

Образац 1.

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ

35/56
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

19.04.2021.
(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Утицај радне температуре на отпорност на настанак и раст прелина нискоугљеничног микролегираног челика за термоенергетска постројења“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**
ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

БОЈАНА (Вујадин) ЗЕЧЕВИЋ, мастер инжењер технологије

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао основно образовање: **Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет.**

3. Година дипломирања: **2013.**

4. Назив и седиште факултета на коме је стекао мастер образовање: **Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет.**

5. Година дипломирања: **2015.**

Студент је уписан на докторске академске студије школске **2015/2016.** године.

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће,** на седници одржаној **08.04.2021. године** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

Додатак уз образас 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Бојану Зечевић, мастер инжењер технологије

Име и презиме ментора: Љубица Миловић
Звање: редовна професорка

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Aleksić V., **Milović Lj.**, Blačić I., Vuherer T., Bulatović S.: *Effect of LCF on behavior and microstructure of microalloyed HSLA steel and its simulated CGHAZ*, Engineering Failure Analysis, Vol. 104, 2019, pp. 1094-1106.
2. **Milović Lj.**, Vuherer T., Blačić I., Vrhovac M., Stanković M.: *Microstructures and mechanical properties of creep resistant steel for application at elevated temperatures*, – Materials & Design, Vol. 46, 2013, pp. 660-667.
3. Manjgo M., Medo B., **Milović Lj.**, Rakin M., Burzić Z., Sedmak A.: *Analysis of welded tensile plates with a surface notch in the weld metal and heat affected zone*, – Engineering Fracture Mechanics, Vol. 77, No 15, 2010, pp. 2958-2970.
4. **Milović Lj.**: *Microstructural investigations of the simulated heat affected zone of the creep resistant steel P91*, – Materials at High Temperatures, Vol. 27, No.3, 2010, pp. 233-242.
5. Hemer A.M., Arandjelovic M., **Milović Lj.**, Kljajin M., Lozanovic-Sajic J.V.: *Analytical vs numerical calculation of fatigue life for different welded joint regions*, - Tehnicki Vjesnik, Vol. 27. br.6, 2020, pp. 1931-1937.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

- ☒ **А** У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Датум: 3. март 2021.

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 31. и 32. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 11.03.2021. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Бојане Зечевић**, број индекса 4009/2015, под називом: **„Утицај радне температуре на отпорност на настанак и раст прслина нискоугљеничног микролегираног челика за термоенергетска постројења“**.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређује др Љубица Миловић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Бојане Зечевић, мастер хем. инжењерства за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко металуршког факултета бр. 35/387 од 24.12.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Бојане Зечевић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **Утицај радне температуре на отпорност на настанак и раст прслина нискоугљеничног микрولةгираног челика за термоенергетска постројења.**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидаткињи

1.1. Биографски подаци

Бојана Зечевић (рођена Алексић) је рођена 04. јануара 1989. у Тузли. У Београду је завршила основну школу и Четврту београдску гимназију. Основне академске студије као и мастер студије је завршила на Технолошко металуршком факултету, на катедри за Хемијско инжењерство. Школске 2015/2016 године је уписала докторске студије на Технолошко металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство, под менторством проф. др Љубице Миловић и у септембру 2017. године положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских академских студија са остварених 80 ЕСП бодова и просечном оценом 9,36.

У свом научном раду бави се темама из области механике лома, сигурности и интегритета конструкција, прорачуна компонената процесне опреме као и тродимензионалним рачунским програмима за рачунско пројектовање и цртање (ABAQUS, ANSYS, CATIA, SOLID WORKS, AUTO CAD).

Од јула 2016. до децембра 2019. године била је ангажована на пројекту ТР 35011 „Интегритет опреме под притиском при истовременом деловању замарајућег оптерећења и температуре“ . Запослена је као истраживач сарадник у Иновационом центру Технолошко металуршког факултета.

Члан је Друштва за интегритет и век конструкција (ДИВК).

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Бојана Зечевић је студент докторских студија на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду од школске 2015/16. године, на студијском програму Хемијско инжењерство. На докторским студијама је положила све испите предвиђене програмом и одбранила Завршни испит са темом „Испитивање термички симулираних заварених спојева од челика за рад на повишеним температурама“, са просечном оценом 9,36. У доњој табели је приказан преглед положених испита са оценама и оствареним ЕСПБ бодовима.

Редни број	Шифра предмета	Назив предмета	ЕСПБ	Оцена
1	Д112	Метода коначних елемената у инжењерству материјала	4	10
2	Д1022	Одабрана поглавља биохемије- витамини	5	9
3	ДЗМ2	Одабрана поглавља нумеричке анализе	5	9
4	Д181	Хемија хетероцикличних једињења	5	10
5	ДФП1	Аналогија феномена преноса	5	7
6	ДТ1	Виши курс термодинамике	5	8
7	14ДМИ14	Отпорност материјала	5	10
8	14Д139	Квантификација визуелних информација	5	10
9	14Д016	Откази и интегритет конструкција процесне опреме	6	10
10	14ДМИ4	Физика лома	5	10
11	ДСЕНГ	Енглески језик		10
12	ДЗИ	Завршни испит	30	10
		Укупно	80	9,36

Бојана Зечевић је од 2016. године запослена у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, најпре као истраживач приправник (2016-2018), а затим као истраживач сарадник (од 2018). Од 2016 до 2019. године била је учесник на пројекту Технолошког развоја, ев. бр. ТР 35011, расписаног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. До сада је као аутор/коаутор објавила 19 радова од којих 3 рада у тематском зборнику водећег међународног значаја М14, 2 рада у истакнутом међународном часопису М21, 2 рада у часопису међународног значаја верификованом посебном одлуком Министарства М24. Коаутор је једног рада из категорије М32, предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу, и саопштила је 7 радова на међународним конференцијама штампаним у целини М33 и 4 рада на међународним конференцијама штампаним у изводу М34.

У наставку је дат списак објављених радова и саопштења кандидаткиње Бојане Зечевић.

Списак објављених радова и саопштења

Категорија M14: рад у тематском зборнику водећег међународног значаја

1. **Aleksić B.**, Aleksić V., Hemer A., Milović Lj., Grbović A.: *Determination of the Region of Stabilization of Low-Cycle Fatigue HSLA Steel from Test Data*, In: Proceedings of the 17th International Conference on New Trends in Fatigue and Fracture, Eds: Ricardo R. Ambriz, David Jaramillo, Gabriel Plascencia and Moussa Nait Abdelaziz, Springer, 2018, 101-113.
2. **Aleksić B.**, Grbović A., Hemer A., Milović Lj., Aleksić V.: *Evaluation of Stress Intensity Factors (SIFs) Using Extended Finite Element Method (XFEM)*, In: Proceedings of the 17th International Conference on New Trends in Fatigue and Fracture, Eds: Ricardo R. Ambriz, David Jaramillo, Gabriel Plascencia and Moussa Nait Abdelaziz, Springer, 2018, 355-369.
3. Aleksić V., **Aleksić B.**, Prodanovic A., Milović Lj.: *HSLA Steel – Simulation of Fatigue, New Technologies, Development and Application III*, Editor: Isak Karabegovic, Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, Springer, 2020, 314-321.

Категорија M21: рад у истакнутом међународном часопису

1. **Aleksić B.**, Grbović A., Milović Lj., Hemer A., Aleksić V.: *Numerical simulation of fatigue crack propagation: A case study of defected steam pipeline*, Engineering Failure Analysis, Volume 106, December 2019. ISSN 1350-6307
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.104165>
2. Hemer A., Milović Lj., Grbović A., **Aleksić B.**, Aleksić V.: *Numerical determination and experimental validation of the fracture toughness of welded joints*, Engineering Failure Analysis, Volume 107, January 2020. ISSN 1350-6307
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.104220>

Категорија M24: рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком

1. Aleksić V., Milović Lj., **Aleksić B.**, Bulatović S., Burzić Z., Hemer M. A.: *Niskociklični zamor uzoraka čelika Nionikral 70 (Behaviour of Nionikral-70 in low-cycle fatigue)*, Integritet i vek konstrukcija, 17(1), 61-73, (2017). ISSN 1451-3749.
2. **Aleksić B.**, Aleksić V., Milović Lj.: *Analysis of the effects of butt welded joints on a carrying capacity of a structure tank*, Zaštita Materijala 58 (4), 462-468 (2017). ISSN 0351-9465.

Категорија M32: предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу

1. Milović Lj., **Aleksić B.**, Hemer A.M., Aleksić V.: *Behaviour of 9% Cr steel and simulated HAZ at 600 °C*, – The Third International Conference on Fracture Mechanics FRACT 3, Chlef, Algeria 2016, pp. 39.

Категорија M33: саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. Aleksić V., **Aleksić B.**, Momčilović D., Milović Lj., Sedmak A.: *Non - desctructive testing of pressure vessels – Application of SolidWorks*, 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2015, Banja Luka, Republika Srpska, 29.05.-30.05. 2015, Zbornik radova na CD-u, 125-130.
2. Aleksić V., Momčilović D., **Aleksić B.**, Milović Lj., Sedmak A.: *Analysis of the steam line damages*, 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2015, Banja Luka, Republika Srpska, 29.05.-30.05. 2015, Zbornik radova na CD-u, 415-420.

3. Aleksić V., Milović Lj., **Aleksić B.**, Abubkr M. Hemer: *Indicators of HSLA steel behavior under low cycle fatigue loading*, 21st European Conference on Fracture, ECF21, 20-24 June 2016, Catania, Italy, Procedia Structural Integrity 2 (2016), 3313–3321.
4. Aleksić V., **Aleksić B.**, Milović Lj.: *Metodologija određivanja pokazatelja ponašanja HSLA čelika pri delovanju niskocikličnog zamora*, V Međunarodni kongres „Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji”, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 15.03.-17.03. 2017, CD, 1123-1135.
5. **Aleksić B.**, Aleksić V., Milović Lj.: *Analiza opravdanosti modeliranja sučeono zavarenih spojeva kod proračuna posuda pod pritiskom*, V Međunarodni kongres „Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji”, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 15.03.-17.03. 2017, CD, 1136-1144.
6. **Aleksić B.**, Aleksić V., Milović Lj., Hemer M. A.(bubkr), Prodanović A.: *Determination of Polynomial Depending Between Hardness and Cooling Time $\Delta t_{8/5}$ of Steel Nionicral 70 Heat affected Zone*, Proceedings of the 18th International Conference on New, Trends in Fatigue and Fracture (NT2F18), July 17-20, 2018, Lisbon, Portugal, 87-90.
7. **Aleksić B.**, Milović Lj., Grbović A., Hemer A., Aleksić V., Zrilić M.: *Experimental and numerical investigation of the critical values of J-integral for the steel of steam pipelines*, ECF 22-Loading and Environmental Effects on Structural Integrity, Serbia 2018, Procedia Structural Integrity 13, 2018, 1589-1594.

Kategorija M34: саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. Aleksić V., **Aleksić B.**, Milović Lj.: *Methodology for determining the region of stabilisation of low-cycle fatigue*, Book of Abstracts, 16th International Conference on New Trends in Fatigue and Fracture (NT2F16), May 24-27, 2016, Dubrovnik, Croatia, 189-190.
2. **Aleksić B.**, Aleksić V., Milović Lj.: *Finite element method pressure vessel calculation and analysis of the effects of the butt welded joints on a carrying capacity of a structure*, Book of Abstracts, 16th International Conference on New Trends in Fatigue and Fracture (NT2F16), May 24-27, 2016, Dubrovnik, Croatia, 153-154.
3. **Aleksić B.**, Hemer A., Jančić Heinemann R., Dimitrijević M., Milović Lj., *The analysis of SEM photographs of fractured surfaces of steel P91 and compared with the mechanical properties such as impact energy (toughness)*, Programme & Book of Abstracts, FIFTEENTH YOUNG RESEARCHERS' CONFERENCE (15YRC 2016), MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, December 7-9, 2016, Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia, pp. 6-5.
4. **Aleksić B.**, Aleksić V., Milović Lj.: *Analysis of the effects of butt welded joints on a carrying capacity of a structure tank*, Book of Abstracts, International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies, 02-05 July, 2017, Zlatibor, Serbia, pp.27.

1.3. Оцена подобности кандидаткиње за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада на пројекту и остварених резултата током докторских студија, Бојана Зечевић, мастер хем. инжењерства, је показала мотивацију и способност за самостално бављење научноистраживачким радом. Из области механике лома и нумеричких симулација је до сада објавила 3 рада у тематском зборнику категорије М14, 2 рада у истакнутом међународном часопису категорије М21, 2 рада у часопису међународног значаја верификованом посебном одлуком Министарства категорије М24, 1 рад из категорије М32 – предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу, 7 радова на међународним конференцијама штампаних у целини категорије М33 и 4 рада на међународним конференцијама штампана у изводу категорије М34. Према свему изложеном, Комисија сматра да кандидат Бојана Зечевић испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Стални захтеви корисника термоенергетских постројења за повећањем снаге, ефикасности и века уз смањено загађење околине, довели су до убрзаног развоја металних материјала за рад на повишеним температурама. Подаци о понашању ових легура и њихових заварених спојева у експлоатацији су оскудни с обзиром на то да се постројења пројектују за век од најмање 12 година експлоатације. У случајевима када пројектовани радни век није остварен, подаци који указују на проблеме уочене током експлоатације компонената и њихових заварених спојева су од изузетног значаја. Проблеми у експлоатацији привлаче све већу пажњу произвођача челика за рад на повишеним температурама, произвођача термоенергетске опреме као и корисника постројења у којима су ови материјали уграђени. Због озбиљности и обима проблема, у њиховом решавању су ангажоване и развојно-истраживачке и научне институције. Посебно акценат је стављен на процену и продужење века компонената постројења израђених од челика новије генерације.

Сврха инжењерског пројектовања је да конструкције буду израђене тако да ефикасно, сигурно и економично испуњавају предвиђене експлоатационе функције. На основу претпостављених оптерећења и радних услова израчунавају се напони у оцењеним критичним елементима конструкције и упоређују са дозвољеним напонима за одговарајући облик оштећења који може да се појави током експлоатације.

Под условом да оптерећења буду у складу са очекиваним, век конструкције зависиће од пројектовања, избора материјала чије особине и квалитет треба да одговарају намени конструкције, технологије производње и технологије и извођења заваривања.

Главни делови процесних постројења у термоелектранама јесу пароводи. Пароводи припадају високо ризичним конструкцијама, стога материјали паровода, заједно са њиховим завареним спојевима, подлежу оштећењима које се акумулирају током експлоатације и која могу довести до катастрофалних лома. Основно својство челика за пароводе је отпорност на пузање и лом у прописаном времену. У савременим термоенергетским постројењима се, због економичности погона, захтева учесталије стартовање и искључивање него пре, чиме се оптерећењу пузањем додаје и малоциклусни замор па се од нових материјала захтева задовољавајућа отпорност на овај комбиновани вид оптерећења.

Да би се развила погодна метода за процену века конструкције потребна су три приступа. Као прво, потребна је солидна теоријска основа за развој поступка. Друго, за нумеричку анализу неопходна су два независна програма, један који се односи на стање напона и деформација и који ће бити основа за даље прорачуне и други који треба да обезбеди применљив поступак за процену века. На досадашњем нивоу развоја, трећи приступ, подаци о материјалу, представља највећи проблем.

Предмет истраживања ове дисертације је да се прикупе подаци о утицају температуре на механичке и структурне особине нискоугљеничног микролегираног челика за рад на

повишеним температурама (0,122 C; 0,375 Si; 0,648 Mn; 1,042 Cr; 0,28 Ni; 0,243 Mo; 0,073 Cu; 0,162 V), који ће послужити за оцену века компонената термоенергетског постројења. Материјал ће бити анализиран испитивањем узорака израђених од новог, некоришћеног метала на две температуре: 20 °C и радној температури од 540 °C.

Главни циљ истраживања је да се одреди отпорност анализираних материјала према настанку прелина и лому. Такође резултати експерименталних истраживања треба да нам пруже слику о понашању прелина на радној температури.

Добијени резултати испитивања и њихова анализа треба да дају практичан допринос оцени утицаја радне температуре на понашање испитиваног материјала, а све у циљу процене интегритета и преосталог века конструкције као и смернице за продужење радног века процесне опреме израђене од челика за рад на повишеним температурама.

Литература

- [1] Vuk B. Ćulafić, Uvod u mehaniku loma, Mašinski fakultet, Podgorica, 1999.
- [2] T.L. Anderson, Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications, 3rd ed. CRC Press, 2004.
- [3] Milorad M. Zrilić, Promena lokalnog pristupa na procenu preostalog veka komponenti visokotemperatureske opreme, doktorska disertacija, Beograd, 2004.
- [4] Petar Terzić, Ispitivanje materijala, Deo I: Mehanička ispitivanja, Beograd, 1972.
- [5] M. Zrilić et al., Ductile Fracture Prediction of Steam Pipeline Steel, Materials Science Forum, 518, 537-542 (2006).
- [6] M. Zrilić et al., Experimental and numerical evaluation of a steamline behaviour using local approach, Metalurgija, 46(2), 87-92 (2007).
- [7] M. Zrilić et al., Fracture toughness and crack resistance of steam pipeline steel in initial and used states, Strength of Material, 36(1), 47-58 (2004).
- [8] D. Sadibašić et al., Influence of initial state on properties of MMA welded 14MoV6 3 steel, Zavarivanje i zavarene konstrukcije 2, 53-60 (2012).
- [9] L. Domovcova et al., Microstructure and mechanical properties of steel grade 14MoV6-3, Materials Science Forum, 782, 137-140 (2014).
- [10] D. Hodžić, I. Hajro, Impact toughness of steamline material 14 MoV6-3 after long-term exploitation, Proceedings of the 14th International Research/Expert Conference "Trends in the development of machinery and associated technology", 129-132 (2010).
- [11] B. Međo et al., Micromechanical estimates of the critical values of J-integral for the steel of steam pipelines, Materials Science, 45(4), 523-531 (2009).
- [12] ASTM E399-17-Standard Test Method for Linear-Elastic Plane-Strain Fracture Toughness K_{IC} of Metallic Materials.
- [13] ASTM E1290-08e1-Standard Test Method for Crack-Tip Opening Displacement (CTOD) Fracture Toughness Measurement.
- [14] ASTM E1820-18ae1-Standard Test Method for Measurement of Fracture Toughness.
- [15] BS 7448-1: 1997-Fracture Mechanics Toughness Tests Part 2: Method for Determination of K_{IC} , Critical CTOD and Critical J Values of Metallic Materials.
- [16] H. Moustbachir et al., Experimental and numerical study of stress-strain state of pressurised cylindrical shells with external defects, Engineering Failure Analysis, 17, 506-514 (2010).
- [17] M. Allouti et al., Study of the influence of dent depth on the critical pressure of pipeline, Engineering Failure Analysis, 21, 40-51 (2012).

- [18] M.A. Guidara et al., Structural integrity assessment of defected high density poly-ethylene pipe: Burst test and finite element analysis based on J-integral criterion, *Engineering Failure Analysis*, 57, 282-295 (2015).
- [19] YJ Kim et al., On experimental J estimation equations based on CMOD for SE (B) specimens, *Journal of testing and evaluation*; 29(1), 67-71 (2001).
- [20] MT Kirk et al., J and CTOD estimation equations for shallow cracks in single edge notch bend specimens, *Journal of Testing and Evaluation*; 21(4), 228-38 (1993).
- [21] WL. Server, Instrumented Charpy test review and application to tructural integrity. In: Francois D, Pineau A, editors. *From Charpy to Present Impact Testing*. Elsevier Science Ltd. and ESIS; 205-212 (2002).
- [22] Z. Radaković, A. Sedmak, GyB. Lenkey, V. Grabulov, Determination of ductile crack initiation by magnetic emission and potential drop techniques using pre-cracked Charpy specimens. In: Francois D, Pineau A, editors. *From Charpy to present impact testing*. Elsevier Science Ltd. and ESIS; 71–78 (2002).
- [23] P. Hubner, G. Pusch, Correlation between Charpy energy and crack initiation parameters of the J integral concept. In: Francois D, Pineau A, editors, *Charpy centenary conference*, 1, 209–215 (2001).
- [24] I. Čamagić, S.A. Sedmak, A. Sedmak, Z. Burzić, Influence of temperature on fracture toughness values in different regions of A-387 Gr. B welded joint, *Procedia Structural Integrity*, 18, 205-213 (2019).
- [25] I. Čamagic, S. Kirin, A. Sedmak, and Z. Burzić, Risk based analysis of temperature and time effects on brittle fracture of A-387 Gr. B welded joint, *Procedia Structural Integrity*, 18, 379-384 (2019).
- [26] I. Čamagic, Z. Burzić, S.A. Sedmak, A. Sedmak, D. Lazarević, Integrity and Life Assessment Procedure for a Reactor, *Procedia Structural Integrity*, 18, 385-390 (2019).
- [27] EN ISO 9016, Destructive tests on welds in metallic materials - Impact tests - Test specimen location, notch orientation and examination 2013.
- [28] M. Rakin, B. Međo, *Primena metode konacnik elemenata u inženjerstvu materijala*, Tehnolosko- metalurski fakultet, Beograd 2014.
- [29] C.F. Shih et al., Energy release rate along a three-dimensional crack front, *International Journal of Fracture*, 30, 79-102 (1986).
- [30] R. Akbari Alashti et al., Experimental and numerical investigation of ductile damage effect on load bearing capacity of a dented API XB pipe subjected to internal pressure, *Engineering Failure Analysis*, 47, 208–228 (2015).
- [31] Jun Hua et al., Failure analysis based on J-integral values: A case study of hydrogen blistering defect, *Engineering Failure Analysis*, 18, 924–932 (2011).
- [32] Ljubica Milović, *Analiza integriteta zavarenih komponenata procesne opreme za povišene radne temperature*, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 2008.
- [33] Biljana Grujić, *Identifikacija kvaliteta i pouzdanosti materijala izloženog puzanju u termoenergetskim postrojenjima*, doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 1999.
- [34] Blagoj Petrovski, *Određivanje preostale nosivosti suda pod pritiskom sa površinskom prslinom*, Doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 1985.
- [35] A. Sedmak: *Primena mehanike loma na integritet konstrukcija*, monografija, Mašinski fakultet, Beograd, 2003.

- [36] A. Sedmak, S. Sedmak, Lj. Milović, Pressure equipment integrity assessment by elastic-plastic fracture mechanics methods, monograph, DIVK, 2011.
- [37] A. Sedmak, Lj. Milović, J. Lozanović, Development and application of crack parameters, In: Security and Reliability of Damaged Structures and Defective Materials, Springer, 209-230 (2009).
- [38] www.ansys.com
- [39] Aleksandar M. Grbović, Istraživanje zamornog veka nosećih strukturalnih elemenata izrađenih od super legura, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 2012.
- [40] D. Nowel et al., Characterisation of crack tip fields under non-uniform fatigue loading, Fracture and Structural Integrity, 25, 1-6 (2013).
- [41] L.C.H. Ricardo, Crack Propagation by Finite Element Method, Fracture and Structural Integrity, 43, 57-78 (2018).
- [42] Danijela D. Živojinović, Primena mehanike loma na procenu integriteta zavarenih konstrukcija od legura aluminijuma, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 2013.
- [43] M. N. James, Fracture-Safe and Fatigue-Reliable Structures, Fracture and Structural Integrity, 30, 293-303 (2014).
- [44] T. Fekete, Methodological developments in the field of structural integrity analyses of large scale reactor pressure vessels in Hungary, Fracture and Structural Integrity, 36, 78-98 (2016).
- [45] D. Gentile et al., Use of Circumferentially Cracked Bar sample for CTOD fracture toughness determination in the upper shelf regime, Fracture and Structural Integrity, 30, 252-262 (2014).
- [46] X. Fang, P. G. Charalambides, A J-integral approach in characterizing the mechanics of a horizontal crack embedded in a cantilever beam under an end transverse force, Engineering Fracture Mechanics, 169, 35–53 (2017).
- [47] M. Kumara et al., Nonlinear Fatigue Crack Growth Simulations using *J*-integral Decomposition and XFEM, 11th International Symposium on Plasticity and Impact Mechanics, Procedia Engineering 173, 1209 – 1214 (2017).
- [48] A. S. Kobayashi et al., A numerical and experimental investigation on the use of J-integral, Engineering Fracture Mechanics, 5, 293-305 (1973).
- [49] J. Chattopadhyay, Improved J and COD estimation by GE/EPRI method in elastic to fully plastic transition zone, Engineering Fracture Mechanics 73, 1959–1979 (2006).
- [50] D. Vavrik et al., Experimental evaluation of contour J integral and energy dissipated in the fracture process zone, Engineering Fracture Mechanics, 129, 14–25 (2014).
- [51] Sh. Rahman, Probabilistic fracture mechanics: J-estimation and finite element methods, Engineering Fracture Mechanics, 68, 107-125 (2001).

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе које ће бити основа истраживања ове докторске дисертације је да се параметар еластопластичне маханике лома, *J*- интеграл и његова критична вредност J_{IC} могу применити за оцену понашања материјала у присуству прелина и на процену преосталог века компоненте процесне опреме.

4. Научне методе истраживања

За потребе истраживања у оквиру ове докторске дисертације предлажу се следећи приступи и методологије:

- Експериментално истраживање механичких особина и одређивања параметра еластопластичне механике лома;
- Микроструктурна истраживања употребом оптичке и скенинг електронске миктроскопије;

- Нумеричко моделирање и симулација раста прслине услед статичког и динамичког оптерећења применом методе коначних елемената;
- Верификација нумеричких резултата поређењем са резултатима експерименталних истраживања.

5. Очекивани научни допринос

Основни научни допринос истраживања који се очекује као резултат предложене докторске дисертације јесте процена интегритета и преосталог века паровода као основних делова постројења термоелектрана. Овај допринос ће бити остварен кроз следеће посебне доприносе:

- Експериментално истраживање понашања материјала паровода без и у присуству прслине, као и утицај радне температуре на стабилност раста постојеће прслине и
- Нумеричко одређивање релевантних параметара механике лома помоћу којих ће бити одређен стабилан и нестабилан раст прслине што нам омогућава да проценимо радни век конструкције.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање ће бити спроведено у више фаза које обухватају:

- Преглед и анализу расположиве научне и стручне литературе;
- Израду епрувета из цеви израђене од челика за рад на повишеним температурама;
- Експериментална статичка и динамичка испитивања;
- Фрактографска испитивања- оптичком и скенинг електронском микроскопијом и
- Израда нумеричког модела и нумеричко одређивање параметара механике лома помоћу методе коначних елемената.

Предвиђено је да се ова докторска дисертација састоји од следећих поглавља: Увод, Претходна истраживања, Експериментални део, Нумеричка анализа, Резултати, Дискусија, Закључак, Литература.

У **Уводу** ће бити образложене хипотезе и циљеви докторске дисертације, и укратко представљене теоријске поставке на којима ће се базирати докторска теза.

У поглављу **Претходна истраживања** ће бити изложен преглед литературе и досадашња достигнућа у науци који се односе на понашање паровода као и челика који се користе у производњи паровода.

У **Експерименталном** делу, биће детаљно описани експериментални поступци примењени током израде дисертације, а конкретно ће бити:

- Дефинисан коришћени челик и услови и методе испитивања његових механичких особина;
- Одређени параметри еластопластичне механике лома;
- Урађена фрактографска испитивања.

У делу **Нумеричка анализа**, биће направљен нумерички модел, приказаће се гранични услови, услови оптерећења, одабрани коначни елементи и њихова мрежа и затим ће се одредити параметри механике лома помоћу методе коначних елемената.

У делу **Резултати и Дискусија** ће бити приказани и дискутовани резултати експерименталних и нумеричких испитивања, и урадиће се њихово поређење.

У **Закључку** ће бити представљен кратак, али свеобухватни преглед добијених резултата, биће истакнута основна сазнања до којих се дошло током израде дисертације и наведени главни закључци.

У поглављу **Литература**, биће дат списак свих литературних навода који су цитирани у тексту докторске дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података о досадашњем научно-истраживачком раду кандидата, Комисија је мишљења да Бојана Зечевић, мастер хемијског инжењерства, испуњава све неопходне услове за израду докторске дисертације на предложеној тему. Комисија сматра да је тема докторске дисертације под називом „**Утицај радне температуре на отпорност на настанак и раст прелина нискоугљеничног микролегираног челика за термоенергетска постројења**“ научно заснована те предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату Бојани Зечевић одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. Као ментора предлажемо др Љубицу Миловић, редовну професорку Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Љубица Миловић, редовна професорка
Универзитета у Београду,
Технолошко металуршки факултет

др Славиша Путић, редовни професор
Универзитета у Београду,
Технолошко металуршки факултет

др Зијаж Бурзић, научни саветник
Војнотехнички институт у Београду