4.5. Планирање путање мерног сензора.

У подпоглављу 4.1 описани су основни геометријским примитивима и њихови параметрима као најнижи ниво дефинисања толеранција или објектата генерисања тачака мерног сензора на мерном предмету. Појам геометријског примитива прво је дефинисан у аналитичкој геометрији, да би на истим основама касније био примењен у инжењерском моделирању. У координатној метрологији овај појам представља базу за дефинисање примитива са аспеката геометрије и толеранција.

У подпоглављу 4.2. се разматра дистрибуција мерних тачака на бази *Hemmersly*-евој секвенци, за израчување координата дуж две осе примитива. Модификовањем *Hemmersly*-еве секвенце изведена је дистрибуција мерних тачака за различите геометријске примитиве који учествују у креирању толеранција *PD*.

У подпоглављима 4.3 и 4.4 детаљно је описана анализа приступачности мерног сензора и принцип избегавања колизије. Анализа приступачности се заснива на дефинисању вектора приступа за сваки геометријски примитив. На основу *STL* модела представљања геометрије *PD*, његових толеранција, координате последње тачке за инспекцију предходног примитива и координата прве тачке за инспекцију наредног примитива развијен је принцип избегавања колизије. Принцип се састоји из итеративног померања дужи која спаја одговарајуће тачке све до онда до када дуж не пресеца запремину *PD*.

У подпоглављу 4.5. се на основу дефинисане повезаности толеранција и геометрије *PD* и у предходним подпоглављима добијају координате тачака са њиховим тачним редоследом за планирање путање односно мерна путања.

У поглављу *Приказ резултата примене* су дати примери примене развијеног метода на мерној машини *ZEISS UMM 500* при инспекцији два тест дела од алуминијума. Процес инспекције у нашем експерименту се састоји из припремног процеса и процеса мерења. Процес мерења је заснован на мерном протоколу добијеном као излаз из процеса симулације и програмском коду (*STEUERDATENLISTE ZEISS UMES*) који се такође добија као излаз. На основу генерисаном мерног протокола извршено је програмирање *NUMM*. Резултати аутоматске инспекције два тест *PD* показују да су све толеранције дела у цртежом прописаним границама. Комплексна геометрија *PD* се мења скупом тачака чији редослед дефише путању без колизије. Представљање путање мерног пипка скупом тачака оставља

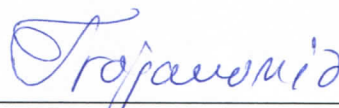
могућност њене оптимизације и смањења времена процеса мерења. На основу вектора примитива и вектора пуноће примитива могуће је конфигурисати мерне пипке аутоматски и тако смањити припремно време мерења.

На крају, у *Закључку*, се наводи значај развоја метода планирања инспекције призматичних делова на мерној машини, са становишта смањења времена мерења, анализе постављања дела на основу спроведене анализе приступачности као и аутоматско конфигурирања мерних пипака. Примена и корист развијеног метода је јако изражена у случају инспекције геометријски комплексних призматичних делова са великим бројем толеранција у појединачној производњи.

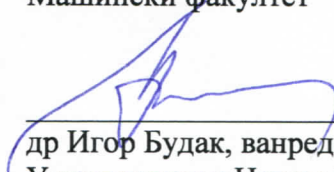
МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења „Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини“ јасно су приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења. Приказани резултати примене развијеног метода при инспекцији призматичних делова на нумерички управљаним мерним машинама јасно указују да ово техничко решење представља допринос у области развоја нових метода аутоматског планирања инспекције. Предлажемо Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да нову методу „Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини“ прихвати као ново техничко решење категорије М85 – нова метода.

10.10.2016. године



др Мирослав Трајановић, редовни професор
Универзитет у Нишу,
Машински факултет



др Игор Будак, ванредни професор
Универзитет у Новом Саду,
Факултет техничких наука

Предмет: **МЕТОД ПЛАНИРАЊА ИНСПЕКЦИЈЕ ПРИЗМАТИЧНИХ ДЕЛОВА НА МЕРНОЈ МАШИНИ**


Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини је развијен на Машинском факултету у Београду од стране аутора: доц. др Славенка Стојадиновића, проф. др Видосава Мајсторовића и проф. др Numan Durakbasa (*Vienna University of Technology, Institute for Production Engineering and Laser Technology*).

Наша компанија користи наведени метод за генерисање оптималне мерне путање при инспекцији призматичних делова на мерној машини. Метод је базиран на основним геометријским примитивима што га чини погодним за инспекцију једне од најзаступљеније групе делова у индустрији, а то су призматични делови. Предности примене метода се огледа у скраћењу укупног времена потребног за планирање инспекције услед аутоматског генерисања мерне путање без колизије.

У Београду,
06.10.2016. године



За компанију IVA 28
Директор Квалитета


Марко Ерчевић, дипл.инж.маш.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 1594/3
ДАТУМ: 14.11.2016.

На основу захтева др Славенка Стојадиновића бр. 1594/1 од 07.07.2016. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 10.11.2016. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се Техничко решење (М85) под насловом: „**Метод планирања инспекције призматичних делова на мерној машини,**“ чији су аутори: др Славенко Стојадиновић, дипл.инж.маш., проф. др Видосав Мајсторовић, дипл.инж.маш. и проф. др Numan Durakbasa, Vienna University of Technology, Faculty of Mechanical and Industrial Engineering.

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.



3e Д Е К А Н
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Радивоје Митровић