

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ „МИХАЈЛО ПУПИН“ ЗРЕЊАНИН			
Примањено: 21. 06. 2016			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
04	2845		

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

„Дијагностика оштећења и процена преосталог животног века цеви етиленских пећи“

Кандидат: Мр Иштван Куцора

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију: Наставно-научно веће Техничког факултета „Михајло Пупин“ у Зрењанину на седници одржаној 15.06.2016 године именовало је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Мр Иштвана Куцоре.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ul style="list-style-type: none">- Проф. др Живослав Адамовић, ред. проф., ужа научна област: Индустијско инжењерство, 2.12.1996., Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, председник- Проф. др Бранко Шкорић, ред. проф., ужа научна област: Технологија обликовања површина, 21.06.2011., Факултет техничких наука у Новом Саду, члан- Проф. др Славица Првуловић, ред. проф., ужа научна област: Индустијско инжењерство, 3.12.2015., Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, члан- Доц. др Јасмина Пекез, доцент, ужа научна област: Индустијско инжењерство, 1.10.2015., Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, члан- Доц. др Љиљана Радовановић, доцент, ужа научна област: Индустијско инжењерство, 16.10.2012., Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, ментор
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Иштван, Иштван Куцора</p> <p>2. Датум рођења, општина, Република: 30.11.1972. Зрењанин, АП Војводина, Р. Србија</p> <p>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе 29.12.2005., Зрењанин, Развој модела вибрација техничких система</p> <p>4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука Управљање развојем, смер – Технологија одржавања</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Дијагностика оштећења и процена преосталог животног века цеви етиленских пећи

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна поглавља, слика, шема, графикана и сл.

Резултате својих теоријских и емпиријско-експерименталних истраживања Мр Иштван Куцора је изложио у докторској дисертацији, која је написана на 212 стране А4 формата, у којој се налази 81 слика, шема и графикана, као и 38 табеле и 115 референци. На почетку дисертације је дат назив дисертације, кључна документацијска информација на српском и енглеском језику и садржај.

Садржај дисертације:

1. Уводни део
 - 1.1. Досадашња истраживања
 - 1.2. Преглед литературе о проучаваном проблему
2. Методолошки концепт
 - 2.1. Проблем истраживања
 - 2.2. Предмет истраживања
 - 2.3. Циљ истраживања
 - 2.4. Хипотезе истраживања
 - 2.5. Методе истраживања
 - 2.6. Научна и друштвена оправданост истраживања
 - 2.7. Организација истраживања
3. Техничко – технолошки аспекти пећи за пиролизу бензина
 - 3.1. Пећи за пиролизу бензина
 - 3.2. Преглед материјала за цеви пећи
 - 3.3. Механизми оштећења цеви пећи
 - 3.4. Техничка дијагностика цевних снопова пећи за пиролизу бензина
 - 3.5. Оптимално превентивно одржавање
4. Теоријска истраживања
 - 4.1. Препоруке стандарда земаља ЕУ за температурна оштећења материјала
 - 4.2. Процена преосталог животног века према API RP 530 (ISO 13704)
 - 4.3. Процена преосталог животног века према API RP 579
 - 4.4. Компарација резултата процене животног века добивених методом Омега, API 530 и API 579
 - 4.5. Примена API RP 581 стандарда на цеви пећи
 - 4.6. Нов модел поузданости пиrolитичких пећи са интерактивним отказима компоненти
5. Емпиријска истраживања
 - 5.1. Процена замора материјала цеви пећи услед пузања
 - 5.2. Анализа микроструктурних промена материјала цеви пећи
 - 5.3. Стохастички модел оштећења цеви пећи
 - 5.4. Процена закона расподеле вероватноће животног века цеви
6. Резултати истраживања
 - 6.1. Сопствени резултати истраживања
 - 6.2. Вредновање резултата истраживања за науку и практичну примену
7. Закључци
 - 7.1. Доказивање главне хипотезе
 - 7.2. Научни допринос дисертације
 - 7.3. Питања која дисертација отвара
8. Предлози даљих истраживања
Литература

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација садржи све неопходне елементе, прописане важећим правилницима. Теоријски и аналитички је добро конципирана, при чему је остварена целина научно-истраживачког дела и методолошки потврђена релевантност научног приступа истраживању. Наслов докторске дисертације је јасно формулисан, прецизан и у складу са тематиком и садржајем дисертације.

Дисертација је посвећена проблемима дијагностиковања оштећења цеви пиrolитичких пећи у фабрици етилена у ХИП-Петрохемија а.д. Панчево, као и методама процене преосталог животног века. Пећ за пиролизу бензина је узета као типичан пример за проучавање преосталог животног века на основу прикупљених података о цевима пећи, као што су: редукција дебљине зида, повећање спољњег пречника, тврдоћа и металографска истраживања, итд., а експериментални резултати су добивени из припремљених исечака цеви пећи. Разматра се велики комплекс питања повезан са проблемом тачности процене животног века.

У уводном делу се уопштено говори о значају и проблематици истраживања представљеној у

докторској дисертацији. Дат је кратак преглед поглавља. Кандидат је истакао да је проблематика, која је истраживана током израде дисертације, по својој природи комплексна и повезана са низом појава и процеса у којој се преплиће више научних области, што јој даје мултидисциплинарни карактер.

Комисија је позитивно оценила уводни део рада.

Први део рада обухвата кратак преглед претходних истраживања изведених како у свету тако и на просторима бивших република СФРЈ. Истраживања спроведена у оквиру бивших граница СФРЈ су само делом дотицала тему доктората у смислу механизма оштећења и микроструктурних промена насталих код цеви пиролитичких пећи. Тако да дисертација представља значајан допринос, обзиром да предмет истраживања обухвата недовољно истражену област. Кандидат је, на основу проучене савремене домаће и међународне литературе, свеобухватно, систематично и коректно приказао стање у области истраживања, односно дао је преглед релевантних резултата досадашњих истраживања разматране проблематике, који су публиковани у часописима, монографијама, студијама, пројектима и на конференцијама.

Комисија је позитивно оценила први део рада.

Други део рада се односи на методолошки концепт истраживања у оквиру којег је детаљно образложен истраживачки поступак. Јасно су формулисани проблем и предмет истраживања, постављени циљеви и хипотезе дисертације, наведен научни и друштвени значај резултата истраживања, као и методе које су коришћене у истраживању и описана организација истраживања. Основни циљ истраживања реализованих током израде ове дисертације је био да се обезбеди серија алата за доношење одлука који ће омогућити инжењерима да оптимизују препоруке за замену цеви према њиховим плановима производње и одржавања.

Комисија је позитивно оценила методолошки концепт рада.

Трећи део рада представља техничко – технолошке аспекте пећи за пиролизу бензина где су представљене изведбе пиролитичких пећи и дата хемија процеса, затим је дат преглед материјала за цеви пећи, као и механизми оштећења, а такође и техничка дијагностика цевних снопова за пиролизу бензина, прорачун цеви за пећи, као и оптималан модел превентивног одржавања. У оквиру приказа пећи представљена је хемија процеса, дати су параметри реактора, време задржавања, температура реакције, притисак реакције, инертност, математички модел, као и општи подаци о фабрици етилена. Обрађене су карактеристике цеви које цев мора задовољити а тичу се отпорности на пузање, корозију, постојаност карактеристика, формирање кокса, наугљеничење, круђења метала, нитрацију, заварљивост, израдивости, расположивости и цену. Представљени су механизми оштећења, као што су: формирање кокса, губитак еластичности, термички замор, крт лом, ерозија, прегревање, људски фактор, пузање, наугљеничење, оксидација, нитрација и дехромизација. Техничка дијагностика цевних снопова је класификована на деструктивне и недеструктивне методе. Деструктивне методе обухватају металографска испитивања, испитивања пенетрантима, испитивање тврдоће, пузања и процену деградације путем мерења електричне отпорности. Недеструктивне методе обухватају визуелне прегледе, испитивање малих узорака са површине, металографска испитивања на лицу места, ултразвучна испитивања, мерење дебљине оксидних наслага, испитивање вртложним струјама, акустична, емисија, холографија и тачкаста интерферометрија, ласерска профилометрија, термографија и гамаграфска испитивања.

Комисија је позитивно оценила трећи део рада.

Четврти део рада се бави емпиријским истраживањима. У оквиру овог поглавља дат је преглед европских (RCC-MR, R5, A16 i BS-7910) и америчких стандарда (API RP 530, 579, 581) који се баве проценом животног века цеви пећи које раде у режиму пузања. Кандидат је извршио поређење резултата процене преосталог животног века добивене различитим методама. За исте полазне параметре добио је различите резултате које је сумаризовао у табели 4.4.8. Такође је показао примену поступака на материјале који нису обухваћени стандардом API 581. Цеви пећи које је кандидат анализирао су од материјала НК40 и НР и пројектоване су према API RP 530, и нису обухваћене стандардом API 581 тако да одатле и полази потешкоћа примене на поменуте цеви. Јасно и прегледно је представио поступак и продискутовао резултате. На крају поглавља је представио модел поузданости пиролитичких пећи са интерактивним отказима компоненти. Модел уважава интеракцију компоненти и заснива се на комбинованом утицају компоненти што ће рећи да отказ једне компоненте утиче на другу променом нивоа поузданости и хазарда путем остаривања компоненте у зависности од величине временског интервала којим се компонента остарила.

Комисија је позитивно оценила емпиријска истраживања.

Пети део рада представља експериментална истраживања у оквиру којих су изведена истраживања процене замора материјала НК40 услед пузања и урађена анализа микроструктурних промена материјала након експлоатације. Направљен је покушај да се разјасне карактеристике лома услед пузања легуре НК40 као и њене карактеристике интеракције пузање-замор с аспекта разних оптерећења таласног облика, чиме би се допринело дефинисању критеријума за пројектовање цеви етиленских пећи које су изложене оваквим облицима оштећења. Кандидат је испитивао цеви које су биле у експлоатацији 5 година а након ремонта и пуштања у рад пећи дошло је до попречног лома цеви и то при 350 °С. Ради поређења анализирао је цев из друге пећи код које није дошло до лома. Такође анализирао је и колена која су под углом од 180° која иначе представљају места неповољних услова струјања, повећане вероватноће таложења кокса и отежаног

декоксовања. Иначе истраживања микроструктурних промена које је кандидат спровео су дала резултате и закључке који се у потпуности поклапају с већ наведеним у литератури, а на испитиваним деловима из сличних постројења. Предложио је интегрални стохастички модел оштећења заснован на почетним вредностима проблема пузања цилиндра танког зида и стохастичке теорије, чијом применом се добија променљивост оштећења цеви пузањем која ће послужити као ефективан метод за поуздану процену оштећења цеви пећи. Испитао је применљивост Larson – Miller-овог параметра на процену закона расподеле животног века у функцији од температуре и оптерећења. Представио је процедуре за валидацију две критичне претпоставке за случајеве у којима се примењује метода најмањег квадрата, и предложио је методу максималне вероватноће као алтернативу, и као далеко јачу методу за представљање расподеле животног века цеви етиленских пећи оштећених пузањем.

Комисија је позитивно оценила експериментална истраживања.

У шестом делу рада су табеларно, графички, нумерички и текстуално представљени резултати истраживања. У овом поглављу су дати конкретни и језгровити одговори на постављене циљеве (хипотезе) истраживања. Коришћени материјал и методе за испитивање су примерени, одговарају постављеним циљевима и омогућавају добијање актуелних научних резултата. Све коришћене методе статистичке обраде података су адекватне, савремене и погодне за проверу постављених хипотеза. Резултати су приказани разумљиво, на начин примерен типу података, уз употребу графика и табела. Резултати су оригинални, прегледно приказани и научно значајни.

Комисија је позитивно оценила резултате истраживања.

Седми део рада садржи закључке који су изведени на основу резултата истраживања добијених израдом ове докторске дисертације. Наведена су завршна разматрања, која потврђују тачност постављених помоћних, а преко њих и главне хипотезе истраживања. Јасно је истакнут научни допринос ове дисертације, односно истраживања проблематике дијагностике оштећења и процене преосталог животног века цеви етиленских пећи. Укратко је наведен друштвени и привредни значај примене развијеног новог модела у пракси. Затим су наведена питања која дисертација „отвара”. У закључним разматрањима су веома добро повезана теоријска и емпиријско-експериментална истраживања и изведени веома свеобухватни, синтетизовани и критички закључци. Закључна разматрања и предлози за даља истраживања представљају добру основу за наставак истраживања у овој области.

Комисија је позитивно оценила закључна разматрања у оквиру дисертације.

У осмом делу рада су образложене могућности и потребе за наставаком истраживања и дати предлози за наставак истраживања у овој области, чији би резултати допринели побољшању и развоју метода примене дијагностике оштећења и процене преосталог животног века цеви етиленских пећи. Показало се да постоји још могућности и потреба за наставаком истраживања кроз надоградњу и детаљну анализу појединих параметара. Предлоге које је кандидат изнео односе се на поље истраживања механизма оштећења, моделовања механизма оштећења, доказивање конзервативности API 530 стандарда, даљег развоја нових поступака техничке дијагностике, као и убрзања испитивања.

Комисија је позитивно оценила предлоге за даља истраживања.

У деветом делу рада наведен је списак литературе, која је коришћена током израде ове дисертације, са 104 библиографске јединице.

Комисија је позитивно оценила наводе литературе и изворе података у дисертацији.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

I) Рад објављен у међународном часопису са ISI листе

1. **Kucora, I.**, Paunjoric, P., Tolmac, J., Vulovic, M., Speight, J and Radovanović, Lj., *Coke Formation in Pyrolysis Furnaces in the Petrochemical Industry*, Petroleum Science and Technology, ISSN 1091-6466 (Print), 1532-2459 (Online), (LPET-2016-0542; DOI: 10.1080/10916466.2016.1198810), [M23-3]
2. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., Milosevic, D., Vulovic, S., Kovacevic, M., Otic, G., Adamovic, Z., *Increasing Safty of Power Plant Using a New Model of Reliability*, Energy Sources Part B: Economics, Planning, and Policy, (UESB-2016-0082; DOI: 10.1080/15567249.2016.1185481), [M23-3]
3. Vulovic, S., Otic, G., Radovanovic, Lj., Adamovic, Z., Spasic, D., **Kucora, I.**, *Vibrations of turbo rotor aggregate Smederevo iron works caused by oil film in bearings*, Journal of the Balkan Tribological Association (2016), Book 4, Vol. 22, ISSN 1310-4772, [M23-3]
4. Kovacevic, M., Lambic, M., Radovanovic, Lj., **Kucora, I.**, i Ristic, M., 2016, *Measures for Increasing Consumption of Natural Gas*, Energy Sources Part B: Economics, Planning, and Policy, (UESB-2016-0085;

DOI: 10.1080/15567249.2016.1179359), [M23-3]

5. Kovacevic, M., Lambic, M., Radovanovic, Lj., Pekez, J., Ilic, D., Nikolic, N., and **Kucora, I.**, *Increasing the efficiency by retrofitting gas boilers into condensing heat exchanger*, Energy Sources Part B: Economics, Planning, and Policy, (UESB-2016-0089; DOI number: 10.1080/15567249.2016.1188182), [M23-3]

II) Радови објављени на конференцијама међународног значаја

1. Zakin, M., Radovanovic, Lj., Pekez, J., Adamovic, Z., **Kucora, I.**, *Awareness on waste management in the city of Zrenjanin*, III International conference ecology of urban areas, Zrenjanin, 11. october 2013. ISBN 978-86-7672-210-5, pp. 165-173, [M33-1]
2. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., *Pyrolysis furnace tube damaging and inspection*, III International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection, 30. Oktober, 2013, Zrenjanin, ISBN 978-86-7672-208-2, pp.162-169 [M33-1]
3. Cepic, Z., **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., Desnica, E., Pekez, J., *Analysis of EU states code for life cycle assessment of components exposed to high temperatures*, The 15th International Symposium "Young People and Multidisciplinary Research, Timisoara, 14 - 15 November 2013, Editura Politehnica Temisvar, ISSN 1843-6609, pp.9-14[M33-1]
4. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj.,Pekez, J., *Tehnička dijagnostika cijevnih snopova peći za pirolizu benzina-destruktivne metode*, 23 Scientific meeting, Organisation and technology of maintenance, Proceeding, Požega, 24-25 travnja, 2014, Društvo održavatelja Osijek, Elektrotehnički fakultet Osijek, HGK Županijska komora Požega, ISBN 978-953-6032-84-6, pp. 95-103 [M33-1]
5. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj.,Desnica, E., *Tehnička dijagnostika cijevnih snopova peći za pirolizu benzina-nedestruktivne metode*, 23 Scientific meeting, Organisation and technology of maintenance, Proceeding, Požega, 24-25 travnja, 2014, Društvo održavatelja Osijek, Elektrotehnički fakultet Osijek, HGK Županijska komora Požega, ISBN 978-953-6032-84-6 pp.87-94 [M33-1]
6. **Kucora, I.**, Radovanović, Lj., Adamović, Ž., Otić, G., *Development of materials of pipe shock pyrolysis furnace for production of light olefins*, Zbornik radova 12th International Conference: MAINTENANCE AND PRODUCTION ENGINEERING - KODIP 2014, Savez inženjera Crne Gore, Društvo održavatelaca sredstava za rad Crne Gore, Mašinski fakultet u Podgorici, 18-21. June 2014., Budva, Montenegro, ISBN 978-9940-527-33-4 pp. 313-321 [M33-1]
7. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., Adamovic, Z., *Methodology for applying the differential Quadrature (dq) method to the free vibration Analysis*, Proceedings of IV International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection, University of Novi Sad, Technical faculty "Mihajlo Pupin", October 15th, 2014, Zrenjanin, ISBN 978-86-7672-234-1, pp.173-178 [M33-1]
8. Andjelic, S., Adamovic, Z., **Kucora, I.**, *Radiographic testing of circular welded joints and structures*, V International Conference Industrial Engineering And Environmental Protection 2015 (IIZS 2015) October 15-16, Zrenjanin, Serbia, 2015., ISBN: 978-86-7672-259-4, pp.149-157 [M33-1]
9. Radovanovic, Lj., Palinkas, I., **Kucora, I.**, *Modern approach to diagnosis of technical system*, 24. Međunarodni znanstveno stručni skup Organizacija i tehnologija održavanja – OTO 2016, Osijek - R.Hrvatska, 22. travanj 2016., Društvo održavatelja Osijek, Alberta Osijek,ISBN 978-953-7973-13-1, pp.41-50 [M33-1]

III) Референце националног нивоа у другим државама

1. **Kucora, I.**, Radovanović, Lj., Desnica, E., Pekez, J., *Application of fuzzy function on pyrolysis furnace tubes remaining life assessment*, ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Tome XII (2014), Fascule 1 (February), pp. 233-236, ISSN 1584-2673, ISSN 1584-2665 (print), [M51-2]
2. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., *Pyrolysis furnace tube damaging and inspection*, Acta Tehnica Corviniensis – Bulletin of Engineering, Faculty of Engineering Hunedoara, Romania, Tome VII [2014] – Fascicule 3 [July - September], ISSN 2067 – 3809, [M51-2]
3. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., Palinkas, I., Adamovic,Z., *Methodology for applying the differential Quadrature (dq) method to the free vibration Analysis*, ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Tome XIII [2015] – Fascicule 2 [May], p.156-162., ISSN: 1584-2665 [print]; ISSN: 1584-2673 [online], [M51-2]

IV) Радови у часопису националног значаја

1. **Kucora, I.**, Adamović, Ž., Radovanović, Lj., *Otkazi cevi etilenskih peći*, Energetske tehnologije, 2013., Vol. 10, No 1, crp. 47-53, ISSN 1451- 9070, [M53-1]
2. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., Otic, G., Adamovic, Z., *Ključni elementi programa upravljanja životnim vekom cevi pirolitičkih peći*, Energetske tehnologije, 2013., Vol. 10, No 2, ISSN 1451- 9070, [M53-1]

V) Радови објављени на конференцијама националног значаја

1. **Kucora, I.**, Adamović, Ž., Radovanović, Lj., *Otkazi cevi etilenskih peći*, Zbornik radova Naučno-stručnog skupa Energetske tehnologije, 2013., *Vrnjačka Banja, 16 i 17. Maj 2013.* Društvo za sunčevu energiju Srbija solar, Zrenjanin, [M63-0,5]
2. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., *Kriterijumi izbora materijala cevnih snopova pirolitičkih peći za proizvodnju lakih olefina*, Zbornik radova XXXVI Konferencije Majski skup održavalaca Srbije "Merenje indikatora performansi održavanja tehničkih sistema u kompanijama, Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije, TEHDIS, Vrnjačka Banja, 31.05.2013, ISBN 978-86-83701-30-8, [M63-0,5]
3. Jevtić, N., Spasić, D., **Kucora, I.**, *Dijagnostika poremećaja u radu ili otkazu sistema*, 1th Naučno – stručni skup, Energetska efikasnost, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Beograd, 25. Oktobar 2013, E – zbornik radova ISSN 2334-914X [M63-0,5]
4. Jevtić, N., Spasić, D., **Kucora, I.**, *Postupak otkrivanja uzroka otkaza hidrauličnog sistema*, 1th Naučno – stručni skup, Energetska efikasnost, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Beograd, 25. Oktobar 2013, E – zbornik radova ISSN 2334-914X [M63-0,5]
5. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., Adamovic, Z., *Ključni elementi programa upravljanja životnim vekom*, MENADŽMENT, INOVACIJE, RAZVOJ – 2013, (sa tematskom konferencijom: Energetske tehnologije), *Vrnjačka Banja - 7. i 8. Novembar, 2013.* [M63-0,5]
6. **Kucora, I.**, Radovanovic, Lj., Zakin, M., Otić, G., *Stohastički model određivanja oštećenja cevi pirolitičkih peći*, XXXVII Majski skup održavalaca Srbije - Konferencija »Nova koncepcija održavanja: vibrodijagnostičko održavanje tehničkih sistema u kompanijama« Vrnjačka Banja, 30.05.2014. Srpski akademski centar, Novi Sad, elektronski zbornik, ISBN 978-86-89087-12-3, p.125, [M63-0,5]
7. Ilić, B., **Kucora, I.**, Adamovic, Ž., Savić, B., *Korozija gasovoda uzrokovana lutajućim strujama jednosmerne električne vuče*, XXXIX Majski skup održavalaca Srbije - Konferencija » Tehnička dijagnostika mašina i postrojenja «, Vrnjačka Banja, 20. i 21. 05. 2016., Društvo za tehničku dijagnostiku – Adam institut, Smederevo, ISBN 978-86-83701-43-8 [M63-0,5]
8. Alargić, P., Spasić, D., **Kucora, I.**, Kaurin, T., *Održavanje prema pouzdanosti, na bazi rizika i totalno održavanje*, XXXIX Majski skup održavalaca Srbije - Konferencija »Tehnička dijagnostika mašina i postrojenja«, Vrnjačka Banja, 20. i 21. 05. 2016., Društvo za tehničku dijagnostiku – Adam institut, Smederevo, ISBN 978-86-83701-43-8 [M63-0,5]
9. Josimović, Lj., **Kucora, I.**, Tolmač, J., Spasić, D., Josimović, M., *Merenje protoka*, XXXIX Majski skup održavalaca Srbije - Konferencija » Tehnička dijagnostika mašina i postrojenja «, Vrnjačka Banja, 20. i 21. 05. 2016., Društvo za tehničku dijagnostiku – Adam institut, Smederevo, ISBN 978-86-83701-43-8 [M63-0,5]

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Грађа представљена у оквиру докторске дисертације представља допринос истраживања у области дијагностике оштећења и процене животног века цеви пиrolитичких пећи. У оквиру ње презентована су бројна истраживања публикована на међународном нивоу на пољу теоријских и експерименталних истраживања. Резултати истраживања до којих је кандидат дошао израдом ове дисертације биће презентовани научној јавности на њеној усменој одбрани. На основу сазнања до којих су дошли други истраживачи и на основу сопствених истраживања кандидата, дошло се до нових сазнања која ће у знатној мери унапредити дијагностиковање оштећења и процену животног века цеви пиrolитичких пећи и допринети планирању акција одржавања и повишењу времена у раду. На основу резултата истраживања и њиховог критичног разматрања кандидат је извео релеванте закључке који су дали јасне одговоре на постављене хипотезе. Кључни резултати истраживања у оквиру дисертације су:

Критеријум замене цеви у истраживању које је кандидат спровео уопште се кретао од неколико пута мање фиксне вредности него према препорукама из API 530 стандарда, са једне стране, и минималне дебљине зида препоручене од стране произвиђача, с друге стране, а све у циљу доказивања непотребне конзервативности API 530 стандарда.

Током истраживања кандидат је извршио поређење резултата процене преосталог животног века цеви добивене различитим методама. За исте полазне параметре добио је различите резултате, што нам говори о различитости стандарда и метода од државе до државе.

Извео је примену поступка процене ризика и дефинисања интервала прегледа према API 581 стандарду на материјале који нису обухваћени стандардом. Цеви пећи које се разматрају у овом раду су пројектоване према API 530 стандарду али су цеви од материјала (НК40 и НР) који се не разматрају у стандарду API 581.

У првом поглављу петог дела кандидат је обрадио интеракцију између оштећења цеви пузањем и замором које је изузетно важно приликом пројектовања и експлоатације етиленских пећи. Разјаснио је карактеристике лома услед пузања легуре НК40 као и њене карактеристике интеракције пузање – замор с аспекта разних оптерећења таласног облика, чиме је допринео дефинисању критеријума за пројектовање цеви етиленских пећи које су изложене оваквим облицима оштећења. Запазио је да се број циклуса до оштећења постепено смањује по следећем редоследу: цц таласи, пц таласи, и цп таласи, док се у случају примене трапезоидних таласа оно драстично смањује.

У другом поглављу петог дела кандидат је испитивао оштећене цеви из пећи током експлоатације. Анализирао је узорке извађене с унутрашње стране, са спољашње стране, уз површину лома и из средине пресека узорка. Узорци су подвргнути микроструктурним испитивањима и испитивању тврдоће. Такође је анализирао и колена која повезују цеви. Истраживања микроструктурних промена су дала резултате и закључке који се у потпуности поклапају с већ наведеним у литератури, а на испитиваним деловима из сличних постројења.

Кандидат је предложио интегрални стохастички модел оштећења заснован на почетним вредностима проблема пузања цилиндра танког зида и стохастичкој теорији. Применом стохастичког модела добивена је променљивост оштећења цеви пузањем која ће послужити као ефективан метод за поуздану процену оштећења цеви пећи. Ради поређења користио је методу Monte Carlo симулације. Резултате је представио у табели 5.3.1, из које се може закључити да су резултати два метода приближни. Грешка у вредности оштећења D између два резултата је у опсегу од -0.22 до 4.49 %, док је грешка парцијалне девијације $\partial D/\partial X_i$ у границама између -6.94 и 2.15 %. Ове грешке су веома мале. Компарација резултата добивених Monte Carlo методом и стохастичког модела за одређивање оштећења услед пузања демонстрирала је високу тачност стохастичког модела.

Кандидат је дошао до закључка да расподела животног века цеви од материјала НК40 оштећене пузањем одговара логнормалној расподели, пошто се у већини литературе не разматра валидност ове претпоставке. Представио је процедуре за валидацију две критичне претпоставке за случајеве у којима се примењује метода линеарне регресије најмањег квадрата. Методу максималне вероватноће је предложио као алтернативу и као далеко јачу методу за избор расподеле животног века цеви етиленских пећи оштећених пузањем. Добивене податке о убрзаним испитивањима на пузање од стране произвођача цеви НК40 је провукао кроз предложени модел. У циљу провере претпоставке о ваљаности логнормалне расподеле за моделовање животног века цеви оштећених пузањем нацртан је хистограм остатака који међутим није симетричан, него је више асиметричан у лево, чиме се претпоставка оповргава. Добивено је да расподела животног века цеви следи Weibull-ову расподелу.

Развијен модел дијагностике оштећења и процене животног века цеви етиленских пећи је верификован кроз примере наведене у четвртном и петом делу дисертације.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Резултате истраживања, до којих је дошао израдом ове дисертације, кандидат је приказао систематично, јасно и прегледно, тако да научна јавност може брзо и ефикасно да сагледа исходе овог истраживања. Резултати истраживања су приказани табеларно, графички, нумерички и текстуално, затим су детаљно анализирани (праћени одговарајућим образложењима и критичким освртом) и на добар начин упоређени са резултатима других сличних истраживања. Разумљиво и коректно су тумачени тако да су из њих изведени разумљиви закључци и дато је њихово тумачење које потврђује исправност постављених хипотеза.

Методолошки посматрано, дисертацију одликује стручно-научна методологија. Излагање у овој докторској дисертацији је стручно, веома јасно и у потпуности у складу са дефинисаним циљевима истраживања. Јасноћа у изражавању допринела је да и сложена питања буду изложена на једноставан и разумљив начин. Сва поглавља дисертације су међусобно усклађена и чине јединствену целину. Кандидат је нашао праву меру начина приказа, обима и тумачења резултата истраживања.

Релевантна научна литература која је коришћена у дисертацији је приказана на коректан начин, са потребним цитирањем и интерпретацијама које јасно идентификују излагање кандидата од цитираних аутора.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Дисертација је урађена у складу са образложењима наведеним у пријави теме

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Увидом у реализовани текст дисертације, може се констатовати да је дисертација методолошки детаљно обрађена, поткрепљена чињеницама на основу којих је кандидат конкретно доносио закључке, односно дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Разматрајући представљену целокупну грађу докторске дисертације кандидата мр Иштвана Куцоре, Комисија је закључила да докторска дисертација представља оригиналан научни допринос у научној области Индустриско инжењерство, који се огледа у следећем:

- идентификација примарног модела оштећења цеви етиленских пећи и развијање оптималног метода прегледа на основу модела оштећења,

- предложио је интегрални стохастички модел оштећења заснован на почетним вредностима проблема пузања цилиндра танког зида и стохастичкој теорији,
- разјаснио је карактеристике легуре НК40 по питању интеракције пузање-замор с аспекта разних оптерећења таласног облика, чиме је допринео критеријумима за пројектовање цеви етиленских пећи које су изложене оваквим облицима оштећења,
- критеријум замене цеви у истраживању се уопште кретао од фиксне вредности неколико пута мање него према препорукама из API 530 стандарда, са једне стране, и минималне дебљине зида препоручене од стране произвођача, с друге стране, а све у циљу доказивања непотребне конзервативности API 530 стандарда,
- предложио је методу максималне вероватноће као алтернативу и као далеко јачу методу за процену закона расподеле животног века цеви етиленских пећи оштећених пузањем,
- спроведена истраживања су обезбедила серију алата за доношење одлука који ће омогућити инжињерима да оптимизују препоруке за замену цеви према њиховим плановима производње и одржавања, и
- истраживања су дала допринос методама техничке дијагностике за благовремено откривање раних упозоравајућих промена код цеви у пиролитичким пећима.

Оригиналноост ове докторске дисертације произилази из чињенице да је кандидат на основу теоријско-емпиријских истраживања развио оригинални модел и да је затим, емпиријско-експерименталним истраживањима и врло студиозном анализом резултата истраживања, дошао до оригиналних закључака и нових сазнања, односно доказа. Резултати истраживања до којих се дошло током израде ове дисертације показују да ова докторска дисертација представља значајан научни допринос у подручју теорије и праксе (решавања конкретних практичних проблема) одржавања пиролитичких пећи, који су валоризовани објављивањем тих резултата у одговарајућим публикацијама.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Докторска дисертација **нема недостатака** који би утицали на резултате истраживања.


IX ПРЕДЛОГ:

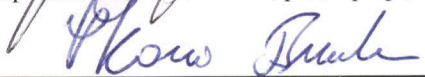
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

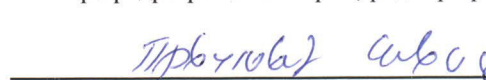
На основу укупне оцене дисертације, увида у истраживачки рад кандидата и сагласно свим претходно изнетим чињеницама у овом Извештају, Комисија предлаже да се докторска дисертација под називом:

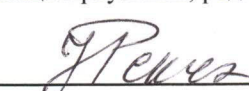
„Дијагностика оштећења и процена преосталог животног века цеви етиленских пећи“ кандидата Мр Иштвана Куцоре прихвати, а кандидату одобри јавна одбрана.

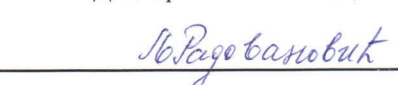
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ


Проф. др Живољав Адамовић, ред. проф., председник


Проф. др Бранко Шкорић, ред. проф., члан


Проф. др Славица Првуловић, ред. проф., члан


Доц. др Јасмина Пекез, доцент, члан


Доц. др Љиљана Радовановић, доцент., ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.