

UOT 662.997: 662. 93(44)

## GSQ GK İSTİLİK-ENERJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN RİYAZİ MODELƏŞMƏ ƏSASINDA TƏDQIQ OLUNMASI

T.F.YUSİBOVA

*Mingəçevir Dövlət Universiteti*  
AZ 4500, Azərbaycan, Mingəçevir, D.Əliyeva küç., 21  
*tarana.yusibova@mail.ru*

Daxil olub: 06.01.2023  
Çapa verilib: 16.03.2023

Açar sözlər: Volfram birləşməsi, səth morfologiyası,  
Raman spektroskopiyası, amorfizasiya.

### REFERAT

İşdə riyazi modelləşdirmənin əsas müddəaları nəzərə alınmaqla GSQ GK istilik və enerji xüsusiyyətləri araşdırılır.  $t^{\circ}\text{C}$ -m sistemində istilik udma plitəsindəki temperatur paylanması, həmçinin isti suyun hərəkət sürəti və temperatur paylanması sistemi verilir. Bu hesablamaların suyun istiləşməsinin texnoloji prosesini optimallaşdırmağa imkan verdiyi göstərilir.

### GİRİŞ

İstilik və enerji sistemi, texnoloji birləşmələrin mürəkkəb sxemi olan bir-birinə bənzəməyən avadanlıq elementlərinin vahid texniki kompleksidir. Bu kompleksdə müxtəlif proseslər eyni vaxtda gedir və sıx qarşılıqlı əlaqədə olur. Enerji daşıyıcılarının müxtəlif fazaları, müxtəlif materiallar birlikdə istifadə olunur.

Riyazi modelləşdirmə problemini həll edərək, quraşdırmanın iş şəraiti və bütövlükdə bütün istilik təchizatı sistemi haqqında məlumatların qeyri-müəyyənliyi səbəbindən böyük çətinliklər yaranır. Real vəziyyətdə texnoloji proseslərin bir çox xüsusiyyətləri və avadanlıq elementlərinin birləşmələri yalnız təxminən məlumdur. Aydındır ki, müxtəlif şərtlər istilik elektrik stansiyasının yenidən qurulması üçün öz optimal variantlarına uyğundur və buna görə də əlavə olaraq, müxtəlif şərtlər üçün ən yaxşı variantları seçmək, habelə faktiki iş rejimləri üçün bu cür variantları müəyyən etmək vəzifəsi bir istilik elektrik stansiyasının, yaranır.

Eyni zamanda, istilik texniki sistemin riyazi modeli əsasında optimallaşdırma da daxil olmaqla geniş spektrli problemləri həll etmək mümkün olur. Hazırkı işdə qapalı dövrdə işləyən TTS-nin modelləşdirilməsinə yanaşmanın işlənilib hazırlan-

masına cəhd edilmişdir. Bu iş çərçivəsində istilik texniki sistem hər hansı bir texniki sistem kimi başa düşülür, burada əsas proses sistemin elementləri arasında və ətraf mühitlə istilik axını və enerji mübadiləsi olacaqdır.

Bu, soyuducu maşınlar, buxar və qaz turbin qurğuları, daxili yanma mühərrikləri və s. daxil olmaqla, sistemlərin geniş sinfidir. Bu cür müxtəlifliyi nəzərə alaraq, bu işdə biz özümüzü qapalı dövrlü sistemləri - işləyən sistemləri nəzərdən keçirməklə məhdudlaşdıracağıq. maye ətraf mühitlə kütləvi mübadiləsi olmadan belə bir sistem daxilində dövr edir. Birbaşa və əks dövrlərdə işləyən istilik elektrik stansiyalarının riyazi modellərinin yaradılması müasir tədqiqatlarda perspektivli istiqamətdir [1]. Model struktur və ətraf mühit üçün məlum sərhəd şəraitində prosesin əsas parametrlərini hesablamağa, dəyişən giriş məlumatları ilə onların dəyişməsinə əldə etməyə və müxtəlif amillərin qurğunun işinə təsirini qiymətləndirməyə imkan verir.

Enerjidən istifadənin effektivliyinin artırılmasına, enerjiyə qənaət olunmasına, energetika obyektlərinin ətraf mühitə təsirini zəiflətməyə yönəlmiş tədbirlərin axtarılması müasir energetika siyasətinin əsasıdır. Belə strategiya qeyri-ənənəvi, bərpaulunan enerji mənbələri (BEM) üçün səciyyəvidir. Günəş enerjisindən istifadə olunmasının

daha perspektivli sahələrindən biri suyun məişət şəraitində istifadə üçün isidilməsidir. Lakin mövcud helioqurğuların təhlilinin göstərdiyi kimi, konstruksiyanın mürəkkəbliyi, qeyri-texnoloji olması ilə şərtlənən istismar olunma etibarlılığının aşağı olması onların isti su təchizatı məqsədləri üçün istifadəsinin qarşısını alır ki, bu da əldə olunan istilik enerjisinin maya dəyərini artırır. [2, 3].

Buna görə də isti su təchizatı üçün mövcud olan günəş su qızdırıcılarının (GSQ) təkmilləşdirilməsi və yenilərinin yaradılmasına istiqamətlənmiş tədqiqatlar aktualdır və xalq təsərrüfatı üçün böyük əhəmiyyətə malikdirlər.

GSQ işinin effektivliyinə günəş kollektorunun (GK) FİƏ, günəş konturunun aparıcı və gətirici boru kəmərlərində istilik itkisi kəmiyyəti (aparıcı və gətirici boru kəmərlərinin uzunluğundan, onların materialından, təcrid materialından, istilik daşıyıcısının sərfindən asılı olaraq), çən-akkumulyatorun həcmi, habelə çən-akkumulyatorun divarlarından istilik itkisi kəmiyyəti təsir göstərir.

## EKSPERİMENTAL NƏTİCƏLƏR

Kollektor (Şəkil1), içərisində kanallar olan metal istilikdaşıyıcıdan ibarətdir. Bu kanalların içərisindən istilikdaşıyıcıya maddə axır. İstilikdaşıyıcı kimi hava, su və ya digər maddələr ola bilər. Kollektorun içərisinin Günəşə baxan səthi şüaları yaxşı udan qara rənglə örtülür. Kollektorun Günəşə baxan tərəfi şəffaf qat ilə örtülür. Bu şüşə və ya digər şəffaf maddələrdən hazırlana bilər. Bunda məqsəd istiliyin konveksiya və ən əsası isə şüalanma ilə itkisinin qarşısını almaqdır. Şəffaf qat, misal üçün, pəncərə şüşəsi, şünəşdən enerji gətirən şüalar (0,4÷0,8) üçün heç bir mane yaratmır. Bu qat həmin şüalar üçün demək olar ki, şəffafdır. Lakin qızdırıcının 80 temperatura qədər qızdığı səthdən isə şüalanan infraqırmızı şüalar (0,8÷3,5) üçün isə bu qat demək olar ki, qeyri-şəffafdır. Bu istixana effekti də adlanır. Adətən hamar kollektorlar hərəkətsiz və cənuba baxan istiqamətdə quraşdırılırlar. Əgər bu kollektorlardan alınan istilik əsasən qış dövründə, isitmə və ya isti su təchizatı üçün işlədilsə, onda onların quraşdırılma bucağı,  $F+(10:15)$  yay dövründə maksimum istilik almaq üçün isə bu bucağın qiyməti  $F-(10:15)$  qəbul edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, Bakı şəhəri üçün şimal en

dairəsinin qiyməti təşkil edir. Kollektorun yan və aşağı tərəfləri isə istilik itkilərini azaltmaq məqsədilə istilik izolə materialı ilə örtülür. Burulğanlı Günəş-hava kollektorunun prinsipial sxemi göstərilmişdir. Bu Günəş kollektoru da dibi qara rənglə rənglənmiş və istilik-izolə materialı ilə örtülmüş qutudan ibarətdir. Bu qutunun üz tərəfi şüşə və ya adətən ikiqat plastik şəffaf material ilə örtülür. Günəş şüaları qara səthə düşərək onu qızdırır və oradan istilik hərəkət edən havaya keçir. Günəş kollektorunda istilik mübadilə prosesini intensivləşdirmək üçün burulğanlıq yaradan lövhələr nəzərdə tutulmuşdur.



**Şəkil1**  
Günəş kollektoru

GSQ-nın, həm də GK-nun işinin effektivliyini qiymətləndirmək məsələsində iki əsas yanaşma mövcuddur. Birinci yanaşma GSQ işinin effektivliyinin həmin qurğunun yerləşdiyi yer əvəzinə təbii şəraitdə uzunmüddətli eksperimental tədqiqatlarının aparılmasına əsaslanmışdır. Digər yanaşma GSQ-da istilik mübadiləsi prosesinin riyazi modelləşdirilməsinə və beləliklə də, GK məhsuldarlığının müəyyən edilməsinə, uducu lövhənin hərərət sahəsinə, istilik daşıyıcısının GK-dan çıxanda hərərətinə, çən-akkumulyatora ötürülən istiliyin miqdarına və s. əsaslanmışdır.

Modelləşdirmə GSQ-nın verilmiş parametrlərində daha mühüm çıxış parametrlərini tez hesablamağa imkan verir. Həmçinin, bəzi çıxış parametrlərini dəyişməklə, məsələn, istilik qəbuledicisinin ölçülərini, sistemdə kollektorların sayını, istilik daşıyıcısının istilik tutumunu, çənin istilik - təcrid parametrlərini və s. dəyişdirməklə GSQ işinin daha optimal rejimlərini almağa da imkan yaradır.

GSQ GK inteqral xüsusiyyətlərinin və hərərət sahəsinin hesablanması metodunun əsasında GK qövslənmiş səthi vasitəsilə istilik ötürülməsinin birölçülü stasionar məsələsi durur. Modelin çatışmayan cəhəti ondan aydındır ki, onda hərərət sahəsinin GK boyunca dəyişməsi məsələsi mayenin borulardakı hərərətinin dəyişməsi ilə əlaqəsindən kənarında baxılır.

Məsələnin həlli üçün müəlliflər son ədədi silsilə üsulundan istifadə etmişlər. İstilik ötürməsinin ikiölçülü bərabərliyinin həlli lokal birölçülü sxemdən istifadə etməklə torlu sahədə aparılmışdır. Cəbri (cəbirsəl) bərabərlik sisteminin həll edilməsi üçün "uyğunlaşdırma üsulundan istifadə edilmişdir.

Təklif olunan alqoritmlərin reallaşdırılması PL/1 dilində aparılmışdır. Bizim tərəfimizdən tapşırığın asanlaşdırılması və riyazi modelin hesablanmasını optimallaşdırılması üçün SPLİNE-funksiya modelindən istifadə edilmişdir.

## NƏTİCƏLƏRİN ANALİZİ VƏ MÜZAKİRƏSİ

Lövhəsinin qalınlığı onun uzunluğu və enindən çox az olan və bunun da nəticəsində Bi meyarı  $\leq 1$  olan boru tipli GSQ GK-nı nəzərdən keçirək. Bu zaman lövhənin qalınlığı üzrə hərərət gradientinə fikir verməmək olar. Bu halda kollektordakı hərərət sahəsi istilik keçirilməsinin ikiölçülü bərabərliyi ilə təsvir edilə bilər

$$\frac{\partial Z}{\partial t} = \alpha \Delta Z + \Phi, \quad (1)$$

burada  $\alpha$  - istilik keçiriciliyi əmsalı; Z- hərərət; x, y - məkan koordinatları; t-vaxt;

$\Delta Z = \frac{\partial^2 Z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Z}{\partial y^2}$  -Laplas operatoru;

$\Phi = \frac{Sn - Q}{cp\delta}$  - sərbəst hədd; Sn- günəş enerjisinin

udulmuş axını;  $Q = K_{\text{eff}} (Z - Z_{\text{otr.müh.}})$  - istiliyin ətraf mühitə itirilməsi; K - istilik ötürülməsi əmsalı; c - xüsusi istilik tutumu;  $\rho$  - sıxlıq;  $\delta$  - qalınlıq; eff.- effektivli.

Əgər kollektorun girişində suyun hərərəti və sürəti eynidirsə, düşən günəş enerjisi axını kollektorun səthi üzrə bərabər paylanıbsa, onda simmetriya güvvəsinə görə yalnız borudakı və ona bir tə-

rəfdən bitişik olan lövhədəki hərərət sahəsinə baxmaq olar.

Sərhəd şərtləri belə təyin olunur

$$\begin{cases} \lambda \delta \frac{\partial Z}{\partial y} \Big|_{y=0} = \alpha \pi d (Z - Z_m) \\ \frac{\partial Z}{\partial y} \Big|_{y=L} = 0 \end{cases}, \quad (2)$$

burada  $\alpha$  - istilik mübadiləsi əmsalı;  $\lambda$  - istilik keçiriciliyi əmsalı; d-diametr; m-maye; L- kollektordakı borular arasındakı məsafənin yarısı.  $\tau$

Boru materiallarının xüsusi istilik tutumunun istilik proseslərinə təsirini nəzərə almaq üçün aşağıdakı nisbətlərlə müəyyən edilən xüsusi istilik tutumunun və lövhənin sıxlığının effektiv kəmiyyətlərindən istifadə edirik

$$C_{\text{eff}} \cdot \rho_{\text{eff}} \cdot V_{\text{löv.}} = C_{\text{löv.}} \cdot \rho_{\text{löv.}} \cdot V_{\text{löv.}} - c_{\tau} \rho_{\tau} V_{\tau}, \quad (3)$$

burada löv. - kollektorun lövhəsi;  $\tau$  - boru; V - həcmdir.

Lövhenin udduğu günəş enerjisi axını Sn və lövhədən ətraf mühitə şəffaf səddən (şüşə) istilik ötürülməsinin  $K_{\text{eff}}$  effektiv əmsalı kollektorun və onun montaj yerləşdirilməsi xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla alqoritm üzrə təyin edilir [3].

Qiyəmətlər göstərir ki, y oxu boyunca düşən istilik itkisinə əhəmiyyət verməmək olar

$$\begin{cases} \frac{\partial Z}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0 \\ \frac{\partial Z}{\partial x} \Big|_{x=l_{\text{ec}}} = 0 \end{cases}, \quad (4)$$

burada, təc.- təcrididir.

GSQ GK mayedəki (istilikdaşıyıcısı) istilik sahəsi enerjinin birölçülü tənliyi ilə təsvir edilir

$$c_m \rho_m F \left( \frac{\partial Z_m}{\partial t} + W \frac{\partial Z}{\partial x} \right) = d_m U (Z - Z_m), \quad (5)$$

ilkin şərtlərlə

$$Z_m(0, x) = Z_{\text{md}}(x), \quad (6)$$

və hüdudi şərtlərlə

$$Z_m(t, 0) = Z_{\text{mgir}}(t), \quad (7)$$

burada F - köndələn kəsiyin sahəsi; U - islanmış parametr; 0 - ilkin, gir.- girişdir.

Əgər GSQ GK-na qövslü buru kimi baxılsa, onda qövsün maksimum effektivliyi alınar

$$K_q = \left( \frac{\delta K_{\text{eff}}}{\lambda} \right)^{1/2} \rightarrow 0 \quad (8)$$

və qövs uzunluğu üzrə hərarət praktiki olaraq daimidir [4], buna görə də  $K_q$  az qiymətlərində kifayət qədər dəqiqliklə  $y$  koordinatı üzrə ortaqlan hərarət üçün istilik keçiriciliyinin birölçülü bərabərliyindən istifadə etmək olar

$$c\rho F \frac{\partial Z}{\partial t} = c\rho\Phi F - \frac{\alpha U}{\delta}(Z - Z_m), \quad (9)$$

ilkin şərtlə

$$Z(0, x) = f(x). \quad (10)$$

(2) və (9) həlli mayedəki və GSQ GK-dakı hərarət sahəsini təyin etməyə imkan verir.

(1), (5) və (9) differensial tənliklər sistemini həll etmək üçün SPLINE-funksiya metodundan istifadə olunmuş və xəta müəyyən edilmişdir [5].

$$O(\|\Delta_t\|) + (\|\Delta_x\|^2 + \|\Delta_y\|^2)$$

burada

$$\begin{aligned} \Delta_t : 0 = t_0 < t_1 < \dots < t_l = T \quad t_0 < t_1 \\ \Delta_x : 0 = x_0 < x_1 < \dots < x_n = l \quad x_0 < x_1 \\ \Delta_y : 0 = y_0 < y_1 < \dots < y_m = L \quad y_0 < y_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \|\Delta_t\| &= \max(t_k - t_{k-1}) \\ &1 \leq k \leq l \\ \|\Delta_x\| &= \max(x_i - x_{i-1}) \\ &1 \leq i \leq n \\ \|\Delta_y\| &= \max(y_j - y_{j-1}) \\ &1 \leq j \leq m \end{aligned} \quad (11)$$

$$lt = 10\|\Delta_t\| = 0,1$$

$$n = 100\|\Delta_x\| = 0,01$$

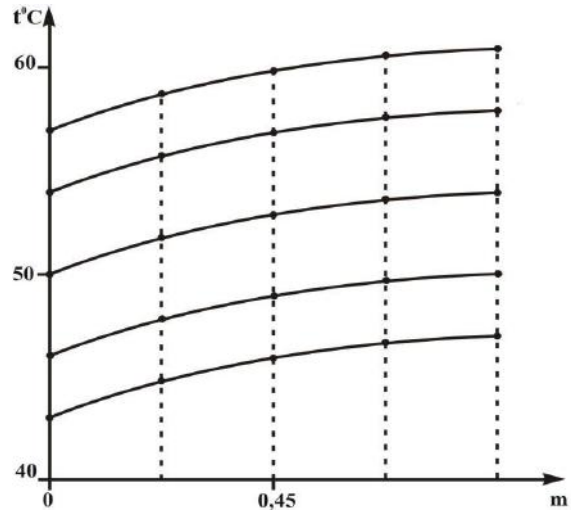
$$m = 1000\|\Delta_y\| = 0,001$$

Kublu SPLINE funksiyasının parametrlərinin hesablanması SPLINE altproqramında aparılmışdır. SEVAL funksiyasının alt proqramının köməyi ilə SPLINE qiymətlərini o vaxt hesablamaq olar ki, onun əmsalları SPLINE altproqramı ilə təyin edilmiş olsun. Təklif olunan alqoritmlərin gerçəkləşdirilməsi üçün "TURBO-PASKAL" dilində proqramlardan istifadə olunmuşdur.

Hesablamalar əsas xüsusiyyətləri belə olan: kollektorun uzunluğu 1,9m, eni 0,9m, borulararası məsafə 0,16m, boruların diametri 15mm, kollektoro-

run lövhəsinin və boru divarının qalınlığı 0,5mm, lövhə və borunun materialı - duralüminium, təcridin 0,1 qalınlığında mineral pambıqla yerinə yetirilməsi, bir şüşə örtük olan GSQ GK üçün aparılmışdır. Meyllik bucağı  $40^\circ$  olan GK  $40^\circ$  ş.e. yerləşmişdir.

İkiölçülü halda günəş enerjisinin daimi düşən axınında ( $650 \text{ Wt/m}^2$ ) və ətraf mühitin daimi hərarətində ( $27^\circ\text{C}$ ) müəyyənləşdirilmiş rejimə çıxış hesabı yerinə yetirilmişdir. Sistemin rejimə çıxış vaxtı 580 san. Bu vaxt ərzində udan səthin orta hərarəti  $54^\circ\text{C}$ , çıxışda maye hərarəti  $48,5^\circ\text{C}$  artmışdır. Uzunluğa görə ( $x$  koordinatı) müxtəlif kəşimlər üçün hərarətin lövhə eni üzrə paylanması Şəkil 2-də verilib.



Şəkil 2

GK-un lövhəsinin hərarətinin enə görə paylanması.

Birölçülü və ikiölçülü hallara görə alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki, onlar arasındakı fərq 5-6%-i aşmır ki, bu da  $K_p=0,48$  olduqda yerinə yetirilmiş qiymətlərlə uyğunlaşır.

Real qurğularda GK-na çən-akkumulyator qoşulur ki, bu da sistemin işinin hərarət səviyyəsini artırmağa və istehlakçını verilən hərarətdə lazım olan miqdarda isti su ilə təchiz etməyə imkan verir. Çən-akkumulyatorada prosesi təsvir etmək üçün çənin həcminə görə ortalanmış parametrləri olan riyazi modeldən istifadə edilir

$$(c\rho V)_m \frac{\partial Z_{m\delta}}{\partial t} = (c\rho F)_m (ZW)_{gir.} - (c\rho F)_m (ZW)_{cix} - \alpha S(Z_{m\delta} - Z_{c\delta}), \quad (12)$$

$$(c\rho V)_\delta \frac{\partial Z_{c\delta}}{\partial t} = \alpha(Z_{m\delta} - Z_{c\delta}) - \frac{\lambda_u}{\delta_{u}} (Z_{c\delta} - Z_{u}), \quad (13)$$

burada,  $S$  - istilik mübadiləsinin səthi çıxışı;  $c\delta$  - çənin divarı;  $W$  - suyun (istilikdaşıyıcısının) yerdəyişmə sürəti;  $\delta$  - çən akkumlyator.

Hesablamalar sistemdə suyun təbii- termosifon dövriyyəsi zamanı GB (kollektor-çən-akkumlyator) üçün aparılmışdır. Dövriyyə sürəti sistemdəki hidravlik itkilərin və Arximed qüvvəsinin bərabərliyindən müəyyən edilmişdir.

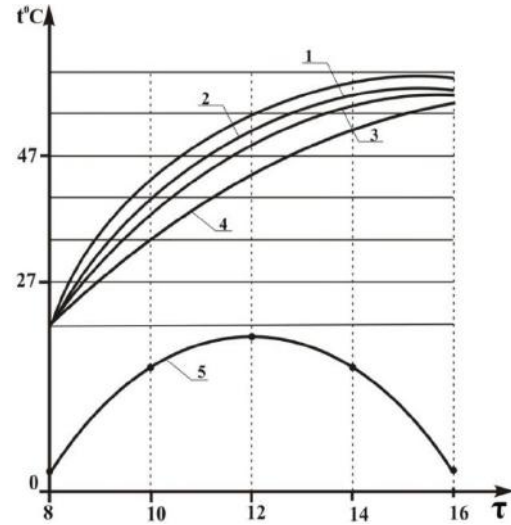
Kollektora düşən istilik axını asılılıqla yaxınlaşdırılır [6].

$$H = H_{\max} \sin\left(\pi \frac{t - t_v}{t_g}\right), \quad (14)$$

burada,  $t_v$  - gün çıxma vaxtı;  $t_g$  - gündüz vaxtının davamlılığı;  $H$  - kollektorun uzunluğu.

Günəş radiasiyası axınının maksimal sıxlığı  $H_{\max} - 650 \text{ Vt/m}^2$ , ətraf mühitin hərarəti saat 7-dən 11-dək xətti qanunla  $20^\circ\text{C} - 32^\circ\text{C}$  dəyişir, saat 20:32 14-dək sabit qalır, sonra saat 18-ə yaxın  $20^\circ\text{C}$ -dək azalır.

Şəkil 3-də gün ərzində sistemdə suyun dövriyyə sürətinin və hərarətinin dəyişmələri verilmişdir. GK kollektorunun səthinin hərarəti günün 14-15 saatlarında maksimuma çatır, çən-akumlyatorunda isinmə saat 16-dək davam edir, nəticədə onun hərarəti  $68^\circ\text{C}$ -dək yüksəlir. Kollektorun borularında maye dövriyyəsi sürətinin dəyişməsi mayenin girişdə və kollektorun borusundan çıxışdakı hərarət fərqinin dəyişməsi ilə müəyyənləşir. Bu fərq isə saat 12-də maksimumdur. Qurğunun FİƏ 8 saat ərzində  $\sim 55\%$ . Alqoritmin təklif olunan hesablamə metodu vaxta görə həm sabit qalan, həm də dəyişən ətraf mühit parametrlərində GK-dakı istilik proseslərini hesablaməğa imkan verir. Bu onun layihələşdirmə və GSQ günəş kollektorlarının optimallaşdırılmasında istifadə olunmasını mümkün edir.



Şəkil 3

3 Kollektor - çən-akkumlyator sistemində kollektorun borularındakı maye sürəti və hərarətinin vaxtdan asılılığı: 1-lövhə GK  $x=1,9\text{m}$ ; 2- $x=0$  üçün də eyni; 3 - GK-dan çıxışda maye; 4 - GSQ çən-akkumlyatorunda maye; 5 - GK borularında mayenin sürəti

## NƏTİCƏ

Yekunda qeyd etmək lazımdır ki, verilən isti su təchizatı texnoloji prosesinin optimallaşdırılması və hesabı üsulu kənd (bağ) əhlinin sanitariya-giyenik şəraiti yaxşılaşdırmaq üçün kombinə olunmuş GSQ+KEA qurğusunu yaratmaq üçün istifadə olunmuşdur. Hesablama üsulu həm də layihə təşkilatlarında da uğurla istifadə oluna bilər.

1. В.П.Тарасик. *Математическое моделирование технических систем, Учебник для вузов, Минск: Дизайн ПРО, (2004) 1-640.*
2. Р.Р.Авезов, А.Ю.Орлов. *Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения, Тш. ФАН, (1988) 36-69.*
3. Р.Б.Байрамов, А.Д.Ушакова. *Солнечные водонагревательные установки «Эльм», Аш., (1987) 50-150.*
4. Дж.А.Даффи, У.А.Бекман. *Тепловые процессы с использованием солнечной энергии, М., (1977) 1- 429.*
5. В.П.Исаченко, В.А.Осипова, А.С.Сукомел. *Теплопередача, М., (1981) 1- 416.*
6. А.А.Самарский. *Теория разностных схем, М., (1977) 1-655.*
7. Н.А.Щетинина. *Исследование процессов теплопереноса, Киев, (1979) 1-98.*

**STUDY OF HEAT-AND-POWER ENGINEERING CHARACTERISTICS OF SC SWH ON THE BASIS OF MATHEMATICAL MODELING**

**T.F.YUSIBOVA**

Taking into account the main position of mathematical modeling, the heat and power characteristics of SC SWH has been studied. The temperature distribution in the heat-absorbing plate of solar collector has been given in the system  $t^{\circ}\text{C} - m$ , as well as the speed of movement of hot water in the system will be carried out  $t^{\circ}\text{C} - m$  temperature distribution in, as well as in the displacement rate of hot water and the distribution of temperature in the system  $t^{\circ}\text{-}\tau$ . It has been shown that these calculations enable to optimize technological process of water heating.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СК СНВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Т.Ф.ЮСИБОВА**

С учетом основных положений математического моделирования исследуются теплоэнергетические характеристики СК СНВ. Температурное распределение в теплопоглощающей пластине СК приводится в системе  $t^{\circ}\text{C} - m$ , а также скорость перемещения горячей воды и распределение температур в системе  $t^{\circ}\text{-}\tau$ . Показано, что эти расчеты позволяют оптимизировать технологический процесс подогрева воды.