

## GAZ TURBINALI DVIGATELLARDA FAOL SOVUTISH TIZIMINING ENERGIYA MANBAI SIFATIDA BUG‘ GAZ QURILMASIDAN FOYDALANISH

**Normuminov J.A.**

PhD.

**Mahmadiyorov E.B**

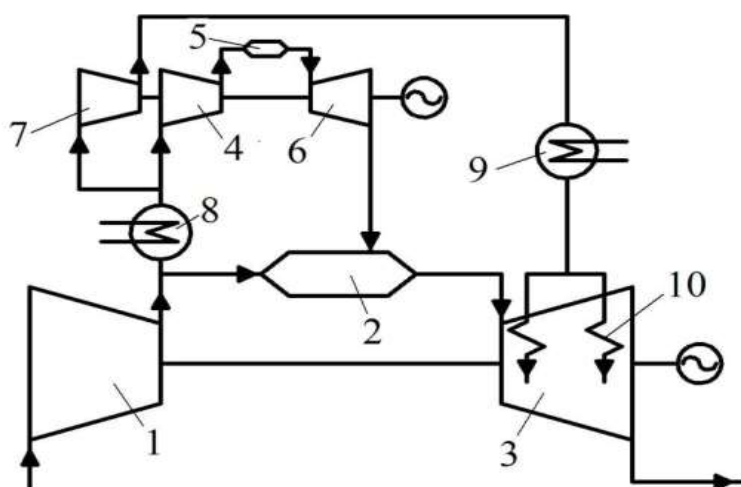
magistrant

Toshkent Davlat Texnika Universiteti

### ANNOTATSIYA

Yuqori haroratli gaz turbinali dvigatel uchun faol sovutish tizimi taklif etiladi, unda energiya manbai sifatida kombinatsiyalangan sikl ishlatiladi. Faol sovutish tizimiga ega bo‘lgan ikkita o‘xshash gaz turbinali dvigatellar uchun issiqlik samaradorligining hisoblangan qiymatlarini taqqoslash, birinchi holatda sovutish tizimining energiya manbai sifatida gaz turbinali qurilmasi va ikkinchi holatda bug‘ gaz qurilmasi mavjud. Bug‘ gaz qurilmali stansiyadan energiya manbai sifatida foydalanilganda gaz turbinali dvigatelning issiqlik samaradorligi yuqoriroq qiymatga ega ekanligi isbotlangan.

**Kalit so‘zlar:** yuqori haroratli gaz turbinali dvigatel, sovutish tizimi, gaz turbinali qurilma, bug‘ gaz qurilmasi, issiqlik samaradorligi, issiqlik almashinuvchi bug‘ generatori, regenerator, sovutgich, injektor, issiqlik, solishtirma ish.



**1-rasm. Faol sovutish tizimiga ega gaz turbinali dvigatelning sxemasi:**

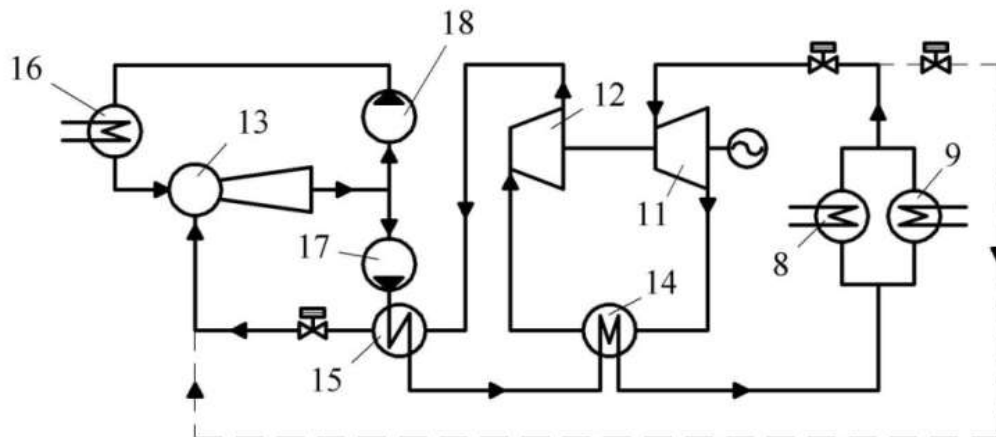
1,2,3 - kompressor, yonish kamerasi va GTD turbinasi; 4,5,6 - kompressor, yonish kamerasi va GTQ turbinasi; 7,8,9,10 - kompressor, issiqlik almashinuvchi-bug' generatorlari va ST sovutish kanallari.

Kompressorda bosimning yuqori darajasiga ega bo'lgan yuqori haroratli gaz turbinali dvigatel(GTD)da oqim yo'lining issiq qismlarini ishonchli va tejamkor sovutish muammosi paydo bo'ladi. Bu muammoni turbinani faol sovutish tizimi (ST) bo'lgan gaz turbinali dvigatelda hal qilish mumkin. Bunday sovutish tizimi bo'lgan gaz turbinali dvigatelning diagrammasi 1-rasmda ko'rsatilgan.

Undagi energiya manbai kompressor 4, yonish kamerasi 5 va turbinani 6 o'z ichiga olgan gaz turbina qurilmasi (GTQ) bo'lib, havo gaz turbinali dvigatelning kompressor 1dan olinadi va issiqlik almashtirgich-bug' generatorida 8 sovutiladi. Uning bir qismi kompressorga 4, yonish kamerasiga 5 va turbinaga 6 kiradi. Gaz turbinasidan yonish mahsulotlari gaz turbinali dvigatelning yonish kamerasiga 2-ga beriladi. Havoning qolgan qismi sovutish tizimining kompressoriga 7 kiradi, unda siqiladi va keyin issiqlik almashtirgich-bug' generatorida 9 sovutiladi. Undan havo ochiq sovutish tizimi bo'lgan gaz turbinali dvigatel 3 ning sovutish kanallari 10 ga beriladi. Sovutish havosi bosimining oshishi tufayli gaz turbinasi sovutish kanallarida issiqlik uzatish jarayoni sezilarli darajada kuchayadi.

Issiqlik almashtirgich-bug' generatorlari 8, 9 havo issiqligi sovutish tizimi energiyasining qo'shimcha manbai bo'lib, bug' turbinasi qurilmasida (BTQ) bug' hosil qilish uchun ishlatiladi. Shunday BTQ variantlaridan birining diagrammasi 2-rasmda ko'rsatilgan. Ishchi suyuqlik sifatida T-s koordinatalarida bug' chegarasi egri chizig'ining musbat qiyligi bo'lgan organik ishchi suyuqlikdan foydalanishi mumkin. Bunday holda, ishchi suyuqlikning kengayish jarayoni doimo qizib ketgan bug' sohasida tugaydi va shuning uchun turbinaning samaradorligini pasaytirish va kondensat paydo bo'lishi sababli uning pichoqlarini eroziya qilish muammosi bo'lmaydi. Ushbu ishchi suyuqliklarning aksariyati past erish nuqtasiga va ancha yuqori termal parchalanish haroratiga ega. Masalan, SR-25  $t_{pl} = -95^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{t,r} = 753\text{K}$  organik ishchi suyuqlik uchun BTQ issiqlikni GTQ va sovutish tizimi issiqlik almashinuvchilaridan oladi. Shunday qilib, bug'-gaz qurilmasi sovutish tizimi energiya manbaiga aylanadi. Issiqlik almashtirgich-bug' generatorlari 8, 9 bug'lari bug' turbinasining yuqori bosimli 11-bosqichiga va past bosimli 12-bosqichiga beriladi, ulardagi kengayishdan keyin mos ravishda 14 va 15-regeneratorlarda soviydi. Shundan so'ng u kondensator injektoriga 13 beriladi. Kondensator injektorida olingan kondensatning bir qismi nasos 17 yordamida 15 va 14-regeneratorlar orqali sovutilib, issiqlik almashtirgich-bug' generatorlari 8, 9 ga qaytib beriladi. Kondensator

injektorida olingan kondensatning boshqa qismi esa nasos 18 orqali sovutgich 16 da sovutiladi va kondensatsiya injektoriga 13 beriladi.



**2-rasm. Faol sovutish tizimining energiya manbai BTQ sxemasi:**

8,9 – issiqlik almashinuvchi-bug‘ generatorlari; 11,12 - bug‘ turbinasi bosqichlari; 13 -kondansat injektor; 14,15 - regeneratorlar; 16 - sovutgich; 17,18 - nasoslar.

Energiya manbai sifatida faqat sovutish tizimli gaz turbinasidan foydalanilganda, gaz turbinali dvigatelning issiqlik samaradorligi quyidagilarga teng bo‘ladi:

$$\eta_{\Sigma}^{BGQ} = \frac{\ell + \ell_{BGQ}}{\ell + \ell_{BGQ} + q_2 + q_{TO\Sigma}} = \eta \cdot \frac{(1 + \bar{\ell}_{BGQ})}{\left(1 + \frac{\eta}{\eta_a^{BGQ}} \cdot \bar{\ell}\right)}$$

Bu yerda  $\ell$ ,  $\ell_{BGQ}$  - gaz turbinali dvigatelning o‘ziga xos foydali ishi va GTD (gaz turbinali dvigatel orqali havo oqimining miqdori nazarda tutilgan);  $q_2$  - GTQ siklidan chiqarilgan maxsus issiqlik;  $q_{TO\Sigma} = (q_{TO} + q_{TO\ ST})$  - GTQ va ST issiqlik almashinuvchilaridan chiqarilgan solishtirma issiqlik;  $\bar{\ell}_{BGQ} = \ell_{BGQ} / \ell$

- GTQ ning nisbiy ishi;  $\eta_a^{BGQ} = \ell_{BGQ} / (\ell_{BGQ} + q_{TO\Sigma})$  - qo‘shimcha berilgan issiqlikni qo‘shimcha foydali ishga aylantirish koeffitsienti;  $\eta = \ell / (\ell + q_2)$  - ideallashtirilgan sovutish tizimi(ST) bilan GTDning issiqlik samaradorligi (uning ishlashi uchun issiqlik va mexanik energiyaning qo‘shimcha xarajatlari hisobga olinmaydi).

Agar bug‘-gaz qurilmasida sovutish tizimi energiya manbai sifatida ishlatilsa, gaz turbinali dvigatelning issiqlik samaradorligini quyidagi formula bo‘yicha topish mumkin:

$$\eta_{\Sigma}^{BGQ} = \frac{\ell + \ell_{BGQ}}{\ell + \ell_{BGQ} + q_2 + q_{s.i}} = \eta \cdot \frac{(1 + \bar{\ell}_{BGQ})}{\left(1 + \frac{\eta}{\eta_a^{BGQ}} \cdot \bar{\ell}_{BGQ}\right)}$$

bu yerda,  $\ell_{\text{rry}}$  - BGQ ning o‘ziga xos foydali ishi (gaz turbinali dvigatel orqali havo oqimining qiymatiga qarang);  $q_{s,i}$ -solishtirma issiqlik, BTQ siklida sovutgich orqali chiqariladi;  $\bar{\ell} = \ell_{BGQ}/\ell$  - BGQ ning nisbiy ishi;  $\eta_a^{BGQ} = \ell_{\text{rry}}/(\ell_{\text{rry}} + q_x)$  - qo‘shimcha berilgan issiqlikni qo‘shimcha foydali ishga aylantirish koeffitsienti.

Qo‘shimcha berilgan issiqlikni qo‘shimcha foydali ishga aylantirish koeffitsienti,  $\eta_a^{BGQ}$  quyidagicha kamayishi mumkin:

$$\eta_a^{BGQ} = \frac{1}{1 + \frac{\ell_{BTQ}}{\ell_{BGQ}} \cdot \frac{(1 - \eta_{BTQ})}{\eta_{BTQ}}}$$

bu yerda,  $\ell_{BTQ}$  - BTQning o‘ziga xos ishi;  $\eta_{BTQ} = \ell_{BTQ}/q_{\text{TO}\Sigma}$  - BTQ ning issiqlik samaradorligi koeffitsienti;  $q_{\text{TO}\Sigma} = (q_{\text{TO}} + q_{\text{TOCO}})$  - issiqlik almashtirgich-bug‘ generatorlarida havodan organik ishchi suyuqlikka uzatiladigan solishtirma issiqlik.

Taxminan, siz  $\eta_{BTQ} \approx 0,3$  ni olishingiz mumkin.

Odatda BGQdan foydalanish turida  $\ell_{BTQ}/\ell_{BGQ} \approx 0,3$  qiymatga teng bo‘ladi. Bunday holda, formuladan biz qo‘shimcha berilgan issiqlikni qo‘shimcha foydali ishga aylantirish koeffitsienti qiymatining quyidagi qiymatini olamiz  $\eta_a^{\text{rry}} \approx 0,59$ . Zamonaviy gaz turbinali dvigatellarning issiqlik samaradorligi  $\eta \approx 0,3-0,4$  qiymatiga teng. Yuqoridagi qiymatlardan quyidagi tengsizlik kelib chiqadi:

$$\eta_{\Sigma}^{\text{rry}} > \eta.$$

$\eta$  ning qiymati ideallashtirilgan STli gaz turbinali dvigatelning issiqlik samaradorligini tavsiflaganligi sababli, uning ishlashi uchun issiqlik va mexanik energiyaning qo‘shimcha xarajatlari hisobga olinmaydi, u holda  $\eta > \eta_0$ , bu yerda  $\eta_0$  – an’anaviy passiv ST li gaz turbinali dvigatellarning issiqlik samaradorligidir.

$\eta_a^{BGQ} > \eta_a^{BTQ}$  va  $\ell > \ell_0$  tengsizliklarini hisobga olgan holda, bu erda  $\ell_0$  -passiv ST li gaz turbinali dvigatelning solishtirma ishi bo‘lib, shundan xulosa qilish mumkinki, faol ST li gaz turbinali dvigatel, ST ko‘rinishidagi energiya manbasiga ega. BGQli faol ST li gaz turbinali dvigateldan energiya manbasi foydalanilganda passiv STli gaz turbinali dvigatelga nisbatan yanada samaraliroq bo‘ladi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI: (REFERENCES)**

1. Гришин, А.Н. Активные воздушные системы охлаждения для интенсификации теплообмена в энергетических установках / А.Н. Гришин, В.А. Слесарев // Интенсификация теплообмена: Тр.1-й Российск. нац. конф. по теплообмену. 1994.
2. Гришин, А.Н. Основы теории рабочих процессов энергетических и энерготехнологических установок с активными вспомогательными системами // Вестник УГАТУ. 2002.
3. Пат. 18226613 (РФ). Способ работы газотурбинного двигателя / А.Н. Гришин. 1993.
4. Пат. 2064060 (РФ). Способ работы энергетической установки / А.Н. Гришин. 1996.