

## ANTİFRİZ ƏSASINDA İSTİLİK MÜBADİLƏSİ İLƏ İSTİ SU TƏCHİZATININ GÜNƏŞ QURĞUSUNUN İSTİLİK REJİMİNİN HESABLANMASI

KƏRİMOV M.A.\*, SALMANOVA F.A., RZAYEV P.F.

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Radiasiya Problemləri İnstitutu*

*\*Azərbaycan Texniki Universiteti*

Əvvəlki işlərdə [1,2] biz Abşeron yarımadasının və Xəzər dənizinin sahiləni zolağın təbii şəraiti üçün kənd evinin (bağ evinin, villanın) isti su təchizatının istilik rejimini hesablamışıq, burada günəş su qızdırıcısının (GSQ) istilik daşıyıcısı qismində qızdırılan suyun özü istifadə edilmişdir.

Lakin, Azərbaycanda bəzi rayonlarda ən yüksək günəş radiasiyasının intensivliyi və günəş parlaqlığı saatlarının sayıyla birgə, erkən ayazlar müşahidə olunur, qışda isə bir sıra hallarda  $-20$   $-25^{\circ}\text{S}$ -yə çatan şaxtalar olduğu Naxçıvan Muxtar Respublikası kimi böyük region vardır.

Bununla əlaqədar, GSQ-da donmayan maye-antifriz olan kollektorun istifadəsi əməli və tətbiqi maraq kəsb edir.

Bu işdə dörd nəfərdən ibarət ailənin yaşadığı kənd evinin isti su təchizatı məsələsinə baxılmışdır. Məlumdur ki, Azərbaycanda, xüsusən də Abşeron yarımadasında və Xəzər dənizinin sahiləni zolağında, misal üçün, il ərzində günəşli günlərin sayı 250-dir (günəş radiasiyasının intensivliyi  $1800-2200 \text{ kWh} \cdot \text{s} / \text{m}^2$  olduqda).

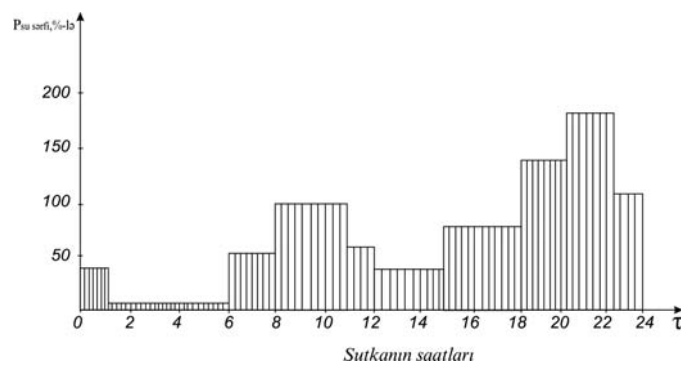
Respublikada bərpa olunmayan yanacağın (neftin, təbii qazın) 40% isti su təchizatına sərf olunur. Elektrik enerjisinin kəsilməsi və təbii qazın fasilələrlə verilməsində sıx fasilələr kəndliləri bu məqsədlər üçün odundan istifadə edirlər, bu da meşələrin sıxlığının azalmasına gətirib çıxarır.

Günəş radiasiyasının istiliyinin bu məqsədlər üçün istifadəsi şübhəsiz əməli maraq kəsb edir.

[1,2 və 3] əsasən isti su təchizatı qurğusunun hesablanması üçün isti suyun xərclənmə normasını və temperaturunu götürürlər. Bir sakin üçün isti suyu sərf etmə normasını (təbii ki, qənaətli və ehtiyatlı istifadəni nəzərə almaqla)  $\sim 50^{\circ}\text{S}$ -də  $\sim 50^{\circ} \text{lt} / \text{sut}$  kimi götürürlər.

Şəkil 1-də 4 nəfərlik ibarət ailənin yaşadığı kənd evinin (adətən SNİP-ə əsasən) isti su təchizatı sistemində su və istilik işlədilməsinin təqribi qrafiki verilmişdir.

Bu qrafikdə sutkanın saatları üzrə su və istiliyinin sərf edilməsi ən çox su işlədilən sutka ərzində orta sərfinə nisbətən %-lə ifadə olunmuşdur. Ordinat oxuyla absis oxunun zirvələrini birləşdirən qırılmış xətlə məhdudlaşdırılmış sahədən ən çox su işlədilən sutka ərzində istiliyin nisbi sərfini səciyyələndirir.



Şəkil 1.

İstiliyin həqiqi sərf edilməsini almaq üçün ordinat oxunda % əvəzinə ən çox su işlədilən sutka ərzində onun proporsional istilik sərfiini yazırlar. Ən çox su işlədilən sutka ərzində  $Q_{t.orta}$  orta saatların istilik sərfinə 100%-ə bərabər olan ordinata uyğundur.

Məişət isti su təchizatına sərf olunan istilik qəbul olunmuş isti su sərf edilməsi normalarına müvafiq müəyyənləşdirilir və aşağıdakı düsturla tapılır:

$$Q_{\text{sərf olunan ist.}} = am (t_1 - t_2) / T$$

burada,

$a$  - isti su tələb etmə norması, lt/sut;

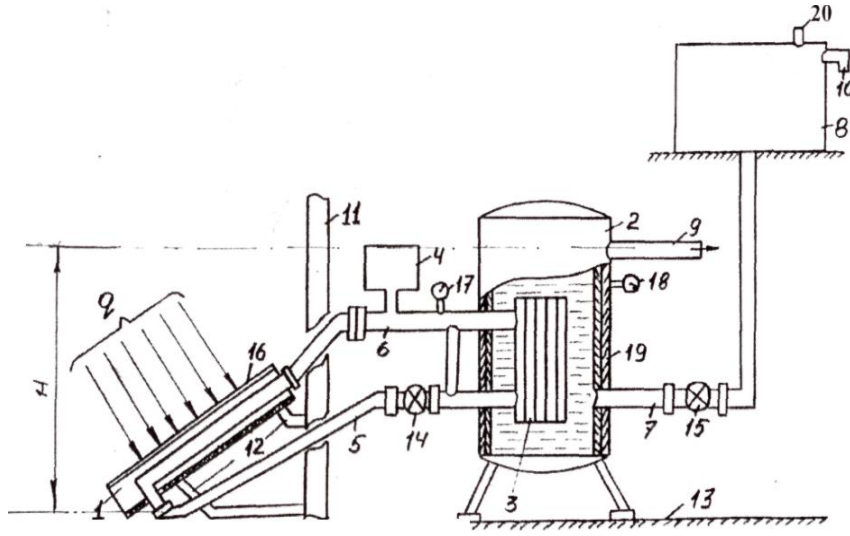
$m$  - sakinlərin hesab sayı;

$t_1$  - isti suyun hesab temperaturu,  $^{\circ}\text{S}$

$t_2$  - soyuq suyun temperaturu,  $^{\circ}\text{S}$

$T$  - sistemin işləmə saatlarının sayı, s/sut

İşdə yuxarıdakılara əsaslanaraq antifrizli istilikdəyişdiricisi olan GSQ istilik rejimi hesablanmışdır (Şəkil 2.)



Şəkil 2.

- 1- Müstəvi kollektor; 2- Akkumulyasiya çəni; 3 - Antifrizlə doldurulmuş istilikdəyişdiricisi; 4- Genişləndirici qab; 5- Soyuq istilikdaşıyıcı borusu; 6- İsti istilikdaşıyıcı borusu; 7- Soyuq su borusu; 8- Basqı çəni (soyuq su çəni); 9- İsti suyu işlədiciyə ötürən boru; 10- Basqı çənindəki səviyyə tənzimləyəci borusu; 11- Laboratoriya otağının cənubi-qərbə yönəlmiş divarı; 12- Kollektorun divara bərkitmə dayaqaları; 13- Laboratoriya otağının döşəməsi; 14- Soyuq istilikdaşıyıcı xəttinin ventili; 15- Soyuq su ventili; 16- Şüşə örtüyü; 17- İsti antifrizin temperaturunu ölçən termometr; 18- İsti suyun temperaturunu ölçən termometr; 19- İstilik izoləedici təbəqə; 20 - Basqı çənindən atmosferə çıxış.

Şəkildən görüldüyü kimi kollektorun aşağı hissəsi otağın döşəməsindən aşağı səviyyədədir.

Laboratoriya qurğusunun işləmə prinsipi aşağıdakı kimidir. Qurğunu işə salmaq üçün eyni zamanda 14 və 15 ventilləri açılır. Kollektor boruları və kollektor genişləndirici qabdan antifrizlə, akkumulyasiya çəni isə soyuq su ilə doldurulur. Akkumulyasiya çənin doldurulmasına 9 borusundan suyun çıxması ilə nəzarət olunur.

Kollektorun səthi  $36^{\circ}$  bucaq altında cənubi-qərbə yönəldiyindən təxminən saat 11.00-dan başlayaraq o, intensiv şualanır və müəyyən vaxtdan sonra qurğu işləməyə başlayır. Qurğudakı termosifon effekt nəticəsində alınan təzyiq düşgüsü  $\Delta P = gH(\rho_1 - \rho_2)$  ifadəsindən tapılır.  $\rho_1$  və  $\rho_2$  müvafiq olaraq, soyuq və isti suyun sıxlığıdır.  $H$  – başqdır.

Bakı şəhəri təxminən  $42^{\circ}$  şimal en dairəsində yerləşdiyindən burada şüa enerjisinin

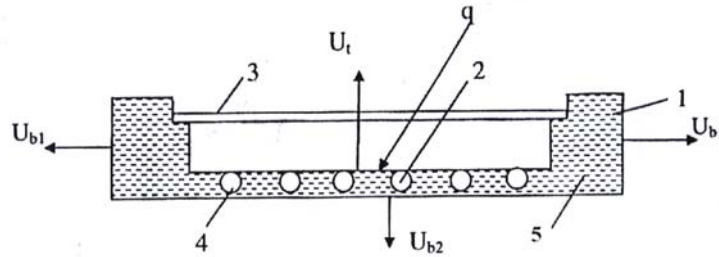
sıxlığı orta hesabla  $q_s=350-900\text{Wt/m}^2$  arasında dəyişir. İntensiv şulanma nəticəsində şüşə örtük altında yerləşdirilmiş kollektor borularının səthi və kollektor borularındakı istilikdaşıyıcısı da qızır.

Kollektorda yaranan termosifon effekti nəticəsində burada antifrizin sərbəst hərəkəti baş verir və qızdırıcı maye - istilikdaşıyıcısı olan antifriz akkumulyasiya çəmində yerləşən istilikdəyişdiricisi ilə müstəvi kollektor arasında qapalı dövrdə cərəyan etməyə başlayır. Birinci konturda sərbəst hərəkət edən antifriz kollektor borularından aldığı istiliyi akkumulyasiya çəmindəki soyuq suya verir və suyu qızdırır. Şüa enerjisinin sıxlığından asılı olaraq müəyyən zaman intervalında akkumulyasiya çəmində suyun temperaturunu  $40-60^\circ\text{C}$ , bəzi hallarda isə daha yüksək temperatura qədər qaldırmağa imkan yaranır və isti su işlədiciyə ötürülür.

Qurğunun işinə ardıcıl olaraq nəzarət etmək üçün antifrizin və isti suyun temperaturalarını 17 və 18 termometrlərdən istifadə olunur.

Müstəvi kollektorun istilik hesabı suyun qızdırılmasına sərf olunan istiliyi və kollektorun sutkalıq f.i.ə-ni təyin etmək məqsədilə aparılır.

Kollektorun istilik hesabını aparmaq üçün onun aşağıdakı prinsipl sxemindən istifadə edirik (Şəkil 3).



Şəkil 3

Şəkildən görüldüyü kimi müstəvi kollektor gövdə 1, səthi qara boya ilə örtülmüş metal lövhə 2, şüşə örtük 3, kollektor boruları 4 və istilik izolyasiya təbəqə 5 - dən ibarətdir. Kollektor səthinə şüşə örtükdən keçərək düşən  $q$  şüa enerjisi Bakı şəraiti üçün may-sentyabr ayları üçün orta hesabla  $q=700-900\text{Wt/m}^2$  arasında götürülür.

Müstəvi kollektorun istilik hesabı onun aşağıdakı istilik balans tənliyi əsasında aparılır [1,2].

$$q = q_r + \Sigma q_i, \text{Wt/m}^2 \quad (1)$$

burada  $q_r$ -faydalı istifadə olunan istilikdir, bu istilik kollektorda antifrizin qızdırılmasına sərf olunur;  $\Sigma q_i$  - kollektordakı istilik itkiləridir.

$$\Sigma q_i = U_L(T_p - T_a), \text{Wt/m}^2, \quad (2)$$

burada

$$U_L = U_t + (U_{b1} + U_{b2}), \text{Wt/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (3)$$

kollektorun ümumi istilikötürmə əmsalındır.  $U_t$  - kollektorun yuxarı səthindən istilikötürmə əmsalındır;  $U_{b1}$  və  $U_{b2}$  - uyğun olaraq, kollektorun yan səthlərindən və oturacağından istilikvermə əmsalındır;  $T_p$  - kollektor lövhəsinin,  $T_a$  - atmosfer havasının temperaturlarıdır. Bu əmsallar aşağıdakı kimi tapılır:

$$U_t = \frac{1}{\frac{1}{h_{p-\text{ş}}} + h_{r,p-\text{ş}} + \frac{1}{h_w + h_{r,c-\text{ş}}}}, \quad (4)$$

$h_{p-\text{ş}}$  - kollektor lövhəsindən şüşə örtüyə istilikvermə əmsalı olmamaqla aşağıdakı düsturdan tapılır:

$$h_{p-\text{ş}} = h_{10} [1 - 0,0018(\bar{T} - 10)], \quad (5)$$

$$h_{10} = 1,14 \frac{\Delta T^{0,310}}{l^{0,07}} \quad (6)$$

olmaqla kollektor səthində temperaturlar fərqi  $10^{\circ}S$  olduqda istilikvermə əmsalındır.

$\Delta T = T_p - T_s$ , lövhənin səthindəki  $T_p$  və şüşə örtüyün səthindəki  $T_s$  - temperaturlar fərqidir,  $l$  - kollektor lövhəsi ilə şüşə örtük arasındakı məsafə olmaqla bu düsturda santimetrlə ölçülür, müasir kollektorlar üçün  $2,25-3sm$  götürülür. Burada  $\bar{T} = \frac{T_p - T_s}{2}$ .

Günəş radiasiyasının sıxlığı  $q=700-900Wt/m^2$  olduqda  $T_p=60-65^{\circ}S$ ,  $T_s=32-35^{\circ}S$  götürülür. Stefan-Bolsman qanuna görə lövhənin səthindən şüşənin səthinə şüalanmadakı istilikvermə əmsalı aşağıdakı kimi tapılır [2]:

$$h_{r,p-s} = \frac{\sigma(T_p^2 + T_s^2)(T_p + T_s)}{\frac{1}{\varepsilon_p} + \frac{1}{\varepsilon_s} - 1} \quad (7)$$

burada  $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} Wt/m^2 K^4$  - Bolsman sabitidir;  $\varepsilon_p$  və  $\varepsilon_s$  - müvafiq olaraq, kollektor lövhəsinin və şüşənin qaralıq dərəcəsidir.

Hesablamalarda  $\varepsilon_p = 0,9-0,95$ ,  $\varepsilon_s = 0,9-0,93$  götürülür.

Şüşənin üstü səthindən səmayə şüalanmadakı istilikvermə əmsalı aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$h_w = 5,7 + 3,8 \cdot W^{\circ}, \quad (8)$$

burada  $W^{\circ}$  - küləyin sürətidir.

Bakıda may-sentyabr ayları arasında  $W^{\circ} = 3,5-5,5m/san$  götürülür.

Şüşənin üst səthindən səmaya istilikvermə əmsalı  $h_{r,c-s}$  belə tapılır:

$$h_{r,c-s} = \varepsilon_s \sigma (T_s^2 + T_a^2) (T_s + T_a), \quad (9)$$

İstilik hesablanmalarında şüşənin və lövhənin səthinin temperaturları qəbul olunur, sonra (4) ifadəsindən  $U_t$  hesablanır, daha sonra isə şüşənin temperaturunu hesablamadan aldığımız kəmiyyətlərə əsasən aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$T_s = T_p - \frac{U_t (T_p - T_a)}{h_{p-s} + h_{r,p-s}} \quad (10)$$

Bu ifadədən alınan temperatur  $T_s$ , qəbul etdiyimizdən 2-5% fərqlənərsə hesablamaları təkrar aparmalı və bu qiymətlər üst-üstə düşənə qədər davam etməlidir.

Kollektorun üst səthindən istilikvermə əmsalının hesablanmış qiymətinə görə bu səthdən atmosfərə istilik itgilərini aşağıdakı ifadədən tapırıq:

$$q_{üst} = U_t (T_p - T_a) \quad (11)$$

Kollektorun izolə edilmiş oturacağı və yan səthlərindən istilik itgiləri praktiki olaraq  $q_b = (0,01-0,02) q$ , yəni kollektor səthinə düşən şüa enerjisi sıxlığının 1-2%-ə qədər götürülür.

Kollektordakı ümumi istilik itgiləri:

$$\Sigma q = q_{üst} + q_b \quad \text{olur.} \quad (12)$$

Müstəvi kollektorun sutkalıq f.i.ə.:  $\eta_k = \frac{q_f}{q} \cdot 100\%$ . Burada  $q_f = q - \Sigma q$  olmaqla,

antifrizin qızdırılmasına sərf olunan faydalı istilikdir.

Müasir kollektordarda  $\eta_k = 0,35 - 0,65$  almaq mümkündür.

Laboratoriya qurğusunun f.i.ə-ni tapmaq üçün kollektordakı itgilərdən başqa borulardakı və akkumulyasiya çəninin səthindəki istilik itgilərini də tapmaq lazımdır.

Kollektor borularındakı istilik itgilərini aşağıdakı ifadədən tapırıq:

$$q_{bor} = U_L (T_{ant} - T_a), \quad (13)$$

Antifrizdən otaqdakı havaya istilikötürmə əmsalı  $U_L$  aşağıdakı kimi tapılır:

$$U_L = \frac{\lambda}{\delta}, \quad (14)$$

burada  $\lambda$  - boru materialının istilikkeçirmə əmsəlidir. Plastik kütlədən ibarət borular üçün  $\lambda=0,035-0,05 \text{ Wt}/(\text{mK})$  qəbul edirik. Borunun divarının qalınlığı  $\delta=5\text{mm}$ -dir.

Deməli  $U_L = \frac{0,04}{0,005} = 8 \frac{\text{Wt}}{\text{m}^2 \text{K}}$  olur.  $T_{ant}$ -antifrizin temperaturu,  $T_a$  - otaq temperaturudur.

Akkumulyasiya çəninin izolə edilmiş səthindəki istilik itgilərini  $q_{iz}=U_{iz}(T_{su} - T_a)$  ifadəsindən tapılır. İzolyasiya qatının qalınlığını  $\delta_{iz} = 0,05\text{m}$ , istilikvermə əmsalı şüşə pambıq üçün  $\lambda_{iz} = 0,045 - 0,05 \text{ Wt}/(\text{mK})$  qəbul etsək:  $U_L = \frac{\lambda_{iz}}{\delta_{iz}} = \frac{0,05}{0,05} = 1 \frac{\text{Wt}}{\text{m}^2 \text{K}}$  tapırıq.

Buradakı  $T_{su}$ -isti su çəninəki suyun orta temperaturudur. Bu temperaturu 18 termometrinin göstərişi kimi qəbul etmək olar.

Beləliklə, borulardakı və su çəninəki itgiləri nəzərə alaraq, qurğunun f.i.ə.-ni belə tapırıq:

$$\eta_q = \frac{q'_f}{q} \cdot 100\% \quad (15)$$

Burada  $q'_f = \sum q + q_{iz} + q_b$  olmaqla, işlədiciyə verilən isti suyun istehsalına sərf olunan faydalı istiliktir. Müasir su qızdırıcılarında  $\eta_q = 0,4 - 0,6$  f.i.ə. almaq mümkündür.

Yuxarıdakı nisbətlər (1-15) üzrə Cədvəl 1-dəki məlumatlar da nəzərə alınmaqla aparılmış hesablamaların nəticəsi Cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

Bakı şəhəri üçün günəş selinin radiasiyasının birbaşa və diffuziya sıxlığı  
(en dairəsm  $40^\circ$ )

Aylar	$S_{\perp} / D \text{ Wt}/\text{m}^2$						
	Günlərin saati						
	12.00	11.00 13.00	10.00 14.00	9.00 15.00	8.00 16.00	7.00 17.00	6.00 18.00
Mart	905/70	885/70	847/65	780/58	740/58	370/29	-
Aprel	928/81	916/80	888/75	847/70	742/64	650/42	195/12
May	930/93	920/81	890/78	848/72	750/70	646/64	394/35
İyun	913/98	915/93	895/81	850/75	770/70	689/58	510/40
İyul	920/99	922/95	893/82	854/73	775/75	690/56	520/42
Avqust	926/96	916/89	885/76	855/72	760/70	692/64	400/35
Sentyabr	912/88	910/84	882/72	850/66	745/64	680/40	197/14
Oktyabr	910/75	895/72	850/68	800/64	738/58	375/46	-

Cədvəl 2

Antifriz əsasında istilik mübadiləsi ilə isti su təchizatının GSQ istilik rejiminin hesablanması

Birbaşa radiasiyasının selinin sıxlığı, $S_{\perp} + D \text{ Wt}/\text{m}^2$	Kollektorun üst səthindən istilikötürmə əmsalı, $U_t, \text{Wt}/\text{m}^2 \text{K}$	Kollektorun tam istilik ötürmə əmsalı, $U_k, \text{Wt}/\text{m}^2 \text{K}$	Kolektordan effektiv istilik selinin sıxlığı, $q_{ef}, \text{Wt}/\text{m}^2$	İstilik itgilərinin cəmi, $\Sigma q, \text{Wt}/\text{m}^2$	Kolektorun f.i.ə., $\eta_t$	Qurğunun f.i.ə., $\eta_q$	İsti suyun temperaturu, $T_{su}, ^\circ\text{S}$
700	6,98	7,98	410	290	0,586	0,536	52,8
800	7,00	8,00	510	290	0,640	0,590	54,6
900	7,85	8,85	590	317	0,660	0,610	51,3

Alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki, kənd evlərinin (bağ evlərinin, villaların)

isti su təchizatı üçün Günəş enerjisinin istifadəsi əməli marağ kəsb edir və tam olaraq dövlətin Regionların inkişafı proqramına və Azərbaycanda Alternativ energetika sahəsində işlərin gücləndirilməsinə uyğundur.

Hal-hazırda kənd evlərinin isti su təchizatı üçün günəş və külək enerjisinin birləşdirilmiş istifadəsi məqsədilə Azərbaycan MEA-nın RPI-da eksperimental qurğunun yaradılması başa çatdırılır.

İş, Azərbaycan Texniki Universitetinin «İstilik və soyuqluq texnikası» kafedrası ilə birgə yerinə yetirilmişdir.

Sonda müəlliflər işdə göstərilən köməyə görə Kafedra müdiri, professor, t.e.d. Şahverdiyev Aslana öz minnətdarlıqlarını bildirirlər.

1. *Даффи Д.А., Бекман У.А.* Тепловые процессы с использованием солнечной энергии: Перевод с английского / Под редакцией Ю.Н. Малевского / Изд. «Мир» Москва, 1977, 470 с.

2. *Керимов М.А., Салманова Ф.А.* Горячее водоснабжение сельского дома с использованием энергии Солнца. Теплоэнергетический анализ системы. «Новости Теплоснабжения». Электронная версия. <http://www.rosteplo.ru/stat.1- php2id=88poz-f10>, Москва, 2007.

3. *Алиев Ф.Г.* Микроклимат спортивных сооружений. «Стройиздат». Москва, 1986, 296 с.

4. Rzayev P.F., Movsumov E.N., Abbasova F.A. (Salmanova F.A.) Solar cadastre and its practical use. Eighth Baku International Congress «Energy, Ecology, Economy», 1-3 June 2005-Baku, Azerbaijan, pp. 99-100.

5. *Salmanova F.A.* Capacity calculation of the solar system of hot water supply of one-storied rural house (by the example of the longstanding data upon the weather stations of Pirallahy and Jeyranbatan islands). Ninth Baku International Congress «Energy, Ecology, Economy», 7-9 June 2007-Baku, Azerbaijan Republic, pp.68-70.

## **РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА УСТАНОВКИ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ТЕПЛООБМЕННИКОМ НА ОСНОВЕ АНТИФРИЗА**

**КЕРИМОВ М.А., САЛМАНОВА Ф.А., РЗАЕВ П.Ф.**

Рассмотрен расчет солнечного водонагревателя, предназначенного для горячего водоснабжения сельского дома, с теплообменником, где в качестве теплоносителя используется антифриз.

С учетом поступления солнечной радиации для Апшеронского полуострова и прибрежной полосы Каспийского моря рассчитаны:  $U_b$ ,  $U_k$ ,  $q_{ef}$ ,  $\Sigma_q$ ,  $\eta$ -коллектора и установки в целом, а также температура горячей воды.

## **CALCULATION OF A THERMAL MODE OF HOT WATER SUPPLY INSTALLATION WITH ANTIFREEZE BASED HEAT EXCHANGERS**

**KERIMOV M.A., SALMANOVA F.A., RZAYEV P.F.**

Calculation of the solar water heater for hot water supply of rural home with the heat exchanger where antifreeze is used as the heat-carrier is considered.

In the view of receipt of solar radiation for Apsheron and the coastal strip of Caspian Sea the values of  $U_b$ ,  $U_k$ ,  $q_{ef}$ ,  $\Sigma_q$  and,  $\eta$  for collector and whole installation and also temperature of hot water are designed.