

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
родитеља и име
Датум и место рођења

Здравковић, Раде, Наташа
20.11.1985. године, Ниш

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ

Примљено: 28.11.2025.			
Орг.јед.	Број	Прилог	Вредности
	612-80	201	25

Основне студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Звање
Година уписа
Година завршетка
Просечна оцена

Универзитет у Нишу
Машински факултет у Нишу
Машинско инжењерство
Мастер инжењер машинства
2004.
2010.
9,82

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Звање
Година уписа
Година завршетка
Просечна оцена
Научна област
Наслов завршног рада

Универзитет у Нишу
Машински факултет у Нишу
Машинско инжењерство
Мастер инжењер машинства
2004.
2010.
9,82
Машинске конструкције
Конструисање и технологија израде гумираних елемената

Докторске студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Година уписа
Остварен број ЕСПБ бодова
Просечна оцена

Универзитет у Нишу
Машински факултет у Нишу
Машинско инжењерство
2010.
150
9,89

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске
дисертације
Име и презиме ментора,
звање
Име и презиме коментора,
звање
Број и датум добијања
сагласности за тему
докторске дисертације

УТИЦАЈ МЕХАНИЧКЕ ПРИПРЕМЕ ПОВРШИНА НА ЧВРСТОЋУ
ЗАЛЕПЉЕНИХ СПОЈЕВА
др Драган Милчић, редовни професор
др Дамјан Клобчар, ванредни професор
НСВ број 8/20-01-005/23-031, 05.06.2023. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна
Број поглавља
Број слика (шема,
графикана)
Број табела
Број прилога

162
5
93
18
3

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.

Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице

Категорија

Nataša Zdravković, Damjan Klobčar, Dragan Milčić, Matevž Zupančič, Borut Žužek, Miodrag Milčić, Aleksija Đurić, Influence of Surface Preparation of Aluminum Alloy AW-5754 and Stainless Steel X5CRN18-10 on the Properties of Bonded Joints, Materials 2024, 17, 2561. <https://doi.org/10.3390/ma17112561>.

Кратак опис садржине (до 100 речи)

- 1 У раду су истражени су ефекти ласерског чишћења, ласерског гравирања и механичке припреме на својства површине и чврстоћу залепљеног споја. Коришћена су два материјала (легура алуминијума EN AW-5754 и нерђајући челик X5CrNi18-10) и три различита епоксидна лепка, а својства залепљених површина процењена су мерењем контактнoг угла, параметара хrapавости и затезне чврстоће при смицању. Експериментални резултати показују да спојеви од нерђајућег челика имају 16% до 40% већу чврстоћу од алуминијумских легура при истој припреми и лепку. Ласерско чишћење је показало највећу чврстоћу везе на алуминијуму, док је најпогоднија припрема површине за оба материјала припрема брусним папиром P180 за све лепкове.

M21

Nataša Zdravković, Dragan Milčić, Damjan Klobčar, Nikola Korunović, Miodrag Milčić, Effect of Surface Preparation on the Shear Strength of Aluminium Alloy Adhesive Single-Lap Joints, Innovative Mechanical Engineering, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, ISSN 2812-9229 (Online), vol. 3, no 1, 2024, pp. 48 – 57.

Кратак опис садржине (до 100 речи)

- 2 Рад указује на то да је припрема површине пре лепљење кључна за оптималне резултате и значајно утиче на квалитет и трајност залепљених спојева. Ова студија испитује како две различите механичке припреме (влакнасти јастучић Scotch-Brite и брусни папир гранулације P180) утичу на чврстоћу залепљених спојева алуминијумске легуре AW 5754. Карактеристике припремљене површине оцењене су на основу хrapавости (Ra и Rz), теста квашења и затезне чврстоће при смицању. Експериментални резултати су показали да различите методе припреме и коришћени лепак значајно утичу на чврстоћу спојева од алуминијумске легуре AW 5754, што наглашава значај избора припреме површине при лепљењу алуминијума.

M54

Nataša Zdravković, Milan Banić, Damjan Klobčar, Miodrag Milčić, S. Fischer, Experimental and numerical analysis of single lap aluminium joints bonded with different epoxy adhesives, 11th International Scientific Conference Research and Development of Mechanical Elements and Systems IRMES (2025), 19. - 21. June 2025., pp. 147-150.

Кратак опис садржине (до 100 речи)

- 3 У овом раду спроведена је експериментална и нумеричка анализа једноструко преклопних залепљених спојева од алуминијума. Статичка испитивања на смицање при затезању изведена су са три различита епоксидна лепка ради процене максималних сила и померања. Након експерименталног испитивања резултати су упоређени са резултатима нумеричке анализе, добијеним методом коначних елемената (МКЕ), чиме је омогућена верификација и боље разумевање понашања спојева под оптерећењем. Поређење је показало добро слагање између експерименталних и нумеричких резултата, потврђујући поузданост МКЕ приступа у анализи залепљених спојева.

M33

Nataša Zdravković, Damjan Klobčar, Dragan Milčić, Miodrag Milčić, Vukašin Pavlović, Aleksija Đurić, Effects of different surface preparations on bonding properties of aluminium alloy EN AW-5754, 11th International Scientific Conference on Defensive Technologies – OTEH 2024, 2024, Materials and technologies - MT, pp. 572 - 577, DOI: 10.5937/OTEN24104Z.

Кратак опис садржине (до 100 речи)

- 4 У овом раду проучено је лепљење адхерената од алуминијумске легуре EN AW-5754, истичући важност адекватне припреме површине ради побољшања чврстоће залепљених спојева. Коришћене су и упоређене две методе припреме површине (ласерско чишћење и ручно брушење брусним папиром), применом три различита епоксидна лепка. Начин припреме значајно утиче на чврстоћу залепљених спојева, чак и при коришћењу истог лепка и материјала, што истиче важност правилне припреме површине за постизање бољих својстава залепљеног споја.

M33

Nataša Zdravković, Dragan Milčić, Damjan Klobčar, Miodrag Milčić, Vukašin Pavlović, Effects of surface preparation on the adhesive bonding of aluminium alloy EN AW 5754 in the Railway industry, XXI International Scientific-Expert Conference on Railways, Railcon 24, Niš, Serbia, pp. 113 - 116, 10. - 11. October 2024, DOI: 10.5937/Railcon24115Z.

Кратак опис садржине (до 100 речи)

- 5 Рад истражује како методи припреме површине утичу на чврстоћу залепљеног споја алуминијумске легуре EN AW 5754 у железничкој индустрији. Коришћена су два епоксидна лепка (једнокомпонентни SikaPower®-492 G и двокомпонентни SikaPower®-880). Експериментални резултати показују да SikaPower®-492 G постиже већу чврстоћу са повећаном хrapавошћу, док SikaPower®-880 боље функционише на глатким површинама. Ово истраживање даје важне смернице за оптимизацију залепљених спојева у зависности од стања површине.

M33

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА НЕ

Образложење

Кандидаткиња Наташа Здравковић поднела је 28.12.2022. године Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу захтев за одобрење теме докторске дисертације под радним насловом „Утицај механичке припреме површина на чврстоћу залепљених спојева“ из уже научне области Машинске конструкције.

Научно – стручно веће за техничко – технолошке науке Универзитета у Нишу је, на својој седници од 05.06.2023. године, донело Одлуку број 8/20-01-005/23-031 којом је усвојило предложену тему и именовала проф. др Драгана Милчића за ментора и проф. др Дамјана Клобчара за коментора предложене докторске дисертације.

Кандидаткиња Наташа Здравковић је предала текст докторске дисертације 15.10.2025. године Машинском факултету у Нишу.

Научно – стручно веће за техничко – технолошке науке Универзитета у Нишу је, на својој седници од 14.11.2025. год., донело Одлуку број 820-01-7/25-31 о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на Машинском факултету у Нишу, кандидаткиње Наташе Здравковић, под називом „Утицај механичке припреме површина на чврстоћу залепљених спојева“.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (*до 500 речи*)

Докторска дисертација се састоји од 5 поглавља и одговарајућих прилога, коришћене литературе (175 библиографских јединица) и кратке биографије аутора. Форма и садржај рада испуњавају важеће стандарде за израду докторских дисертација.

У *првом поглављу* објашњавају се предмет и циљеви истраживања и дају уводне напомене о примењеним методама.

У *другом поглављу* приказано је стање истраживања у области докторске дисертације. У оквиру посебних целина дат је свеобухватан преглед лепљења као савремене технике спајања материјала, са освртом на теоријске основе адхезије и феномен квашења као предуслов остваривања стабилне адхезионе везе.

Разматрани су материјали адхерената (нерђајући челик и легура алуминијума) и различите врсте епоксидних лепкова, као и њихова међусобна интеракција у процесу формирања залепљеног споја. Посебан акценат стављен је на припрему површине као кључни фактор који одређује квалитет и поузданост споја, уз осврт на методе карактеризације површине које обухватају анализу топографије, површинске храпавости и хемијског састава.

Дат је и преглед релевантних истраживања у области технологије лепљења и утицаја припреме површине на механичка својства и чврстоћу залепљених спојева. Детаљно су размотрени статички тестови који се најчешће примењују за карактеризацију механичких својстава залепљених спојева, као што су испитивање на смицање при затезању и испитивање на љуштење методом покретног ваљка.

У завршном делу поглавља анализирана су истраживања заморног понашања залепљених спојева при цикличном оптерећењу. Посебна пажња посвећена је идентификацији и класификацији модова отказа, при чему је наглашена улога припреме површине у њиховом настајању.

Треће поглавље је посвећено извршеним експерименталним истраживањима залепљених спојева адхерената од нерђајућег челика X5CrNi18-10 и од легуре алуминијума AlMg3 (EN AW 5754) коришћењем три епоксидна лепка (SikaFast®-580, SikaPower®-880 и SikaPower®-492 G). За истраживања у оквиру дисертације, на подлогама дебљине 2 мм примењене су различите методе површинске припреме: ручно брушење абразивним јастучићима Scotch-Brite, ручно брушење брусним папиром гранулације P180, ласерско гравирање четири развијених форми текстура у две дубине (40 µm и 80 µm), као и ласерско чишћење површина преносивим ласером.

Извршена су испитивања механичких својстава залепљених спојева на смицање при затезању (једноструко преклопни тест) и тест љуштења методом покретног ваљка, у условима статичког оптерећења. Извршена су испитивања залепљених спојева у условима цикличних оптерећења, добијена је S-N крива и одређена је трајна динамичка чврстоћа за $N=10^6$ циклуса. Извршена је и нумеричка анализа методом коначних елемената (MKE) у софтверу ANSYS Workbench, при чему су добијене вредности максималне силе упоређене са резултатима експерименталних испитивања. Сва испитивања су спроведена у складу са важећим стандардима.

У *четвртном поглављу* приказани су и анализирани резултати испитивања утицаја различитих начина припреме површине на чврстоћу залепљених спојева. Дати су резултати мерења површинске

храпавости, контактнoг угла, топографије и EDS анализе, као и налази визуелног испитивања, анализа модова отказа и попречних пресека спојева. Испитивањем љуштења методом покретног ваљка одређена је отпорност на љуштење, док је испитивањем на замарање при напрезању на смицање при затезању на високофреквентном пулзатору ($R = 0,1$; $f = 60$ Hz) одређена трајна динамичка чврстоћа једноструко залепљеног споја.

Пето поглавље садржи закључке изведене на основу спроведених истраживања и анализе резултата приказаних у трећем и четвртом поглављу. У овом делу рада истакнут је научни допринос кандидаткиње остварен током истраживања и израде докторске дисертације, као и дате смернице и предлози за будућа истраживања у овој области технологије лепљења и карактеризације залепљених спојева.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (*до 200 речи*)

Циљеви истраживања који су постављени у пријави докторске дисертације су остварени, у складу са предложеним оквирним садржајем дисертације.

Истраживања су усмерена на анализу утицаја механичке припреме површина на чврстоћу залепљених спојева. Спроведеним испитивањима одређена су својства површина (храпавост, способност квашења кроз мерење контактнoг угла, топографија и хемијски састав) и механичка својства спојева у статичком и динамичком режиму.

Истраживања су обухватила више научних праваца. Систематизована су постојећа знања из више научних области које се баве овом проблематиком. Направљена је анализа утицаја традиционалних метода припреме површине (ручно брушење абразивним јастучићима Scotch-Brite и брусни папир гранулације P180) у поређењу са савременим техникама ласерског гравирања и ласерског чишћења на чврстоћу залепљених спојева. У циљу практичног истраживања, кандидаткиња је развила четири форме површинских текстура у две дубине гравирања и ове резултате упоредила са резултатима узорака са и без претходне припреме површина и дошла је до важних закључака. Такође, радила је на утврђивању везе између топографије, храпавости, хемијског састава, контактнoг угла (способност квашења) и механичке чврстоће залепљених спојева на тестовима смицања и љуштења, као и на идентификацији оптималних комбинација површинске припреме и лепка за сваки од испитиваних материјала. Кандидаткиња је утврдила модове отказа (адхезиони и кохезиони лом), анализирала попречни пресек једноструко преклопних спојева и успоставила везу између својстава површине и механичке чврстоће. Резултати истраживања пружају основу за процену квалитета залепљених спојева и оптимизацију припреме површина и избора лепка у пракси.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (*до 200 речи*)

Тема докторске дисертације је од изузетног значаја у научном и практичном погледу. Поднета дисертација представља оригиналан научни и стручни допринос кандидаткиње, а добијени резултати истраживања и изведени закључци имају значајну примену у научним истраживањима и инжењерској пракси.

Научни доприноси докторске дисертације су:

- Истраживање и анализа утицаја механичке припреме површина адхерената од нерђајућег челика X5CrNi18-10 и легуре алуминијума EN AW 5754 на чврстоћу залепљеног споја;
- Истраживање утицаја традиционалних метода припреме површине (ручно брушење абразивним јастучићима Scotch-Brite и брусни папир гранулације P180) у поређењу са савременим техникама ласерског гравирања и ласерског чишћења;
- Развој и експериментална примена четири форме површинских текстура у две различите дубине гравирања (40 μ m и 80 μ m), као фактора који утиче на чврстоћу споја;
- Експериментално одређивање и анализа статичке носивости залепљеног споја, применом теста на смицање при затезању једноструко преклопног споја и теста љуштења методом покретног ваљка узорка од X5CrNi18-10 и EN AW 5754;
- Увођење вишекритеријумског приступа у оцени квалитета залепљених спојева, који комбинује површинску карактеризацију и механичка испитивања;
- Идентификација оптималних комбинација површинске припреме и лепка за сваки од испитиваних материјала;
- Експериментално одређене S-N криве залепљених спојева од X5CrNi18-10, механички припремљених површина шмирглом P180 и залепљених лепком најновије генерације SikaFast®-580;
- Упоредна анализа вредности добијених експерименталним испитивањем тестом смицања и при нумеричкој анализи залепљеног споја, остварених на узорцима без претходне припреме, коришћењем три епоксидна лепка на EN AW 5754.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Током научно-истраживачког рада кандидаткиња је показала висок ниво самосталности, инвентивности и систематичности. Кроз способност сагледавања проблема из различитих перспектива и њихове свеобухватне анализе долази до решења различитих проблема истраживања на оригиналан и креативан начин.

На основу спроведених истраживања и добијених резултата може се закључити да кандидат поседује адекватна теоријска и практична знања из више области неопходних за израду докторске дисертације. Резултати спроведених истраживања који су публиковани на конференцијама и у часописима из уже научне области, којој припада тема докторске дисертације, потврђују да је кандидаткиња оспособљена за самостални научни рад.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу детаљног прегледа приложене докторске дисертације, Комисија закључује следеће:

- садржај дисертације одговара називу, дефинисаним циљевима и постављеним хипотезама;
- кандидат поседује обимно знање из области истраживања;
- кандидат је формулисао и презентовао истраживање на адекватан начин;
- дисертација садржи оригиналан научни допринос у области предметног истраживања, односно утицаја механичке припреме површина адхерената на чврстоћу залепљених спојева;
- приступ проблематици је актуелан, иновативан и подстицајан за даља истраживања.

На основу претходно изложеног, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације позитивно оцењује докторску дисертацију Наташе Здравковић под називом „УТИЦАЈ МЕХАНИЧКЕ ПРИПРЕМЕ ПОВРШИНА НА ЧВРСТОЋУ ЗАЛЕПЉЕНИХ СПОЈЕВА“ и предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу да прихвати Извештај о оцени докторске дисертације и одобри њену јавну одбрану.

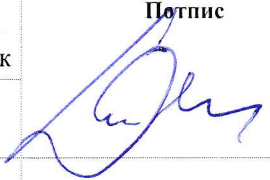
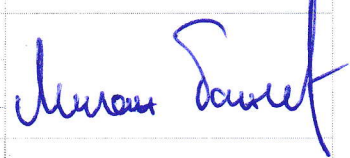
КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовању Комисије

НСВ број 820-01-7/25-31

Датум именовања Комисије

14.11.2025. године

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Драган Милчић, редовни професор	ментор, председник	
	Машинске конструкције Универзитет у Нишу, Машински факултет (Ужа научна област) (Установа у којој је запослен)		
2.	др Дамјан Клобчар, ванредни професор	Коментор, члан	
	Спајање материјала Универза в Љубљани, Факултета за стројништво (Ужа научна област) (Установа у којој је запослен)		
3.	др Милан Банић, ванредни професор	члан	
	Машинске конструкције Универзитет у Нишу, Машински факултет (Ужа научна област) (Установа у којој је запослен)		
4.	др Томаж Вухерер, доцент	члан	
	Конструисање Универза в Марибору, Факултета за стројништво (Ужа научна област) (Установа у којој је запослен)		
5.	др Миодраг Милчић, доцент	члан	
	Машинске конструкције Универзитет у Нишу, Машински факултет (Ужа научна област) (Установа у којој је запослен)		

Датум и место:

Новембар 2025, у Нишу, Љубљани и Марибору