

UOT 621.472:662.997

## GÜNƏŞ ENERJETİK QURĞUSUNUN BORUŞƏKİLLİ HELİOREAKTOR VƏ İSTİLİKDAŞIYICI SİSTEMİNİN EKSPERİMENTAL NƏTİCƏLƏRİNƏ ƏSASƏN İSTİLİK-ENERJETİK HESABATI

MƏMMƏDOV F.F., SALAMOV O.M., QƏRİBOV A.A.

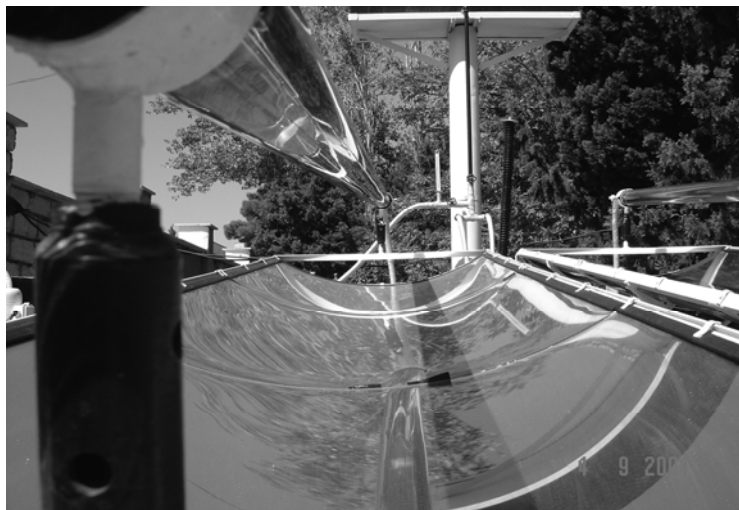
*AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu*

Məqalədə təbii sınaqların təcrübi qiymətlərini nəzərə almaqla günəş radiasiyası intensivliyinin müxtəlif qiymətlərində günəş energetik qurğusunun boruşəkili helioreaktorunun istilik-enerjetik hesabatının nəticələri göstərilmişdir.

Günəş enerjisindən istifadə etməklə xam neftin emala hazırlanması prosesində günəş energetik qurğusunun (GEQ) parametrlərinin düzgün seçilməsi əsas şərtlərdən biridir. Burada əsasən konsentratorun həndəsi və optik göstəricilərinə uyğun gələn və günəş şüası enerjisinin sıxlığından (GŞES) asılı olaraq helioreaktorun səthində və müvafiq olaraq istilikdaşıyıcıda yaranan temperatura görə onun sərfinin və sürətinin seçilməsi, digər tərəfdən helioreaktorun çıxış parametrlərindən asılı olan və istilikdəyişdiricidə konsentratorların gücünə görə əvvəlcədən hesablanmış neftin emala hazırlanma məhsuldarlığının təmin olunması üçün istilikdaşıyıcı ilə neft arasında istilik mübadilə prosesinin dəqiq həyata keçirilməsi nəzərdə tutulur [1].

Helioreaktorun diametri 2 modullu GEQ-nun konsentratorunun açılma bucağına, həndəsi mükəmməlliyinə və eninə əsasən təyin olunur. Bizim halda konsentratorun adı çəkilən parametrlərinin qiymətlərini nəzərə alaraq helioreaktorun və molibden şüşə borunun konstruktiv parametrləri seçilmişdir. Buna müvafiq olaraq helioreaktorun çıxışındakı istilikdaşıyıcının istilikdəyişdiriciyə daxil olması və istilikdəyişdiricidən çıxan istilikdaşıyıcının nasos vasitəsilə yenidən helioreaktorlara qayıtması üçün istifadə olunan birləşdirici rezin boruların istilikdaşıyıcının temperaturuna görə davamlı olması, burada ətraf mühitə istilik itkilərinin mümkün qədər az olması, onun uzunluğu, daxili və xarici diametrləri əvvəlcədən hesablanmış, alınmış qiymətlərə əsasən standart rezin borular seçilmişdir.

GEQ – nun boru tipli helioreaktoru polad borudan ibarətdir və konsentratorun fokal oxu boyunca diametral şəkildə yerləşdirilməklə onun gövdəsinə bərkidilmişdir. Konsentratorun helioreaktorla birgə konstruktiv sxemi və əsas parametrləri ədəbiyyatda [2,3] verilmişdir.



Şek. 1. Konsentratorun helioreaktorla birgə əyani görünüşü

Günəş şüaları normal istiqamətdə düşən halda konsentratorun səthindən əks olunan şüa enerjisi helioreaktorun şüa qəbul edən səthində onun uzunluğu boyu bərabər paylanır.

Qurğu təbii şəraitdə sınaqdan keçirilərkən yay mövsümü üçün GŞES-nin orta qiyməti  $I=750 \text{ Vt/m}^2$  götürülmüşdür. Bu zaman istilikdəyişdiricidə normal istilik mübadiləsi prosesinin getməsi üçün istilikdaşıyıcının iki ədəd helioreaktor üçün ümumi sərfi 480 kq/saat və temperatur düşgüsü  $\Delta t_{id}=4,3^{\circ}\text{S}$  olmaqla istilikdaşıyıcının helioreaktorun girişindəki və çıxışındakı temperaturları isə münasib olaraq  $t_{id}^{gir}=75,7^{\circ}\text{S}$  və  $t_{id}^{cix}=80^{\circ}\text{S}$  seçilmişdir. Helioreaktorun istilik-energetik həm qeyd olunan şərtlər daxilində, həm də  $t_{id}^{cix}=80^{\circ}\text{S}$  olmaqla  $\Delta t_{id}$ -nin və GŞES-nin müxtəlif qiymətləri üçün ayrı-ayrılıqda hesablanmış nəticə etibarilə istilikdaşıyıcının sərfinin müxtəlif iş rejimləri üçün optimal qiymətli təyin edilmişdir [4].

Helioreaktorun aktiv şüa qəbuledici səthinə düşən günəş enerjisinin ümumi miqdarı aşağıdakı düstur vasitəsilə təyin edilmişdir [5,6].

$$Q_{hr}^a = S_{hr}^a \cdot C \cdot I \cdot R_g \cdot n \quad (1)$$

Burada, helioreaktorun aktiv şüa qəbuledici səthinin sahəsini nəzərə alsaq, onda

$$Q_{hr}^a = \frac{1}{3} \pi \cdot d_{hr}^x \cdot l_{hr} \cdot K \cdot C \cdot I \cdot R_g \cdot n \quad (2)$$

Burada,  $d_{hr}^x=0,05 \text{ m}$  – helioreaktorun xarici diametridir;  $l_{hr}=3,0 \text{ m}$  helioreaktorun uzunluğudur;  $K$ - əmsaldır, (bizim halda  $U_0=60^{\circ}$  üçün  $K=0,829$ );  $C=19$  konsentratorun konsentrasiya dərəcəsidir;  $I$ -parabolosilindirik konsentratorun (PK) modullarının səthinin hər kvadrat metrinə düşən GŞES-nin qiymətidir (hesabat üçün orta qiymət  $I=750 \text{ Vt/m}^2$  götürülmüşdür);  $R_g=0,8$  PK-ın günəş şüalarını əksətdirmə əmsalındır;  $n=2$  - PK-un modullarının sayıdır.

Helioreaktorda ayrılan ümumi istilik enerjisinin miqdarı ( $Q_{hr}^{um}$ ) aşağıdakı düsturla tapılır:

$$Q_{hr}^{um} = Q_{hr}^a \cdot \varepsilon_{hr} \cdot A_{sb} \quad (3)$$

Burada,  $\varepsilon_{hr}=0,91$ - helioreaktorun selektiv səthinin qaralıq dərəcəsidir;  $A_{sb}=0,9$  izoləedici molibden şüşə borunun inteqral şüa buraxma əmsalındır.

Helioreaktorun və helioreaktorla istilikdəyişdiricini birləşdirən kommunikasiya xəttlərinin səthlərindən itən istilik itkiləri aşağıdakı düsturlar vasitəsilə hesablanır.

- Şüalanma yolu ilə helioreaktorun səthindən itən istilik itkisi,

$$Q_{hr}^s = \frac{1}{2} \pi \cdot d_{hr}^x \cdot l_{hr} \cdot \varepsilon_{hr} \cdot \sigma \cdot (t_{xd}^4 - t_h^4) \quad (4)$$

Burada,  $\sigma=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Vt/(m}^2\text{K}^4)$ - Stefan-Bolsman sabitidir;  $t_{xd}$ -helioreaktorun xarici divarının orta temperaturudur, (təcrübənin aparıldığı şərtlər üçün  $t_{xd}=77,85^{\circ}\text{S}$ );  $t_h$ -ətraf mühitin (havanın) temperaturudur (Bakı şəhərində havanın orta illik qiyməti  $t_h=14,4^{\circ}\text{S}$ ) [7].

- İzoləedici molibden şüşə borunun səthindən konveksiya yolu ilə itən istilik itkisi,

$$Q_{sb}^k = \frac{1}{2} \pi \cdot d_{sb}^x \cdot l_{sb} \cdot \alpha_{sb} \cdot (t_{sb} - t_h) \quad (5)$$

Burada,  $d_{sb}^x=0,064 \text{ m}$ -izoləedici molibden şüşə borunun xarici diametridir;  $l_{sb}=3,0 \text{ m}$  izoləedici molibden şüşə borunun uzunluğudur;  $\alpha_{sb}=4 \text{ Vt/(m}^2 \text{ }^{\circ}\text{S)}$ - izoləedici molibden şüşə borunun səthindən ətraf mühitə konvektiv istilikvermə əmsalındır;  $t_{sb}$ - izoləedici molibden şüşə borunun səthinin orta temperaturudur,  $t_{sb}=32^{\circ}\text{S}$ .

- İzoləedicici molibden şüşə borunun səthindən şüalanma yolu ilə itən istilik itkisi,

$$Q_{sb}^s = \frac{1}{2} \pi \cdot d_{sb}^x \cdot l_{sb} \cdot \varepsilon_{sb} \cdot \sigma \cdot (t_{sb}^4 - t_h^4) \quad (6)$$

Burada,  $\varepsilon_{sb}$  - izoləedicici molibden şüşə borunun qaralıq dərəcəsidir,  $\varepsilon_{sb} = 0,1$ .

$Q_{hr}^s, Q_{sb}^k, Q_{sb}^s$  istilik itkilərini nəzərə almaqla helioreaktorun səthindən itən istilik itkilərinin ümumi miqdarı belə hesablanır.

$$Q_{hr}^{it} = Q_{hr}^s + Q_{sb}^k + Q_{sb}^s \quad (7)$$

Helioreaktordan istilikdəyişdiriciyə ötürülən faydalı istilik enerjisinin qiyməti aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$Q_{hr}^{fay} = Q_{hr}^{um} - Q_{hr}^{it} \quad (8)$$

Helioreaktorda istilikdaşıyıcını hər hansı temperatura qədər qızdırmaq üçün lazım gələn istilik enerjisi aşağıdakına bərabərdir [8].

$$Q_{hr}^{laz} = G \cdot C_p (t_{id}^{cix} - t_{id}^{gir}) \quad (9)$$

Burada,  $G$  - istilikdaşıyıcının sərfidir;  $C_p$  - istilikdaşıyıcının istilik tutumudur;  $t_{id}^{gir}$  və  $t_{id}^{cix}$  – uyğun olaraq istilikdaşıyıcının helioreaktorun girişindəki və çıxışındakı temperaturlarının qiymətləridir ( bizim halda  $t_{id}^{cix} = 80^0S$ ;  $t_{id}^{gir} = 65-77^0S$ ).

Qərarlaşmış rejim üçün  $Q_{hr}^{fay} = Q_{hr}^{laz}$  olduğundan  $Q_{hr}^{fay}$ -nın (8) düsturu ilə təyin edilmiş qiymətlərini (9) düsturunda nəzərə almaqla müxtəlif stasionar rejimlər üçün istilikdaşıyıcının səfləri aşağıdakı şəkildə hesablanmışdır:

$$G = \frac{Q_{hr}^{fay}}{C_p \Delta t_{id}} \quad (10)$$

Burada,  $\Delta t_{id}$ -istilikdaşıyıcının helioreaktorun girişindəki və çıxışındakı temperaturlarının fərqi (  $\Delta t_{id} = t_{id}^{cix} - t_{id}^{gir}$  ).

Hesabat zamanı  $\Delta t_{id}$ -nın qiyməti  $t_{id}^{cix}$ -in yuxarıda qeyd olunan sabit qiyməti üçün müvafiq artımlarla aşağıdakı şəkildə yarım diapazonlarla bölünmüşdür.

$$t_{id}^{cix} = 80^0S; \Delta t_{id1} = 3^0S; \Delta t_{id2} = 6^0S; \Delta t_{id3} = 9^0S; \Delta t_{id4} = 12^0S; \Delta t_{id5} = 15^0S;$$

Hesabat zamanı istilikdaşıyıcının helioreaktorun girişindəki temperaturunun minimal qiyməti  $65^0S$ -yə bərabərdir. Bu zaman istilikdaşıyıcının giriş və çıxış temperaturlarının ümumi temperatur düşüğü  $\Delta t_{id} = 15^0S$  təşkil edir.

PSGEQ-nun helioreaktorunun çıxışındakı f.i.ə. aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$\eta_{hr}^{cix} = \eta_{pk} \cdot \eta_{hr}^m \quad (11)$$

Burada,  $\eta_{pk}$ -PK-un f.i.ə.-dir;  $\eta_{hr}^m$ -helioreaktorun məxsusi f.i.ə.-dir.  $\eta_{pk}$  və  $\eta_{hr}^m$  uyğun olaraq aşağıdakı kimi hesablanırlar:

$$\eta_{pk} = \frac{Q_{hr}^a}{S_{pk} \cdot I \cdot n} \quad (12)$$

$$\eta_{hr}^m = \frac{Q_{hr}^{fay}}{Q_{hr}^a} \quad (13)$$

(12) və (13) düsturlarını (11)-də nəzərə alsaq, onda

$$\eta_{hr}^{cix} = \frac{Q_{fay}}{S_{pk} \cdot I \cdot n} \quad (14)$$

Helioreaktorun səthinin orta temperaturu aşağıdakı tənlik vasitəsilə təyin olunur:

$$t_{hr}^{or} = t_{id}^{or} + \Delta t_{id,d} + \Delta t_{d,x} \quad (15)$$

Burada,  $t_{id}^{or}$ -istilikdaşıyıcının orta temperaturudur  $^{\circ}\text{S}$ ;  $\Delta t_{id,d}$ -helioreaktorun daxili divarı ilə istilikdaşıyıcı arasındakı temperatur düşgüsüdür  $^{\circ}\text{S}$ ;  $\Delta t_{d,x}$ -helioreaktorun daxili divarı ilə xarici divarı arasındakı temperatur düşgüsüdür  $^{\circ}\text{S}$ .

$\Delta t_{id,d}$  və  $\Delta t_{d,x}$ - temperatur düşgüləri aşağıdakı düsturlarla hesablanırlar [9].

$$\Delta t_{id,d} = \frac{Q_{fay}}{\frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \pi \cdot d_d \cdot l_{hr}} \quad (16)$$

$$\Delta t_{d,x} = \frac{Q_{fay}}{\frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda_{hr}}{\delta_{hr}} \cdot \pi \cdot d_{hr}^{or} \cdot l_{hr}} \quad (17)$$

Burada,  $\alpha$ - divardan istilikdaşıyıcıya istilikvermə əmsalı olub istilikdaşıyıcının və helioreaktorun səthinin orta temperaturundan asılıdır,  $\text{Vt/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{S}$ ;  $d_d$ - helioreaktorun daxili diametridir,  $d_d=0,044\text{m}$ ;  $\lambda_{hr}$ -helioreaktorun divarının istilikkeçirmə əmsalıdır,  $\lambda_{hr}=45 \text{ Vt/m } ^{\circ}\text{S}$ ;  $\delta_{hr}$ - helioreaktorun divarının qalınlığıdır,  $\delta_{hr}=0,003\text{m}$ ;  $d_{hr}^{or}$ - helioreaktorun orta diametridir,  $d_{hr}^{or}=0,047\text{m}$ .

(16) və (17) düsturları üzrə aparılmış hesabatlardan alınmış nəticələrə əsasən temperatur basqısının helioreaktorun səthinin orta temperaturundan asılılıq qrafikləri qurulmuşdur. Bu zaman aşağıdakı düsturdan istifadə olunmuşdur.

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{id,d} + \Delta t_{d,d}}{t_{hr}^{xd}} \quad (18)$$

(16) düsturunda helioreaktorun səhindən ətraf mühitə konvektiv istilikvermə əmsalının qiyməti aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$\alpha = Nu_{id} \frac{\lambda_{id}}{d_d} \quad (19)$$

Burada,  $\lambda_{id}$ -istilikdaşıyıcının istilikkeçirmə əmsalıdır və uyğun olan orta temperatura görə ədəbiyyatdan [10] seçilir,  $\text{Vt/m } ^{\circ}\text{S}$ .

Nüsselt kriteriyasının qiyməti bu tənliklə hesablanır [8],

$$Nu_{id} = 0,021 Re_{id}^{0,8} Pr^{0,43} \left( \frac{Pr}{Pr_s} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_1 \quad (20)$$

Burada,  $Pr_s$  - divar səthinin orta temperaturunun Prandtl kriteriyasıdır,  $l/d_{hr} > 50$  olduğundan  $\varepsilon_1 = 1$  olur:

Burada,  $Re_{id}$  və  $Pr$ -müvafiq olaraq Reynolds və Prandtl kriteriyalarıdır. Prandtl kriteriyasını istilikdaşıyıcının orta temperaturuna görə ədəbiyyatdan [10] tapılır.

Reynolds kriteriyası aşağıdakı düstur vasitəsilə hesablanır,

$$Re_{id} = \frac{V \cdot d_d}{\nu} \quad (21)$$

Burada,  $V$ -istilikdaşıyıcının sürətidir, m/san, istilikdaşıyıcının orta temperaturundakı sıxlığından və onun sərfindən asılıdır;  $\nu$  -m<sup>2</sup>/san- istilikdaşıyıcının orta temperaturdakı kinematik özlülük əmsalındır və ədəbiyyatdan [10] tapılır.

Helioreaktorun və birləşdirici rezin boruların daxilində hərəkət edən istilikdaşıyıcının sürəti aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$V = \frac{4G}{\rho \cdot \pi \cdot d_d^2} \quad (22)$$

Burada,  $\rho$  -istilikdaşıyıcının sıxlığıdır və ədəbiyyatdan [10] tapılır;

GŞES-nin yay mövsümü üçün seçilmiş orta qiymətlərinə ( $I_{yay}^{or} = 750$  Vt/m<sup>2</sup>) və  $\Delta t_{id}$ -nin qəbul edilmiş qiymətlərinə uyğun gələn stasionar rejimdə istilikdaşıyıcının sərfinin helioreaktorun şüa qəbuledən aktiv səthi ilə kontakt müddətindən ( $j_{hr}^{id}$ ) asılılığını müəyyən edək. Bu məqsədlə aşağıdakı düsturdan istifadə edək.

$$j_{hr}^{id} = \frac{\rho \cdot \pi \cdot d_d^2 \cdot l_{hr}}{4G} \quad (23)$$

Cədvəl 1.

Cədvəldən seçilən parametrlər

$t_{id}^{or}, ^\circ S$	$\rho, \text{ kq/m}^3$	$C_p, \text{ KC/kq}^\circ S$	$\lambda, \text{ Vt/m}^\circ S$	$\nu, \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{san}$	Pr
72,5	976,3	7,189	0,6695	0,4025	2,465
74,0	975,4	4,19	0,6704	0,395	2,414
75,5	974,5	4,191	0,6713	0,3875	2,363
77,0	973,6	4,193	0,6722	0,38	2,312
78,5	972,7	4,194	0,6731	0,3725	2,261

Cədvəl 2.

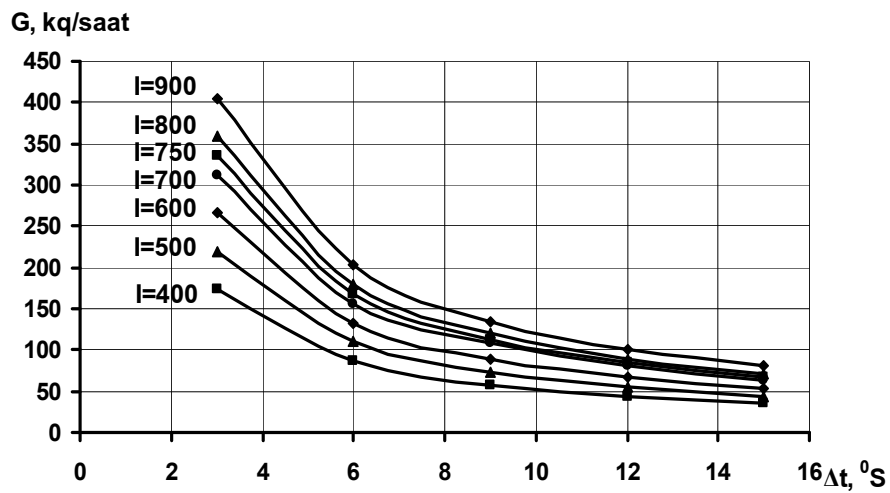
Müxtəlif temperatur düşgülərində istilikdaşıyıcının giriş və orta temperaturlarının, həmçinin helioreaktorun xarici divarının orta temperaturunun qiymətləri.

Parametrlər	$\Delta t_{id}, ^\circ S$				
	15	12	9	6	3
$t_{id}^{gir}, ^\circ S$	65	68	71	74	77
$t_{id}^{or}, ^\circ S$	72,5	74,0	75,5	77,0	78,5
$t_{hr}^{xd}, ^\circ S$	80,5	81,25	82,0	82,75	83,5

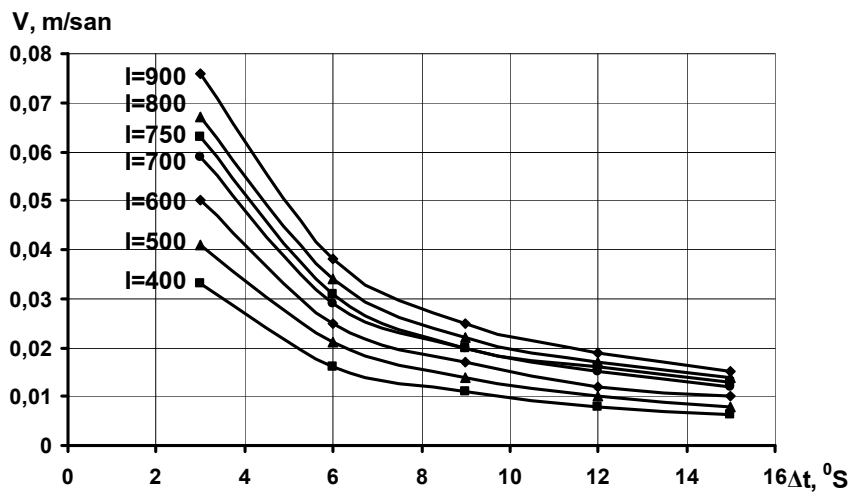
Cədvəl 2-də temperatur düşgüsünün müxtəlif qiymətlərində  $t_{id}^{gir}$ ,  $t_{id}^{or}$ ,  $t_{hr}^{xd}$  temperaturlarının və Pr kriteriyasının qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 3.  
İstilikdaşıyıcının müxtəlif temperatur düşgülərində helioreaktorda və molibden şüşə boruda itən istilik itkiləri

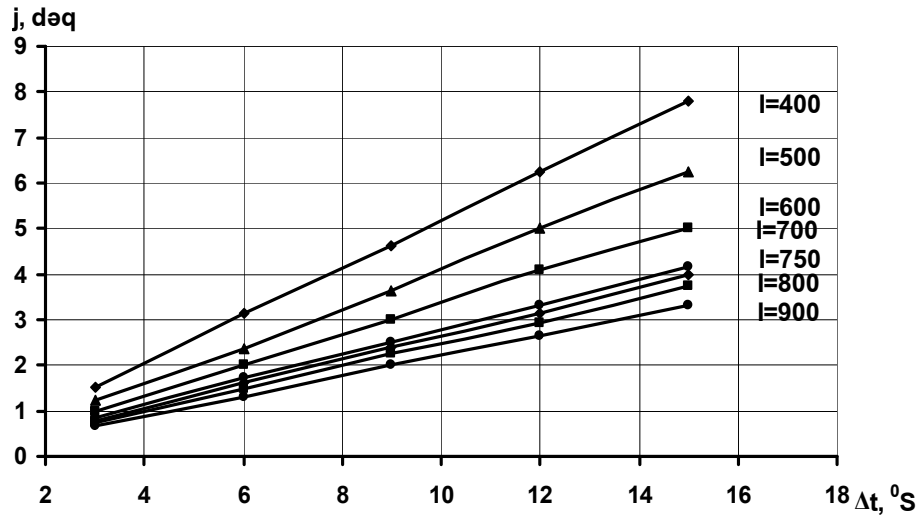
Parametrlər	$\Delta t_{id}, ^\circ S$				
	15	12	9	6	3
$Q_{hr}^s, Vt$	0,5	0,52	0,54	0,56	0,58
$Q_{sb}^k, Vt$	39,85	40,25	40,75	41,2	41,7
$Q_{sb}^s, Vt$	0,078	0,08	0,083	0,085	0,088
$Q_{hr}^{it}, Vt$	40,45	4085	41,35	41,8	42,4



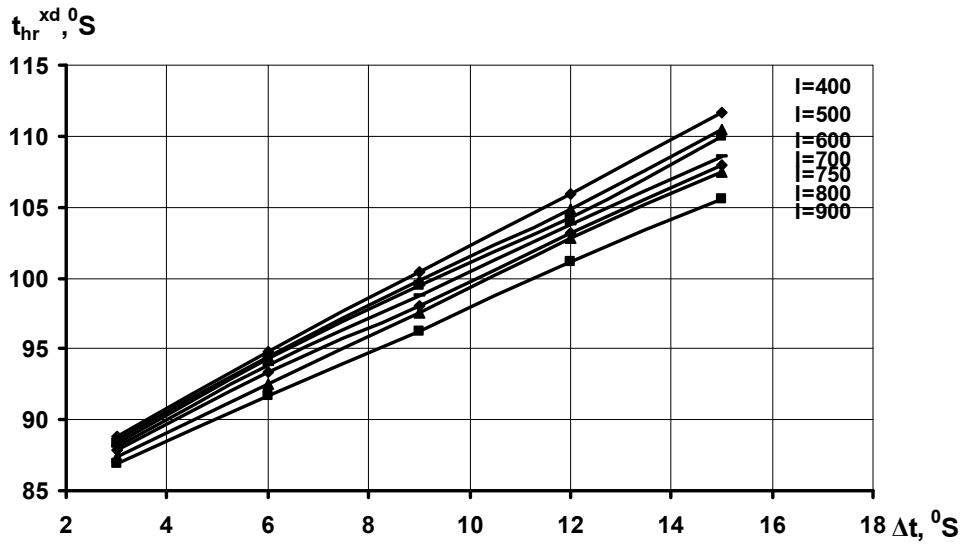
Şəkil 2. GŞES-nin müxtəlif qiymətlərində helioreaktordakı istilikdaşıyıcının sərfinin temperatur düşgüsündən asılılığı.



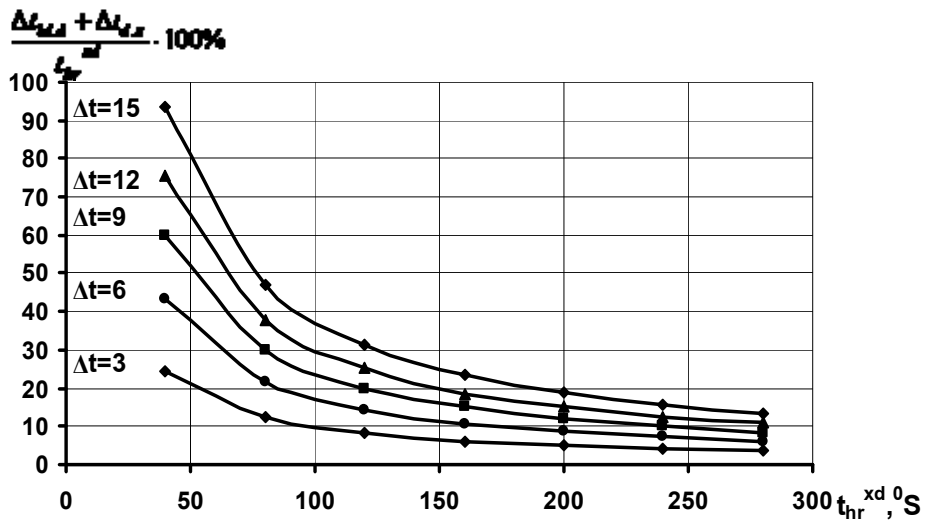
Şəkil 3. GŞES-nin müxtəlif qiymətlərində helioreaktordakı istilikdaşıyıcının axma sürətinin temperatur düşgüsündən asılılığı.



Şəkil 4. GŞES-nin müxtəlif qiymətlərində istilikdaşıyıcının helioreaktorun daxili divarı ilə kontakt müddətinin temperatur düşgüsündən asılılığı.



Şəkil 5. GŞES-nin müxtəlif qiymətlərində helioreaktorun xarici divarının orta temperaturunun temperatur düşgüsündən asılılığı.



Şəkil 6. Temperatur düşgüsünün müxtəlif qiymətlərində temperatur basqısının helioreaktorun xarici divarının temperaturundan asılılığı.

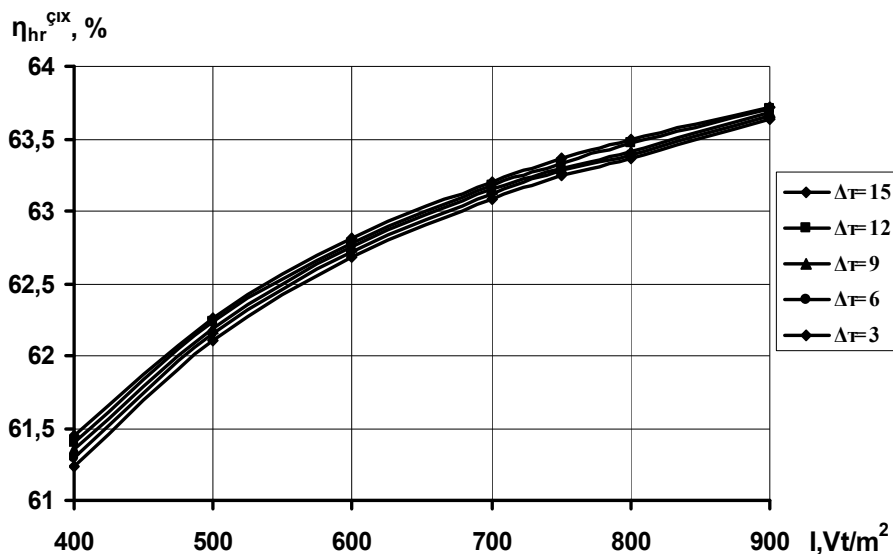
## Boruşəkili helioreaktorun istilik-energetik hesabatından alınmış nəticələr

Parametrlər		GŞES-nın qiymətləri, Vt/m <sup>2</sup>						
		400	500	600	700	750	800	900
$Q_{pk}$ ,		984	1230	1476	1722	1845	1968	2214
$Q_{hr}^a$ ,		787,5	984,4	1181,3	1378,1	1476,6	1575,0	1771,9
$Q_{hr}^{um}$ ,		645,0	806,2	967,5	1128,7	1209,3	1289,3	1451,2
$Q_{hr}^{fay}$ , Vt	$\Delta t=15^0S$	604,6	765,8	927,1	1088,3	1168,9	1249,5	1410,8
	$\Delta t=12^0S$	604,2	765,4	926,7	1087,9	1168,5	1249,1	1410,4
	$\Delta t=9^0S$	603,7	764,9	926,2	1087,4	1168,0	1248,0	1409,9
	$\Delta t=6^0S$	603,2	764,4	925,7	1086,9	1167,5	1247,5	1409,4
	$\Delta t=3^0S$	602,6	763,8	925,1	1086,3	1166,9	1247,1	1408,8
$Re_{id}$	$\Delta t=15^0S$	699,6	874,5	1093,2	1311,8	1366,5	1464,8	1639,8
	$\Delta t=12^0S$	891,1	1114,0	1336,7	1670,9	1782,3	1893,7	2116,5
	$\Delta t=9^0S$	1249,0	1589,7	1930,3	2271,0	2271,0	2498,1	2838,7
	$\Delta t=6^0S$	1852,6	2431,6	2897,4	3357,9	3589,5	3936,8	4400,0
	$\Delta t=3^0S$	3898,0	4843,0	5906,0	6969,1	7441,6	7914,1	8977,2
$Nu_{id}$	$\Delta t=15^0S$	5,85	6,99	8,36	9,67	9,99	10,56	11,56
	$\Delta t=12^0S$	7,1	8,48	9,82	11,74	12,36	12,97	14,18
	$\Delta t=9^0S$	9,3	11,28	13,17	15,0	15,6	16,19	17,94
	$\Delta t=6^0S$	12,75	15,85	18,22	20,52	21,64	23,3	25,47
	$\Delta t=3^0S$	23,12	27,5	32,24	36,8	38,78	40,74	45,06
$\alpha$	$\Delta t=15^0S$	88,97	106,31	127,15	147,08	151,94	160,61	175,82
	$\Delta t=12^0S$	108,13	129,15	149,55	178,8	188,24	197,53	215,96
	$\Delta t=9^0S$	141,63	171,79	200,84	228,75	229,32	251,47	277,85
	$\Delta t=6^0S$	194,43	242,02	277,85	313,34	330,44	355,79	388,92
	$\Delta t=3^0S$	353,5	424,6	492,94	562,67	592,94	622,91	688,96
$\Delta t_{d.x}$	$\Delta t=15^0S$	0,182	0,2306	0,2792	0,3277	0,352	0,3763	0,4249
	$\Delta t=12^0S$	0,1819	0,2305	0,2791	0,3276	0,3519	0,3762	0,4247
	$\Delta t=9^0S$	0,1818	0,2304	0,2789	0,3275	0,3517	0,3758	0,4246
	$\Delta t=6^0S$	0,1817	0,2302	0,2788	0,3273	0,3516	0,3757	0,4244
	$\Delta t=3^0S$	0,1816	0,23	0,2786	0,3271	0,3514	0,3756	0,4243
$\Delta t_{id.d}$	$\Delta t=15^0S$	32,82	34,79	35,22	35,74	37,12	37,54	38,72
	$\Delta t=12^0S$	26,99	28,63	28,9	29,39	29,95	30,51	31,51
	$\Delta t=9^0S$	20,59	21,5	22,27	22,96	23,58	23,95	24,48
	$\Delta t=6^0S$	14,98	15,25	16,09	16,58	16,92	17,02	17,39
	$\Delta t=3^0S$	8,23	8,69	9,06	9,32	9,5	9,66	9,87

$Q_{hr}^s, Q_{sb}^k, Q_{sb}^s$  və  $Q_{hr}^{it}$  istilik itkilərinin hesabat yolu ilə alınmış qiymətləri cədvəl 3-də,  $Q_{pk}, Q_{hr}^a, Q_{hr}^{um}, Q_{hr}^{fay}, Re_{id}, Nu_{id}, \alpha, \Delta t_{d.x}, \Delta t_{id.d}$  parametrlərinin müvafiq düsturlara əsasən hesabat yolu ilə alınmış qiymətləri isə cədvəl 4-də verilmişdir.



Cədvəl 3-dən görüldüyü kimi  $Q_{pk}$ ,  $Q_{hr}^a$  və  $Q_{hr}^{um}$  istilik enerjiləri istilikdaşıyıcının temperatur düşgüsündən asılı deyillər, GŞES-dan isə xətti asılıdırlar (cədvəl 2 və cədvəl 3-dəki göstəricilər bir ədəd PK üçündür).



Şəkil 7. Temperatur düşgüsünün müxtəlif qiymətlərində helioreaktorun f.i.ə.-nin GŞES-dan asılılığı.

$Q_{hr}^{fay}$ -istilik enerjisi  $\Delta t$ -dən zəif, GŞES-dan isə xeyli dərəcədə asılıdır. İstilikdaşıyıcının giriş və çıxış temperaturları arasındakı temperatur düşgüsündən nisbətən kəskin asılı olan parametrlər  $Re_{id}$  və  $Nu_{id}$  kriteriyaları,  $\alpha$  və  $\Delta t_{id,d}$ -dir.

$Re_{id}$  kriteriyasının qiymətlərindən görüldüyü kimi, axma rejimi aşağıdakı hallarda turbulent xarakter daşdığından PK qərarlaşmış rejimdə işləyir.

- a)  $I=400-500$  Vt/m<sup>2</sup>;  $\Delta t=3^0S$
- b)  $I=500-750$  Vt/m<sup>2</sup>;  $\Delta t=3-6^0S$
- v)  $I=750-900$  Vt/m<sup>2</sup>;  $\Delta t=3-9^0S$

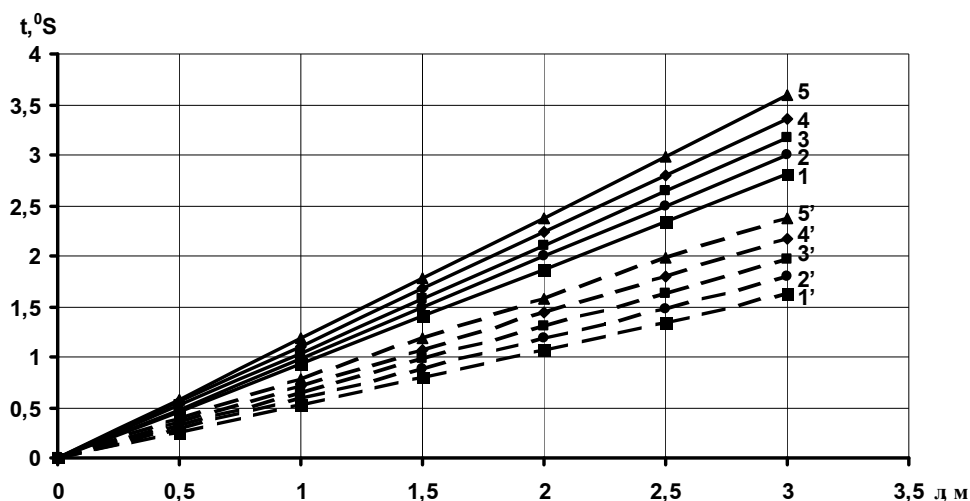
$Nu_{id}$  kriteriyalarının kiçik olması öz təsirini  $\alpha$ -nın qiymətlərində, axırncılar isə helioreaktorun daxili divarı ilə istilikdaşıyıcının arasında olan temperatur düşgüsünün xeyli miqdarda artmasında göstərir.

Təbii ki, belə işçi rejimdə böyük temperatur düşgülərində işləyərkən çıxışda lazımı temperaturun alınması üçün istilikdaşıyıcının sərfi və axın sürəti xeyli miqdarda aşağı, istilikdaşıyıcının helioreaktorun şüa qəbul edən səthi ilə kontakt müddəti isə çox olur. Lakin temperatur düşgülərinin kiçik GŞES-nin isə böyük qiymətlərində işləyərkən istilikdaşıyıcının sərfi və sürəti artır, buna müvafiq olaraq kontakt müddəti azalır və proses turbulent axımlı qərarlaşmış rejimdə keçir (şəkil 2, şəkil 3 və şəkil 4-də uyğun olaraq istilikdaşıyıcının sərfinin, onun axma sürətinin və helioreaktorun səthi ilə kontakt müddətinin temperatur düşgülərinin müxtəlif qiymətləri üçün GŞES-dan asılılıq qrafikləri təsvir olunmuşdur).

Şəkil 5-də helioreaktorun xarici divarının orta temperaturunun müxtəlif temperatur düşgüləri üçün GŞES-dan asılılıq qrafikləri təsvir olunmuşdur. Görüldüyü kimi  $t_{hr}^{xd}$ -in qiyməti həm temperatur düşgüsündən həm də GŞES-dan xətti asılıdır və bu asılılıq düz mütənasib xarakter daşıyır.

Temperatur basqısının helioreaktorun xarici divarının temperaturundan asılılıq qrafiki isə hiperbolik xarakter daşıyır.

Şəkil 6-da müxtəlif temperatur düşgüləri üçün həmin asılılıqların qrafikləri verilmişdir. Temperatur basqısının qiymətlərinin böyük olması və bunun temperatur düşgüsünün böyük qiymətlərində daha kəskin nəzərə çarpması  $Re$  və  $Nu$  kriteriyalarının və onlardan da asılı olaraq  $\alpha$ -nın kiçik qiymətlər alması ilə izah olunur.



Şəkil 8. Helioreaktorun səthinin və onun daxilindəki istilikdaşıyıcının temperaturlarının onların uzunluqlarından asılılığı.

Həm təcrübələrin nəticələrinin bir-biri ilə müqayisəsi həm də bu nəticələrin digər tədqiqatların nəticələri ilə müqayisəsindən görünür ki, helioreaktorun səthinin temperaturunun onun uzunluğu boyunca artması, helioreaktorun girişindən çıxışına doğru hərəkət edərkən boru divarından istiliyi qəbul edən istilikdaşıyıcının temperaturunun artması ilə əlaqədardır ki, bu da borunun sonunda həm istilikdaşıyıcının həm də helioreaktorun səthinin temperaturlarının artması ilə izah olunur. Bu göstərici şəkil 8-də təsvir olunmuşdur. Göründüyü kimi burada GŞES 500-900  $\text{Vt/m}^2$  intervalında dəyişməsi zaman həm HR-un səthinin (1-5 xətləri) həm də istilikdaşıyıcının helioreaktorun giriş və çıxışdakı temperaturlarının fərqinin qiymətlərinin (1'-5' xətləri) helioreaktorun uzunluğundan asılılıq qrafikləri xətti xarakter daşıyırlar.

1. *Mammadov F.F.* Application of solar energy in the initial crude oil treatment process in oil fields // Journal of Energy in Southern Africa, vol 17, No2, May 2006, p. 27-30.
2. Мамедов Ф.Ф., Керимов М.А., Рзаев П.Ф., Саламов О.М., Исаков Г.И. Экспериментальное исследование тепловых процессов параболоцилиндрической солнечной установки для подготовки сырой нефти к переработке на нефтепромыслах // Альтернативная Энергетика и Экология. М.: 2005, №7 (27), с.59-61.
3. *Rzayev, P.F., Kerimov, M.A., Mammadov, F.F., Mustafayeva R.M.* 2005. Thermotechnical calculation of parabolic trough solar concentrator / Eighth Baki International Congress "Energy, Ecology, Economy" Baki: 2005, p. 137-140.
4. Саламов О.М., Мамедов Ф.Ф., Гарибов А.А., Рзаев П.Ф., Исаков Г.И. Исследования энергетических характеристик солнечной установки с параболоцилиндрическим концентратором, для тепловой обработки сырой нефти // Альтернативная Энергетика и Экология. М.: 2005, №11 (31), с.48-54.
5. Умаров Г.Я. Абидов Т.З. Трухов В.С. Расчет тепловой трубы, используемой в качестве теплоприемника солнечной энергетической установки с параболоцилиндрическим концентратором // Гелиотехника, 1974, №1, с.44-47
6. *Михеев М.А., Михеева И.М.* Основы теплопередачи. М.: ГЭИ, 1977, 343 с.
7. Карта «Тепловой баланс Азербайджана», 64 с. Аз ССР. 1990.
8. *Михеев М.А., Михеева И.М.* Краткий курс теплопередачи. М.Л.: ГЭИ, 1960, 208 с.
9. *Недужий И.А., Алабововский А.Н.* Техническая термодинамика и теплопередача. Киев, Высшая школа, 1978, 223 с.
10. *Вукалович.М.П.* Термодинамические свойства воды и водяного пара. М.: Машгиз, 1958, 245 с.

**ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ТРУБЧАТОГО  
ГЕЛИОРЕАКТОРА И ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
УСТАНОВКИ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ.**

**МАМЕДОВ Ф.Ф., САЛАМОВ О.М., ГАРИБОВ А.А.**

В статье проводятся результаты расчета трубчатого гелиореактора солнечной энергетической установки проведенного для разных значениях интенсивности солнечной радиации с учетом экспериментальных данных натурального испытания.

**HEAT-POWER ENGINEERING CALCULATION OF TUBULAR SOLAR REACTOR  
AND HEAT TRANSFER SYSTEM OF SOLAR POWER PLANT ON THE  
EXPERIMENTAL RESULTS.**

**MAMMADOV F.F., SALAMOV O.M., GARIBOV A.A.**

In the present research, study on the calculation results obtained of tubular solar reactor of the solar power plant were carried out for several showings of solar radiation taking into consideration experimental dates of the practical tests in open air.