

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

| |
|--|
| I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ |
| 1. Датум и орган који је именовao комисију Датум 16.07.2020. (број 012-199/74-2018). Научно наставно веће Факултета техничких наука |
| 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: 1. Др Милан Лечић , редовни професор – председник, УНО: Механика флуида, 27.11.2013., Универзитет у Београду, Машински факултет. 2. Др Слободан Савић , редовни професор – члан, УНО: Примењена механика, 29.09.2016., Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука. 3. Др Маша Букуров , редовни професор – члан, УНО: Механика флуида, хидропнеуматска, гасна и нафтна техника, 17.01.2018., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад. 4. Др Слободан Ташин , доцент – члан, УНО: Механика флуида, хидропнеуматска, гасна и нафтна техника, 15.04.2017., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад. 5. Др Синиша Бикић , ванредни професор – ментор, УНО: Механика флуида, хидропнеуматска, гасна и нафтна техника, 25.10.2018., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад. |
| II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ |
| 1. Име, име једног родитеља, презиме: Марко, Лаза, Ђурђевић |
| 2. Датум рођења, општина, држава: 12.06.1985., Нови Сад, Република Србија |
| 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, Енергетика и процесна техника, Мастер инжењер машинства |
| 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2010. год., Машинско инжењерство |
| 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: / |
| 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: / |

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

ПРИЛОГ ИСТРАЖИВАЊУ СТРУЈАЊА ГАСА КРОЗ МЕРНЕ БЛЕНДЕ СА ВИШЕ ОТВОРА

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација кандидата Марка Ђурђевића је написана на 159 страна на српском језику. Дисертација садржи 6 поглавља, прилоге 1 и 2, 80 референци, 119 слика и 24 табеле. На почетку докторске дисертације дати су: наслов дисертације, кључна документацијска информација, садржај рада, списак слика, списак табела и списак коришћених ознака.

Докторска дисертација је структурирана кроз следећа поглавља:

- 1. УВОД**
 - 2. ПРЕГЛЕД АКТУЕЛНОГ СТАЊА У ОБЛАСТИ**
 - 3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА**
 - 4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА**
 - 5. ЗАКЉУЧАК**
 - 6. ЛИТЕРАТУРА**
- ПРИЛОГ 1**
- ПРИЛОГ 2**

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација садржи све елементе прописане важећим правилницима и састоји се из 6 поглавља.

Наслов докторске дисертације је јасно и прецизно дефинисан и у складу је тематиком и садржајем истраживања.

У првом поглављу, Увод, дефинисан је предмет и циљ истраживања као и методе које су коришћене. Такође у овом поглављу постављена је хипотеза истраживања, а на крају су наведени и очекивани резултати.

У другом поглављу, Преглед актуелног стања у области, дат је преглед литературе од значаја за истраживање мерних бленди са једним отвором (БЈО) и мерних бленди са више отвора (БВО). Преглед литературе је обухватио досадашња истраживања мерних бленди како експерименталним тако и нумеричким методама применом рачунарске динамике флуида (РДФ).

Треће поглавље, Материјал и метод истраживања, садржи опис испитаних мерних бленди. Поред описа мерних бленди у овом поглављу су детаљније описане коришћене методе у истраживању мерних бленди, експериментална и нумеричка. Описано је постојеће експериментално постројење са свим мерним инструментима. Како би се мерне бленде могле испитати на постојећем испитном постројењу биле су потребне одређене модификације које се описане. План експеримента и нумеричких симулација су дефинисани у овом поглављу.

У четвртном поглављу, Резултати и дискусија, су детаљно приказани и дискутовани резултати истраживања. Први део овог поглавља чине резултати добијени експерименталним истраживањем коефицијент пада притиска и пад притиска. У другом делу овог поглавља приказани су резултати нумеричких симулација. Прво је приказана анализа квалитета рачунарске мреже и потврда изабраног нумеричког модела. Потом су анализирани струјни параметри и приказани резултати поврата притиска, губитка притиска и снаге и релативног губитка снаге. Поред ових резултата анализирани су и утицај оборене ивице мерне бленде, влажности гаса и дебљине мерне бленде на струјне параметре. На крају је анализиран утицај уструјних и ниструјних локалних отпора на струјне параметре мерне блендом са више отвора.

Пето поглавље, Закључак, садржи закључна разматрања, критички осврт на добијене резултате

и смернице будућих истраживања.

У шестом поглављу, Литература, наведен је списак коришћене литературе, референци и стандарда.

Прилог 1 садржи радионичке цртеже 16 испитаних мерних бленди.

Прилог 2 садржи радионички цртеж ново израђеног прибора за прихват мерних бленди на постојећем испитном постројењу.

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

Рад објављен у међународном часопису (M22)

1. М. Ђурђевић, М. Bukurov, S. Ташин, S. Bikić, Experimental research of single-hole and multi-hole orifice gas flow meters, Flow Measurement and Instrumentation Volume 70 (2019) 101650. doi:10.1016/j.flowmeasinst.2019.101650.

Рад објављен у међународном часопису (M23)

2. М. Ђурђевић, М. Bukurov, S. Ташин, S. Bikić, Numerical Study of Single-Hole and Multi-Holes Orifice Flow Parameters, Journal of Applied Fluid Mechanics Volume 14, No. 1 pp. 215-226, 2021.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Мерне бленде као један од најстаријих мерних инструмената за одређивање протока флуида и данас имају веома широку примену и најзаступљенији су мерни инструменти на принципу пада притиска. Као широко распрострањени мерни инструмент БЈО је обрађена бројним стандардима, док ни један активан стандард не обрађује БВО. У оквиру докторске дисертацију су се испитале различите БВО као и БЈО.

Експериментални део истраживања је обављен у лабораторији ГасТех д.о.о. из Инђије. Испитано је укупно 16 мерних бленди, од тога 4 са једним отвором и 12 са више отвора. Испитане мерне бленде су имале различите вредности параметра β и то 0,50, 0,55, 0,60 и 0,70. За сваки параметра β испитане су 4 мерне бленде од чега је 1 била БЈО, а 3 БВО. Варијација у БВО је била у димензијама подеоног круга на којем су се налазили мањи отвори. За све мерне бленде се анализирао коефицијент пада притиска варирањем структурних параметара попут величине отвора (параметар β) и расподеле отвора тј. димензије подеоног круга. Уочен је значајан пад коефицијента пада притиска код БВО у поређењу са БЈО и то за 25,67%, 22,13%, 28,59% и 42,59% за β односе 0,50, 0,55, 0,60 и 0,70. Не тако значајан утицај на коефицијент пада притиска имала је расподела отвора код БВО. Различите расподеле отвора код БВО смањују коефицијент пада притиска за 8,12%, 7,89%, 10,2% и 5,4% за БВО са β односима 0,50, 0,55, 0,60 и 0,70. Поред коефицијента пада притиска анализирао се и пад притиска за све испитане мерне бленде на свим испитним притисцима. Могло се уочити да параметар β и притисак утичу на пад притиска, док расподела отвора БВО готово да не утиче. Мањи пад притиска за БВО се може приписати већем броју отвора распоређених по читавој површини мерне бленде, стварајући на тај начин мање препреке флуидној струји. Упоредивши БЈО и БВО, забележено је да БВО имају мањи пад притиска, а из тога се може закључити да су за тачније податке о измереном протоку флуида потребни финији инструменти за мерење притиска.

Нумеричка истраживања мерних бленди односно РДФ симулације су се урадиле у програмском пакету Siemens Simcenter STAR-CCM+ 2019.2. Све бленде ($\beta=0,50$, $\beta=0,55$, $\beta=0,60$ и $\beta=0,70$) су симулиране у широком распону Рејнолдсових бројева са ваздухом као радним флуидом. Нумерички модел је упоређен са експерименталним резултатима и постигнуто је добро поклапање резултата. Као и код експерименталних истраживања и нумеричке симулације су показале значајно смањење коефицијента пада притиска. Трендови промене коефицијента пада притиска услед структурних параметара су били исти као и код експерименталних испитивања. До поврата притиска дошло се применом РДФ. У поређењу са БЈО, све БВО су имале бржи поврат притиска. За Рејнолдсове бројеве $Re>3000$ БВО су имале већи поврат притиска у поређењу са одговарајућим БЈО. Бржи и већи поврат притиска БВО се може приписати њиховој геометрији где су отвори равномерније распоређени у поређењу са БЈО која има само један

централни отвор. Са порастом β параметра растао је и поврат притиска, док је највећи степен поврата забележена код мерних бленди са најмањим параметром $\beta=0,50$. Резултати нумеричких симулација су показали да за исте протоке, мерне бленде са нижим параметром β имају већи пад притиска у поређењу са мерним блендама са вишим параметром β . Исти тренд је примећен и за губитак притиска. БВО су имале мањи пад и губитак притиска у поређењу са БЈО одговарајућег параметра β . Димензија подеоног круга је имала утицај на пад и губитак притиска само на мерну бленду са параметром $\beta=0,50$, док за остале БВО димензија подеоног круга није имала већи утицај. На основу губитка притиска израчунати су губитак снаге и релативни губитак снаге за све изучаване мерне бленде. Мерне бленде са већим β параметром су имале мањи губитак снаге и релативни губитак снаге. Упоредјујући БВО са БЈО истог параметра β , БВО су имале мањи губитак снаге и релативни губитак снаге. Утицај угла излазне ивице мерне бленде је испитан применом РДФ. Два различита угла излазне ивице су разматрана $\alpha=0^\circ$ и $\alpha=30^\circ$ и показало се да код БЈО разматрани угао има утицај од 2,96%, док код БВО утицај разматраног угла је занемарљив. Из овога се може закључити да код БВО нумеричке симулације могу да се раде уз апроксимацију угла излазне ивице мерне бленде, што би поједноставило рачунску мрежу и смањило време потребно за извршење симулације. У оквиру нумеричких истраживања испитао се и утицај влажности гаса (ваздуха) на тачност мерења. Резултати су показали да је утицај влажности на тачност мерења максимално 3,2% при нижим Рејнолдсовим бројевима ($Re=500$ и $Re=1000$), док се при Рејнолдсовим бројевима $Re>1000$ утицај влажности гаса (ваздуха) може занемарити. Утицај дебљине мерне бленде се истражио помоћу РДФ, а резултати су показали да на БВО дебљина има незнатан утицај на коефицијент пада притиска. Повећањем дебљине мерне бленде постиже се сличан ефекат као са исправљачима струјања, смањују се тангенцијлане брзине и углови вртлога ниструјно од усмеривача. Утицај уструјних и ниструјних локалних отпора (колело од 90°) је испитан применом РДФ. Резултати су показали да се са повећањем растојања уструјног локалног отпора од мерне бленде коефицијент пада притиска смањује, односно да се приближава вредности коефицијента пада притиска мерној бленди без локалног отпора. Исти овакав тренд постоји и код БЈО али су потребна растојања која елиминишу утицај уструјног локалног отпора мања за БВО. Утицај ниструјних локалних отпора има много мањи, чак занемарљив утицај на коефицијент пада притиска. И у овом случају растојање које елиминише утицај ниструјних локалних отпора је мање за БВО него за БЈО.

Представљени резултати у оквиру докторске дисертације су показали бројне предности БВО у односу на БЈО нижи коефицијент пада притиска, мањи пад притиска, бржи поврат притиска, мањи губитак притиска а тиме и снаге, краће дужине потребних уструјних и ниструјних деоница, као и да је код БВО могућа апроксимација угла излазне ивице. Ови резултати су доказали постављену хипотезу.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

На основу детаљног прегледа докторске дисертације, Комисија закључује да су резултати истраживања обрађени и приказани на јасан и концизан начин, систематично и прегледно и у складу са дефинисаним циљем и хипотезом. Резултати истраживања не остављају сумњу у научни и стручни допринос докторске дисертације. Текст докторске дисертације је проверен у програмском пакету за детекцију плагијаризма iThenticate, у библиотеци ФТН-а. Сви чланови комисије су упознати са извештајем о подударности након извршене провере.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Комисија констатује да је докторска дисертација израђена у складу са планом истраживања који је кандидат дефинисао у оквиру пријаве теме. Кандидат је у току израде дисертације, као и на основу резултата приказаних у раду, показао да влада методама експерименталног истраживања и нумеричких симулација.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе карактеристичне за дисертацију из области техничко – технолошких наука. Дефинисани проблем и циљ истраживања, постављене хипотезе и потврда хипотезе урађени су на систематичан начин у складу са методом научно-истраживачког рада.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Дисертација даје јасан и недвосмислен допринос науци, што је и потврђено одговарајућим публикацијама. Истраживања спроведена у оквиру докторске дисертације имала су за циљ да дају прилог истраживању струјању гаса кроз мерне бленде са више отвора. Све мерне бленде су испитане у опсегу притиска од 2 bar до 12 bar са ваздухом као радним флуидом, за шта до сада нису постојали подаци у доступној литератури. Добијене вредности струјних параметара попут пада притисака, губитка притиска, влажности гаса (ваздуха), губитка снаге, поврата притиска, коефицијента пада притиска итд. су дале допринос у бољем описивању проблема струјања гаса кроз БВО. Ова сазнања доприносе развоју БВО које су показале бројне предности у односу на конвенционалне мерне бленде и које би у будућности могле да замене БЈО.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија није уочила недостатке у дисертацији који би утицали на резултате истраживања

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, Комисија позитивно оцењује поднету докторску дисертацију кандидата Марка Ђурђевића, мастер инжењера машинства, под називом „Прилог истраживању струјању гаса кроз мерне бленде са више отвора“ и предлаже да поднету докторску дисертацију и овај извештај прихвате и одобре њену одбрану.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Др Милан Лечић, редовни професор, УНО: Механика флуида, Универзитет у Београду, Машински факултет, председник
2. Др Слободан Савић, редовни професор, УНО: Примењена механика, Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука, члан
3. Др Маша Букуров, редовни професор, УНО: Механика флуида, хидропнеуматска, гасна и нафтна техника, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан
4. Др Слободан Ташин, доцент, УНО: Механика флуида, хидропнеуматска, гасна и нафтна техника, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан
5. Др Синиша Бикић, ванредни професор, УНО: Механика флуида, хидропнеуматска, гасна и нафтна техника, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, 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.