

Одлуком Наставно-научног вијећа **Машинског факултета Источно Сарајево**, Универзитета у Источном Сарајеву, број **447-С-2/17** од **13.12.2017.** године, именована је Комисија за оцјену и одбрану урађене докторске дисертације кандидата **мр Дејана Јерemiћа** под насловом „**Извијање и вибрације двослојних наноплоча уграђених у Пастернаков еластични медиј примјеном нелокалне механике континуума**”

(у даљем тексту: Комисија) у следећем саставу:

1. **Др Драган Спасић**, редовни професор, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука Нови Сад, ужа научна област: *Механика*, предсједник Комисије;
2. **Др Миодраг Жигић**, доцент, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука Нови Сад, ужа научна област: *Механика*, члан Комисије;
3. **Др Ненад Граховац**, доцент, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука Нови Сад, ужа научна област: *Механика*, члан Комисије;
4. **Др Ранко Антуновић**, редовни професор, Универзитет у Источном Сарајеву, Машински факултет Источно Сарајево, ужа научна област: *Примијењена механика*, члан Комисије;
5. **Др Небојша Радић**, ванредни професор, Универзитет у Источном Сарајеву, Машински факултет Источно Сарајево, ужа научна област: *Примијењена механика*, ментор и члан Комисије.

Комисија је прегледала и оцијенила докторску дисертацију и о томе подноси Наставно-научном вијећу Машинског факултета, Универзитета у Источном Сарајеву следећи

ИЗВЕШТАЈ **о оцјени урађене докторске дисертације**

- | |
|--|
| 1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области |
|--|

Нанотехнологија у индустрији омогућава израду и примјену нових материјала којима се значајно побољшавају одређене карактеристике неких производа, што је примарни циљ сваке индустрије. Технологија материјала у медицини је управо помоћу нанотехнологије учинила велики искорак омогућивши потпуно нове мјерне или оперативне инструменте, дијагностичке системе, терапеутске и регенеративне поступке.

Најважнија разлика између основних материјала и наноматеријала је у томе што наноматеријали на малој површини имају велик број атома, што доводи до тога да они имају изразиту површинску енергију и велику специфичну површину по јединици масе и због тога се одликују високом реактивношћу. Генерално, нанотехнологије побољшавају особине материјала, смањују њихову масу, повећавају стабилност и унапређују функционалност.

Анализа механичког понашања једнослојних и вишеслојних наноплоча данас представља једно од најатрактивнијих и најзначајнијих подручја истраживања у области механике. Вишеслојне наноплоче су један од најзначајнијих композитних материјала који се примјењују. Двослојни системи наноплоча се састоји од двије графенске плоче повезана еластичним медијем као што је

полимерна смола.

У овој дисертацији анализиран је утицај влаге и температуре на вибрације и критичну силу извијања двослојних наноплоча (ортотропних и изотропних) јер тај проблем није ријешен у постојећој литератури. Разматра се понашање двослојних наноплоча при различитим контурним условима. Примјењује се метод анализе и приказује утицаја свих релевантних параметара система на статичко и динамичко понашање система.

2. Оцјену да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Урађена докторска дисертација мр Дејана Јеремића представља оригиналан научно-истраживачки рад, урађен по свим принципима научно-истраживачког рада уз примјену одговарајућих научних метода. Оригиналноста рада кандидата на изради ове докторске дисертације огледа се првенствено у томе што је на основу Ерингенових нелокалних диференцијалних конститутивних релација локална нова смичућа деформациона теорија првог реда преформулисана и примјењена на анализу топлотног извијања двослојне графенске плоче при различитим контурним условима. Примјена смичуће деформационе теорије првог реда је посебно корисна при анализи вишеслојних наноплоча. Резултати добијени примјеном нелокалне нове смичуће деформационе теорије првог реда су упоређени са резултатима добијеним молекуларном динамичком симулацијом и примјеном нелокалне класичне теорије плоча (CLPT) при анализи топлотног утицаја на извијање наноплоча. Такође, анализиран је утицај влаге и температуре на вибрације и критичну силу извијања јер ни тај проблем није ријешен у постојећој литератури. Познати су само резултати анализе за случај када су све четири ивице наноплоча зглобно ослоњене. Ово је први пут да је нелокална нова смичућа теорија првог реда успјешно примјењена при анализи механичког понашања наноконструкција. Детаљно је размотрен утицај нелокалног параметра и еластичног медија базираног на Пастернаковом типу ослањања у који су уграђене наноплоче при различитим контурним условима.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

Мр Дејан Јеремић, виши асистент, рођен је у 19.06.1985. год. у Сарајеву. Основну школу завршио је у Источном Сарајеву, а средњу општу гимназију у Источном Сарајеву 2004. године. У школској 2004/2005 уписао се на Машински факултет Универзитета у Источном Сарајеву. Студије на Машинском факултету, смјер производни, завршио је 2009. године. Дипломски рад из предмета Обрада деформисањем на тему "Анализа технолошких процеса хидродеформисања" одбранио је у мају 2009. године са оцјеном 10 и стекао звање дипломираног инжењера машинства. Након завршетка основних студија запослио се на Машинском факултету Универзитета у Источном Сарајеву 15.03.2010. године, гдје и данас ради као виши асистент. Као асистент изводио је вјежбе из више предмета (Обрада резањем, Неконвенционални поступци обраде, Дизајн уз подршку рачунара, Интегрални развој производа, Механика 1, Отпорност материјала 1, Отпорност материјала 2, Нумеричке методе у инжењерству, Метод коначних елемената, Примјена методе коначних елемената). Школске 2009/2010 год. уписао се на магистарске студије - Машински факултет Универзитета у Источном Сарајеву. Магистрирао је 2013. год. на тему "Анализа стабилности ламинантних композитних плоча", последице чега је на Универзитету у Источном Сарајеву – Машински факултет, изабран у звање вишег асистента. Објавио је 14 научно-стручних радова и коаутор је једног уџбеника. Учествовао је у реализацији два међународна и три национална пројекта. Кандидат је током спроведеног истраживања остварио значајне резултате од којих су неки потврда ранијих истраживања, а већи дио истраживања је потпуна новина у области примјењене механике и статичког и динамичког понашања наноструктура.

Мр Дејан Јеремић учествовао је на више научних скупова, објавио је радове у међународним индексираним часописима који су директно повезани са докторском дисертацијом зборницима домаћих и међународних конференција. У циљу давања прегледа досадашњих остварених резултата кандидата наводимо неке од његових радова:

- Небојша Радић, **Дејан Јеремић**, INVESTIGATION THE INGLUENCE OF ELASTIC MEDIA ON THE BUCKLING NANOPATE APPLYING NONLOCAL ELASTICITY THEORY, 11th International Scientific Conference MMA, Novi Sad, Serbia, September 20.-21. 2012, ISBN 978-86-7892-429-3
- Дејан Јеремић, Небојша Радић, ПРИМЈЕНА КОМПОЗИТА ОД КАРБОНСКИХ ВЛАКАНА У АУТОМОБИЛСКОЈ ИНДУСТРИЈИ, 1st International Scientific Conference COMETA 2012, East Sarajevo, November 28.-30.2012, pp. 75-81, ISBN 978-99938-655-4-4, COBISS.BH-ID 3337752
- Небојша Радић, **Дејан Јеремић**, ПРИМЈЕНА НЕЛОКАЛНЕ ТЕОРИЈЕ ЕЛАСТИЧНОСТИ У АНАЛИЗИ ИЗВИЈАЊА ДВОСТРУКИХ ОРТОТРОПНИХ НАНОПЛОЧА, 1st International Scientific Conference COMETA 2012, East Sarajevo, November 28.-30.2012, ISBN ISBN 978-99938-655-4-4, COBISS.BH-ID 3337752
- Небојша Радић, **Дејан Јеремић**, Спасоје Трифковић, Мирослав Милутиновић, BUCKLING ANALYSIS OF DOUBLE-ORTHOTROPIC NANOPATES EMBEDDED IN PASTERNAK ELASTIC MEDIUM USING NONLOCAL ELASTICITY THEORY, ELSEVIER, Composites Part B: Engineering 61 (2014) 162–171
- Небојша Радић, **Дејан Јеремић**, Лана Секулић, BUCKLING ANALYSIS OF ORTHOTROPIC DOUBLE-NANOPATE-SISTEMS BASED ONNONLOCAL TWO-VARIABLE REFINED PLATE THEORY, 2nd International Scientific Conference COMETA 2014, East Sarajevo-Jahorina, December 02-05.2014, pp. 327-338, ISBN 978-99976-623-1-6, COBISS.RS-ID 4642840
- **Дејан Јеремић**, Небојша Радић, INFLUENCE OF CARBON FIBER ANGLE ORIENTATION ON BUCKLING PROPERTIES OF COMPOSITE PLATES, 2nd International Scientific Conference COMETA 2014, East Sarajevo-Jahorina, December 02-05.2014, pp. 339-346, ISBN 978-99976-623-1-6, COBISS.RS-ID 4642840
- Небојша Радић, **Дејан Јеремић**, THERMAL BUCKLING OF DOUBLE-LAYERED GRAPHENE SHEETS EMBEDDED IN AN ELASTIC MEDIUM WITH VARIOUS BOUNDARY CONDITIONS USING A NONLOCAL NEW-FIRST SHEAR DEFORMATION THEORY, ELSEVIER, Composites: Part B: Engineering 97 (2016) 201–215
- Небојша Радић, **Дејан Јеремић**, МЕХАНИКАЛ БУКЛИНГ ОФ ДУБЛЕ-ЛАЈЕРЕД ГРАФЕНЕ ШИТОВЕ ЕМБЕДЕД ЕН АН ЕЛАСТИК МЕДИУМ УСИНГ А НОНЛОКАЛ НЕВ-ФИРСТ-ОРДЕР ДЕФОРМАЦИОН ТЕОРИЈА, 3rd International Scientific Conference COMETA 2016, East Sarajevo-Jahorina, December 07-09.2016, pp. 37-46, ISBN 978-99976-623-7-8, COBISS.RS-ID 6240280
- Небојша Радић, **Дејан Јеремић**, ANALYTICAL SOLUTION FOR THERMAL VIBRATIONS OF SINGLE-LAYERED GRAPHENE SHEETS WITH VARIOUS BOUNDARY CONDITIONS, The 13th Anniversary International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, DEMI 2017, Бања Лука, Мај 26-27. 2017, pp. 82, ISBN 978-99938-39-73-6, COBISS.RS-ID 6522904
- Небојша Радић, **Дејан Јеремић**, A COMPREHENSIVE STUDY ON VIBRATION AND BUCKLING OF ORTHOTROPIC DOUBLE-LAYERED GRAPHENE SHEETS UNDER HYGROTHERMAL LOADING WITH DIFFERENT BOUNDARY CONDITIONS, ELSEVIER, Composites: Part B: Engineering, doi: 10.1016/j.compositesb.2017.07.019

4. Оцјену о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему (по поглављима)

Извјештај о подобности теме и кандидата прихваћен је од стране Сената Универзитета у Источном Сарајеву 27.11.2014. године, Одлука број: 01-С-388-XXXIV/14. Докторска дисертација кандидата мр Дејана Јеремића, под насловом „Извијање и вибрације двослојних наноплоча

уграђених у Пастернаков еластични медиј примјеном нелокалне механике континуума ” изложена је јасно и прегледно на 111 страница формата А4, укључујући 65 графичких презентација у виду слика и 36 табела.

На крају дисертације дат је преглед коришћене литературе у фонду од 97 литературних извора која се односи на разматрану проблематику. Испред основног текста налази се кључна документација на српском и енглеском језику, која између осталог обухвата и извод рада са кључним ријечима. Затим је дат садржај, списак слика и табела и списак кориштених ознака и скраћеница. Садржај испред основног текста нумерисан је римским бројевима од I до VII. Дисертација се састоји од 7 основних поглавља: 1. Увод у нанотехнологију (стр. 1-24), 2. Преглед стања у подручју истраживања (стр. 25-33), 3. Нелокална теорија еластичности (стр. 34-36), 4. Анализа вибрација и извијања двослојних ортотропних наноплоча у хигротермалном окружењу (стр. 37-60), 5. Топотно извијање двослојних изотропних наноплоча уграђених у еластични медиј при различитим контурним условима (стр. 61-82), 6. Нелокално извијање двослојних ортотропних зглобно ослоњених наноплоча уграђених у еластични медиј (стр. 83-101), 7. Закључак и правци даљег истраживања (стр. 102-104).

У првом, уводном поглављу дат је преглед наноматеријала, њихова подјела и примјена.

Након уводног дијела слиједи друго поглавље у коме се даје детаљан преглед стања у подручју истраживања, као и предмет и циљ истраживања.

У трећем оглављу представљена је основа нелокалне теорије еластичности за ортотропну и изотропну плочу у хигротермалном и термалном окружењу.

У четвртном поглављу је извршена анализа извијања и вибрација двослојних ортотропних наноплоча у хигротермалном окружењу. Примјеном нове смичуће деформационе теорије првог реда изведена су аналитичка рјешења за извијање и вибрације двослојних наноплоча у спољашњем еластичном медију при седам различитих случајева контурним условима. Приказани су нумерички резултати и урађена је валидација добијених резултата.

У петом поглављу је извршена анализа извијања двослојних изотропних наноплоча у термалном окружењу. Изведена су аналитичка рјешења за синхронно и асинхронно извијање наноплоча при различитим контурним условима. Приказани су нумерички резултати и понашање наноплоча при повећању температуре и утицају нелокалног параметра за четири различита случаја контурних услова.

У шестом поглављу изведени су аналитички изрази за три различита типа извијања (синхрони, асинхрони и извијање када је једна плоча непокретна) двослојних зглобно ослоњених ортотропних наноплоча уграђених у еластични медиј. Ефекат мале величине, Винклеровог и смичучћег модула спољашњег еластичног медија, крутости еластичног медија којим су спојене двије наноплоче, већег броја модова и односа дужина наноплоче на бездимензионалну силу извијања су разматрани. Такође, приказана је валидација добијених резултата.

У седмом поглављу начињена је синтеза резултата истраживања. Приказани су доприноси дисертације и наведене смјернице за будући рад.

Након закључног поглавља слиједи преглед кориштене литературе који садржи 97 библиографских јединица релевантних за проблеме обухваћене дисертацијом.

На основу свега наведеног, Комисија закључује да урађена докторска дисертација презентује резултате комплексног истраживања, те да је у потпуности у погледу обима и квалитета у складу са темом пријављене докторске дисертације.

5. Научне резултате докторске дисертације

Истраживања спроведена у оквиру докторске дисертације у циљу потврде постављених хипотеза

су у потпуности испуниле очекиване резултате и постављене циљеве.

Основни научни доприноси дисертације су:

- изведене су динамичке једначине за једнослојну наноплочу које су проширене и на случај двослојних наноплоча;
- изведене су једначине које дефинишу статичко понашање двослојних наноплоча;
- добијена су тачна аналитичка рјешења за вриједности критичне силе извијања, критичне температуре и вибрационе фреквенције за све модове извијања и вибрација система од двије графенске наноплоче при различитим контурним условима;
- резултати истраживања се могу примјенити у пројектовању нових ултратанких композита који се базирају на ојачавању са графенским наноплочама;
- извршена је анализа извијања и вибрација ортотропних двослојних наноплоча у хигротермалном окружењу;
- приказан је утицај ефекта мале величине на бездимензионалну силу извијања биаксијално притиснуте двослојне ортотропне наноплоче у спољашњем еластичном медију.

6. Примјењивост и корисност резултата у теорији и пракси

Материјал који дисертација обрађује је актуелан са стране поља примјене јер у садашње вријеме многи уређаји и компоненте су направљене од наноматеријала или нанокомпозита. Корисност и примјењивост теоретских резултата дисертације је у томе што су изведени аналитички изрази подлога за предвиђање понашања наноструктура при различитим утицајима и различитим контурним условима.

7. Начин презентирања резултата научној јавности

Мр Дејан Јеремић је највећи дио резултата своје докторске дисертације објавио у индексираним међународним часописима. Осим тога, дио резултата ће бити приказан на конгресима и стручним скуповима из области примијењене механике. Новији и проширени резултати доктората већ се налазе у завршној фази објављивања и очекује се њихово објављивање у индексираним међународним часописима прије одбране докторске дисертације.

8. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљне анализе завршене докторске дисертације мр Дејана Јеремића под називом **„Извијање и вибрације двослојних наноплоча уграђених у Пастернаков еластични медиј примјеном нелокалне механике континуума”**, Комисија је једногласно закључила да је кандидат изабрао актуелну и оригиналну тему истраживања, коју је спровео поштујући све принципе научног рада и користећи савремене методе испитивања и анализе резултата. Добијени резултати представљају допринос у области примијењене механике и примјени наноструктура јер је детаљно приказано њихово статичко и динамичко понашање при различитим контурним условима и различитима спољашњим утицајима. Текст дисертације је писан прегледно, систематично и лако разумљивим стилем. Кандидат је показао да влада потребним знањима из области на коју се односи тема дисертације, те да има шири увид у истраживања реализована од стране других истраживача. Такође је током рада на дисертацији демонстрирао ниво самосталности који је неопходан научној истраживачу.

На основу наведеног, Комисија даје позитивну оцјену и са задовољством предлаже Наставно-

научном вијећу Машинског факултета Источно Сарајево, Универзитета у Источном Сарајеву, да прихвати извјештај о урађеној докторској дисертацији мр Дејана Јеремића и одобри њену јавну одбрану, којом ће стећи звање доктора техничких наука.

Мјесто: Источно Сарајево

Датум: _____

Комисија:

1. **Др Драган Спасић**, у звању редовни професор, Механика, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом Саду, предсједник Комисије;

2. **Др Миодраг Жигић**, у звању доцент, Механика, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом Саду, члан Комисије;

3. **Др Ненад Граховац**, у звању доцент, Механика, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом Саду, члан Комисије;

4. **Др Ранко Антуновић**, у звању редовни професор, Примијењена механика, Универзитет у Источном Сарајеву, Машински факултет у Источном Сарајеву, члан Комисије;

5. **Др Небојша Радић**, у звању ванредни професор, Примијењена механика, Универзитет у Источном Сарајеву, Машински факултет у Источном Сарајеву, члан Комисије;
