

# STRUJNO-TERMIČKI PRORAČUN REBOJLERA E10 U PROCESU DESORPCIJE LAKIH UGLJOVODONIKA U POGONU “RAFINERIJA TNG” ELEMIR

## FLOW-THERMAL CALCULATION OF E10 REBOILER IN THE PROCESS OF DESORPTION OF LIGHT HYDROCARBONS IN THE PLANT “LPG REFINERY” ELEMIR

**Matilda LAZIĆ<sup>1\*</sup>, Dragan HALAS<sup>1</sup>, Duško SALEMOVIĆ<sup>1</sup>, Aleksandar DEDIĆ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin, Srbija

<sup>2</sup> Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija

<https://doi.org/10.24094/ptk.021.34.1.165>

*U ovom radu je izvršen strujno-termički proračun rebojlera E10 u procesu desorpcije lakih ugljovodonika, koji je smešten uz dno kolone za stabilizaciju (desorpciju) bogatog apsorpcionog ulja u pogonu “Rafinerija TNG”, Elemir. U rebojleru E10 vrši se razmena toplote između toplog ulja (topliji fluid) i bogatog apsorpcionog ulja (hladniji fluid). Posmatrani rebojler E10 reprezentuje razmenjivač toplote sa tzv. dva prolaza. Topliji fluid struji unutar cevi razmenjivača, i to u dva prolaza; dok apsorpciono ulje struji kroz međucevni prostor u jednom prolazu. Pretpostavljeno je da se u rebojleru E 10, na osnovu podataka iz tehničko-tehnološke dokumentacije, može izvršiti proračun relevantnih strujnih i termičkih veličina potrebnih za proces zagrevanja bogatog apsorpcionog ulja. Rezultati kontrolnog strujno-termičkog proračuna su potvrdili da se pretpostavljena vrednost dužine cevi poklapa sa vrednošću dužine cevi izračunate u realizovanom proračunu. Na taj način je potvrđena ispravnost upotrebljenih jednačina za predmetni proračun. Kompletan pregled strujnih i termičkih veličina u praksi kompletno opisuje rad rebojlera E10 za zagrevanje bogatog apsorpcionog ulja.*

**Ključne reči:** rebojler; bogato apsorpciono ulje; strujno-termički proračun; desorpcija

*In this paper, the flow-thermal calculation of reboiler E10 in the process of desorption of light hydrocarbons, which is located in the bottom of the column for stabilization (desorption) of rich absorption oil in the plant "Refinery TNG", Elemir. In reboiler E10, heat is exchanged between warm oil (warmer fluid) and rich absorption oil (colder fluid). The observed reboiler E10 represents a heat exchanger with the so-called two passages. Warmer fluid flows inside the exchanger tube, in two passes; while the absorption oil flows through the annular space in one pass. It is assumed that in the E 10 reboiler, based on the data from the technical-technological documentation, the calculation of the relevant current and thermal quantities required for the process of heating the rich absorption oil can be performed. The results of the control flow-thermal calculation confirmed that the assumed value of the pipe length (and the values that result from and are relevant for the calculation) coincides with the value of the pipe length calculated in the realized calculation for reboiler E10. In this way, the correctness of the used equations for the subject calculation was confirmed. A complete overview of flow and thermal quantities in practice completely describes the operation of the E10 reboiler for heating rich absorption oil.*

**Key words:** reboiler; reach absorption oil; flow-thermal calculation; desorption

---

\* Corresponding author, e-mail: matildalazic@outlook.com

## 1 Uvod

Procesne tehnologije proizvodnje tečnog naftnog gasa (u daljem tekstu: TNG) reprezentuju veoma komercijalizovane tehnologije na globalnom nivou jer se TNG danas, svrstava u grupu tzv. alternativnih goriva za prevozna sredstva a istovremeno, sa aspekta zaštite životne sredine pripada i tzv. čistim gorivima [1,2]. TNG je utečnjena smeša ugljovodoničnih gasova, koja se koristi kao gorivo za automobile ili druge potrošače u industriji i domaćinstvu. Prema Pravilniku o tehničkim i drugim zahtevima za tečni naftni gas [3] razlikuju se TNG - propan, TNG - butan, TNG propan-butan smeša, TNG autogas. TNG se dobija utečnjavanjem smeše gasova dobijene izdvajanjem iz rafinerijskih gasova nastalih preradom nafte ili preradom prirodnog gasa (degazolinažom) [1-4].

U ovom radu je izvršen strujno-termički proračun rebojlera E10 u procesu desorpcije lakih ugljovodonika, koji je smešten uz dno kolone za stabilizaciju (desorpciju) bogatog apsorpcionog ulja u pogonu "Rafinerija TNG", Elemir. Topliji fluid struji unutar cevi razmenjivača, i to u dva prolaza; dok apsorpciono ulje kao hladniji fluid, struji kroz međucevni prostor u jednom prolazu [5]. Pretpostavljeno je da se u rebojleru E10, na osnovu podataka iz tehničko-tehnološke dokumentacije [5], može izvršiti proračun relevantnih strujnih i termičkih veličina potrebnih za proces zagrevanja bogatog apsorpcionog ulja i to, koristeći formule iz literature [6].

## 2 Opis i funkcija rebojlera E10

U pogonu "Rafinerija TNG", Elemir, prerađuje se prirodni gas iz domaćih izvora [5,7] primenom komercijalne procesne tehnologije. Prirodni gas nakon sušenja i dubokog hlađenja odlazi u kolonu za apsorpciju. U koloni za apsorpciju izvodi se apsorpcija propana, butana, pentana, heksana iz sirovine. Apsorpcija se izvodi posnim apsorpcionim uljem u protivstrujnom kontaktu. Sa vrha apsorpcione kolone izvodi se prerađen prirodni gas. U posnom apsorpcionom ulju se takođe, apsorbuju i lakši gasoviti ugljovodonici. Nastalo bogato apsorpciono ulje se odvodi u kolonu za stabilizaciju. U koloni za stabilizaciju se izvodi desorpcija neželjenih lakih gasova i kao proizvodi vrha izdvajaju se metan i etan. Iz navedenih razloga se kolona za stabilizaciju u praksi, naziva deetanizer. U narednim koracima procesa proizvodnje, u koloni za destilaciju se na vrhu izdvajaju ugljovodonici od  $C_3$  do  $C_8$  a na dnu se izdvaja procesno ulje. Dobijena smeša ugljovodonika se u narednim koracima tehnološkog procesa razdvaja rektifikacijom do krajnjeg proizvoda [5,7].

Konstrukciono se pomenuti deetanizer sastoji iz dva dela [5,7]. Donji deo te kolone povezan je sa rebojlerom E10. U rebojleru E10 izvodi se zagrevanje stabilisanog bogatog apsorpcionog ulja kao proizvoda sa dna deetanizera. Sa vrha rebojlera E10 izdvaja se gasovita faza lakše isparljivih ugljovodonika iz bogatog apsorpcionog ulja. Sa dna rebojlera E10 izvodi se toplo, desorbovano bogato apsorpciono ulje koje ide u naredni korak tehnološke prerade [5,7].

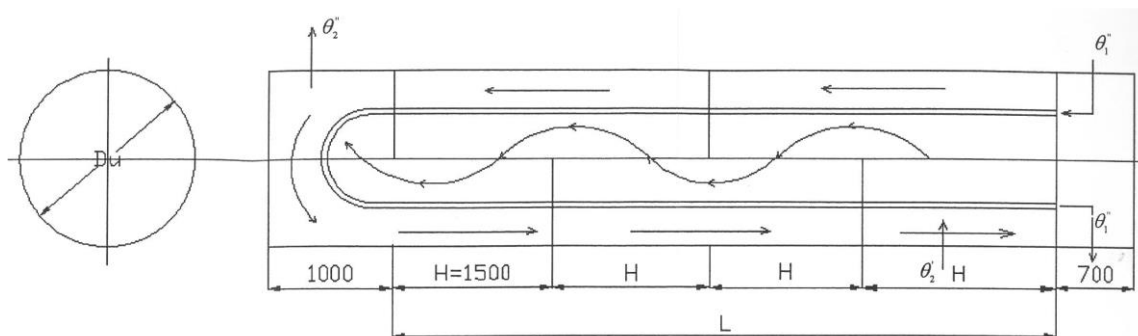
Rebojler E10 je predstavnik cevni razmenjivača toplote U-tipa sa omotačem. U rebojleru E10 se vrši razmena toplote između toplijeg fluida-toplog ulja koje se hladi, i hladnijeg fluida-stabilisanog bogatog apsorpcionog ulja koje se zagreva. Topliji fluid struji unutar cevi u dva prolaza dok hladniji fluid struji u međucevnom prostoru unutar omotača (tzv. registar) a između pregrada i to, u jednom prolazu [5].

## 3 Proračun strujnih i termičkih veličina u procesu zagrevanja bogatog apsorpcionog ulja u rebojleru E10

U ovom poglavlju rada biće izvršen kontrolni strujno-termički proračun rebojlera E10. Funkcionalni prikaz rebojlera E10 sa prikazom strujanja radnih fluida, dat je na Slici 1. [5,7].

Podaci o projektnim odnosno, geometrijskim karakteristikama rebojlera E10 [5,7] korišćeni za predmetni proračun prikazani su u Tabeli 1.

Ulazni podaci o fizičkim veličinama radnih fluida [5,7] korišćeni za predmetni proračun, preuzeti su iz literature [5,7] i prikazani su u Tabeli 2.



Slika 1. Funkcionalni prikaz rebojlera E10 sa prikazom strujanja radnih fluida. Legenda:  $\theta'_1$  - temperatura toplijeg fluida na ulazu;  $\theta''_1$  - temperatura toplijeg fluida na izlazu;  $\theta'_2$  - temperatura hladnijeg fluida na ulazu;  $\theta''_2$  - temperatura hladnijeg fluida na izlazu;  $H$  - rastojanje između pregrada;  $D_u$  - unutrašnji prečnik omotača

Tabela 1. Pregled poznatih projektnih veličina

Oznaka	Naziv	Vrednost, jedinica mere
$D_s$	Spoljni prečnik omotača	0,62 m
$D_u$	Unutrašnji prečnik omotača	0,60 m
$d_s$	Spoljašnji prečnik cevi	0,02 m
$d_u$	Unutrašnji prečnik cevi	0,016 m
$S$	Korak cevi	0,025 m
$H$	Rastojanje između pregrada	1,5 m
$L = 4 H$	Dužina cevi	6 m
$N$	Broj cevi	366
$n = N/2$	Broj "U" cevi	183
$n_c$	Broj cevi u 11., odnosno 12. redu	23

Tabela 2. Pregled poznatih fizičkih veličine za proračun

Oznaka	Naziv	Vrednost, jedinica mere
$\theta'_1$	Temperatura toplijeg fluida na ulazu	285 °C
$\theta''_1$	Temperatura toplijeg fluida na izlazu	205 °C
$\theta'_2$	Temperatura hladnijeg fluida na ulazu	105 °C
$\theta''_2$	Temperatura hladnijeg fluida na izlazu	175 °C
$P_1$	Pritisak toplijeg fluida	1,013 bar
$P_2$	Pritisak hladnijeg fluida	1,013 bar
$\omega_1$	Brzina strujanja toplijeg fluida	0,46 m/s

U narednom koraku proračuna, izračunate su sledeće veličine prema relacijama iz literature [6]: srednja temperatura toplijeg fluida -  $\theta_{1, sr}$  (jednačina (1)); srednja temperatura hladnijeg fluida -  $\theta_{2, sr}$  (jednačina (2)); srednja temperature zida cevi -  $\theta_{z, sr}$  (jednačina (3)).

$$\theta_{1, sr} = \frac{\theta'_1 + \theta''_1}{2} = 245 \text{ °C} \quad (1)$$

$$\theta_{2, sr} = \frac{\theta'_2 + \theta''_2}{2} = 140 \text{ °C} \quad (2)$$

$$\theta_{z,sr} = \frac{\theta_{1,sr} + \theta_{2,sr}}{2} = 192,5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

Zatim su iz literature [6] očitane potrebne vrednosti fizičkih veličina toplijeg i hladnijeg fluida, neophodne za nastavak predmetnog proračuna. Pregled očitanih fizičkih veličina za topliji fluid (za vrednosti  $\theta_{1,sr} = 245 \text{ } ^\circ\text{C}$  i  $P_1 = 1,013 \text{ bar}$ ) dat u Tabeli 3.

Tabela 3. Pregled očitanih fizičkih veličina toplijeg fluida

Oznaka	Naziv veličine	Vrednost, merna jedinica
$\rho_1$	Gustina	734,1 kg/m <sup>3</sup>
$\nu_1$	Kinematska viskoznost	0,2649 x 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
$\lambda_{t1}$	Termička provodnost	0,105 W/mK
$Cp_1$	Specifični toplotni kapacitet toplijeg fluida	3233,7 J/kgK
$Pr_1$	Prandtlov broj	5,99
$Pr_{z1}$	Prandtlov broj na zidu cevi	6,15

Pregled očitanih fizičkih veličina za hladniji fluid (za vrednosti  $\theta_{2,sr} = 140 \text{ } ^\circ\text{C}$  i  $P_2 = 1,013 \text{ bar}$ ) dat u Tabeli 4.

Tabela 4. Pregled očitanih fizičkih veličina hladnijeg fluida

Oznaka	Naziv veličine, merna jedinica	Vrednost, merna jedinica
$\rho_2$	Gustina	650,5 kg/m <sup>3</sup>
$\nu_2$	Kinematska viskoznost	0,1673 x 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
$\lambda_{t2}$	Termička provodnost	0,113 W/mK
$Cp_2$	Specifični toplotni kapacitet	2974,5 J/kgK
$Pr_2$	Prandtlov broj	2,67
$Pr_{z2}$	Prandtlov broj na zidu cevi	2,11

Zatim je izračunata površina poprečnog preseka svih cevi sa unutrašnje strane -  $A_1$  za polovinu cevnog registra, koja iznosi [6] (jednačina (4)):

$$A_1 = n \cdot \frac{d_u^2 \cdot \pi}{4} = 0,0367943 \text{ m}^2 \quad (4)$$

Površina međucevnog prostora -  $A_2^*$  računata za polovinu cevnog registra, iznosi [6] (jednačina (5)):

$$A_2^* = \frac{1}{2} \cdot \frac{D_u^2 \cdot \pi}{4} - n \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 0,0838805 \text{ m}^2 \quad (5)$$

Površina međucevnog prostora između dve pregrade -  $A_2^{**}$ , računata po dužini cevi u jedanaestom, odnosno dvanaestom redu iznosi [6] (jednačina (6)):

$$A_2^{**} \approx (D_u - n_c \cdot d_s) \cdot H = 0,21 \text{ m}^2 \quad (6)$$

Konsekventno, srednja vrednost -  $A_2$  izračunata na osnovu predhodnih jednačina (jednačina (5), jednačina (6)) iznosi [6] (jednačina (7)):

$$A_2 = \frac{A_2^* + A_2^{**}}{2} = 0,1469402 \text{ m}^2 \quad (7)$$

U narednim koracima predmetnog proračuna, na osnovu ulaznih podataka, biće izračunate nepoznate strujne veličine za oba fluida, toplotni kapaciteti i snaga rebojlera.

Maseni protok toplijeg fluida -  $\dot{m}_1$  iznosi [6] (jednačina (8)):

$$\dot{m}_1 = \rho_1 \cdot \omega_1 \cdot A_1 = 12,424919 \frac{kg}{s} \quad (8)$$

Toplotni kapacitet toplijeg fluida -  $\dot{W}_1$  iznosi [6] (jednačina (9)):

$$\dot{W}_1 = \dot{m}_1 \cdot c_{p1} = 40178,46 \frac{W}{K} \quad (9)$$

Snaga rebojlera -  $\dot{Q}$  iznosi [6] (jednačina (10)):

$$\dot{Q} = \dot{W}_1 \cdot (\theta'_1 - \theta''_1) = 3214276,8 W \quad (10)$$

Toplotni kapacitet hladnijeg fluida -  $\dot{W}_2$  iznosi [6] (jednačina (11)):

$$\dot{W}_2 = \frac{\dot{Q}}{\theta''_2 - \theta'_2} = 45918,24 \frac{W}{K} \quad (11)$$

Maseni protok hladnijeg fluida -  $\dot{m}_2$  iznosi [6] (jednačina (12)):

$$\dot{m}_2 = \frac{\dot{W}_2}{c_{p2}} = 15,437297 \frac{kg}{s} \quad (12)$$

Brzina strujanja hladnijeg fluida -  $\omega_2$  iznosi [6] (jednačina (13)):

$$\omega_2 = \frac{\dot{m}_2}{\rho_2 \cdot A_2} = 0,161 \frac{m}{s} \quad (13)$$

U narednom koraku predmetnog proračuna, izračunat je režim strujanja toplijeg fluida -  $Re_1$  i njegov Nuseltov broj  $Nu_1$ , na osnovu odgovarajućih podataka (Tabela 1,2,3).

Rejnoldsov broj za topliji fluid -  $Re_1$  iznosi [6] (jednačina (14)):

$$Re_1 = \frac{\omega_1 \cdot d_u}{\nu_1} = 27784 \quad (14)$$

Pošto je  $Re_1 > 10^4$  i  $Pr_1 > 0,6$  prema literaturi [6], smatra se da je strujanje toplijeg fluida kroz rebojler E10 turbulentno. Na osnovu turbulentnog režima strujanja toplijeg fluida, sledi odgovarajući izraz za izračunavanje  $Nu_1$  [6] (jednačina (15)):

$$Nu_1 = 0,021 \cdot \varepsilon_{L1} \cdot Re_1^{0,8} \cdot Pr_1^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_1}{Pr_{s,1}}\right)^{0,25} \quad (15)$$

Za izračunavanje  $Nu_1$  (jednačina (15)) korišćena je pretpostavka iz literature [6] za popravni koeficijent -  $\varepsilon_{L1}$ . Po pretpostavci,  $\varepsilon_{L1} = 1$  (jednačina (16)).

$$\varepsilon_{L1} = 1 \quad (16)$$

Da bi bio ispunjen uslov važenja pretpostavke  $\varepsilon_{L1} = 1$  [6] (jednačina (16)), moraju biti zadovoljeni sledeći uslovi [6] (jednačina (17), jednačina (18), jednačina (19), jednačina (20)):

$$\frac{L}{d_u} \geq 50 \quad (17)$$

$$L \geq 50 \cdot d_u \quad (18)$$

$$L \geq 50 \cdot 0,016 \quad (19)$$

$$L \geq 0,8 (m) \quad (20)$$

Korišćena pretpostavka [6] (jednačina (16)) i uslovi njenog važenja ((jednačina (17), jednačina (18), jednačina (19), jednačina (20)) biće provereni na kraju predmetnog proračuna.

Zamenom odgovarajućih vrednosti u izraz za  $Nu_1$  (jednačina (15)) dobija se (jednačina (21)):

$$Nu_1 = 0,021 \cdot 1 \cdot 27784,069^{0,8} \cdot 5,99^{0,43} \cdot \left(\frac{5,99}{6,15}\right)^{0,25} = 161,69184 \quad (21)$$

Koeficijent prelaza toplote -  $\alpha_{t1}$  za topliji fluid iznosi [6] (jednačina (22)):

$$\alpha_{t1} = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_{t1}}{d_u} = 1061,103 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (22)$$

Prema istoj metodologiji, u narednim koracima proračuna, biće izračunate vrednosti koje karakterišu strujanje hladnijeg fluida.

Rejnoldsov broj hladnijeg fluida -  $Re_2$  izračunava se na sledeći način [6] (jednačina (23)):

$$Re_2 = \frac{\omega_2 \cdot d_{e2}}{\nu_2} = 27784 \quad (23)$$

Za izračunavanje  $Re_2$  (jednačina (23)) potrebno je prethodno izračunavanje ekvivalentnog prečnika -  $d_{e2}$  odnosno, obima svih cevi u polovini cevnog registra -  $O_2^*$ .

$d_{e2}$  se izračunava na sledeći način [6] (jednačina (24)):

$$d_{e2} = \frac{4 \cdot A_2^*}{O_2^*} \text{ m} \quad (24)$$

$O_2^*$  se izračunava na sledeći način [6] (jednačina (25)):

$$O_2^* = n \cdot d_s \cdot \pi = 11,498228 \text{ m} \quad (25)$$

Zamenom vrednosti  $O_2^*$  (iz jednačine (25)) u izraz za  $d_{e2}$  (jednačina (24)) izračunava se vrednost za  $d_{e2}$  koja iznosi (jednačina (26)):

$$d_{e2} = 0,0291803 \text{ m} \quad (26)$$

Zamenom izračunatih vrednosti za  $O_2^*$  i  $d_{e2}$  u izraz za  $Re_2$  (jednačina (23)) izračunava se režim strujanja (jednačina (27)):

$$Re_2 = 28081,457 \quad (27)$$

Pošto je  $Re_2 > 10^4$  i  $Pr_2 > 0,6$  [6], smatra se da je strujanje hladnijeg fluida kroz rebojler E10 turbulentno. Na osnovu turbulentnog režima strujanja hladnijeg fluida, sledi odgovarajući izraz za izračunavanje Nuseltovog broja -  $Nu_2$  [6] (jednačina (28)):

$$Nu_2 = 0,021 \cdot \varepsilon_{L2} \cdot Re_2^{0,8} \cdot Pr_2^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_2}{Pr_{2s}}\right)^{0,25} \quad (28)$$

Za izračunavanje  $Nu_2$  (jednačina (28)) korišćena je pretpostavka iz literature [6] za popravni koeficijent -  $\varepsilon_{L2}$ . Po pretpostavci,  $\varepsilon_{L2} = 1$  (jednačina (29)).

$$\varepsilon_{L2} = 1 \quad (29)$$

Da bi bio ispunjen uslov važenja pretpostavke  $\varepsilon_{L2} = 1$  [6] (jednačina (29)), moraju biti zadovoljeni sledeći uslovi [6] (jednačina (30), jednačina (31), jednačina (32), jednačina (33)):

$$\frac{L}{d_{e2}} \geq 50 \quad (30)$$

$$L \geq 50 \cdot d_{e2} \quad (31)$$

$$L \geq 50 \cdot 0,0291803 \quad (32)$$

$$L \geq 1,459 \text{ (m)} \quad (33)$$

Korišćena pretpostavka [6] (jednačina (29)) i uslovi njenog važenja [6] (jednačina (30), jednačina (31), jednačina (32), jednačina (33)) biće provereni na kraju predmetnog proračuna.

Uvrštavanjem pretpostavke (jednačina (29)) i odgovarajućih podataka u izraz za  $Nu_2$  (jednačina (28)), izračunava se vrednost za  $Nu_2$  (jednačina (34)):

$$Nu_2 = 0,021 \cdot 1 \cdot 28081,457^{0,8} \cdot 2,67^{0,43} \cdot \left(\frac{2,67}{2,11}\right)^{0,25} = 123,001 \quad (34)$$

Iz izračunate vrednosti za  $Nu_2$  sledi izračunavanje koeficijenta prelaza toplote za hladniji fluid -  $\alpha_{t2}$  [6] (jednačina (35)):

$$\alpha_{t2} = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_{tz}}{d_{s2}} = 476,318 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (35)$$

U narednom koraku predmetnog proračuna biće izračunati koeficijent prolaza toplote -  $K_c$  i izračunavanje stvarne dužine cevi -  $L$ .

Termička provodnost čelika -  $\lambda_{tz}$  (na srednjoj temperaturi zida cevi -  $\theta_{zsr}$  (jednačina (3)) prema literaturi [6] iznosi (jednačina 36)):

$$\lambda_{tz} = 52,3 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (36)$$

Otpor radi zaprljanja cevi sa spoljašnje i unutrašnje strane cevi prema literaturi [6] iznose (jednačina (37), jednačina (38)):

$$R_s = 0,006 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (37)$$

$$R_u = 0,008 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (38)$$

Koeficijent prolaza toplote -  $K_c$  izračunava se na sledeći način [6] (jednačina (39)):

$$K_c = \frac{1}{\frac{1}{d_s \pi \alpha_{t2}} + R_s + \frac{1}{2 \pi \lambda_{tz}} \ln \frac{d_s}{d_u} + R_u + \frac{1}{d_u \pi \alpha_{t1}}} = 14,961571 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (39)$$

Srednja logaritamska razlika temperature -  $\Delta\theta_m$  za protivstrujni tok fluida u rebojleru E10 iznosi [6] (jednačina (40)):

$$\Delta\theta_m = \frac{(\theta_1' - \theta_2'') - (\theta_1'' - \theta_2')}{\ln \frac{\theta_1' - \theta_2''}{\theta_1'' - \theta_2'}} = 104,92 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (40)$$

Popravni koeficijent -  $R$ , prema literaturi [6] iznosi (jednačina (41)):

$$R = \frac{\theta_1' - \theta_1''}{\theta_2'' - \theta_2'} = 1,143 \quad (41)$$

Popravni koeficijent -  $P$ , prema literature [6] iznosi (jednačina (42)):

$$P = \frac{\theta_2'' - \theta_2'}{\theta_1' - \theta_1''} = 0,389 \quad (42)$$

Na osnovu podataka (jednačina (41), jednačina (42)) očitana vrednost za popravni koeficijent -  $\varepsilon$  prema literaturi [6] iznosi (jednačina (43)):

$$\varepsilon = 0,91 \quad (43)$$

Na kraju predmetnog proračuna, izračunata je stvarna dužina cevi -  $L$ , koja iznosi (jednačina (44)):

$$L = \frac{\dot{Q}}{N \cdot K_c \cdot \varepsilon \cdot \Delta\theta_m} = 6,148 \text{ m} \quad (44)$$

Na osnovu izračunate dužine cevi (jednačina (44)) prema izvedenom, kontrolnom strujno-termičkom proračunu rebojlera E10 utvrđeno je slaganje sa vrednošću projektnog podatka [5].

Pošto je na osnovu proračuna utvrđeno da je:  $L > 0,8 \text{ m}$  i  $L > 1,459 \text{ m}$ ; pretpostavke [6] za popravne koeficijente  $\varepsilon_{L1}$  (jednačina (16)) i  $\varepsilon_{L2}$  (jednačina (29)) su bile opravdane za korišćenje u kontrolnom strujno-termičkom proračunu.

Na taj način, pretpostavka o dužini cevi [5] je potvrđena izvedenim, predmetnim proračunom što ukazuje da je proračun ispravno izveden na konkretnom predmetu rada.

#### 4 Zaključak

Rezultati kontrolnog strujno-termičkog proračuna rebojlera E10 su potvrdili da se pretpostavljena vrednost dužine cevi poklapa sa vrednošću dužine cevi dobijene realizovanom proračunom. Na taj način je potvrđena ispravnost korišćenih popravni koeficijenata u upotrebljenim jednačinama za predmetni proračun i poklapanje izračunatog geometrijskog podatka o dužini cevi sa podatkom iz tehničko-tehnološke dokumentacije o rebojleru E10. Prikazan pregled strujnih i termičkih veličina u praksi kompletno opisuje rad rebojlera E10 za zagrevanje bogatog apsorpcionog ulja.

#### 5 References

- [1] **Nolan, D.P.**, *Physical Properties of Hydrocarbons and Petrochemicals in Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles for Gas, Oil, Chemicals, and Related Facilities*, Gulf Professional Publishing, USA, 2013.
- [2] **Santini, D.J.**, *Transportation Fuel Alternatives for Highway Vehicles in Encyclopedia of Energy*, Elsevier Science, Netherland, 2004.
- [3] \*\*\*, *Pravilnik o tehničkim i drugim zahtevima za tečni naftni gas*, Službeni glasnik RS, br.97/2010, 123/2012, 63/2013
- [4] Đurić, M., Z., Zavargo, M., Novaković, M., Matijević, *Teorijski osnovi rafinerijske prerade prirodnog gasa*, Institut za za petrohemiju, gas, naftu i hemijsko inženjerstvo, Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, 1985.
- [5] \*\*\*, *Interna literatura i tehničko-tehnološka dokumentacija, pogon "Rafinerija TNG"*, Elemir.
- [6] **Salemović, D., D. Jašin**, *Priručnik za procesnu tehniku*, prvo izdanje, Viša tehnička škola, Zrenjanin, 2005.
- [7] **Momčilović, N.**, *Strujno-termički proračun rebojlera E10 u procesu desorpcije lakih ugljovodnika*, Diplomski rad, Viša tehnička škola, Zrenjanin, Republika Srbija, 2006.