



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •

Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

Универзитет у Београду
Већу научних области техничких наука

З А Х Т Е В

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

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

Мр САШЕ (БОШКО) ЂЕКИЋА

Кандидат Мр Саша Ђекић предао је урађену докторску дисертацију под називом:
„Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова“
Универзитетско веће научних области техничких наука је дана 26.02.2010.године дало сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Саше Ђекића образована је на седници 28.9.2010./02.11.2010.године, одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр.832 /3, у саставу:

Име и презиме члана Комисије	Звање	Установа у којој је запослен
1. Др Предраг Осмокровић	редовни професор	Електротехнички факултет у Београду
2. Др Јован Цветић	редовни професор	Електротехнички факултет у Београду
3. Др Александра Васић Миловановић,	ванредни професор	Машински факултет у Београду
4. Др Ненад Цакић	ванредни професор	Електротехнички факултет у Београду
5. Др Милош Вујисић	доцент	Електротехнички факултет у Београду

Наставно-научно веће Факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 02.11.2010.године.

Прилози:

1. Извештај Комисије са предлогом
2. Одлуку Наставно-научног већа Факултета о усвајању извештаја

ДЕКАН
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Миодраг Поповић



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •

Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и 68 и Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 02.11.2010.године, донело је

О Д Л У К У

Усваја се Извештај комисије у саставу: др Предраг Осмокровић, редовни професор Електротехничког факултета, др Јован Цветић, редовни професор Електротехничког факултета, др Александра Васић Миловановић, ванредни професор Машинског факултета у Београду, др Ненад Цакић, ванредни професор Електротехничког факултета, др Милош Вујисић, доцент Електротехничког факултета: „**Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова**“ коју је предао **мр САША ЂЕКИЋ**, и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука.

Комисија за усмену одбрану именована је у саставу: др Предраг Осмокровић, редовни професор Електротехничког факултета, др Јован Цветић, редовни професор Електротехничког факултета, др Александра Васић Миловановић, ванредни професор Машинског факултета у Београду, др Ненад Цакић, ванредни професор Електротехничког факултета, др Милош Вујисић, доцент Електротехничког факултета.

ДЕКАН

Електротехничког факултета

Проф.др Миодраг Поповић

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На седници Научно-наставног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду број 721 одржане 28.09.2010. именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације мр Саше Ђекић, дипл.ел.инг. под насловом "Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова". Након прегледа приложеног материјала подносимо Научно наставном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду следећи

ИЗВЕШТАЈ О УРАЂЕНОЈ ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

1. Увод

Наслов и обим дисертације

Докторска дисертација под насловом "Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова" написана је на 158 страна, ћирилицом, има 105 слика и цитирано је 82 референци.

Хронологија одобравања и израде дисертације

Октобра 2009. године мр Саша Ђекић, дипл.ел.инг. пријавио је докторску дисертацију под насловом "Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова". На седници одржаној 19.01.2010. године Научно-наставно веће Електротехничког факултета је прихватило позитиван извештај претходно одређене Комисије за прихватање предложене теме. Универзитетско стручно веће на седници одржаној 06.02.2010. године дало је сагласност и одобрило израду докторске дисертације мр Саше Ђекића под насловом "Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова". Урађену докторску дисертацију кандидат је предао у августу 2010. године а Научно-наставно веће је на седници од 28.09.2010. године именovalo Комисију за преглед и оцену докторске дисертације у саставу др Предраг Осмокровић редовни проф., др Александра Васић-Миловановић, ванр. проф., др Јован Цветић, ред. проф., др Ненад Џакић, ванр. проф., др Милош Вујисић, доц...

Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација мр Саше Ђекића јесте мултидисциплинарне природе и припада ужој научној области електричног пражњења у гасовима, односно научним областима електротехничких материјала, високонапонске технике и физичке електронике.

Биографски подаци о кандидату

Саша (Бошко) Ђекић, држављанин Републике Србије, рођен 01.12.1979. год. у Добоју. Године 1994. завршио је Основну школу у Мајевцу, општина Добој, а након тога Гимназију у Дервенти 1998. год. Електротехнички факултет у Београду, смер за електроенергетске системе, завршио је 2005. год. где је исте године уписао постдипломске студије на смеру мерења у електротехници. Постдипломске студије на Електротехничком факултету у Београду завршио је 2007. год. те одбранио магистарску тезу под називом "Четвородимензиони закон повећања структура радијалног електричног полја изолованих гасом". Од 2005. год. запослен је у ЗП "Електро Добој" а.д. Добој где је до 2008. год. радио на пословима пројектовања а почетком 2008. год. постављен за главног инжињера за развој и анализе те преузео вођење Службе за развој и анализе. У току рада у ЗП "Електро Добој" а.д. Добој носилац је свих развојних пројеката од којих се истиче пројекат изградње каскадног система хидроелектрана на

реци Босни те је активно учествовао у изради многих стратешких документа на нивоу МХ Електропривреда Републике Српске, Требиње. У свом досадашњем истраживачком раду мр Саша Ђекић објавио је четири научна рада и то један у међународном часопису са SCI листе (IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation), два на домаћим научним скуповима и један на научним скуповима БиХ.

2. Опис дисертације

Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација мр Саше Ђекића под насловом "Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова" подељена је на увод, шест тематских целина, закључак и литературу.

Кратак приказ појединачних поглавља

У уводу рада укратко је изнесен и дефинисан проблем који се разматра у дисертацији, циљ дисертације као и методологија која је примењена за постизање тог циља. У првој по реду тематској целини под називом Диелектрични материјали представљени су основна подела и основне карактеристике диелектричних материјала, електричне особине диелектричних материјала као и основе процеса електричног пробоја диелектричних материјала. Тематска целина подељена је на следећа поглавља: Подела диелектричних материјала, Електричне особине диелектричних материјала и Електрични пробој изолатора. У другој по реду тематској целини под називом Електрични пробој гасних диелектрика разматрани су механизам настанка и динамика електричног пробоја гасова као и елементарни процеси електричног пражњења у гасовима. Разматрања тематске целине деле се на следећа поглавља: Јонизација, Несластични судари, Припајање и рекомбинација и Механизам пробоја у гасовима. У тематској целини под насловом Закон повећања разматран је закон повећања и његова примена у испитивању и димензионисању изолаторских структура, статистичке основе закона повећања као и примена површинског, запреминског и временског ефекта. Тематска целина подељена је на следећа поглавља: Увод, Статистичке основе закона повећања, Примена теоретских функција расподеле, Појединачне тачке пробоја, Површински ефекат, Запремински ефекат и Временски ефекат. У тематској целини под насловом Пашенов закон разматрана је примена закона сличности на област електричних гасних пражњења односно Пашеновог закона, који представља директну последицу примене закона сличности на област електричних гасних пражњења, на импулсни пробој гасног изолатора. У тематској целини под насловом Експеримент разматрана је инструментација за карактеризацију електричних пробоја у гасу, гасне коморе за пражњење, електродне конфигурације, примењени високонапонски извори једносмерног и импулсног напона, примењени једносмерни и импулсни пробојни напони којима се гасни диелектрик излагао, примењена мерна опрема, поступак мерења и поступак обраде мерних резултата. Тематска целина подељена је на следећа поглавља: Опис експеримента и Ток експеримента и поступак мерења. У тематској целини под насловом Резултати и дискусија разматрана је примена Пашеновог закона на импулсни пробој гасног изолатора за двоелектродне системе који су задовољавали услове задате законима сличности. Разматрани су статички и динамички пробојни напон за He, N₂ и SF₆ гас при примењеним притисцима од 0,01 до 6 bar и међуелектродном растојању од 0,1 до 10 mm, при оствареној вредности производа pd у интервалу од 1 до 60 bar·mm, при хомогеном и нехомогеном електричном пољу. Тестирање припадности теоријској расподели експериментално добијених вредности случајне променљиве импулсни пробојни напон кандидат је вршио на припадност Нормалној, дво- и тро-параметарској Вејбуловој и дуплоекспоненцијалној расподели.

Том приликом је констатовано да случајно променљива импулсни пробојни напон најближе одговара тропараметарској Вејбуловој расподели. У закључку рада кандидат закључује да је Пашенов закон применљив у случају двоелектродних система изолованих гасом, уз увођење одређених ограничења у његовој примени. Том приликом је закључено да је услов примене Пашеновог закон тај да се пробојни напон третира на статистички начин, независно од профила примењеног електричног поља као и врсте изолационог гаса.

За циљ овог рада постављено је испитивање ограничења у важењу Пашеновог закона за електричне пробоје гасног изолатора у реалним системима изолованим гасом за случај постојања динамичког електричног поља, применом теоријског, експерименталног и нумеричког поступка. У томе се успело. Наиме, димензионисање хомогеног електродног система без икакве микроскопске топографије електродних површина за стационарно електрично поље представља тривијалан поступак за који није потребна примена закона сличности. Проблем се јавља у случају нехомогености макроскопског и микроскопског динамичког електричног поља изазваног геометријом електродне конфигурације и топографским карактеристикама електродних површина. Овај проблем је близак реалним условима који се у пракси јављају под дејством пренапона за реалне системе изолованог гаса. На основу резултата описаних експерименталних мерења као и извршених статистичких тестова кандидат закључује да је Пашенов закон применљив у случају двоелектродних система изолованих гасом, уз увођење одређених ограничења у његовој примени, под условом да се пробојни напон третира на статистички начин, независно од профила примењеног електричног поља као и типа изолационог гаса. Увођење наведених ограничења последица је специфичности процеса настанка слободних електрона, који нису обухваћени теоријом сличности, када овај феномен постане зависан од стохастичности појављивања слободног електрона и вероватноће његове трансформације у иницијални електрон. Ово међутим, има значајнији ефекат само у случају примене екстремно ниских вредности притиска гаса као и малих вредности међуелектродног растојања те у случају јављања микроскопских електричних поља великих фактора појачања (насталих услед присуства микрошиљака), што је ретка појава у инжињерској пракси и реалним експлоатационим условима где се најчешће користе високи притисци гаса и велика међуелектродна растојања.

3. Оцена дисертације

Савременост, оригиналност и значај

Предмет истраживања докторске дисертације мр Саше Ђекића под насловом "Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова" јесте испитивање могућности примене закона сличности односно Пашеновог закона у циљу предикције понашања реалних система изолованих гасом на основу испитивања одговарајућих модела. У многим областима инжињерске праксе "закони сличности" пружају могућност да се у фази конструкције једног система особине оригинала испитују на одговарајућим моделима. Примена ових закона је, такође, од посебног значаја у областима природних наука у којима се тражене величине не могу одредити, или је поступак њиховог нумеричког прорачуна веома сложен. Стриктно посматрано, Пашенов закон важи искључиво у стационарним хомогеним електричним пољима са идеално обрађеним површинама електрода, што је са инжињерске тачке гледишта редак и мало интересантан случај. Проблем се јавља у случају нехомогености макроскопског и микроскопског динамичког електричног поља додатно изазваног геометријом електродне конфигурације и топографским карактеристикама електродних

површина. У случају примене брзих импулсних напона када временска карактеристика промене електричног поља достиже исту вредност реда величине као и одговарајућа карактеристика одвијања елементарних процеса у гасовима ситуација се значајно компликује. Дешавање пробоја у овом случају условљено је и зависно од тренутка појављивања иницијалног електрона те само постаје стохастичка величина како и сам напон при коме долази до пробоја, такође, представља стохастичну величину. Како се у случају две статистичке величине не може говорити о њиховој једнакости тако се и у овом случају може посматрати искључиво једнакост статистичког понашања одговарајућих случајних поменљивих, односно једнакост момента одговарајућих статистичких расподела. Димензионисање и координација изолације у савременој инжињерској пракси условљени су управо овим најкритичнијим случајем услед појаве атмосферских и склопних пренапона у електроенергетским системима. Управо због овога електроенергетски систем морамо посматрати у импулсном режиму рада у којем Пашенов закон није применљив на гасне изолације у свом основном облику већ може да се примени само уводећи стриктна ограничења. Циљ овог рада је да се испитају ограничења у важењу Пашеновог закона за електричне пробоје гасног изолатора у реалним системима изолованим гасом за случај постојања динамичког електричног поља.

Осврт на референтну и кориштену литературу

Током писања докторске дисертације мр Саша Ђскић, што се види и из самог текста дисертације, користио је све доступне, актуелне, референце из области електротехничких материјала, физике плазме и математичке статистике повезане са темом саме дисертације.

Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

У току реализације циља рада примењено је теоријско, експериментално и нумеричко разматрање феномена од интереса. У оквиру експерименталног поступка, под добро контролисаним лабораторијским условима и под претпоставком важења Пашеновог закона, кориштени су модели и комерцијални двоелектродни системи који су током испитивања били излагани напрезању статичким и динамичким електричним пољем. Током експеримента вариран су следећи параметри: макроскопско електрично поље (облик макроскопског електричног поља вариран је од хомогеног до изразито нехомогеног кориштењем електродних конфигурација типа Роговског до електродних конфигурација типа шиљак – шиљак), микроскопско електрично поље (облик микроскопског електричног поља вариран је гравирањем микрошиљака дефинисаног облика и микро шупљина дефинисаног полупречника на електродним површинама), међуелектродно растојање варирано је од 0,1 до 10 [mm], радни притисак изолационог гаса вариран је од подпритиска реда 0,01 до 6 [bar] као и врста гаса (племенити He, електропозитивни N₂ и електронегативни SF₆). Добијени експериментални резултати статистички су обрађени и анализирани на основу модела посматраних процеса из области физике електричног пражњења у гасу.

Оцена применљивости и верификације остварених резултата

У оквиру докторске дисертације под насловом "Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова" кандидат је постигао научни допринос у области познавања механизма електричног пробоја гасова за ширу област вредности међуелектродног растојања и применљивог притиска, посебно у области брзо променљивих напонских облика када овај феномен постане зависан од стохастичности појављивања слободног електрона и вероватноће његове трансформације у иницијални електрон. Решавањем овог проблема кандидат је постигао оригинални научни допринос

у погледу предвиђања понашања реалних система изолованог гаса, изложених реалним напонским напрезањима, доказом могућности примене Пашеновог закона као корисне алатке у ту сврху, према узору на примену закона сличности у многим областима савремене инжињерске праксе.

Оцена способности кандидата за самостални научни рад

У свом досадашњем како теоријском тако и експерименталном раду мр Саша Ђекић дипл.ел.инг. показао је изузетну способност за успешан самостални како научни тако и стручни рад. При томе је демонстрирао задовољавајући ниво знања и способности у свим елементима физичко-техничких наука. Самостално је формирао физички модел на елементарном нивоу електричног пражњења у гасовима и указао на одговарајуће везе стохастичности дешавања ових процеса са макроскопским феноменом импулсног пробоја гасова. Након тога, формирао је математички модел појаве базиран на статистичким законитостима и указао на могућу предикцију понашања реалних система изолованог гаса, изложених реалним напонским напрезањима, применом Пашеновог закона као корисне алатке за ту сврху.

4. Остварени научни допринос

Приказ остварених научних доприноса

У приложеној докторској дисертацији под насловом "Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова" мр Саша Ђекић дипл.ел.инг. доказао је могућност примене Пашеновог закона, као корисне алатке, у циљу предикције понашања система изолованог гаса у реалним експлоатационим условима уз увођење одређених ограничења у њиховој примени.

Критичка анализа резултата истраживања

Добијене резултате мр Саша Ђекић дипл.ел.инг. експериментално је проверио под добро организованим лабораторијским условима а исте је такође и упоредио са одговарајућим теоријским предвиђањима.

Очекивана примена резултата у пракси

Можемо очекивати да ће резултати презентовани у докторској дисертацији мр Саше Ђекића дипл.ел.инг. бити примењиви у свим областима инжињерске праксе у којима се, из разлога економичности, карактеристике пројектованих уређаја за високонапонску примену испитују на знатно умањеним моделима.

Верификација научног доприноса

Основни резултати приказани у докторској дисертацији мр Саше Ђекића дипл.ел.инг. верификовани су, између осталог, научним радом који је објављен у часопису IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, ISSN 1070-9878, (који се налази на SCI листи и има IF 1,038), Vol. 17, Issue 4, pp. 1185-1195, August 2010, под насловом "Conditions for the Applicability of the Geometrical Similarity Law to Impulse Breakdown in Gases" аутора Саше Ђекића, Предрага Осмокровића, Милоша Вујисића и Ковиљке Станковић.

5. Закључак и предлог

Кратак осврт на дисертацију у целини

У својој докторској дисертацији мр Саша Ђекић дипл.ел.инг. дао је оригиналан научни допринос у погледу предвиђања понашања реалних система изолованог гаса, изложених реалним напонским напрезањима, доказом могућности примене Пашеновог закона као корисне алатке у ту сврху, према узору на примену закона сличности у многим областима савремене инжињерске праксе. Експериментално добијене резултате изнесене у дисертацији мр Саша Ђекић објаснио је теоријски и верификовао

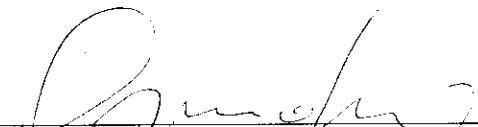
у водећем међународном часопису који се налази на SCI листи и има високу вредност IF. Текст саме докторске дисертације је добро организован а референце на које се кандидат позива су репрезентативне и веома добро одабране. Кандидат је претходно завршио основне и постдипломске студије на Електротехничком факултету у Београду. На основу свега претходно реченог доносимо следећи:

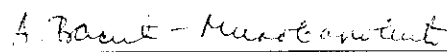
Предлог Комисије Научно-наставном већу

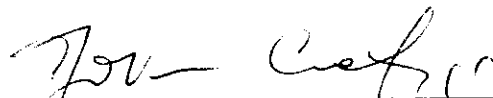
Предлажемо да се приложена докторска дисертација "Ограничења у важењу Пашеновог закона за електрични пробој гасова" мр Саше Ђекића дипл.ел.инг. прихвати као докторска дисертација и одобри њена усмена одбрана.

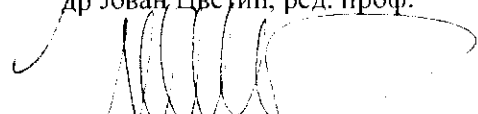
У Београду,
05.10.2010.

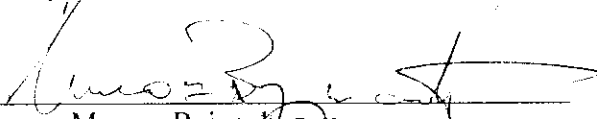
Комисија


др Предраг Осмокровић ред. проф.


др Александра Васић-Миловановић, ванр. проф.


др Јован Цветић, ред. проф.


др Ненад Цакић, ванр. проф.


др Милош Вујисић, доц.