ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Бр. 01-1/1318
03.06. 2024 год.
КРАГУЈЕВАЦ

ОБРАЗАЦ 3

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

и

ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ

УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 22.5.2024. године (број одлуке: IV-04-381/11) одређени смо за чланове Комисије за писање Извештаја о оцени научне заснованости теме докторске дисертације под насловом: „Истраживање примене адитивно произведеног и тополошки оптимизованог алата за савијање лима праћено еластичном повратношћу", и испуњености услова кандидата **Марка Делића**, мастер инжењера машинства и предложеног ментора **др Весне Мандић**, редовног професора, за израду докторске дисертације.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

ИЗВЕШТАЈ
О ОЦЕНИ НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ И ИСПУЊЕНОСТИ УСЛОВА КАНДИДАТА И ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Подаци о теми докторске дисертације
1.1. Наслов докторске дисертације:
Истраживање примене адитивно произведеног и тополошки оптимизованог алата за савијање лима праћено еластичном повратношћу
1.2. Научна област докторске дисертације:
Машинско инжењерство
1.3. Образложење теме докторске дисертације (до 15000 карактера): 1.3.1. Дефинисање и опис предмета истраживања Предмет истраживања докторске дисертације је анализа могућности примене адитивно произведених радних компоненти алата од полимерних материјала, неком од технологија адитивне производње (*FDM, PolyJet* итд.) и замене металних компоненти у склопу алата, а да при томе алат задржи своју функцију и оствари захтевану прецизност у изради делова. Истраживање ће бити спроведено на примеру једноугаоног савијања лима, при мањим силама савијања, при чему се увек јавља еластична повратност, а тиме и нетачности угла савијања. Предвиђено је да процена еластичне повратности буде изведена коришћењем савремених софтверских пакета за нумеричке симулације процеса пластичног обликовања. Планирано је да се резултати

нумеричких симулација потврде серијом лабораторијских експеримената са металним, а затим и са полимерним алатима. Резултати нумеричких симулација треба да покажу оптерећење које алати трпе, и на основу тих података ће алати, матрица и обликач, бити тополошки оптимизовани. Након оптимизације план је да се експеримент понови са тополошки оптимизованим алатом који је направљен одговарајућом адитивном технологијом.

1.3.2. Полазне хипотезе

Кандидат је дефинисао три полазне хипотезе:

(X1) Прва хипотеза је да је могуће користити полимерне *3D* штампане алате у одређеним процесима обликовања лимова.

(X2) Друга хипотеза је да је на основу познавања карактеристика материјала и резултата нумеричке симулације на бази методе коначних елемената могуће прецизно одредити угао компензације еластичног исправљања код једноугаоног савијања лима како у металним тако и у полимерним алатима.

(X3) Трећа хипотеза је да се излазно поље напона на радним елементима алата добијено нумеричком симулацијом процеса угаоног савијања лима на полимерним алатима може применити за тополошку оптимизацију алата и уштеде у материјалу и времену њихове адитивне производње.

1.3.3. План рада

У пријави докторске дисертације детаљно је представљен план рада. С обзиром да тачност нумеричких симулација зависи од података о материјалу прво ће тестом једноосног затезања бити одређене механичке карактеристике и крива ојачања лима од челика *DC04*. Први експерименти једноугаоног савијања лима биће урађени са металним алатима без компензације угла, и то при различитим максималним деформационим силама (600N, 1000N, 1500N и 2000N). Циљ ових експеримената је калибрисање нумеричке симулације односно потврђивање исправности дефинисаних карактеристика материјала. Предвиђено је да се за адитивну производњу полимерних компоненти алата користи *FDM* (*Fused Deposition Modeling*) технологија, и то на два различита 3*D* штампача (*MakerBot, Markforged*) применом различитих улазних полимерних материјала (*ABS* – акрилонитрил бутадиен стирен) и Оникс (Onyx, композит на бази најлона са кратким угљеничним влакнима) са или без ојачања стакленим влакнима. Имајући у виду да на механичке карактеристике полимених материјала поред врсте материјала значајан утицај имају параметри израде попут оријентације штампања, дебљине слоја, густине и врсте испуне, по веома детаљном плану експерименталних испитивања предвиђено је да буду утврђени појединачни и спрегнути утицаји наведених параметара на његове механичке карактеристике. Механичке карактеристике ће бити одређене тестовима затезања и притискивања, за које ће се израђивати ("штампати") узорци у складу са одговарајућим стандардом за полимерне материјале, за сваки појединачни експеримент у плану, и то по три узорка због провере поновљивости резултата теста. Експерименти су подељени у три групе: M1, M2 и M3. У првој групи експеримената (M1) планирано је да се одреди утицај наведених параметара "3*D* штампе" на затезне и притисне карактеристике *ABS*-а, у другој групи (M2) утицај параметара на затезне и притисне карактеристике Оникса. У трећој групи експеримената (M3) узорци ће бити "штампани" од Оникса и ојачани стакленим влакнима и биће одређен утицај количине и распореда стаклених влакана на механичке карактеристике адитивно произведеног полимерног материјала. Утицајност параметара ће бити одређена статистичком обрадом резултата коришћењем Тагучијеве методе.

Криве течења свих материјала ће бити одређене регресионом анализом. Нумеричким

експериментом биће утврђени углови алата са компензацијом угла еластичног исправљања. Нумеричке симулације ће бити урађене са деформабилним алатима од сва три материјала: челика *DC04*, *ABS*-а и Оникса. После симулација приступиће се изради полимерних алата. Планирано је да се ураде серије експеримената савијања са полимерним алатима после чега ће бити мерен угао савијања, посматране површине алата и лима као и упоређени дијаграми деформациона сила – радни ход. Узорци ће бити измерени коришћењем 3Д скенера *DAVID SLS* и *Eva Lite.* Резултати мерења ће бити упоређени са резултатима нумеричке симулације.

Према плану представљеном у пријави, после доказивања хипотезе о могућности употребе полимерних алата приступиће се тополошкој оптимизацији полимерног алата од изабраног материјала. Тополошка оптимизација је математичка метода која се користи у фази концептуалног развоја производа са циљем што бољег искоришћења материјала. Планирано је да се разматрају геометријска ограничења која описују минималне геометријске захтеве које алат мора да испуни (површине потребне за монтажу и радне површине које су у контакту са лимом) и ограничења радних услова. Ограничења радних услова се описују кроз силе и оптерећења којима је алат изложен као и кроз захтевану крутост алата. Планирано је да се експеримент понови са тополошки оптимизованим алатом и да се упореде добијени резултати са резултатима претходних експеримената. Кандидат је предвидео да се у последњем делу експеримента провери могућност коришћења полимерних алата на одговарајућем индустријском примеру савијања лима у погонским условима.

1.3.4. Методе истраживања

У оквиру дисертације биће коришћене различите методе истраживања, експерименталне и нумеричке. За одређивање механичких карактеристика лима и адитивно произведених полимерних материјала биће коришћени тестови једноосног затезања (по стандарду EN 10002) и притискивања према стандарду (ASTM D 638 и ASTM D 695), уз варирање пет утицајних параметара, са три понављања. За нумеричке симулације процеса једноугаоног савијања биће коришћена метода коначних елемената. Контрола тачности делова биће урађена оптичким скенирањем. Кандидат је у пријави предвидео да ће тополошка оптимизација алата бити урађена применом SIMP методе (*Solid isotropic material with penalisation*) тополошке оптимизације коју подржава софтвер *nTopology*.

1.3.5. Циљ истраживања

Циљ ове докторске дисертације је истраживање могућности замене металних (углавном челичних) радних компоненти алата за процес угаоног савијања лима адитивно произведеним од полимерног материјала и тополошки оптимизованим, под тачно одређеним и оптималним условима адитивне производње, као и прецизно утврђеним углом еластичног исправљања нумеричком симулацијом на бази методе коначних елемената.

1.3.6. Резултати који се очекују

Очекивани резултат докторске дисертације је доказивање три наведене хипотезе које је кандидат навео у пријави. На основу резултата експеримената биће изведени закључци и препоруке за употребу адитивно произведених полимерних алата у пракси. Такође, очекује се објављивање одговарајућих научних радова као верификација резултата.

1.3.7. Оквирни садржај докторске дисертације са предлогом литературе која ће се користити (до 10 најважнијих извора литературе)

Оквирни садржај докторске дисертације обухвата следећа поглавља:

1. Увод

2. Преглед истраживања

3. Еластична повратност код угаоног савијања лимова и принципи њене компензације уз примену напредних технологија виртуелног инжењеринга

4. Принципи и примена адитивне производње и тополошке оптимизације у изради компоненти алата

5. Испитивање карактеристика адитивно произведених полимерних материјала применом експерименталих тестова на затезање и притискивање

6. Примена нумеричких симулација методом коначних елемената за процену и компензацију еластичне повратности при угаоном савијању лима

7. Експериментална истраживања процеса једноугаоног савијања лима применом адитивно произведених и тополошки оптимизованих компоненти алата

8. Упоредна анализа и дискусија добијених резултата

9. Закључна разматрања

10. Литература

Предвиђено је да се у уводу детаљно изложи план рада као што је урађено у пријави дисертације. У другом поглављу ће бити дат критички преглед научних радова који су релевантни за области којима се дисертација бави. Теоријски преглед процеса савијања лима и адитивних технологија биће приказан у трећем и четвртом поглављу. Пето поглавље треба да обухвати приказ одређивања механичких карактеристика материјала. Резултати нумеричких симулација савијања лима, углови савијања и оптерећење алата, биће приказани у шестом поглављу. У седмом поглављу дисертације биће приказани експерименти једноугаоног савијања лима на металним, полимерним и тополошки оптимизованим полимерним алатима. Упоредна анализа и дискусија добијених резултата биће дата у осмом поглављу. У деветом поглављу биће дата закључна разматрања. Десето поглавље обухватиће списак коришћене литературе.

Листа полазне литературе:

1. Japa, H., Pearcea, G, Hellierb, A., Russellc, N., Parrc, W., Walshc, W.: The effect of raster orientation on the static and fatigue properties of filament deposited ABS polymer. International Journal of Fatigue, Vol. 124, pp. 328–337, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.042

2. Klimyuk, D., Serezhkin, M., Plokhikh, A.: Application of 3D printing in sheet metal forming. Materials Today: Proceedings, Vol. 38, pp. 1579-1583, 2021.

https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.155

3. Zaragoza, V., Rane, K., Strano, M., Monno, M.: Manufacturing and performance of 3D printed plastic tools for air bending applications. Journal of Manufacturing Processes, Vol. 66, pp. 460–469, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.04.045

4. Nakamura, N., Mori, K., Abe, F., Abe, Y.: Applicability of plastic tools additively manufactured by fused deposition modelling for sheet metal forming. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 108, pp. 975–985, 2020.,https://doi.org/10.1007/s00170-019-04590-5

5. Durgun, I.: Sheet metal forming using FDM rapid prototype tool. Rapid Prototyping Journal, Vol. 21/4, pp. 412–422, 2015., https://doi.org/10.1108/rpj-01-2014-0003

6. Natha, P., Olsona, J., Mahadevana, S., Tina Lee, Y.T.: Optimization of fused filament fabrication process parameters under uncertainty to maximize part geometry accuracy, *Additive Manufacturing*, Vol. 35, pp. 1-12., 2020., https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.139

7. Naranjo-Lozada, J., Ahuett-Garzaa, H., Orta-Castañóna, P., Verbeetenb, W., Sáiz-González, D.: Tensile properties and failure behavior of chopped and continuous carbon fiber composites produced by additive manufacturing, *Additive Manufacturing*, Vol. 26, pp. 227–241., 2019., https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.12.020

8. Mohan, R.G., Santhosh, K., Iyer, R., John, L., Ramu, M.: Comparitive analysis of mechanical properties of FDM printed parts based on raster angles, *Materials Today: Proceedings*, Vol. 47, pp. 4730–4734., 2021., https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.649

9. Zhou, M., Lu, Y., Liu, Y., Lin, Z.: Concurrent topology optimization of shells with self-supporting infills for additive manufacturing, *Computer methods in applied mechanics and engineering*, Vol. 390, pp. 1-25., 2022., https://doi.org/10.1016/j.cma.2021.114430

10. Yoon, G.H.: Structural topology optimization of layout and raster angle for additive manufacturing technology with the shadow density filter, *Computers and Structures,* Vol. 256, pp. 1-17., 2021., https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2021.106637

1.4. Веза са досадашњим истраживањем у овој области уз обавезно навођење до 10 релевантних референци:

На основу прегледа литературе кандидат је сагледао стање истраживања у овој области и предложио правац даљих истраживања. О механичким карактеристикама полимерних адитивних материјала постоји значајан број истраживања али нису пронађени радови са конкретним подацима о пројектовању процеса обликовања лима полимерним алатима коришћењем методе коначних елемената, што чини основу оригиналности ове дисертације.

Као резултат досадашњих истраживања, кандидат је као аутор или коаутор, учествовао у објављивању следећих радова:

1. Popović, M., Mandić, V., **Delić, M.,** Pavićević, V. Experimental-Numerical Analysis of Hot Forging Process with Monitoring of Heat Effects. In: Karabegović, I. (eds) New Technologies, Development and Application IV. NT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 233., 2021., Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75275-0_38, M14

2. **Delić, M.**, Mandić, V. i Popović, M. Stability Analysis of Steel Welded Tubes Forming Process Using Numerical Simulations. Tehnički glasnik, 15 (2), 2021., 298-304. https://doi.org/10.31803/tg-20210504112813, M23

3. **Delić, M.**, Adamović, D., Mandić, V., Vujinović, M. Selection of die and punch materials in steel ironing process, 38th International Conference on Production Engineering of Serbia - ICPE-S 2021 PROCEEDINGS, Čačak, 2021, pp. 85-91, ISBN 978-86-7776-252-0, M33

4. **Delić, M.**, Mandić, V. Analysis of the influence of contact friction on the stability of steel welded tube forming process, 10th International Conference on Tribology – BALKANTRIB '20, Beograd, 2021, pp. 135-136, ISBN 978-86-6060-072-3, M34

5. Djačić, S., Aleksandrović, S., Arsić, D., **Delić, M.**, Lazić, V. Ironing process in conditions of constant and variable lateral force, Advanced Technologies & Materials, Vol.46, 2021., No.2, pp. 1-5, https://doi.org/10.24867/atm-2021-2-001 , M51

6. Popovic, M., Mandic, V., **Delic, M.** (2022). Application of Techniques and Systems for Additive Manufacturing in Rapid Tooling. In: Rackov, M., Mitrović, R., Čavić, M. (eds) Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering. KOD 2021. Mechanisms and Machine Science, vol 109., 2022., Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88465-9_56, M14

7. Aleksandrović, S., Bačanin, R., **Delić, M.**, Lazić, V., Arsić, D., Određivanje eksponenta

deformacionog ojačavanja za limove od različitih materijala, 38. Savetovanje proizvodnog mašinstva Srbije, Čačak, 2021, pp. 85-91, ISBN 978-86-7776-252-0, M63

8. Lazić, V., Arsić, D., Aleksandrović, S., Đorđević, **M., Delić,** M. Application of welding for the production of ballistic protective structures. ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – Bulletin of Engineering, Vol.15, No.4, 2022., pp. 29-32, ISSN 2067-3809, M53

9. **Delić, M.,** Mandić, V., Pavlović, F. Analysis of the impact of the machine on the forging process of a connecting rod using numerical simulation, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol.1271, 2022., pp. 1-7, ISSN 1757-8981, https://doi.org/10.1088/1757-899x/1271/1/012015 , M53

10. **Delić, M.**, Mandić, V., Aleksandrović, S., Arsić, D. Determination of the influence of infill pattern and fiberglass reinforcement on the tensile properties of additively manufactured material by FDM technology. Journal of Mechanical Science and Technology 37 (11), 2023., 5569-5575. http://doi.org/10.1007/s12206-023-2309-1, M23.

1.5. Оцена научне заснованости теме докторске дисертације:

Из претходно наведеног види се да је предложена тема докторске дисертације оригинална и да има научну заснованост. Доказивање хипотеза представљених у пријави представљаће допринос у овој области. Комисија предлаже Наставно научном већу Факултета Инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да тему за докторску дисертацију: Истраживање примене адитивно произведеног и тополошки оптимизованог алата за савијање лима праћено еластичном повратношћу, прихвати и одобри њену израду кандидату Марку Делићу, мастер инжењеру машинства.

2. Подаци о кандидату

2.1. Име и презиме кандидата:

Марко Делић

2.2. Студијски програм докторских академских студија и година уписа:

Машинско инжењерство, 2018. година

2.3. Биографија кандидата (до 1500 карактера):

Кандидат Марко Делић је рођен 29. јануара 1990. године у Крагујевцу. Основну школу Доситеј Обрадовић завршио је 2005. године. Прву крагујевачку гимназију, одељење ученика обдарених за математику, завршио је 2009. године. После завршене гимназије уписао је Машински факултет у Крагујевцу и основне академске студије на смеру Машинске конструкције и механизација је завршио 2009. године са просечном оценом 9,30. Мастер академске студије завршио је 2014. године са просеком 9,75. Током основних и мастер академских студија награђиван је одлуком Наставно-научног Већа Факултета инжењерских наука за постигнути успех, као студент са просечном оценом већом од 9, и то: 2009/2010 за просечну оцену 9,00, 2012/2013 за просечну оцену 9,60 и 2013/2014 за просечну оцену 9,75. Има радно искуство у индустрији од четири године као пројектант технологије, конструктор алата за пластично обликовање метала и програмер у предузећу АД „Застава оружје". Докторске академске студије уписао је 2018. године и положио је све испите са просечном оценом 10. Као студент докторских студија био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја, при чему су стипендије додељиване за десет студената докторских академских студија машинског инжењерства у Србији са најбољим просеком.

2.4. Преглед научноистраживачког рада кандидата (до 1500 карактера):

Кандидат се у оквиру полагања испита на докторским академским студијама и припреме пријаве дисертације бавио истраживањима у области пластичног обликовања, нумеричких симулација и адитивних технологија. Објавио је 22 рада, 2 рада категорије М14, 3 рада категорије М23, 8 радова категорије М33, 1 рад категорије М34, 3 рада категорије М51, 2 рада категорије М52, 2 рада категорије М53 и 1 рад категорије М63.

2.5. Списак објављених научних радова кандидата из научне области из које се пријављује тема докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број[1], категорија):

1. Ćatić, D., Glišović, J., Veličković, S., Blagojević, J., **Delić, M.** Design FMEA of hydraulic power-steering system of light commercial vehicles, Traktori i pogonske mašine, Vol.19, 2014., No.2, pp. 18-27, ISSN 0354-9496, M51

2. Ćatić, D., Glišović, J., Blagojević, J., Veličković, S., **Delić, M.** FMECA of brake system's elements of light commercial vehicles, Mobility & Vehicle Mechanics, Vol.40, No.2, 2014., pp. 9-19, ISSN 1450-5304, M52

3. Ćatić, D., Glišović, J., Ratković, N., **Delić, M.**, Ilić S. Accelerated testing and truncated tests planning for reliability assessment, 9th International Quality Conference, Kragujevac, 2015, pp. 177-182, ISBN 978-86-6335-015-1, M33

4. **Delić, M.**, Ilić, S., Glišović, J., Ćatić, D. Dynamic fault tree analysis of lawnmower, 9th International Quality Conference, Kragujevac, 2015, pp. 257-262, ISBN ISBN 978-86-6335-015-1, M33

5. Ilić, S., **Delić, M.**, Glišović, J., Ćatić, D. Performance loss analysis of a grid-connected photovoltaic system in central inverter configuration using FTA methodology, 9th International Quality Conference, Kragujevac, 2015, pp. 219-223, ISBN 978-86-6335-015-1, M33

6. Ćatić, D., Glišović, J., Veličković, S., Blagojević, J., **Delić, M.** Determination of parameters of the Weibull distribution by applying the method of least squares, Mobility and Vehicle Mechanics, Vol.41, No.1, 2015., pp. 63-77, ISSN 1450-5304, M52

7. **Delić M.**, Djordjevic Z., Matejic M., Jovanovic S. Calculation of stress state of gear made of composite materials, 13 International Conference on Accomplishments in Mechanical and Industrial Engineering, Banja Luka, 2017, pp. 509-514, ISBN 978-99938-39-73-6, M33

8. Popović, M., Mandić, V., **Delić, M.,** Pavićević, V. Experimental-Numerical Analysis of Hot Forging Process with Monitoring of Heat Effects. In: Karabegović, I. (eds) New Technologies, Development and Application IV. NT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol233., 2021., Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75275-0_38, M14

9. **Delić, M.**, Mandić, V. i Popović, M. Stability Analysis of Steel Welded Tubes Forming Process Using Numerical Simulations. Tehničkiglasnik, 15 (2),2021., 298-304. https://doi.org/10.31803/tg-20210504112813, M23

10. **Delić, M.**, Adamović, D., Mandić, V., Vujinović, M. Selection of die and punch materials in steel ironing process, 38th International Conference on Production Engineering of Serbia - ICPE-S 2021 PROCEEDINGS, Čačak, 2021, pp. 85-91, ISBN 978-86-7776-252-0, M33

11. **Delić, M.**, Mandić, V.. Analysis of the influence of contact friction on the stability of steel welded tube forming process, 10th International Conference on Tribology – BALKANTRIB '20, Beograd, 2021, pp. 135-136, ISBN 978-86-6060-072-3, M34

[1]Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

12. Djačić, S., Aleksandrović, S., Arsić, D.,**Delić, M.**, Lazić, V. Ironing process in conditions of constant and variable lateral force, Advanced Technologies & Materials, Vol.46, 2021., No.2, pp. 1-5, https://doi.org/10.24867/atm-2021-2-001 , M51

13. Popovic, M., Mandic, V., **Delic, M.** (2022). Application of Techniques and Systems for Additive Manufacturing in Rapid Tooling. In: Rackov, M., Mitrović, R., Čavić, M. (eds) Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering. KOD 2021. Mechanisms and Machine Science, vol109., 2022., Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88465-9_56, M14

14. Aleksandrović, S., Bačanin, R., **Delić, M.**, Lazić, V., Arsić, D., Određivanje eksponenta deformacionog ojačavanja za limove od različitih materijala, 38. Savetovanje proizvodnog mašinstva Srbije, Čačak, 2021, pp. 85-91, ISBN 978-86-7776-252-0, M63

15. Lazić, V., Arsić, D., Aleksandrović, S., Đorđević, M., Delić, M. Application of welding for the production of ballistic protective structures. ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – Bulletin of Engineering, Vol.15, No.4, 2022., pp. 29-32, ISSN 2067-3809, M53

16. **Delić, M.,** Mandić, V., Pavlović, F. Analysis of the impact of the machine on the forging process of a connecting rod using numerical simulation, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol.1271, 2022., pp. 1-7, ISSN 1757-8981, https://doi.org/10.1088/1757-899x/1271/1/012015 , M53

17. **Delić, M.**, Mandić, V., Aleksandrović, S., Arsić, D. Determination of the influence of infill pattern and fiberglass reinforcement on the tensile properties of additively manufactured material by FDM technology. Journal of Mechanical Science and Technology 37 (11), 2023., 5569-5575. http://doi.org/10.1007/s12206-023-2309-1, M23

18. Đorđević, M., Aleksandrović, S., Vujinović, T., Arsić, D., Todić, A., Čukanović, D.,**Delić**, M. Influence of contact conditions on the process of thin sheet sliding during the flat die test, 18th International conference on tribology SERBIATRIB '23, Kragujevac, Serbia, 2023, pp. 539-545, ISBN 978-86-6335-103-5, M33

19. Aleksandrović, S., Ivković, Đ., Arsić, D.,**Delić**, **M.** Influence of experimental method on plastic strain ratio determination, 16th International conference on accomplishments in mechanical and industrial engineering DEMI 2023, Banja Luka, RepublikaSrpska, B&H, 2023, pp. 76-83, ISBN 978-9997-611031, M33

20. **Delić, M.,** Mandić, V., Stanojlović, N. Analysis of the influence of friction on the dimensional accuracy of the workpiece in the process of combined extrusion, 18th International conference on tribology SERBIATRIB '23, Kragujevac, Serbia, 2023, pp. 560-565, ISBN 978-86-6335-103-5, M33

21. Aleksandrović, S., Ivković, Đ., Arsić, D.,**Delić**, M., Djačić, S., Djordjević, M. Effect of plastic strain and specimen geometry on plastic strain ratio values for various materials, Advanced Technologies & Materials, Vol.48, No.1, 2023., pp. 13-19, ISSN 2620-0325, https://doi.org/10.24867/10.24867/atm-2023-1-003 , M51

22. Mandić, V., Adamović, D., Jurković, Z., **Delić, M.** Experimental and Numerical Analyses of the Temperature Field in the Ironing Process. Tehničkivjesnik, *31*(2), 2024., 579 586., https://doi.org/10.17559/tv-20231115001106 , M23

2.6. Оцена испуњености услова кандидата у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

Кандидат Марко Делић испуњава све услове за пријаву докторске дисертације у складу са условима студијског програма, општим актом Факултета инжењерских наука и општим актом Универзитета у Крагујевцу. Кандидат је објавио рад категорије М23 из области докторске

дисертације и испунио остале обавезе предвиђене наставним планом и програмом докторских студија.

3. Подаци о предложеном ментору

3.1. Име и презиме предложеног ментора:

Весна Мандић

3.2. Звање и датум избора:

Редовни професор, датум избора 27.12.2012.

3.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање:

Машинско инжењерство / Производно машинство и индустријски инжењеринг

3.4. НИО у којој је запослен:

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

3.5. Списак референци којима се доказује испуњеност услова за ментора у складу са Стандардом 9 (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија):

1. Stojanović, G., **Mandić, V.**, Ćurčić, M., Vasiljević, D., Kisić, M. and Radosavljević, N., Combining rapid prototyping techniques in mechanical engineering and electronics for realization of a variable capacitor, Rapid Prototyping Journal, Vol. 20, No. 2, 2014, 115-120. https://doi.org/10.1108/RPJ-07-2012-0061, M21

2. Djordjević, M., **Mandić, V.**, Aleksandrović, S., Lazić, V., Arsić, D., Nikolić, R.R. and Gulišija, Z., Experimental-numerical analysis of contact conditions influence on the ironing strip drawing process, Industrial Lubrication and Tribology, Vol. 69, No. 4, 2017, 464-470,https://doi.org/10.1108/ILT-05-2016-0113, M23

3. Delić, M., **Mandić, V.**, Popović, M., Stability Analysis of Steel Welded Tubes Forming Process Using Numerical Simulations. Tehničkiglasnik, Vol. 15, No 2, 2021, 298-304, https://doi.org/10.31803/tg-20210504112813, M23

4. Delić, M., **Mandić, V.**, Aleksandrović, S., Arsić, D., Determination of the influence of infill pattern and fiberglass reinforcement on the tensile properties of additively manufactured material by FDM technology. Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 37, 2023, 5569–5575, https://doi.org/10.1007/s12206-023-2309-1, M23

5. **Mandić, V.,**Adamović, D., Jurković, Z., Delić, M., Experimental and Numerical Analyses of the Temperature Field in the Ironing Process, Tehnički vijesnik, Vol. 31, No. 2, 2024, 579-586. https://doi.org/10.17559/TV-20231115001106, M23

3.6. Списак референци којима се доказује компетентност ментора у вези са предложеном темом докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија):

1. Stojanović, G., **Mandić, V.,** Ćurčić, M., Vasiljević, D., Kisić, M. and Radosavljević, N., Combining rapid prototyping techniques in mechanical engineering and electronics for realization of a variable capacitor, Rapid Prototyping Journal, Vol. 20, No. 2, 2014., 115-120. https://doi.org/10.1108/RPJ-07-2012-0061, M21

2. Delić, M., **Mandić, V.,** Aleksandrović, S., Arsić, D., Determination of the influence of infill pattern

and fiberglass reinforcement on the tensile properties of additively manufactured material by FDM technology. J Mech Sci Technol 37, 2023, 5569–5575. https://doi.org/10.1007/s12206-023-2309-1, M23 3. **Mandić, V.,** Adamović, D., Jurković, Z. Delić, M., Experimental and Numerical Analyses of the Temperature Field in the Ironing Process. Tehnički vjesnik, 31 (2), 2024, 579-586. https://doi.org/10.17559/TV-20231115001106, M23.
3.7. Да ли се предложени ментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС?
ДА
3.8. Оцена испуњености услова предложеног ментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):
Предложени ментор, редовни професор др Весна Мандић, испуњава све услове у складу са студијским програмом, општим актом Факултета и општим актом Универзитета у Крагујевцу. Ментор има потребан број објављених радова на SCI листи из уже научне области и области теме докторске дисертације и налази се на листи ментора студијског програма Машинско инжењерство.
4. Подаци о предложеном коментору
4.1. Име и презиме предложеног коментора:
[унос]
4.2. Звање и датум избора:
[унос]
4.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање:
[унос]
4.4. НИО у којој је запослен:
[унос]
4.5. Списак референци којима се доказује испуњеност услова коментора у складу са Стандардом 9 (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број*, категорија):
[унос]
4.6. Списак референци којима се доказује компетентност коментора у вези са предложеном темом докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија):
[унос]
4.7. Да ли се предложени коментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС?
[изаберите]
4.8. Оцена испуњености услова предложеног коментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):
[унос]

5. ЗАКЉУЧАК
На основу анализе приложене документације Комисија за писање извештаја о оцени научне заснованости теме и испуњености услова кандидата и предложеног ментора предлаже да се кандидату Марку Делићу одобри израда докторске дисертације под насловом „Истраживање примене адитивно произведеног и тополошки оптимизованог алата за савијање лима праћено еластичном повратношћу" и да се за ментора именује Весна Мандић, редовни професор / [име и презиме коментора], [звање].

Чланови комисије:

Др Србислав Александровић, редовни професор

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Машинско инжењерство/Производно машинство и индустријски инжењеринг

Председник комисије

Др Драган Адамовић, редовни професор

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Машинско инжењерство/Производно машинство и индустријски инжењеринг

Члан комисије

Др Дејан Моврин, ванредни професор

Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду

Машинско инжењерство/Технологије пластичног деформисања, адитивне и виртуелне технологије

Члан комисије