

Одлуком Истраживачко-стручног већа Машинског факултета у Београду бр. 119/1 од 22.04.2010. године именовани смо за рецензенте нове методе под називом „**Вештачке неуронске мреже и фрактали у предикцији и анализи функционалног понашања обрађених површина материјала коришћењем снимака добијених применом методе скенирајуће микроскопије**” аутора: проф. др Зоран Миљковић, др Божица Бојовић дипл. инж. маш., проф. др Бојан Бабић, Најдан Вуковић дипл. инж. маш. На основу предлога и након анализе методе подносимо следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

Нова метода-М85 „**Вештачке неуронске мреже и фрактали у предикцији и анализи функционалног понашања обрађених површина материјала коришћењем снимака добијених применом методе скенирајуће микроскопије**” представљена је на 10 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11 pt, једноструког прорета. Опис методе садржи пет слика и два табеларна приказа резултата примене нове методе представљених у следећих седам тематских целина, уз списак коришћене литературе:

1. Област на коју се техничко решење односи
2. Технички проблем,
3. Постојеће стање,
4. Суштина техничког решења,
5. Детаљан опис техничког решења,
6. Приказ резултата примене,
7. Закључак.

Техничко решење-нова метода (М85) припада области микро и нанотехнологија, за које нису стандардом прописани параметри храпавости. Прихваћено је од стране ФМП д.о.о.-Београд који је корисник резултата Пројекта бр.14031, и то за случај машинске обраде делова од челичног лима. Техничко решење је укључено у лабораторијске вежбе наставних предмета на Машинском факултету у Београду: *Интелигентни технолошки системи* на Модулу за производно машинство, *Методe одлучивања* на Модулу за дизајн у машинству и *Нанотехнологије* на Модулу за биомедицинско инжењерство.

У другом поглављу уведен је технички проблем који се директно решава применом нове методе. Указано је на способност вештачких неуронских мрежа да науче и генерализују природу појединих феномена на основу познатих експерименталних резултата. Експериментални резултати који су коришћени у верификацији нове методе добијени су применом методом скенирајуће микроскопије за снимање обрађене површине. За обрађене површине одређени су параметри храпавости параметарском методом која је дефинисана важећим стандардом. Такође су за снимке обрађених површина одређене фракталне димензије „методом небодера“, која је раније верификована као ново техничко решење-М85. Фрактална димензија, као мера храпавости, је у развоју нове методе примењена као нови параметар храпавости који се користи за карактеризацију инжењерских површина, било да су добијене конвенционалним поступцима обраде или микро- и нано-обрадама.

У трећем поглављу се наводе примери примене фракталне димензије у карактеризацији површинске топографије још од осамдесетих година XX века и Манделброта, који је увео појам фрактала. У области производног машинства, фрактална димензија се примењује у карактеризацији, компарацији и моделирању, првобитно профила, а потом и саме обрађене површине. Такође је наглашена примена вештачких неуронских мрежа у технологији машинске обраде и инжењерству површина, у смислу процене стандардних параметара храпавости на основу елемената режима резања, као и у одабиру одговарајућих вредности параметара процеса резања за које ће се, након машинске обраде, остварити обрађена површина жељене храпавости.

Четврто поглавље приказује суштину техничког решења-М85, као системског решења, које се базира на квантификацији текстуре обрађене површине применом „методe небодера“ за одређивање фракталне димензије, уз примену вештачке неуронске мреже (типа „backpropagation“-BP) за предикцију функционалног понашања обрађене површине материјала. Развој неуронских модела и

обучавање ВР неуронске мреже је спроведено применом два софтвера, и то једног развијеног на Катедри за производно машинство под називом *BPNet* и другог комерцијалног, *Matlab* - модул: *Neural Network Toolbox*. Експериментални подаци који су прикупљени односе се на: брушене површине плочица од алатне керамике, полиране површине био-полимера и заштитним лаком пресвучену површину дела од челичног лима добијену машинском обрадом-извлачењем.

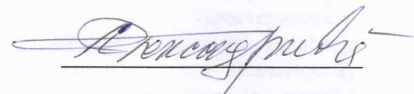
У петом поглављу је дат детаљан опис техничког решења-М85. Успостављена методологија обухвата следеће: 1) прикупљање података за обучавајуће парове неуронске мреже; 2) пројектовање неуронског модела вештачке неуронске мреже; 3) обучавање, тестирање и валидацију вештачке неуронске мреже; 4) предикцију функционалног понашања.

У шестој целини је представљена нова метода-М85 која је свеобухватно тестирана у оквиру активности пројекта технолошког развоја ТР-14031 МНТР Владе Републике Србије. Спровођење предметне методе у домену производње делова од лима, заснива се на примени неуронских мрежа и фрактала, подразумевајући следећу процедуру: снимање обрађене површине, њену карактеризацију стандардним и фракталним параметрима и потом предикцију квалитета обрађене површине лименке.

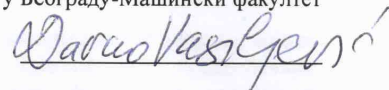
У оквиру закључка наглашено је да нова метода-М85 пружа могућност предикције функционалног понашања обрађене површине на основу процењене вредности фракталног параметра храпавости. У поређењу са постојећим прописаним параметарским методом код кога је неопходно користити више параметара истовремено за опис храпавости обрађене површине, фрактални приступ пружа јединствени параметар за карактеризацију, компарацију и функционалну предикцију обрађене површине, а описана методологија нуди вештачке неуронске мреже као добар прорачунски алат за нелинеарно пресликавање скупа стандардних у један фрактални параметар. Због тога су и резултати примене методологије значајнији, с обзиром да пружају уместо скупа стандардних параметара који се и даље налазе у употреби у индустријском окружењу, процену фракталне димензије, као доказано бољи параметар храпавости у инжењерству површина. Посебно је важно истаћи да, с обзиром на применљивост на све инжењерске површине независно од методе обраде и/или материјала обратка, приказана методологија може бити интересантно и могуће решење за шири круг корисника. У том смислу, након анализе предлога нове методе и остварених резултата дајемо следеће

## Е К С П Е Р Т С К О М И Ш Љ Е Њ Е

Аутори нове методе-М85 „Вештачке неуронске мреже и фрактали у предикцији и анализи функционалног понашања обрађених површина материјала коришћењем снимака добијених применом методе скенирајуће микроскопије” су на јасан начин описали основне теоријске концепте директно везане за предикцију функционалног понашања обрађене површине делова од лима. Примена нове методе омогућава карактеризацију, компарацију и предикцију функционалног понашања обрађених површина делова од лима добијених процесом извлачења. Резултати остварени применом нове методе указују на то да постоји евидентан допринос постојећем стању у оквиру анализираног, а стандардом непокривеног микро и наноскопског простора неравнина обрађених површина, као и на то да примена нове методе омогућава једноставан и ефикасан начин за предикцију функционалног понашања обрађене површине која је базирана на дигиталном запису висина неравнина добијених методом скенирајуће микроскопије. На основу увида у предлог нове методе и остварене резултате, предлажемо Истраживачко-стручном већу Машинског факултета у Београду да се нова метода (М85) под називом „Вештачке неуронске мреже и фрактали у предикцији и анализи функционалног понашања обрађених површина материјала коришћењем снимака добијених применом методе скенирајуће микроскопије” прихвати као ново техничко решење.



Доцент др Драган Александрић  
Универзитет у Београду-Машински факултет



Др Дарко Васиљевић, научни сарадник  
Институт за физику Земун