

## QAZ TURBİN ELEKTRİK STANSİYALARININ FAYDALIĞININ ARTIRILMASI

## ŞİXƏLİYEVƏ SƏADƏT

*Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan**saadaasmar@mail.ru, 051 758 57 83*

Təqdim olunan işdə məqsəd qaz turbin qurğusu ilə elektrik stansiyasının energetik səmərəliliyinin artırılmasının texniki və texnoloji həllərini nəzərdən keçirməkdir. Burada ətraf mühitin yüksək hərərətində mühərriklərin qaz dinamik parametrlərini aşağı hərərət səviyyəsindəki kimi saxlamaq üçün üsullar təqdim olunur. Kompresorun girişində dövrü havanın duzlardan təmizlənmiş suvarma su vasitəsilə soyudulmasının texniki həlli, və ya absorbsiyalı brom-litium soyuducu qurğuların istifadəsi həlli təklif olunur. Kombinə edilmiş dövrəli buxar-qaz qurğuların istifadəsi qaz turbinli qurğularının işlənmiş qazlarının itirilmiş potensialının hesabına əlavə elektrik enerjisi istehsal etməyə imkan verəcəkdir.

**Açar sözlər:** istilik səmərəliliyinin artırılması, qaz turbin elektrik stansiyası, kompressor, enerji sərfiyyatı, soyutma sistemi  
**UOT 621. 314**

## GİRİŞ

Bildiyimiz kimi, Azərbaycanın qurucusu və hər-tərəfli inkişaf strategiyasının müəllifi Ulu Öndər Heydər Əliyev energetika sahəsində misilsiz işlər görüb. Buna misal olaraq Cənubi Qafqazda ən böyük gücə malik Azərbaycan İstilik Elektrik Stansiyasının tikilməsi idi. Bu gün Ulu Öndərin qoyduğu inkişaf strategiyasının layiqli davamçısı Azərbaycan Respublikasının Ali Baş komandanı İlham Əliyevdir. Yeni gücə malik Qaz turbinli İstilik Elektrik Stansiyasının qurulmasıdır.

Neft və qaz yataqlarında eyni keçən neft qazının (NQ) aşağı təzyiqdə rəşional istifadəsi yatağın səmərəli işlənməsi üçün prioritet vəzifələrdən biridir. NQ-in utillizasiyası üçün qaz turbinli elektrik stansiyalarının (QTES) istifadə olunur. Belə olduqda, stansiyada istehsal olunan elektrik enerjisi öz xüsusi sərfiyyatını təmin edir və obyektə xarici enerji sistemindən müstəqil edir, bu da ucqar rayonlar üçün çox faydalı olur.

QTES-rin istismarı ikinci dərəcəli enerji ehtiyatları və işlənməmiş zəhərli qazların emissiyalarının formalaşması ilə əlaqələndirilir, buna görə də, elektrik generatorlarının rəşional yüklənməsini təmin etmək və qaz turbin aqreqatlarının (QTA) texnoloji sistemlərinin təkmilləşdirilməsi problemi var [3].

Generasiya edən qaz turbinlərinin faydalı iş əmsalının pasport dəyəri (səmərəlilik əmsalı) 38%-i keçmir və əslində iş şəraitində daha da aşağıdır ki, bu da tulla-nan qazların hesabına istilik enerjisinin itirilməsi ilə əlaqəlidir. Qaz turbinlərinin istilik səmərəliliyini artırmaq işlənməmiş qazların istiliyindən rəşional istifadə sa-yəsində mümkündür.

200–300°C temperaturda atmosferə baca vasitəsilə buraxılan həddindən artıq istiliyin bərpası, səmərəliliyi artırmaq üçün bir yoldur, həm də istehsalın dayanıqlığının artırılması yoludur. Aşağıda qeyd olunan ədəbiyyatda mərkəzdənqaçma kompressorlarını idarə etmək üçün qaz turbinlərinin səmərəliliyinin artırılmasına dair elmi tədqiqatlar təqdim edilmişdir. Təlimatda enerjiyə qənaət edən texnologiyaların tətbiqi üzrə dünya təcrübəsi, neft və qaz sənayesində enerjiyə qənaət edən texnologiyalar haqqında qeyd edilmişdir [2-5].

## MƏSƏLƏNİN TƏHLİLİ

QTQ-nin rəşional istifadə yollarını təhlil edərək qaz turbininin işlənməmiş qazlarının istiliyi nəinki nəzərə

alınmalıdır, sistemin enerji ehtiyaclarını, eyni zamanda sistemin xaricindəki tələbləri də səmərəli təmin edəcək ətraf mühitlə inteqrasiya, iş şəraitindəki ekoloji komponenti yaxşılaşdırmaq.

Gedən qazların istiliyindən istifadə etməyin yollarından biri buxar-qaz turbinli kombinə edilmiş dövrəli qurğuların istifadəsidir.

Qərb ölkələrində BQQ-rin payı qoyulmuş gücün orta hesabla 25-30%-ni təşkil edir. Eyni zamanda təbii qazın əhəmiyyətli payı olan ölkələrin elektrik enerjisi istehsal strukturunda BQQ-lərin payı davamlı artır. Ümumilikdə demək olar ki, bütün dünyada istismara verilmiş elektrik stansiyaların əsasında 70% BQQ-lər fəaliyyət göstərir. Ən son yüksək texniki səviyyəyə nail olmaqda mühüm rol QTQ və BQQ - qaz turbinlərinin əsas xarici firma istehsalçıların geniş texniki və sənaye əməkdaşlığının həyata keçirilməsi oynayır [9].

Generator QTQ-nin səmərəliliyini və F.İ.Ə-ni artırmaq üçün daha bir yol absorbsiyalı bromid-litium qurğusunun (ABLQ) istifadəsidir. Yay zamanı qaz turbinindəki sovurulan havanın temperaturunun artması nəticəsində istehsal olunan elektrik enerjisinin həcmi azalır, yanacaq qazının sərfiyyatının həcmi isə artır. Kompresor girişində havanın müxtəlif texniki soyutma sxemləri mövcuddur, bunların arasında ABLQ-nin istifadəsi ən perspektivlidir. ABLQ qaz turbininin işlənməmiş qazlarının istilik enerjisi hesabına işləyən soyuducu qurğudur. ABLQ-də soyuducu kimi sudan, absor-bent kimi isə bromid-litium konsentrat məhlulundan istifadə olunur.

Qaz turbinində açıq havanın yüksək temperaturunda istehsal olunan elektrik enerjisinin azaldılması problemini həll etmək üçün, soyuq suyun ABLQ-dən +5...+10°C temperaturda keçəcəyi bir istilik mübadilə qurğusunun quraşdırılması təklif olunur. ABLQ tərəfindən yaradılan soyuq, qaz turbininin girişində tedarük havasını +15... +20°C soyutmağa xidmət edir.

ABLQ kimi birbaşa işlənməmiş tullantı qazları və isti su/buxar istilik qazanlarından istifadə edilə bilər. Beləliklə, soyuq əsasən tullantı istilik mənbələri hesabına əmələ gəlir [1].

Təsiri aşağıdakı kimidir. QTU-lar daimi hava axını ilə normal işləyir. Turbinə verilən havanın temperaturu 40 ilə 15°C arasında düşməsi QTU gücünün 30%

azalmasının qarşısını alır, bu da turbinin qəbuluna yüksək təzyiqlə hava verildikdə baş verəcəkdir. Verilən havanın temperaturundan asılı olaraq bir qaz turbininin elektrik və istilik gücünün dəyişməsinin qrafiki şəkil 1-də göstərilmişdir.

Mövcud gücü yüksək səviyyədə saxlamaq üçün iki istiqamət var:

- davamlı və ya dolaylı soyutma sistemləri;
- buxarlandırıcı və ya birbaşa soyutma sistemləri.

Dolaylı soyutma sistemlərində havanın soyudulması kompressorun yuxarı axınında yerləşən səthi istilik dəyişdiricisi vasitəsilə həyata keçirilir. Bu istilik dəyişdiricisinə su dövrü soyuducudan, və ya maye ilə soyutma mənbəyinin yığıma sistemindən gələ bilər. Bu cür sistemlər əhəmiyyətli investisiya xərcləri və yer tələb edir, lakin onlarda havanın soyuma səviyyəsi havanın nisbi rütubətindən asılı deyil [8].

Bunun əksinə olaraq, birbaşa soyutma sistemləri aşağı quraşdırma xərcləri ilə xarakterizə olunur, ölçü tələbləri çox məhduddur və işləməsi üçün lazım olan enerji əhəmiyyətsizdir. Onların əsas məhdudiyyəti havanın temperaturunun yaş lampa temperaturundan aşağı soyudulmasıdır. Əslində bu sistemlər yüksək təzyiq altında (7-dən 20 MPa-a qədər) demineralizasiya

edilmiş suyu hava axınına çiləmə üsulu ilə havanı səriləşdirir [6-7].

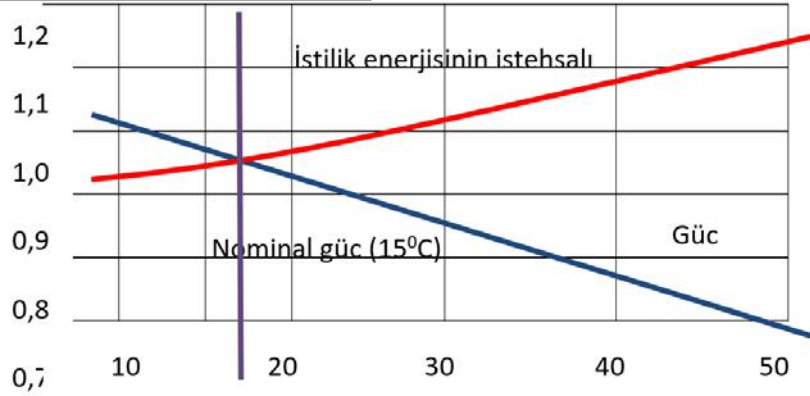
Birbaşa soyutma sistemində (buxarlandırıcı soyuducu, və ya giriş nəmləndiricisi) isti hava axını su ilə birbaşa təmasda olur. Axırncı istiliyi suya ötürür, nəticədə su daimi istilik transformasiyası səbəbindən buxarlanır və soyuyur (şəkil 2).

Nəmləndirildikdə, soyutmaya əlavə rütubət olaraq nəticədə havanın sıxlığı artır, çox yüksək bir doymaya yaxın səviyyəyə çatır. Sözügedən sistem, optimal istehsalı qoruyaraq yay mövsümündə aqreqatın gücünü mümkün qədər məhdudlaşdırmağa, və ya onu istisna etməyə imkan verir.

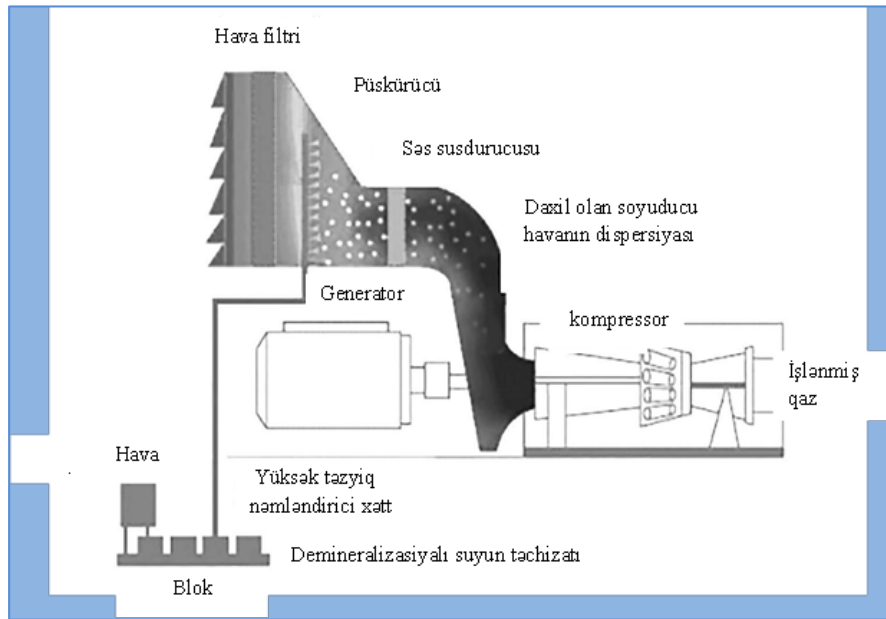
Bu ehtimal kəşfiyyat və hasilat müəssisələrində aparılan enerji auditi zamanı da qeyd olunub.

Tədqiqatımızın obyektı neft-qaz yataqlarından birində işləyən qaz-turbin elektrik stansiyası, o cümlədən gücü 30 MVt olan RB-211 Rolls Royce tipli qaz turbin aqreqatları ilə idarə olunan dörd elektrik generator dəsti idi. Hər bir turbogenerator emissiyaların azaldılması sistemi ilə təchiz edilmişdir (Quru Aşağı Emissiya).

Bu o deməkdir ki, hər bir turbin giriş hava filtri qurğusu, baca və yağ soyuducusu ilə təchiz edilmişdir.



Şəkil 1. Qaz turbinin elektrik və istilik gücünün ox üzrə kompressorun girişindəki hava temperaturundan asılı olaraq dəyişməsi.



Şəkil 2. Kompresorun girişində havanı nəmləndirən turbogeneratorun sxemi.

**Qaz turbinli mühərrikin səmərəliliyinin təyini üsulu**

Bu üsul cari rejimlərdə turbogeneratorların işinin istilik parametrlərinin müəyyən edilməsini nəzərdə tutur. Göstəriciləri hesablamaq üçün aqreqların səmərəliliyindən, standart idarəetmə cihazlarından istifadə etməklə işin parametrlərindən, həmçinin əlavə ölçmələrdən istifadə olunur.

Bölmələrin səmərəliliyini qiymətləndirmək üçün mövcud iş rejimlərində qaz analizatorundan istifadə edərək işlənmiş qazların tərkibini ölçmək planlaşdırılır. Ölçmələr apararkən aqreqların iş rejiminə nəzarət edilir. Stasionarlıq rejimi standart parametrlərə nəzarət cihazları tərəfindən təmin edilir.

Parametrlərin sabitliyinin təmin edilməsi nəticələrin etibarlılığı üçün ilkin şərt olmalıdır. Nəzarət olunan əsas parametrlər: yüksək təzyiqli turbinin fırlanma tezliyi, elektrik generatorunun fırlanma tezliyi, elektrik yükü. Bölmələrin iş rejiminin stasionarlığına olan tələb, standart avtomatlaşdırma sistemindən parametrlərin eyni vaxtda çıxarılması ilə işlənmiş qazların tərkibini ölçmək ehtiyacı ilə əlaqələndirilir.

Alətlər vasitəsilə müayinələrin aparılması proqramı QBA-nın parametrlərinə avtomatlaşdırılmış nəzarət sistemindən məlumatların istifadəsini nəzərdə tutur.

Qaz turbininin istismarının enerji səmərəliliyini müəyyən etmək üçün faydalı iş əmsalı və itkilərin balansı metodundan istifadə edilmişdir. Qaz turbin qurğusunun effektiv səmərəliliyi aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$\eta_{QTQ} = 1 - \delta N_{baca} - \delta N_{natam} - \delta N \quad (1)$$

burada  $\delta N_{baca}$ ,  $\delta N_{natam}$  baca qazları ilə nisbi itkilər və yanacağıın natamam yanmasından olan itkilər;  $\delta N$  – digər itkilər (kompresor və turbin yastıqlarının yağ soyutma sistemindəki itkilər, yanma kamerasındakı itkilər).

Qaz turbinli mühərrikin effektiv gücü aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$N_e = N_e / \eta_{ümumi} \quad (2)$$

burada  $N_e$  - generator terminallarında ümumi elektrik enerjisi, kVt;  $\eta_{ümumi} = \eta_y \cdot \eta_z$  – ötürücü sürət qutusunun ümumi f.i.ə.;  $\eta_y$  - yastığın f.i.ə.;  $\eta_z$  – ötürmə f.i.ə..

**NƏTİCƏ**

Aqreqların işinin enerji səmərəliliyinin (f.i.ə.) artması mühərriklərin işlənmiş qazlarının istiliyindən səmərəli istifadə sayəsində mümkündür.

Baca qazlarının istilik gücü hava buxarlandırıcı soyuducu ABLQ və ya BQQ qurğusunun istifadəsi üçün enerjiyə qənaət tədbirlərinin hər hansı birinin həyata keçirilməsi üçün kifayətdir.

Hava buxarlandırıcı soyuducunun tətbiqi, və ya ABLQ mövcud gücü 9% artıracaq və bunun hesabına yanacağına qənaətlə nəticələnlə bərabər qaz və müəssisənin iqtisadi göstəriciləri yaxşılaşar. Görülən tədbirlərin nəticələri effektiv olmasını sübut edir, ancaq özünü ödəmə müddəti uzun olacaq, təxminən 13-15 il.

- [1] *О.Е. Аксютин, А.Г. Иииков, Г.А. Хворов.* Повышение энергоэффективности магистрального транспорта газа в ПАО «Газпром» на основе внедрения высокоэффективных технологий утилизации тепловой энергии отходящих газов газотурбинных установок газоперерабатывающих агрегатов. Газовая промышленность, 2017, № 1, с. 1(570), стр. 64–69.
- [2] *И.Р. Байков, С.В. Кумаев, И.А. Шаммазов.* Методы повышения энергетической эффективности магистрального транспорта газа. СПб.: Недра, 2008. 440 с.
- [3] *И.Р. Байков, М.И. Кузнецова, С.В. Кумаев.* Повышение степени использования тепла выхлопных газов газотурбинных установок в магистральном транспорте газа. Нефтегазовое дело, 2016, т. 1, с. 14, нет. 1, стр. 106–110.
- [4] *А.Ф. Калинин.* Повышение эффективности газотурбинного силового привода на магистральных газопроводах. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ, 2002, №1. 6 (36), стр. 86–92.
- [5] *С.В. Кумаев.* Научно-практические основы обеспечения энергетической эффективности магистрального транспорта газа. Дисс. докт. техн. Наук Научно-практические основы обеспечения энергоэффективности магистрального транспорта газа. Доктор тех. науч. дисс. Уфа, 2011. 280 с.
- [6] *С.В. Кумаев.* Энергосбережение при эксплуатации приводных газотурбинных агрегатов на газотурбинных электростанциях. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 6, стр. 6–9.
- [7] *В.С. Кузьмичев, Х.Х. Омар, А.Ю. Ткаченко.* Способ повышения эффективности газотурбинных двигателей наземного применения за счет рекуперации тепла. Вестник Московского авиационного института, 2018, т. 1, с. 25, нет. 4, стр. 133–141.
- [8] *Б.П. Поршаков.* Эффективность использования газотурбинных установок на магистральных газопроводах. Труды РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2009, № 1, с. 4 (257), стр. 15–24.
- [9] *А.А. Vasserman, М.А. Shutenko.* Methods of increasing thermal efficiency of steam and gas turbine plants. Journal of Physics: Conference Series, 2017, pp 1-10.

**Shixaliyeva Saadat**

**INCREASING THE EFFICIENCY OF GAS TURBINE POWER PLANTS  
SUMMARY**

The purpose of this article is to review technical and technological solutions to improve the energy efficiency of a power plant with a gas turbine plant. Methods for maintaining the gas-dynamic parameters of engines at low temperatures as at high ambient temperatures are presented. A technical solution for cooling the circulating air at the compressor inlet with demineralized irrigation water or the use of absorption bromine-lithium cooling devices is proposed. The use of combined cycle plants will make it possible to produce additional electricity due to the lost potential of exhaust gases from gas turbine plants.

**Шихалиева Саадат**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОТУРБИНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ  
АННОТАЦИЯ**

Целью представленной статьи является обзор технических и технологических решений по повышению энергоэффективности электростанции с газотурбинной установкой. Представлены способы сохранения газодинамических параметров двигателей при низкой температуре как при высокой температуре окружающего воздуха. Предложено техническое решение охлаждения циркулирующего воздуха на входе в компрессор обессоленной поливной водой или применением абсорбционных бром-литиевых охлаждающих устройств. Использование парогазовых установок позволит производить дополнительную электроэнергию за счет потерянного потенциала выхлопных газов газотурбинных установок.