



**“Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi” QSC**  
**“Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası”**  
**Publik Hüquqi Şəxsi**

---



**“ELEKTROENERGETİKANIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ  
VƏ İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ”**

**BEYNƏLXALQ ELMİ-TEKNİKİ KONFRANSININ**

**MƏRUZƏ MATERIALLARI**  
**(17-18 noyabr 2022, Bakı, Azərbaycan)**

**PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND  
TECHNICAL CONFERENCE "MODERN PROBLEMS AND  
DEVELOPMENT OUTLOOKS OF POWER ENGINEERING"  
(17-18 November 2022, Baku, Azerbaijan)**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕ-  
СКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И  
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ»  
(17-18 ноября 2022, Баку, Азербайджан)**

**Bakı-2022**

**“ELEKTROENERGETİKANIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ VƏ İNKİŞAF  
PERSPEKTİVLƏRİ”**

**BEYNƏLXALQ ELMİ-TEXNİKİ KONFRANSI**

***Konfrans “Şuşa ili”nə həsr olunur***

**Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası  
“Gəmi elektroavtomatikası” kafedrası**



---

**AZ 1000, Zərifə Əliyeva küç. 18, Bakı, Azərbaycan  
Tel: +994 12 493 36 44; Fax: +994 12 493 75 21  
2022**

UOT 620.92

## MÜXTƏLİF İSTİLİK MƏNBƏLİ İSTİLİK NASOSLARININ MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ

Ş.N. Nəsirov, S.Ş. Babayeva

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti  
Az1010, Bakı şəh., Azadlıq prospekti 34  
E-mail: sh.nasirov62@inbox.ru, babayeva\_sevinc64@mail.ru

**Xülasə.** Üzvi yanacaq ehtiyatlarının azalması, qiymətlərinin artması, onların yanması zamanı atmosfərə zərərli emissiyaların atılması istilik nasoslarından istifadənin aktuallığını artırır.

Azərbaycan da öz strategiyasını hazırlayaraq, 2030-cu ilədək olan dövr üçün Milli Fəaliyyət Planı təsdiq etmişdir. 2030-cu ilə qədər Milli Fəaliyyət Planının icrası təkcə ölkəmizin digər bölgələrində deyil, işğaldan azad edilmiş ərazilərdə də gözlənilir. Qarabağ "ağıllı idarəetmə", "ağıllı şəhər" və "ağıllı kənd" sistemləri əsasında bərpa olunacaq.

Kəlbəcər şəhərinin iqlim şəraitinə uyğun monovalent rejimdə işləyən istilik nasosları tədqiq edilmişdir. Onların iş rejimi, zond və kollektorun xüsusiyyətləri müqayisəli təhlil olunmuşdur.

Mövsümi istilik səmərəliliyi amilləri, zond istilik nasosu sisteminin illik enerji istehlakı kollektor sistemindən azdır. Zond istilik mənbəyi ilə istilik nasos sisteminin illik enerji itkisi kollektor istilik mənbəyi sisteminin enerji itkisindən bir qədər yüksəkdir. Zond istilik mənbəyi ilə günəş istilik nasos sisteminin səmərəliliyi günəş istilik mənbəyi kollektor sisteminin səmərəliliyindən bir qədər azdır. Birinci variantda (zondda) ilkin enerjiyə qənaət, CO<sub>2</sub> emissiyalarının qarşısını almaq və yerdən çıxarılan maksimum güc daha böyükdür.

**Abstract.** Reducing the reserves of fossil fuels, rising prices, increasing harmful emissions into the atmosphere during their combustion increase the relevance of using heat pumps.

Azerbaijan has developed a National Action Plan for the period up to 2030. The implementation of the National Action Plan until 2030 is expected not only in other regions of our country, but also in the liberated territories. Karabakh will be restored on the basis of "smart management", "smart city" and "smart village" systems.

We have studied heat pumps operating in a monovalent mode in climatic conditions in the city of Kalbajar. A comparative analysis of the operating mode, characteristics of the probe and collector was carried out.

Seasonal thermal efficiency factors with a probe heat source above the collector. The annual energy consumption of a probe heat pump system is less than that of a collector system. The annual energy loss of a heat pump system with a probe heat source is slightly higher than the energy loss of a collector heat source system. The efficiency of a solar heat pump system with a probe heat source is slightly less than the efficiency of a solar heat source collector system. Saving primary energy, avoiding CO<sub>2</sub> emissions, and maximum power extracted from the ground in the first option (probe) is greater.

**Аннотация.** Сокращение запасов ископаемых топлив, рост цен, увеличение вредных выбросов в атмосферу при их сжигании повышают актуальность использования тепловых насосов.

Азербайджан разработал Национальный план действий на период до 2030 года. Реализация Национального плана действий до 2030 года ожидается не только в других регионах нашей страны, но и на освобожденных территориях. Карабах будет восстановлен на основе систем «умного управления», «умного города» и «умного села».

Нами исследованы тепловые насосы, работающие в моновалентном режиме в климатических условиях в городе Кельбаджар. Проведен сравнительный анализ режима работы, характеристик зонда и коллектора.

*Факторы сезонной тепловой эффективности с зондовым источником тепла выше коллектора. Годовое потребление энергии системой теплового насоса с зондовым источником тепла меньше, чем потребление энергии системой с коллектором. Годовые потери энергии системы теплового насоса с зондовым источника тепла немного выше, чем потери энергии системы коллектора источника тепла. КПД солнечной системы теплового насоса с зондовым источника тепла немного меньше чем КПД солнечной системы коллектора источника тепла. Экономия первичной энергии, предотвращение выбросов CO<sub>2</sub>, и максимум мощность, извлекаемая из земли в первом варианте (зонд) больше.*

**Açar sözlər:** *ağıllı kənd, istilik nasoslari, torpaq mənbəyi, monovalent rejim, çevrilmə əmsali*

**Key words:** *smart village, heat pumps, land area, monovalent regime, efficiency factor*

**Ключевые слова:** *умная деревня, тепловые насосы, грунтовой источник, моновалентный режим, коэффициент преобразования*

---

**Giriş.** Klaus Şvab özünün Covid-19-The Great Reset [1] kitabında dünyanın üzləşdiyi əsas problemlərdən yazaraq, bu problemlərin həllini “ davamlılıq, innovasiya, inklüzivlik və təmiz enerji”də görmüşdür. Azərbaycan da dünya təcrübəsinə əsaslanaraq, 4-cü sənaye inqilabının verdiyi ən müasir imkanları analiz edərək, öz strategiyasını hazırlamışdır. 2030-cu ilə qədər olan dövr üçün Milli Fəaliyyət Planı təsdiq edilmişdir. Plana daxil olan müddəalar “Dayanıqlı İqtisadiyyat”, “İnküziv və Dinamik İnkişaf”, “İnnovativ Ətraf Mühit və İnsan Kapitalının İnkişafi”, “Böyük Qayıdış” və “Yaşıl Enerji” -dir. [2]

4-cü sənaye inqilabının tələblərinə cavab verən perspektivlərə 2030-cu ilə qədər Milli Fəaliyyət Planının icrası da daxildir. Buraya ölkəmizin digər bölgələri ilə yanaşı, işğaldan azad edilmiş ərazilərdə də , Qarabağda da “ağıllı idarəetmə”, “ağıllı şəhər” və “ağıllı kənd” sistemləri əsasında yaşıl enerji zonasının bərpası gözlənilir.

Bu məqsədlə, Qarabağda bərpa olunan enerji mənbələrinin potensialının qiymət-ləndirilməsi və bu potensialdan səmərəli istifadə olunması prioritet məsələlərdəndir. Alternativ enerjidən istifadə həm tükənməkdə olan ənənəvi enerji resurslarına qənaət etməyə, həm də ətraf mühitin qorunmasına xidmət edəcək.

Dünya dövlətlərinin qarşısında duran tələblərdən biri də atmosfərə atılan karbon emissiyalarını 2030-cu ilə qədər 30%-ə, 2050-ci ilə qədər sıfıra endirməkdir. Üzvi yanacaq ehtiyatlarının azalması, onların qiymətlərinin artması və yanması zamanı atmosferin çirklənməsi alternativ enerjidən, o cümlədən, istilik nasoslarından istifadənin aktuallığını artırır.

İstilik nasoslarından istifadə istilik və isti su təchizatı sistemində xərcləri minimuma endirir. İstilik nasoslari ekologiyani çirkləndirmir. CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> tullantı emissiyaları və s. əmələ gətirmirlər. Yanacaq yandırılmadığından, heç bir təhlükəli işçi agentdən istifadə olmadığından istilik nasoslari işlədiyi mühitə allergenlər buraxmır. Onlardan istifadə təhlükəsiz və rahatdır. İstilik nasosu sistemi davamlıdır. Ona görə də uzunmüddətli istismar zamanı xüsusi diqqətə ehtiyac duyulmur. İstilik nasoslarının funksiyası tələbatçını yayda soyuq hava, qışda və bütün il boyu isti su ilə təmin etməkdir. İstilik nasoslarının iş rejimi sabit, işlədiyi mühitin temperatur dəyişməsi minimaldır. İş prosesində səs-küy salmırlar.

İlk dəfə 1824-cü ildə Sadi Karnot istilik nasosunun işləmə prinsipini öz tezisində təsvir etmişdir. İstilik nasosunun prinsiplial sxemi 1852-ci ildə Uilyam Tompson (sonralar Lord Kelvin) tərəfindən təklif edilmişdir. İstilik nasosu texnologiyası üçün patent 1912-ci ildə İsveçrədə verilmişdi. [3]

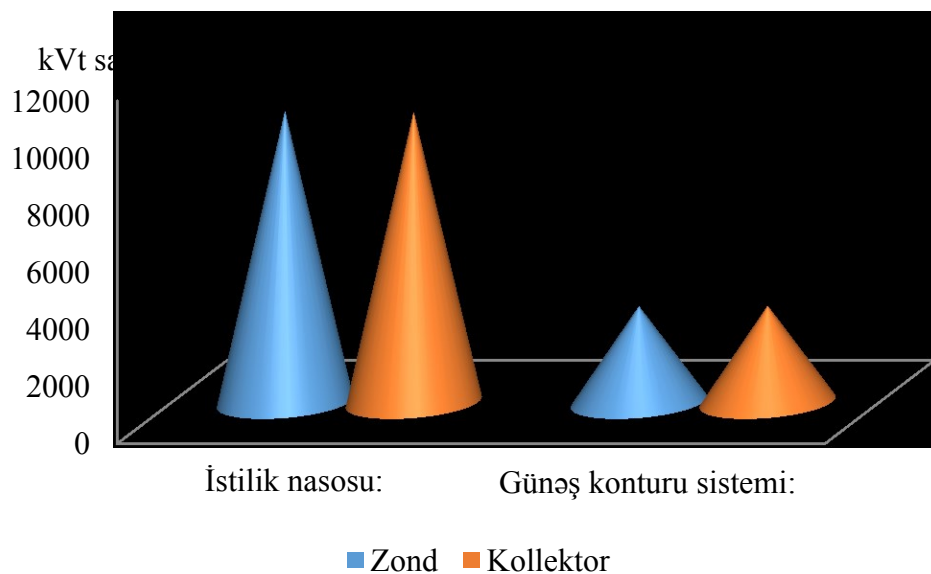
Bir çox sənaye sahələrində yerin istiləşməsi, isti su təchizatı və digər texnoloji proseslər üçün istilik nasoslarından istifadə olunur. İstilik nasoslari ilə istilik enerjisi istehsal edilərkən enerjinin 80%-i ətraf mühitdən, müxtəlif mənbələrdən(hava, torpaq, su) alınır. İstilik nasosunun işləməsi zamanı iki proses baş verir: buxarlanma və kondensasiya. Buxarlanma zamanı enerji alınır və kondensasiya zamanı enerji verilir. İstilik nasosu işləyərkən, işçi agent aşağı təzyiqli və aşağı temperaturlu kamerada buxarlanır və yüksək təzyiq kamerasında kondensasiya olunur. Bu halda enerji nəql olunur. Sistemdəki kompressor elektrik enerjisi istehlak edir. Kompressor tərəfindən istehlak

edilən hər kilovat-saat elektrik enerjisi üçün istilik nasosu 2,5-5 kilovat-saat istilik enerjisi istehsal edir. Bu proses istilik çevrilmə əmsalı ilə xarakterizə olunur. İstilik nasosunun gücünün ölçüsünü xarakterizə edən kəmiyyət istilik çevrilmə əmsalı adlanır. Buxarlandırıcı və kondensator arasındakı temperatur fərqi nə qədər böyükdürsə, istilik çevrilmə əmsalı bir o qədər aşağı olur.

İstilik nasosları monovalent rejim, monoenergetik rejim, bivalent alternativ rejim, bivalent paralel rejimlərdə işləyə bilər.

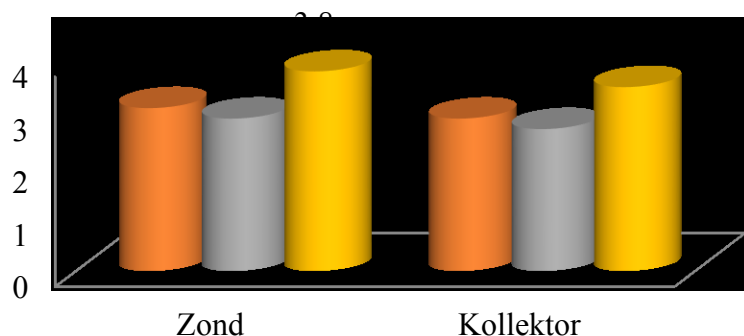
Monovalent rejimdə işləyən istilik nasosu istilik və məişət isti su təchizatında istilik generatoru vəzifəsinin icra edir.

**Əsas hissə.** Tədqiqat obyekti monovalent rejimdə işləyən istilik nasoslarının işi olmuşdur [ 4], [5] Bu zaman torpaq mənbəli zond və kollektorun iş rejiminin xüsusiyyətlərinin müqayisəli təhlili aparılmışdır (şəkil 1.)



Şəkil 1. İllik istehsal olunan enerji (kVt)

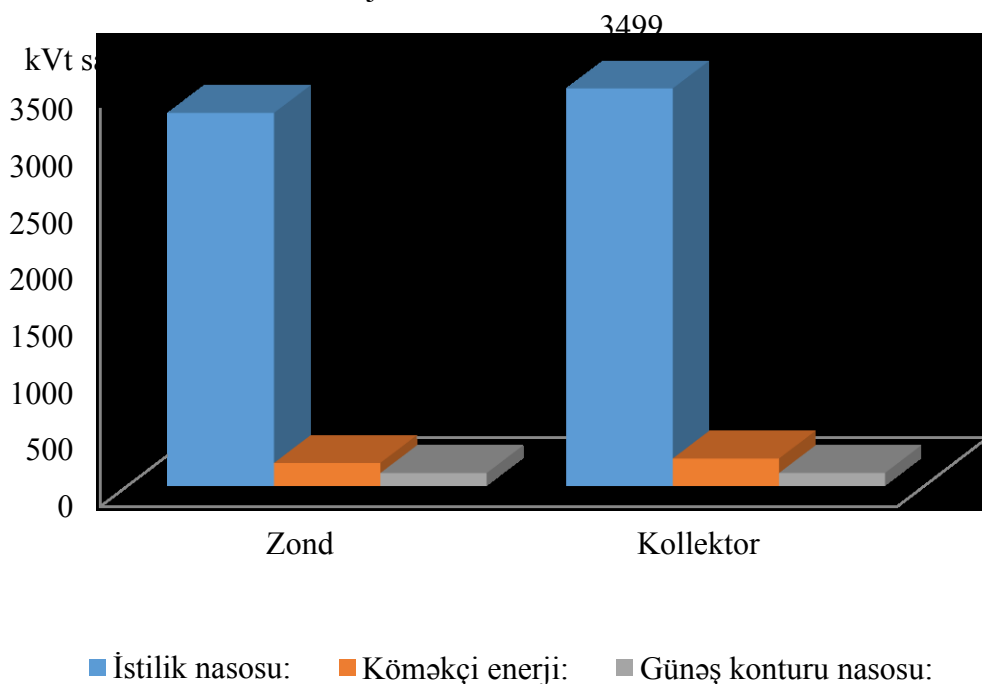
Zondun mövsümi istilik səmərəliliyi faktoru, o cümlədən istilik nasosunun SPF-i, istilik nasosu sisteminin SPF-i, generator sisteminin SPF-i (HP + günəş istilik) kollektorun uyğun xarakteristikalarından yüksəkdir (şəkil 2).



- İstilik nasosunun GÇƏ-i:
- İstilik nasos sisteminin GÇƏ-i:
- Generator sisteminin GÇƏ-i (İN+günəş istilik enerjisi)

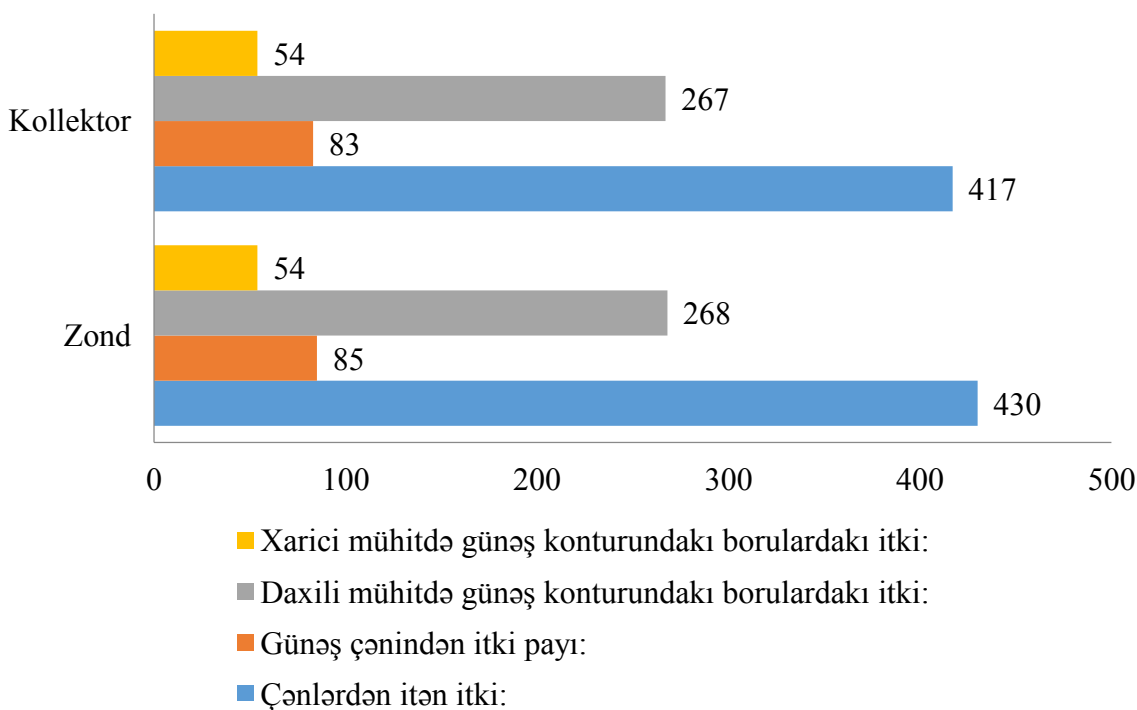
Şəkil 2. Mövsümi istilik səmərəliliyinin amilləri (simulyasiyadan)

Zond istilik nasosu sisteminin illik enerji istehlakı kollektor sistemindən azdır.



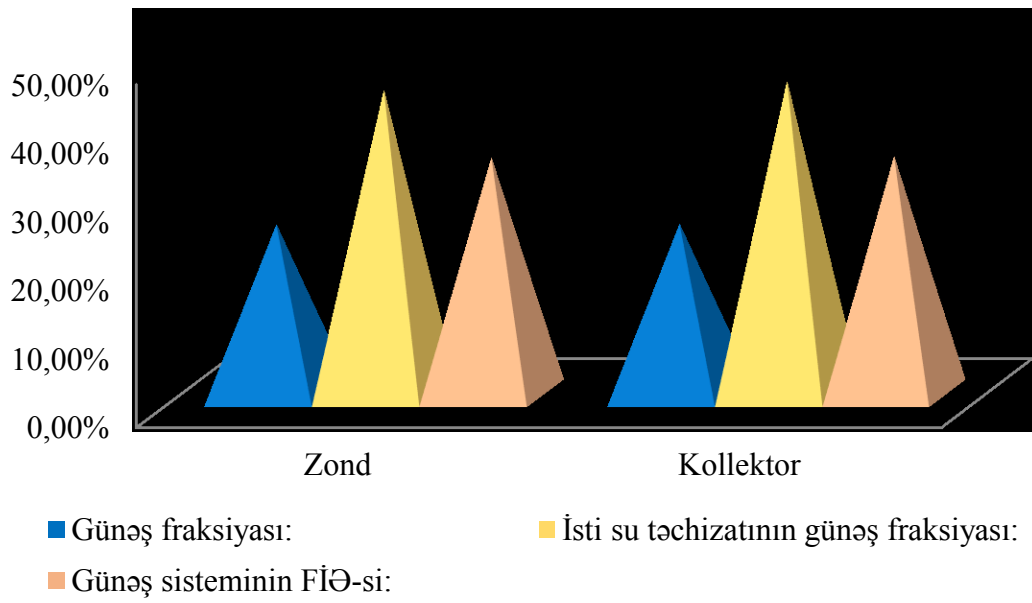
**Şəkil 3.** İllik enerji istehlakı (kVt saat)

Zond istilik mənbəyi ilə istilik nasos sisteminin illik enerji itkisi kollektor istilik mənbəyi sisteminin enerji itkisindən azdır.

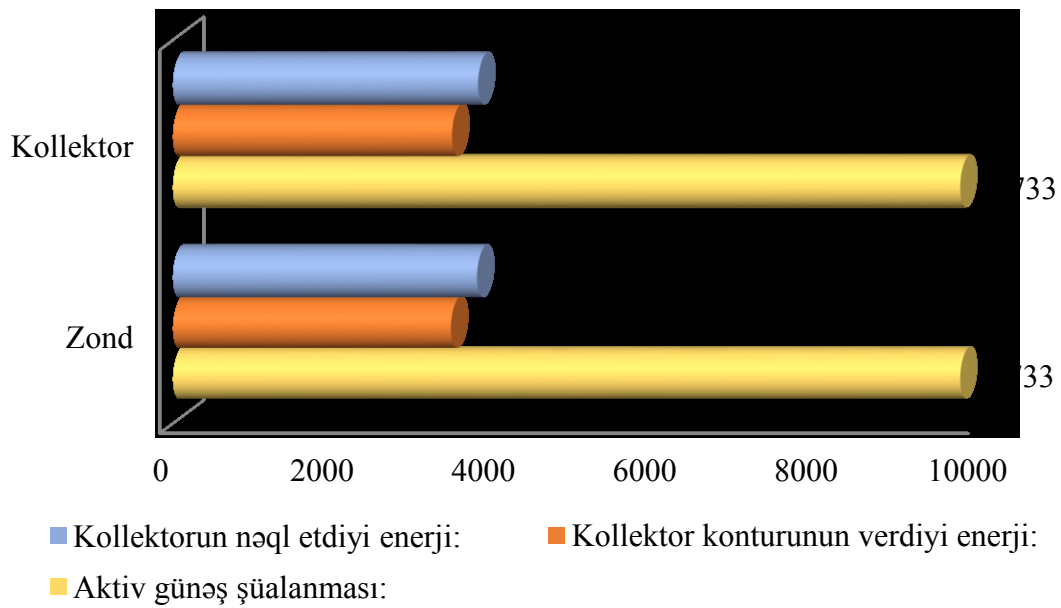


**Şəkil 4.** İllik itkilər (kVt saat)

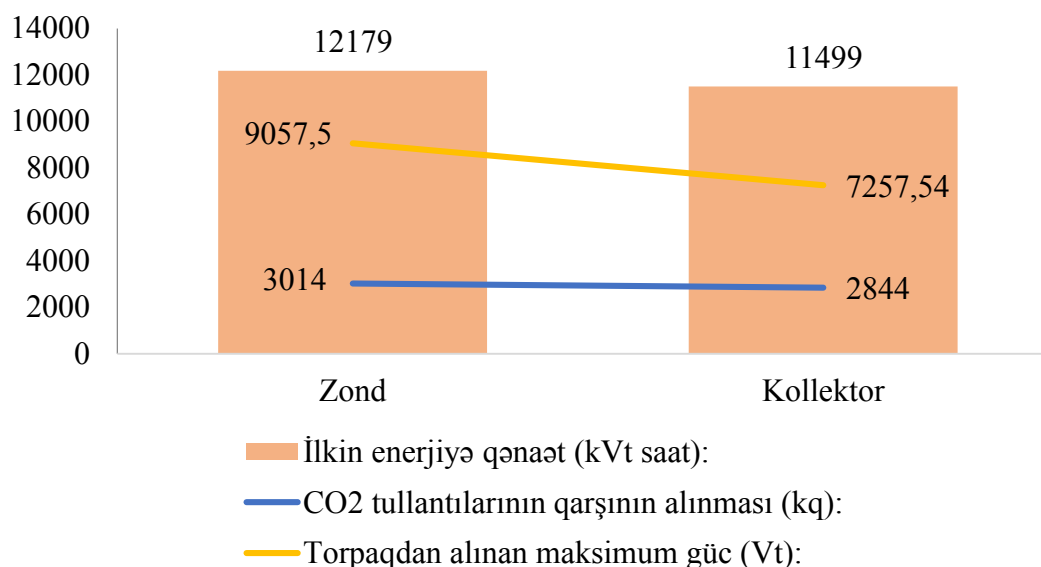
Günəş konturu üçün müqayisəli qiymətlər şəkil 5 və şəkil 6-da göstərilmişdir.



Şəkil 5. Günəş konturu (günəş hissəsi, günəş hissəsi DHW, günəş sisteminin səmərəliliyi)



Şəkil 6. Günəş konturu



Şəkil 7. CO<sub>2</sub> emissiyalarının qarşısı alınmaqla ilkin enerjiyə qənaət

**Nəticə.** Tədqiqat zamanı istilik nasosları üçün kollektor və zond enerji mənbələrinin üqayisəli təhlili aparılıb və sistemin enerji səmərəliliyinə təsir edən amillər müəyyən edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, istilik nasosunun torpaq mənbəli üfüqi kollektorlarının standart quraşdırılması dərinliyi il boyu qalınlıqda stasionar temperatur diapazonunu saxlamaq baxımından optimal deyil. Bu amil termotransformatorun işinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.

Ədəbiyyat və tədqiqatların təhlilinə əsasən, istilik nasosunun işləməsi ərazinin iqlim şəraitindən, layihənin texniki imkanlarından və aşağı dərəcəli istilik mənbəyinin xüsusiyyətlərindən asılıdır.

İstilik nasoslarının tətbiqində temperatura ən davamlı mühit torpaqdır. Yer yuxarı təbəqələri temperatur dəyişkənliyinə məruz qalır, xüsusilə donma zonasında donma dərinliyi neytral zona ilə təqib edilir. Bu zonada temperatur 8-10 dərəcədir və dayaz konturlar üçün çox uyğundur. Temperaturun artması 20 metrədən yuxarı dərin qatlardan istiliyin ötürülməsi hesabına müşahidə olunur. 100 m dərinlikdə temperatur orta hesabla 3 dərəcə yüksəlir. Dərinliyi 200 metrə qədər olan torpaqlardan istifadə etmək rəasional hesab olunur. Böyük dərinliklərdə tədqiqat və layihələndirmə xərcləri, qazma xərcləri istilik hasil edən zondları quyulara endirməyi çətinləşdirir və zədələnmə riskini artırır.

Müqayisəli təhlil göstərir ki, şaquli zondlu istilik nasosları kollektor istilik nasoslarından bir qədər üstündür. Bununla belə, onların hər birinin öz çatışmazlıqları var. Beləliklə, şaquli zondlu istilik nasoslarının mənfə cəhəti 100-150 m quyuların qazılmasının yüksək qiymətidir. Kollektor istilik nasoslarının mənfə cəhəti isə odur ki, kollektoru yerləşdirmək üçün geniş yer tələb olunur. 1 kVt istilik enerjisi toplamaq üçün 20-50 m<sup>2</sup> tələb olunur.

## Ədəbiyyat

1. Schwab K., Malleret T. COVID-19: The Great Reset. Forum Publishing, 2020. - 280 p.
2. <https://president.az/>
3. Рей Д., Макмайкал Д. Тепловые насосы: пер. с –англ. / Д. Рей, Д. Макмайкал // М.: Энергоиздат. 224 с., ил–1982.
4. Babayeva S.Ş. Kəlbəcər şəhərində fərdi yaşayış binasının istilik təchizatı sistemində istilik nasoslarından istifadə perspektivləri. Postkonflikt vəziyyətlərdə yenidənqurma və bərpa üzrə beynəlxalq konfrans RRPCS 2022. Fevral 24-25, 2022. Bakı, Azərbaycan.
5. Babayeva S.Ş. İstilik təchizatı sistemində monovalent rejimdə işləyən istilik nasoslarının işinin tədqiqi. Energetikanın Problemləri elmi texniki jurnal № 1, 2022, Bakı, 25-31 səh.



UOT 620.92

## **KƏLBƏCƏR ŞƏHƏRİNDƏ FƏRDİ EVLƏRİN İSTİLİK TƏCHİZATINDA TORPAQ MƏNBƏLİ, KOLLEKTOR TIPLİ İSTİLİK NASOSLARININ İŞİNİN TƏDQIQI**

**S.Ş. Babayeva**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti  
Az1010, Bakı şəh., Azadlıq pros., 34  
E-mail: babayeva\_sevinc64@mail.ru*

***Xülasə.** Bütün dünyada böyük potensiala malik olan bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə olunması istiqamətində işlər aparılır. Bu, həmin enerjinin təbiətdə mövcudluğu və ətraf mühitin çirklənməməsi ilə bağlıdır.*

*Bərpa olunan enerji sistemlərinin tətbiqi ənənəvi enerji istehsal sistemlərini sıxışdıraraq, onlara olan tələbatı azaldacaq. İnkişaf etmiş ölkələrin əksəriyyətində istilik nasosları istilik, havalandırma və kondisioner sistemlərində, o cümlədən sənaye və yaşayış binalarının su təchizati proseslərində istifadə olunur.*

*Məqalədə Kəlbəcər şəhərində fərdi ev üçün istilik nasosunun istilik təchizati sisteminin kompüter simulyasiya modeli təqdim olunur. Modelləşdirmə GeoTSOL proqramından istifadə etməklə həyata keçirilmişdir. Bu proqram istilik nasos sistemlərinin planlaşdırılması və layihələndirilməsi üçün peşəkar vasitədir.*

*Kəlbəcər şəhərində monovalent rejimdə işləyən fərdi yaşayış evinin isti su təchizati və qızdırılması üçün istilik nasos sisteminin sxemi təklif edilmişdir. Bütün istilik nasosu sistemi üçün kompüter simulyasiyası ilə mövsümi performans əmsalları, enerji istehlakı, itkilər, günəş payları, səmərəlilik və s. təyin edilmişdir.*

***Abstract.** All over the world, work is underway to use renewable energy sources (RES), which have great potential. This is due to the availability and being environment friendly.*

*The introduction of renewable energy systems, by displacing traditional energy production systems, will reduce demand for them. In most developed countries, heat pumps are used in heating, ventilation and air conditioning systems, including in the processes of water supply of industrial and residential buildings.*

*The article presents a computer simulation model of a heat pump heat supply system for a private house in the city of Kalbajar. Modeling was carried out using the GeoTSOL program. This program is a professional tool for planning and designing heat pump systems. We have proposed a scheme of a heat pump system for hot water supply and heating of a private house in the city of Kalbajar, operating in a monovalent mode. For the entire heat pump system, seasonal coefficients of performance, energy consumption, losses, solar shares, efficiency, etc. are calculated by computer simulation.*

***Аннотация.** Во всем мире ведутся работы по использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ), которые имеют большой потенциал. Это связано с доступностью и не загрязнением энергии окружающую среду.*

*Внедрение систем возобновляемой энергии вытеснив традиционные системы производства энергии, снизит спрос на них. В большинстве развитых стран тепловые насосы используются в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и в том числе в процессах водоснабжения промышленных и жилых зданий.*

*В статье представлена компьютерная имитационная модель теплонасосной системы теплоснабжения частного дома в городе Кельбаджар. Моделирование проводилось с помощью программы GeoTSOL. Эта программа является профессиональным инструментом для*

планирования и проектирования систем тепловых насосов. Предложена схема теплонасосной системы горячего водоснабжения и отопления частного дома в городе Кельбаджар, работающая в моновалентном режиме. Для всей системы теплового насоса компьютерным моделированием рассчитаны сезонные коэффициенты производительности, энергопотребление, потери, доли солнечной энергии, КПД и т. д.

**Açar sözlər:** *ağıllı kənd, istilik nasoslari, torpaq mənbəyi, kolletor, zond, çevrilmə əmsali*

**Key words:** *smart village, heat pumps, land area, collector, probe, efficiency factor*

**Ключевые слова:** *умная деревня, тепловые насосы, грунтовой источник, коллектор, зонд, коэффициент преобразования*

**Giriş.** Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadədə məqsəd bəşəriyyətdə enerjiyə artan tələbat, mineral ehtiyatlarının tükənməsi və ətraf mühitin qorunması problemidir.

Alternativ enerji növlərindən biri də istilik nasoslari vasitəsilə alınan enerjidir. Müasir dünyada istilik nasoslarından sənaye və yaşayış binalarının istilik, havalandırma, soyutma və isti su təchizatında geniş istifadə olunur. İstilik nasoslari həm tək, həm də digər cihazlarla birgə sistem kimi tətbiq olunur. İstilik nasos qurğusu özündə aşağı potensiallı enerji toplamaq üçün qurğular toplusudur. İstilik nasosu sistemlərinə bir neçə istilik nasosu və torpaq, hava və ya su mənbəyindən aşağı potensiallı enerji toplamaq üçün qurğular, eyni zamanda idarəetmə və avtomatlaşdırma cihazları daxildir.

İstilik nasoslarını xarakterizə edən onun istilik, enerji və iqtisadi xüsusiyyətləridir. İstilik mənbəyinin xarakteristikaları da istilik nasosunun xüsusiyyətlərinə təsir edir. İdeal bir mənbə istilik istehlakçısını istilik təchizatı dövründə sabit temperaturla təmin etməkdir. İstilik mənbəyindən enerji daşıyan işçi cisim isə minimal aşındırıcı təsir göstərməli və ətraf mühiti çirkləndirməməlidir. Eyni zamanda qənaətcil olmalıdır. İstilik enerjisi xarici və işlənmiş hava, yeraltı sular, dəniz, göl və çay suları, geotermal mənbələr və s.-dən alınır. Kənd sakinləri evlərini və təsərrüfatlarını içməli və məişət suyu ilə təmin etmək üçün quyulardan istifadə edirlər. Quyu suyu bir evin istiləşməsi üçün istilik nasos sistemində aşağı potensiallı mənbə kimi istifadə edilə bilər.

Torpaq ən etibarlı istilik akkumulyatorudur. Yer yuxarı təbəqələrinin torpağı günəş enerjisini qeyri-məhdud toplayır. Torpağın istilikdən istifadəsinin səmərəliliyi, əsasən, onun illik temperaturu, tərkibi və rütubətindən, havanın temperaturundan və s. asılıdır. Torpağın yüksək istilik müqaviməti dərinlik artdıqca artır.

İstilik nasosunun aşağı təzyiqli və aşağı temperaturlu istilik dəyişdiricisində işçi agentin buxarlanması baş verir. Yüksək təzyiqli və yüksək temperaturlu istilik dəyişdiricisində isə işçi agent kondensasiya olunur. Hər iki prosesin getdiyi sistemdə enerji ötürülməsi baş verir.

Prosesdə kompressor elektrik enerjisi sərf edir. Sərf edilən hər kilovat-saat elektrik enerjisi üçün istilik nasosu 2,5-5 kilovat-saat istilik enerjisi istehsal edir. İstehsal olunan istilik enerjisinin sərf olunan elektrik enerjisinə nisbətində istilik çevrilmə əmsalı deyilir. Çevrilmə əmsalı istehsal olunan istilik enerjisinin  $Q$  -nın istehlak edilmiş elektrik enerjisinə  $P$  nisbətidir.

$$\varepsilon = \frac{Q}{P} \quad (1)$$

İstilik nasoslari aşağı potensiallı torpaq istiliyindən istifadə edərək, 100% -dən çox çevrilmə əmsalı ilə işləyə bilirlər. Ona görə ki, istilik nasosunun xarici mənbədən otağa ötürdüyü istilik yükü istiliyin ötürülməsi üçün tələb olunan elektrik enerjisindən böyükdür. Çevrilmə əmsalı buxarlandırıcı və kondensatordakı temperatur arasındakı fərqdən asılıdır: fərq nə qədər böyükdürsə, dəyər də o qədər aşağı olur. Buna görə də, istilik nasosundan istifadə edərək istilik təchizatı sisteminin layihələndirilməsi zamanı aşağı temperaturlu istilik mənbəyinin kütləsinin qızdırılan məhsulun kütləsindən çox olması əsas şərtidir. İstilik nasoslari əsasən, monovalent, monoenergetik, bivalent alternativ, bivalent paralel rejimlərdə işləyirlər.

Torpaq temperaturun paylanması baxımından ən sabit mühitdir. Yer yuxarı təbəqələri xüsusilə dərin donma zonasında temperaturun dəyişməsinə məruz qalır. İstilik nasosu sistemində aşağı potensiallı istiliyin çıxarılması kollektor və zond vasitəsilə icra olunur. Kollektor üfqi, zond isə şaquli yerləşdirilir.

Üfqi sistem torpağın donma dərinliyindən aşağı çəkilmiş qapalı boru kəmərləri şəbəkəsidir. Şaquli sistem dərinliyi 20 metrədən 200 metrə qədər olan quyularda yerləşdirilən şaquli boru kəmərləri-zondlar kompleksidir. Zond tələb olunan dərinliyə maneəsiz enişi təmin edən borulardan ibarətdir. Bu sxemlərin əsasını iki borulu, dörd borulu və koaksial zondlar təşkil edir. Hal-hazırda 4 borulu zondlar geniş istifadə olunur.

Qarabağın iqlim qurşağında tədqiqat və tətbiq üçün kollektorlar tərəfindən aşağı potensiallı istilik mənbəyindən istifadə edilən istilik nasosları kompüter simulyasiyası ilə tədqiq edilmişdir.

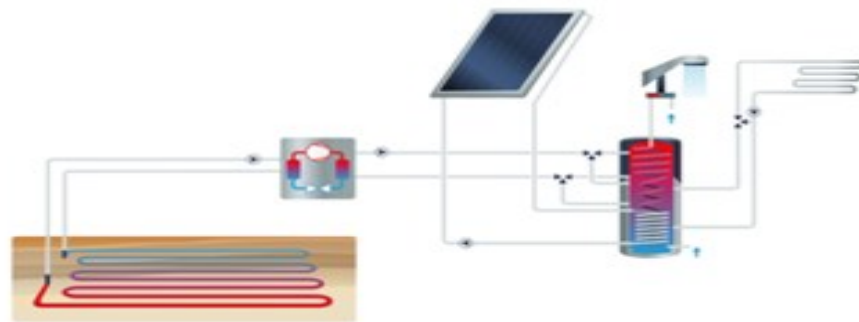
İstilik nasosunun quraşdırılmasının səmərəli işləməsinə təmin etmək üçün aşağı potensiallı istilik mənbəyinin temperaturunun nisbi sabitliyini və sistemin bütün xidmət müddəti üçün mənbəyin kifayət qədər istilik tutumunu təmin etmək lazımdır.

**Əsas hissə.** Məqalədə Kəlbəcərdə fərdi ev üçün istilik nasosunun istilik təchizatı sisteminin kompüter simulyasiya modeli təqdim olunur.

Modelləşdirmə GeoTSOL proqramı vasitəsilə aparılmışdır. Bu proqramdan istilik nasos sistemlərinin planlaşdırılması və layihələndirilməsi üçün peşəkar vasitə kimi istifadə etmək məqsədə uyğundur. Bu proqram vasitəsilə sistemin növlərini və komponentlərini seçmək, enerji və xərcləri hesablamaq olar. Bu proqram:

- Günəş istilik kollektorları və qazanlar istilik nasos sistemlərini modelləşdirir.
- İstilik nasosu ətraf mühiti seçir: geotermal zondlar, geotermal kollektorlar, hava, yeraltı su
- İstilik nasosunun işçi cismini seçir: duzlu su/su, su/su, hava/su
- İl boyu bütün kompüter simulyasiya edilmiş istilik nasos sistemi üçün mövsümi çevrilmə amillərini, enerji istehlakını, itkiləri, günəş enerjisi paylarını, səmərəliliyi və s. hesablayır.
- Maliyyə təhlilini həyata keçirir: istilik nasos sisteminin istilik dəyəri və müqayisə sistemin istismar müddəti ərzində hesablanır.

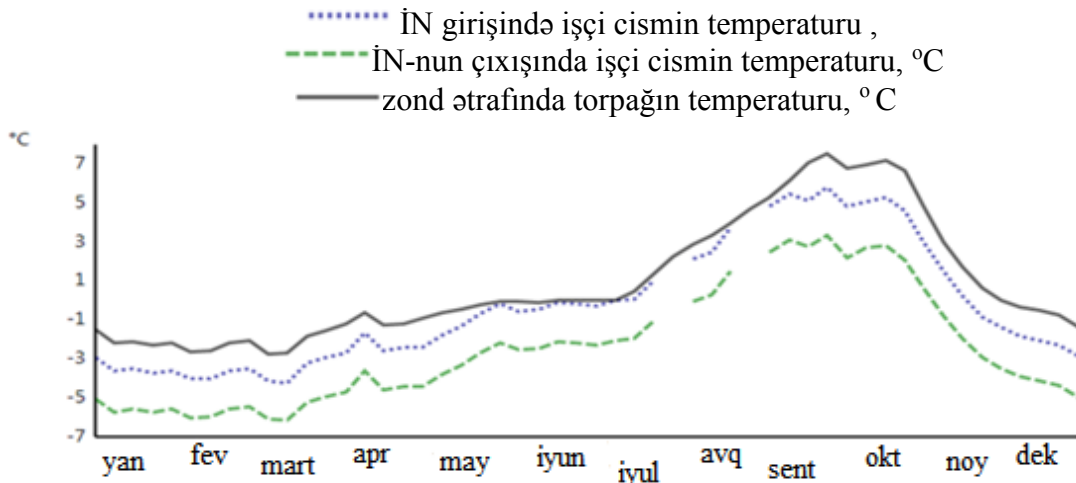
Kəlbəcər şəhərində fərdi yaşayış evinin istilik və isti su təchizatı üçün istilik nasos sistemi şəkil 1-də göstərilmişdir.



**Şəkil 1.** Fərdi evin istiləşməsi və isti su təchizatı üçün istilik nasos sistemi

Fərdi evin isti su təchizatı və isitmə sistemi torpaq istilik mənbəli kollektordan, istilik nasosundan, günəş kollektorundan, ehtiyat su çənindən, köməkçi qazandan ibarətdir. Təqdim olunan sxemdə torpaq istilik mənbəyi kimi götürülür. Kəlbəcərdə il ərzində ətraf qrunzun temperaturu, istilik nasosunun giriş və çıxışında işçi cismin temperaturu modelləşdirmə nəticəsində müəyyən edilmişdir (şəkil 2).

Torpaq kollektorları da 30% qlikol və su qarışığı ilə doldurulur. Bu işçi cismin funksiyası torpağın enerjisini alaraq, istilik nasosuna ötürməkdir. Kəlbəcərdə fərdi yaşayış evi üçün istilik mənbəyi kimi istifadə olunan kollektorun modelləşdirilməsi nəticəsində hesablanmış parametrləri cədvəl 1-də göstərilmişdir:



Şəkil 2. Kəlbəcərdə ilin ayları üzrə kollektor ərazisində istilik nasosunun qruntunun giriş və çıxışında işçi cismin temperaturu

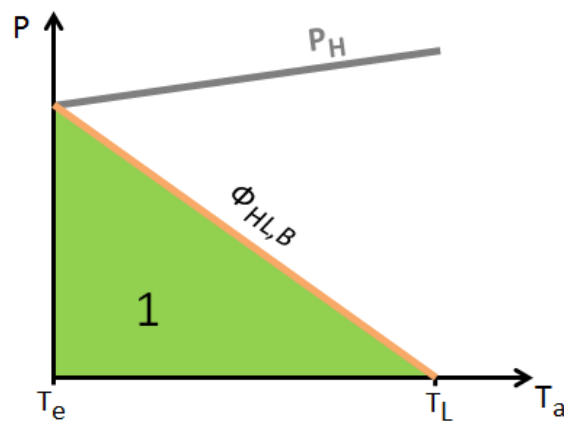
Cədvəl 1

Torpaq zonasının simulyasiya nəticələri

Parametr	Qiymət	Parametr	Qiymət
Sahə	200.0 m <sup>2</sup>	qlikol	30 %
Yerləşmə dərinliyi:	1,2 m	Duz nasosunun nominal gücü:	114 Vt
Yeraltı suların dərinliyi:	10.0 m	Duzlu su nasosunun həcmi sərfi:	1390 l/saat

Birinci dövrə boyunca hərəkət edən işçi cisim yerdən istiliyi ikinci dövrəyə, istilik nasosuna ötürür. Kompresor, idarəetmə klapanı, kondensator və buxarlandırıcı istilik nasosunun əsas elementləridir. Kondensatorlar və buxarlandırıcılar istilik nasosunun istilik mübadilə aparatlarıdır. Aşağı potensiallı mənbədən gələn istilik işçi cisim vasitəsilə buxarlandırıcıdakı soyuducu agentə ötürülür. Soyuducu agent buxarlandırıcıda buxarlanır. Daha yüksək parametrlər əldə etmək üçün soyuducu agentin buxarları kompressorda sıxılır. Daha sonra isə kondensatordakı soyuducunun istiliyi istehlakçıya gedən suya ötürülür. Soyuducu agent tənzimləyici klapan vasitəsilə maye halına salınır və dövrəyə qaytarılır.

Soyuducu agent kimi R410A, R407C, R134a istifadə olunur. İstilik nasosunun simulyasiya nəticəsində alınmış nominal istilik gücü 6 kVt-dir. İstilik nasosunun iş rejimi monovalentdir. Şəkil 3-də istilik nasos sisteminin iş rejimi qrafiki simulyasiya ilə müəyyən edilir.



Şəkil 3. İstilik nasos sisteminin iş rejimi qrafiki

İstilik nasosu bütün otağı tələb olunan optimal temperatura qədər qızdırır. Bu sxemdə əlavə ikinci istilik mənbəyi tələb olunmur. Burada 1- istilik nasosu, P- istilik yükü,  $P_H$  - istilik nasosunun verdiyi istilik yükü,  $\Phi_{HL, B}$  - binanın istilik yükü,  $T_a$  - ətraf mühitin temperaturu,  $T_L$  - maksimum qızdırma temperaturudur, təxminən  $20^\circ\text{C}$ ,  $T_a$  - köməkçi qazanın aktivləşdirmə temperaturu,  $T_e$  - standart mühit temperaturu, təxminən  $(-15^\circ\text{C})$ .

Binanın isitmə və isti su təchizatı üçün istilik yükü, əsasən, istilik nasosu və günəş kollektoru tərəfindən ödənilir.

Günəş enerjisi enerjiyə qənaət sistemində mühüm rol oynayır. Bu da günəş enerjisinin yer üzünə çoxlu miqdarda düşməsi, onun tükənməzliyi, əlçatanlığı və ekoloji cəhətdən təmiz olması ilə bağlıdır. Ən çox yaşayış binalarını qızdırmaq üçün istifadə olunan kiçik günəş sistemlərindən istifadə olunur. Belə sistemlərə günəş kollektorları, saxlama çənləri, sirkulyasiya nasosları və digər köməkçi avadanlıqlar daxildir. Kəlbəcər şəhəri üçün kompüter simulyasiyalarından istifadə etməklə hesablanmış günəş kollektorunun spesifik xüsusiyyətləri aşağıdakı cədvəl 2-də göstərilmişdir:

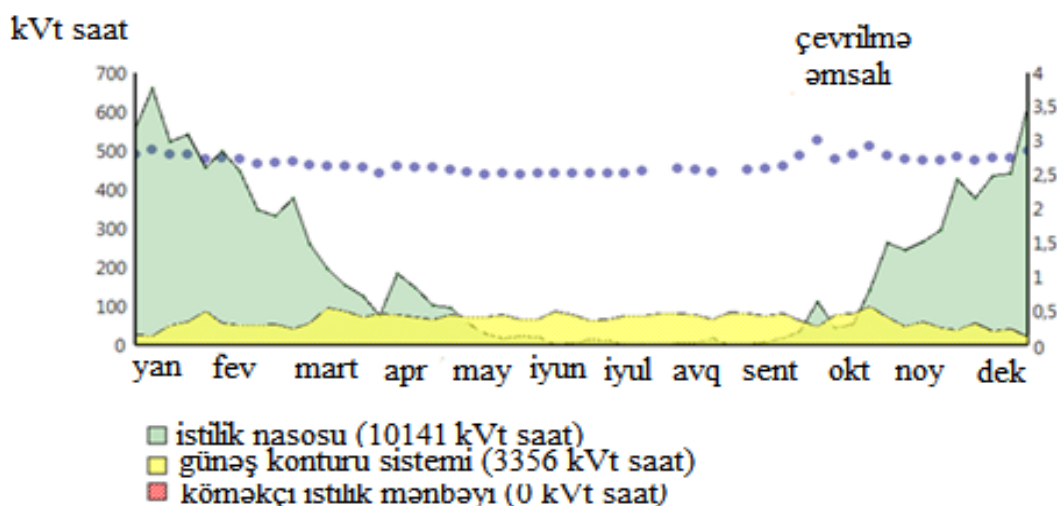
Cədvəl 2

Günəş kollektorunun işçi parametrlərinin simulyasiya nəticələri

Parametr	Qiymət	Parametr	Qiymət
Günəş fraksiyası	24,7%	Kollektor dövrəsi tərəfindən verilən enerji	3 439 kVt saat
İsti su təchizatı üçün günəş hissəsi	45,4%	Kollektorun verdiyi enerji	3759 kVt saat
Günəş sisteminin səmərəliliyi	34,5%	Aktiv günəş sisteminin şüalanması	9733 kVt saat

Tezlik baxımından həm il ərzində, həm də gün ərzində günəş enerjisini əldə etmək, həmçinin istilik sərfiyyatı və onun hasilatındakı dalğalanmaları balanslaşdırmaq üçün akkumlyasiya çəninədən istifadə etmək lazımdır [1]. Simulyasiya nəticəsində akkumlyasiya çəninin tutumu 750 litr hesablanmışdır. Akkumlyasiya çəninə isti su istilik nasosundan, günəş kollektorundan gəlir.

İstilik təchizatında mövcud günəş sisteminin işini öyrənərkən, günəş və günəş radiasiyasının az olduğu dövrlərdə və anbarda suyun temperaturu aşağı düşəndə aşağı potensiallı günəş enerjisi daha az istifadə olunur [2]. Bunu nəzərə alaraq, təklif olunan istilik təchizatı sxemində (şəkil 1) su qızdırılmaq üçün su çəninədən də istilik nasosuna verilir.



Şəkil 4. Günəş kollektorunun, istilik nasosunun və istilik nasosunun aylar üzrə istilik yükü.

Mayın sonundan oktyabrın əvvəlinə qədər istilik nasosu minimum yüklə işləyir, çünki istilik əsasən günəş kollektoru tərəfindən verilir. Modelləşdirmə yolu ilə əldə edilən nəticələr cədvəl 3-də verilmişdir.

**Cədvəl 3**

*Simulyasiya nəticələri*

Parametr	Qiymət	Parametr	Qiymət
<b>İstehsal olunan enerji (illik):</b>		<b>İtkilər (illik):</b>	
İstilik nasosu ilə:	10141 kVt/saat (75 %)	Saxlama çəmindən:	417 kVt /saat
Qazan ilə :	0	Günəş çəmindən:	83 kVt /saat
Günəş kollektoru ilə:		Daxildəki günəş kollektor borularından :	267 kVt /saat
Elektrik qızdırıcısı ilə:	3356 kVt/saat ( 25 %)	Günəş kollektorunun xarici borularından :	54 kVt /saat
	0		
<b>İstehlak olunan enerji (illik):</b>		<b>Günəş dövrəsi:</b>	
İstilik sistemi:	850 2 kVt/saat (64%)	günəş payı:	24,7 %
İsti su təchizatı:	4736 kVt/saat (35%)	isti su təchizatında günəş enerjisi payı:	4 5,4 %
		Aktiv günəş sistemindən şüalanma:	9733 kVt/saat
		Kollektorun verdiyi enerji:	32 59 kVt /saat

**Nəticə.** Ətraf mühitin çirklənməsinin artması və atmosferin istilik balansının pozulması tədricən global iqlim dəyişikliyinə gətirib çıxarır. Qlobal iqlim dəyişikliyi isə öz növbəsində müxtəlif təbii fəlakətlərə səbəb olur. Atmosferdə CO<sub>2</sub> in miqdarının artması bu problemlərə səbəb olan amillərdən biridir. Kəlbəcərdə fərdi yaşayış evinin qızdırılmasında istilik nasos sistemindən istifadə edilərkən 11 min 490 kilovatsaat enerjiyə qənaət edilmişdir. Eyni zamanda atmosfərə atılacaq 2844 kq CO<sub>2</sub> emissiyasının qarşısı alınmışdır.

İstilik nasosu sistemi ekoloji cəhətdən təmiz istilik və soyutma sistemidir. Onun istismarı zamanı üzvi yanacaqlar yandırılmaz və nəticədə atmosfərə CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PbO<sub>2</sub> kimi zərərli qazlar buraxılmaz. Hesablamalara görə, bu sistemin istifadəsi istixana qazlarının və ağır metalların zərərli emissiyalarının miqdarını azaldacaq ki, bu da regionun ekoloji vəziyyətinə ən müsbət təsir göstərəcək. İstifadə olunan istilik nasosu da ətraf mühətdə yaşayan insanlar üçün ekoloji təhlükə yaratmır. Beləliklə, o, adi soyuducudan səssizcə işləyir, soyudulmuş və ya qızdırılan otağa heç bir allergen tullantıları buraxmır.

İstilik nasosu davamlıdır və xüsusi diqqət tələb etmir. İstilik nasosunun əsas qurğusunun - kompressorun xidmət müddəti 30 ildir və asanlıqla dəyişdirilə bilər. İstilik nasosu sistemi binalarda ən rahat şəraiti, temperatur və rütubətdə minimal dalğalanmaları, səs-küyü təmin edir, eyni avadanlıqla isitmə və soyutma proseslərini həyata keçirməyə imkan verir. İstilik nasosundan istifadə edən istilik sistemi tam partlayışa davamlıdır və odadavamlıdır. Xüsusi qayğı tələb etmir və işləmək asandır [4].

Fərdi yaşayış binalarının qızdırılması üçün istilik nasoslarının istismarı ilə bağlı inkişaf etmiş xarici ölkələrin təcrübəsinin nəzərdən keçirilməsi onların texniki və enerji səmərəliliyini, müəyyən şərtlərdə isə qənaətliliyini təsdiqləyir [5, 6]. Beləliklə, istilik nasosları həm iqtisadi, həm də ekoloji faydaları olan təbii istilik enerjisini əldə etməyin yeganə yoludur. İstilik daşıyıcıları üçün tariflərin illik 10-15% artırılması nəzərə alınmaqla, istilik nasos sisteminin özünü doğrultmaq müddəti azalacaq. İstilik nasosunun istifadəsi qışda istilik və yayda binanın soyudulması xərclərini əhəmiyyətli dərəcədə azaldacaqdır. Qarabağ zonasında əzmərtəbəli tikinti işlərinin sürətini, elektrik enerjisi, qaz və inflyasiya tariflərinin artımı ilə bağlı proqnozları nəzərə alaraq, belə qənaətə gəlmək olar ki, yaxın gələcəkdə istilik nasoslarının tətbiqi ilə Azərbaycanada yaşayış binalarının istiləşməsinə böyük tələbat yaranacaq.

## Ədəbiyyat

1. Шерьязов С. К., Пташкина-Гирина О. С. Использование возобновляемых источников в сельском хозяйстве: учеб. пособ. для университетов. Челябинск: ЧГАА, 2013. 280 с.
2. Шерьязов С. К., Доскенов А. Х., Поливода Д. А. Использование теплонасосных установок в системе солнечного отопления // Достижения науки – агропромышленное производство: материалы LV international . науч.- техн. конф. Ч . 3. Челябинск : ЮРГАУ, 2016. с . 236–240.
3. DIN V 4701-10: 2003-08 Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Часть 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
4. Промышленная теплоэнергетика: Справочник / общ. Эд. СРЕДНИЙ. Клименко, В.М. Зорина. М., 2004. 632 с. Кн. 4.
5. Максимов В.И., Салум А. Математическое моделирование процессов теплообмена при работе теплонасосных систем с использованием геотермальной энергии // Изв. Томск. политехнический. десять. Инженерные ресурсы. - 2019. - Т.330, N 4. - С.126-135.
6. Глубинные тепловые насосы: европейский опыт Ладислав Райбах<sup>1</sup> и Буркхард Саннер<sup>2</sup> Институт геофизики ETH, GH-8093 Цюрих, Швейцария<sup>2</sup> Институт прикладных наук о Земле, Университет Юстуса-Либиха, D-35390 Гиссен, Германия (8) (PDF) *Pump Systems-The European Experienc*

UOT 621.311.22

## İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYASININ ENERJİ BLOKUNUN İŞİNİN MÜXTƏLİF REJİMLƏRDƏ TƏDQIQI

**C.P. Məmmədova, Ş.N. Nəsirov**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti  
Az1010, Bakı şəh., Azadlıq pr. 34  
E-mail: cemile\_adna@mail.ru, sh.nasirov62@inbox.ru*

**Xülasə.** Enerji blokunun işi müxtəlif rejimlərdə tədqiq olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, ən əlverişli üsul bloku sürüşən təzyiqli rejimində işlətməkdir. Tədqiqatlar göstərir ki, sürüşən təzyiqli rejimə keçdikdə, turbinin yüksək təzyiqli hissəsində buxarın istilik düşküüsü artır, bəsləyici nasosun inteqral turbininə verilən buxarın miqdarı azalır və nasosa tələb olunan güc azalır. Turbinin yüksək təzyiqli hissəsində daxili güc çoxalır və texniki-iqtisadi göstəricilər artır.

**Abstract.** The operation of the power units in different modes has been explored. It has been clear that the most affordable operation mode is to switch on primary sliding pressure mode. Researches show that, when the mode switches to sliding pressure mode, the true heat drop increases in the high-pressure part of the turbine, amount of steam that has been delivered to the turbine and required power decreases. The internal power of the high-pressure part of the turbine increases. At the same time economical, technical indicators of the power block significantly increases.

**Аннотация.** Работы энергетического блока исследованы при различных режимах. Выявлено, что из существующих режимов, самым выгодным является режим работы при скользких давлениях. Исследования показывают что, при переходе этого режима, в ЧВД турбины, повышается действительный перепад тепла пара, понижается количество пара поступающее в привозную турбину питательного насоса и требуемая мощность. В ЧВД турбины внутренняя мощность увеличивается и существенно увеличиваются технико – экономические показатели.