

UOT 532.13:536.22

SOYUQ İQLİMLİ BÖLGƏLƏRDƏ GÜNƏŞ İSİTMƏ SİSTEMLƏRİNİN HƏSSASLIQ VƏ DİNAMİK ANALİZİ

SƏFƏROV C. T.

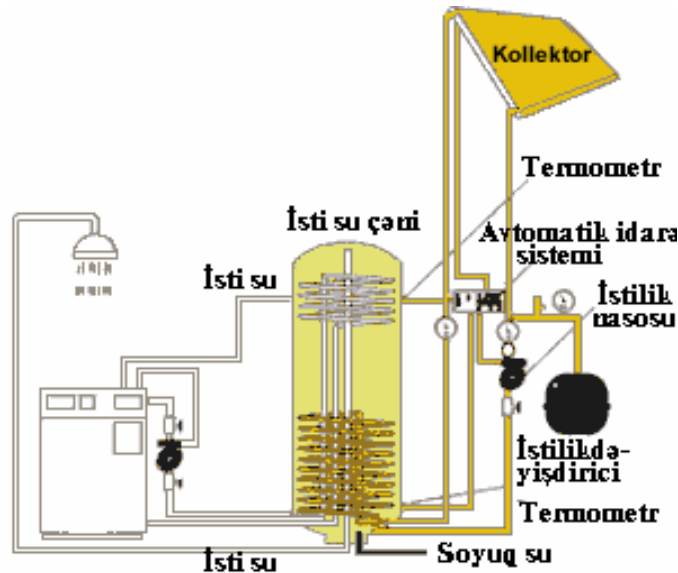
*Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı, Azərbaycan
Rostok Universiteti, Rostok, Almaniya*

Sənayenin sürətlə inkişafı enerji mənbələrinin çatışmazlığı və ekoloji problemlər yaradır. Yeni alternativ və ekoloji təmiz enerji mənbələrinin analizi həmişə dünya alimlərinin diqqət mərkəzində olmuşdur. Bu sahədə bioenerji, geotermal, hidrogen, okean, Günəş və külək enerjisinin tətbiqi son illərdə daha aktual xarakter almışdır.

Günəş enerjisi bu sahədə özünün tükənməz və iri miqyaslı enerji mənbəyi olması ilə fərqlənir. Yer kürəsinin hər gün Günəşdən aldığı enerji bütün elektrik stansiyalarının istehsal etdiyindən təxminən 1000 dəfə çoxdur. Günəş enerjisinin əsas üstünlüklərindən biri də yüksək faydalı iş əmsalına (f.i.ə) malik olmasıdır. Müasir cünəş kollektorlarında bu rəqəm 45÷60 %-ə çatır.

Günəş enerjisi Günəş qurğularının köməyi ilə biokütlə, elektrik və istilik enerjisinə çevrilir. Günəş enerjisi istiliyinin Günəş kollektorlarında istilik daşıyıcılarına verilməsi və bu enerjinin binaların enerji təhcizatında, hovuzlarda və evlərdə istifadə olunan suyun isidilməsində, kənd təsərrüfatı məhsullarının qurudulmasında, dəniz suyundan içməli suyun alınmasında, tibbi avadanlıqların strelizə edilməsində, soyuqluq texnikasında, camaşırxanalarda, avtomobillərin yuyulmasında və s. yerlərdə geniş tətbiq edilir.

Günəş isitmə qurğuları əsasən günəş kollektoru, istilikdəyişdirici, istilik nasosu, isti su yığılan çən və avtomatik idarə sistemindən ibarətdir (Şəkil 1):



Şəkil 1. Günəş isitmə qurğusunun ümumi sxemi.

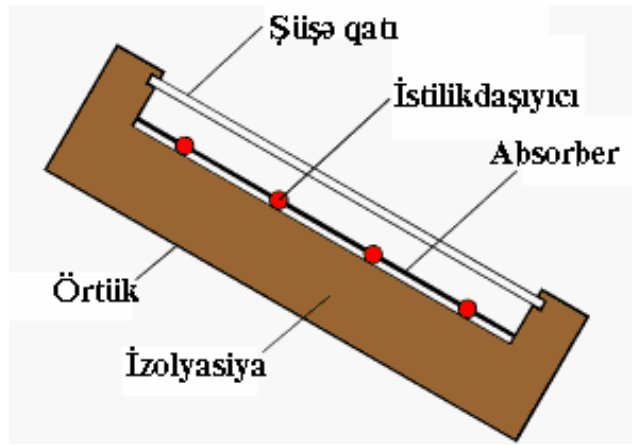
Günəş isitmə qurğularının əsas elementi Günəş kollektorudur. Kollektorlar Günəş şüalarını udur və istiliyi istilik daşıyıcılarına verir. Kollektorlar quruluşlarına və iş prinsiplərinə görə üzlüksüz absorberli, mayeli səthi, örtüklü səthi, örtüklü borulu, yığıcı və hava kollektorlarına ayrılırlar. Kollektorların əsas hissəsi isə xüsusi uducu lövhədir (absorber). Kollektorun absorber hissəsinin üzlük materialı kimi qalvanik elementlərdən (qara xrom, qara

nikel, nikel-alüminium oksidi işlədirlər. Son texnologiya kimi vakuumda hazırlanmış titan-nitrid-oksid üzlüyü zəif emissiya xassəsinə və cünəş şüalarının daha çox udulması qabiliyyətinə görə fərqlənirlər. Kollektorların əsas xassələri aşağıdakı cədvəldə verilmişdir:

Cədvəl 1. Kollektorların əsas xassələri.

Kollektorların tipi	f.i.ə.	İstilik itkisi əmsalı, $Wt/m^2 \text{ } ^\circ C$	Temperatur intervalı, $^\circ C$
Üzüksüz absorberli kollektor	0.82 ÷ 0.97	10 ÷ 30	40-a qədər
Mayeli səthi kollektor	0.66 ÷ 0.83	2.9 ÷ 5.3	20 ÷ 80
Örtüklü səthi kollektor	0.81 ÷ 0.83	2.6 ÷ 4.3	20 ÷ 120
Örtüklü borulu kollektor	0.62 ÷ 0.84	0.7 ÷ 2.0	50 ÷ 120
Yığıcı kollektor	0.55-ə qədər	2.4-ə qədər	20 ÷ 70
Hava kollektoru	0.75 ÷ 0.90	8 ÷ 30	20 ÷ 50

Mayeli səthi kollektorun quruluşu aşağıdakı kimidir (Şəkil 2):



Şəkil 2. Mayeli səthi kollektorun quruluşu.

cünəş isitmə qurğuları müxtəlif hava şəraitlərində işləyirlər. Ona görə də onların layihələndirilməsi zamanı həssaslıq və dinamiki analiz əsas parametrlərdən biri kimi geniş təhlil edilir. Xüsusi ilə də soyuq iqlimli bölgələrdə soyuq və nəmli havanın kollektorlara, istilik daşıyıcısının hərəkət etdiyi borulara təsiri böyük olur.

Soyuq iqlimli bölgələr müxtəlif qruplara bölünür:

1. **Polyar tipli iqlim bölgələri:** Bu bölgələrə əsasən Yer kürəsinin şimal və cənub qütblərinə yaxın bölgələr və orta temperaturu bu bölgələrə yaxın olan yüksək dağ massivli bölgələr aiddir.
2. **Quru qış havası olan bölgələr:** Bu bölgələrə əsasən okean və dəniz sahillərindən uzaqda yerləşən bölgələr aiddir.
3. **Nəm qış havası olan bölgələr:** Bu bölgələrə okean və dəniz sahillərinə yaxın yerləşən və intensiv yağışların yağdığı bölgələr aiddir.
4. **Quru səhra iqlim bölgələri:** Bura əsasən ərəziləri səhralıq olan bölgələr aiddir.
5. **Kontinental iqlim bölgələri:** Bura əsasən qışda çox soyuq və yayda çox isti olan bölgələr (yəni, havanın böyük temperatur fərqi malik olduğu bölgələr) aiddir.

Günəş isitmə qurğularının həssaslıq və dinamiki analizinin araşdırılması əsasən Almanyanın şimal bölgələri üçün aparılmışdır. Bu bölgələri 3-cü qrup bölgələrə aid etmək olar. Belə ki, bu bölgələr havada nəmliyin çox, qış aylarında orta temperaturun $263.15 \div 273.15 \text{ K}$ və yüksək dağ massivlərinin olmaması ilə seçilirlər. İlin təxminən üçdəbir hissəsində gün ərzində bu və ya digər müddət yağışlar yağır. Eyni zamanda bölgənin Baltik

dənizi sahilində yerləşməsinə baxmayaraq intensiv küləkli günlərin miqdarı nisbətən az olur. Baltik dənizi suyunun tərkibində duzun miqdarı başqa bölgələrə və okeanlara nisbətən azdır. Göründüyü kimi iqlim şəraiti mürəkkəbdir. Belə ki, havanın ilin çox vaxtında nəmli olması heç də əlverişli hal deyil. Bu zaman Günəş isitmə sistemlərinin müxtəlif hissələri nəmlikdən mənfi təsirə məruz qalırlar.

Son illərin iqlim dəyişmələri də Günəş isitmə sistemlərinin həssaslıq və dinamiki analizini öyrənilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Ozon qatında seyrəkləşmə özünü şimal bölgələrində daha aktiv göstərir. Baxmayaraq ki, Almaniyaya Avropa Birliyinin üzvü və dünyanın ən inkişaf etmiş ölkələrindən biri kimi özünün sənaye müəssisələrində bu problemi çoxdan həll etmiş və bütövlükdə ozondağıtmayan soyuducu agentlərin istifadəsinə keçmişdir, lakin ozon qatının seyrəkləşməsinin atmosfer bulud burulğanlarının hərəkəti nəticəsində ən çox qütblərə yaxın yerlərdə baş verdiyi üçün bu bölgələr hələ də bu problemlə üzləşməli olurlar. Çünki, dünyanın başqa geridə qalmış ölkələrində bu problemin həlli hələ başa çatdırılmayıb. Bu ekoloji problem atmosferdə dəyişikliklər əmələ gətirir, bu da yağışların yağma intensivliyini artırır, buludlu günlərin sayını çoxaldır və Günəş enerjisinin istifadəsinə çətinliklər törədirlər. Günəşdən gələn şüaların tərkib miqdarı artır və zərərli ultrabənövşəyi şüalar da kollektorun səthinə düşür. Bu da kollektor materialının sıradan çıxmasına şərait yaradır.

İkinci ekoloji problem «istixana effekti»dir. Atmosferə atılan bir qrup qazlar bu effekti yaradır və Günəşlə Yer kürəsi arasında təbəqə yaradır. Bu təbəqə Yer kürəsinə gələn Günəş şüalarına da maneə yaradırlar. Yenə də Almaniya bu problemin həlli yolunda çoxlu işlər görmüşdür. Atmosferin çirklənməsinin qarşısının alınmasına diqqət olduqca böyükdür. Sənaye müəssisələrində, avtomobillərdə və s. demək olar ki, atmosferə belə tullantıların atılmasının qarşısı tam alınmışdır. Lakin atmosfer havasının təbii sirkulyasiyası bu bölgələrdə də problemə rast gəlməyə şərait yaradır. Bu zaman Günəşdən gələn istilik şüalarının intensivliyi və kollektorların f.i.ə azalır.

Günəş şüaları şüşədən asanlıqla keçərək səthi qara rənglə örtülmüş material – absorber tərəfindən udulur. Şüşə Günəş şüalarını keçirir, amma geri qayıtmasına imkan vermir. Bu zaman kollektorun absorber materialı və şüşənin daxili qatı arasında «istixana effekti» yaranır. Bu da məhz Günəş enerjisinin istilik daşıyıcısına tez verilməsinə şərait yaradır. Ona görə də uducu absorberin materialının seçilməsi məhz Günəş isitmə sistemlərinin həssaslığına böyük təsir edir. Muasir kollektorların səthinə düşən Günəş şüalarının təxminən 90%-i kollektorların absorberləri tərəfindən udulur. cünəş şüaları birbaşa kollektorun materialına təsir edir, çünki onlar yüksək emissiyaya malikdirlər.

Havanın nəmli və yağışlı günlərin çox olması da başqa bir mənfi faktordur. Belə ki, Günəş şüalarının bir-başa kollektorlar tərəfindən udulub, tam istiliyə çevrilməsi prosesi zəifləyir. Kollektorun səthi daimi nəm olduğundan Günəş şüalarının itkisiz kollektorun üz qatı olan şüşədən keçərək daxildəki absorpsion lövhəyə verilməsi zəifləyir, şüaların bir qismi bu nəmliyin aradan qaldırılmasına (kollektorun səthinin qurudulmasına) sərf olunur. Yay aylarının müşahidələri göstərdi ki, yağışlar əsasən kiçik intervallarla (maksimum 10 dəq.) çoxmiqdarda yağır. Hətta bəzən güclü buz dənələri də yağma başlayır. Sonra yenidən hava Günəşli olur. Bəzi günlərdə 4-5 dəfə bu cür hallar təkrar olunur. Bu cür havanın kollektorun səthinə təsiri onun məhsuldarlığını azaldır.

Küləkli hava da əsasən cünəş şüalarının kollektorun səthindən keçərək daxildəki absorber materialı tərəfindən udulması intensivliyinə və Günəş isitmə qurğularının möhkəmliyinə təsir edir. Kollektorları əsasən ikiqat, sınımaya və cızılmaya davamlı şüşə qatı ilə örtürlər. Şüşə istehsalı tez, ucuz və asan olduğu üçün çəkilən xərclər az olur. Küləyin intensiv və sürətlə əsməsi məhz kollektorun mütəmadi olaraq hidravlik zərbələrə məruz qalmasına və kollektor səthinin küləkli havadakı xırda toz və qum dənəcikləri tərəfindən cızılmasına şərait yaradır.

Qış ayları əsasən başqa problemin - çoxlu qar yağmasının da zəruri olduğu zamandır. Əlbəttə kollektorların səthinin şüşədən olması və onun həmişə bucaq altında quraşdırılması onların səthində qar yığılmasına imkan vermir, amma qar yağması çox olarsa, bu məhz kollektorların səthində qalın qar təbəqəsinin yaranmasına səbəb olur və demək olar ki, Günəş şüalarının udulma intensivliyini azaldır. Əlbəttə bu zaman kollektorlara gündəlik xidmət göstərməklə qar təbəqəsini təmizləmək olur. Amma çox zaman kollektorlar evlərin damlarında

və uca yerlərdə quraşdırılır. Bu da qarın təmizlənməsini çətinləşdirir.

Soyuq bölgələrdə Günəş isitmə qurğularında əsas istilik daşıyıcısı kimi istifadə olunan suyun soyuq temperatur zonalarında kollektorun borularında hərəkəti çətinləşir və istilik nasosuna əlavə enerji sərf etmək lazım gəlir. Temperatur suyun donma temperaturuna çatdıqda isə artıq kollektorun borularında su donur. Bu problemi həll etmək üçün aşağıdakı müasir metodlardan istifadə edirlər:

- istilikyığıcı çən və kollektor arasında istilikdəyişdirici yerləşdirilməsi,
- termoelastik kollektorlardan istifadə etmək,
- sistemi soyuq hava şəraitində dayandırmaq,
- aşağı donma temperaturu istilikdaşıyıcılarından istifadə etmək. Buraya spirtlərin və ya qlikolların sulu qarışıqları misal ola bilər.

Bu sahədə müəllif tərəfindən alifatik spirtlərin (metil, etil və propil-1) sulu qarışıqlarının 298.15÷523.15 K temperatur, 0.1÷60 MPa təzyiq və 0÷1 mol hissəsi intervalında termodinamik xassələri onların Günəş isitmə sistemlərində tətbiqi və bu qurğuların istilik daşıyıcılarına həssaslığı nöqtəyi nəzərdən öyrənilmişdir. Bunlardan (p , ρ , T) xassələri, qaynama və donma temperaturları, izotermik sıxılma, termiki genişlənmə, izafi molyar həcm, sərbəst Gibbs energisi, entalpiya, entropiya kimi xassələri misal göstərmək olar. Hal-hazırda bu qarışıqların buxar təzyiqi, özlülük, istilik tutumu, istilik keçirməsi, kritik parametrləri, qarışığı təşkil edən maddələrin parsial həcmələri öyrənilir. Eyni zamanda bu qarışıqların bütün faza keçidi hallarında (maye, doymuş buxar, buxar, böhran nöqtəsi ətrafında) (p , ρ , T) xassələrinin sərbəst Helmhols enerjisinin temperatur, sıxlıq və mol hissəsindən funksional asılılığı halında məşab hal tənliyinin yaradılması sahəsində də tədqiqatlar aparılır.

Günəş istilik sistemi Günəş enerjisinə həssas olmalıdır. cünəş kollektorlarında həssaslıq analizi zamanı aşağıdakı 3 əsas parametrlər də xüsusi rol oynayır:

- kollektorun səthinin sahəsi və bu səthə çəkilən xərclərə görə optimal variant olması,
- kollektorun tutumu,
- Günəş enerjisinin istifadə edildiyi obyektin ölçüləri.

Bu parametrlərə görə kollektorlar seçilir və onların həssaslığı öyrənilir. Belə ki, heç də həmişə Günəş şuaları kollektor səthinə birbaşa eyni bucaq altında düşür. Kollektorun əyilmə bucağı elə seçilməlidir ki, cünəş enerjisini ilin müxtəlif fəsillərində, xüsusilə də soyuq qış aylarında daha maksimum toplaya bilsin. Əsasən bu bucaq bölgənin en dairəsinə uyğun olur.

Azimut bucağına qarşı həssaslıq da əsas şərtlərdən biridir. Belə ki, günorta vaxtı yığılan enerji, səhər və axşam vaxtlarında Günəşin müxtəlif azimut bucağı altında olduğu üçün fərqli olur. Eyni zamanda şimal zonalarda yay aylarında çox vaxt Günəş şuaları kollektorun şərq-qərb oxundan şimalda olur. Eyni zamanda qış aylarında Günəş horizontda yay aylarına nisbətən az olur. Odur ki, əlbəttə ən çox enerji Günəşin daha aktiv olduğu yay aylarında və ona yaxın periodlarda olur. Amma, təchizat sistemlərini dövrü olaraq enerji ilə təmin etmək üçün soyuq aylarda, xüsusilə də belə ayların çox olduğu soyuq iqlimli bölgələrdə Günəş enerjisi itkisini minimuma endirib, maksimum ondan istifadə etmək lazım gəlir.

Tədqiqat işləri seçilmiş tsikllər üçün termodinamik qanunların analizi, iqtisadi və ekoloji analizi, qurğuların ümumi qiymətinin analizi və gələcəkdə Azərbaycanın yerli şəraitinə uyğun istehsalı sahəsində davam etdirilir.

-
1. *J.A. Duffie, W.A. Beckman // Solar Engineering of Thermal Processes, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1992, 919 pp.*
 2. *J.-F. Rozis, A. Guinebault // Solar Heating in Cold Regions, Intermediate Technology Publications, London, 1996, 168 pp.*
 3. *D. D. Chiras // The Solar House. Passive Heating and Cooling. Chelsea Green Publish-*

- ing Company, **2002**, 274 pp.
4. *H. Seiwald, E. Hahne* // Sensitivity analysis of a duct seasonal store for a solar heating system. In: Eurotherm Seminar No. 49, "Physical Models for thermal Energy stores", Eindhoven, NL, **1996**, 155 pp.
 5. *Th. Pauschinger* // Experimental and Theoretical Validation of the Dynamic System Test for Solar Domestic Hot Water Systems According to ISO 9459, Part 5, Proc. of the ISES Solar World Congress, Harare, **1995**.
 6. *H. Visser, T. Pauschinger* // Dynamic Testing of Active Solar Heating Systems. Report on dynamic testing of small solar heating and DHW systems and measurements of large solar heating systems. TNO Building and Construction Research, Netherlands and University of Stuttgart, Germany, **1997**.
 7. *H. Seiwald, E. Hahne* // Sensitivity analysis of a central solar heating system with high temperature duct seasonal storage, Proc. of the 6th Int. Conference on Thermal Energy Storage "CALORSTOCK '94", Espoo, **1994**, 705 – 712.

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ И ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЛНЕЧНЫХ ТЕПЛОВЫХ СИСТЕМ В ХОЛОДНЫХ РЕГИОНАХ

САФАРОВ Д. Т.

Проанализированы чувствительность и динамика солнечных тепловых систем, динамическое поведение установки, влияние геометрических параметров труб и резервуаров на общие характеристики систем для холодных регионов на примере северной части Германии. Исследованы эффекты температурного распределения теплоносителя, чувствительность системы к различным изменениям, таким, как изменения наклона коллектора, продолжительности сияния солнца, чувствительности системы к углу азимута, к качеству материалов коллектора, к теплоносителям и к экологическим параметрам. Метеорологическая информация, включая горизонтальную поверхностную радиацию и скорость ветра как результат экологических условий, проанализированы для местных климатов Германии.

SENSITIVITY AND DYNAMIC ANALYSIS OF SOLAR HEATING SYSTEMS IN COLD REGIONS

SAFAROV J.T.

The sensitivity and dynamic analysis of solar heating systems, the dynamic behavior of installations, the influence of the geometrical parameters of the tubes and reservoirs on the total performance of the system is analyzed for the cold regions, in the examples as north part of Germany. The effects of temperature distribution, heat transfer agent, the system sensitive to design variable changes such as collector slope, the duration of sun shine, system sensitivity to azimuth angle, to collector quality and to ecological parameters is analyzed. Meteorological information including horizontal surface radiation and wind speed as a result of environmental conditions is analyzed for local Germany climates.