

UOT 621.472:662.997

**PARABOLOSİLİNDRİK GÜNƏŞ ENERGETİK QURĞUSUNUN (PSGEQ)
İSTİLİKDƏYİŞDIRİCİSİNİN EKSPERİMENTAL NƏTİCƏLƏRİNƏ ƏSASƏN
İSTİLİK-ENERGETİK ANALİZİ.**

MƏMMƏDOV F.F., RZAYEV P.F.

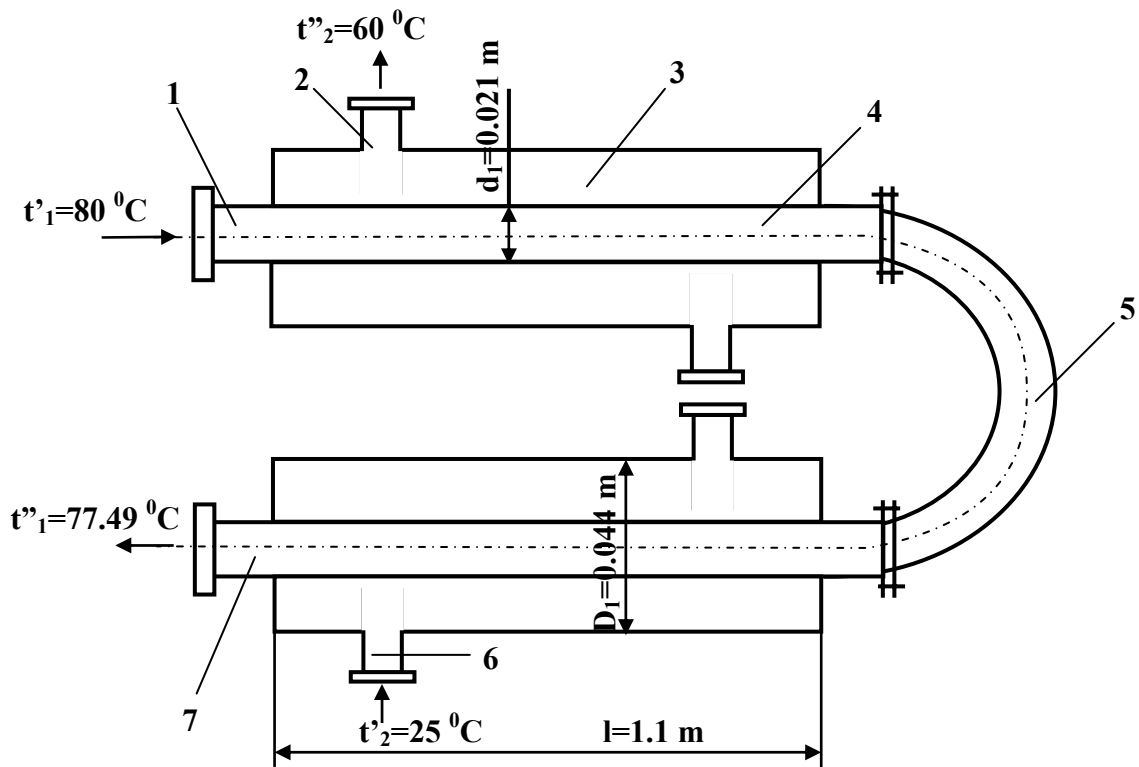
AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu

Məqalədə parabolosilindrik günəş energetik qurğusunun eksperimental nəticələrinə əsasən istilik mübadilə aparatının ümumi energetik hesabı təqdim olunmuşdur.

Mədənlərdə neftin emala hazırlanmasında istilik mübadilə aparatının istilik energetik göstəricilərinin təyin olunması vacibdir.

Xam neftin mədən şəraitində emala hazırlanması üçün nəzərdə tutulmuş 2 modullu parabolosilindrik konsentratırlu günəş energetik qurğusunun helioreaktorunun, istilikdəyişdiricisinin, neft ilə istilikdaşıyıcı arasında gedən istilik mübadilə prosesinin termodinamik parametrlərinin öyrənilməsi tələb olunur [1].

Bu məqsədlə “boru içərisində boru tipli əksaxımlı istilikdəyişdiricinin istilik-energetik hesabını aparmalı. İstilikdaşıyıcı $m_1 = 480 \text{ kg / saat} = (0.133 \text{ kg / san})$ sərfə istilikkeçirmə əmsalı $\lambda = 384 \text{ Wt / (mK)}$, diametri $d_2 / d_1 = 0.025 / 0.021 \text{ m}$ olan dairəvi en kəsikli mis boruda hərəkət edərək $t_1' = 80^\circ \text{ C}$ temperaturda istilikdəyişdiriciyə daxil olur. Qızdırılan xam neft diametri $D_2 / D_1 = 0.05 / 0.044 \text{ m}$ olan dairəvi boruda hərəkət edərək $t_2' = 25^\circ \text{ C}$ -dən $t_2'' = 60^\circ \text{ C}$ -dək qızdırılır. Qızdırılan xam neftin sərfi $m_2 = 0,019 \text{ kq / san}$ -dir.



Şəkil 1. “Boru içərisində boru tipli əksaxımlı istilikdəyişdirici. 1-istilikdaşıyıcının girişi, 2-neftin çıxışı, 3-xarici boru, 4-daxili boru, 5-dirsək, 6-neftin girişi, 7-istilikdaşıyıcının çıxışı.

Başlanğıc halda xam neftə ötürülən istiliyin miqdarını tapaq:

$$Q = m_2 C_{p2} (t_2'' - t_2') = 0.019 \cdot 2100(60 - 25) = 1396.5 \text{ Vt}$$

İstilikdaşıdırıcının çıxışdakı istilikdaşıyıcının temperaturu:

$$t_1'' = t_1' - \frac{Q}{m_1 C_{p1}} = 80 - \frac{1396.5}{0.133 \cdot 4190} = 77.49^0 S$$

İstilikdaşıyıcının orta temperaturu:

$$t_{id.or} = \frac{t_1' + t_1''}{2} = \frac{80 + 77.49}{2} = 78.7^0 S$$

Bu temperatura uyğun olan fiziki xassələri ədəbiyyatdan seçirik [2,3]:

Sıxlıq - $\rho_1 = 972.5 \text{ kg} / \text{m}^3$, istilikkeçirmə əmsalı - $\lambda_1 = 67.3 \cdot 10^{-2} \text{ Vt} / (\text{mK})$,

Prandtl kriteriyası - $Pr_1 = 2.25$, kinematik özlülük əmsalı - $\nu_1 = 0.371 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{san}$.

Qızdırılan xam neftin orta temperaturu:

$$t_{x.n.or} = \frac{t_2' + t_2''}{2} = \frac{25 + 60}{2} = 42.5^0 S$$

Temperaturundakı fiziki xassələri:

Sıxlıq - $\rho_2 = 888.2 \text{ kg} / \text{m}^3$, istilikkeçirmə əmsalı - $\lambda_2 = 34.8 \cdot 10^{-2} \text{ Vt} / (\text{mK})$,

Prandtl kriteriyası - $Pr_2 = 3.12$, kinematik özlülük əmsalı - $\nu_2 = 0.325 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{san}$.

İstilikdaşıyıcının hərəkət sürətini aşağıdakı kimi tapırıq:

$$V_1 = \frac{4m_1}{\rho_1 \pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 0.133}{972.5 \cdot 3.14 \cdot 0.021^2} = 0.395 \text{ m} / \text{san}$$

Qızdırılan xam neftin hərəkət sürətini hesablayaq:

$$V_2 = \frac{4m_2}{\rho_2 \pi (D_1^2 - d_2^2)} = \frac{4 \cdot 0.019}{888.2 \cdot 3.14 (0.044^2 - 0.025^2)} = 0.02 \text{ m} / \text{san}$$

İstilikdaşıyıcı üçün Reynolds kriteriyası belə hesablanır:

$$Re_1 = \frac{V_1 d_1}{\nu_1} = \frac{0.395 \cdot 0.021 \cdot 10^6}{0.371} = 22358$$

Axma rejimi turbulent olduğu halda, istilikvermə əmsalını Mixeevin təklif etdiyi ifadədən təyin edirik [4]:

$$Nu_1 = 0.021 Re_1^{0.8} Pr_1^{0.43} \left(\frac{Pr_1}{Pr_{s1}} \right)^{0.25} \varepsilon_1$$

Burada $l / d_2 > 50$ olduğundan $\varepsilon_1 = 1$ olur:

Divar səthinin orta temperaturunu aşağıdakı kimi tapırıq:

$$t_{d.s1} = 0.5(t_{id.or} + t_{x.n.or}) = 0.5(78.7 + 42.5) = 60.6^0 S$$

Bu temperatura görə ədəbiyyatdan tapırıq ki, $Pr_{s1} = 2,92$

$$Nu_1 = 0.021 \cdot 22358^{0.8} \cdot 2.25^{0.43} \left(\frac{2.25}{2.92}\right)^{0.25} = 84$$

İstilikdaşıyıcıdan boru divarı səthinə istilikvermə əmsalı

$$\alpha_1 = Nu_1 \frac{\lambda_1}{d_1} = 84 \frac{0.673}{0.021} = 2688 \text{ } Vt/(m^2 K)$$

olur.

Qızdırılan xam neft üçün Reynolds kriteriyasının qiyməti aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$Re_2 = \frac{V_2 d_{ek}}{\nu_2} = \frac{0.02 \cdot 0.019 \cdot 10^6}{0.325} = 1169$$

Burada d_{ek} - borunun ekvivalent diametri olub aşağıdakı kimi hesablanır:

$$d_{ek} = D_1 - d_2 = 0.044 - 0.025 = 0.019 \text{ } m$$

Divar səthlərinin temperaturlarını

$$t_{d.s1} = t_{d.s2}$$

qəbul edərək, $Pr_{s2} = 2.92$ götürürük:

Nüsselt kriteriyasını hesablayaq:

$$Nu_2 = 0.021 Re_2^{0.8} Pr_2^{0.43} \left(\frac{Pr_2}{Pr_{s2}}\right)^{0.25} = 0.021 \cdot 1169^{0.8} \cdot 3.12^{0.43} \left(\frac{3.12}{2.92}\right)^{0.25} = 10$$

Divardan qızdırılan xam neftə istilikvermə əmsalı α_2 -ni hesablayaq:

$$\alpha_2 = Nu_2 \frac{\lambda_2}{d_{ek}} = 10 \frac{0.348}{0.019} = 183.1 \text{ } Vt/(m^2 K)$$

İstilikdəyişdirici üçün istilikötürmə əmsalı K aşağıdakı düsturla təyin olunur [4]:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}} = \frac{1}{\frac{1}{2688 \cdot 0.021} + \frac{1 \cdot 2.3}{2 \cdot 384} \lg \frac{0.025}{0.021} + \frac{1}{183.1 \cdot 0.025}} = 4.23 \text{ } Vt/(mK)$$

Orta loqarifmik temperatur düşgüsü belə tapılır:

$$\Delta t_{or1} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}} = \frac{(80 - 60) - (77.49 - 25)}{\ln \frac{80 - 60}{77.49 - 25}} = 33.67^\circ S$$

1m boruya düşən istilik selinin sıxlığını hesablayaq:

$$q_1 = K \Delta t_{or1} = 4.23 \cdot 33.67 = 142.42 \text{ } Vt / m$$

İstilikdəyişdirici borusunun uzunluğunu tapaq:

$$L_1 = \frac{Q}{q_1} = \frac{1396.5}{142.42} = 9.8 \text{ m}$$

İstilik mübadilə səthinin sahəsini hesablayaq:

$$F_1 = \pi d_1 L_1 = 3.14 \cdot 0.021 \cdot 9.8 = 0.646 \text{ m}^2$$

Bir seksiyanın uzunluğunu $l = 1,1 \text{ m}$ qəbul etsək istilikdəyişdiricinin seksiyalarının sayı:

$$n_1 = \frac{L_1}{l} = \frac{9.8}{1.1} = 8.9$$

Əgər istilikdəyişdiricidə mayenin hərəkətinin düz axımla baş verdiyini qəbul etsək, onda orta loqarifmik temperatur düşgüsü aşağıdakı kimi təyin olunacaq:

$$\Delta t_{or2} = \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{\ln \frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''}} = \frac{(80 - 25) - (77.49 - 60)}{\ln \frac{80 - 25}{77.49 - 60}} = 32.73^\circ \text{ S}$$

İstilik selinin sıxlığını hesablayaq:

$$q_2 = K \Delta t_{or2} = 4.23 \cdot 32.73 = 138.44 \text{ Wt / m}$$

İstilikdəyişdirici borusunun uzunluğunu tapaq:

$$L_2 = \frac{Q}{q_2} = \frac{1396.5}{138.44} = 10.08 \text{ m}$$

Düzaxımlı istilikdəyişdiricinin istilik mübadilə səthinin sahəsini hesablayaq:

$$F_2 = \pi d_1 L_2 = 3.14 \cdot 0.021 \cdot 10.08 = 0.664 \text{ m}^2$$

Düzaxımlı istilikdəyişdiricinin seksiyalarının sayını tapmaq [5]:

$$n_2 = \frac{L_2}{l} = \frac{10.08}{1.1} = 9.16$$

Deməli düzaxımlı istilikdəyişdiricinin sahəsi əksaxımlıya nisbətən 2.78% böyük olur.

İstilikdəyişdiricinin üzərinə qalınlığı 50 mm , istilikkeçirmə əmsalı $\lambda_{iz1} = 0.0372 \text{ Wt / (mK)}$ olan şüşə pambıq izolə təbəqəsi ilə örtülmüşdür. Bu izolə təbəqəsinin üstünə əlavə olaraq qalınlığı 20 mm və istilikkeçirmə əmsalı $\lambda_{iz2} = 0.06 \text{ Wt / (mK)}$ olan probka təbəqəsi sarınmışdır.

Probka izoləsindən havaya istilikvermə əmsalı isə $\alpha_{iz} = 15 \text{ Wt / (m}^2 \text{ K)}$. İstilikdəyişdiricinin 1 m uzunluğundan itən istiliyin miqdarını, eyni zamanda təbəqə səthlərinin temperaturlarını təyin etməli:

Çoxtəbəqəli silindrik divardan istilikötürmə əmsalını təyin edirik [6]:

$$K_{s,d} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot D_1} + \frac{1}{2\lambda_{pol}} \ln \frac{D_2}{D_1} + \frac{1}{2\lambda_{iz1}} \ln \frac{D_3}{D_2} + \frac{1}{2\lambda_{iz2}} \ln \frac{D_4}{D_3} + \frac{1}{\alpha_{iz} D_4}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{2688 \cdot 0.044} + \frac{1 \cdot 2.3}{2 \cdot 50} \lg \frac{0.05}{0.044} + \frac{1 \cdot 2.3}{2 \cdot 0.0372} \lg \frac{0.15}{0.05} + \frac{1 \cdot 2.3}{2 \cdot 0.06} \lg \frac{0.19}{0.15} + \frac{1}{15 \cdot 0.19}} 0.058 \text{ Wt}/(mK)$$

1m borudan itən istilik selinin sıxlığı:

$$q_b = K_{s,d} \pi (t_1' - t_{hava}) = 0.058 \cdot 3.14 (80 - 25) = 10.01 \text{ W / m}$$

Təbəqə səthlərinin temperaturlarını təyin edirik:

1-ci təbəqə səthinin temperaturu

$$t_{s1} = t_1' - \frac{q_b}{\alpha_1 D_1 \pi} = 80 - \frac{10.01}{2688 \cdot 0.044 \cdot 3.14} = 79.97 \text{ } ^\circ S$$

2-ci təbəqə səthinin temperaturu

$$t_{s2} = t_1' - \frac{q_b}{\pi} \left(\frac{1}{\alpha_1 D_1} + \frac{1}{2\lambda_{pol}} \ln \frac{D_2}{D_1} \right) = 80 - \frac{10.01}{3.14} \left(\frac{1}{2688 \cdot 0.044} + \frac{1 \cdot 2.3}{2 \cdot 50} \lg \frac{0.05}{0.044} \right) = 79.96 \text{ } ^\circ S$$

3-cü təbəqə səthinin temperaturu

$$t_{s3} = t_1' - \frac{q_b}{\pi} \left(\frac{1}{\alpha_1 D_1} + \frac{1}{2\lambda_{pol}} \ln \frac{D_2}{D_1} + \frac{1}{2\lambda_{iz1}} \ln \frac{D_3}{D_2} \right) =$$

$$= 80 - \frac{10.01}{3.14} \left(\frac{1}{2688 \cdot 0.044} + \frac{1 \cdot 2.3}{2 \cdot 50} \lg \frac{0.05}{0.044} + \frac{1 \cdot 2.3}{2 \cdot 0.0372} \lg \frac{0.15}{0.05} \right) = 33 \text{ } ^\circ S$$

Probka izoləsinin xarici səthinin temperaturunu təyin edirik:

$$t_{s4} = t_2' + \frac{q_b}{\alpha_{iz} D_4 \pi} = 25 + \frac{10.01}{15 \cdot 0.19 \cdot 3.14} = 26.11 \text{ } ^\circ S$$

İstilikdəyişdiricinin f.i.ə. aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$\eta_{id} = \frac{Q}{Q_{ver}}$$

Burada Q_{ver} – istilikdəyişdiriciyə verilən istiliktir.

-
1. Rzayev. P.F., Qəribov. A.A., Məmmədov. F.F., Mustafayeva. R.M. // Energetikanın Problemləri.-2005.-№ 2.-s.73-78.
 2. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Физматгиз, 1979, -708с.
 3. Вукалович.М.П. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Машгиз, 1958,
 4. Михеев.М.А., Михеева.И.М. Основы Теплопередачи, М.: Энергия, 1973, -319с.
 5. Bəşirov M.M., İmanov Ş.Y., Həsənov V.H. İstilikdəyişdirici aparatlar və qurğular. Bakı., Çaşıoğlu, 2000,- s. 151.
 6. Bədəlov Y.A., Naziyev Y.M. İstilikötürmə. Bakı., Maarif, 1999,- s. 452.

**ТЕПЛО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕПЛООБМЕННИКА НА
ОСНОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ
ПАРАБОЛОЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКИ (ПЦСЭУ)**

МАМЕДОВ Ф.Ф., РЗАЕВ П.Ф.

В статье предложен общий энергетический расчет теплообменника на основании экспериментальных данных параболоцилиндрической солнечной энергетической установки.

**THERMAL - ENERGETIC ANALYSIS OF HEAT EXCHANGER IN PARABOLIC
TROUGH SOLAR ENERGETIC PLANT(PTSEP) ACCORDING TO
EXPERIMENTAL RESULTS**

MAMMADOV F.F., RZAYEV P.F.

General energetic calculation of heat exchanger was given according to the experimental results of parabolic trough solar energetic plant in the article.