

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
 ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ „МИХАЈЛО ПУПИН“
 ЗРЕЊАНИН

ОБРАЗАЦ 6.

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
 „ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕРМИЧКИХ И ХИДРАУЛИЧКИХ ПАРАМЕТАРА ТРАНСПОРТА
 СИРОВЕ НАФТЕ ЦЕВИМА“
 Кандидат МСц Јасна Толмач

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију</p> <p>На основу Одлуке Наставно-научног већа Техничког факултета „Михајло Пупин“ у Зрењанину од 01. 06. 2020., именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације.</p> <p>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:</p> <p>Проф. др Вјекослав Сајферт, ред. Проф. Физика, 07. 04. 2009. Технички факултет «Михајло Пупин» Зрењанин, Универзитет у Новом Саду. Председник Проф. др Дејан Радић, ред. Проф. Процесна техника, 22. 06. 2016. Универзитет у Београду, Машински факултет у Београду. Члан Проф. Др Снежана Драгићевић, ред. Проф. Термотехника и термоенергетика, 28. 02. 2013. Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука у Чачку. Члан Проф. др Владимир Шиник, ванр. Проф. Индустрijско инжењерство, 05. 03.2020. Технички факултет «Михајло Пупин» Зрењанин, Универзитет у Новом Саду. Члан Проф. др Славица Првуловић, ред. проф. Индустрijско инжењерство, 14. 09. 2015. Технички факултет «Михајло Пупин» Зрењанин, Универзитет у Новом Саду. Ментор</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Јасна Драгиша Толмач</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 24.01.1985. Зрењанин, Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, Индустрijско инжењерство, Мастер инжењер индустријског инжењерства; Машинско инжењерство, Мастер инжењер машинства.</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија Инжењерски менаџмент, 2014.</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>„ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕРМИЧКИХ И ХИДРАУЛИЧКИХ ПАРАМЕТАРА ТРАНСПОРТА СИРОВЕ НАФТЕ ЦЕВИМА“</p>

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација припада ужој научној области Индустијско инжењерство, односно научној дисциплини Машинство. Написана је на српском језику латиничним писмом. Основни текст дисертације садржи 17 поглавља, списак литературе и пратеће садржаје на 150 страна. Преглед садржаја дисертације:

1. УВОД
2. МЕТОДОЛОШКИ КОНЦЕПТ
 - 2.1. Проблем истраживања
 - 2.2. Предмет истраживања
 - 2.3. Циљ истраживања
 - 2.4. Хипотеза
 - 2.5. Методе истраживања
3. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА И САЗНАЊА ИЗ ЛИТЕРАТУРЕ
4. ИДЕНТИФИКАЦИЈА КЉУЧНИХ ПАРАМЕТАРА ИСТРАЖИВАЊА
 - 4.1. Пад притиска при изотермном струјању
 - 4.2. Пад температуре дуж нафтовода при сталном протоку
 - 4.3. Коefицијент преноса топлоте
 - 4.4. Пад притиска при неизотермном струјању
 - 4.5. Коefицијент трења
 - 4.6. Коefицијент конвективних губитака услед струјања ветра
 - 4.7. Коefицијент губитака за укопани нафтовод у земљу
 - 4.8. Пад притиска и снага пумпе
 - 4.9. Редно и паралелно повезивање пумпи
 - 4.10. Количина топлоте за загревање сирове нафте у резервоару
 - 4.11. Количина топлоте за загревање нафтовода
5. ОПИС ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ПОСТРОЈЕЊА
6. КОЕФИЦИЈЕНТ ПРЕНОСА ТОПЛОТЕ КРОЗ НАФТОВОД (пречника $D_{ca}=323,9$ mm, дужине $l=1550$ m) – ИЗОТЕРМНО СТРУЈАЊЕ
 - 6.1. Одређивање коefицијента преноса топлоте кроз нафтовод пречника $D_{ca}=323,9$ mm
 - 6.2. Резултати истраживања коefицијента преноса топлоте и дискусија
 - 6.2.1. Анализа утицајних параметара на коefицијент преноса топлоте
7. ПРЕЛАЗ ТОПЛОТЕ СА ТРАНСПОРТОВАНЕ СИРОВЕ НАФТЕ НА ЦЕВОВОД (пречника $D_{ci}=301,7$ mm, дужине $l=1550$ m) – ИЗОТЕРМНО СТРУЈАЊЕ
 - 7.1. Резултати истраживања коefицијента прелаз топлоте и дискусија
 - 7.1.1. Анализа утицајних параметара на коefицијент прелаз топлоте
8. ПАД ПРИТИСКА ПРИ ТРАНСПОРТУ НАФТОВОДОМ (пречника $D_{ca}=323,9$ mm, и дужине $l=1550$ m) – ИЗОТЕРМНО СТРУЈАЊЕ
 - 8.1. Одређивање пада притиска
 - 8.2. Резултати истраживања пада притиска, снаге пумпе и дискусија
 - 8.2.1. Анализа утицајних хидрауличких параметара на снагу пумпе
9. КОЕФИЦИЈЕНТ ТРЕЊА ПРИ ТРАНСПОРТУ НАФТОВОДОМ (пречника $D_{ca}=323,9$ mm, дужине $l=1550$ m) – ИЗОТЕРМНО СТРУЈАЊЕ
 - 9.1. Одређивање коefицијента трења
 - 9.2. Резултати истраживања коefицијента трења и дискусија
 - 9.2.1. Анализа утицајних параметара на коefицијент трења
10. КОЕФИЦИЈЕНТ ПРЕНОСА ТОПЛОТЕ КРОЗ НАФТОВОД (пречника $D_{ca}=457$ mm, дужине $l=91000$ m) – НЕИЗОТЕРМНО СТРУЈАЊЕ
 - 10.1. Одређивање коefицијента преноса топлоте кроз нафтовод пречника $D_{ca}=457$ mm
 - 10.2. Резултати истраживања коefицијента преноса топлоте и дискусија

- 10.2.1. Анализа утицајних параметара на коефицијент преноса топлоте кроз нафтовод
- 11. ПРЕЛАЗ ТОПЛОТЕ СА ТРАНСПОРТОВАНЕ СИРОВЕ НАФТЕ НА ЦЕВОВОД (пречника $D_{ci}=428,4$ mm, дужине $l=91000$ m) – НЕИЗОТЕРМНО СТРУЈАЊЕ
 - 11.1. Одређивање коефицијента прелаза топлоте
 - 11.2. Резултати истраживања коефицијента прелаза топлоте и дискусија
 - 11.2.1. Анализа утицајних параметара на коефицијент прелаза топлоте
- 12. ПАД ТЕМПЕРАТУРЕ ДУЖ МАГИСТРАЛНОГ НАФТОВОДА (пречника $D_{ca}=457$ mm, дужине $l=91000$ m)
 - 12.1. Одређивање пада температуре дуж магистралног нафтовода
 - 12.2. Резултати истраживања пада температуре и дискусија
 - 12.2.1. Анализа утицајних параметара на пад температуре дуж магистралног нафтовода
- 13. ПАД ПРИТИСКА ПРИ ТРАНСПОРТУ МАГИСТРАЛНИМ НАФТОВОДОМ (пречника $D_{ca}=457$ mm, дужине $l=91000$ m) - НЕИЗОТЕРМНО СТРУЈАЊЕ
 - 13.1. Одређивање пада притиска
 - 13.2. Резултати истраживања пада притиска, снаге пумпе и дискусија
 - 13.2.1. Анализа утицајних параметара на снагу пумпе
- 14. КОЕФИЦИЈЕНТ ТРЕЊА ПРИ ТРАНСПОРТУ НАФТОВОДОМ (пречника $D_{ca}=457$ mm, дужине $l=91000$ m) – НЕИЗОТЕРМНО СТРУЈАЊЕ
 - 14.1. Одређивање коефицијента трења
 - 14.2. Rezultati istraživanja koeficijenta trenja i duskusija
 - 14.2.1. Analiza uticajnih parametara na koeficijent trenja
- 15. АНАЛИЗА И ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА
- 16. ЗАКЉУЧАК
- 17. ЛИТЕРАТУРА

Испред основног текста налазе се још насловна страница рада, кључна документацијска информација и садржај рада. Текст дисертације садржи 56 табела, 32 слике и 100 литературних референци.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У оквиру ове тезе извршена су експериментална и теоријка истраживања термичких и хидрауличких параметара транспорта сирове нафте у реалним условима рада нафтовода. У дисертацији су приказани резултати истраживања радних параметара цевоводног транспорта сирове нафте на конкретном нафтоводу у реалним условима рада.

У првом поглављу истакнут је кратак историјат, значај и развој индустрије нафте који обухвата: истраживање, производњу, транспорт и прераду. Дате су основе припреме сирове нафте за транспорт цевоводима, као и основне карактеристике магистралних нафтовода. Истакнуте су предности цевоводног транспорта сирове нафте у економском и еколошком погледу у односу на остале системе транспорта.

У другом поглављу дати су методолошки елементи и концепт истраживања. Дефинисани су: проблем, предмет, циљ и хипотеза истраживања као и методе истраживања.

Хипотеза истраживања - Према литературним изворима [67, 68], [72], коефицијент преноса - пролаза топлоте кроз нафтовод се креће у широком опсегу и износи: $k = (0,40 - 3,50) \text{ W/m}^2 \text{ K}$. У зависности од дебљине изолације вредности за коефицијент преноса топлоте кроз нафтовод могу да буду и веће. За добро изоловане нафтоводе вредности за (k) , су знатно мање, а за лоше изоловане и неизоловане нафтоводе, вредности за (k) су знатно веће. Очекује се да ће се на основу резултата истраживања добити коефицијент преноса топлоте у датим границама. На основу прегледа и сазнања из литературе [51], [68], коефицијент провођења топлоте се налази у опсегу: $kD_m = (0,140 - 0,725) \text{ W/m K}$. Предпоставка је да ће се, на основу резултата истраживања добити коефицијент провођења топлоте у датим границама.

На основу сазнања из литературе [53], [68], вредности специфичног пада притиска у нафтоводу крећу се у релативно широком опсегу $\Delta p_s = 0,023 - 0,740 \text{ (bar/100m)}$. Очекује се да ће се на основу резултата истраживања добити одговарајући пад притиска у датим границама.

Загревањем сирове нафте пре увођења у цевовод, очекује се повољан ефекат у погледу повећања нивоа поузданости транспорта. На основу утврђених радних параметара и карактеристике цевовода, предпоставка је да ће се погонска тачка пумпне станице налазити у ужој области и бити што ближа оној тачки за коју је пумпна станица пројектована.

Такође се предпоставља да ће се загревањем нафте пре увођења у цевовод, обезбедити оптимални услови транспорта у погледу смањења пада притиска и снаге пумпе. Избором реалних и оптимавних параметара рада у домену експлоатационих карактеристика нафтовода може се обезбедити виша ефикасност рада нафтовода.

У трећем поглављу дат је преглед досадашњих истраживања и сазнања из литературе. И поред великих напора који се чине у свету и код нас, у циљу добијања података, који су меродавни при пројектовању нафтовода, може се рећи да се и данас појављују недовољно економична решења транспорта сирове нафте цевима. Прегледом досадашњих истраживања из расположиве литературе, установљено је да не постоји довољно квалитативних и квантитативних података за цевоводни транспорт сирове нафте. Због тога су неопходна истраживања у овој области у циљу изналажења модела и нумеричких вредности релевантних параметара оптималног транспорта који би што реалније одговарали стварним системима.

У шестом поглављу дати су резултати истраживања коефицијента преноса - пролаза топлоте кроз нафтовод (3), ($D_{ca} = 323 \text{ mm}$, $l = 1550 \text{ m}$), при изотермном струјању и анализа утицајних параметара режима струјања, протока и дебљине изолације на коефицијент преноса топлоте. Приказане су емпиријске формуле и криве међусобних зависности кључних параметара:

-Зависност коефицијента прелаза топлоте са транспортоване сирове нафте на цевовод (α_i) и протока (q).

-Зависност коефицијента прелаза топлоте са транспортоване сирове нафте на цевовод (α_i) и Рејнолдсовог броја (Re).

-Зависност коефицијента преноса (k) и дебљине изолације цевовода (s).

-Зависност коефицијента провођења топлоте (kD_m) и дебљине изолације цевовода (s).

На основу тога дата је анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци погл. 6.

У седмом поглављу дате су емпиријске једначине прелаза топлоте за нафтовод (3), (пречника $D_{ca}=323$ mm, и дужине $l=1550$ m), при изотермном струјању и анализа утицајних термичких и хидрауличких параметара. Добијене су експерименталне једначине и криве међусобних зависности кључних параметара, које карактеришу прелаз топлоте са транспортоване сирове нафте на зид цевовода:

-Зависност Нуселтовог броја (Nu) од Рејнолдсовог броја (Re) и пречника цевовода (D_{ci}) и коефицијента провођења топлоте сирове нафте (λ_n).

-Зависност Нуселтовог броја (Nu) од протока (q) и пречника цевовода (D_{ci}) и коефицијента провођења топлоте сирове нафте (λ_n).

-Зависност Нуселтовог броја (Nu) од Рејнолдсовог броја (Re).

-Емпиријска формула прелаза топлоте, која приказује зависност коефицијента прелаза топлоте са транспортоване сирове нафте на цевовод (α_i), од Рејнолдсовог броја (Re).

На основу тога дата је анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци погл. 7.

У осмом поглављу презентовано је експериментално истраживање и резултати за нафтовод ($D_{ca}=323$ mm, $l=1550$ m) – изотермно струјање. Извршена је анализа утицајних хидрауличких параметара пада притиска, протока и вискозности флуида на снагу пумпе. Применом теорије корелација на резултате испитивања добијене су експерименталне једначине и криве зависности оптималних параметара снаге пумпе, протока и пада притиска:

-Зависност снаге пумпе од протока.

-Зависност пада притиска од протока.

-Зависност градијента пада притиска и масеног протока.

На основу тога дата је анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци погл. 8.

У деветом поглављу дати су резултати испитивања утицајних параметара коефицијента трења Рејнолдсовог броја и протока и њихове корелационе зависности, за нафтовод ($D_{ca}=323$ mm, $l=1550$ m). Варирањем радних параметара, добијене су емпиријске једначине и криве које приказују међусобне зависности кључних параметара:

- Зависност коефицијента трење (λ) и Рејнолдсовог броја (Re).

-Зависност коефицијента трења (λ) и протока (q).

На основу тога дата је анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци погл. 9.

У десетом поглављу дати су резултати истраживања коефицијента преноса - пролаза топлоте кроз магистрални нафтовод (5), ($D_{ca}=457$ mm, $l=91.000$ m), при неизотермном струјању. Анализан је утицај режима струјања, протока и дебљине изолације цевовода на коефицијенте преноса топлоте. Применом теорије корелација на резултате испитивања добијене су емпиријске једначине и криве међусобних зависности кључних параметара:

-Емпиријска једначина зависности коефицијента преноса топлоте (k) и дебљине изолације (s).

-Емпиријска једначина зависности коефицијента провођења топлоте (kD_m) и дебљине изолације (s).

-Емпиријска једначине зависности коефицијента преноса топлоте (k) и протока (q) за различите вредности дебљине изолације (s).

На основу тога дата је анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци погл. 10.

У једанаестом поглављу дате су емпиријске једначине прелаза топлоте за магистрални нафтовод (5), (пречника $D_{ca}=457$ mm, и дужине $l=91.000$ m), при неизотермном струјању и анализа утицајних параметара. Резултати експерименталних истраживања корелисани су експерименталним - феноменолошким једначинама. Дефинисане су криве и једначине које описују међусобне зависности кључних параметара, који описују прелаз топлоте са транспортоване нафте на зид цевовода:

-Зависност Нуселтовог броја (Nu) од протока (q) и пречника цевовода (D_{ci}) и коефицијента провођења топлоте сирове нафте (λ_n).

-Зависност Нуселтовог броја (Nu) од Рејнолдсовог броја (Re).

-Емпиријска једначина прелаза топлоте која приказује зависност коефицијента прелаза топлоте са транспортоване сирове нафте на цевовод (α_i), од Рејнолдсовог броја (Re) и пречника цевовода (D_{ci}) и коефицијента провођења топлоте сирове нафте (λ_n).

На основу тога дата је анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци погл. 11.

У дванаестом поглављу дати су резултати испитивања и анализа утицајних параметара на пад температуре дуж магистралног нафтовода (5), ($D_{ca}=457$ mm, $l=91.000$ m). Варирањем радних параметара дефинисане су криве топлотних губитака и утврђене експерименталне једначине које их описују:

-Зависност топлотних губитака кроз нафтовод, времена транспорта и дужине нафтовода.

- Зависност промене температуре дуж нафтовода, за разне капацитете транспорта и дужине нафтовода.

На основу садржаја парафина и тачке течења утврђене су оптималне полазне температуре сирове нафте.

На основу тога дата је анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци погл. 12.

У тринаестом поглављу извршена је анализа утицајних хидрауличких параметара – пада притиска, протока и вискозитета на оптималну снагу пумпе, за магистрални нафтовод (5), ($D_{ca}=457$ mm, $l=91.000$ m). Варирањем радних параметара дефинисане су криве зависности оптималног пада притиска и протока за полазну оптималну температуру нафте у опсегу 20 – 50°C и утврђене емпиријске једначине које их описују:

-Једначина зависности пада притиска и протока (Δp , q).

-Једначина зависности специфичног пада притиска и протока ($\Delta p/l$, q).

-Зависност пада притиска и масеног протока сирове нафте (Δp , G).

-Једначина зависности оптималног пречника цевовода и протока (D , q).

На основу тога дата је анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци погл. 13.

У четрнаестом поглављу дати су резултати испитивања утицајних параметара коефицијента трења, Рејнолдсовог броја и протока и њихове корелационе зависности, за магистрални нафтовод (5), ($D_{ca}=457$ mm, $l=91.000$ m). Варирањем радних параметара дефинисане су криве зависности коефицијента трење (λ) и Рејнолдсовог броја (Re), као и коефицијента трења (λ) и протока (q) и експерименталне једначине које их описују:

- Зависност коефицијента трење (λ) и Рејнолдсовог броја (Re).

-Зависност коефицијента трења (λ) и протока (q).

На основу тога дата је анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци погл. 14.

У петнаестом поглављу дата је анализа и дискусија резултата истраживања и карактеристичних дијаграма и експерименталних једначина. У њему је кандидаткиња дала детаљан приказ свих резултата, систематизован према постављеним циљевима и хипотезама.

У шеснаестом поглављу дат је генерални закључак, научни допринос дисертације и потребе за даљим истраживањима. Полазећи од постављених хипотеза кандидат показује њихову основаност и приказана је дискусија резултата истраживања.

У седамнаестом поглављу наводи се литература коју је кандидаткиња користила током израде докторске дисертације и која се може оценити као потпуно релевантна. Литература је коректно цитирана. Списак литературе садржи 100 литературних извора.

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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01.јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

[1] **Jasna Tolmač**, Slavica Prvulović, Marija Nedić, Dragiša Tolmač : Analiza Parametara Cevovodnog Transporta Sirove Nafta, **Hemijska Industrija**, Vol. 74, No. 2 (2020), pp. 79-90, ISSN 2217-7426. (M23).

[2] **Jasna Tolmač**, Slavica Prvulović, Marija Nedić, Aleksandra Aleksić, Vladimir Šinik, Dragiša Tolmač: Some Aspects of Crude Oil Pipeline Transport, IX International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2019 (IIZS 2019) October 3rd-4th, 2019, Zrenjanin, Serbia. Proceedings pp.231-235, ISBN 978-86-7672-324-9; UDC: 62:005.3(082)(0.034.4) 502/504(082)(0.034.4). (M33)

[3] **Jasna Tolmač**, Slavica Prvulović, Marija Nedić, Aleksandra Aleksić, Dragiša Tolmač: Analiza Uticaja Fizičkih Karakteristika Sirove Nafta na Cevovodni Transport (Analysis Of The Influence Of Physical Characteristics Of Crude Oil In Pipeline Transport), Međunarodni Kongres o Procesnoj Industriji, Vol.32, No.1, pp.105-109, 30. i 31. maj 2019, Sava Centar, Beograd, Srbija. ISBN 978-86-81505-94-6, (M33)

[4] **Jasna Tolmač**, Dragisa Tolmač, Slavica Prvulovic, Aleksandra Aleksić: Basic Elements of Crude Oil Pipeline Transport, pp.207–211, Всероссийская научно-техническая конференция: Проблемы геологии, разработки и эксплуатации месторождений и транспорта трудноизвлекаемых запасов углеводородов, 02–03 ноября 2017 года, УХТА. ISBN 978–5–906991–66–9 UDC 622.276 (061.3). (M33)

[5] **Jasna Tolmač**, Slavica Prvulović, Dragiša Tolmač, Marija Nedić: Oil Products and Pumping Stations, VII International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2017 (IIZS 2017), October 12-13th, 2017, Zrenjanin, Serbia. Proceedings pp.44-49, ISBN: 978-86-7672-303-4; UDC: 62:005.3(082) 502/504(082). (M33)

[6] Dragiša Tolmač, **Jasna Tolmač**, Slavica Prvulović, Marija Nedić: Technologies of Raw Oil Dehydration, VII International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2017 (IIZS 2017), October 12-13th, 2017, Zrenjanin, Serbia. Proceedings pp.191-195, ISBN: 978-86-7672-303-4; UDC: 62:005.3(082) 502/504(082). (M33)

[7] Dragiša Tolmač, **Jasna Tolmač**, Slavica Prvulović: Selection Of Optimal Parameters Pipeline - Criteria, Investments in Oil Pipeline, Annual Costs, pp.128-132, VI International Conference Industrial Engineering And Environmental Protection 2016 (IIZS 2016), October 13-14th, 2016, Zrenjanin, Serbia, ISBN: 978-86-7672-293-8 UDC: 62:005.3(082) 502/504(082), (M33)

[8] **Jasna Tolmač**, Dragiša Tolmač: Optimal Parameters Pipeline - Optimal Route Selection, Selection of Optimal Pipeline Diameter, pp.133-136, VI International Conference Industrial Engineering And Environmental Protection 2016 (IIZS 2016), October 13-14th, 2016, Zrenjanin, Serbia, ISBN 978-86-7672-293-8 UDC: 62:005.3(082) 502/504(082). (M33)

[9] **Jasna Tolmač**, Aleksandra Aleksić. : Analysis Of Possibilities of Applying Bernoulli's Equation in Technique, V International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2015 (IIZS 2015), Proceedings pp.236-241. October 15-16th, 2015, Zrenjanin, Serbia. ISBN: 978-86-7672-264-8 UDC: 62:005.3(082) 502/504(082). (M33)

[10] A. Aleksić, **J. Tolmač**, R. Mičić, D. Tolmač, S. Prvulović. : Rekonstrukcija Peći za Predgrevanje Sirove Nafta U Cilju Povećanja Energetske Efikasnosti Procesa Destilacije, Energetske Tehnologije, pp.27-30, God. 12. Br. 4. (2015) ISSN 1451-9070. (M53)

[11] **Jasna Tolmač**, Slavica Prvulović, Dragiša Tolmač: Proizvodnja i Prerada Sirove Nafta (Manufacture and processing of raw oil), Energetske Tehnologije, br. 3. (2016) , pp.39-43. ISSN 1451-9070 UDK 620.9 (082). (M53)

[12] **Jasna Tolmač**, Slavica Prvulović, Dragiša Tolmač: Tehnologija Transporta Sirove Nafta Naftovodima (Technology transport of crude oil pipelines), Energetske Tehnologije, br. 3. (2016) , pp.44-46. ISSN 1451-9070 UDK 620.9 (082). (M53)

[13] **Jasna Tolmač**, Sanja Stankov, Slavica Prvulović, Dragiša Tolmač: Dinamički Plan Izgradnje Bušotinskog Cevovoda (Dynamic plan building business pipeline), Energetske Tehnologije, br. 3. (2016), pp.47-50. ISSN 1451-9070 UDK 620.9 (082) (M53)

[14] Tolmač, D., Prvulović, S., **Tolmač, J.** : Racionalizacija potrošnje energije u industriji, Monografija, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, 2014. ISBN 978-86-7672-230-3. (M42).

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Анализа и дискусија резултата истраживања, као и закључци, дати су оквиру сваког погл. 6 – 14, посебно. Резултати истраживања и њихова анализа омогућују извођење следећих закључака:

У поглављу шест, дефинисани су главни утицајни параметри на коефицијент пролаза топлоте (k), кроз нафтовод (3), (пречника $D_{ca}=323$ mm, дужине $l=1550$ m). Коефицијент прелаза топлоте са транспортоване сирове нафте на цевовод (α_i), расте са порастом Рејнолдсовог броја. Рејнолдсов број се креће у опсегу $Re=25.625 - 75.000$ и повећава се, са смањењем вискозитета сирове нафте и порастом температуре. Обзиром да је $Re > 2320$, струјање кроз нафтовод (3) је турбулентно. Порастом протока и Рејнолдсовог броја, долази до пораста коефицијента прелаза топлоте са сирове нафте на цевовод (α_i) и укупног коефицијента преноса топлоте (k). На основу тога, при турбулентном режиму струјања добијају се и веће вредности за коефицијенте преноса топлоте. Зависност (α_i , Re) дата је следећом емпиријском једначином:

$$\alpha_i = 153.97666 + 0.00277 Re$$

Доминантан утицај на величину коефицијента преноса топлоте (k) и коефицијента провођења топлоте (kD_m), има дебљина изолације цевовода (s).

Зависност коефицијента преноса топлоте (k) и дебљине изолације (s) цевовода дата је следећом емпиријском једначином:

$$k = 1.47275 - 16.714 s + 63.6 s^2$$

Зависност коефицијента провођења топлоте (kD_m) и дебљине изолације цевовода (s), дата је следећом емпиријском једначином:

$$kD_m = 0.5845 - 6.288 s + 22.4 s^2$$

Зависност коефицијента преноса топлоте (k), од протока (q) за дебљину изолације цевовода $s = 100$ mm, дата је следећом емпиријском једначином:

$$k = 0.39094 + 0.30082 q$$

Може се закључити да су сви утицајни параметри који зависе од конструкције нафтовода константе за магистрални нафтовод (3), осим коефицијента прелаза топлоте са транспортоване сирове нафте на цевовод (α_i).

У седмом поглављу дате су емпиријске једначине прелаза топлоте са транспортоване нафте на цевовод и анализа утицајних параметара за нафтовод (3). Добијене су емпиријске једначине Нуселтовог типа, које корелишу резултате истраживања. За нафтоводе-цевоводе, може се одредити време за успостављање стационарног тока топлоте, путем упоређивања Нуселтових бројева за стационарно струјање и транзитно стање. На основу резултата испитивања добијене су емпиријске једначине, које корелишу резултате истраживања и описују прелаз топлоте са транспортоване сирове нафте на зид цевовода.

Емпиријска једначина зависности (Nu , Re):

$$Nu = 383.38339 + 0.00702 Re$$

Емпиријска једначина прелаза топлоте са транспортоване сирове нафте на цевовод:

$$\alpha_i = (\lambda_n / D_{ci}) \cdot (383.38339 + 0.00702 Re)$$

У осмом поглављу дефинисани су главну утицајни параметри на снагу пумпе и пад притиска за нафтовод (3). При транспорту сирове нафте веће вискозности, долази до већег пада притиска кроз цевовод, па је потребна пумпа веће снаге како би се остварио потребан транспорт. Пад притиска услед губитака на трење, зависи од протока, температуре и вискозности сирове нафте. Са смањењем температуре за $\Delta t=10$ °C и порастом вискозности приметно је повећање пада притиска за 3 до 4% и за толико је потребна и већа снага пумпе.

При транспорту парафинске нафте, на температури испод тачке течења, потребан је већи притисак за пумпање. Ако је обезбеђено да се флуид (нафта) одржи у кретању, неће доћи до већих проблема нити застоја.

Градијент пада притиска расте са смањењем температуре сирове нафте и повећањем протока, а опада са повећањем температуре.

Добијене су експерименталне једначине међусобних зависности оптималне снаге пумпе и протока за опсег константних температура загрејане нафте 20 – 50 °С.

Тако нпр. за $t = 20\text{ °C}$, $v = 23 \cdot 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$, добијена је следећа емпиријска једначина:

$$\Delta p = -129.388697 + 1681.503168 q - 4088.029426 q^2$$

Зависност оптималног пада притиска услед губитака на трење и протока за $t = 20\text{ °C}$, $v = 23 \cdot 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$, дата је емпиријском једначином:

$$\Delta p = -2.18347 + 62.13309 q$$

При транспорту загрејане нафте треба водити рачуна о поновном успостављању протока уколико дође до непредвиђених застоја и кварова. Ако су застоји у протоку нафте краћи биће лакше да се успостави поновни проток у нафтоводу, јер је потребан и мањи почетни притисак пумпе.

У деветом поглављу дати су утицајни параметри на коефицијент трења (λ) за нафтовод (3). Струјање кроз нафтовод (3), је изотермно. Резултати испитивање су дати за различите вредности константних температура сирове нафте (20, 30, 40, 50 °С). Повећањем температуре, смањује се вискозност сирове нафте а Рејнолдсов број расте. При томе коефицијент трења (λ) се смањује, као и губици притиска услед трења.

Зависност (λ , Re) представљена је следећом емпиријском једначином:

$$\lambda = 0.0262 - 0.00108 \cdot 10^{-4} \text{ Re}$$

Зависност коефицијента трења и протока (λ , q) дата је следећом емпиријском једначином :

$$\lambda = 0.02716 - 0.03699 q$$

Дате емпиријске једначине су у доброј сагласности са теоријском једначином:

$$\lambda = 2D \cdot \Delta p / \rho \cdot l \cdot v^2$$

При изотермном транспорту загрејане сирове нафте не долази до пада температура према крају цевовода. При томе је вискозност нафте константна у смеру струјања, па нема повећања губитака на трење у поређењу са губицима при неизотермном транспорту загрејане сирове нафте.

У поглављу десет дефинисани су главни утицајни параметри на коефицијент пролаза топлоте (k) и коефицијент провођења топлоте (kD_m), кроз магистрални нафтовод (5), (пречника $D_{ca}=457\text{ mm}$, и дужине $l=91.000\text{ m}$). Порастом протока и Рејнолдсовог броја долази до пораста коефицијента прелаза топлоте са сирове нафте на цевовод (α_i) и укупног коефицијента преноса тј. пролаза топлоте (k). На основу тога при турбулентном струјању добијају се веће вредности за коефицијенте преноса топлоте.

Зависност (α_i , Re) дата је следећом емпиријском једначином:

$$\alpha_i = 77.12882 + 0.00237 \text{ Re}$$

Доминантан утицај на величину коефицијента пролаза топлоте (k) и коефицијента провођења топлоте (kD_m), има дебљина изолације цевовода (s).

Зависност коефицијента преноса топлоте (k) и дебљине изолације цевовода дата је следећом емпиријском једначином:

$$k = 2.2195 - 0.030264 s + 1.408 \cdot 10^{-4} s^2$$

Зависност коефицијента провођења топлоте (kD_m) и дебљине изолације цевовода (s), дата је следећом емпиријском једначином:

$$kD_m = 0.975 - 0.012356 s + 5.84 \cdot 10^{-5} s^2$$

Зависност коефицијента преноса топлоте (k), од протока (q) за дебљину изолације цевовода $s = 100\text{ mm}$, дата је следећом емпиријском једначином:

$$k = 0.4703 + 0.77747 q$$

Може се закључити да су сви утицајни параметри који зависе од конструкције нафтовода константе за магистрални нафтовод (5), осим коефицијента прелаза топлоте са цевовода на околну средину тј. коефицијента губитака за укопани нафтовод у земљу (α_a) и коефицијента прелаза топлоте са транспортоване сирове нафте на цевовод (α_i). Код протока нафте при стартовању кроз незагрејани цевовод, долази до бржег хлађења нафте у односу на случај стационарног протока у загрејаном цевоводу. Величина коефицијента преноса топлоте (k) има значајан утицај на износ топлотних губитака кроз нафтовод.

У поглављу једанаест дате су емпиријске једначине прелаза топлоте са транспортоване нафте на цевовод и анализа утицајних параметара за магистрални нафтовод (5). Добијене су емпиријске једначине Нуселтовог типа, које корелишу резултате истраживања и описују прелаз топлоте са транспортоване сирове нафте на зид цевовода. При порасту Рејнолдсовог броја, долази до пораста Нуселтовог броја и коефицијента прелаза топлоте (α_i) са транспортоване сирове нафте на цевовод и укупног коефицијента преноса (k).

Једначина зависности Нуселтовог и Рејнолдсовог броја изражена је следећом корелацијом :

$$Nu = 275.09575 + 0.00848 Re$$

Једначина прелаза топлоте изражена је следећом корелацијом :

$$\alpha_i = (275.09575 + 0.00848 Re) \cdot \lambda_n / D_{ci}$$

За укупане нафтоводе-цевоводе у земљу, може се одредити време за успостављање стационарног тока топлоте у ширем опсегу, путем упоређивања Нуселтових бројева за стационарно струјање и транзитно стање.

У дванаестом поглављу дефинисани су главни утицајни параметри на пад температуре дуж магистралног нафтовода (5). Највећи утицај на величину оптималне температуре загревања сирове нафте имају: физичка својства сирове нафте, капацитет транспорта и дужина цевовода. Садржај парафина има доминантан утицај на тачку течења. Нафте са већим садржајем парафина тзв. парафинске нафте имају и вишу температуру течења.

На оптималну температуру загревања сирове нафте, пре увођења у цевовод, утиче садржај парафина, температура стињавања и конкретни услови рада нафтовода. На основу садржаја парафина и тачке течења сирове нафте утврђене су оптималне полазне температуре сирове нафте.

Минимална потрошња енергије се добија при загревању нафте са нижом тачком течења. Минимални трошкови грејања сирове нафте ће бити када се нафта загрева на оптималну почетну температуру $t_1=20$ °C, то су нафте са тачком течења +8 °C и 3% парафина. Знатно већи трошкови грејања ће бити када се сирова нафта загрева на оптималну почетну температуру $t_1=40$ °C, то су нафте са тачком течења +26 °C и 15,3% парафина. Нафте са тачком течења 18 °C и 10,5 % парафина загревају се на оптималну почетну температуру 30 °C, док се парафинске нафте са тачком течења 36 °C и 29 % парафина загревају на оптималну почетну температуру 50 °C.

При капацитету транспорта 560 – 700 m³/h, (486 - 612 t/h), почетне температуре сирове нафте $t_1 = 40$ °C, добијена је температура нафте на крају цевовода $t_2= 28 - 30$ °C. Тачка течења парафинске сирове нафте је $t = 26$ °C, па је разлика температуре 2 - 4 °C, тако да неће доћи до стињавања сирове нафте при датом капацитету транспорта. Загревањем сирове нафте пре увођења у цевовод, остварује се повећање нивоа поузданости транспорта.

При транспорту домаће парафинске нафте Војводина, Србија, брзина хлађења при стационарном топлотном и хидрауличком режиму транспорта износи (0,52 – 0,55) °C/h.

При транспорту парафинске сирове нафте неопходно је испунити услове да температура сирове нафте на крају цевовода буде већа од температуре течења. Из тих разлога треба водити рачуна о оптималним условима транспорта и загревања сирове нафте у зависности од тачке течења. Домаће нафте са нафтних поља Војводина, Србија су парафинског типа имају релативно високе температуре течења, па се сирова нафта загрева пре увођења у цевовод, како би се парафини одржали у течном стању.

При транспорту домаће парафинске нафте, време застоја неби требало да буде дуже од 24 h, јер би услед стајања и хлађења дошло до појаве чврстих честица парафина, а потом и до гелирања нафте у цевоводу. Са увозном нафтом није толики проблем. У сваком случају неопходно је да последњи планирани транспорт у низу буде са увозном нафтом, која би истиснула домаћу нафту из цевовода, која је евентуално претходила као последња шаржа.

Температура (t_2) на крају нафтовода, у корелацији са дужином цевовода (l), за одговарајући максимални капацитет транспорта од 612 t/h, дата је следећом емпиријском једначином:

$$t_2 = 39.822 - 0.00011 \cdot l$$

Средња вредност топлотних губитака износи $q_m = 138$ kJ/mh (38 W/m), при стационарном топлотном и хидрауличком режиму транспорта. При транспорту нафта се хлади и своју тополоту предаје околиној средини. Овде се ради о протоку топлоте између система (цевовода) и околине (околног тла). Топлота са цевовода више температуре, се преноси на околно тло ниже температуре. У почетку пумпања, топлотни губици су већи обзиром да је околна средина незагрејана. Како време пумпања тј. транспорта расте, топлотни губици се смањују, због загревања тла око цевовода и смањења разике температуре између цевовода и околине.

Топлотни губици су релативно мали, због загревања тла око нафтовода. Тако нпр. након 4,68 h, од почетка пумпања – транспорта, топлотни губици износе 140 kJ/mh, (39 W/m), а након 18 h, од почетка транспорта, топлотни губици износе 126 kJ/mh, (35 W/m). Модел који омогућава израчунавање губитака топлоте на целој дужини нафтовода, дат је следећом експерименталном једначином:

$$q_m = 150.166311 - 4.63442 \cdot 10^{-4} l + 2.195992 \cdot 10^{-9} l^2$$

Топлотна снага грејача (9) за грејање нафте у резервоару (1), износи $Q_{gr} = 9,30 \text{ MW}$, при загревању нафте на температуру $t_1 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$. Док су топлотни губици кроз магистрални нафтовод (5), $Q_g = 3,18 \text{ MW}$. На основу тога енергетска ефикасност је 0,658. Избором реалних и оптимавних параметара рада у домену експлоатационих карактеристика магистралног нафтовода (5), обезбеђена је виша ефикасност рада нафтовода.

У тринаестом поглављу дефинисани су главну утицајни параметри на снагу пумпе и пад притиска за магистрални нафтовод (5). При транспорту сирове нафте веће вискозности, потребан је већи пад притиска и снага пумпе. Са смањењем температуре за $\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ и порастом вискозности приметно је повећање снаге пумпе за 3 - 4 %. Снага пумпе на $20 \text{ }^\circ\text{C}$ је око 10% већа него на $50 \text{ }^\circ\text{C}$, за максимални проток кроз цевовод. Загревањем нафте, смањује се вискозност, као и губици притиска на трење при транспорту цевима и побољшавају се проточна својства. Са смањењем температуре за $\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ и порастом вискозности приметно је повећање пада притиска за 3 до 4%.

Може се закључити да је пад притиска на $20 \text{ }^\circ\text{C}$ око 10% већи него на $50 \text{ }^\circ\text{C}$, за максимални проток нафте кроз цевовод. Градијент пада притиска расте са смањењем температуре сирове нафте низводно према крају цевовода. Загревањем сирове нафте пре увођења у цевовод, обезбеђују се оптимални услови транспорта у погледу смањења пада притиска и снаге пумпе.

Добијене су експерименталне једначине међусобних зависности оптималне снаге пумпе и протока за опсег температуре загрејане нафте $20 - 50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тако нпр. за $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $v = 23 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, добијена је следећа емпиријска једначина:

$$N = -1334.56744 + 18834.61047 q - 35565.44384 q^2$$

Пад притиска услед губитака на трење дат је емпиријским једначинама за опсег температуре загрејане нафте $20 - 50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тако нпр. за $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $v = 23 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, добијена је следећа емпиријска једначина:

$$\Delta p = -129.388697 + 1681.503168 q - 4088.029426 q^2$$

На основу резултата истраживања добијена је емпиријска једначина зависности оптималног пречника нафтовода - цевовода (D) и протока (q):

$$D = 0.19716 + 1.21297 q$$

Код мањих пречника цевовода добијају се већи падови притиска, а тиме и већа снага пумпе. Повећањем снаге расту и трошкови пумпања. Смањењем пречника цевовода опадају трошкови изградње цевовода, али због повећања пада притиска, расту трошкови пумпне станице.

Избором реалних и оптимавних параметара рада у оперативном режиму рада нафтовода (5), обезбеђена је виша ефикасност рада нафтовода.

У поглављу четрнаест дати су утицајни параметри на коефицијент трења (λ) за магистрални нафтовод (5). Смањењем температуре, повећава се вискозност сирове нафте а Рејнолдсов број опада. При томе коефицијент трења (λ) расте, као и губици притиска услед трења.

Зависност коефицијента трење и Рејнолдсовог броја (λ , Re) дата је емпиријском једначином:

$$\lambda = 0.035759 - 5.543005 \cdot 10^{-7} \text{ Re} + 5.323794 \cdot 10^{-12} \text{ Re}^2$$

Међусобна зависност коефицијента трења и протока (λ , q) изражена је следећом емпиријском формулом:

$$\lambda = 0.03316 - 0.06993 q + 0.09868 q^2$$

Дате емпиријске једначине су у доброј сагласности са теоријском једначином:

$$\lambda = 2D \cdot \Delta p / \rho \cdot l \cdot v^2$$

При транспорту загрејане сирове нафте, долази до пада почетне температуре према крају цевовода. При томе се вискозност нафте повећава у смеру струјања. Разлика почетне и крајње температуре је $\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$. Губици услед трења расту у поређењу са губицима приликом транспорта загрејане сирове нафте при константној температури.

Практичан значај истраживања огледа се у могућности повећања ефикасности и поузданости транспорта, избором предложених вредности оптималних параметара транспорта, чиме је потврђена постављена хипотеза.

Правци будућих истраживања: У природи је тешко наћи две нафте истог састава. На основу тога за сваки тип сирове нафте утврђују се проточна својства и изналазе одговарајућа решења за транспорт. Свако нафтно поље даје нафту одређених карактеристика, густине и вискозитета.

На основу датих истраживања у овој дисертацији, а имајући у виду изведене закључке, будућа истраживања могу бити усмерена на уопштавање проблема транспорта сирове нафте цевима и

изналажење оптималних радних параметара и одговарајућих решења за ефикасан транспорт различитих врста нафти различитог квалитета.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

На основу прегледа и анализе докторске дисертације Комисија констатује да су истраживања спроведена у складу са постављеним циљевима, избором адекватних научних метода, као и да су резултати истраживања приказани и тумачени на систематичан и прегледан начин. Резултати су тумачени аргументовано и у складу са постављеним циљевима истраживања. На основу наведеног, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачење резултата истраживања.

Извршена је софтверска провера докторске дисертације на плагијаризам у библиотеци Техничког факултета „Михајло Пупин“ у Зрењанину.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

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

Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе неопходне у оваквој врсти рада

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Комисија сматра да је оригинални научни допринос ове дисертације у следећем:

Научни допринос истраживања огледа се у детаљној анализи термичких и хидрауличких параметара цевоводног транспорта сирове нафте и резултатима истраживања оптималних радних параметара на конкретном нафтоводу у реалним условима рада. У утврђивању математичких модела (емпиријских једначина) између релевантних термичких и хидрауличких параметара транспорта и њиховом квалитативном и квантитативном одређивању и верификацији.

-утврђене су квалитативне и квантитативне нумеричке вредности релевантних параметара процеса као што су: коефицијент преноса топлоте кроз нафтовод (k), коефицијент провођења топлоте (kD_m), коефицијент прелаза топлоте са транспортоване сирове нафте на цевовод (α_i), пад притиска Δp , снага пумпе (N), пад температуре сирове нафте на целокупној дужини нафтовода (Δt), топлотни губици нафтовода (q_m) и др.

-утврђене су експерименталне једначине и међусобне зависности релевантних параметара процеса: зависност коефицијента преноса топлоте (k) и дебљине изолације цевовода (s), зависност коефицијента провођења топлоте (kD_m) и дебљине изолације цевовода (s), експерименталне једначине међусобних зависности оптималне снаге пумпе (N) и протока (q), емпиријске једначине које корелишу резултате истраживања и описују прелаз топлоте са транспортоване сирове нафте на зид цевовода (Nu , Re), емпиријске једначине зависности оптималног пада притиска (Δp) и протока (q), експериментална једначина међузависности пада температуре (t) и дужине нафтовода (l), експериментална једначина - модел који омогућава израчунавање губитака топлоте (q_m) на целој дужини нафтовода (l), итд.

-резултати истраживања указују на могућност примене података и имаће употребну вредност, обзиром да се базирају на провереним експерименталним подацима добијеним на реалном постројењу – нафтоводу за транспорт сирове нафте. Резултати истраживања могу корисно послужити пројектантима и корисницима оваквих и сличних система транспорта.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

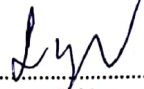
Нису оучени недостаци дисертације који би утицали на резултате истраживања.

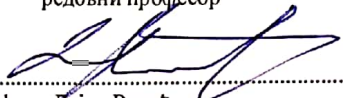
X ПРЕДЛОГ:

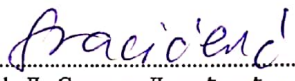
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

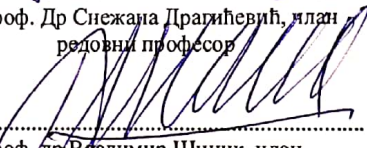
Увидом у научно-истраживачки рад кандидаткиње и у складу са претходно изнетим чињеницама у овом Извештају и укупне оцене дисертације, Комисија предлаже Наставно научно Већу Техничког факултета „Михајло Пупин“ у Зрењанину, да се докторска дисертација под називом „ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕРМИЧКИХ И ХИДРАУЛИЧКИХ ПАРАМЕТАРА ТРАНСПОРТА СИРОВЕ НАФТЕ ЦЕВИМА“ прихвати и кандидаткињи MSc Јасни Толмач одобри јавна одбрана.

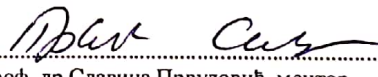
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ


.....
Проф. др Вјекослав Сајферт, председник
редовни професор


.....
Проф. др Дејан Радић, члан
редовни професор


.....
Проф. Др Снежана Дражићевић, члан
редовни професор


.....
Проф. др Владимир Шиник, члан
вапредни професор


.....
Проф. др Славица Првуловић, ментор
редовни професор

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.