

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно232/4

члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

(Број захтева)

18.04.2011. године

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији**

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06)“, дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

СРЂАНА (СЛАВИША) ТАДИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **СРЂАН (СЛАВИША) ТАДИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

**АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ ТИЗАИ-НЬ ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ
ТЕМПЕРАТУРАМА**

Универзитет је дана 29.10.2010. год. својим актом под бр 612-4003-2 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

**АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ ТИЗАИ-НЬ ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ
ТЕМПЕРАТУРАМА**Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **СРЂАНА (СЛАВИША) ТАДИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 17.02.2011. године, одлуком факултета под бр. 232/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Радица Прокић – Цветковић	Редовни професор	Машински материјали и заваривање	Машински факултет Београд
2. Др Александар Седмак	Редовни професор	Машински материјали И заваривање и механика лома	Машински факултет Београд
3. Др Мирко Коматина	Редовни професор	Термомеханика	Машински факултет Београд
4. Др Радмила Јанчић – Heinemann	Доцент	Инжењерство материјала	ТМФ Београд
5. Др Ребека Рудолф	Научни сарадник	Наука о материјалима	Техничка факултета Универзитета у Марибору

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 17.03.2011. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТАПроф.др Милорад Милованчевић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.

2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.

3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности,
уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 232/4
Датум:
Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању и извештаја Комисије у саставу: проф.др Радица Прокић-Цветковић, ментор, проф.др Александар Седмак, проф.др Мирко Коматина, доц.др Радмила Јанчић-Heinemann, ТМФ Београд, др Ребека Рудолф, научни сарадник, Техничка факултета Универзитета у Марибору о оцени докторске дисертације „Анализа деформационог понашања двофазне Ti3Al-Nb легуре на повишеним температурама“ докторанта мр Срђана Тадића, дипл.инж.металургије, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 17.03.2011. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti3Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА“** докторанта **МР СРЂАНА ТАДИЋА**, дипл.инж.металургије

Одобрава се одбрана докторске дисертације, пошто је докторска дисертација са извештајем Комисије за оцену и одбрану била стављена на увид јавности у трајању од 30 дана, па како је после свих разматрања на ННВ М.Ф. на крају извештај Комисије коначно усвојен, доставља се Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да да сагласност на извештај о урађеној докторској дисертацији.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, докторанту, ментору и архиви факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Мр Срђана Тадића, дипл. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 232/2, од 17.2.2011. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Срђана Тадића, дипл. инж., под насловом: "АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti_3Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА", о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1 Наслов и обим докторске дисертације

Докторска дисертација Срђана Тадића, под називом "АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti_3Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА " је изложена на 127 страна, укључујући списак цитиране и коришћене литературе.

1.2 Хронологија одобравања и израде дисертације

Срђан Тадић је пријавио докторску дисертацију на Катедри за Технологију материјала Машинског факултета у Београду септембра 2010. године. Кандидат је за ментора предложио проф. др Радицу Прокић-Цветковић. На основу те пријаве и предлога Катедре, одлуком ННВ бр. 1391/3 од 16.9.2010. године формирана је Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме у саставу: проф. др Радица Прокић-Цветковић, проф. др Александар Седмак, проф. др Мирко Коматина, проф. др Радмила Јанчић-Heipemann са Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и др Ребека Рудолф, научни сарадник Универзитета у Марибору.

Комисија је поднела извештај у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под радним називом "АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti_3Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА", наводећи да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све законске и истраживачке квалификације за рад на дисертацији. У вези са захтевом докторанта Срђана Тадића, дипл.инж. да му се одобри израда докторске дисертације, одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и о именовању ментора, а на основу сагласности Стручног већа Универзитета у Београду за техничко-технолошке, донета је коначна одлука, којом се одобрава рад на теми докторске дисертације "АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti_3Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА", под менторством проф. др Радицу Прокић-Цветковић.

1.3 Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација под називом "АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti_3Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА" припада техничким наукама (машинству), ужој научној области "Машински материјали".

1.4 Биографски подаци о кандидату:

Кандидат Срђан Тадић рођен је 26. маја 1961. године у Београду где је завшио основну школу и гимназију. Технолошко-металуршки факултет уписао је 1980. године и завршио га 1986. Као стипендиста Института за нуклеарне науке-Винча, одмах после дипломирања запослио се у Лабораторији за Материјале. Учествовао је на великом броју појеката из области основних и технолошких истраживања.

Звање Магистра техничких наука стекао је 1993. године на Технолошко-металуршком факултету у Београду. Тема његовог магистарског рада била је анализа и симулација текстура у металима и легурама. У периоду 1990-1996 држао је вежбе као асистент на предметима "Теорија пластичне деформације метала" и "Прерада метала у пластичном стању". За свој рад оцењиван је најбољим оценама како од стране студената, тако и до стране професора са Катедре.

1.5 Запослење

1996-1990	Лабораторија за материјале Института за нуклеарне науке, Винча
1990-1996	Тенолошко-металуршки факултет, Београд
1996-2010	Лабораторија за материјале Института за нуклеарне науке, Винча
2010- данас	Иновациони центар Машинског факултета, Београд

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација је подељена у 9 поглавља:

1. Увод
 - 1.1 Дифузија и дифузиони механизми деформације
 - 1.2 Термички активирани дисокациони механизми деформације
 - 1.3 Структура и својства интерметалних легура титан-алуминида
2. Експериментална истраживања
3. Резултати
 - 3.1 Резултати континуираних затезних испитивања
 - 3.2 Резултати затезних испитивања са променљивом брзином затезања
 - 3.3 Микроструктурна и рендгеноструктурна карактеризација материјала
4. Дискусија
5. Закључци
6. Литература

Дисертација садржи 57 слика.

2.2 *Кратак приказ појединачних поглавља*

У уводном делу постављени су предмет и циљ дисертације – идентификација механизма деформације интерметалне легуре Ti_3Al-Nb на повишеним температурама, 800-1100°C.

У другом делу, погл. 1.1, описани су најважнији механизми дифузије на повишеним температурама. Приказани су теоријски модели за запреминску дифузију, дифузију по границама зрна и дифузију дуж дислокационих линија. Објашњена је природа и физички смисао активационе енергије за дифузију као и њен утицај на деформацију на повишеним температурама у условима пузања. Термодинамика и кинетика деформационог понашања материјала приказани су применом теоријских и математичких модела деформације.

У трећем делу, погл. 1.2, приказан је теоријски модел термички активираних дислокационих клизања. Објашњена је термодинамичка зависност примењеног напрезања, брзине деформације и активационе енергије за деформацију. Такође, приказана је међузависност Гибсове и Хелмхолцове слободне енергије, као и других термодинамичких величина, од екстерних, технолошких параметара деформације.

У четвртном делу, погл. 1.3, дат је приказ интерметалних легура на бази титана и алуминијума. Указано је на технолошки али и научни значај ових материјала. Физичко-металуршке особине материјала приказане су у светлу хемијског састава, кристалографске структуре, морфологије фаза и микроструктурних конституената. Приказани су технолошки параметри прераде ових легура: ливења, машинске обраде као и термо-механичке обраде на повишеним температурама.

У експерименталном делу, погл. 2, описани су поступци који су примењени за прављење и испитивања у овом раду. Легура је направљена од полазних компоненти у лабораторијским условима и подвргнута топлом ваљању. Колико је познато, први пут је показано да се у домаћим иначе скромним условима могу правити висококвалитетне легуре засноване на титану. У наставку овог дела, приказане су примењене експерименталне технике: затезна испитивања на повишеним температурама, рендгеноструктурна и микроструктурна испитивања.

У шестом делу, погл. 3, приказани су резултати експерименталног рада. Приказани су резултати континуираних тестова на кидање (3.1), као и резултати компресивних испитивања са променљивом брзином деформације, (3.2). Дати су резултати израчунавања који нумерички описују брзину деформације у зависности од примењеног напрезања, температуре, активационе енергије, индекса осетљивости на брзину деформације и др. Математички су описане области пузања као и различити механизми деформације. Коначно, предложен је оригинални модел термички активираних дислокационих клизања базиран на интеракцији дислокација са раствореним атомима алуминијума.

У седмом делу, погл. 4, дата је дискусија резултата. Дискусија је фокусирана на три области деформационог понашања материјала: област вискозног клизања, област успињања-спуштања и област дислокационог клизања. На основу модела, указано је на могућност да се деформациони механизми овог материјала опишу сквенцијално: од вискозног клизања, преко опорављања до термички активираних дислокационих клизања. Сугерисано је да атоми алуминијума представљају главну препреку за кретање дислокација.

Осми део, погл. 5, дати су закључци ове дисертације. Они се могу поделити на технолошке-могућности добијања и прераде ове легуре, и фундаменталне – кинетика и термодинамика деформације и пластичности.

Коначно, у деветом делу погл. 6., дат је списак коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 *Савременост, оригиналност и значај*

Докторска дисертација "АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti_3Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА" представља савремен, оригиналан и значајан допринос разматраној проблематици. Оригиналност и значај ових истраживања огледа се кроз актуелност теме која разматра проблематику деформационог понашања поменуте легуре на повишеним температурама. Темељност истраживања потврђује примењена испитивања. Оригиналност се огледа у приступу решавања проблематике и резултатима који су, кроз низ радова, публиковани и саопштени на научним и стручним скуповима. Научна и стручна јавност била је у прилици да, током вишегодишњег истраживања, анализира и вреднује рад кандидата и тиме потврди оригиналност и значај који се захтева од једне квалитетне докторске дисертације.

3.2 *Осврт на референтну и коришћену литературу*

У докторској дисертацији је коришћена савремена литература из области науке о материјалима, са акцентом на кинетичке и термодинамичке аспекте деформације. Ова литература је пре свега кандидату послужила као полазна основа за приказ постојећег стања у овој области, везано за проблематику која се тиче докторске дисертације. Практично сву литературу чине радови са СЦИ листе и међународних конференција. Кандидат је у дисертацији навео 167 цитата.

3.3 *Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање*

Истраживање се заснива на развоју нових машинских материјала чијом ће применом бити унапређено свеопште знање у науци о материјалима. У докторској дисертацији су коришћене теориске анализе физичких и математичких модела процесних параметара који утичу на деформационо понашање материјала. Проучавање су методе и анализирани резултати добијени у истраживачким центрима у свету. Експерименталним истраживањем су приказане карактеристике и могућности добијања овог материјала ија у домаћој индустрији; евакуиран је утицај технолошких параметара на механизме деформације у условима пузања и топле прераде. Добијени резултати у складу су са објављеним теоријским и експерименталним истраживањима у свету.

3.4 *Оцена примењивости и верификације остварених резултата*

Резултати до којих је кандидат дошао у дисертацији поред научне, поседују и високу употребну вредност. Освојена легура може се успешно имплементирати у технологије намењену за рад на повишеним температурама и директно применити у пракси. Уз одређене адаптације, могућа је шира индустријска примена уз минимале инвестиционе трошкове.

3.5 *Оцена способности кандидата за самостални научни рад*

Кроз вишегодишњи рад на магистарској тези и докторској дисертацији, као и кроз ангажовање на научним и стручним пројектима, кандидат се развио у успешног самосталног истраживача из области технологије материјала. Поседује богато и разноврсно радно искуство, неопходно стручно и теоријско знање, али и интелектуални потенцијал и друге индивидуалне квалитете неопходне за успешан научноистраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Ова дисертација је документовано проширила постојећа знања и остварила научни допринос у области машинских материјала. Настала је као плод вишегодишњег истраживачког рада кандидата Срђана Тадића на освајању и испитивању нових материјала. Остварени научни допринос докторске дисертације "АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti_3Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА" се пре свега огледа у следећем:

- методологија и приступ истраживању нових материјала;
- идентификација кинетичких и термодинамичких параметара деформације;
- дефинисање области пузања на високим температурама;
- одређивање главних и контролних механизма деформације;
- математичка формулација физичких процеса у материјалу;
- успостављање зависности између термодинамичких и технолошких параметара материјала;
- постављена је хипотеза интеракције дислокација са раствореним атомима алуминијума.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постављене хипотезе, циљева истраживања и добијених резултата, можемо констатовати да постоје одговори на сва битна питања и дилеме који су се наметнули у току истраживања. Имајући у виду значај легуре на којој су вршена истраживања као и чињеницу да су ово прва експериментална истраживања која су спроведена у нашој земљи, ова докторска дисертација представља важан корак у даљем истраживачком раду у погледу потпуног освајања технологија интерметалних једињења на бази титана. Очекује се имплементација ове дисертације у производне погоне ради подизања конкурентности домаћих фирми.

4.3 Очекивана примена резултата у пракси

Примена резултата који су добијени у овој докторској дисертацији отвара нове перспективе у пројектовању нових конструкција намењених за рад на повишеним температурама. У досадашњој пракси у машинској индустрији у нашој земљи, ови материјали нису имали своју примену. Међутим, показано је да постоје оправдани разлози за њихову примену у енергетским посторојењима, моторима са унутрашњим сагоревањем као и у војној индустрији. Посебно је значајно што је у раду доказана могућност комерцијалне израде и примене ове легуре без велих инвестиционих улгања.

Имајући у виду да су овом докторском дисертацијом обухваћени релевантни параметри који директно утичу на добијање и примену ове легуре, може се очекивати њена примена у пракси за потребе домаће машинске индустрије. С обзиром на спроведену анализу добијених резултата у свету, може се претпоставити да се део резултата из овог истраживања након објављивања, може технолошки верификовати и кроз адаптацију постојећих постројења наћи примену и отворити могућност пласмана и ван граница наше земље.

4.4 Верификовани научни доприноси

Научни допринос докторске дисертације је верификован радовима објављеним у часописима и саопштеним на конференцијама током вишегодишњег истраживања:

1. S. Tadić, S. Zec, M.T. Jovanović, "Crystallographic Orientations of Ni₃Al-Based Aluminide", *Materials Characterization*, 45 (2000), 227-231.
2. M.T.Jovanović, S.Tadić "Influence of Temperature Exposure on Microstructure and Creep Resistance of IN-100 Superalloy", *Materials Characterization*, 30 (1993), 3-12.
3. M.T.Jovanović, D.Vračarić, D.Marković, S.Tadić, "Effect of Beta Phase on Serrated Yielding in Alpha/Beta Brass", *Scripta Metallurgica*, 24 (1990), 547-550.
4. S.Tadić, R. Prokić-Cvetković, I.Balać, R.Heinemann-Jančić, K. Bojić, A. Sedmak, Deformation Mechanisms in Ti3Al-Nb Alloy at Elevated Temperatures, *Materials and technology*, 44 (2010), p.357
5. S.Tadić, "High-Temperature Behaviour of Ti3Al-Nb intermetallic", *Zeitschrift fur Metallkunde*, potvrđeno stampanje u 2011.
6. J.Djoković, R.Nikolić, S.Tadić, Influence of Temperature on Behavior of the Interfacial Crack Between the Two Layers, *Thermal Science*, Vol. 14 (2010)
7. S.Tadić, M.T.Jovanović, O.Nešić, D.Cerović, M.Gligić, B.Lukić, "Structure and Tensile Properties of IN-100 Superalloy", *Journal of Serbian Chemical Society*, 27 (1988), 323-330.
8. M.T.Jovanović, S.Tadić, S.Zec, Z.Mišković, I.Bobić, "The effect of annealing temperatures and cooling rates on microstructure and mechanical properties of investment cast Ti-6Al-4V alloy", *Materials & Design*, 27 (2006), 192-199.
9. S. Tadić, S. Zec, "Recrystallization of Cold Pressed Aluminium Powder", *Advanced Science and Technology of Sintering*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999, 551-556.
10. S.Tadić, M.T.Jovanović, V.Radmilović, "Deformaciono ponašanje Al-Li-X legura", VI International Symposium on the Plasticity and Resistance to Metal Deformation", Zbornik radova, Herceg Novi, 1989, 81-84.
11. S.Tadić, M.Nikačević, M.T.Jovanović, "Superplastično ponašanje legure aluminijuma sa 9%Zn", Deformacija i struktura metala i legura sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, Beograd, 26. i 27. 2003, p. 177-181.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација под називом "АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti₃Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА" кандидата Срђана Тадића представља савремен и оригиналан научни допринос кроз свеобухватно сагледавање проблема комбиновања различитих теорија и примени иновационог приступа проблему. Ценећи оно што је приказано у докторској дисертацији и чињеницу да је анализирана проблематика веома актуелна у научној јавности, са задовољством се констатује да је кандидат Срђан Тадић успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације. Треба истаћи да је кандидат дошао до оригиналних, проверљивих и поновљивих резултата у веома атрактивној области, и показао висок ниво способности и самосталности у доношењу и спровођењу одлука у току израде докторске дисертације. На тај начин је демонстрирао способност за самостални научни рад.

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом “АНАЛИЗА ДЕФОРМАЦИОНОГ ПОНАШАЊА ДВОФАЗНЕ Ti_3Al-Nb ЛЕГУРЕ НА ПОВИШЕНИМ ТЕМПЕРАТУРАМА“ кандидата Срђана Тадића, Комисија за оцену и одбрану са задовољством констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду. Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да овај Извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности, и упути Извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат позове на јавну одбрану.

ПОТПИСНИЦИ ИЗВЕШТАЈА - КОМИСИЈА:

проф. др Радица Прокић-Цветковић
професор Машинског факултета у Београду, ментор

проф. др Александар Седмак
редовни професор Машинског факултета у Београду

проф. др Мирко Коматина
редовни професор Машинског факултета у Београду

доц. др Радмила Јанчић-Heinemann
професор Технолошко-металуршког факултета у Београду

др Ребека Рудолф
научни сарадник, Техничка факултета Универзитета у Марибору