

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Abdoalmonaim S.M. Alghlam-a.**

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 2404/2 од 26.12.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Abdoalmonaim S.M. Alghlam-a, мастер инжењера машинства**, под насловом

Нумеричка симулација прелазних процеса у гасоводима **(Numerical simulation of natural gas pipeline transients)**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат **Abdoalmonaim S.M. Alghlam**, студент докторских студија, уписао је прву годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2014/15. године. Током студија положио је све испите предвиђене планом и програмом докторских академских студија. На основу исказаних интересовања, студиозног рада и договора са проф. др Владимиром Стевановићем, урадио је и одбранио Пројекат идеје дисертације, из којег је дефинисана сама тема.

Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку бр. 1170/2 од 11.07.2019. године којом је прихваћена тема докторске дисертације под називом „Нумеричка симулација прелазних процеса у гасоводима“ („Numerical simulation of natural gas pipeline transients“), именован ментор проф. др Владимир Стевановић и именована Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације у саставу:

- Проф. др Владимир Стевановић, ментор, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду,
- Проф. др Милош Бањац, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду,
- Проф. др Александар Тоћић, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу,
- др Сања Миливојевић, доцент Машинског факултета Универзитета у Београду,

- др Милан Рајковић, научни саветник Института за нуклеарне науке Винча Универзитета у Београду.

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације бр. 1170/3 од 18.08.2019. године и Одлуке Наставно- научног већа Машинског факултета у Београду бр. 1170/4 од 29.08.2019. године да се прихвата предлог о испуњености услова кандидата и научној заснованости теме докторске дисертације, Машински факултет је поднео захтев Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да се кандидату одобри израда дисертације под називом „Нумеричка симулација прелазних процеса у гасоводима“ („Numerical simulation of natural gas pipeline transients“).

Израда докторске дисертације под насловом „Нумеричка симулација прелазних процеса у гасоводима“ („Numerical simulation of natural gas pipeline transients“) кандидата Abdoalmonaim S.M. Alghlam-a, под менторством проф. др Владимира Стевановића, одобрена је Одлуком Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, број 61206-3296/2-19 од 03.10.2019 године.

На основу обавештења проф. др Владимира Стевановића, ментора, број 2404/1 од 20.12.2019. године да је кандидат Abdoalmonaim S.M. Alghlam завршио докторску дисертацију под насловом „Нумеричка симулација прелазних процеса у гасоводима“ („Numerical simulation of natural gas pipeline transients“), Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку број 2404/2 од 26.12.2019. године о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- Проф. др Владимир Стевановић, ментор, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду,
- Проф. др Милош Бањац, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду,
- Проф. др Александар Тоћић, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу,
- др Сања Миливојевић, доцент Машинског факултета Универзитета у Београду,
- др Милица Илић, научни сарадник Иновационог центра Машинског факултета у Београду, Универзитета у Београду.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација Abdoalmonaim S.M. Alghlam-a, под насловом „Нумеричка симулација прелазних процеса у гасоводима“ припада области техничких наука - машинство, ужа научна област термоенергетика, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

Израдом докторске дисертације руководио је проф. др Владимир Стевановић, редовни професор на Катедри за термоенергетику Машинског факултета Универзитета у Београду. Као аутор или коаутор до сада је публикувао 33 рада у часописима са SCI листе.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Abdoalmonaim S.M. Alghlam је рођен 12.04.1973. године у Либији. Основне академске студије машинства завршио је на Zawia универзитету у Либији у периоду од 1992. до 1997. године. Мастер студије Master of Science - MSc из области производног инжењерства завршио је у Великој Британији на универзитету Liverpool John Moores University u periodu od 2006. do 2007. godine, a мастер студије Master of Engineering - ME 2012. godine на Универзитету за технологију у Малезији одбранивши рад под насловом Нумеричка шема за моделирање струјања природног гаса у прекограничним гасоводима. Био је запослен као

предавач на Факултету за инжењерство на Sabrath University у Либији. Докторске студија на Машинском факултету у Београду уписао је школске 2014/2015. године.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Abdoalmonaim S.M. Alghlam-a, под називом „Нумеричка симулација прелазних процеса у гасоводима“ садржи: 192 стране формата А4, 42 слике, 7 табела и списак коришћене литературе који садржи 102 референце. Дисертација је написана на енглеском језику.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Преглед литературе
3. Основе струјања природног гаса у гасоводима
4. Поставка модела и алгоритама решавања
5. Валидација компјутерског програма
6. Прелазни процеси у магистралном гасоводу
7. Закључак

Литература

Осим наведеног, дисертација садржи резиме на српском и енглеском језику, садржај, номенклатуру, прилоге, као и биографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу 1 је приказана структура коришћења примарних енергетских извора у свету са уделом природног гаса. Приказ обухвата претходни период, садашње стање и средњорочне пројекције. Предмет истраживања и циљеви у оквиру рада на дисертацији су образложени приказом могућих техничких решења за транспорт природног гаса од извора до потрошача, са посебним нагласком на предности транспорта гаса магистралним и дистрибутивним гасоводима. Указано је на значај предвиђања прелазних процеса у гасоводима. Изложени су предмет и циљеви истраживања у оквиру докторске дисертације, коришћене методе истраживања, структура и садржај поглавља и главни остварени доприноси истраживања у оквиру дисертације.

У поглављу 2 је дат преглед досадашњих истраживања процеса транспорта природног гаса у гасоводима. Приказ обухвата стационарне и прелазне услове рада гасовода, мотиве за спровођење ових истраживања, коришћене методе истраживања и значај остварених резултата. На основу приказаних досадашњих резултата указано је на потребу даљег истраживања прелазних процеса у магистралним гасоводима и са тог становишта је образложена и тема овде изложене докторске дисертације кандидата.

У поглављу 3 су приказане термофизичке карактеристике природног гаса, струјни и термички параметри у гасним мрежама и магистралним гасоводима, билансне једначине масе и количине кретања које се користе за описивање струјања гаса у цевоводима и могуће методе њиховог решавања.

У поглављу 4 је приказана примена нумеричке методе карактеристика за решавање билансних једначина масе и количине кретања у облику парцијалних диференцијалних једначина хиперболичног типа, а којима је описано нестационарно струјање компресибилног

флуида у цевним мрежама. Изведени су потребни гранични услови и приказан је алгоритам нумеричког поступка решавања модела струјања природног гаса у цевним мрежама.

У поглављу 5 су приказани физички и нумерички експерименти прелазних процеса у гасоводима, који су доступни у литератури, а који су искоришћени за валидацију модела и компјутерског програма који су развијени у оквиру ове докторске дисертације. Нумерички резултати добијени компјутерским програмом који је развио кандидат у оквиру докторске дисертације су упоређени са резултатима доступним у литератури и показано је добро слагање, што показује поузданост предвиђања прелазних процеса у гасоводима помоћу поступка који је развио кандидат.

У поглављу 6 су спроведене анализе прелазних процеса у магистралном гасоводу велике дужине, до којих може доћи при поремећајима у снабдевању гаса на улазу у гасовод или при поремећајима у преузимању гаса од стране потрошача или даљих преносних система на излазу из магистралног гасовода. Сагледана је акумулациона способност гасовода у овим прелазним режимима, као и временски периоди у часовним интервалима током којих гасовод може да задовољи потребе потрошача иако је дошло до поремећаја у извору гаса, односно да преузима гас из извора иако је обустављено коришћење гаса. У оквиру овог поглавља је спроведена и анализа утицаја термичких процеса на промену притиска у магистралном гасоводу велике дужине. Обухваћени су размена топлоте између гасовода и околне средине и промене температуре гаса услед пораста притиска при акумулацији гаса или услед смањења притиска при нестационарном пражњењу гасовода.

У поглављу 7 су збирно приказани остварени резултати у оквиру израде докторске дисертације са посебним нагласком на научне доприносе и могућу примену остварених резултата у инжењерској пракси.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предвиђање прелазних процеса у гасоводима је савремена тема истраживања, која је у спрези са развојем компјутерске технике и ефикасних нумеричких метода за симулацију и анализу струјних и термичких процеса. Од значаја је за обезбеђење сигурног, поузданог и економичног погона сложених гасоводних мрежа и магистралних гасовода. Резултати симулација и анализа прелазних процеса у гасоводима су подлога за дефинисање оперативних процедура погона при дејству поремећаја, дефинисање оптималних пројектних решења, детекцију поремећаја и др. Савременост истраживања се огледа и у већем броју радова који се објављују у водећим међународним часописима на тему истраживања прелазних процеса у магистралним гасоводима.

Спроведене симулације и анализе прелазних процеса у магистралном гасоводу велике дужине од преко 500 km су оригинални. До сада у литератури нису објављени резултати који показују акумулациону способност магистралних гасовода при поремећају утицања, а са несметаним снабдевањем потрошача у дужем временском периоду, односно при престанку истицања гаса ка потрошачима и са могућношћу несметаног складиштења гаса. Такође, у дисертацији су развијени оригинални аналитички изрази за одређивање спрегнуте промене температуре и притиска при акумулацији или пражњењу магистралног гасовода. Добијени изрази се користе и за одређивање грешке која се прави када се реални прелазни процеси у гасоводима апроксимирају изотермским процесима, што представља оригинални поступак.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе која је коришћена у дисертацији дат је као посебна целина, где су литерални наводи дати према редоследу цитирања у дисертацији. Прегледом цитиране литературе, може се закључити да је кандидат Abdoalmonaim S.M. Alghlam при изради дисертације користио актуелну и референтну литературу.

На основу цитиране литературе кандидат је приказао тренутно стање у области нумеричких симулација и анализа прелазних процеса у гасоводима, указао је на нерешене проблеме и поставио је циљеве истраживања у оквиру дисертације. Такође, сопствене резултате је упоредио са резултатима из литературе у циљу валидације истраживања спроведених у оквиру дисертације. У дисертацији је коришћена 101 референца. Кандидат је коректно проучио и цитирао наведене изворе.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидат је користио следеће научне методе:

- систематско проучавање и класификација литературе са становишта анализе и поређења различитих метода и остварених резултата;
- математичко моделирање нестационарног струјања компресибилног флуида у цевним мрежама коришћењем закона конзервације масе и количине кретања, као и једначина стања и термофизичких карактеристика флуида;
- решавање модела струјања гаса у цевним мрежама, који је заснован на систему парцијалних диференцијалних једначина хиперболичког типа, применом нумеричке методе карактеристика;
- развој сопственог компјутерског програма за симулације и анализе прелазних процеса у гасоводима;
- валидација развијеног модела и компјутерског програма спровођењем симулација и анализа физичких и нумеричких експеримената који су приказани у литератури и поређењем сопствених резултата са резултатима других аутора из литературе;
- спровођење нумеричких симулација и анализа прелазних процеса у магистралном гасоводу велике дужине,
- развој аналитичких модела за одређивање грешке која се уводи применом изотермског модела струјања природног гаса у магистралним гасоводима,
- индукција закључака о карактеристикама прелазних процеса у магистралним гасоводима на основу добијених резултата.

Примењене научне методе су адекватне и у потпуности обезбеђују остваривање научних доприноса, валидацију резултата и показују могућност њихове примене.

3.4. Применљивост остварених резултата

Развијени поступак нумеричке симулације прелазних процеса у гасним мрежама је применљив за поуздано предвиђање временских периода током којих магистрални гасовод може да задовољи потребе потрошача при дејству поремећаја у снабдевању гасом на месту извора, као и за предвиђање акумулације гаса из гасних извора при дејству различитих врста поремећаја на страни потрошње. Добијени резултати су подлога за дефинисање оперативних процедура погона и пројективање гасоводних мрежа.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Чланови Комисије сматрају да је кандидат Abdoalmonaim S.M. Alghlam током израде докторске дисертације показао стручност, знање и способност да самостално препозна и

систематски решава инжењерске и научне probleme, да користи расположиву литературу и примењује савремене теоријске и нумеричке методе. Остварени резултати докторске дисертације показују способност кандидата за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни доприноси су следећи:

(а) спроведене су симулације и анализе прелазних процеса у магистралним гасоводима велике дужине, на основу којих су одређени акумулациона способност гасовода у прелазним режимима рада и временски интервали током којих се могу задовољити потребе потрошача при поремећају утицања у гасовод на месту извора гаса, односно током којих се може преузети гас из извора и складиштити у оквиру запремине магистралног гасовода у периодима поремећаја у потрошњи или предаји гаса у терминалима за даљу дистрибуцију; ови резултати су приказани у поглављу 6.1 Анализа понашања гасовода током прелазних режима у оквиру „Западног либијског гасног пројекта“ (Analyses of transient behavior of gas pipeline of the Western Libya Gas Project) и публиковани су у раду категорије M22 који је наведен под 1. у поглављу 4.3 овог извештаја;

(б) развој аналитичких модела за утврђивање утицаја термичких ефеката на динамичку промену струјних параметара у магистралним гасоводима, као и одређивање грешке при одређивању промене притиска у магистралним гасоводима применом изотермских модела струјања гаса; ови резултати су приказани у поглављу 6.2 Термички ефекти у дугом магистралном гасоводу (Thermal effects in long transmission natural gas pipeline) и публиковани су у раду категорије M22 који је наведен под 1. у поглављу 4.3 овог извештаја;

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У односу на постојеће стање истраживања прелазних процеса у гасоводима, резултати наведени под (а) и (б) у претходном поглављу 4.1 овог извештаја су унапређење научних знања зато што су:

(а) први пут анализирани прелазни процеси у магистралним гасоводима велике дужине, до којих долази услед поремећаја у извору гаса и при испоруци гаса потрошачима, односно до сада нису били сагледани временски интервали током којих магистрални гасовод може да у потпуности задовољи потребе потрошача при поремећају у извору гаса, као и временски интервали током којих се у потпуности може преузети гас из извора, а при престанку испоруке потрошачима.

(б) развијен је аналитички модел који омогућава одређивање грешке која се уводи апроксимацијом пуњења или пражњења гаса изотермским процесом, а који до сада није био расположив у литератури; коришћењем развијеног модела одређен је опсег грешке која се уводи коришћењем изотермског модела струјања у магистралном гасоводу.

4.3. Верификација научних доприноса

Резултати остварени у оквиру докторске дисертације кандидата Abdoalmonaim S.M. Alghlam-a су објављени у раду:

Категорија M22:

1. **Alghlam, A.S.M.**, Stevanovic, V.D., Elgazdorib, E.A., Banjac, M., Numerical simulation of natural gas pipeline transients, *Journal of Energy Resources Technology - Transactions of the ASME*, vol. 141, paper 102002, pp. 1-14, 2018 (**IF=2,759**) (ISSN: 0032-5910).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљног прегледа докторске дисертације, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је докторска дисертација под називом „**Нумеричка симулација прелазних процеса у гасоводима**“ („**Numerical simulation of natural gas pipeline transients**“), кандидата **Abdoalmonaim S.M. Alghlam-a**, мастер инжењера машинства, урађена према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и да је у складу са Статутом и Правилником о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, Комисија констатује да је кандидат **Abdoalmonaim S.M. Alghlam**, мастер инжењер машинства успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања и да докторска дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносима у области машинства. Кандидат је дошао до оригиналних научних резултата који су успешно верификовани и који се могу применити у инжењерској пракси.

Имајући у виду све наведено, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу да се докторска дисертација под називом „**Нумеричка симулација прелазних процеса у гасоводима**“ („**Numerical simulation of natural gas pipeline transients**“) кандидата **Abdoalmonaim S.M. Alghlam-a**, студента Докторских студија, прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду,
06. 02. 2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Владимир Стевановић, редовни професор, ментор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Милош Бањац, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Александар Ђоћић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Сања Миливојевић, доцент
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Милица Илић, научни сарадник
Универзитет у Београду, Иновациони центар
Машинског факултета у Београду