

*TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI  
OSHIRISH TARMOQ MARKAZI*

*BUG' VA GAZ QURILMALARINING TARAQQIYOTI  
ASOSLARI*

*ENERGETIKA*

*TOSHKENT-2023*

Mazkur ishchi o'quv majmua Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021 yil 25-dekabr 538-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv dastur asosida tayyorlandi.

**Tuzuvchi:** B. X. Yunusov – ToshDTU, Energetika fakulteti, dotsenti, t.f.n

..

**Taqrizchilar:** D. N. Muxiddinov ToshDTU, Energetika fakulteti, professori t.f.d.  
Sh. A. Shaislamov ToshDTU, Energetika fakulteti, dotsenti, t.f.d.

.

O'quv uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Ilmiy kengashining 2021 yil 29-dekabrda 4-sonli qarori bilan foydalanishga tavsiya qilingan.

## MUNDARIJA

<b>I. ISHCHI DASTUR .....</b>	<b>4</b>
<b>II. MODULNI YOQITISHDA FOYDALANILADIGAN INTYERFAOL TA'LIM METODLARI .....</b>	<b>10</b>
<b>III. NAZARIY MATYERIALLAR .....</b>	<b>15</b>
<b>IV. AMALIY MASHG'ULOT MATYERIALLARI .....</b>	<b>96</b>
<b>V.. GLOSSARIY .....</b>	<b>138</b>
<b>VI. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR .....</b>	<b>140</b>

# ISHCHI DASTUR

## Kirish

Dastur O'zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda tasdiqlangan "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgust "Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida"gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktyabr "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish kontseptsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-sonli Farmonlari hamda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabr "Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi 797-sonli Qarorida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo'lib, u oliy ta'lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolari, energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlari, bug' va gaz qurilmalarining asosiy elementlari va IES larida tutgan o'rni va energiyani akkumulyatsiyalash usullari va ularning mohiyati bo'yicha bilim va ko'nikmalarni o'zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish malakalarini akomillashtirishni maqsad qiladi.

## Modulning maqsadi va vazifalari

**Modulning maqsadi:** tinglovchilarga bug' va gaz qurilmalarining taraqqiyoti asoslari bo'yicha bilim. ko'nikma va malakalarini ribojlantirish.

### Modulning vazifasi:

- energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolarini tahlil qilish;
- energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlarini izohlash.
- energiyani akkumulyatsiyalash usullari va ularning mohiyatini ochib berish.

• issiqlik energiyasini uzatish, taqsimlash tizimlarida yo‘qotishlarni kamaytirishusullari bilan tanishtirish.

### **Modul bo‘yicha bilimlar, ko‘nikmalar, malakalarga qo‘yiladigan davlat talablari**

**Kutilayotgan natijalar:** Tinglovchilar “Bug’ va gaz qurilmalarining taraqqiyoti asoslari” modulini o‘zlashtirish orqali quyidagi bilim, ko‘nikma va malakaga ega bo‘ladilar:

#### **Tinglovchi:**

- energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolarini;
- muammolarni hal etishda chet el tajribalarini;
- bug’ va gaz turbinalari, qurilmalari haqida umumiy ma’lumotlarni;
- qurilmaning o‘ziga xos xususiyatlari va tavsifnomasini;
- energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlarini;
- kombinatsiyalangan shaklda ishlovchi bug-gaz qurilmalarining printsiptial sxemasini;
- bug’ va gaz qurilmalarning asosiy kamchiliklari va ustunliklarini;
- bug’ va gaz qurilmalarining taraqqiyoti asoslarini **bilishi** zarur.

#### **Tinglovchi:**

- mamlakatimizda ishlab chiqarilgan va xorijiy energetik GTQ larni taqqoslash;
- energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlaridan foydalanish;
- Issiqlik tarmoqlarini ishga tushirish;
- yoqilg‘ini ishlab chiqarish va uni samarali yoqsh **ko‘nikmalariga** ega bo‘lishi lozim;

#### **Tinglovchi:**

- energetik tizimlarni avtomatlashtirish;
- kombinatsiyalangan shaklda ishlovchi bug-gaz qurilmalarining printsiptial sxemasini tuzish;

- issiklik energiyasini uzatish, taqsimlash tizimlarida yo‘qotishlarni kamaytirish **malakalariga** ega bo‘lishi zarur.

### **Tinglovchi:**

- energiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste‘mol qilish jarayonida samaradorligini oshirish muammolarini bartaraf etish;
- bug‘ va gaz qurilmalarning qayta ishlash qozoni bilan loyixalash **kompetensiyasiga** ega bo‘lishi kerak.

### **Modulning yoquv rejadagi boshqa fanlar bilan bog‘liqligi va uzviyligi**

Ushbu ishchi dastur “Bug‘ va gaz qurilmalarining taraqqiyoti asoslari” moduli yo‘nalishining o‘quv rejasidagi “Sanoat korxonalarida issiqlik energetik qurilmalarini modernizatsiyalash va qayta qurish”, “Energiya ishlab chiqarish texnologiyasi va markazlarining istiqbollari” va “Yoqilg‘i yoqishning zamonaviy texnologiyasi” modullari bilan o‘zviy bog‘langan.

### **Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar**

“Bug‘ va gaz qurilmalarining taraqqiyoti asoslari” moduli ma‘ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni o‘qitish jarayonida ta‘limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

-ma‘ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

-o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va boshqa interaktiv ta‘lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

### **Modulning oliy ta‘limdagi o‘rni**

Modul “Energetika” yo‘nalishi fanlarini o‘qitishning innovatsion texnologiyalarni yaratish va ulardan ta‘lim tizimida foydalanish orqali ta‘limni samarali tashkil etishga va ta‘lim sifatini tizimli orttirishga yordam beradi. Zamonaviy axborot texnologiyalari va pedagogik dasturiy vositalari, axborot –

kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanishni uzlashtirish va o‘quv – tarbiya jarayonida qo‘llash haqidagi bilim va ko‘nikmalarni shakllantirishga asoslanganligi bilan alohida ahamiyatga ega.

### **Modul birliklari bo‘yicha soatlar taqsimoti: 20 soat**

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o‘quv yuklamasi, soat			
		jami	Nazariy	Amaliy mashg‘ulot	Ko‘chma mashg‘ulot
1	Energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolari..	4	2	2	
2	Energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlari.	4	2	2	
3	Energiyani akkumulyatsiyalash usullari va ularning mohiyati.	2	2		
4	Issiqlik energiyasini uzatish, taqsimlash tizimlarida yo‘qotishlarni kamaytirish.	8	2	2	4
	<b>Jami:</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

## **MODUL BIRLIGINING AZMUNI**

### **3.1. Nazariy ta’lim mazmuni**

#### **1-mavzu: Energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolari.**

Energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolari. Yoqilg‘ini ishlab chiqarish va uni samarali yoqsh. Muammolarni hal etishda chet el tajribalari. Bug‘ va gaz turbinalari, qurilmalari haqida umumiy ma’lumotlar. Qurilmaning o‘ziga xos xususiyatlari va tavsifnomasi. Mamlakatimizda ishlab chiqarilgan va xorijiy energetik GTQ larni taqqoslash.

#### **2 - mavzu: Energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlari.**

Energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlari. Kombinatsiyalangan shaklda ishlovchi bug-gaz qurilmalarining printsiptial sxemasi. Energetik tizimlarni boshqarishni avtomatlashtirish, ularning ahamiyati. Bug‘ va gaz qurilmalarining asosiy elementlari va IES larida tutgan o‘rni.

### **3-mavzu: Energiyani akkumulyatsiyalash usullari va ularning mohiyati.**

Energiyani akkumulyatsiyalash usullari va ularning mohiyati Energiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish jarayonida samaradorligini oshirish muammolari. Bug' va gaz qurilmalarning issiqlik tejamkor ko'rsatkichlari. Bug' va gaz qurilmalarning qayta ishlash qozoni bilan loyixalash. Bug' va gaz qurilmalarning asosiy kamchiliklari va ustunliklari. Bug' va gaz qurilmalarining taraqqiyoti asoslari.

### **4-mavzu: Issiqlik energiyasini uzatish, taqsimlash tizimlarida yo'qotishlarni kamaytirish.**

Issiqlik energiyasini uzatish, taqsimlash tizimlarida yo'qotishlarni kamaytirish. Issiqlik elektr stantsiyasidagi texnologik jarayonlarda Bug' va gaz qurilmalarning o'rni. Issiqlik tarmoqlarini ishga tushirish, sozlash, sinash va ulardan foydalanish.

### **Amaliy ta'lim mavzmuni.**

#### **1-mavzu: Energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolari.**

Energetika taraqqiyotining zamonaviy holati, yoqilg'ini samarali yoqish va konstruksiyasi bilan tanishish. Bug' va gaz turbinalari, qurilmalarini o'rganish.

#### **2-mavzu: Energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlari**

Bug'-gaz qurilmalarining printsipl sxemasi va ishlash printsiplari bilan tanishish. Bug' va gaz qurilmalarining asosiy elementlarini tahlil qilish.

#### **3-mavzu: Issiqlik energiyasini uzatish, taqsimlash tizimlarida yo'qotishlarni kamaytirish**

Issiqlik energiyasini uzatish, taqsimlash tizimlarida yo'qotishlarni kamaytirish usullarini o'rganish. Energiyani iste'mol qilishda samaradorlikni oshirish yo'llarini o'rganish.

### **Ko'chma mashg'ulot mazmuni.**

**Mavzu: Issiqlik energiyasini uzatish, taqsimlash tizimlarida yo'qotishlarni kamaytirish (4 soat).**



Ko'chma mashg'ulotda tinglovchilarni "Uzatom" AJga olib borish ko'zda tutilgan.

## TA'LIMNI TASHKIL ETISH SHAKLLARI

Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv material mazmuni ustida ishlayotganda o'qituvchini tinglovchilar bilan o'zaro harakatini tartiblashtirishni, yo'lga qo'yishni, tizimga keltirishni nazarda tutadi.

Modulni o'qitish jarayonida quyidagi ta'limning tashkil etish shakllaridan foydalaniladi:

- 1) ma'ruza;
- 2) amaliy mashg'ulot.

Yoquv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

- 1) jamoaviy;
- 2) guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda)
- ; 3) yakka tartibda.

**Jamoaviy ishlash** – bunda o'qituvchi guruhlarning bilish faoliyatiga rahbarlik qilib, o'quv maqsadiga erishish uchun o'zi belgilaydigan didaktik va tarbiyaviy vazifalarga erishish uchun xilma-xil metodlardan foydalanadi.

**Guruhlarda ishlash** – bu o'quv topshiriqini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o'quv jarayonida kichik guruxlarda ishlashda (3 tadan –7 tagacha ishtirokchi) faol rol o'ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan ta'limni tashkil etish shaklidir. Yoqitish metodiga ko'ra guruhni kichik guruhlarga, juftliklarga va guruhlarora shaklga bo'lish mumkin. *Bir turdagi guruoli ish* o'quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.

*Tabaqalashgan guruhli ish* guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

Yakka tartibdagi shaklda - har bir ta'lim oluvchiga alohida- alohida mustaqil vazifalar beriladi, vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi

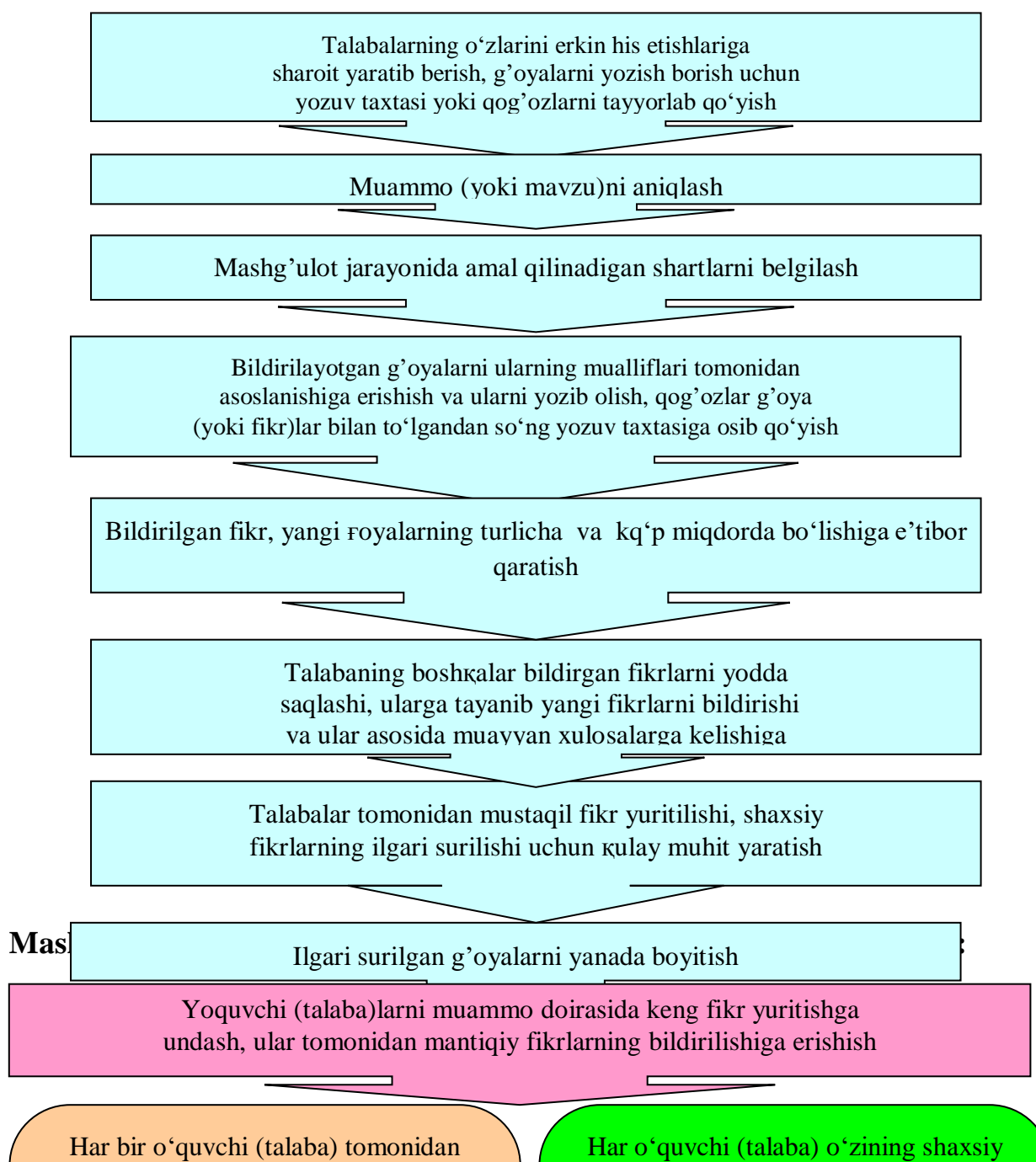
## II.MODULNI YOQITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL

## TA'LIM METODLARI

### “AQLIY HUJUM” METODI

Metod talabalarni mavzu xususida keng va har tomonlama fikr yuritish, o'z tasavvurlari, g'oyalariidan ijobiy foydalanishga doir ko'nikma, malakalarni hosil qilishga rag'batlantiradi. U yordamida tashkil etilgan mashg'ulotlarda ixtiyoriy muammolar yuzasidan bir necha original (o'ziga xos) yechimlarni topish imkoniyati tug'iladi. Metod mavzu doirasida ma'lum qarashlarni aniqlash, ularga muqobil g'oyalarni tanlash uchun sharoit yaratadi.

Uni samarali qo'llashda quyidagi qoidalarga amal qilish lozim:



**Aqliy hujum metodining mavzuga qo'llanilishi:  
Fikrlash chun beriladigan savollar:**

2. Bug' turbinalarining ishlash printsipi qanday?
3. Energiya bir turdan ikkinchi turga qanday aylantiriladi?
4. Reaktiv pogona deb qanday pog'onaga aytiladi?
5. Erkin reaktiv darajalik pogona deb nimaga aytiladi?
6. Turbina pog'onalaridagi yo'qitishlar qanday yo'qotishlar kiradi?
7. Ichki yo'qotishlar deb qanday yo'qotishlarga aytiladi?
8. Tashqi yo'qotishlar deb qanday yo'qotishlarga aytiladi?
9. Bug' turbinasining FIK qanday aniqlanadi?
10. Bug' turbinasining quvvati qanday aniqlanadi?
11. Bug' turbinalarining ish rejimlari qanday?
12. Bug' turbinalarning energetik xarakteristikalari deb qanday kattaliklarga aytiladi?

**“YELPIG'ICH” METODI**

Bu metodi murakkab, ko'p tarmoqli, mumkin qadar, muammo xarakteridagi mavzularni o'rganishga qaratilgan.

Metodining mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo'yicha bir yo'la axborot beriladi. Ayni paytda, ularning har biri alohida nuqtalardan muhokama etiladi. Masalan, ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari belgilanadi.

Bu interfaol metodi tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o'z g'oyalari, fikrlarini yozma va og'zaki shaklda ixcham bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi.

“Yelpig'ich” metodi umumiy mavzuning ayrim tarmoqlarini muhokama qiluvchi kichik guruhlarining, har bir qatnashuvchining, guruhning faol ishlashiga qaratilgan.

“Yelpig'ich” metodi umumiy mavzuni o'rganishning turli bosqichlarda qo'llanishi mumkin.

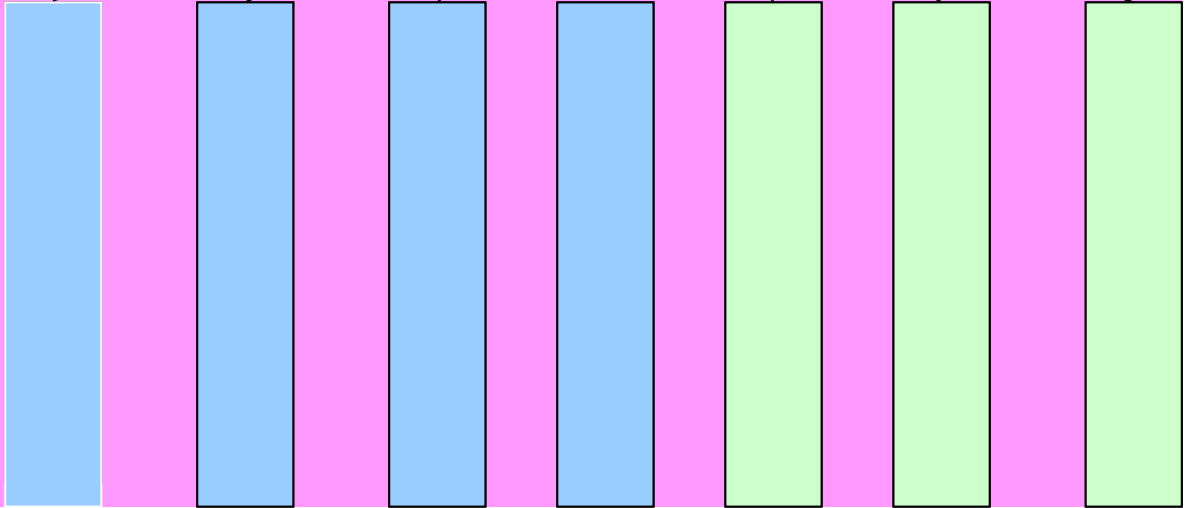
**-boshida:** o'z bilimlarini erkin faolashtirish;

**-mavzuni o'rganish jarayonida:** uning asoslarini chuqur fahmlash va anglab yetish;

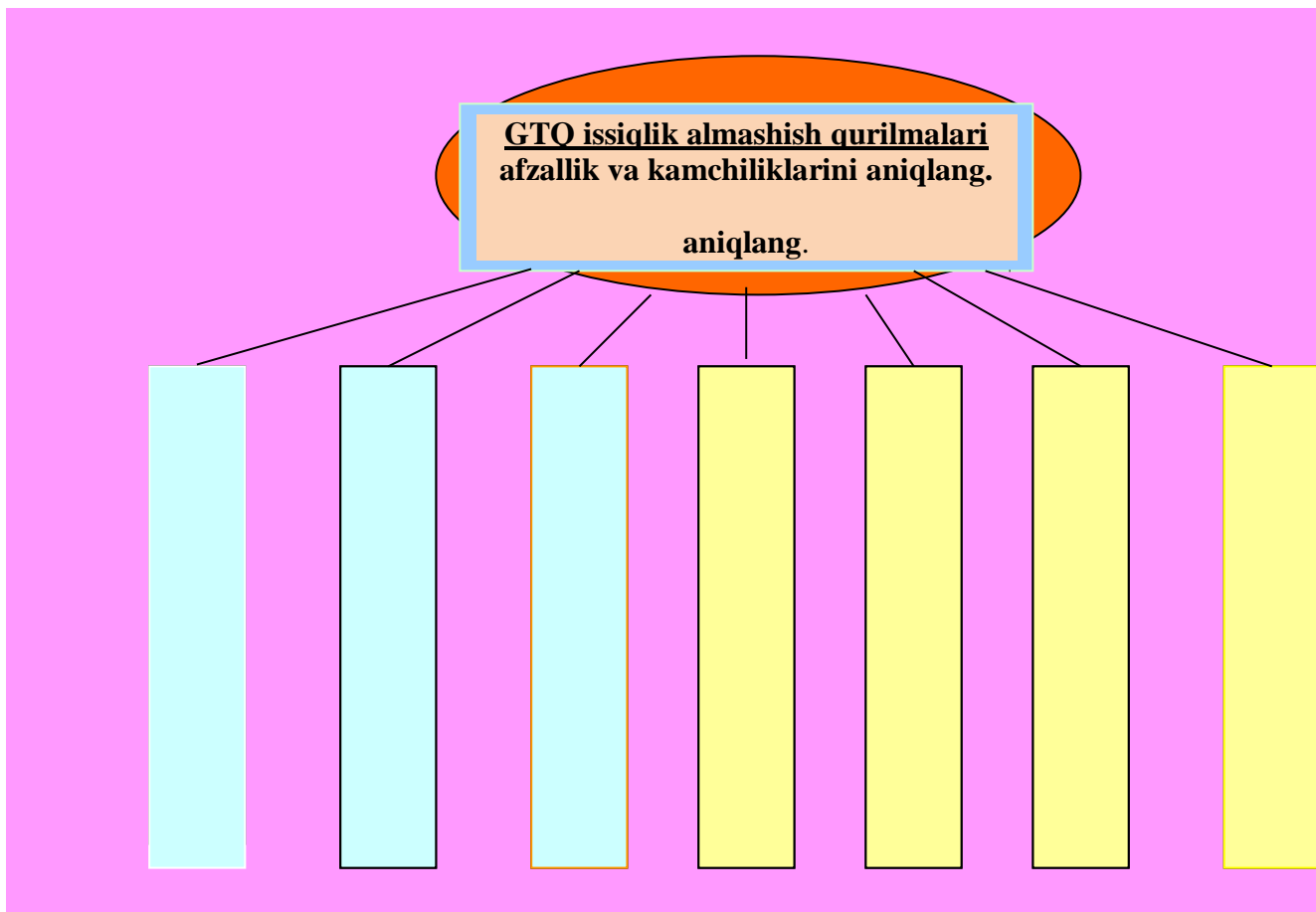
**-yakunlash bosqichida:** olingan bilimlarni tartibga solish.

**1-guruhga vazifa:**

Bug' va gaz qurilmalarining asosiy afzallik va kamchiliklarini aniqlang.



**2-guruhga vazifa:**



**Kichik guruhlar vazifalari qo‘yidagi baholash mezonlari asosida baholaniladi:**

<b>№</b>	<b>Baholash mezonlar</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1.</b>	<b>Ishning mazmuni</b>			
<b>2.</b>	<b>Guruh faolligi</b>			
<b>3.</b>	<b>Dizayn</b>			
<b>4.</b>	<b>Reglament</b>			
<b>5.</b>	<b>Taqdimot</b>			
	<b>Jami:</b>			

**“Rezyume” metodi**

**“Rezyume” metodi-** murakkab, ko‘p tarmoqi mumkin qadar muammoli mavzularni O‘rganishga qaratilgan. Uning mohiyati shundan iboratki, bunda bir yo‘la mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha axborot beriladi. Ayni paytda ularning har biri alohida nuqtalardan muhokama etiladi. Masalan: ijobiy va salbiy tomonlari afzallik va kamchiliklar, foyda va zararlar belgilanadi. Ushbu metodning asosiy maqsadi ta‘lim oluvchilarning erkin, mustaqil, taqqoslash asosida mavzudan kelib chiqqan holda o‘quv muammosini yechimini topishga ham kerakli xulosa yoki qaror qabul qilishga, jamoa o‘z fikrini bilan ta‘sir etishga, uni ma‘qullashga, shuningdek, berilgan muammoni yechishga mavzuga umumiy tushuncha berishda o‘tilgan mavzulardan egallangan bilimlarni qo‘llay olish o‘rgatish.

**Mavzuga ko‘llanilishi:** Ma‘ruza darslarida, seminar, amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlarni yakka yoki kichik guruhlar ajratilgan tartib o‘tkazish, shuningdek, o‘yga vazifa berishda ham qo‘llash mumkin. Mashg‘ulot foydalaniladigan vositalar: A-3, A-4 formatdagi qog‘ozlarida (guruh soniga qarab) tayyorlangan tarqatma materiallar markerlar yoki rangli qalamlar.

**“Rezyume” metodini amalga oshirish bosqichlari:**

- Ta‘lim beruvchi ta‘lim oluvchilarning soniga qarab 3-4 kishidan iborat kichik guruh ajratiladi;
- Ta‘lim beruvchi mashg‘ulotning maqsadi va o‘tkazilish tartibi bilan tanishtiradi va har biri kichik guruh qog‘ozning yuqori qismiga yozuv bo‘lgan ya‘ni asosiy vazifa, unda ajratilgan o‘quv vazifalari va ularni yechish yo‘llari belgilangan, xulosa yozma bayon qilinadigan varaqlarni tarqatadi;
- Har bir guruh a‘zolari topshiriq bo‘yicha ularning afzalligi va kamchiliklarini aniqlab, o‘z fikrlarini markerlar yordamida yozma tarzda bayon etadilar. Yozma bayon etilgan fikrlar asosida ushbu muammoning yechimini topib, eng maqbul variant sifatida umumiy xulosa chiqaradilar;

- Kichik guruh a'zolari biri tayyorlangan materialning jamoa nomidan taqdimot etadi. Guruhning yozma bayon etgan fikrlari o'qib eshittiradi, lekin xulosa qismi bilan tanishtirilmaydi;
- Ta'lim beruvchi boshqa kichik guruhlardan taqdimot etgan guruhning xulosasini so'rab, ular fikrini aniqlaydi va o'z xulosalari bilan tanishtiradi;
- Ta'lim beruvchi guruhlar tomonidan berilgan fikrlar yoki xulosalarga izoh berib, ularni baholaydi, so'ngi mashg'ulotni yakunlaydi.

**Metodning mavzuga qo'llanilishi:**

Pog'onalar			
Aktiv pog'ona		Reaktiv pog'ona	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	Kamchiligi
<b>Xulosa:</b>			



### **III. NAZARIY MATYERIALLAR**

#### **1-mavzu: Energetikani hozirgi holat va rivojlantirish muammolari.**

##### **Reja:**

1. Kirish;
2. Energiyani rivojlantirishning hozirgi xolati va muammolari;
3. Yoqilg'i ishlab chiqarish va yoqilg'ini samarali ravishda ishlatish;
4. Muammolarni xal qilishda chet el tajribasi;
5. Bug' va gaz turbinalari, uskunalari xaqida umumiy ma'lumot.

##### **Kirish.**

Insoniyatning madaniy rivojlanish darajasi ko'p tomonlama energiya manbalarini yaratish va foydalanishiga bog'liq bo'lib, bu esa odamlarning imkoniyatlarini bir necha martaga oshiradi. Taraqqiy etgan davlatlarda energiyaning barcha turlari har bir kishi boshiga 10 kVt s hisobida to'g'ri keladi, bu esa insonning muskul kuchidan 100 marta ko'proqdir. Bu holat energiyani olish va saqlash, o'zgartirish va uzatish jarayonlarning muhimligini ta'kidlaydi. Organik yoqilg'i sifatida keng foydalaniladigan manbalarni - ko'mir, neft, tabiiy gaz va boshqa yoqilg'ilarni – amalda, o'rnini to'ldirib bo'lmaydi. Ular millionlab yillar davomida xosil bo'ladi, biz esa bir necha asrlar ichida uni sarflaymiz.

Insoniyat tomonidan energiya tanqisligi global ahamiyatga ega bo'lib borayotganligini kuzatilayotgan bir vaqtda, texnika va ilm-fan uchun energiya muammosi birinchi o'ringa chiqib bormoqda. Bizning davlatimiz va yetakchi mamlakatlar tomonidan, bu yo'nalishda ilmiy-texnik tadqiqotlarga katta mablag'lar ajratib kelinmoqda.

Abadiy dvigatel kashf qilish orzusi, osmon yoritgichlarining harakati qanchalik abadiy va to'xtovsiz bo'lgandek, insoniyat fikrini necha asrlar davomida qamrab kelgan. Sabir va qanoat bilan qilingan izlanishlar befoyda bo'lmadi. 1769 yilda ingliz tabiatshunos olimi Djeym Vatt birinchi issiqlik

dvigateli bo'lgan bug' mashinaga patent oldi. Xalqaro metrik o'lchov birligi (SI) tizimida uning nomini abadiylashtirdi va 1960 yildan, Vatt - kuch birligi deb belgilandi.

Frantsuz muhandisi Sadi Karno 1824 yili, "Olovning xarakatlanuvchi kuchi va shu kuchni kuchaytira oladigan, mashinalar haqida fikr mulohazalar" - nomli kitobida, issiqlik energiyasi to'liq ishga aylanmasligini isbotlab berish bilan birga, abadiy ishlaydigan dvigatelni yaratib bo'lmasligini ta'kidlab o'tgan. Keyinchalik, 1850 yilda, fizik - R. Klauzius, issiqlik dvigatellarining termik FIK ni xisoblash tenglamasini keltirib chiqardiki, u tug'ilib kelayotgan jaxon sanoatining belgisi sifatida, qaytarib bo'lmaydigan, qimmatli, yo'qotilishi mumkin bo'lgan issiqlik energiyasini xarakatga aylanishini ko'rsatib berdi.

Bug' mashinalari, ko'mir yoki o'tin yoqiladigan qozonlarda hosil bo'ladigan bug'da ishlagan. Yarim asr oldin tuz qazib oluvchilar uchun neft yopishqoq suyuqlik, loyqa va ifloslik - deb hisoblangan. Yomon, tuzli quduqlarni u bilan yopib qo'yishgan. Xozirda esa neft, yerning qoni deb ataladi. Olim - Bendjamin Sillimen tadqiqotlari va harbiy - Edvin Dreykning tashabbuskorligi, neftning o'ziga xos yonuvchanlik va moylash xususiyatga ega ekanligini va uni yer ostidan quduqlarni burg'ulash orqali qazib olish mumkin ekanligini isbotladi. Dunyoda birinchi bo'lib, sanoat darajasida neft qudug'ini, Ozerbayjonda, aka-uka Nobillar kompaniyasi tomonidan burg'ulash ishlari amalga oshirildi.

Energetika sohasida xalq qiluvchi ixtiro, N. Tesla tomonidan ishlab chiqilgan, o'zgaruvchan tok generatori va kuchlanish transformatori - elektroenergetik tizimlarining asosi elementlaridan bo'lib xizmat qiladi. U o'zgaruvchan tok va elektr uzatish tizimlarini yuzaga keltiruvchi birinchi elektrostantsiyani barpo etgan firmaga, ya'ni D. Vestingauzga o'zining ixtirochilik huquqini topshirdi.

Elektr energiyasi birdaniga tan olinmadi. Rassomlarning ta'kidlashlaricha, elektor nuri, ular chizgan asarlarini his etishiga, zodagon

ayollar chehralarini jonsiz qilib ko‘rinishiga, ko‘pchilik esa ko‘zdagi og‘riqqa shikoyat qilganlar. Keyinchalik borib, sog‘lom aql g‘alaba qozondi.

Barcha davlatlarda, “Energetika” - iqtisodiyotning asosi deb hisoblanadi. Uning holati va rivojlanish darajasiga mos ravishda boshqa xo‘jalik sohalarning o‘shish sur‘atlari, ishining barqarorligi va energetik jihatdan ta‘minlanishiga bog‘liqdir. Energetika, yangi texnologiyalardan foydalanishga imkoniyatlar yaratib beradi, boshqa omillar bilan bir qatorda mamlakat aholisining zamonaviy hayot darajasini ta‘minlab beradi. Shu bilan birga u birlamchi energoresurslar - organik va yadro yoqilg‘i, gidroresurslarni asosiy iste‘molchilaridan biri bo‘lib, atrof-muhitga katta ta‘sir ko‘rsatadi. Inson va atrof-muhitga zararli ta‘sir etadigan issiqlik, yonish mahsulotlari, shovqinlar vujudga keladi.

Barcha davlatlarda elektr energiya ishlab chiqarishni to‘xtovsiz ravishda o‘shishi belgilangan. Butun dunyodagi energiya iste‘molchilari taxminlariga ko‘ra, yaqin 30 yilda elektr ishlab chiqarish quvvati ikki martaga oshishi ko‘zda tutilmoqda. 2020 yilda ko‘mir qazib olish  $7 \cdot 10^9$  t. ga, tabiiy gaz 4 trln.m<sup>3</sup> ga yetadi. Energetikada AESning ulushi bir muncha pasayadi, ammo AESda elektroenergiyani ishlab chiqarishning umumiy hajmi oshadi. Lekin, organik yoqilg‘ini yoqadigan IESlarining energiya ishlab chiqarishi, ustivor istiqbolga ega ekanligi ko‘rinib turibdi.

Elektrenergiya jahon bozorini yaratish katta ahamiyat kasb etmoqda, bunda importchilar xususiy tariflardan pastroq narxda elektrogeniyaning sotib olishlari mumkin, alohida region va davlatlarda xususiy ehtiyojlaridan ortig‘ini eksportchilar elektr ishlab chiqarish quvvatini oshirish imkoniyatlariga ega bo‘ladilar. Kun va yilning mavsumiga bog‘liq holda, savdo-sotiqning imtiyozli tariflar asosida sotish va elektroenergiyadan foydalanishni amalga oshirishga erishadilar.

### **1.2.Energiyani rivojlantirishning hozirgi xolati va muammolari**

Rivojlangan davlatlarda elektr energetikaning texnik taraqqiyoti quyidagi asosiy yo‘nalishlar bilan belgilanadi:

- texnologik jarayonlarni imkon darajasida to'liq avtomatlashtirilgan, aniq yuklama grafigi bo'yicha ishlash uchun, bug'ning superkritik o'lchamga ega bo'lgan, yuqori tejamkor energetik bloklarni yaratish;

- yoqilg'i-energetika balansi tuzilishini takomillashtirish va tejamkorligini oshirish;

- elektr va issiqlik energiyalarini ishlab chiqarishda solishtirma kapital harajatlarni kamaytirish;

- elektrostantsiyalarni atrof-muxitga zararli ta'siridan himoya qilishning yuqori ishonchliligi.

Jaxonda, energetik loyihalar va shartnomalar hajmining uchdan bir qismi Yevropada to'plangan bo'lib, ular  $50 \cdot 10^9$  AQSh doll.ni tashkil qiladi. Yevropada bu soha bo'yicha yetakchi kompaniyalar sifatida Siemens(Germaniya) va Alstom (Buyukbritaniya) hisoblanadi. Yevropada oltita o'zaro bog'liq bo'lgan energetik tizimlar mavjud:

a) yagona energetik tizim (UPS) -YeES Rossiya va Sharqiy Yevropa tarmog'i;

b) Sharqiy Yevropa bilan o'zaro bog'langan (IPS) - Markaziy va Sharqiy Yevropaning tarmoq energotizimlar;

v) elektrenergiyani ishlab chiqarish va uzatishni muvofiqlashtirish bo'yicha birlashgan (UCPTE) G'arbiy Yevropa tarmog'i;

g) shimoliy g'arbiy davlatlarning energetik hamkorlik bo'yicha tashkiloti (NORDEL) - skandinaviya davlatlarining tarmog'i;

d) CENTREL— tarmog'i, Polsha, Vengriya, Chexiya, Slovakiya energetik tizimlarini birlashtiruvchi tarmoq;

e) Buyukbritaniyaning energetik tizim tarmoqlari, La-Mansh bO'g'ozi orqali kabel bilan bog'langan kontinent va Angliya va Frantsiyani bog'lovchi tarmoq.

Aloxida energetik tizimlarning ish samaradorligini baholashda, elektroenergiyani uzatish tannarxiga ta'sir etuvchi asosiy omillar bo'lib, xar xil turdagi elektr ishlab chiqarish jihozlarining solishtirma harajatlari va turli

energetik ob'ektlarni ishga tushirish muddatlari kabilar, xizmat qiladi. Energetik tizimlarni kengaytirish va yangi energiya ishlab chiqarish quvvatlarini vujudga keltirishda, yuqorida keltirilgan omillarni e'tiborga olish kerak.

Bioyoqilg'i energetikasi, juda ko'p miqdordagi organik chiqindilarning mavjudligiga qaramasdan, biogazni ishlab chiqarish bo'yicha faqatgina namunaviy tajriba qurilmalari taqdim etilgan. Rossiyada GeoIESdan foydalanish tajribasi mavjud bo'lib, uning ishlashida ko'pgina muammolar vujudga keladi:

- issiqlik tashuvchi muhid (suv) bilan birga yer ostidan ko'p miqdordagi mineral tuzlarning kelib chiqishi;
- biosferaning yuqori qatlamiga past potentsialli issiqlikni kelib chiqishi;
- yerdan issiqlik energiyasini olinishi, yer osti qatlamlarida kuchlanishlar paydo bo'lishiga, bu esa o'z navbatida yer ostida gidrouzilishlarni va bo'shliqlarni vujudga kelishiga sabab bo'lishidir.

Quyosh va shamol energetik qurilmalari shubhasiz ekologik afzalliklarga egadir, biroq ular mavsumiy va sutkali, shu qatorda ob-havodagi o'zgarishlarga bog'liqdir.

Yadro energetikasi ko'pgina mutaxassislar tomonidan rossiya energetikasining asosiy qismini tashkil qiluvchi sifatida ko'zda tutmoqda. AES da ishlab chiqiladigan jahon elektr energiyasining 17 % ga yaqini, bizning planetamizni 2,3 mlrd.t. issiq xona gaz hususiyatini keltirib chiqaradigan chiqindilardan xalos etadi. Shu bilan birga yadro chiqindilarini yo'qotish, qayta ishlash va ko'mish masalalari hali to'liq yechimini topmagan. Bundan tashqari, o'z resurslarini o'tab bo'lgan AES energobloklarini foydalanishdan chiqarish va konservatsiyalash muhim muammolardan biri bo'lib kelmoqdadir. Bunday ishlarni bajarish uchun AES ni yaratish uchun ketgan dastlabki mablag'ning 30 dan 100 % gacha qo'shimcha sarmoyani talab qiladi. AESlarida ishlab chiqariladigan elektr energiyaning tannarxini hisoblash uchun, bu vaziyatlarni hisobga olish muhimdir.

Rossiya Federatsiyasi atrof-muhitni muhofazasi bo'yicha xalqaro bitimlarda ishtirok etadi. Yevropa qit'asida barcha IESda kul chiqindisini

normasi  $50 \text{ mg/m}^3$  oshmasligi lozim, ba'zi IES larda kul chiqindisining qaqiqiy kontsentratsiyasi bir qancha yuqoridir. 1 t. shartli qattiq yoqilg'i yoqilganda 780 kg karbonat anhidrid gazi, mazutdan esa 520 kg.dan ortiq, tabiiy gazdan esa taxminan 370 kg ajralib chiqadi. Demak, energetikada tabiiy gazga o'tish, atmosferaga karbonat anhidrid gazlari chiqindilarini ajralib chiqishini keskin kamaytiradi. Chiqindilarini atmosferaga ajralib chiqishini kamaytirish, o'z navbatida, elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqarish texnologik jarayonlarini samaradorligini oshishiga olib keladi. Bug'ning yuqori kritik qiymatlarida ishlaydigan eng yaxshi bug' mashinalarining bloklari va uni ikkilamchi oraliq qizdirilishlari natijasida, kondensatsion ish tartibida elektroenergiya ishlab chiqarish taxminan 44 - 46 % gacha netto FIKni ko'tarilishiga imkon yaratishi mumkin. Tutun gazlarni qayta ishlovchi qozonlar - (QIQ) bilan ishlovchi, kondensatsion bug'-gazli energobloklar, elektroenergiya ishlab chiqarishida, taxminan netto FIK - 58 - 60 % ga ko'tarilishiga erishiladi. Bu holda, xar hil turdagi IESlaridan yetkazilgan ekologik zararni qoplash uchun ketadigan sarf-harajatlardan juda katta farq qiladi.

Iqtisodiyotning sohasi sifatida energetika sanoatining rivojlanishi (1886 y.) o'zgaruvchan tok tizimining yaratilishi bilan, elektr energiya ishlab chiqarish uchun mos keladigan jihozlar, kuchlanishni ko'tarib-tushirib beruvchi, uzoq masofalarga uzatib beruvchi qurilmalarni yaratish bilan boshlandi. Bir vaqtning o'zida, elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun, issiqlik va gidravlik elektrostantsiyalari qurilgan. Hozirgi kunda IES da elektr tokini ishlab chiqaruvchi generatorlarning ko'pgina qismi turbinali yuritgichlardan iborat. Rossiya Federatsiyasida 80 % elektroenergiyani, bug'-turbinali bug'-mashinalari ishlab chiqaradi.

### **1.3. Yoqilg'i ishlab chiqarish va yoqilg'ini samarali ravishda ishlatish**

XIX asr oxirida Gustav Laval (Shvetsiya) va Charlz Parsons (Angliya) birinchi bo'lib, bug' turbinalarini yaratishgan. Ularni doimo takomillashtirib

borish, bug'ning qiymatlarini va bug' mashinalarining quvvatlarini oshirish yo'li bilan to hozirgi kungacha ham bu mashinalar qo'llanilib kelinmoqda.

XX asr boshida P. D. Kuzmin (Rossiyada), Shtolts (Germaniya), Armengo va Lemalem (Frantsiya) tomonidan, birinchi gaz turbina qurilmalar (GTQ) qurilgan. 1939 yil, «Braun-Boveri» nomli Shveysariya firmasi tomonidan, A. Stodol sinab ko'rgan, birinchi energetik GTQ ni yaratdi.

Renkinning termodinamik tsikli – IES dagi bug' turbina qurilmalarning texnologik jarayonlari asosidir. XX asrning boshlarida bu turdagi qurilmalar, 9 MPa i 535 °S ga teng bo'lgan bug'ning boshlang'ich parametrlari bilan ishlagan, tsiklga issiqlikni yetkazib beruvchi, o'rtacha harorat Karno tsikli ekvivalenti 317 °S ga teng bo'lgan. Hozirgi kunda ko'pchilik bug' mashinalarining boshlang'ich bug' qiymatlari 24 MPa, 540 °S oraliqdagi qizdirilish bilan amalga oshiriladi. Bu 540 °S ga, tsiklga issiqlikni berishning o'rtacha 400 °S dan oshmagan harorat qiymatida ega bo'ladi. O'rtacha haroratning o'sish tezligi (70 °S, 100 yillar davomida) pastligi, texnologik murakkabliklar va qozon va turbinali jihozlarni tayyorlash uchun kerakli konstruksion materiallarga bo'lgan yuqori talablar, ishchi muhitdan (suv bug'idan) foydalanish xususiyatiga bevosita bog'liq bo'lgan. Shuni aytib o'tish lozimki, bug' uchun, tsikldan issiqlikni qaytarib olish tsirkulyatsiya suvining mos haroratlarida, uning o'rtacha haroratini pasaytirish masalasi nisbatan oddiy yechimga egadir.

Gazni energetik gaz turbin qurilamalarda (GTQ) ishlatish, ishchi jismning o'ratcha haroratini oshirish masalasini, Brayton tsiklidagi issiqlikni berish jarayonida, juda soddalashtiradi. Shu bilan birga, harorati oshishga moyil bo'lgan tsikldan issiqlikni qaytib olishda, gazning haroratini pasaytirishni deyarli juda qiyinlashtiradi.

Issiqlik energetikasi tarixida bug'li va gazli qurilamalar va ularning termodinamik tsikllarini o'ziga xos tomonlari o'rtasida “musobaqa” ni kuzatish mumkin. Yotmishda mos keladigan texnologiyalar mavjud emasligi yoqilg'i maxsulotni ishchi jism sifatida foydalanish imkoniyati bo'lamagan, suv bug'i oraliq ishchi jism sifatida foydalanilgan. Gaz va bug' tsikllarini bir vaqtdagi

taraqqiyoti ularni antagonizmga olib kelmadi. Aksincha, kombinatsiyalashgan bug'-gaz qurilmalarini yaratilib, ularning ijobiy xususiyatlaridan maksimal darajada foydalanish yo'nalishi belgilab olingan. Undagi, GTQ dan chiqib ketadigan, tutun gazlarining issiqligi, Brayton-Renkin tsikli birlashgan, pastki bug'li qismida to'liq ishlatiladi, bu esa BGQ ning tejamkorligini oshiradi.

XX asrning 60- yillarida bir qator bug'-gaz qurilmalarni yaratishni qizg'in o'sishi va amaliyotda qo'llanishi amalga oshirila boshlandi (General Electric va Westinghouse "SShA", ABB, Shveysariya "Shvetsiya", Siemens "Germaniya", Alstom firmalari "Buyukritaniya" va bosh.). Bug'-gaz qurilmaning quvvati 5 dan 700 MVt gacha bo'lganda, uning FIK kondensatsion ish tartibida elektr energiyani ishlab chiqarish 50 - 60 %. ni tashkil qilgan. Bu yuqori energetik ko'rsatkichli yagona kondensatsion IYES bo'lgan.

Atrof muhit harorati 15 °S va gazlarning boshlang'ich harorati 1000 va 1400 °S bo'lganda, BGQning oxirgi termik FIK 77,4 va 82,8 % tashkil qilagan.

BGQ haqiqiy tsikllari idel jarayonlardan bir qator xususiyatlari bilan farqlanadi, ya'ni ishchi jismni siqish va kengaytirish jarayonida entropiyani oshishi, harorat bosimi bo'lgandagina issiqlik almashinuvi mavjud bo'lishi, BGQ va boshqa qurilmalarning gaz qismiga issiqlik berish bosqichlarining soni chegaralanganligi kabilarni belgilab O'tish mumkin.

Energetikada O'ziga xos xususiyatlariga va texnologik jarayonlar tafovutlariga ega bo'lgan BGQ ning bir qator issiqlik sxemalari xayotga tadbiiq qilingan.

Tutun gazlarini qayta ishlovchi qozonlardan (QIQ) chiqib ketayotgan gazlardagi va BTQ kondensatorlardagi issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish, shu bilan birga BGQ dagi bug'ning solishtirma sarfini oshirish, BGQ ning tejamkorligini oshiradi.

Ma'lum vaziyatlarda, yuqorida ko'rib chiqilgan BGQ ning ishchi muhit ko'rsatkichlarini barqarorlashtirish va uning quvvatini oshirish maqsadida, QIQ kirish qismida, tutun gazlarini qizdirish maqsadida, yoqilg'ini qO'shimcha yoqishdan foydalanish mumkin.



GTQ chiqib ketuvchi gazlar yoqilg'ini yoqish maxsulotlari bilan aralashgan issiq havoni tashkil qiladi. Bu, GTQ yonish kamerasida vujudga kelgan va GT qarshisidagi gazlarning boshlang'ich xaroratiga (havo qo'shilgandan keyingi) xolatiga bog'liqdir. Natijada, GTQ keyingi tutun gazlaridagi ortiqcha havoning  $\alpha_{chk} = 2,5-5$  boshlang'ich harorati, kislorod miqdorining xajmiy kontsentratsiyasi  $CO_2 = 13-16\%$  tashkil qilgan qolda, chiqib ketayotgan gazlarning qarorati  $T_4 = 450-630\text{ }^\circ S$  ni hosil qiladi. Bu esa, GTQ chiqqan gazlarni energetik qozonning yonish kamerasiga berish yo'li bilan, BGQ issiqlik sxemasini yaratish imkoniyatini beradi. BGQ texnikaviy rivojlanishi, GTQ gazlarni bug' qozonida yoqish uchun tashlab berish (tashlab beruvchi BGQ) bir qator o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, bu haqda keyingi mavzularda so'z boradi. GTQ dan chiqib ketuvchi gazlar energetik bug' qozonining yondirish qurilmasiga yuboriladilar va bu yerda ular oksidlovchi sifatida foydalaniladilar. Bu vaziyat qozonning havo qizitgich va tutun gazlarini xaydovchi ventilyatordan voz kechish imkoniyatini beradi. Bug' qozonida reaksiyon xususiyatlariga ko'ra organik yoqilg'ilarning istalga turini yoqish mumkin. Qozonlardan chiqib ketayotgan tutun gazlarini, ruxsat etilgan xaroratgacha, sovutish (ularning soni 30-40 % gacha oshadi) oxirgi qismida havo qizdirgichlar o'rniga issiqlik almashish qurilmalari yordamida, BTQ kondensatini va to'ldirib turuvchi suvni qizdirib berish uchun xizmat qiladi. BGQ quyidagi sxemasining texnologik afzalliklari, qurilmaning gaz va bug' qismlarini aloxida mustaqil ishlashini ta'minlaydi.

Parallel sxemali bug'-gaz qurilmalari oxirgi yillarda deyarli tez-tez qO'llanilmoqda. GTQ dan chiqib ketuvchi gazlar yuboriladi, bu yerda yuqori yoki past bosimli qizdirilgan bug' yuzaga keladi. Bug' turbinaning bosh qismiga yoki oraliq qizdirgichlar tarmog'iga kelib tushadi. Ikkala vaziyatda xam, bug' QIQ yuzaga keladigan bug' bilan aralashib ketadi. Buning natijasida QIQ yuklamasi, bug' turbinasining (BT) nominal yoki maksimal yuklamasini ushlab turish yo'li bilan, kamaytiriladi. GTQ QIQ oxirgi qismiga issiqlik almashish

qurilmalari (IAQ) joylashtirilgan bo'lib, unga BTQ asosiy kondensati va ta'minot suvi ulanadi va ular QIQ chiqib ketayotgan tutun gazlarini (TG) haroratini pasaytirib berishga xizmat qiladi. Qurilmaning muhim tomonlaridan biri, gaz va bug' qismlar mustaqil ishlash imkoniyatini ega bo'lib, ular O'zoro faqat bug' va suv quvurlari bilan bog'langan. Ular mustaqil ishlashi uchun klapanlarni berkitib qO'yish kifoya bo'ladi.

Yoxshash texnologik jarayonlar, BGQ yarim bog'liq ishlash sxemasi orqali xayotga tadbiiq qilingan. Oldingi jarayonlar kabi, BGQ dan keyin QIQ O'rnatiladi. GTQ chiquvchi TG issiqligi, yuqori va past bosimli issiqlik almashtiruvchi qurilmada (YuB-IAQ va PB-IAQ), ushlab qolinadi, qaerga nasoslardan sO'ng ta'minot suvining bir qismi va past bosimli bug' (PBB) kondensatining bir qismi kelib tushadi. Shunday qilib BGQ gazli va bug'li qismlarini mustaqil ishlashlarini amalga oshirish juda qulay bo'lib, bug' qozonida barcha turdagi organik yoqililarni yoqish mumkin. GTQ chiqib ketuvchi TG sovitish, tarmoq suvni isitish imkoniyatini beradi. Tarmoqdagi suvni isitish, BT olingan bug' bilan, isitgichlar yordamida, xamda BQ ekonomayzerlarida amalga oshiriladi.

#### **1.4.Muammolarni xal qqilishda chyet el tajribasi.**

Energetikada birinchi bo'lib qo'llanilgan BGQ biri, yuqori naporli bug' generatorli (YuNBNB) BGQ bo'lgan. Uning O'ziga xos xususiyatlaridan biri - BGQ gazli va bug'li qismlariga tegishli bo'lgan, umumiy yonish kamerasiga ega bo'lib, uning vazifasini yuqori naporli bug' generatori (YuNBNB) amalga oshiradi.

BGQ texnologik jarayoni quydagicha taqsimlangan. Siqilgan havo kompressordan keyin, YuNBNB yuboriladi, u yerga yoqish uchun yoqilg'i xam uzatiladi. YuNBNB yonishdan xosil bo'lgan TG suvni qizdirib bug'ni yuzaga keltiradi, asosiy va oraliq qizitgichlarda qizdirilgan bug' BT yuboriladi. YuNBNB oraliq qizitgichdan chiqquvchi 600-700 °S xaroratdagi TG GT kiradi va u yerda kengayish natijasida ish bajaradi. BGQ dan chiqib ketuvchi gazlar IAQ uzatiladi

va kondensatning, ta'minot suvining bir qismini qizdirish bilan birga tarmoq suvini to'yinishga yaqin bo'lgan holatgacha (ekonomayzer qismida) qizdiriladi.

Zamonaviy GTQ gazlarning boshlang'ich xarorati  $1000^{\circ}\text{C}$  katta bo'lib, YuN BG so'ng, GT kirish qismida gazlarning haroratini oshirish va barqarorlashtirish uchun qo'shimcha yoqilg'ini yoqish kamerasi (YoK) o'rnatiladi. Bu esa yuqorida keltirilgan BGQ sxemasini afzalliklarini yo'qolishiga sababchi bo'ladi.

Parallel va yarim bog'liq ish sxemasiga ega bo'lgan BGQ foydalanish, bug'-gaz texnologiyasiga kukunsimon ko'mir energobloklarni ishtirok etish imkoniyatini beradi. Shunda ko'mirning ulushi, umumiy balansdan taxminan 70 – 75 % tashkil qiladi. Qolgan qismini esa GTQ o't yoqish kameralarida yoqiladigan tabiiy gazlar tashkil qiladi.

BGQ ko'mirni ichki gazlashtirish tsikli oddiy issiqlik sxemasi mavjud bo'lib, GT tabiiy gazda emas, balki sun'iy gazda ishlaydi. Oldindan tayyorlab qo'yilgan ko'mir, gaz generatorga yuboriladi va bug'-kislrodli gazni xaydash yo'li bilan ko'mirni gazlashtirish amalga oshiriladi. Bu maqsadni amalga oshirish uchun, BGQ kompressorida siqilgan havoni maxsus qurilmada kislrod va azotga ajaratiladi. Gazlashtirilgan ko'mir maxsulotlari ko'p bosqichli tozalash va oltingugurtdan xoli qilingandan keyin, BGQ yoqish kamerasiga sun'iy gaz ko'rinishida yoqish uchun yuboriladi. GTQ chiqib ketuvchi gazlar, QIQda BGQning bug' turbinalari (BT) uchun bug' ishlab beradi. Bug'-suvli tarmoqda gaz generatorlari (GG) yordamida TG issiqligidan, bug' hosil qilish uchun foydalaniladi.

Boshqa texnologik tsiklda, yoqish kamerasining ichki qismida joylashgan sopol havo isitgichni qo'llash asosida, ko'mir to'g'ridan-to'g'ri yoqish emas, balki uni pirolizlash usulini qo'llashdir. Maydalangan ko'mir, GTQ injeksiya usuli bilan uzatiluvchi, tarkibida kislrodi ( $\text{O}_2$ ) kam bo'lgan ohakli gazlar muhitida pirolizlanib, oltingugurtdan tozalanadi. Hosil bo'lgan koks yoqiladi va kuli chiqarib yuboriladi. Yotxonaning asosiy qismida, sopol elementli, yuqori haroratli havo qizdirgich Go'rnatiladi. U yerda toza havo taxminan  $1000^{\circ}\text{S}$

gacha qizdiriladi. Uni qo'shimcha qizdirilishi, yonish kamerasida kam miqdordagi tabiiy gazni yoqish bilan amalga oshiriladi. Piroliz va o'txona atmosfera bosimida ishlaydi. Yotxona va GT chiqib ketuvchi TG issiqligi QIQ bug' ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

BQ bosim ostida qaynab-aylanuvchi qatlamda ko'mirni yoqishni tashkillashtirilgan usulli BGQ, sanoatga joriy qilish bosqichida turibdi.

Qisman oksidlash reaktorli (QOR) BGQ issiqlik sxemasining variantini RFAning yuqori haroratlar Instituti xodimlari tomonidan taklif qilingan. QOR da yoqilg'i, kislorodning yetarlicha bo'lmaganligi sababli qisman oksidlanish reaksiyasi tufayli, to'liq yonmamaydi va uglerod monoksidi (SO) bilan vodorod gazlari aralashmasi, ya'ni sun'iy gaz hosil bo'ladi. Reaksiya ~ 1300 °S xaroratda va 2-6 MPa bosim ostida kechadi. GTQning issiqlik sxemasiga QORni kiritish imkoniyatini beradi. Yoqilg'ini to'liq oksidlanishi past bosimli (PB) gaz turbinasi oldidagi yonish kamerasida amalga oshiriladi, chiqib ketuvchi TGning issiqligi BGQning QIQda foydalaniladi. Boshqa variantlardan yana biri, bir bosqichli GTQda, QORdan keyin, GT atmosfera bosimigacha kengaygan sun'iy gaz, BQning o'txonasida to'liq oksidlanishishiga erishish mumkin.

BGQ ning issiqlik sxemasiga tashqi yonish qurilmasining kiritilishi, GTQ ko'mirda ishlaydigan energobloklarning safiga kirdi. Bug' qozonining o'txonasida joylashgan, havo qizdirgich qurilmasida, GT kiruvchi havoning boshlang'ich xaroratini ta'minlab berish amalga oshiriladi. GT havo kengaygandan keyin, qozon o'txonasiga ko'mirni yoqish uchun yuboriladi. Bu qizigan havoning bir qismini, bug' qozoni bilan birga ishlayotgan QIQ foydalanish mumkin. Issiqbardosh qotishmalar 900 °S dan yuqori haroratlar uchun ishlatilmaganligi sababli, havoni isitib beruvchi apparat metallokeramikadan tayyorlanishi mumkin.

GTQning YoKda tabiiy gazning qo'shimcha yoqish yordamida, TGlarning to boshlang'ich haroratigacha havoni qizdirib berish varinti xam mavjuddir.

BGQning orasida o'tli va bug'-gazli IEMlari (kogeneratsion BGQ) o'ziga xos o'rinni egallaydi, qaysiki elektr va issiqlik energiyasining kombinatsiyalashtirilgan xolda ishlab chiqqarilishi amalga oshiriladi. Kogeneratsion BGQ sxemalari BGQning turiga bevosita bog'liqdir. Bazi bir BGQ sxemalarida issiqlik energiyasini olish, kriogen yoki tuzsizlantirgich (trigeneratsiya) qurilmasi orqali amalga oshiriladi.

Energetik GTQ ni qurilishining rivojlanishi GT oldida gazlar haroratini boshlang'ich temperaturasini oshishi bilan bog'liqdir, bu esa oxirgi o'n yillikda 700 to 1500 °S oshdi. Bu davr ichida gazning boshlang'ich bosimi 0,6-0,9 dan 1,5-3,0 MPa ga ko'tarildi. Natijada GTQdan chiqib ketuvchi gazlar xarorati 350 dan 630 °S gacha ko'tarildi, undagi kislorodning hajmi konsentratsiyasi 18 dan 12 % gacha qisqardi. Bunday holat energetiklarni BGQda qo'llaniladigan sxemalarni boshqa tomonlama tanlashga majbur qildi. QIQli BGQ, YuNBGLi BGQ butunlay o'rinni egalladi. GTQdagi yuqori haroratli chiqib ketuvchi gazlar va oksidlatiruvchi miqdorini kamaytirilishi natijasida, parallel sxemali BGQsi, "tashlovchi" BGQdan foydalanish keng qo'llanilmoqda.

Quyidagi kitobni yozishda gaz turbinalarini qurishning rossiya maktabi vakillarining boy tajribasi, bir qator institut va tashkilotlarning mashhur mutaxassislarini ko'pgina ilmiy ishlaridan foydalanilgan. Zamonaviy energetik GTQ va BGQ lar bo'yicha keng ma'lumot xorijiy firmalarning ishlarida o'z aksini topgan.

### **1.5.Bug' va gaz turbinalari, uskunalari xaqida umumiy ma'lumot.**

GTQ yopiq va ochiq jarayonli bo'lib, ular quyidagi xususiyatlariga ko'ra farqlanadilar: boshlang'ich ko'rsatkichli ishchi jismni tayyorlashning yagona ketma-ketligi mavjud bo'lib, undan energiya olishda foydalanishdir.

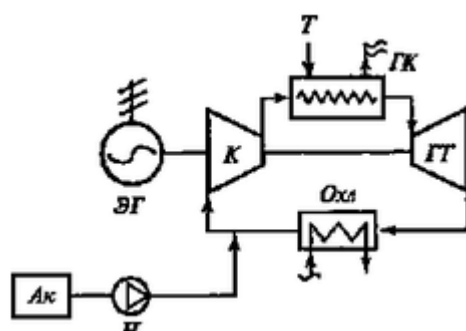
Yopiq tarmoqli GTQ (1.1 rasm), ichki yonuv dvigatellaridan farqi shundaki, ishchi jismni tayyorlash va uni qo'llash, joyiga va vaqtiga ko'ra taqsimlanishidadir. Past temperatura va bosimda gaz kompressorga (K) kelib tushadi, bu yerda u siqiladi va gaz qozonga yuboriladi (GQ). Organik yoqilg'i qozonda yoqilganda, siqilgan gaz yuqori haroratgacha qizdiriladi. Yuqori

bosimli qizidirilgan gaz turbinaga (GT) yuboriladi. Bu yerda, gaz kengayib ish bajaradi va qurilma o'qiga uzatiladi. Ishning bir qismi kompressorga sarflanadi, qolgani elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun foydalaniladi.

Ishchi jism (gaz) GTdan keyin, sovutgichda sovutiladi va issiqligini suvga yoki havoga beradi. So'ngra, gaz - yana kompressorga yuboriladi va jarayon takrorlanadi.

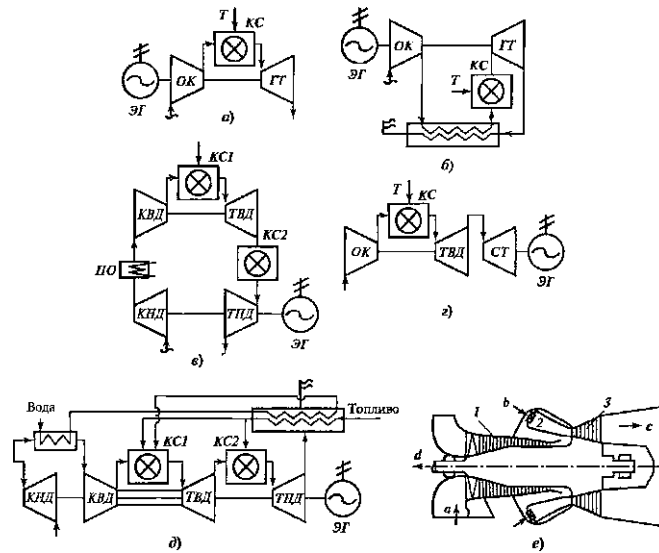
GTQ ishga tushirish uchun, yordamchi qurilmalardan foydalaniladi. Bunda elektrodvigatel rejimidagi, elektr generatorni o'zi yoki maxsus ishga tushirish qurilmasi xizmat qiladi.

Yopiq tarmoqli GTQda, ishchi jism sifatida barcha gazdan foydalaniladi, gaz qozonida esa gazsimon yoqilg'idan tashqari, qattiq yoqilg'ini yoqish mumkin. Bundan tashqari yopiq tarmoq, kompressordan oldin havoning bosimi atmosfera bosimidan ancha yuqori bo'lib, demak qurilma, kichik hajmdagi ancha yuqori bosimda va qurilmaning kichik O'lchamlarida ishlay olishi mumkin. Yopiq tarmoqli GTQning quvvati, tizimdagi gazning miqdori va qurilma elementlaridagi bosimning o'zgarishiga bog'liq. GTQ ning kamchiliklari – gaz qozoni va sovutgichning murakkabligi va kattaligi, qozondagi issiqlik almashinuvi metallarning issiqlikka bardoshlilik darajasiga ko'ra, turbina oldidagi gaz haroratini chegaralanganligi bilan bog'liqdir.



Ris. 1.1. yopiq tarmoqli gaz turbina qurilmasi.

T – yoqilg'i; K - kompressor; GT - gaz turbinasi, O<sub>xl</sub> - gaz muzlatgichi, EG – ishga tushirish qurilmasi (elektrogenerator); GK - gaz qozoni; Ak - ishchi jism akkumulyatori, N - nasos.



Ris. 1.2. Yopiq tarmoqli (a - d) GTQning oddiy issiqlik sxemasi.

GTQning (e) baravar ishlaydigan konstruktiv sxemasi.

OK - kompressor; GT - gaz turbinasi; KS – yonish kamerasi; EG- elektrogenerator; KND, KVD – past va yuqori bosimli kompressorlar; TVD, TND – yuqori va past bosimli gaz turbinalari, KCI, KS2 – bir va ikki bosqichli yonish kamerasi, ST - turbina; T - yoqilg'i;

(e) sxemadagi, qismlar: a – havoning kirish qismi; b – yoqilg'ini yetkazib berish tarmog'i; s – chiqib ketadigan gazlar joyi; d – elektr generatorga quvvatni uzatib beruvchi o'q, 1 - kompressor; 2 – yonish kamerasi; 3 - gazli turbina.

1.2 rasmda GTQ dagi ko'p uchraydigan oddiy issiqlik sxemasi keltirilgan: bir o'qli GTQ (a); bir o'qli regeneratsiyali GTQ (b); tashqi havoni siqish vaqtida oraliq sovitgichli (PO) va tarmoqdagi gazni kengayish vaqtidagi, oraliq qayta-qizdirgichli (PP), ikki o'qli GTQ (1.2, v).

Regeneratsiyali va usiz ishlovchi sxemalar mavjuddir:

turbinali, ikki o'qli GTQ (1.2, g); oraliq sovitgichli va yoqilg'i qizdirgichli, yoqilg'i gazni termokimyoviy rekuperatsiyalash va bug'ni sepib berish qurilmali, ikki o'qli GTQ (yangi texnik yechimlari mavjud loyihalar) (1.2, d) va bosh.

Ishchi jismning qayta-qizdirishsiz, yopiq tarmoqli, bir o'qli GTQning konstruktiv sxemasi keng qo'llanilib kelinmoqda, rasm 1.2, (a).





G'ildirakli kompressor (G'K) kelib tushadigan atmosfera havosi sifatida ishchi jismdan foydalanish GTQning afzalliklaridan biridir. Kompressor tomonidan so'rib olingan havo unda siqiladi (1-2 jarayon 1.3, b rasmda) va GTQning YoK yonish kamerasiga kerakli harorat va  $T_{k,k}$  i  $r_{k,k}$  bosim ostida kiritiladi. Shu yerga organik yoqilg'i (odatda tabiiy gaz, kamdan-kam suyuq gaz

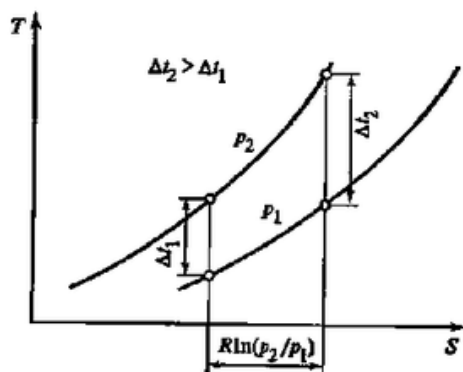


Рис. 1.4. Особенности сжатия и расширения рабочего тела в технологическом процессе ГТУ

beruvchi tizimi orqali kiritiladi, bu yerda qizdirilgan siqilgan havo muhitida yonadi (2-5 jarayon). Shu yerda GT  $G_{it}$  oldin yonish kamerasi  $\alpha_{k,s}$  ortida gazdagi ortiqcha havoning yuqoriligini ta'minlab beruvchi gazlarning boshlang'ich harorati shakllanadi.

Gazlarning boshlang'ich bosimi  $r_{n,t}$  kompressor ortidagi havo bosimiga bog'liq bo'ladi va o'zgaruvchan kattalik hisoblanadi. Gaz turbinalarda (qurilmaning issiqlik dvigateli) gazlar atmosfera bosimiga yaqin bo'lgan oxirgi bosimgacha  $r_{k,t}$  (3 – 4 jarayon), kengayadi va tutn quvuri orqali chiqib ketadi. Yopiq tsikli GTQ ning sovutgichda ishchi jismini sovutishda va yopiq tsikli GTQ uchun atmosferada energiya sarflanmaydi va qabul qilinmaydi. Shuning uchun GTQning ajratilgan jarayoni energetik effektini aniq hisob-kitobi uchun zarar yetkazmasdan sovutishning izobariysini (4 – 7 jarayon). shartli ravishdabirlashtirish mumkin.

Harorati oshishi bilan izobar tafovutlanishi tufayli va eksergiya  $\Delta t_2$  ga kengayishi gazlarning haroratini O'rtacha farqi uni siqishda  $\Delta t_1$  (1.4 rasm) havo haroratining o'rtacha farqi bir muncha yuqori. Demak, GT ni rivojlanayotgan

quvvati kompressor sarflaydiganga nisbatan yuqoridir. Bunday tafovut (EG)  $N_g^e$ . generatorning chiqish joyidagi elektr quvvati ko‘rinishida GTQning foydali quvvatini ta’minlaydi.

Kompressorning validagi sarflanadigan energiya (ishlash vazifasi), ( 1.3 rasmga qarang):

$$N_k = s_{rv} \cdot (T_2 - T_1); \quad (1.1)$$

bunda  $s_{rv}$  — havoning issiqlikni talab qiladigan izobar solishtirma.

GT ni valida rivojlanayotgan ish quyidagidan iborat:

$$N_{gt} = s_{rg} \cdot (T_3 - T_4); \quad (1.2)$$

bunda  $s_{rg}$  – gazning issiqlik talab qiladigan o‘rtacha izobar solishtirma.

Binobarin,

$$\frac{N_{gt}}{N_k} \cong \frac{T_3 - T_4}{T_2 - T_1} > 1; \quad (1.3)$$

Regeneratsiyali energetik GTQ (1.2, b rasmga qarang) gaz turbinalaridan chiqib ketuvchi gazlarning issiqligini bir qismini regeneratorda foydalanish imkoniyati GTQ yonish kamerasiga tsikli havoni uzatish mavjud bo‘ladi, bu esa ekspluatatsiyani murakkablashtiradi va qurilmaning ishonchliligini kamaytiradi.

Qo‘shimcha yonish kamerasida gazlarning oraliqdagi ortiqcha qizdirish (1.2, v rasmga qarang) GTQning ishchi tsiklini Karno tsikliga yaqinlashtirish natijasida qurilmaning tejamkorligini oshiradi.

### **Nazorat savollari:**

1. Energiyani rivojlantirishning xozirgi xolati va muammolari qanday?
2. Yoqilg‘i ishlab chiqarish va yoqilg‘ini samarali ravishda ishlatish yo‘llari?
3. Muammolarni xal qilishda chet el tajribasi qanday foydalanilmoqda?
4. Bug‘ va gaz turbinalari, uskunalari xaqida umumiy ma’lumotlar nimalardan iborat?

## Adabiyotlar.

1. Muxiddinov D. N., Matjanov E. K. Issiqlik elektr stantsiyalarning turbinali qurilmalari. – Toshkent, Shark nashriyoti. – 2007. – 104 bet.
2. Muxiddinov D. N., Matjanov E. K. Issiqlik elektr stantsiyalarning turbinali qurilmalari. – Toshkent, Shark nashriyoti. – 2007. – 104 bet.
3. Tsanev S.V., Burov V.D., Remezov A.N. Gazoturbinnie i parogazovie ustanovki teplovix elektrostantsiey. –M., MEI. 2003. -584 s.

### 2-maruza. Energiya ishlab chiqarish jarayonlari. (2 soat).

#### Reja:

1. Birlashgan tsikli bug'-gaz qurilmalarining sxematik diagrammasi;
2. Energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlari;
3. Energiya tizimlarini boshqarishni avtomatlashtirish, ularning ahamiyati;

#### **1.1.Birlashgan tsikli bug'-gaz qurilmalarining sxematik diagrammasi.**

"Bug'-gaz qurilmalarini" fani ishlab chiqarishning deyarli barcha sohalarida o'z aksini topgan. Issiqlik energiyasidan oqilona foydalanish va uni taqsimlash, qo'llash va ishlab chiqarish tizimida energiya tejashga e'tibor zamonaviy ishlab chiqarishning barcha jabhalarida mavjud.

Issiqlik elektr stantsiyalarida ishlab chiqarish jarayonining rivojlanishi 20-asrning boshlarida texnologiya sohasi mutaxassislari tomonidan kogeneratsiya va trigeratsiya davrlarini rivojlanishi bilan bog'liq. Bu jarayonda, albatta, allaqachon global energetika sohasida o'zlarining ijodkorligi va ilmiy texnologiyalari bilan tanilgan firma va kompaniyalar ushbu jarayonga katta hissa qo'shmoqdalar.

Masalan, 9-asrning oxirida birinchi sanoat bug 'turbinasini Gustav Laval (Shvetsiya) va Charlz Parsons (Angliya) yaratdilar. Doimiy rivojlanish natijasida bugungi kunda bug 'parametrlari va bug' energiya moslamalarining birlik quvvati 10 baravar oshirildi.

20-asr boshlarida P. D. Birinchi gaz turbinasi agregatlari Rossiyada Kuzminskiy, Germaniyada Stolz, Frantsiyada Armengo va Lemals tomonidan qurilgan. 1939 yilda Shveytsariyaning Brown-Bowery A. kompaniyasi Stodola boshchiligida birinchi quvvatli gaz turbinasi sinovdan o'tkazildi. [1]

Rankin termodinamik tsikli issiqlik elektr stantsiyalaridagi bug 'turbinalarining texnologik jarayonini asoslab beradi. 20-asrning boshlarida dastlabki bug 'parametrlari 9 MPa va 535 °C bo'lgan birinchi bug' turbinasi inshootlari Karno tsikliga teng 317 °C da ishlagan bo'lsa, bugungi kunda ko'pchilik bug 'elektr stantsiyalarining dastlabki parametrlari 24 MPa va 540 °C ni tashkil qiladi. Bunday qurilmalarning issiqlik uzatish tezligi 400 °C dan oshmaydi.

O'rtacha haroratning juda kichik o'zgarishi suv bug'ining xususiyatlari, bug 'generatori va turbinasi uchun konstruktiv materiallar ishlab chiqarishga bo'lgan talabning yuqori darajasi, shuningdek uskunaning texnologik murakkabligi bilan bog'liq.

Brayton tsikliga asoslangan gaz turbinasi qurilmalaridan (GTQ) foydalanish va gazni preform sifatida ishlatish, issiqlik uzatish muammosini biroz osonroq echish va preformning o'rtacha haroratini kerakli darajaga ko'tarish imkoniyatini yaratdi. Shu bilan birga, tsikldan chiqadigan gazning haroratini pasaytirish muammosi mavjud edi.

Issiqlik energiyasi tarixida bug 'va gaz turbinasi qurilmalari, shuningdek ularning termodinamik tsikllari o'rtasidagi o'zaro raqobatni ta'kidlash mumkin. Muqobil texnologiyalar yo'qligi sababli, yonish mahsulotlari dastlab ishlaydigan suyuqlik sifatida ishlatilmadi va suv bug'lari faqat oraliq ishlaydigan suyuqlik sifatida qaraldi. Gaz va bug 'turbinalari tsikllarining parallel rivojlanishi ularning ziddiyatiga olib kelmadi, ammo ularning foydasini maksimal darajada oshirish uchun estrodiol tsikl zavodi (BGQ) yaratildi. Uning so'zlariga ko'ra, Brayton-Rankin tsikli GTQ chiqindi gazlarining issiqligini to'liq bug 'qismida ishlatish natijasida hosil bo'ldi va BGQ qurilmasining samaradorligi oshirildi.

Rossiyada 20-asr boshlarida P.D. Kuzminskiy va A. PSUning eksperimental nusxalari Germaniyaning Loykins, Xoltsvart va Shuler hamda Shveytsariyaning Braun-Baueri tomonidan tayyorlangan va muvaffaqiyatli sinovdan o'tgan [2].

XX asrning 60-yillarida dunyoda CCGTdan foydalanish keskin o'sishga erishdi (AQSh - General Electric, Westinghaus; Shveytsariya - Shvetsiya - ABB; Germaniya - Siemens; Buyuk Britaniya - Alstom va boshqalar). Bugungi kunda kondensatsiya rejimida elektr energiyasini ishlab chiqarishda samaradorligi 50-60% bo'lgan BGQ 5-700 MVt quvvatga etadi [3].

BGQ-da issiqlik organik yoqilg'ining yuqori haroratli yonish mahsulotlaridan ishchi suyuqlikka (gazga) o'tadi, uning issiqligi suv bug'ining kondensatsiyasi paytida ajralib chiqadi. Ideal Karno qaytish tsikliga asoslangan BGQ birliklarida, gaz bo'linmasidan issiqlikni olib tashlashning izobarik jarayoni bug 'qismiga issiqlik o'tkazishning izobarik jarayoniga juda yaqin. Ish qismi miqdorini aniq tanlab olish, bug'ning o'ta muhim parametridan foydalanish teskari Karno tsikliga muvofiq gaz va bug 'buyumlari uchun ideal ishlov berish tsikliga erishishga imkon beradi [4].

Tayanich iboralar: bug 'gaz qurilmasi, utilizatsiya, chiqindilarni isitish qozoni, texnologiya, mil, zanjir, monar tsikl, ikkilik tsikl, iqtisodchi, bug' isitgich, baraban, samaradorlik, samaradorlik ko'rsatkichi, bug 'quvvat moslamasi.

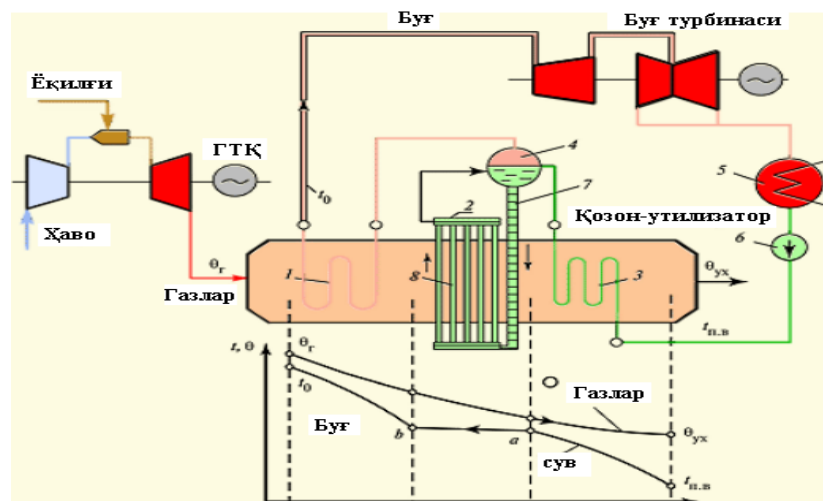
### ***Energiya ishlab chiqarish bosqichlari.***

Bug 'turbinasi tsiklida gaz turbinasi inshootining chiqindi issiqligidan to'g'ridan-to'g'ri yoki bilvosita elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan issiqlik elektr stantsiyalari estrodiol tsikli gaz turbinalari (BGQ) deb ataladi..

Rasim. 1 - bu sirkulyatsiya moslamasi deb nomlangan oddiy bug '-gaz qurilmasining sxematik diagrammasi. GTQ ning chiqindi gazlari qarshi oqim almashinuvchisi - chiqindi issiqlik qozoniga kiradi, u qaynab turgan gazlarning

issiqligi tufayli bug 'turbinasiga yuboriladigan yuqori parametrli bug' ishlab chiqaradi.

Chiqindilarni issiqlik qozonxonasi - bu to'rtburchaklar shaklidagi o'q shaklidagi moslama bo'lib, unda bug 'turbini tsiklining (bug' yoki suv) ishchi qismi harakat qiladi, issiqlik almashinuvi yuzasi pervazlangan holatda tayyorlangan quvurlardan iborat. Odatda chiqindi issiqlik qozonining isitish yuzasi asosan uch xil elementdan iborat: ekonomizer 3, evaporator 2 va super isitgich 1. Evaporatorning markaziy elementi baraban 4 (suv bilan to'ldirilgan uzun silindrning yarmi) bo'lib, u bir nechta drenaj quvurlari 7 va vertikal xususiy evaporator naychalaridan iborat. 8, etarli zichlik bilan joylashgan.



Rasim 1. KU bilan BGQ tipidagi oddiy sxematik diagramma.

Evaporator tabiiy konveksiya printsipi asosida ishlaydi, evaporator quvurlari bosim quvurlariga nisbatan yuqori harorat zonasida o'rnatiladi. Evaporator naychalarida bo'sh joy chiqadigan naycha orqali tamburdan keladigan sovuq suv bilan to'ldiriladi. Tamburning yuqori qismida to'yingan bug to'planadi va bug 'qizdirgichning quvurlariga yo'naltiriladi 1. Baraban 4dagi suv oqimi iqtisodchi tomonidan etkazib beriladigan suv bilan kompensatsiya qilinadi (to'ldiriladi) 3. Bunday holda, kelgan suv bug'lash moslamasining quvurlari orqali to'liq bug'langunga qadar qayta-qayta o'tkaziladi. Shuning uchun taklif qilinadigan chiqindi issiqlik qozonxonasi tabiiy aylanma qozon deb ataladi.

Ekonomizatorga tushadigan ozuqa suvi aslida qaynash nuqtasiga qadar isitiladi (barabondagi to'yingan bug 'haroratidan 10-20 °C past). Tamburda

to'plangan quruq to'yingan bug 'to'yinganlikdan yuqori haroratgacha qizdirish uchun supero'tkazgichga kiradi. Isitilgan bug 'harorati  $t$  har doim gaz turbinasidan chiqadigan gazlar haroratiga nisbatan pastroq (odatda 25-30 °S).

Rasim. 1 chiqindilarni isitish qozonlarining pastki qismidagi gazlar va ishlov beriladigan buyumlar oqimlarining qarshi harakati paytida harorat o'zgarishini ko'rsatadi. Gaz harorati kirish trubasidan chiqindi gazgacha doimiy ravishda pasayib boradi. Yaqinlashib kelayotgan transport vositalarining suv bilan ta'minlanishi uning haroratini tejamkorda (a nuqta) qaynash darajasiga ko'taradi. Suv bug'lanish moslamasiga shu haroratda (qaynash nuqtasidan) kiradi. Bu erda suv bug'lanadi. Bunday holda, uning harorati o'zgarmaydi (a-b jarayon). B nuqtasida ishlov beriladigan qism quruq to'yingan bug'ga o'xshaydi. Keyin bug 'isitgichi  $t_0$  ga qadar isitiladi.

Bug 'isitgichidan chiqishda hosil bo'lgan bug' bug 'turbinasiga yuboriladi, u erda u kengayadi va o'z ishini bajaradi. Turbinada ishlatiladigan bug 'kondensatorga kiradi, kondensatsiyalanadi va besleme pompasi 6 yordamida chiqindi issiqlik qozoniga yo'naltiriladi, bu esa ozuqa suvining bosimini oshiradi.

Shunday qilib, BGQ bug 'elektr stantsiyasining an'anaviy bug' issiqlik elektr stantsiyalaridan (IES) asosiy ustunligi shundaki, BGQ chiqindi issiqlik qozonida yoqilg'i yoqilmaydi va BGQ bug 'elektr stantsiyasining ishlashi uchun zarur bo'lgan issiqlik gaz turbinasi chiqindi gazlaridan tozalanadi. Shuningdek, BGQ qurilmasining bug 'elektr stantsiyasi va IESning bug' elektr stantsiyasi o'rtasidagi boshqa bir qator farqlarni eslatib o'tish joiz.

1. Gaz turbinasi (GTQ) chiqindi gazlarining harorati amalda gaz turbinasi oldidagi gazlarning harorati va gaz turbinasining sovutish tizimida bajarilgan ish bilan aniqlanadi. Ko'pgina zamonaviy gaz turbinalarida chiqindi gazlarning harorati 530-580 °C (gaz turbinasining chiqindi gazlarining alohida harorati 640 °C bo'lishi mumkin). Ekonomizator quvurlari tizimining ishonchli ishlashi sharoitida tabiiy gaz yoqilg'isida ishlaganda chiqindi issiqlik qozoniga kirish joyida berilgan suvning harorati  $t_s$  <60 °S dan kam bo'lmasligi kerak. Agar

chiqindi issiqlik qozonining chiqadigan qismida chiqindi gazlarning harorati pastroq bo'lsa, u holda har doim  $t_{t.s.}$  etkazib berilgan suvning harorati bo'yicha. baland bo'lishi kerak. Aslida chiqindi gazlarning harorati  $Q_{hch} \approx 100 \text{ }^\circ\text{C}$  darajasida va shunga mos ravishda chiqindi issiqlik qozonining samaradorligi:

$$\eta = \frac{555 - 100}{555 - 15} = 0,843,$$

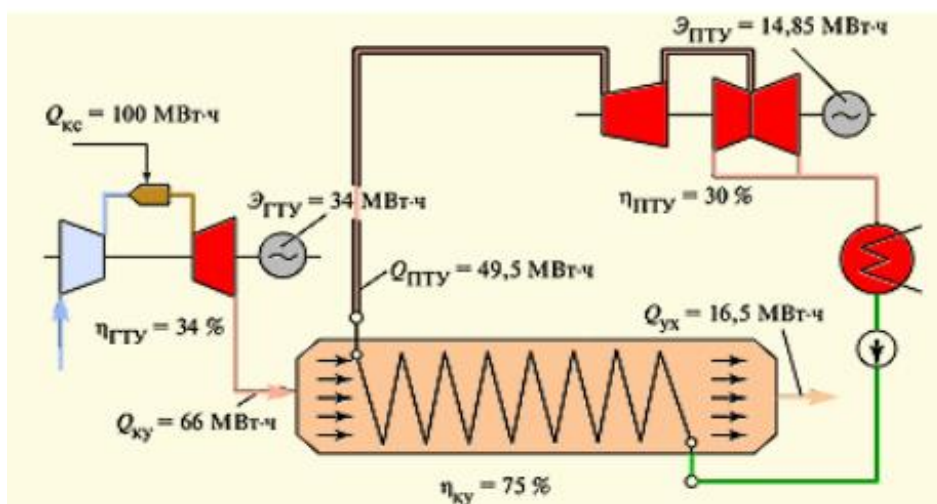
Ushbu ifodadagi qiymatlar qabul qilinadi, chiqindi issiqlik qozoniga kirish joyidagi gaz harorati  $555 \text{ }^\circ\text{C}$ , tashqi havo harorati esa  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Gaz yoqilg'isida ishlaganda, IESda ishlatiladigan bug 'generatori samaradorligi 94% ni tashkil qiladi. Binobarin, BGQ chiqindi-issiqlik qozonxonasi IES bug' generatorining samaradorligidan past FIKga ega bo'ladi [13].

2. Ko'rib chiqilayotgan BGQ bug 'turbinasi agregati samaradorligi FIK ning an'anaviy bug' turbinasi samaradorligidan ancha past. Buning sababi nafaqat BGQ chiqindi issiqlik qozonida ishlab chiqarilgan bug'ning past parametrlari, balki BGQ bug 'turbinasi qurilmasida regeneratsiya tizimi mavjud emasligi bilan ham bog'liq. Qayta tiklanish tizimini estrodiol tsikl zavodida ishlatish ham mumkin emas, chunki etkazib berilgan suvning harorati  $Q_{t.s.}$  o'sish chiqindi issiqlik qozonining samaradorligini yanada pasayishiga olib keladi.

Yuqoridagi sabablarga qaramay, BGQ qurilmasining samaradorligi yuqori bo'lib qolmoqda. Bunga ishonch hosil qilish uchun oddiy sxemaga ega BGQ birliklaridan birini ko'rib chiqamiz (2-rasm). Tekshirish jarayonida biz qurilmaning alohida elementlari yaxshi iqtisodiy ko'rsatkichlarga ega deb taxmin qilamiz.

$Q_{fc} = 100 \text{ MVt} \cdot \text{s}$  GTQ ning yonish kamerasida issiqlik hosil qilish uchun etarli gazni yoqib yuborsin. Biz GTQ samaradorligini 34% deb qabul qilamiz. Bu shuni anglatadiki, GTQ generatori  $EGTQ = 34 \text{ MVt} / \text{soat}$  elektr energiyasini ishlab chiqaradi.





Rasim 2. Qayta tiklanishning oddiy BGQ turida issiqlikni ishlashga aylantirish.

Issiqlik miqdori:

$$Q_{кы} = Q_{\text{ёк}} - \mathcal{E}_{\text{ГТК}} = 100 - 34 = 66 \text{ MBT} \cdot \text{c}$$

chiqindi issiqlik qozoniga kiradi. Uning samaradorligi  $\text{FIK} = 75\%$  deb taxmin qilamiz. Keyin qozondan bacaga:

$$Q_{\text{ч}} = Q_{кы} \cdot (1 - \eta_{кы}) = 66 \cdot (1 - 0,75) = 16,5 \text{ MBT} \cdot \text{c}.$$

$$Q_{\text{БТК}} = Q_{кы} \cdot Q_{\text{ч}} = 49,5 \text{ MBT} \cdot \text{c}$$

va issiqlik bug 'turbinasiga kiradi va elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Bug 'turbinesi qurilmasining samaradorligi  $\eta_{\text{pgu}} = 0,3$  deb taxmin qilaylik Keyin bug 'turbinesi generatori:

$$\mathcal{E}_{\text{БТК}} = Q_{\text{БТК}} \cdot \eta_{\text{БТК}} = 49,5 \cdot 0,3 = 14,85 \text{ MBT} \cdot \text{c}$$

elektr energiyasini ishlab chiqaradi. Jami BGQ:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{ГТК}} + \mathcal{E}_{\text{БТК}} = 34 + 14,85 = 48,85 \text{ MBT} \cdot \text{c}$$

elektr energiyasini ishlab chiqaradi va shunga mos ravishda

$$\eta_{\text{БГК}} = \frac{\mathcal{E}}{Q_{\text{ёк}}} = 0,4885 \text{ yoki haqida } 49 \%$$

O'tkazilgan qiyosiy tahlil FIK BGQ foydalanish turini aniqlash uchun oddiy strukturaviy formulani olish imkonini beradi:

$$\eta_{\text{БГК}} = \eta_{\text{ГТК}} + (1 - \eta_{\text{ГТК}}) \cdot \eta_{кы} \cdot \eta_{\text{БТК}}. \quad (1)$$

Ushbu formuladan darhol nima uchun keyingi 20 yil ichida PSUni yaratishga katta e'tibor berilganligini anglash mumkin. Albatta, GT-100-3M gaz turbinasini misol qilib oladigan bo'lsak, samaradorlik  $\eta_{BGQ} = 28,5\%$  ni tashkil qiladi va GTQdan keyingi harorat  $Q_g = 398 \text{ }^\circ\text{C}$  bo'ladi. Bunday gaz haroratida bug 'chiqindi issiqlik qozonidan foydalanib  $370 \text{ }^\circ\text{C}$  atrofida hosil bo'lishi mumkin va bug' turbinasi 14% atrofida samaradorlikka ega. Keyin BGQ birligining samaradorligi  $\eta_{KU} = 0,75\%$

$$\eta_{BTK} = (1 - 0,285) \cdot 0,75 \cdot 0,14 = 0,36$$

va bu holda juda muhim parametrga ega yuqori samarali bug 'turbinasi quvvat blokini qurish maqsadga muvofiqdir. Kombinatsiyalangan tsikli gaz turbinalarini qurish yuqori haroratli gaz turbinalari yaratilgandan so'ng iqtisodiy jihatdan oqlandi. Ushbu qurilmalar nafaqat yuqori samaradorlikni ta'minlaydi, balki yuqori samarali bug 'turbinasi aylanishiga sharoit yaratadi.

(1) BGQ ning gaz turbinasi va bug 'turbinasi qismlari uchun amalda universal bo'lgan ifodadan olinishi mumkin:

$$\frac{N_{GTK}}{N_{BTK}} = \frac{\eta_{GTK}}{(1 - \eta_{GTK}) \cdot \eta_{KV} \cdot \eta_{BTK}}, \quad (2)$$

ya'ni, bu ifoda faqat FIK BGQ ni belgilaydi. Yuqorida ko'rsatilgan misol uchun:

$$\frac{N_{GTK}}{N_{BTK}} = \frac{0,34}{(1 - 0,34) \cdot 0,75 \cdot 0,3} = 2,3 \approx 2,$$

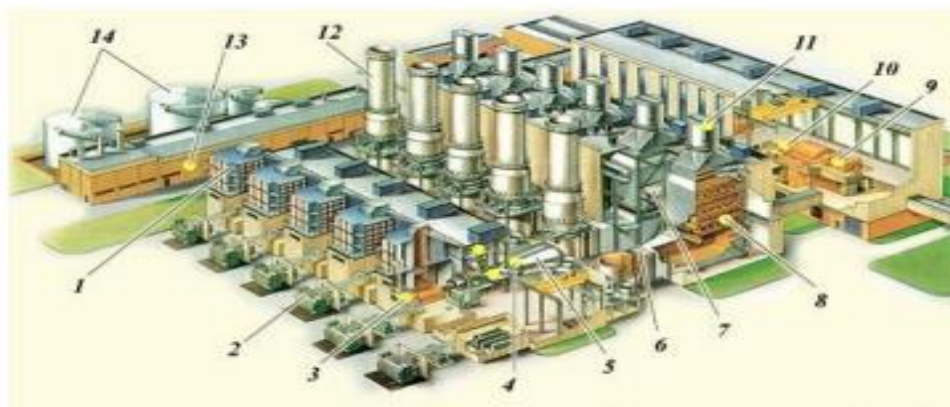
ya'ni gaz turbinasining quvvati bug 'turbinasidan taxminan 2 baravar yuqori. Aynan shu munosabat tufayli BGQ-450 T tomonidan elektr energiyasini ishlab chiqarish jihatlarini tushunish mumkin.

BGQ bilan elektrostantsiyalar qurilishini tasavvur qilish uchun 3-rasmda ko'rsatilgan IES ning uch blokli sxemasini ko'rib chiqishingiz mumkin. Har bir energiya blokida ikkita qatorda joylashgan 4 ta Siemens V94.2 GTQ mavjud. GTQ ning har biri unda ishlatilgan chiqindi gazni alohida chiqindi issiqlik qozoniga etkazib beradi 8. Ushbu qozonlarda hosil bo'lgan bug 'bitta elektr generatoriga (9) va bug' turbinasiga (10) turbinaning ostidagi kondensatsiya

moslamasida joylashgan bitta kondensator bilan beriladi. Har bir bunday energiya blokining umumiy quvvati 450 MVtni tashkil etadi (2 ta gaz turbinasi va bitta bug 'turbinasining har biri uchun taxminan 150 MVt). Chiqish diffuzori 5 va chiqindilarni isitish qozoni 8. o'rtasida gaz o'tkazmaydigan quvur 6 va aylanma mo'ri 12 o'rnatilgan. Chiber chiqindi issiqlik qozonini GTQ dan gazdan ajratib, gazni bypass stakasi orqali atmosferaga chiqarishga xizmat qiladi. Ushbu ehtiyoj energiya blokining bug 'turbinasi qismi (turbinasi, chiqindi issiqlik qozonlari, generator va boshqalar) ishlamay qolganda ularni o'chirishga qaratilgan. Bunday holda, energiya blokining quvvati GTQ asosida, ya'ni. quvvat bloki 300 MVt yuk bilan ishlaydi (faqat past samaradorlik). Bypass bacasi energiya bloklarini ishga tushirishda ham yordam beradi: chiqindi issiqlik qozonlari GTQ gazidan elak yordamida ajratiladi va to'liq quvvatga yetgandan so'ng real vaqt rejimida ochiladi. Keyin, asta-sekin, ko'rsatmalarga muvofiq, avval chiqindi issiqlik qozonini, so'ngra bug 'turbinasini ishga tushiradi.

Oddiy ish paytida, eshik, aksincha, chiqindi gazlarini bacaga kirmasdan chiqindi issiqlik qozoniga to'liq yo'naltiradi.

Gaz o'tkazmaydigan eshik katta sirt maydoniga ega va murakkab texnik moslama bo'lib, uning asosiy talabi yuqori zichlikdir, chunki zichlikning buzilishi tufayli 1% issiqlik yo'qolishi energiya blokining FIK ning 0,3% ga pasayishiga olib keladi. Shuning uchun, bypass trubasidan ba'zida voz kechiladi, bu esa ish jarayonini murakkablashtiradi.



Rasim 3. BGQ qurilmasi bilan elektr stantsiyasini qurish (Simens loyihasining istiqboli).

Quvvat blokining chiqindi issiqlik qozonlari orasiga bitta deaerator o'rnatiladi. Ushbu moslama bug 'turbinesi kondensatoridan havoni yo'qotish uchun qaytib kelgan kondensatni qabul qiladi va har ikkala chiqindi issiqlik qozonlariga tarqatadi. [20].

Yuqorida aytib o'tilgan oddiy va oddiy BGQ bug '-gaz resirkulyatsiyasi qurilmasi ko'rib chiqildi. Biroq, BGQ guruhi shunchalik xilma-xilki, ularni to'liq ko'rib chiqish mumkin emas. Shuning uchun, quyida biz printsiplial va amalda bizni qiziqtirgan BGQ ning asosiy turlarini ko'rib chiqamiz. Bundan tashqari, biz ularni shartli fazilatlar bo'yicha tasniflaymiz.

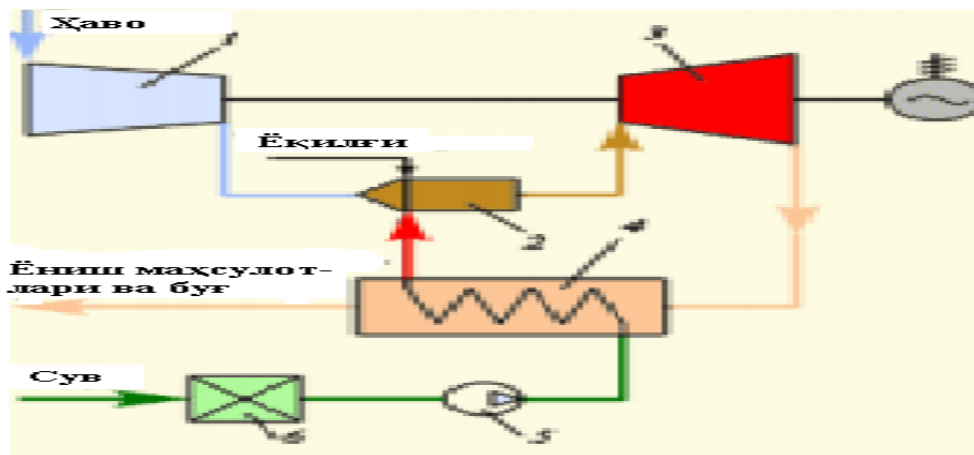
BGQlar vazifasiga qarab kondensatlash va isitishga bo'linadi. Birinchisi faqat elektr energiyasini ishlab chiqaradi, ikkinchisi - bug 'turbinasiga ulangan isitgichlar yordamida musluk suvini isitish uchun.

Ishlatiladigan BGQlar ishlov beriladigan buyumning turi va miqdoriga qarab ikkilik va monar turlarga bo'linadi. Ikkilik qurilmalarda gaz turbinesi tsiklining ishchi tanasi (havo va yoqilg'ining yonishi mahsulotlari) bug 'turbinesi qurilmasining (suv va bug') ishchi organlaridan ajratiladi. Monar qurilmalarida ishlaydigan suyuqlik yonish mahsuloti bilan suv bug'ining aralashmasidir.

Monar BGQ sxemasi rasim 4. GTQ dan chiqadigan gazlar chiqindi issiqlik qozoniga o'tkaziladi, suv chiqindi issiqlik qozoniga 5 besleme nasoslari orqali beriladi. Qurilmadan chiqadigan bug 'yonish kamerasiga 2 kiritilganda, u yonish mahsulotlariga aralashadi va hosil bo'lgan aralash gaz turbinasiga, aniqrog'i bug'-gaz turbinasiga 3 o'tkaziladi..

Sxemaning mohiyati shundaki, havo kompressoridan chiqadigan ishchi gazlar havo bug'i bilan aralashtiriladi, bu esa haroratni ma'lum darajaga tushirishga xizmat qiladi. Bunday holda, besleme nasosidan suv bosimini ta'minlash uchun kompressordan havo bosimini oshirishga qaraganda kamroq energiya talab qilinadi. Bunday holda, bug '-gaz aralashmasi bug' shaklida chiqindi issiqlik qozoniga kiradi va isitish intensivligini oshiradi va shuningdek, mo'ri orqali chiqariladi.

BGQ tipidagi monarxning asosiy kamchiliklari bug'-gaz aralashmasidan bug 'kondensatsiyasini tashkil etishning texnik jihatdan murakkabligi va natijada doimiy ishlashni talab qiladigan yuqori mahsuldor suv tozalash uskunalariga bo'lgan ehtiyojdir.



Rasim 4. Monar BGQ sxematik diagrammasi.

Chet elda monar BGQ STIG (bug 'kirish joyi bo'lgan gaz turbinasi) deb nomlanadi. Bunday General Electric qurilmalarini kam quvvatli gaz turbinalari bilan birgalikda ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. Jadvalda 1. ushbu turdagi birlik uchun General Electric-ning xususiyatlarini ko'rsatadi.

1-Jad.

Monar BGQ yonish kamerasiga bug 'tushganda energiya parametrlari va FIK o'zgarishi.

GTQ moduli	Bug'siz quvvat, MVt.	Bug 'quyishdan keyingi quvvat, MVt.	Bug'siz FIK, %	Bug 'bilan ta'minlash uchun FIK, %
LM 1600	13,0	16,7	34	40
LM 2500	22,2	26,5	35	39
LM 5000	33,1	51,9	36	43

Jadval shuni ko'rsatadiki, bug 'atomizatsiyasi bilan quvvat va samaradorlik oshadi.

Yuqorida sanab o'tilgan kamchiliklar Monar BGQ ning ko'payishiga va ularni issiqlik elektr stantsiyalarida ishlatilishiga to'sqinlik qiladi.

16 MVt quvvatga ega monoblokning modeli Ukrainaning Nikolaev shahridagi Janubiy turbin zavodida qurilgan.

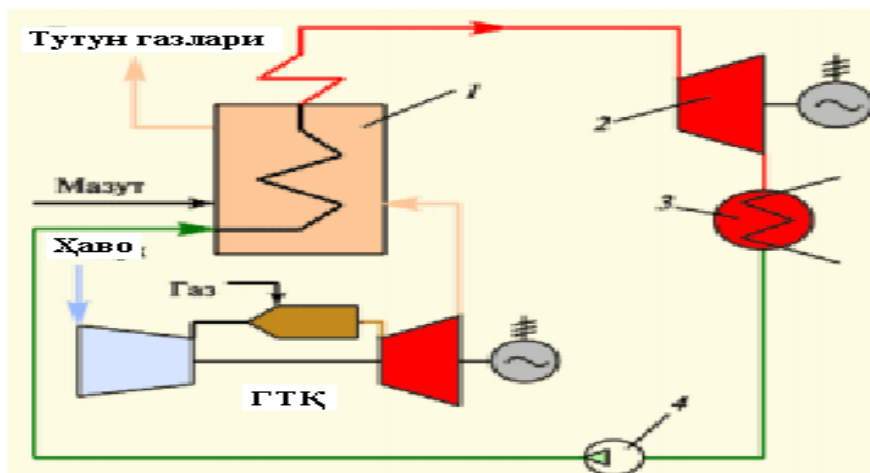
Energiya maqsadlarida ishlatiladigan BGQ ikkilik turga kiradi. Mavjud ikkilik BGQlarni beshta guruhga bo'lish mumkin:

Utelizatsiya bilan BGQ. Ushbu turdagi qurilmalarda GTQ chiqindi gazlarining issiqligi yuqori parametrlarga ega bo'lgan bug 'olish uchun ishlatiladi, bu esa bug' turbinasi chiqindilarida ishlaydigan qozonlarda ishlatiladi. Bug 'turbinasi agregatlari bilan taqqoslaganda BGQ resirkulyatsiyasining asosiy afzalliklari yuqori samaradorlik (samaradorlik 60% gacha), kapital qo'yilmalarning pastligi, sovutish suviga talabning pastligi, chiqindilarning pastligi, yuqori manevrlilikdir. Yuqorida aytib o'tganimizdek, bug 'turbinasida foydalanish uchun BGQ dan foydalanish yuqori samarali bug' hosil qilish uchun yuqori chiqindi gaz samaradorligiga ega yuqori haroratli gaz turbinasi dizaynini talab qiladi. U zamonaviy GTQ gazida yoki ushbu talablarga javob beradigan tabiiy gazda yoki engil suyuq yoqilg'ida ishlashi mumkin.

GTQ chiqindi gazlarini quvvat qozoniga etkazib beradigan BGQ. Bunday BGQlar ko'pincha qisqacha "otish" yoki past bosimli bug 'generatorlari deb nomlanadi (5-rasm). Ushbu qurilmalarda etarli miqdorda kislorodga ega GTQ chiqindi gazlari quvvat qozoniga yuboriladi, qozon purkagichining havosi aralashtiriladi va yoqilg'i yoqiladi. Shu bilan birga, qozon havo isitgichi ishlatilmaydi, chunki GTQ chiqindi gazlari juda yuqori haroratda. Sxemaning asosiy afzalligi shundaki, u bug 'turbinasi tsiklida past sifatli va arzon qattiq yoqilg'ini yoqish imkonini beradi.

Ushbu turdagi BGQlarda yoqilg'i nafaqat GTQ yonish kamerasiga, balki quvvat qozoniga ham beriladi, chunki GTQ engil yoqilg'ida (gaz yoki dizel) ishlaydi va quvvat qozonlari har qanday yoqilg'ida ishlashi mumkin. BGQ ikkita termodinamik tsiklni birlashtiradi. GTQ yonish kamerasiga kiritilgan issiqlik aylanma turdagi BGQ bilan bir xil miqdordagi elektr energiyasini ishlab

chiqaradi, ya'ni u 50% FIK ga etadi va quvvat qozoniga kiritilgan issiqlik odatdagi bug 'turbini tsiklini hosil qiladi va 40% FIK ga etadi..



Rasim 5. Past bosimli bug 'generatori bilan BGQ davri.

Shu bilan birga, GTQ chiqindi gazlaridagi ko'p miqdordagi kislorod, shuningdek, quvvat qozonlarida oz miqdordagi ortiqcha havo bug 'turbini tsiklida ishlab chiqarilgan umumiy quvvatning 2/3 qismini va GTQda 1/3 qismini keltirib chiqaradi. Shuning uchun BGQ past bosimli bug 'generatorining FIKsi taxminan quyidagicha olinadi:

$$\eta_{\text{BGQ}} = \frac{2}{3} \cdot 40 + \frac{1}{3} \cdot 50 = 43,3 \%,$$

o'sha. BGQ dan foydalanishdan ancha past. An'anaviy bug 'turbini tsikli bilan taqqoslaganda, BGQ past bosimli bug ' generatorining yoqilg'i samaradorligi BGQ foydalanishning yarmiga teng.

2 – jad.

1970-1980 yillarda qurilgan BGQ tavsifi.

Ko'rsatkichlar	BGQ turi, ishga tushirish, quvvat blokining raqami		
	BGQ-200	BGQ-250	
	Nevinomysskaya IES	Moldova IES	
	1972	1980	1982
		№1 blok	№2 blok
	YUNBG	PNBG	
Loyihaviy quvvati	200	250	

<b>BGQ, MVt</b>		
<b>Hisoblangan elektr energiyasi FIK, %</b>	36,6	37,4
<b>O'rtacha ekpluatatsion FIK, %</b>	36,9	37,8 37,4
<b>Yoqilg'i</b>	Tabiiy gaz	Mazut
<b>Bug 'turbisasi Turi</b>	K-160-130 TA	K-200-130 LMZ
<b>Quvvat, MVt</b>	160	200
<b>Dastlabki parametrlar</b>	12,8 MPa/540°S/540°S	12,8 MPa/540°S/540°S
<b>Gaz turbisasi Turi</b>	GT-35-70 XTZ	
<b>Quvvat, MVt</b>	32	
<b>Birlamchi har-t</b>	770 °S	
<b>Havoni siqish</b>	6.5	
<b>BGQ elektr FIK</b>	23.8 %	

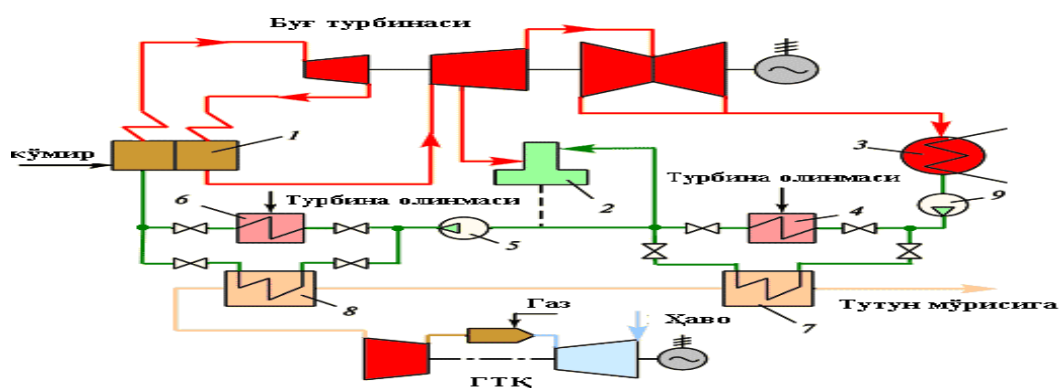
Bundan tashqari, past bosimli bug 'generatori bilan ishlaydigan BGQ sxemasi murakkab sxema hisoblanadi, chunki bug' turbinasining bir qismining avtonom ishlashini ta'minlash kerak (GTQ ishlamay qolganda yoki to'xtab qolganda), lekin sxema maxsus isitish moslamalarini talab qiladigan quvvatli qozon uchun havo isitgichini ta'minlamaydi. berilgan.

O'tgan asrning 80-yillarida Moldavskaya IESda 250 MVt quvvatga ega ikkita past bosimli BGQ bug 'generatorlari qurilgan. Taqqoslash ma'lumotlari 2-jadvalda keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, FIK BGQ bug 'turbinasining FIK-dan oddiy superkritik parametrga nisbatan bir necha foizga kam, shuning uchun bunday BGQni qurish tavsiya etilmaydi.



Ammo ijobiy natija ham mavjud. Niderlandiyada 18,6 MPa, 540 °C / 535 °C, engil mazut va FIK 41,3 tabiiy gazli 500 MVt quvvatli blok qayta tiklandi va quvvati 140 MVt, FIK 33% bo'lgan 13E GTQ ga ulandi. Natijada, BGQ 600 MVt elektr energiyasini oldi va FIKning 45,86 foizini etkazib berdi. Shuningdek, yoqilg'ining 11 foizini tejashga muvaffaq bo'ldi.

Qayta tiklovchi BGQ "siqib chiqarildi". Ushbu BGQ g'oyasi shundan iboratki, bug 'turbini regenerativ isitgichlari o'chiriladi, bu esa GTQ chiqindi gazlari yordamida quvvat qozonini oziqlanadigan suvini isitish uchun ishlatiladi (6-rasm). Saqlangan bug 'bug' turbinasida qo'shimcha quvvat olish uchun ishlatiladi. Bunday holda, saqlanadigan bug'ning kondensatsiya issiqligi ozuqa suviga tushmasdan kondensatorida sarflanadi. Binobarin, samaradorlikka faqat GTQ chiqindi miqdori issiqlik yo'qotilishidan kam bo'lganda yoqilg'i tejashda erishish mumkin.

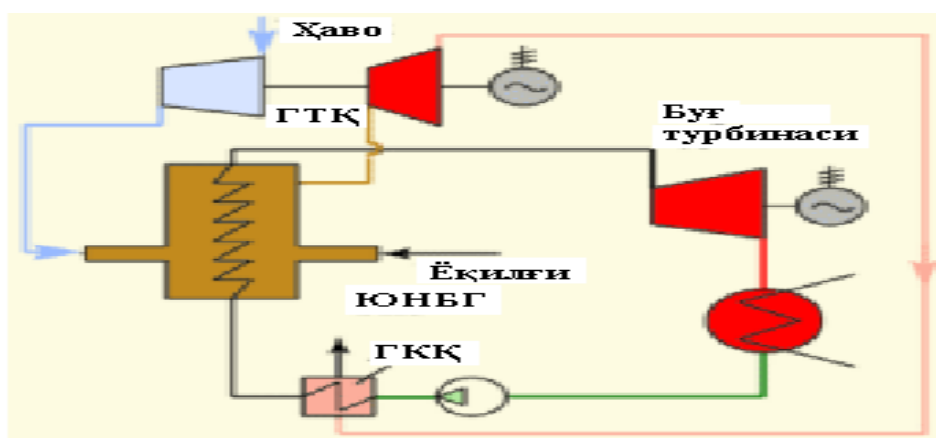


Rasim 6. "Siqilgan" regenerativ sxema BGQ.

Yuqori bosimli bug 'generatori (YUNBG) BGQ (7-rasm). Ushbu turdagi BGQda yuqori bosimli bug 'generatori bir vaqtning o'zida STP uchun quvvatli qozon hisoblanadi. GTQ uchun yonish kamerasi sifatida xizmat qiladi. Buning uchun qozon pechida GTQ kompressori tomonidan yaratilgan yuqori bosim saqlanib qoladi. Samaradorlikni oshirish uchun O'NBG oqimining yuqori qismida gaz kondensat isitgichi o'rnatiladi, bu esa GTQ chiqindi gazlari haroratini pasaytiradi.

Ushbu turdagi qurilmalarda yoqilg'i tejamkorligi GTQ va BTQ quvvatining nisbati bilan ham bog'liq.

Yuqori bosimli bug 'generatorining BGQ zanjiridagi asosiy muammolardan biri bu bug' generatori ichida hosil bo'lgan korroziya mahsulotlari tufayli gaz turbinasi oqimi yo'lining tez ishlamay qolishi.



Rasim 7. Yuqori bosimli bug 'generatori bilan ishlaydigan BGQ davri.

BGQni qayta ishlash. Ushbu turdagi bug '-gazli in'ektsiya oddiy va yuqori samaradorlikka ega. Ular juda katta BGQ guruhini tashkil qiladi.

Xususan, shakl. 1 bitta devirli resirkulyatsiyali bug '-gaz zavodi deb ataladi. Xuddi shu miqdordagi ishlov beriladigan qism (suv va bug ') zanjirdagi chiqindi issiqlik qozonining isitish sirtlari (ekonomayzer, evaporator, bug' isitgichi) orqali o'tadi. Bu ikkita qarama-qarshi talabga javob berish nuqtai nazaridan qurilmaning asosiy kamchiliklarini ta'kidlaydi. Bir tomondan, chiqindi issiqlik qozonxonasi yuqori haroratni ta'minlash uchun birinchi navbatda yuqori parametrlarga ega bug'ni ishlab chiqarishi kerak. Buning uchun bug 'turbinasi zavodining yuqori FIK-ni ta'minlash kerak. Biroq, GTQ chiqindi gazlarining issiqlik energiyasi zaxirasi ushbu parametrlarni ozuqa suvini ozgina iste'mol qilish bilan ta'minlashi mumkin. Ammo, bu holda, oz miqdordagi suv qozonga kiradigan gazlarni sovitilmasligi mumkin va chiqindi issiqlik qozonining FIK natijasida u kamayishi mumkin.

Boshqa tomondan, ozuqa suvi oqimining oshishi qozondagi chiqindi gazlarining harorati pastligi sababli yuqori FIKga olib kelishi mumkin, ammo yuqori bug 'parametrlarini ta'minlamasdan FIK GTQ ning pasayishiga olib kelishi mumkin. Bu erda bitta g'oya paydo bo'ladi: katta miqdordagi suv gaz yo'lining bo'ylab qozonning "quyruq" qismining chiqish joylaridan, ozgina qismi

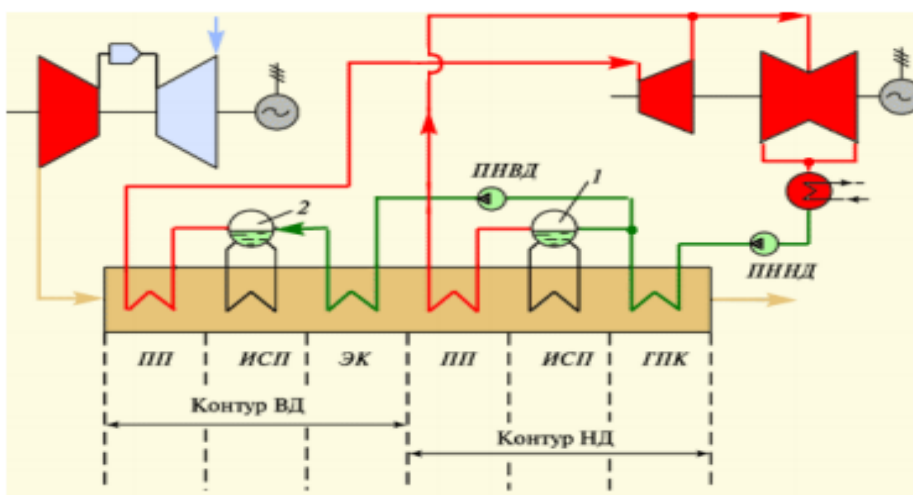
esa kirish joyidan o'tishi kerak. Bunday holda, er-xotin devirli chiqindi issiqlik qozonlari paydo bo'ladi (bunday tuzilgan BGQ sxemasi 8-rasmda ko'rsatilgan).

Bug 'turbinasi kondensatoridan chiqadigan kondensat past bosimli tejamkorga past bosimli besleme pompasi (PBUN) orqali beriladi. Ushbu iqtisodchi gaz kondensat isitgichi (BGK) deb nomlanadi. BGKda qizdirilgan kondensat (25-30%) past bosimli tamburga deyarli qaynash haroratida beriladi va bug'lanadi. Natijada paydo bo'lgan quruq to'yingan bug 'past bosimli bug' isitgichiga kiradi va u erdan bug 'turbinasining past bosimli silindriga yo'naltiriladi. Besleme suvining asosiy qismi iqtisodchi, evaparator va bug 'old isitgichidan iborat yuqori bosimli zanjirga quyiladi. Natijada yuqori bosimli bug 'bug' turbinasining yuqori bosimli silindriga (YUBTS) o'tkaziladi. BTQ orqali o'tadigan bug 'past bosimli zanjirdagi bug' bilan aralashiriladi va to'plangan bug 'past bosimli silindrga (PBTS) kiradi.

Ko'rsatilgan ikki elektronli sxema bo'yicha BGQ turini ishlatganda 50-52% FIKga erishiladi.

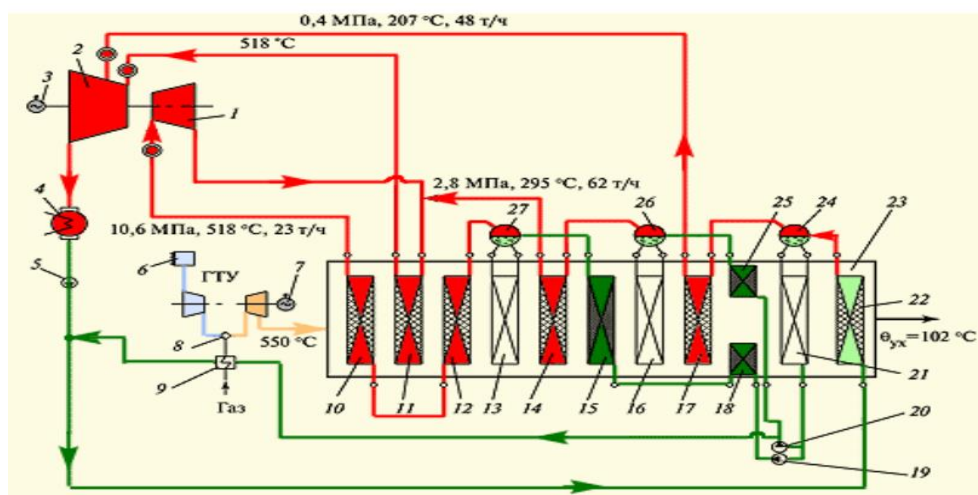
Eng zamonaviy BGQ uchta sxemada ishlab chiqarilgan (9-rasm). Sxemalar sonini uchtaga oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki kompleks sxemada kapital qo'yilmalarning ko'payishi samaradorlikka erishishga xalaqit beradi.

Ikkala elektronli BGQ va uch davrli BGQ ham isitilmasdan va chiqindi issiqlik qozonida qayta isitilishi bilan tayyorlanishi mumkin. Shu bilan birga, uch devirli BGQlarda oraliq isitishni qo'llash maqsadga muvofiqdir. Oddiy bug 'turbinasi zavodlarida bo'lgani kabi, BGQni qayta isitishning asosiy maqsadi bug' turbinasining so'nggi bosqichlarida namlikning maqbul darajasini saqlab qolishdir. Qayta isitgichdagi bosimni to'g'ri tanlash FIK BGQ ni oshiradi.



Rasim 8. Ikkita elektronli foydalanish sxemasi BGQ.

Rasim 9. uch davrli oraliq bug 'isitish bilan BGQ ning asosiy parametrlarini ko'rsatadi. Sxema Westinghouse (AQSh) GTQ 701G tipidagi boshlang'ich harorati 1260 °C va chiqindi gazning harorati 550 °C ga asoslangan. GTQ 364% FIK da 234,2 MVt quvvat ishlab chiqaradi. Egzoz gazlari GTQ uch davrli chiqindi issiqlik qozoniga 23 kirib, chiqish tomoniga o'tadi. Ish paytida bug 'turbinasining 4-kondensatori o'z issiqligini keladigan qismga o'tkazadi. Natijada, qozondan chiqadigan chiqindi gazlarining harorati 102 °C, va uning FIK  $\eta_{KY} = \frac{550-102}{550-15} = 0,826$ .



Rasim 9. O'rta bug 'bilan isitiladigan uch davrli BGQ sxematik diagrammasi (Westinghouse tomonidan ishlab chiqilgan).

Isitish sirtlari chiqindi issiqlik qozonining ichida alohida paket sifatida joylashgan. Ularning almashinuvi isitish gazlarining haroratini pasaytirish orqali sodir bo'ladi; bu holat gazdan mahsulotga maksimal issiqlik uzatilishini ta'minlaydi.

Biz chiqindi issiqlik qozonida bug 'ishlab chiqarish jarayonini o'rganamiz. Past bosimli nasos 5 past bosimli pastadir tamburiga 24 va shunga mos ravishda pastadir chiqishiga bosim o'tkazadi. 349 t / s tezlikda kondensat GKU 22 ga kiradi, u erda isitiladi va past bosimli tamburga 24 kiradi. Ushbu baraban bir vaqtning o'zida deaerator bo'lib, unga etkazib beriladigan suvsizlangan suv barcha qozon davrlarini ta'minlaydi.

Ta'minlangan suvning taxminan 14%, ya'ni. 48 t / s, 21 past bosimli evaporatorda 21 bug'lanadi, 17 bug 'isitgichida isitiladi, so'ngra 0,4 MPa va 207 ° S parametrlari bilan bug' turbinasi 2 ning PBTS ga kiradi. Qolgan ozuqa suvi o'rtacha bosimli besleme nasosiga 20 va yuqori bosimli ozuqa nasosiga 19 oqadi.

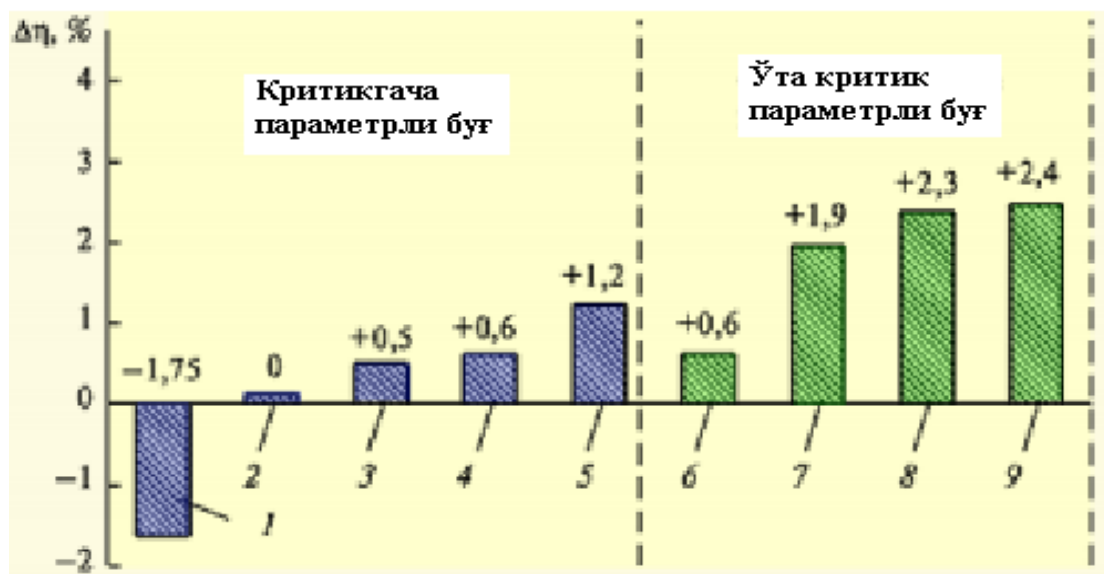
Suv oqimi 20 ta nasos chiqish qismiga bo'lingan. Uning bir qismi GTQ yonish kamerasiga o'tkaziladigan tabiiy gaz isitgichi 9 ga (suvning harorati 207 °C) yuboriladi. Etarli haroratgacha sovutilgan suv nasos 5 bilan ta'minlangan kondensat bilan aralashtiriladi va yana qozonning GKU 22 qismiga qaytadi. Bunday resirkulyatsiya tarmog'ining joriy etilishi yoqilg'i gazini isitish bilan birga GNC orqali o'tadigan suv miqdorini ko'paytirish orqali chiqindi issiqlik qozonining chiqindi gazlarini sovutish intensivligini oshiradi. Natijada, BGQ yoqilg'ini 0,4-0,5% tejashga imkon beradi.

Qabul qilingan suvning qolgan qismi nasos 20 tomonidan ekonomayzerga 25, u erdan o'rta bosimli zanjirning barabaniga 26, so'ngra bug 'isitgichga 14 quyiladi. Bu holda o'rtacha bosim zanjiri parametrlari bilan 2,8 MPa va 295 °C bo'lgan 62 t / s (taxminan 18%) bug' hosil qiladi. Ushbu bug' YUBTS bug' turbinasidan chiqadigan bug 'bilan aralashtirish uchun uzatiladi 1. Olingan oqim tezligi 301 t / s bo'lgan bosim o'rta bosimli bug' isitgich 11 ning chiqishiga kiradi, u erdan bug 'turbinasining PBTS qismiga bug' shaklida 518 °C da kiradi.

Yuqori bosimli ozuqa pompasi barabanga 19, 24 dan 12 MPa gacha tushadigan suv bosimini oshiradi va uni yuqori bosimli pastadirli ekonomizatorning ketma-ket yuzalariga 18 va 15 ga o'tkazadi. Ekonomizatoridan 27 suv yuqori bosimli ilmoq barabanida bug'lanib, yuqori bosimli bug 'isitgichiga 12 va 10 ga kiradi. Natijada, 10,6 MPa va 518 °C bosimdagi 236 t / s bug' hosil bo'lib, ular YUBTS bug 'turbinasiga o'tkaziladi.

Shunday qilib, bug 'turbini uchta bug' oqimini o'z ichiga oladi: yuqoridagi parametrlarga ega bo'lgan 239 t / soat haddan tashqari qizigan bug, 301 t / soat, ikkinchi darajali qizdirilgan bug '2,5 MPa va 518 °C parametrlarga ega va past bosimli bug' 48 t / soat, 0 bilan, 4 MPa va 207 °C parametr bilan. Uchta bug 'oqimi 140 MVt quvvatga ega bug' turbinasini ta'minlaydi.

O'rta isitish bilan ta'minlangan ko'rib chiqilgan uch davrli BGQ 374 MVt quvvat va 54% samaradorlikni ta'minlaydi.



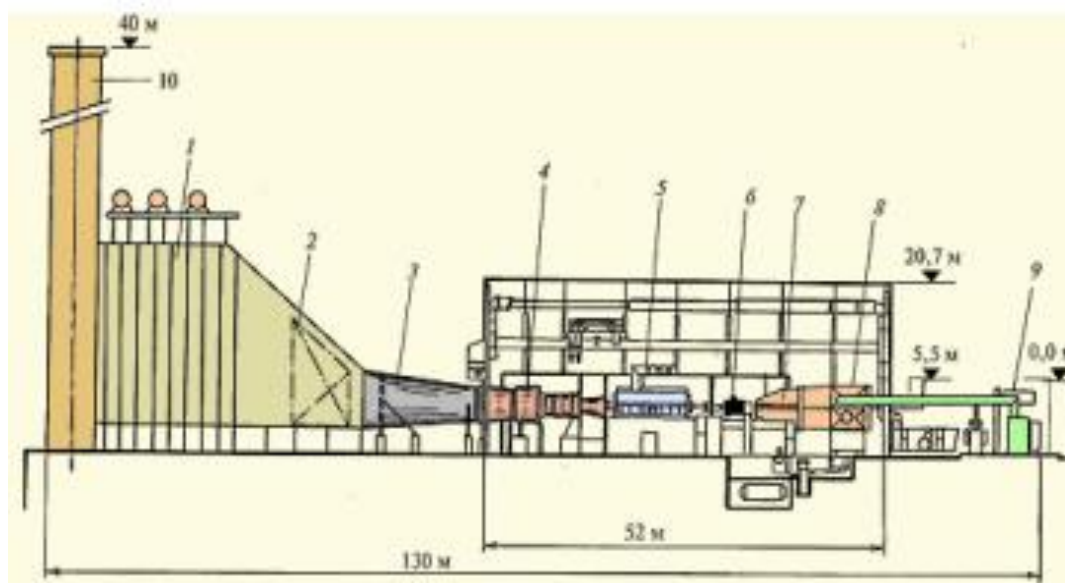
Rasim 10. Bug 'turbini tsikli parametrlarining mutlaq FIK BGQ o'zgarishiga ta'siri.

Chiqindi issiqlik qozonining texnologik murakkabligi, bug 'boshlang'ich parametrlarining oshishi va bug' turbini kondensatoridagi bosimning pasayishi kabi omillar BGQ ning raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi. Rasim 10 Siemens tadqiqotining natijalarini ko'rsatadi. Barcha taqqoslama ko'rsatkichlar GTQ chiqadigan gaz harorati 582 °C va BTQ kondensatori 4 kPa bilan olingan. 1 dan 5 gacha ustunlar muhim parametrlarga erishishdan oldin bug 'holatini aks

ettiradi. Bitta kontur uchun mutlaq FIK ikki konturga nisbatan 1,75% kam. Shu bilan birga, oraliq isitishni joriy qilish, shuningdek, bitta tsikli BGQda FIK ni 2,25% ga oshiradi. O'rta isitishga ega bo'lgan ikki davrali BGQ va oraliq isitilmasdan uch devirli BGQ deyarli bir xil (3 va 4-ustunlar). Bug 'oralig'ida isitiladigan uch davrli BGQ FIK darajasidan ancha yuqori (5-ustun).

Samaradorlikni oshirishning yana bir zaxirasi - bu muhim parametrlarga ega bug'dan foydalanish (6-9 ustunlar). Shunga qaramay, ushbu barcha holatlarda kapital qo'yilmalar sezilarli darajada oshishini yodda tutish kerak.

Rulman elementlari soniga qarab BGQ bir o'qli va ko'p valli bo'linadi. Rasim 11-da ko'rsatilgan bitta o'qli BGQ sxemasi.



Rasim -11. V94.3A GTQ bilan ishlaydigan Siemens BGQ bitta o'qli

**Bgq ning asosiy elementlari va ularning tppdagi roli.**

Generator 5 BGQ ikki tomonlama bo'lib, unga GTQ 4 bir tomondan, ikkinchidan esa ikki silindrli bug 'turbinasining o'qi ulangan. Gaz turbinasining chiqish diffuzori 3-chi diffuzor bilan jihozlangan bo'lib, u chiqindi gazlarni chiqindi issiqlik qozoniga yo'naltiradi. Ushbu dizaynning afzalligi shundaki, ikkita generator o'rniga to'liq quvvat ishlab chiqaradigan bitta generator o'rnatiladi.

*Bir valfli BGQ ham kamchiliklarga ega.*

Birinchi, generatorni ta'mirlash juda qiyin, uning statori gorizontal holatga ega emas. GTQ va BTQ rotorlarini ajratib bo'lgandan keyin alternator rotorini tiklash uchun alternatorni ko'taring va  $90^\circ$  ga burang yoki to'liq ta'mirlash joyiga torting [12].

Ushbu kamchilikni bartaraf etish uchun generator va bug 'turbinasini almashtirish mumkin. Ammo, ikkinchi kamchiligi shundaki, GTQni ishga tushirishdan oldin bug 'turbinasida vakuum hosil qilish uchun assimilyatsiya ejektorlaridan foydalanish kerak va buning uchun tashqi manbadan ejektorning assimilyatsiya qismigacha bug' topish kerak.

Uchinchi, agar bug 'turbinasi biron bir sababga ko'ra ishlamay qolsa, GTQ dan foydalanish mumkin emas.

Shunday qilib, butun agregatning ishga tushirilishi bug 'turbinasining ishga tushirilishiga bog'liq. Bu BGQ-ning asosiy afzalliklaridan birini - uning manevrligini yo'q qiladi. Yana bir noqulaylik shundaki, agar gaz turbinasining quvvati past bo'lsa, bug 'turbinasi bir xil past quvvatni ishlab chiqaradi. Bu holda bug 'turbinasining birinchi bosqichining balandligi past, FIK esa past bo'ladi. Shuning uchun bunday BGQlarni yuqori quvvatli GTQ bilan qurish tavsiya etiladi.

Ushbu kamchiliklarga qaramay, bugungi kunda General Electric ushbu turdagi BGQ ishlab chiqarishni davom ettirmoqda.

Bir qator o'qli BGQda elektr generatorining rotor 5 va bug 'turbinasining rotor 6 o'rtasida maxsus avtomatik ajratuvchi debriyaj o'rnatilishi rejalashtirilgan. Buning maqsadi bug 'turbinasi rotorini o'chirmasdan GTQni ishga tushirish yoki bug' turbinasiz ish oqimini tashkil qilishdir.

Bugungi kunda ko'plab BGQlar ko'p valli dizaynda ishlab chiqarilgan. Masalan, Rasim 9 ikkita o'qli BGQni ko'rsatadi. Ko'p BGQ uch valli, ya'ni ikki blokli shaklda qurilgan. Ular o'zlarining chiqindi issiqlik qozonlari bilan quvvat blokida ikkita gaz turbinasiga ega. Chiqindilarni isitish qozonlari hosil bo'lgan



bug'ni bitta bug 'turbinasiga etkazib beradi. Bundan tashqari, bitta gaz turbinasi bilan uchta gaz turbinasi ishlaydigan 4-valfli analogni ham berishingiz mumkin.

### **1.3.Energetik tizimlarini boshqarish avtomatizatsiyasi va ularning ahamiyati.**

Issiqlik elektr stantsiyalarining rivojlanishi bilan texnologik uskunalarning alohida qismlari rivojlanib, issiqlik elektr stantsiyalari yanada murakkablashdi. Bunday muhitda asboblari va boshqarish moslamalari alohida ahamiyatga ega bo'ladi. Avtomatlashtirilgan boshqarish va tartibga solish tizimlari, kompyuter texnologiyalari va mikroelektronikaning jadal rivojlanishi elektr stantsiyalarining rentabelligini va ekologik tozaligini, shuningdek ularning ishonchligi va xavfsizligini oshirish uchun yangi imkoniyatlar ochdi.

Zamonaviy BGQ qurilmalariga xizmat ko'rsatish jarayoni IJ ATB uchun yagona dasturiy-apparat kompleksi yordamida amalga oshiriladi. Majmuaga quyidagilar kiradi:

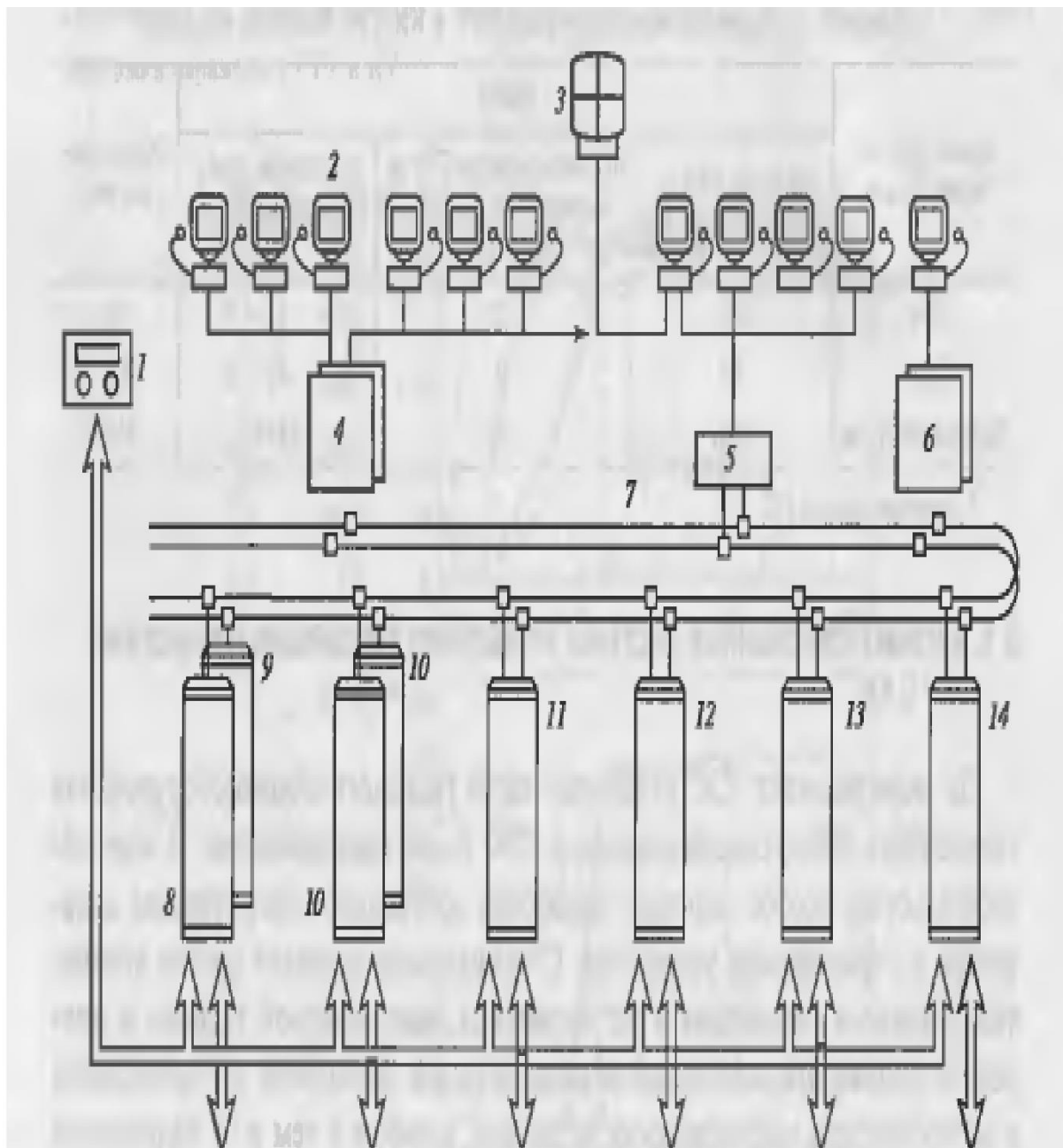
- o'lchov vositalari (datchiklar);
- massa oqimini boshqarish moslamalari;
- tartibga solish, boshqarish, boshqarish va avtomatlashtirish vazifalarini bajarish uchun haqiqiy IJ ATB tizimi;
- Operatsion va ergonomik vazifalar uchun boshqaruv paneli, IJ ATB-da operator xonasi bilan indikatsiya va o'zaro ta'sirlash funktsiyalarini bajaradi.

Gaz turbinasi va BGQ ning to'liq avtomatizatsiyasi ishlatilgan yoqilg'ining ishonchli ishlashi va optimal ishlatilishini ta'minlaydi. Texnologik jarayon avtomatlashtirilgan boshqarish va boshqarish vositalari bilan ishlaydigan xodimlar tomonidan amalga oshiriladi. Operatorlar oldidagi boshqaruv xonasidagi devorda odatda funktsional modullar va kichik guruhlar, oraliq va umumiy texnologik zanjirlarni, jihozlarning holatini va uning himoya ko'rsatkichlarini va signalizatsiya moslamalarini kuzatuvchi qurilmalar bilan jihozlangan qurilma mnemonikasi va diagrammasi mavjud.

Turli xil kompaniyalar va tashkilotlar energiya bozorida KU bilan BGQ boshqaruv tizimlarini taklif qilishadi. Sankt-Peterburgdagi Shimoliy-G'arbiy

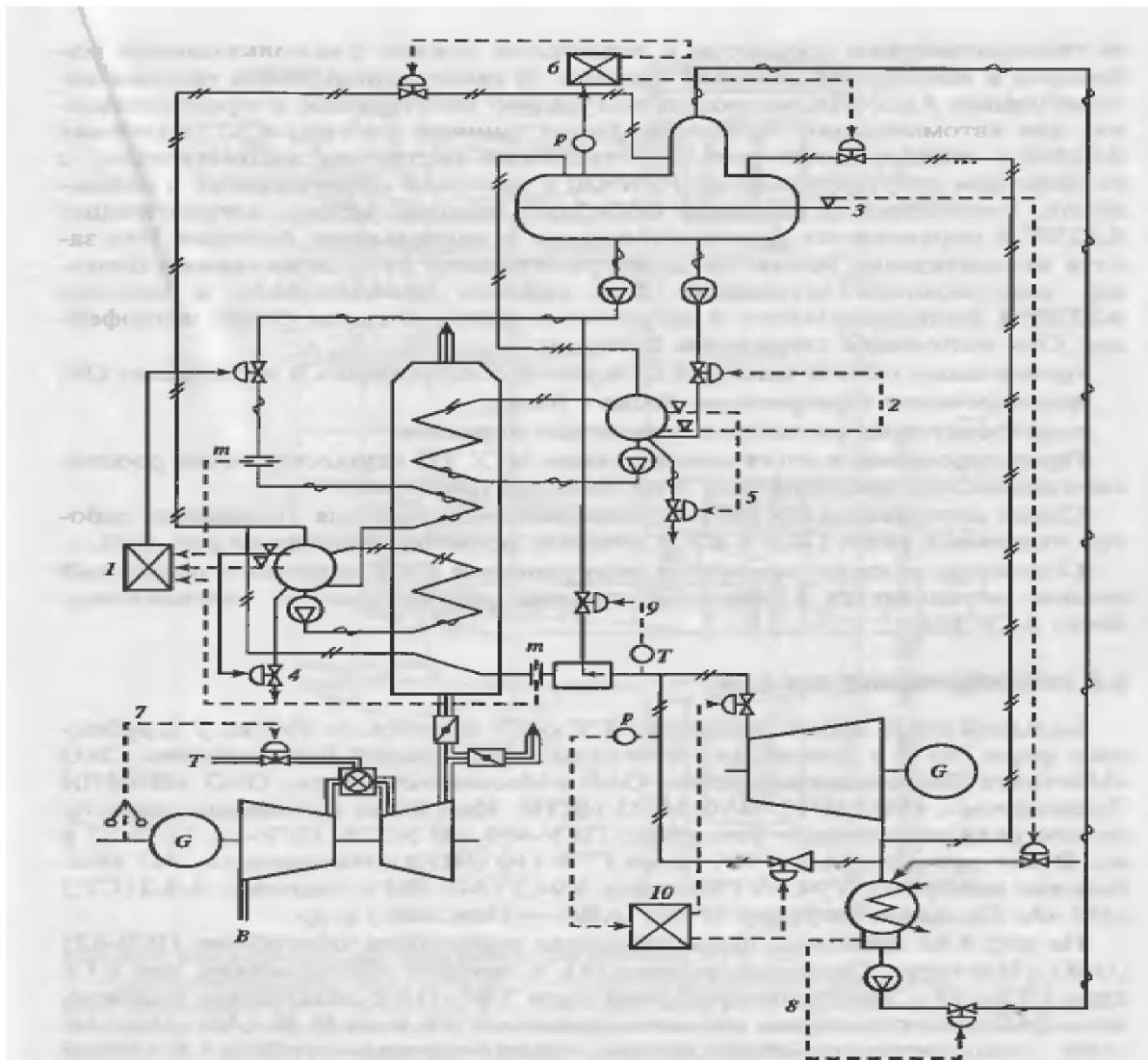
IEMda Siemens o'zining apparati - tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan avtomatlashtirilgan jarayonlarni boshqarish tizimini amalga oshiruvchi TELEPERM ME ni taqdim etdi.

Ushbu IJ ATB texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish uchun zarur bo'lgan barcha funksiyalarni bajarishi mumkin: texnologik ma'lumotlarni hisobga olish va qayta ishlash, tartibga solish va boshqarish, hisob-kitoblar va optimallashtirish. Shu bilan birga, monitoring, xabarlarni chiqarish, texnik xizmat ko'rsatish va jarayonlarning monitoringi monitorlar va ixcham panel uskunalari yordamida interaktiv ravishda amalga oshiriladi. Sxema modulli dizaynga ega va jarayonni avtomatlashtirish uchun mo'ljallangan AS200EA avtomatlashtirish tizimidan foydalanadi. CS275 avtobus tizimi orqali AS220EA tizimi boshqa avtomatizatsiya tizimlari bilan, shu jumladan: PSWS30 tuzilmaviy qurilmasi va OS265-6 xizmat ko'rsatish va monitoring tizimi bilan aloqa o'rnatadi. AS220EA avtomatizatsiyasining ishlash printsiplari funksional va signal bloklari bilan belgilanadi. Alohida markazlashtirilmagan funktsiya bloklari barcha muammolarni avtomatik ravishda hal qiladi. Har bir AS220EA funktsiyasi va signal birligi uchun tizimda quyidagi funktsiyalarni bajaradigan interfeys birliklari mavjud:



**Rasim 1. Sankt-Peterburgdagi Severo-Zapodnaya IES uchun APCS konfiguratsiyasi (TELEPERM ME, Siemens)**

1-an'naviy boshqaruv uskunalari; 2-jarayonni boshqarish monitor; 3 yoki uchta keng ko'lamli ekranlar; 4-nazorat va nazorat qilish tizimi (OS265-6); 5-aloqa shlyuzi; 6-tuzilma qurilmasi (PSWS30); Gorizonta-vertikal tuzilishga ega 7-barli tizim (CS275); 8-GTQ avtomatizatsiya tizimi (AS220EHF); 9-14-avtomatizatsiya tizimlari (AS220EA) mos ravishda KU, BTQ, BGQ bug 'aylanishi, isitish tizimi, elektr jihozlari.



**Rasim 2. Ikki bosim KU bo'lgan BGQ jarayonini avtomatik boshqarish regulyatorlari sxemasi.**

HP qozon barabanidagi 1-uch pulsi darajadagi regulyator; LP barabanidagi 2-puls darajasining regulyatori; DPV tankidagi 3 darajali regulyator; 4-yuqori bosimli barabanni favqulodda chiqarish uchun regulyator; 5 xil baraban SH; DPVdagi 6-bug 'bosimining regulyatori; 7 quvvat regulyatori; PT kondensatoridagi 8 darajali regulyator; 9-qizib ketgan HP bug'ining harorati regulyatori; 10-HP bug 'bosimining regulyatori HFga kirish joyida va bug'ning kondansatkichga tushirish bypassida; p-bosimni o'lchash; T haroratini o'lchash; m-o'rtacha oqimni o'lchash;  $\Delta$  darajadagi o'lchov; - // - - bug'; ——— - suv.

- OS kuzatuv va texnik xizmat ko'rsatish tizimlari bilan ma'lumot almashishni tashkil qiladi;

- blokdan blokga telegramma yaratish;
- ma'lumotlar yig'uvchisi uzatuvchisidagi barcha signallarni tayyorlash.

Rossiya-Germaniya kompaniyasi ZAO Interavtomatika jarayonlarni boshqarish tizimlari kabi qurilmalarni loyihalash va ishlab chiqarish bilan shug'ullanadi.

BGQ qulining alohida qismlarining ishlashini boshqarish uchun ishlatiladigan avtomatik sozlash sxemasi Rasim 2-da namuna sifatida ko'rsatilgan.

IJ ATBning ajralmas qismi sifatida - BGQ uskunalari elementlarining holatini aniqlash uchun diagnostika tizimidan foydalanish.

### **Nazorat savollari.**

1. Bug 'turbinalar bug'-gaz tsiklidan nimasi bilan farq qiladi?
2. GTQ tsikli BTQ davridan nimasi bilan farq qiladi?
3. Chiqindilarni issiqlik qozonxonasi qaysi sinf qozonlariga tegishli?
4. O'zbekistonda qancha issiqlik elektr stantsiyalari BGQ dan foydalanadi?
5. Dunyoda etakchi BGQ issiqlik elektr stantsiyalari joylashgan mamlakatlarni sanab o'ting?
6. Qaysi kompaniyalar dunyoda energiya ishlab chiqaruvchilar orasida BGQ ishlab chiqarishda etakchi hisoblanadi?
7. BGQ monar tsikli sxemasi va BGQ bitta tsikli resirkulyatsiya sxemasi o'rtasidagi farq nima?
8. Ko'p valli BGQ ning afzalligi qachon seziladi?
9. BGQ bitta valining afzalliklari va kamchiliklari qanday?
10. Mamlakatimizda qo'llaniladigan BGQ ning afzalliklari va kamchiliklari qanday?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. Tsanev S.V., Burov V.D., Remezov A.N. Gazoturbinnie i parogazovie ustanovki teplovix elektrostantsiey. –M., MEI. 2003. -584 s.
2. Popov S.K. Razrabotka i raschet teplovix sxem termodinamicheskoy idealnix ustanovok. –M., MEI. 2005. -60 s.

3. Montaj i ekspluatatsiya teplotexnicheskogo oborudovaniya. Pod red. V. A. Gorbenko. –M., MEI. 2002. -40 s.
4. Zanin A. I., Bogomolova T. V. Parovaya turbina AES K-500-65G`3000 (sxemi, komponovka, konstruktsiya). –M., MEI. 2001. -68 s.
5. Клычев Sh.I., Мухаммадиев M.M., Аvezov R.R., Potaenko K.L. Нетрадиционные i возобновляемые источники энергии. Учебник для вузов. –Т.: “Fan va texnologiya”. 2010. -190 s.
6. Nasirov T.X., Сытдыков R.A. Energeticheskie obsledovaniya predpriyatiy energeticheskoy otrasli. Tashkent: “Fan va texnologiya”. 2014. -198 s. Nasirov T.X., Сытдыков R.A. Многокритериальные модели оптимизации энергосистем. Tashkent: “Fan va texnologiya”. 2014. -227 s.
7. Saidxodjayev A.G., Saidxodjayeva M.A. “Energiya tejamkorligi asoslari” fanidan O’quv qo’llanma. –Toshkent.: TDTU, 2010.-258 b.
8. Xoshimov F. A., Metodicheskie osnovy energosberejeniya v promyshlennosti, Tashkent, «Sovremennye problemy energetiki i ispolzovanie возобновляемых источников энергии», Respublikanskaya nauchno-texnicheskaya konferentsiya, 2010.
9. Xoshimov F.A., Allaev K.R., Energosberejenie na promyshlennых predpriyatiyah, -Tashkent.: Iz-vo «Fan», 2011. - 209 str.

### ***3-ma'ruza. Energiyani topish va ularning mazmuni usullari. (2 soat).***

#### ***Reja:***

1. Energiyani tejash muammolari. Nasosli saqlash stantsiyalari. Volan. Elektrokimyoviy akkumulyator.
2. Avtomobil bilan saqlash. Gidravlika va tortishish kuchi. Elektrolizator.
3. Kondensatorlar.

#### **3.1. Energiyani tejash muammolari. Nasosli saqlash stantsiyalari. Volan.**

##### **Elektrokimyoviy akkumulyator**

Issiq tutish: kelajak uchun asosmi? Issiqlik energiyasining to'planishi (IES) turli texnologiyalar tufayli yuzaga keladi. Maxsus texnologiyaga qarab, ortiqcha issiqlik energiyasi alohida foydalanuvchilar tomonidan qurilish (shu jumladan keng ko'lamda), tuman, shahar yoki shahar foydalanish uchun odatiy miqyosda soatlab, kunlarda yoki hatto bir necha oy davomida saqlanishi va ishlatilishi mumkin. Foydalanish namunalari: energiya talabini kecha va kunduz o'rtasida muvozanatlash, yozda issiqlikni qishda isitish uchun yoki qishda sovuq havoni tozalash uchun. Saqlash joylariga suv massasini yoki muzni saqlash uchun quduqlardan foydalangan holda issiqlik almashinuvchilari bilan bog'langan tuproq massivlari yoki er osti qatlamlari; suv o'tkazmaydigan qatlamlar orasida joylashgan chuqur qatlamlar; shag'al va suv bilan to'ldirilgan va yuqoridan izolyatsiya qilingan sayoz quduqlar; evtektik eritmalar va sho'r isitish pechlari ham tashuvchisi bo'lishi mumkin.

Saqlash uchun issiqlik energiyasining boshqa manbalari arzon narxdagi elektr energiyasini ishlab chiqarishning hozirgi davrida issiqlik nasoslari tomonidan ishlab chiqarilgan issiqlik yoki sovuq bo'lishi mumkin; estrodiol issiqlik elektr stantsiyalaridan issiqlik; qayta tiklanadigan energiya manbalari tomonidan ishlab chiqariladigan issiqlik, elektr tarmoqlari ehtiyojidan oshadigan va sanoat jarayonlaridan chiqadigan issiqlik. Ham mavsumiy, ham qisqa muddatli issiqlik ombori qayta tiklanadigan energiyaning yuqori ulushini arzon narxlarda muvozanatlash va qayta tiklanadigan energiyani 100 foizga etkazish

uchun elektr va issiqlik tarmoqlarini elektr tarmoqlariga ulash uchun muhim vosita hisoblanadi.

Quyosh energiyasini saqlash. Ko'pincha ishlatiladigan quyosh isitish tizimlari energiyani bir necha kundan bir necha kungacha saqlashi mumkin. Shu bilan birga, quvvati mavsumiy issiqlik energiyasini yig'ish (MIES) dan foydalanish orqali oshiriladi, bu esa quyosh energiyasini yozda saqlashga va qishda xonalarni isitish uchun ishlatishga imkon beradi. Kanadaning Alberta shahrida joylashgan Dreyk Lenling Quyosh Jamiyati bir yil ichida quyosh energiyasining 97 foizidan foydalanishni o'rgandi - bu rekord faqatgina MIES tomonidan erishilgan. Quyosh issiqlik energiyasini ishlab chiqarish uchun yuqori haroratli tizimlarda yashirin va sezgir issiqlikni ishlatish ham mumkin. Alyuminiy va kremniy (Al, Si<sub>12</sub>) kabi turli xil evtektik metall birikmalari samarali bug'lanish uchun yuqori erish nuqtalariga ega, tsement asosidagi alyuminiy qotishmalari esa issiqlikni yaxshi saqlaydi.

Eritilgan tuz texnologiyasida sof tuz, shuningdek, quyosh energiyasini eritish issiqligidan yuqori haroratda saqlash uchun ishlatiladi. Qoldiq issiqlik energiyasini to'plash usuli sifatida fiziologik eritmalardan foydalanish mumkin. Hozirgi vaqtda quyosh markazlarida yig'iladigan issiqlik energiyasini saqlashning tijorat texnologiyalari qo'llanilmoqda (masalan, minora tipidagi elektr stantsiyasi yoki parabolik tsilindr). Keyin issiqlik o'ta qizib ketgan bug'ga aylanadi, bu odatdagi bug 'turbinalarini harakatga keltiradi va yomon ob-havo sharoitida yoki kechasi elektr energiyasini ishlab chiqaradi.

Bu 1995-1999 yillardagi Quyosh Ikkinchi loyihasida namoyish etildi. 2006 yildagi hisob-kitoblarga ko'ra, elektr energiyasiga va issiqlikni to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantirishdan oldin issiqlik sifatida to'plangan energiyani taqqoslash asosida samaradorlik 99% ni tashkil qiladi.

Tuzlarning turli evtektik aralashmalari ishlatiladi (masalan, natriy nitrat, kaliy nitrat va kaltsiy nitrat). Issiqlik suyuqligi kabi tizimlardan foydalanish kimyo va metallurgiya sanoatida keng qo'llaniladi. Tuz 131 oS (268 F) da eriydi.



Suyuq 288 oS (550 F) da izolyatsiya qilingan "sovuq" saqlash idishlarida saqlanadi.

Suyuq tuz quyosh batareyalari orqali o'tadi, u erda quyosh issiqligi 566 ° C (1051 F) ga qadar qiziydi. Keyin u issiq saqlash idishiga yuboriladi.

Idishning o'zi izolyatsiyasi yordamida issiqlik energiyasini bir hafta davomida saqlash mumkin.

Elektr energiyasi kerak bo'lganda, eritilgan tuz odatdagi bug 'generatoriga quyiladi va juda qizib ketgan bug' hosil qiladi va har qanday ko'mir, neft yoki atom elektr stantsiyasida ishlatiladigan standart bug 'turbinesi ishlaydi.

100 MVt quvvatga ega turbina shunga o'xshash tarzda to'rt soat davomida 9,1 m (30 fut) diametrli va 24 m (79 fut) bo'linmada ishlashi kerak.

Bo'linadigan plastinka bo'lgan bitta idish issiq va sovuq eritilgan tuzlarni saqlash uchun mo'ljallangan. Ikkita konteyner bilan taqqoslaganda birlik hajmiga 100% dan ortiq energiya saqlashga erishish ancha tejamkor, chunki eritilgan tuzlarni saqlash uchun mo'ljallangan idish uning murakkab dizayni tufayli qimmatroq. Tuzli isitgichlar, shuningdek, eritilgan tuzlarda energiyani saqlash uchun ishlatiladi.

Ispaniyadagi bir nechta parabolik elektr stantsiyalari va quyosh panellarini ishlab chiqaruvchi Solar Reserve bu issiqlik konsepsiyasidan foydalanadi.

AQShdagi Solana elektr stantsiyasi 6 soat davomida eritilgan tuzlarda energiyani to'plashi mumkin. 2013 yilning yozida isp.

Olimlar azaldan energiya tejash yo'llarini qidirib topdilar, shunda ular uni istagan paytda ishlatishlari mumkin, va tabiat xohlaganda emas. Va aytishim kerakki, bunda insoniyat ma'lum yutuqlarga erishdi. Elektr tokining ta'sirini "kechiktirish" ga olib keladigan ko'plab usullar ixtiro qilindi. Biroq, ularning barchasi doimiy ishonchli saqlash uchun yaroqsiz va eng muhimi, ular biz xohlagan darajada kuchli emas.

Eng yuqori darajada. Nihoyat, muammo shu qadar kattalashdiki, unga eng yuqori darajada murojaat qilindi. Bosh vazir o'rinbosari Arkadiy Dvorkovich RUSNANO va Rossiya Federatsiyasi Energetika vazirligiga sanoat

energiyasini saqlash texnologiyalarini rivojlantirish dasturini ishlab chiqishni buyurdi. Bunday texnologiyalar avariya holatlarida elektr energiyasining etishmasligini qoplash bilan bir qatorda shamol va quyosh elektr stantsiyalarining talab qilinmagan avlodini tejashga qodir.

Muammo shundaki, dunyoda ozmi-ko'pmi maqbul yo'llar hali topilmagan. Biroq, davlat ko'magi, albatta, qidiruvni kuchaytirishga imkon beradi. Bundan tashqari, ushbu sohadagi investitsiya loyihalari xavfini qoplash va shu bilan yangi saqlash moslamalarini joriy etishga bo'lgan talabni rag'batlantirish rejalashtirilgan. Saqlash moslamalaridan foydalanish tejamkor mahalliy energiya tizimlarini yaratishga, iste'mol cho'qqilarini tekislashga va taqsimlangan energiya uchun elektr savdosi bozorlarini yaratishga imkon beradi.

Endi elektr stantsiyalarining ishlashi iste'molchilarga moslashtirildi, ammo to'satdan ishga tushishi va yuzaga kelishi mumkin bo'lgan baxtsiz hodisalarni oldini olish uchun energiya tanqisligini bir yarim soatdan ikki soatgacha qoplashga qodir bo'lgan 10-20 MVt quvvatga ega akkumulyator kerak. Uni qidirish so'nggi 20 yil ichida olib borilgan, ammo hozirga qadar zarur bo'lgan akkumulyator topilmadi va allaqachon mavjud bo'lganlar juda qimmat va past samaradorlikka ega.

Endi ishlatiladigan batareyalarning quvvati 1 2 MVt dan oshmaydi. Shunday qilib, Italiyaning Enel energetika konserni 2015 yil kuzida 10 MVt quvvatga ega 2 MVt quvvatga ega quyosh stantsiyasiga ega elektr energiyasini saqlash joyini ishga tushirdi.

Saqlash tizimlariga bo'lgan eng katta talab, prognozlarga ko'ra, qayta tiklanadigan energetikaning umumiy ishlab chiqarishda ulushini faol ravishda ko'paytiradigan mamlakatlarda bo'ladi (ba'zi mamlakatlarda uni 25-30 foizgacha oshirish rejalashtirilgan), shuningdek Osiyo va Afrikada singari izolyatsiya qilingan energiya tizimlarida. Yana bir potentsial iste'molchi - Uzoq Sharq, bu erda qayta tiklanadigan manbalar katta elektr tarmoqlaridan uzoqligi sababli kerak va faol ravishda joriy qilinmoqda, ammo avlodning beqarorligi sababli ular dizel qurilmalari bilan birgalikda ishlashga majbur bo'lmoqdalar.

Bundan tashqari, bunday tizimlar elektr jihozlarida ham talabga ega bo'ladi, bu erda saqlash moslamalari iste'mol jadvalini tekislash uchun mo'ljallangan.

"Muqobil energiya allaqachon dunyoda o'z o'rnini egallagan", deydi RUSNANO rahbari Anatoliy Chubais. - Umumiy ishlab chiqarish hajmidagi ulushi 1% dan 10% gacha o'sdi va bundan keyin ham o'sib boradi. Mutaxassislarning fikriga ko'ra, 2050 yilga kelib energiya balansining 40 foizigacha alternativa energiyasi tashkil etadi. Ishonamanki, yaqin 5-15 yil ichida elektr energiyasini saqlash tijorat jihatdan foydali texnologiyaga aylanadi - va biz boshqa elektr sanoatiga o'tamiz.

Ishlab chiqarish va iste'molni ajratib turadigan kashfiyot texnologiyasi energiya tejashdir. Ushbu texnologiya bizning uylarimizni o'zgartiradi, chunki bu holda iste'molchi elektr energiyasini ishlab chiqaruvchidan mustaqil bo'ladi. Va bu 2050 yil emas, balki 2030 yil haqida emas, balki ancha oldinroq bo'lgan vaqt haqida.

RUSNANOda bo'lib o'tgan "Rossiya Federatsiyasida elektr energiyasini saqlash uchun davlatni rag'batlantirish tizimini yaratish" strategik sessiyasida energiya saqlash tizimlarining global bozori pog'ona chegarasida - 10 yil ichida uning hajmi 100 baravar o'sishi mumkinligi ta'kidlandi. Zotan, saqlash tizimlarini ishlab chiqarish narxini pasaytirish va texnik echimlarni sanoat tomonidan 2020 yil boshida talab qilinadigan darajaga ko'tarish tendentsiyasi mavjud.

Tabiatni muhofaza qilish vazifalari. Umuman olganda, energiyani samarali saqlash, shu jumladan qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish muammosi hozirgi kunda eng qiyin energiya masalalaridan biri hisoblanadi. Albatta, batareyalarni kiritish elektr ta'minotini yanada ishonchli qiladi va uni zaxiralashga imkon beradi.

Yig'ish moslamalari yordamida quyidagi vazifalar hal qilinadi:

- ishlab chiqaruvchi birlik tomonidan ishlab chiqariladigan pulsatsiyalanuvchi quvvatni, masalan, doimiy o'zgaruvchan shamol tezligi sharoitida tenglashtirish;

- blok ishlamay qolgan yoki uning quvvati etarli bo'lmagan davrlarda iste'molchilarga energiya etkazib berish maqsadida energiya ishlab chiqarish va iste'mol qilish jadvallarini muvofiqlashtirish;

- ishlab chiqaruvchi blok tomonidan umumiy elektr energiyasini ishlab chiqarishni ko'paytirish.

Ushbu vazifalarni bajarish uchun, qoida tariqasida, energiya ta'minoti 2-3 kunlik iste'mol uchun mo'ljallangan sig'imli saqlash moslamalari ishlatiladi. Ular elektr energiyasini ishlab chiqarishda etarlicha uzoq pasayish davrida foydalanish uchun zarurdir.

Energiyani tejash bilan bog'liq muammolarni hal qilishda batareyalarning ko'plab xususiyatlarini hisobga olish kerak:

- nisbiy massa;
- birlik xarajatlari;
- energiyani saqlash muddati;
- energiya o'zgarishlarining murakkabligi;
- foydalanish xavfsizligi va boshqalar.

Batareyaning talab qilinadigan quvvati jihozning turiga va xususiyatlariga, ishlab chiqaruvchi moslamani ishlatish shartlari va sxemasiga, yuk hajmi va iste'molchilar sxemasiga bog'liq. Shuningdek, u texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar asosida belgilanadi, chunki yig'ish ob'ektni energiya bilan ta'minlash narxining katta o'sishiga olib kelmasligi kerak.

Nasosli saqlash stantsiyalari. Hozir energiya tejash muammosi qanday hal qilinmoqda? Darhaqiqat, insoniyat juda ko'p turdagi batareyalarni ixtiro qildi - allaqachon tanish bo'lganlardan tortib to ekzotikgacha.

Eng mashhurlari mexanikdir. Masalan, nasosli saqlash elektr stantsiyalari (PSPP).

Gidroenergetika mohiyatan mexanik energiyaning bir turi, ammo u juda katta miqdorda to'planishi va energiya tizimlarining o'zgaruvchan yukini tenglashtirishga imkon beradigan va issiqlik elektr stantsiyalarining bir xil ishlashini ta'minlaydigan shunday quvvatda va shunday vaqt oralig'ida ishlatilishi bilan farq qiladi.

Nasosli elektrostansiya ikkita suv omborini (yuqori va pastki) o'z ichiga oladi, ularning darajasi farqi odatda 50 metrdan 500 metrgacha. Mashina xonasida dvigatel nasoslari va turbin generatorlari sifatida ishlay oladigan qaytariladigan bloklar mavjud. Yuqori boshlarda (500 metr va undan ortiq) alohida nasos va turbin agregatlari qo'llaniladi. Energiya tizimining yuki minimal bo'lgan vaqt ichida (masalan, tunda) ushbu agregatlar yuqori suv omborini suv bilan to'ldiradi va eng yuqori yuk paytida tizimlar to'plangan gidroenergiyani elektr energiyasiga aylantiradi. Bunday to'planish samaradorligi 70-85% ni tashkil qiladi, shu yo'l bilan olingan elektr energiyasining narxi issiqlik elektr stantsiyalariga qaraganda ancha yuqori, ammo yuk jadvalini tenglashtirish va issiqlik elektr stantsiyalarining nominal quvvatini kamaytirish imkoniyati energiya tizimlarining ekspluatatsion xarajatlarini pasaytiradi va GAES qurilishini to'liq asoslaydi. Hozir dunyoda ularning soni uch yuzdan oshiq. Elektr energiyasiga talab kamayganda, uning ortiqcha qismi quyi suv omboridan yuqorisiga suv quyish uchun pompalanadigan omborxonada ishlatiladi. Shunday qilib, "qo'shimcha" elektr energiyasi mexanik (potensial) energiyaga aylanadi. Elektr energiyasiga bo'lgan talabning oshishi davrida suv yuqori suv omboridan pastki suvgacha chetlab o'tiladi. Bunday holda, suv potensial energiyasi elektr energiyasiga aylanadigan gidroturbin generatori orqali oqadi.

### **3.2.Avtomobil bilan saqlash. Gidravlika va tortishish kuchi.**

#### **Elektrolizator**

**Maxovik.** Ikkinchi turdagi mexanik akkumulyator transport vositalariga mo'ljallangan. Uning ishlash printsipti hayratlanarli darajada sodda. Ushbu

turdagi akkumulyator katta massaga ega va juda yuqori tezlikda aylanadigan volandır.

U tomonidan saqlanadigan energiya volanning o'zi kinetik energiyasidan boshqa narsa emas. Volanning kinetik energiyasini oshirish uchun uning massasini va aylanish sonini ko'paytirish kerak. Ammo inqiloblar sonining ko'payishi bilan markazdan qochiruvchi kuch kuchayadi, bu esa volanning yorilishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun volanlar uchun eng bardoshli materiallar ishlatiladi. Masalan, po'lat va shisha tolali shisha. Massasi o'nlab kilogramm bilan o'lchanadigan volanlar allaqachon ishlab chiqarilgan va aylanish tezligi daqiqada 200 ming aylanishgacha etadi.

Volanning aylanishi paytida energiya yo'qotilishi volan yuzasi va havo o'rtasidagi ishqalanish va rulmanlarning ishqalanishidan kelib chiqadi. Yo'qotishlarni kamaytirish uchun volan korpusga joylashtiriladi, undan havo evakuatsiya qilinadi, ya'ni korpus ichida vakuum hosil bo'ladi. Eng ilg'or rulman dizaynlari qo'llaniladi. Bunday sharoitda volanning yillik energiya yo'qotilishi 20% dan kam bo'lishi mumkin.

Hozirgi vaqtda ushbu turdagi energiya yig'ish tizimiga ega shahar avtobuslarining prototiplari yaratilgan. Ammo batareyali volanlardan foydalanish istiqboli hali ham aniq emas.

Girosonant energiyani saqlash moslamalari bir xil volan, ammo elastik materialdan (masalan, rezina). Energiya bu erda volan materialining rezonansli elastik deformatsiya to'lqinida saqlanadi. NZ Garmash bunday dizaynlar bilan 1970-yillarning oxirida Donetskda shug'ullangan. Uning hisob-kitoblariga ko'ra, volanning ishlash tezligi 7800 rpm bo'lganida, to'plangan energiya avtomobilni 1500 km va 30 km masofada bir xil o'lchamdagi an'anaviy volan bilan haydash uchun etarli.

**Elektrokimyoviy akkumulyator.** U uzoq vaqtdan beri elektrokimyoviy batareyalar kabi energiya zaxiralash batareyalaridan foydalangan.

Elektrokimyoviy batareyani elektr energiyasi bilan ta'minlash orqali zaryadlanadi (energiya saqlaydi). Batareyada u kimyoviy energiyaga aylanadi.

Elektrokimyoviy akkumulyator yana to'plangan energiyani elektr energiyasi shaklida chiqaradi.

Ushbu turdagi akkumulyator ikkita elektrodga ega - ijobiy va salbiy, eritma ichiga solingan - elektrolit. Kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirish kimyoviy reaksiya orqali sodir bo'ladi. Reaksiyani boshlash uchun batareyaning elektr zanjirining tashqi qismini yopish kifoya. Reduktorni o'z ichiga olgan salbiy elektrodda kimyoviy reaksiya natijasida oksidlanish jarayoni sodir bo'ladi. Natijada paydo bo'lgan erkin elektronlar elektr zanjirining tashqi qismi bo'ylab salbiy elektroddan musbatga o'tadi. Boshqacha qilib aytganda, elektrodlar o'rtasida potentsial farq paydo bo'ladi, bu elektr tokini hosil qiladi.

Batareyani zaryadlashda kimyoviy reaksiya teskari yo'nalishda davom etadi.

Elektrokimyoviy batareyalar, asosan, ichki yonish dvigatellarini ishga tushirishda juda keng tarqaldi.

Hozirda nisbatan arzon qo'rg'oshin-akkumulyator batareyalari eng ko'p ishlatilmoqda. Biroq so'nggi paytlarda yuqori quvvatli lityum-ionli batareyalar gibrid avtomobillar va elektr transport vositalarida qo'llanila boshlandi. Engil vaznga va yuqori o'ziga xos quvvatga qo'shimcha ravishda, ular nominal quvvatdan deyarli to'liq foydalanishga imkon beradi, ishonchli hisoblanadi va uzoq umr ko'rishadi.

Mavjud barcha elektrokimyoviy batareyalarning asosiy kamchiliklari - bu batareyada saqlanadigan o'ziga xos energiyaning past qiymati.

**Saqlash vagon.** Gravitatsiyaviy mexanik saqlashning mohiyati shundan iboratki, ma'lum bir yuk balandlikka ko'tariladi va kerakli vaqtda bo'shatilib, generator o'qi yo'l bo'ylab aylanishiga majbur qilinadi. G'oya oddiy: quyosh batareyalari va shamol tegirmonlari juda ko'p energiya ishlab chiqaradigan bir paytda, elektr dvigatellari yordamida maxsus og'ir vagonlar tog'ga haydab chiqilmoqda. Kechasi va kechqurun, iste'molchilarni ta'minlash uchun energiya manbalari etishmayotgan paytda, mashinalar pastga tushadi va generatorlar sifatida ishlaydigan motorlar, yig'ilgan energiyani yana tarmoqqa qaytaradi.

Bunday energiyani saqlash usulini amalga oshirishga Kaliforniyadagi Advanced Rail Energy Storage (ARES) kompaniyasi tomonidan taklif qilingan qurilma misol bo'la oladi.

Deyarli barcha mexanik saqlash qurilmalari oddiy dizaynga ega, shuning uchun yuqori ishonchlilik va uzoq umr ko'rishadi. Bir vaqtlar saqlanib qolgan energiyani saqlash muddati deyarli cheksizdir, agar yuk va konstruktiv elementlar qarilikdan yoki korroziyadan vaqt o'tishi bilan qulab tushmasa.

Qattiq moddalarni ko'tarishda saqlanadigan energiya juda qisqa vaqt ichida chiqarilishi mumkin. Bunday qurilmalardan olinadigan quvvatni cheklash faqat og'irlik tezlashishi bilan belgilanadi, bu tushayotgan og'irlik tezligining maksimal o'sish tezligini belgilaydi.

Afsuski, bunday qurilmalarning o'ziga xos energiya sarfi kam. 1 litr suvni isitish uchun energiya to'plash uchun kamida 35 metr balandlikdagi bir tonna yukni ko'tarish kerak.

**Gidravlika va tortishish kuchi.** Gravitatsion energiyaning gidravlik akkumulyatorlari mavjud. Birinchidan, biz 10 tonna suvni er osti suv omboridan (quduqdan) minora ustidagi idishga tushiramiz. Keyin tortishish kuchi ta'sirida tankdan suv yana generatorga aylanib, turbinani elektr generatori bilan aylantiradi. Bunday diskning ishlash muddati 20 yil yoki undan ko'p bo'lishi mumkin.

Afsuski, gidravlik tizimlarni tegishli texnik holatida saqlash qiyin - avvalambor, bu tanklar va quvurlarning zichligi, o'chirish va nasos uskunalarining yaroqliligi bilan bog'liq. Va yana bir muhim shart - energiyani to'plash va ishlatish paytlarida ishlaydigan suyuqlik (hech bo'lmaganda, uning juda katta qismi) muz yoki bug 'shaklida emas, balki suyuq agregatsiya holatida bo'lishi kerak. Ammo ba'zida bunday saqlash qurilmalarida, masalan, yuqori suv omborini eritilgan yoki yomg'ir suvi bilan to'ldirganda qo'shimcha qo'shimcha energiya olish mumkin.

**Elektrolizator.** Bu erda energiya saqlash bosqichida kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi, natijada yoqilg'i kamayadi, masalan, vodorod suvdan - to'g'ridan-



to'g'ri elektroliz, katalizator yordamida elektrokimyoviy hujayralarda yoki termal parchalanish bilan, masalan, elektr yoyi yoki yuqori konsentrlangan quyosh nurlari bilan ajralib chiqadi. "Chiqarilgan" oksidlovchini alohida yig'ish yoki keraksiz deb "tashlash" mumkin.

Energiyani tiklash bosqichida sarflangan yoqilg'i oksidlanib, energiya chiqaradi. Masalan, vodorod darhol issiqlik, mexanik energiya (ichki yonish dvigateliga yoki turbinaga etkazib berilganda) yoki elektr energiyasini (yoqilg'i xujayrasida oksidlanganda) berishi mumkin.

Ushbu usul energiyani saqlash ("zaryadlash") va undan foydalanish ("zaryadsizlantirish") bosqichlarining mustaqilligi, yoqilg'ida saqlanadigan energiyaning yuqori o'ziga xos quvvati (yoqilg'ining har bir kilogrammiga o'nlab megajoulalar) va uzoq muddatli saqlash imkoniyati tufayli juda jozibali. Biroq, uning keng tarqalishiga to'liq rivojlanmaganligi va texnologiyaning yuqori narxi, yuqori yong'in va portlash xavfi xalaqit beradi. Ushbu kamchiliklarga qaramay, butun dunyoda vodorodni zaxira energiya manbai sifatida ishlatadigan turli xil qurilmalar ishlab chiqilmoqda.

### ***3.3.Kondensatorlar.***

Eng keng tarqalgan "elektr" energiyani saqlash moslamalari odatdagi radiotexnik kondansatörlerdir. Ular energiyani tejash va chiqarishning ulkan tezligiga ega va shu bilan ko'p yillar davomida keng harorat oralig'ida ishlashga qodir. Bir nechta kondansatkichlarni parallel ravishda birlashtirib, ularning umumiy sig'imini kerakli qiymatga osongina oshirishingiz mumkin. Biroq, kondensatorlarning ikkita asosiy kamchiliklari bor. Birinchidan, bu to'plangan energiyaning juda past o'ziga xos zichligi va shuning uchun kichik (boshqa saqlash turlariga nisbatan) quvvat. Ikkinchidan, bu kamdan-kam bir necha soatdan oshib ketadigan va ko'pincha soniyaning kichik qismlarini tashkil etadigan qisqa saqlash muddati. Natijada, kondansatörlerin foydalanish sohasi turli xil elektron davrlari bilan cheklangan.

Ionistorlar, ba'zida "superkondensatorlar" deb ham ataladi, ularni elektrolitik kondensatorlar va elektrokimyoviy batareyalar orasidagi o'zaro

bog'liqlik deb hisoblash mumkin. Birinchisidan ular deyarli cheksiz ko'p zaryad-razryad davrlarini, ikkinchisidan esa nisbatan past zaryadlash va zaryadsizlantirish oqimlarini meros qilib oldilar. Ularning quvvati, shuningdek, eng katta kondensatorlar va kichik batareyalar orasidagi diapazonda.

*Drayvlarning boshqa turlari.* Bahorgi mexanik akkumulyatorlarda bahorning siqilishi va kengayishi tufayli yuqori oqim tezligi va energiya ta'minoti ta'minlanadi. Siqilgan buloqda saqlanadigan energiya ko'p yillar davomida saqlanishi mumkin. Shunga qaramay, doimiy deformatsiyaning ta'siri ostida har qanday material vaqt o'tishi bilan charchoqni to'plashini yodda tutish kerak. Shuning uchun, bir muncha vaqt o'tgach, siqilgan kamon to'liq yoki qisman "zaryadsizlanishi" mumkin.

Havo qabul qiluvchisi mexanik gaz akkumulyatorlariga tegishli. Ushbu qurilmalar sinfida energiya siqilgan gazning egiluvchanligi tufayli to'planadi. Energiya ortiqcha bo'lsa, kompressor gazni silindrga quyadi. Saqlangan energiya kerak bo'lganda, siqilgan gaz turbinaga beriladi, u to'g'ridan-to'g'ri kerakli mexanik ishlarni bajaradi yoki elektr generatorini aylantiradi.

O'nlab va yuzlab atmosfera bosimiga siqilgan gaz deyarli cheksiz vaqt davomida saqlangan energiyaning yuqori o'ziga xos zichligini ta'minlashi mumkin. Biroq, turbinali kompressor yoki o'rnatishga kiritilgan pistonli dvigatel cheklangan resursga ega bo'lgan juda murakkab qurilmalardir.

Kimyoviy energiyadan foydalanadigan saqlash moslamalari ham ma'lum. Kimyoviy energiya bu moddalar atomlarida "saqlanadigan" energiya bo'lib, u moddalar orasidagi kimyoviy reaksiyalar natijasida ajralib chiqadi yoki so'riladi. U ekzotermik reaksiyalar paytida issiqlik shaklida chiqariladi (masalan, yoqilg'ining yonishi), yoki galvanik elementlarda va batareyalarda elektr energiyasiga aylanadi. Ushbu energiya manbalari yuqori samaradorlik (98% gacha) bilan ajralib turadi, ammo kam quvvat. Kimyoviy energiya yig'ish moslamalari energiya saqlangan shaklda va boshqa har qanday usulda olish imkonini beradi. Ammo bu erda maxsus texnologiyalar va yuqori texnologiyali uskunalarsiz amalga oshirib bo'lmaydi.

Yuqorida tavsiflanganlardan tashqari, boshqa turdagi energiya saqlash qurilmalari mavjud. Biroq, ularning aksariyati to'plangan energiya zichligi bo'yicha, saqlash muddati jihatidan juda cheklangan va yuqori birlik narxiga ega. Shuning uchun ularni ekspluatatsiya qilish jiddiy ko'rib chiqilmaydi.

### **Nazorat savollari:**

1. Energiyani tejash muammosi?
2. Nasosli saqlash stantsiyalari?
3. Valyutalar?
4. Elektrokimyoviy akkumulyator?
5. Vagon bilan saqlash?
6. Gidravlika va tortish kuchi?
7. Elektrolizator?
8. Kondensatorlar?
9. Boshqa turdagi saqlash moslamalari?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. Tsanev S.V., Burov V.D., Remezov A.N. Gazoturbinnie i parogazovie ustanovki teplovix elektrostantsiey. –M., MEI. 2003. -584 s.
2. Popov S.K. Razrabotka i raschet teplovix sxem termodinamicheskoy idealnix ustanovok. –M., MEI. 2005. -60 s.
3. Montaj i ekspluatatsiya teplotexnicheskogo oborudovaniya. Pod red. V. A. Gorbenko. –M., MEI. 2002. -40 s.
4. Zanin A. I., Bogomolova T. V. Parovaya turbina AES K-500-65G`3000 (sxemi, komponovka, konstruktsiya). –M., MEI. 2001. -68 s.
5. Клычев Sh.I., Muxammadiev M.M., Avezov R.R., Potaenko K.L. Netraditsionnye i vozobnovlyаемые istochniki energii. Uchebnik dlya vuzov. –T.: “Fan va texnologiya”. 2010. -190 s.
6. Nasirov T.X., Сытдыков R.A. Energeticheskie obsledovaniya predpriyatiy energeticheskoy otrasli. Tashkent: “Fan va texnologiya”. 2014. -198 s. Nasirov T.X., Сытдыков R.A. Многокритериальные модели оптимизации

energосistem. Tashkent: “Fan va texnologiya”. 2014. -227 s.

7. Saidxodjayev A.G., Saidxodjayeva M.A. “Energiya tejamkorligi asoslari” fanidan O’quv qo‘llanma. –Toshkent.: TDTU, 2010.-258 b.

#### **4-ma'ruza. Issiqlik energiyasini istemolchilarga uzatishda tejamkorlik**

##### **Reja:**

1. Issiqlik uzatish va tarqatish tizimlarida yo'qotishlarni kamaytirish;
2. BGQ ning CHPdagi texnologik jarayonlardagi o'rni.
3. Issiqlik tarmoqlarini ishga tushirish, sozlash, sinovdan o'tkazish va ulardan foydalanish.

##### **4.1.Issiqlik energiyasini o'tkazish, tarqatish tizimidagi yo'qotishlarni kamaytirish.**

Rivojlangan mamlakatlarda elektr energetikasining texnik rivojlanishi quyidagi asosiy yo'nalishlar bilan belgilanadi:

- aniq yuklash jadvalida texnologik jarayonlarni eng avtomatlashtirilgan ishlashi uchun superkritik bug 'o'lchamlari bilan yuqori samarali energiya bloklarini yaratish;

- yoqilg'i-energetika balansining tuzilishini takomillashtirish va samaradorlikni oshirish;

- elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqarishda o'ziga xos kapital xarajatlarni kamaytirish;

- elektr stantsiyalarini atrof muhitga zararli ta'sirlardan himoya qilishning yuqori ishonchligi.

Dunyoda energiya loyihalari va shartnomalarining uchdan bir qismi Evropada to'plangan va 50 109 dollarni tashkil etadi. Ushbu sohada Evropada etakchi kompaniyalar Siemens (Germaniya) va Alstom (Buyuk Britaniya) hisoblanadi.

Bundan tashqari, energiya tizimlarining samaradorligini baholashda elektr energiyasini etkazib berish narxiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar har xil turdagi elektr jihozlarining birlik narxi va turli xil energiya ob'ektlarini ishga tushirish muddatlari hisoblanadi. Energiya tizimlarini kengaytirish va yangi energiya

ishlab chiqarish quvvatlarini yaratishda yuqoridagi omillarni hisobga olish kerak.

Energiya yoqilg'isi, ko'p miqdordagi organik chiqindilar mavjud bo'lishiga qaramay, faqat biogaz ishlab chiqarish uchun standart tajriba qurilmalari bilan ta'minlangan. Rossiya GeoTPP-dan foydalanish tajribasiga ega va uning ishlashi bilan bog'liq ko'plab muammolar mavjud:

- issiqlik tashuvchisi (suv) bilan birgalikda erdan katta miqdordagi mineral tuzlarning kelib chiqishi;

- biosferaning yuqori qatlamidagi past darajadagi issiqlikning kelib chiqishi;

- Issiqlik energiyasini yerdan olish yer osti qatlamlarida stresslar hosil bo'lishiga olib keladi, bu esa o'z navbatida tuproqda gidravlik yoriqlar va bo'shliqlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Quyosh va shamol elektrostansiyalarining ekologik foydalari inkor etilmaydi, ammo ular mavsumiy, kunlik va ob-havo o'zgarishiga ham bog'liq.

Yadro energetikasi ko'plab mutaxassislar tomonidan Rossiyaning energetika sohasining eng muhim tarkibiy qismi sifatida qaralmoqda. Atom elektr stansiyalari tomonidan ishlab chiqariladigan dunyodagi elektr energiyasining 17 foizga yaqini bizning sayyoramizga 2,3 milliard tonna elektr energiyasini tashish uchun sarflanadi. issiq xona gaz xususiyatiga ega chiqindilarni yo'q qiladi. Biroq, yadroviy chiqindilarni yo'q qilish, qayta ishlash va yo'q qilish masalalari haligacha hal qilinmagan. Bundan tashqari, o'z resurslarini tugatgan atom elektr stantsiyalarini ishdan chiqarish va konservatsiya qilish muhim muammo bo'lib qolmoqda. Bunday ishlarni bajarish uchun AESni yaratishga sarflangan dastlabki investitsiyalarning 30 dan 100 foizigacha qo'shimcha sarmoyalar talab etiladi. Atom elektr stantsiyalarida ishlab chiqariladigan elektr energiyasining narxini hisoblashda ushbu holatlarni hisobga olish muhimdir.

Iqtisodiyotning bir tarmog'i sifatida energetikaning rivojlanishi (1886) o'zgaruvchan tok tizimini yaratish, elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun

mos uskunalari, kuchlanish kuchaytirgichlari va uzoq masofalarga uzatish moslamalarini yaratishdan boshlandi. Shu bilan birga, elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun issiqlik va gidroelektr stantsiyalari qurildi. Bugungi kunda issiqlik elektr stantsiyalarida elektr energiyasini ishlab chiqaradigan generatorlarning aksariyati turbinada ishlaydi. Rossiya Federatsiyasida 80% elektr energiyasi bug 'turbinalari tomonidan ishlab chiqariladi.

Issiqlik energiyasi tarixida bug '-gaz inshootlari xususiyatlari va ularning termodinamik tsikllari o'rtasidagi "poyga" ni kuzatish mumkin. Ilgari, mos texnologiyalar mavjud emasligi sababli, yoqilg'i mahsulotini ishlaydigan suyuqlik sifatida ishlatish mumkin emas edi va suv bug'lari oraliq ishchi suyuqlik sifatida ishlatilgan. Gaz va bug 'aylanishlarining bir vaqtning o'zida rivojlanishi ularni antagonizmga olib kelmadi. Aksincha, kombinatsiyalangan bug '-gaz qurilmalari yaratildi va ularning ijobiy xususiyatlaridan maksimal darajada foydalanish yo'nalishi aniqlandi. Unda GTU dan chiqadigan chiqindi gazlarning issiqligi Brayton-Rankin tsiklining pastki bug 'qismida to'liq ishlatiladi, bu esa BGQ birligining samaradorligini oshiradi.

#### **4.2.Bgq ning iemdagi texnologik jarayonlarda tutgan o'rni.**

1960-yillarda bir qator bug '-gaz qurilmalari ishlab chiqarildi va joriy qilindi (AQShning General Electric va Westinghouse, ABB, Shveysariya, Shvetsiya, Siemens, Germaniya, Alstom, Buyuk Britaniya va boshqalar). Bug'-gaz qurilmasining quvvati 5 dan 700 MVtgacha bo'lganida, uning kondensatsiya jarayoni ishlab chiqarilgan elektr energiyasining 50-60 foizini ishlab chiqaradi. Bu yuqori energiya ko'rsatkichlariga ega bo'lgan yagona kondensatsiyalanadigan issiqlik elektr stantsiyasi edi.

Atrof muhit harorati  $15^{\circ}\text{C}$  bo'lganida va gazlarning boshlang'ich harorati  $1000$  va  $1400^{\circ}\text{C}$  bo'lganida, BGQ qurilmasining yakuniy issiqlik samaradorligi mos ravishda 77,4 va 82,8% ni tashkil etdi.

BGQ bo'linmasining haqiqiy tsikllari ishlov beriladigan qismni siqish va kengaytirish paytida entropiyaning ko'payishi, issiqlik uzatilishining faqat harorat bosimi mavjudligida va BGQ qurilmasining gaz qismiga va boshqa

qurilmalarga cheklangan miqdordagi issiqlik uzatish bosqichlaridan farq qiladi. Elektr energetikasida bir qator BGQ isitish sxemalari o'ziga xos xususiyatlari va texnologik jarayonlardagi farqlari bilan amalga oshirildi.

Baca gazlari va UQ kondensatorlarida issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish, shuningdek BGQ tarkibidagi bug 'sarfini ko'paytirish BGQ samaradorligini oshiradi.

GTQ dan chiqadigan gazlar yonish mahsulotlari bilan aralashirilgan issiq havoni hosil qiladi. Bu GTQ yonish kamerasida va GT qarshisida hosil bo'lgan gazlarning dastlabki harorati (havo qo'shilgandan keyin) holatiga bog'liq. Natijada, GTQ dan keyin chiqindi gazlaridagi ortiqcha havoning boshlang'ich harorati  $Dch = 2,5-5$ , kislorodning volumetrik konsentratsiyasi  $CO_2 = 13-16\%$ , chiqindi gazlar harorati esa  $T_4 = 450-630 \text{ } ^\circ \text{ S}$  ga teng. Bu GTQ chiqindi gazlarini quvvat qozonining yonish kamerasiga o'tkazish orqali BGQ isitish sxemasini yaratishga imkon beradi. BGQ ning texnik rivojlanishi, bug 'qozonida yonish uchun GTQ gazlarining chiqarilishi (BGQ emitenti) bir qator o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, ular keyingi mavzularda muhokama qilinadi. GTQ dan chiqadigan gazlar kuchli bug 'qozonining yonish kamerasiga yo'naltiriladi va u erda oksidlovchi moddalar sifatida ishlatiladi. Ushbu holat qozonxonani havo isitgichi va chiqindi gazli fanidan voz kechishga imkon beradi. Qozonning reaksiya xususiyatlariga qarab har qanday qazilma yoqilg'ini yoqish mumkin. Qozonxonalarni ruxsat etilgan haroratgacha qoldiradigan sovutish baca gazlari (ularning miqdori 30-40% ga oshadi) bug 'turbinasining kondensatini isitish va ikkinchi qismidagi havo isitgichlari o'rniga issiqlik almashinuvchilari yordamida suvni to'ldirish uchun ishlatiladi. Quyidagi BGQ sxemasining texnologik afzalliklari qurilmaning gaz va bug 'qismlarini alohida ishlashini ta'minlaydi.

Parallel zanjirli bug 'gaz qurilmalari so'nggi yillarda deyarli tez-tez ishlatib kelinmoqda. GTQ dan chiqadigan gazlar UQ ga yo'naltiriladi, u erda yuqori yoki past bosimli isitiladigan bug 'hosil bo'ladi. Bug 'UQ turbinasi boshiga yoki isitgich tarmog'iga kiradi. Ikkala holatda ham bug 'UQ hosil qiluvchi bug' bilan aralashiriladi. Natijada, bug 'turbinasining (BT) nominal

yoki maksimal yukini ushlab turish orqali UQ yuki kamayadi. UQ bilan GTQ oxirida UQ chiqaradigan tutun gazlari (FG) haroratini pasaytirishga xizmat qiladigan asosiy kondensat va ozuqaviy suv BTU ulangan issiqlik almashinuvchilari (IAQ) mavjud. Qurilmaning muhim jihatlaridan biri shundaki, gaz va bug 'qismlari mustaqil ishlash qobiliyatiga ega, ular bir-biri bilan faqat bug' va suv quvurlari orqali bog'langan. Vanalarni mustaqil ravishda ishlashi uchun ularni yopish kifoya.

Shunga o'xshash ish oqimlari BGQ yarim ulangan ishlov berish sxemasi yordamida amalga oshiriladi. Oldingi jarayonlardagi kabi UQ BGQdan keyin o'rnatiladi. GTQ DG ning chiqindi issiqligi yuqori va past bosimli issiqlik almashinuvchilarida (YUB IAQ va PB IAQ) saqlanib qoladi, ammo nasoslardan keyin ozuqa suvining bir qismi va past bosimli bug 'kondensatining bir qismi (PBB) oqadi. Shu bilan birga, BGQ ning gaz va bug 'qismlarini avtonom ishlashini amalga oshirish juda qulay; barcha turdagi organik yoqilg'ilarni bug' qozonida yoqish mumkin. Chiqib ketadigan GTQ dizel generatorini sovutish tarmoqqa suvni isitish imkonini beradi. Tarmoqdagi suvni isitish BT dan bug 'bilan, isitish elementlari yordamida, shuningdek BQ ekonomizatorlarida amalga oshiriladi.

Elektr energetikasida ishlatilgan birinchi BGQlardan biri bu BGQ yuqori bosimli bug 'generatori (HPHG). Uning o'ziga xos xususiyatlaridan biri shundaki, BGQ gaz va bug 'qismlariga taalluqli umumiy yonish kamerasiga ega va uning vazifasini yuqori bosimli bug' generatori (HPHG) bajaradi.

BGQ ish oqimi quyidagicha taqsimlanadi. Kompresordan keyin siqilgan havo PGME ga yo'naltiriladi, u erda u yonish uchun yonilg'i bilan ta'minlanadi. SGSD yonishi paytida hosil bo'lgan DG bug 'hosil qiladi, suvni isitadi va birlamchi va oraliq isitgichlarda isitiladigan bug' BT ga yuboriladi. PGSD GT DG ga  $600-700^{\circ} \text{S}$  harorat bilan kirib, oraliq isitgichdan chiqadi va kengayish natijasida u erda ishlaydi. BGQ dan chiqadigan gazlar IAQ ga o'tkaziladi va kondensat ozuqa suvining bir qismini isitish orqali musluk suvining to'yinganligiga yaqin nuqtaga (iqtisodchi qismida) isitiladi.



Zamonaviy GTQ gazlarining boshlang'ich harorati 1000 °C dan oshadi va HPHT dan keyin GT haroratida gaz haroratini oshirish va barqarorlashtirish uchun qo'shimcha yoqilg'i yonish kamerasi (CC) o'rnatiladi. Bu yuqoridagi BGQ sxemasining foydasini yo'qotishiga olib keladi.

Parallel va yarim bog'langan ishlash sxemasiga ega bo'lgan BGQ-dan foydalanish ko'mir yoqilg'isidagi energiya bloklarini estrodiol tsikl texnologiyasida ishlatishga imkon beradi. Keyinchalik ko'mirning ulushi umumiy qoldiqning taxminan 70 - 75 foizini tashkil qiladi. Qolganlari tabiiy gaz bo'lib, u GTQ yonish kameralarida yoqiladi.

BGQ ko'mirida ichki gazlash davri bo'lgan oddiy isitish davri mavjud, GT esa tabiiy gazda emas, tabiiy gazda ishlaydi. Oldindan tayyorlangan ko'mir gaz generatoriga yuboriladi, ko'mirni gazlashtirish esa bug 'va kislorodli gazni haydab chiqarish yo'li bilan amalga oshiriladi. Buning uchun BGQ kompressoridagi siqilgan havo maxsus qurilmada kislorod va azotga ajraladi. Ko'p bosqichli tozalash va desulfurizatsiyadan so'ng gazlangan ko'mir mahsulotlari tabiiy gaz shaklida yonish uchun BGQ yonish kamerasiga yuboriladi. GTQ chiqindi gazlari UQ tarkibidagi BGQ bug 'turbinalari (BT) uchun bug' hosil qiladi. Bug '-suv tarmog'ida DG dan chiqadigan issiqlik bug' hosil qilish uchun gaz generatorlari (SG) yordamida ishlatiladi.

Boshqa texnologik tsiklda, yonish kamerasi ichida joylashgan seramika havo isitgichidan foydalanishga asoslangan holda, ko'mir to'g'ridan-to'g'ri yoqilmaydi, ammo uni piroliz qilish usuli qo'llaniladi. Ezilgan ko'mir GTQ quyish usuli bilan o'tkaziladigan past kislorodli ohaktosh gazlari (O<sub>2</sub>) ishtirokida piroliz va gazzizlanish ta'siriga uchraydi. Olingan koks yoqib yuboriladi va kul tozalanadi. Pechning asosiy qismida keramika elementi va yuqori haroratli havo isitgichi o'rnatilgan. U erda toza havo taxminan 1000 ° S ga qadar isitiladi. Uning qo'shimcha isishi yonish kamerasida oz miqdordagi tabiiy gazni yoqish orqali amalga oshiriladi. Piroliz va pechlar atmosfera bosimida ishlaydi. TG dan chiqadigan issiqlik va TG UQ bug 'hosil qilish uchun ishlatiladi.

BQ bosimi ostida suyuqlashtirilgan aylanadigan qatlamda ko'mirni yoqish uchun tashkil etilgan uslubiy BGQ sanoatlashtirish bosqichida.

Fanlar akademiyasining Yuqori harorat instituti xodimlari tomonidan qisman oksidlanish reaktori (RFO) bilan BGQ isitish sxemasining varianti taklif qilingan. RFOda yoqilg'i to'liq yonmaydi, qisman kislorod etishmasligi tufayli oksidlanish reaksiyasi tufayli va vodorod gazining uglerod oksidi (SO) bilan aralashmasi hosil bo'ladi, ya'ni. tabiiy gaz. Ushbu reaksiya  $\sim 1300^\circ \text{S}$  haroratda va 2-6 MPa bosimda sodir bo'ladi. GTQ isitish sxemasiga RFO qo'shilishini yoqadi. Yoqilg'ining to'liq oksidlanishi past bosimli (PB) gaz turbinasi oldida yonish kamerasida sodir bo'ladi, bu erda dizel generatoridan chiqadigan gazdan issiqlik UQ BGQda ishlatiladi. Yana bir variant - yonish kamerasida tabiiy gazning to'liq oksidlanishiga erishish, bir bosqichli GTQda, qor yog'andan keyin TG atmosfera bosimiga kengayadi.

Tashqi yonish moslamasini BGQ isitish zanjiriga qo'shilishi GTQni ko'mir yoqadigan energiya bloklaridan biriga aylantirdi. Bug 'qozonxonasida joylashgan havo isitgichida keladigan havoning boshlang'ich haroratini ta'minlash uchun GT ta'minlanadi. GT havosi kengayishi bilan u ko'mir yoqiladigan qozonning topUQ qismiga yo'naltiriladi. Ushbu isitiladigan havoning bir qismi bug 'qozonxonasi bilan birgalikda ishlaydigan UQda ishlatilishi mumkin. UQ issiqlikka chidamli qotishmalari  $900^\circ \text{C}$  dan yuqori haroratlarda ishlatilmagani uchun, havo isitgichi sermetdan tayyorlanishi mumkin.

GTQ UQ da tabiiy gazning qo'shimcha yonishi tufayli havoni dizel generatorining dastlabki haroratiga qadar qizdirish ham mumkin.

BGQlar orasida elektr va issiqlik ishlab chiqarishning kombinatsiyasi bo'lgan GT va kombinatsiyalangan tsikli CHP (kogeneratsiya BGQ) alohida o'rin tutadi. BGQ kogeneratsiya sxemalari BGQ turiga bevosita bog'liq. Ba'zi BGQ zanjirlarida issiqlik energiyasi kriyogen yoki tuzsizlantirish (trigeratsiya) qurilmasi orqali olinadi.

GTQ elektr stantsiyasining dizaynini ishlab chiqish so'nggi o'n yil ichida 700 dan 1500 ° C gacha ko'tarilgan GT oldida gazlarning boshlang'ich haroratining oshishi bilan bog'liq. Ushbu davrda dastlabki gaz bosimi 0,6-0,9 dan 1,5-3,0 MPa gacha ko'tarildi. Natijada, GTQ dan chiqadigan gazlarning harorati 350 dan 630 ° C gacha ko'tarildi va undagi kislorodning konsentratsiyasi 18 dan 12% gacha kamaydi. Ushbu holat energetiklarni BGQ-da ishlatiladigan turli xil sxemalarni tanlashga majbur qildi. UQ bilan BGQ, BGQ PGVD to'liq almashtirildi. GTQda yuqori haroratli egzoz va oksidlovchi chiqindilarning pasayishi natijasida BGQlarni "otish" uchun parallel tsikl BGQlardan foydalanish keng tarqalgan.

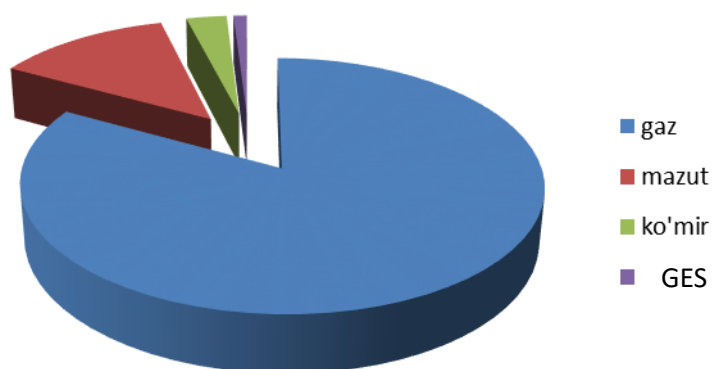
Suvli issiqlik ta'minoti 20-asrning boshlarida elektr drayvlarni ommaviy ishlab chiqarish bilan bog'liq ravishda rivojlana boshladi.

Yuqorida aytib o'tganimizdek, hozirgi vaqtda markazlashtirilgan isitish o'z rivojlanishida yangi bosqichni boshlamoqda. O'tgan asrning o'ttizinchi yillari g'oyalari asosida markazlashtirilgan isitishning istiqbolli rivojlanishi asosan issiqlik manbalarining quvvatini oshirish (issiqlik uzatish radiusini oshirish maqsadida) va tarmoqdagi issiq suv parametrini oshirish (150 ° C o'rniga 200-225 ° S va hatto 250 ° C). ... hisobidan amalga oshirilishi mumkin [2]. Bunday markazlashtirilgan isitish tizimlarining ishonchliligi va boshqaruvini oshirish odatda muhim muammolarni keltirib chiqaradi.

Amaldagi taxminlarga ko'ra, kelajakda issiqlik ta'minoti alternativ yoqilg'i va energiya manbalaridan, ayniqsa quyosh energiyasidan foydalanadi, mahalliy isitish va issiq suv ta'minoti tizimlariga bosqichma-bosqich o'tish, eskirgan yoqilg'i tejaydigan qozonlarni gaz tejaydigan uskunalalar bilan almashtirish, issiqlik tarmoqlarida unumsiz issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish kabi sohalarda. iste'molchilarga issiqlik o'lchagichlarni o'rnatish.

Issiqlik ta'minoti singari, gaz ta'minoti ham xalq xo'jaligining yirik tarmoo'idir. Birlamchi energiya resurslarning orasida tabiiy gazning iste'moli (2-rasm ) O'zbekiston Respublikasida birinchi o'rinda turadi (83%).

O‘zbekistonda tabiiy gazdan foydalanish 1943 - yildan Hojiobod-Andijon gaz quvuri qurilishi bilan boshlandi. Gaz sanoatining rivojlanishida O‘zbekistonda ochilgan Setolantepa (1953 - yil), Gazli (1962 - yil) va boshqa gaz konlari katta rol o‘ynadi. Bu gaz konlari asosida elliginchi - oltmishinchi yillarda katta diametrdagi (700 mm) Buxoro – Samarqand – Toshkent – Frunze - O‘lmaota, Buxoro - Ural va O‘rta Osiyo - Markaz Magistral gaz quvurlari qurilib ishga tushirildi [4]. Hozirgi kunda turli xil diametrli Magistral quvurlarning umumiy uzunligi 13,0 ming km. dan oshib ketgan. Ularda 25 ta kompressor stansiyalari va uchta yer osti omborlari (Shimoliy Sox, Hojiobod va Gazli) ishlatilmoqda, Toshkent shahrining gaz ta‘minotini yaxshilash maqsadida Olimkent yer osti ombrini qurish rejalashtirilgan.



1-rasm O‘zbekiston Respublikasida birlamchi energiya zahiralarining iste‘moli.

1991 - yilda aholini tabiiy gaz bilan ta‘minlash darajasi jami 44,6 % ni tashkil qilgan bo‘lsa, 2008 - yilga borib u 83,4 %, shu jumladan shahar aholisi uchun - 94,3 % va qishloq aholisi uchun - 76,4 % gacha yetkazildi.

Bunday yuqori ko‘rsatkichlarga erishish uchun respublikada jami 121,9 ming km gaz tarmoqlari qurilgan, shundan yuqori bosimli - 12,5 ming km, o‘rta bosimli - 26,5 ming km va past bosimli - 82,9 ming km.

O‘zbekiston bo‘yicha hozirgi davrda bir yilda 60,5 mlrd m<sup>3</sup> dan ortiq tabiiy gaz qazib olinadi, ya'ni 1992- yilga qaraganda 1,4 marta ko‘p. Asosiy

konlar bo‘lib Muborak, Sho‘rtan va Ko‘kdumaloq hisoblanadi, bulardan tashqari boshqa kichik konlar ham mavjud.

O‘zbekiston iqlimi sharoitida fuqarolar va sanoat binolarining havosini yangilash va talab etilgan mikroiklimni ta‘minlash juda katta ijtimoiy va iqtisodiy ahamiyatga ega, chunki bunga odamlarning soo‘ligi, mehnatning unumdorligi, texnologik jarayonlarini to‘o‘ri amalga oshirilishi kabi masalalar bevosita boo‘liqdir.

Iste‘molchilarning issiqlik ta‘minoti energiya manbalari bo‘yicha oddiy va qurama issiqlik ta‘minotlariga bo‘linadi. Oddiy issiqlik ta‘minotida energiya manbalari bo‘lib qozonxona, ikkilamchi energiya manbalari va boshqalar xizmat qiladi. Issiqlik va elektr energiyasini qurama usulda ishlab chiqarishga asoslangan markazlashtirilgan issiqlik ta‘minotida, energiya manbai bo‘lib IEM xizmat qiladi. Issiqlik elektr stansiyalarida elektr energiyasini ishlab chiqarish va iste‘molchilar uchun issiqlik olish jarayonlarining birlashtirilishi natijasida yoqilo‘idan foydalanish jiddiy ravishda yaxshilanadi.

Qurama usulda elektr energiyasining ishlab chiqarish uchun yoqilo‘ining solishtirma sarfi kondensator issiqlik elektr stansiyalaridagiga nisbatan ikki barobar kam bo‘ladi. Bu usul markazlashtirilgan issiqlik ta‘minotining eng oliy formasi bo‘lib, eng ko‘p miqdorda yoqilo‘i tejalishini ta‘minlaydi.

Zamonaviy IEMlarda elektr energiyasining asosiy qismi issiqlikning tashqi iste‘moli asosida ishlab chiqariladi. Bundan tashqari, elektr stansiyasida issiqlikning ichki iste‘moli mavjud. Stansiyaning ta‘minlash suvini va sarflanadigan issiqlik shular jumlasiga kiradi. IEM turbinalaridan regenerativ maqsadlar uchun issiqlik (buo‘) olinishi asosida ishlab chiqariladigan elektr energiyasi issiqlikning tashqi iste‘moli asosida ishlab chiqariladigan elektr energiyasining 15-20 % ni tashkil qiladi. IEMda qurama usul bilan ishlab chiqarilgan bu qo‘shimcha elektr energiyasini hisobga olmaslik o‘z navbatida issiqlik ta‘minotining energetik samaradorligini keskin pasaytirib yuboradi.

Bu taklifning asosiy o‘oyasi – isitish qurilmasidan keyin issiq suv ta‘minotiga berilgan tarmoq suvining hammasi unda foydalaniladi. Bunday

tizimlarda qaytish quvuriga xojat qolmaydi, shuning uchun issiqlik tarmoo'ini qurish uchun ketadigan boshlano'ich harajatlar keskin kamayadi. Shunga qaramasdan bu tizimlar kam ishlaltiladi, chunki ulardagi suvning sarfi mijozlar tomonidan iste'mol qilinayotgan suv miqdoriga teng bo'lishi kerak, bu shartni bajarish uchun esa har doim ham imkoniyat bo'lavermaydi.

***Ochiq tizimlarning yopiq tizimlarga nisbatan afzalliklari:***

1) Elektr stansiyasida va sanoat korxonalarida ishlatilgan past haroratli suvni issiq suv ta'minoti uchun foydalanish imkoni mavjudligi;

2) Mahalliy issiq suv ta'minoti qurilmalarining sodda va arzonligi, ularda ish muddatining uzayishi.

***Kamchiliklari:***

1)stansiyada suvning tayyorlanishi murakkabligi va qimmatligi;

2)iste'molchilarga berilayotgan suvning sifati sanitariya tozalik va salomatlik talablariga javob bermasligi;

3)issiqlik ta'minoti tizimi ustidan o'tkaziladigan sanitariya nazoratining murakkabligi;

4)issiqlik tarmoo'ining qaytish quvuridagi suv sarfining doimo o'zgarib turishi va tarmoqning gidravlik holati barqaror bo'lishi natijasida ishlatishining murakkabligi;

5)issiqlik ta'minoti tizimining zichligini nazorat qilishining murakkabligi.

Gidravlik hisoblash issiqlik tarmoo'ini loyihalashning eng muhim qismlaridan biri hisoblanadi.

Loyihalash paytidagi gidravlik hisoblashning vazifalariga quyidagilar kiradi:

1) Quvurning diametrini aniqlash;

2) Bosim (siquv)ning kamayishini aniqlash;

3) Tarmoqning turli nuqtalaridagi bosim (siquv)larni aniqlash;

4) Statik va dinamik ish holatlarida issiqlik tarmoo'ining barcha nuqtalarini o'zaro muvofiqlashtirish.

Gidravlik hisoblashning natijalari quyidagi masalalarni hal etish uchun asos bo'ladi:

- 1) Kapital mablaolarni, metall (quvurlar) sarfini va issiqlik tarmoo'ini qurish uchun sarflanadigan mehnat hajmini aniqlash;
- 2) Asosiy va qo'shimcha ta'minlash nasoslarining sonini va ish parametrlarini aniqlash hamda ularni joylashtirish;
- 3) Issiqlik tarmoo'ining ishlash sharoitlarini aniqlash va iste'molchi qurilmalarini tarmoqqa ulanish usulini aniqlash;
- 4) Issiqlik tarmoo'i uchun avtomatik rostlagichlarni tanlash;
- 5) Ish holatlarini ishlab chiqish.

Gidravlik hisoblashni bajarish uchun issiqlik tarmoo'ining sxemasi va yon tomonidan ko'rinishi, issiqlik manbai bilan iste'molchilarning o'zaro joylashishi va hisobiy yuklamalar berilgan bo'lishi kerak.

Mehnat sharoitlarini rivojlantirish. Pesometrik grafikalar issiqlik tarmoqlarini loyihalash va ishlatishda qo'llaniladi. Ushbu grafik binolarning balandligini, tarmoqdagi siqilish bosimini va ma'lum bir miqyosda quvur liniyasining sirt tuzilishini ko'rsatadi; ushbu grafikadan siz tarmoqning har bir nuqtasida siqilish miqdorini osongina aniqlashingiz mumkin.

Suvli issiqlik tarmoo'ining ishonchli ishlashi uchun quyidagi talablar bajarilishi lozim:

1. Issiqlik tarmoo'ining turli jihozlarida va iste'molchining issiqlik qurilmalaridagi bosim belgilanganidan oshib ketmasligi. Issiqlik tarmoo'ining po'lat quvurlari va armaturasidagi belgilangan ortiqcha bosimning qiymati odatda 1,6-25 MPa ni tashkil qiladi.

2. Tashqaridan havo so'rilmasligi uchun issiqlik tarmoo'ining barcha elementlarida ortiqcha bosimni ta'minlash. Bu talab bajarilmagan taqdirda jihozlarning zanglashi (korroziyasi) va suvning sirkulyatsiyasi buzilishi mumkin. Ortiqcha bosimning minimal qiymati sifatida 0,005 MPa (5 mm suv usti) qabul qilinadi.

3. Issiqlik tarmoo'ida suvning qaynab ketmasligini ta'minlash. Buning uchun issiqlik ta'minoti tizimning barcha nuqtalarida ma'lum haroratda suv buo'ining to'yinish bosimidan yuqori bosimni saqlash lozim.

Pezometrik grafikni hisoblashdan ko'zlangan asosiy maqsad tarmoq nasosi (I), armatura va tegishli rostlagichlarni to'o'ri tanlashdan iborat.

### ***3.3.Issiqlik tarmoqlarini ishga tushirish, sozlash, sinovdan o'tkazish va ishlash.***

Suvli issiqlik tarmoqlarini ishga tushirish ularning qaytish magistral quvurini ta'minot suvi bilan ta'minot nasosining siquvi ostida to'ldirishdan boshlanadi. Yilning issiq davrida tarmoq sovuq suv bilan to'ldiriladi. Tashqi havoning harorati  $+1^{\circ}\text{C}$  dan kam bo'lgan hollarda suv muzlashining oldini olish uchun uni  $50^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirish tavsiya etiladi.

To'ldirish vaqtida qaytish quvuridagi hamma suvni to'kish va tarmoqlanish zulfinlari berkitiladi, faqat havo chiqarish moslamalari ochiq qoldiriladi. Havo chiqarish moslamalarida havo pufakchalarisiz suv paydo bo'lishi bilan jo'mraklar berkitiladi, so'ngra davriy ravishda (har 2-3 minutda) to'plangan havo chiqarib turiladi. Qaytish quvuri to'ldirilganidan so'ng xuddi shu tartibda uzatish quvurlari suvga to'ldiriladi, buning uchun ularni o'zaro boo'laydigan qisqa tutashgan quvurlarda zulfinlar ochiladi.

Suv to'ldirilgandan so'ng havoni to'liq chiqib ketishi uchun yana ikki-uch soat kutiladi. Magistral quvurlar suvga to'ldirilgandan keyin tarmoqlanish va mavze quvurlari, so'ngra binolargacha bo'lgan quvurlar suvga to'ldiriladi. Ish tushirishning keyingi bosqichlari: zichlikka va mustahkamlikka sinovlardir.

Kanallarda va kanalsiz tarzda yer ostida yotqizilgan suv quvurlarini sinash 2 marta o'tkaziladi. Ya'ni u dastlabki va yakuniy sinovdan iborat bo'ladi.

Dastlabki sinov — salnikli kompensatorlarni o'rnatgunga qadar ayrim uchastkalarda o'tkaziladi.

Yakuniy sinov — montaj yakunlanganidan keyin o'tkaziladi. Ammo  $16\text{ kg/sm}^2$  dan kam bo'lmasligi kerak. Agar 10 daqiqa mobaynida bosim kamaymasa, quvur sinovdan o'tgan hisoblanadi.



Qishki paytlarda sinov ayrim uchastkalarda bo'lingan tarzda 5° C haroratdan past bo'lmagan holda o'tkazish zarur.

Tarmoqlarni yuvish ikki bosqichda bajariladi: qora va toza. Qora yuvishda yengil iflosliklar yuvib chiqariladi, buning uchun quvurlar 0,4 MPa bosimli ta'minotga ulanadi. Ushbu bosim ostida mustahkamlik sinovlaridan so'ng qolgan iflosliklar loyqalanadi va suvni to'kish zulfinlaridan siqib chiqariladi. Toza yuvish shahar ta'minotidan tarmoq nasoslari yordamida quvurlarga 3-7m/s tezligi bilan bosim ostida suvni berish orqali bajariladi. Bunda suvning yakuniy tozaligi tajriba tahlili bilan nazorat qilinadi.

Toza yuvishdan so'ng tarmoqlar kimyoviy tozalangan suv bilan to'ldiriladi. Ochiq tizimli tarmoqlarga tarmoq suvi bilan to'ldirishdan oldin bakterial ifloslanishga qarshi qo'shimcha sanitar ishlov beriladi. Tarmoqning dezinfeksiyasi suvga 20-40 mg/l miqdorda faol xlor qo'shish va 24 soat davomida ushlab turish yo'li bilan bajariladi. So'ngra suv to'kilib, tarmoq 70° C gacha isitilgan ichimlik suvi bilan qo'shimcha yuviladi.

**Issiqlik ta'minoti tizimlarini sozlashdan** maqsad, uning barcha bo'o'inarini bir maromda yuklanishi ishlab chiqilgan va iste'mol qilingan issiqlik sarflarini bir-biriga mos kelishi va tizimning barcha ishlash rejimlarini me'yorda ushlab turilishini ta'minlashdan iboratdir.

Issiqlik berish rejimi sutkalik va yillik yuklanish grafiklari asosida rejalashtiriladi. Sutkalik grafiklarini issiqlik tarmoo'ining dispetcherlik xizmati ob-havo sharoitiga ko'ra bajarishdan bir sutka oldin issiqlik manbaiga beradi. Sutkalik grafik buyurtmali hujjat bo'lib, unda tuman bo'yicha issiqlik tashuvchisini sarfi va harorati, shuningdek issiqlik jihozlarning yuklanish me'yorlari ko'rsatiladi. Ob-havo sharoitlari o'zgarishi bilan bu ko'rsatkichlar tezkor ravishda o'zgartiriladi.

**Issiqlik tarmoqlarini sinash.** Issiqlik tarmoqlarining sinovlari ishga tushirish va foydalanish (ishlatish) turlariga bo'linadi. Hamma sinovlar mahsus tuzilgan sinov dasturlari bo'yicha bajariladi. Sinovlar quyidagilarga bo'linadi:

a) Katta bosim berib sinash (opressovka) — quvurlar va armaturalar zichligi va mexanik mustahkamligini aniqlash uchun;

b) Hidravlik sinovlar — quvurlarning gidravlik tafsilotini aniqlash uchun;

c) Issiqlik sinovlar - issiqlik tarmoo'ining amaldagi issiqlik yo'qotishini aniqlash uchun;

d) Hisobiy haroratga sinash — tarmoqning kompensatsiyalovchi qurilmalarini tekshirish va ularning normal holatini aniqlash uchun.

**Katta bosim berib sinash** dastlabki va yakuniy sinovlardan iborat bo'ladi. Dastlabki sinov-salnikli kompensatorlarni o'rnatgunga qadar ayrim uchastkalarda o'tkaziladi.

**Gidravlik sinovlarning** asosiy maqsadi yangi tarmoqlarning amaldagi gidravlik tafsilotini aniqlash bo'lganligi uchun, tarmoqning belgilangan nuqtalarida issiqlik tashuvchisining bosimi, sarfi va harorati o'lchanadi.

Uzatish va qaytish quvurlaridagi o'lchangan bosimlar bo'yicha haqiqiy pyezometrik grafigi, o'lchangan suv sarflari bo'yicha esa hisobiy haqiqiy grafigi quriladi. Hisobiy va haqiqiy pyezometrik grafiklarni solishtirish yo'li bilan tarmoq qismlaridagi ishqalanish koeffitsientini o'zgarishi va tarmoqning ifloslangan joylari aniqlanadi.

**Issiqlik sinovlarini** o'tkazishdan asosiy maqsad, tarmoqlardagi haqiqiy issiqlik yo'qolishini aniqlash va uni hisobiy hamda me'yorlangan qiymatlar bilan solishtirishdir.

Sinovlar vaqtida sinalayotgan uzatish yoki qaytish quvurining boshidagi oxiridagi suv sarfi va haroratlar o'lchanadi. Buning uchun barqaror rejim o'rnatilib, 10 minut oralio'ida bir nechta ko'rsatkichlar olinadi.

Olingan ko'rsatkichlar bo'yicha uzatish va qaytish quvurlarining issiqlik yo'qotishi aniqlanadi. Haqiqiy va hisobiy issiqlik yo'qolishlarni solishtirish natijasida izolatsiya sifati aniqlanadi.

Issiqlik va gidravlik sinovlar har 3-4 yilda bajariladi.

Issiqlik tashuvchisining maksimal haroratiga sinovlari 2 yilda bir marta o'tkaziladi. Ularning maqsadi tarmoqning kompensatorlarini, tayanchlarini va

boshqa qurilmalarini issiqlikdan uzayishini qabul qilishini tekshirishdir. Sinovlar jarayonida issiqlik tashuvchisining harorati soatiga 30° C tezligidan oshmagan holda ko'tariladi. Bunda maksimal harorat 120° C va ushah vaqti 2 soat bo'ladi.

### ***Zamonaviy isitish tizimlari.***

Hozirgi kunda ko'p qavatli turar joy va jamoat binolarini isitish uchun suvli, pastki tarmoqli, bir quvurli isitish tizimlardan foydalanilmoqda. Mazkur isitish tizimlari respublikaning yirik shaharlarida, ayniqsa Toshkent shahrida juda keng tarqalgan bo'lib, ularda binoning turli qavatlarida joylashgan xonalarning isitish asboblari P-simon tik quvurlar yordamida yerto'lada yotqizilgan magistral quvurlarga ulangan. Isitish tizimi esa, o'z navbatida, binoning kiritish tuguni orqali shaharning ikki quvurli ochiq issiqlik tarmoqlariga bevosita bo'liq bo'lgan chizmasi bilan ulangan. Bunday tizimlardan foydalanishning ko'p yillik tajribasi ularning quyidagi kamchiliklarga ega ekanligini ko'rsatadi:

1) Yilning o'tish davrida xonalarning ortiqcha isitib yuborilishi, sovuq kunlarda esa suv aylanishini yaxshilash maqsadida uni iste'molchilar tomonidan tarmoqdan to'kib yuborilishi natijasida, issiqlikni 30 dan 50% gacha ortiqcha sarflanishi;

2) Issiqlik tarmoqlarga isitish tizimini bevosita ulanishi natijasida P-simon quvurlarni vaqt o'tishi bilan tiqilishi va bino bo'yicha xonalarni notekis isitish;

3) Isitish asboblarida rostlash moslamalari yo'qilo'i sababli, xonalarda kerakli haroratni ta'minlab bo'lmasligi va boshqalar.

Yuqorida qayd etilgan kamchiliklar zamonaviy suv bilan isitish tizimlarida turli xil yo'llar bilan bartaraf etiladi. Ularni shartli ravishda uchta guruhga ajratish mumkin:

1. Isitish tizimining chizmasini tubdan o'zgartirish, ya'ni, yangi prinsipial chizmalarga, yangi issiqlik manbalarga va boshqa yangi texnologik yechimlarga o'tish.

2. Isitish tizimlarining chizmalarini qisman o'zgartirish, yangi zamonaviy jihozlar bilan jihozlash natijasida salmoo'ini oshirish.

3. Isitish tizimlarining chizmalarini o'zgartirmasdan turib, ularni faqat zamonaviy isitish jihozlari, armatura va quvurlar bilan jihozlash.

Bu sohada chet el tajribasidan foydalanish maqsadida 1999—2001 yillarda Toshkent shahrida Tasis yo'nalishi bo'yicha zamonaviy isitish tizimlari bilan jihozlangan bitta ko'p qavatli turar joy binosi (Chexov ko'chasi, 30), so'ngra 11 ta binodan iborat bo'lgan turar joy mavzesi (Qo'yliq-2) da tajribaviy namoyish loyihalari EUZ 9602 va EUZ 9802 amalga oshirildi.

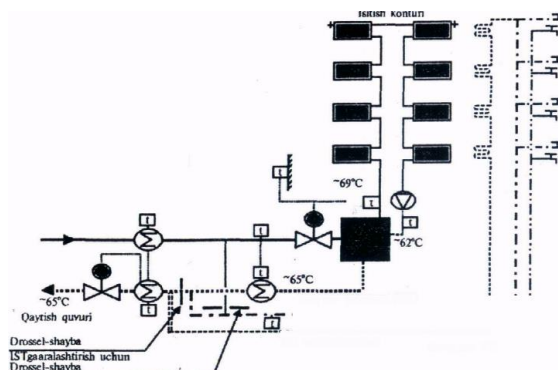
Chexov ko'chasi 30 turar joy binosida isitish tizimlarining yangi texnologik yechimlari sinaldi:

- binoning tomonlari bo'yicha rostlanuvchi isitish tizimi;
- mahalliy bir nechta xonadonlarga mo'ljallangan yangi gaz qozonlar bilan jihozlangan isitish tizimi;
- yakka xonadonlarni isitish tizimlari;
- quyosh energiyasidan foydalanadigan isitish tizimlari.

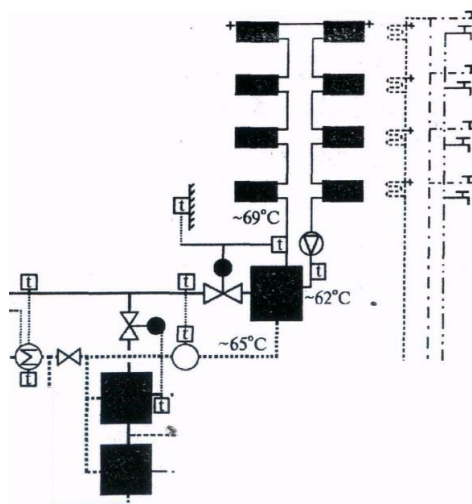
Sinovlar mahalliy bir nechta xonadonga xizmat ko'rsatadigan isitish tizimlari va quyosh energiyasidan foydalanadigan tizimlar uning yuqori texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarga ega ekanligini ko'rsatadi. Lekin bu tizimlardan keng miqyosda foydalanish amaldagi tizimlarni qayta qurish uchun juda katta mablaol sarflanishini talab etadi. Shuning uchun Qo'yliq-2 mavzesidagi tajribaviy namoyish loyihasida amaldagi isitish tizimlari asosida, kam o'zgartirishlar yo'li bilan yangi zamonaviy tizimlarga aylantirish vazifasi qo'yildi. Bunda isitish tizimi bo'yicha uchta variant bir-biri bilan taqqoslanib solishtirildi:

- etalon bo'lgan variant «0»; amaldagi tizim (21-rasm);
- 1-chi variant; pastki tarmoqli bir quvurli isitish tizimi bo'liq bo'lmagan chizma (20-rasm);
- 2-chi variant; pastki tarmoqli bir quvurli isitish tizimi hamda issiq suv ta'minoti (1 ST) bo'liq bo'lmagan chizma (22-rasm).

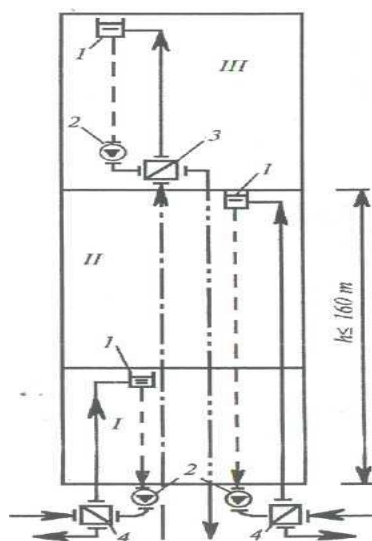
O'tkazilgan tajribalar issiqlik energiyasini tejamkorligi bo'yicha 2-chi variant eng yuqori o'rinda, so'ngra 1-chi variant va oxirida 0-chi variant ekanligini ko'rsatdi.



2-rasm. Birinchi variant pastki tarmoqli bir quvurli isitish tizimi bo'liq bo'lmagan chizma.



3-rasm. Ikkinchi variant pastki tarmoqli bir quvurli isitish tizimi hamda IST  
boo'liq bo'lmagan chizma



3-rasm. Ko'p qavatli osmon o'par binolarning suv-suvli isitish  
tizimlarining prinsipial sxemasi.

I va II suv-suvli isitish tizimli binoning zonolari; III-buo'-suvli isitish tizimli binoning zonasi (B-buo', K-kondensat); 1—kengayish baklari; 2—sirkulatsiya nasoslari; 3—buo' - suvli issiqlik almashtirgichi; 4-suv-suvli almashtirgichi.

## 2.2. Ko'p qavatli osmon o'par binolarni isitishning mohiyati

Ko'p qavatli osmon o'par binolar va ularning sanitariya-texnik qurilmalari texnik qavatlar bilan ma'lum balandliklarga ega bo'lgan qismlar — zonalar bo'linadilar. Bunda jihozlar va kommunikatsiyalar texnik qavatlarda joylashtiriladi.

Suvli isitish tizimlari uchun zona balandligi gidrostatik bosimga bo'liq bo'lib, cho'yan radiatorli tizimlar uchun 55 m dan (cho'yan radiatorning maksimal ishchi bosimi 0,6 MPa, ya'ni 60 m suv ustuniga teng), po'lat radiatorli tizimlar uchun 80 m dan va po'lat quvurlardan yasalgan isitish asboblari tizimlar uchun 90 m dan oshmasligi lozim.

Zonalarning soni binoning umumiy balandligiga bo'liqdir. Maxsus buyurtma bilan yasalgan po'lat issiqlik almashtirgichlar va nasoslar odatda 1,6

MPa gacha ishchi bosimga egadir. Shuning uchun suv-suvli isitish tizimlarining maksimal balandligi 150-160 m dan oshmasligi lozim (23-rasm).

***Nazorat savollari:***

1. Issiqlikning asosiy iste'molchilari qanday? Mavsumiy va yil davomida iste'molchilar tomonidan issiqlik iste'moli tashqi haroratga qanday bog'liq?
2. Agregatlar yordamida issiqlik yuklari qanday aniqlanadi? Maksimal va o'rtacha issiqlik oqimlarini hisoblash formulalarini yozing va ularning kattaligini tushuntiring.
3. Issiqlik sarfi grafigi nimani ko'rsatadi? Isitish va shamollatish uchun minimal tashqi issiqlik harorati qaysi haroratda?
4. Markaziy isitishning asosiy elementlari qanday?
5. Bug 'isitish tizimlari qanday turlarga bo'linadi? Asosiy eskizlarni bering.
6. Issiqlik uzatishni qanday sozlashni tushuntiring. Sifatli, miqdoriy va sifat-miqdoriy o'zgarishlar qanday amalga oshiriladi?
7. Piezometrik grafik nima? Bu qanday ishlaydi?
8. Issiqlik tarmoqlarida qanday quvurlar va armatura ishlatiladi?
9. Mahalliy iste'molchilarni ulash joylarida qanday uskunalarni ishlatiladi? Asosiy eskizlarni bering.
10. Issiqlik tarmoqlarini ishlatish, sozlash, sinovdan o'tkazish va ishlatish qoidalarini aytib bering.

**Adabiyotlar.**

4. Muxiddinov D. N., Matjanov E. K. Issiqlik elektr stantsiyalarning turbinali qurilmalari. – Toshkent, Shark nashriyoti. – 2007. – 104 bet.
5. Muxiddinov D. N., Matjanov E. K. Issiqlik elektr stantsiyalarning turbinali qurilmalari. – Toshkent, Shark nashriyoti. – 2007. – 104 bet.
6. Tsanev S.V., Burov V.D., Remezov A.N. Gazoturbinnie i parogazovie ustanovki teplovix elektrostantsiey. –M., MEI. 2003. -584 s.

#### IV. AMALIY MASHG'ULOT MATYERIALLARI

##### 1- amaliy mashg'ulot: Energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolari.

**Ishdan maqsad:** Energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolari mavzusiga oid masalalar yechish.

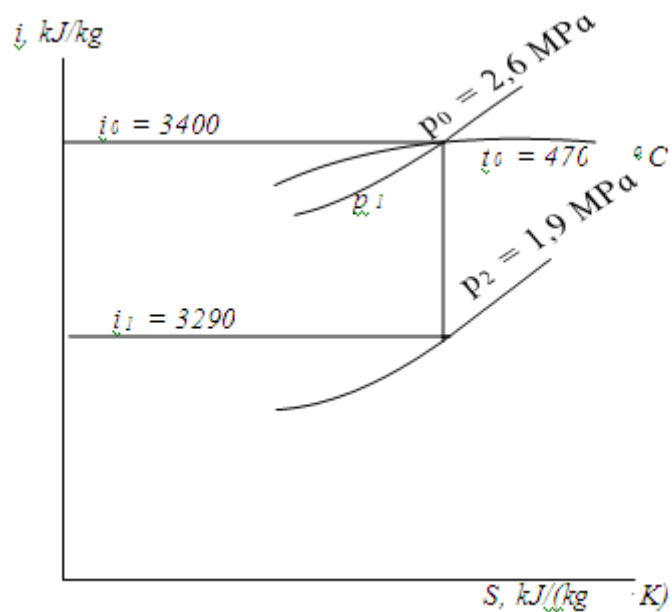
**1 – MASALA.** Reaktiv turdagi poo'onada buo' boshlano'ich bosimip<sub>0</sub> = 2,6 MPa va harorati t<sub>0</sub> = 470 °S dan p<sub>2</sub> = 1,9 MPa gacha kengaymoqda. Agar soplning tezlik koeffitsiyenti φ = 0,965 ga, kurakning tezlik koeffitsiyenti ψ = 0,88 ga, disk yassiligiga nisbatan soplning qiyalik burchagi α<sub>1</sub> = 16° ga, kuraklar o'rtasidagi aylanma tezlikning soplo kanalidan oqib chiqayotgan buo'ning haqiqiy tezligiga nisbati u/c<sub>1</sub> = 0,44 ga, bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi β<sub>2</sub> = β<sub>1</sub> – 2°30' ga va pog'onaning reaktivlik darajasi ρ = 0,5 ga teng bo'lsa, tezliklar uchburchagini quring.

**Yechish:** iS – diagrammadan buo'ning boshlano'ich parametrlaridagi entalpiyasi i<sub>0</sub> = 3400 kJ/kg va adiabatik kengayishdan keyingi entalpiyasini i<sub>1</sub> = 3290 kJ/kg topamiz (6 – rasm).

Soplodan chiqishdagi bo'gning haqiqiy tezligini quyidagi formuladan topamiz:

$$\begin{aligned}c_1 &= 44,7 \cdot \varphi \cdot \sqrt{(i_0 - i_1) \cdot (1 - \rho)} = \\ &= 44,7 \cdot 0,965 \cdot \sqrt{(3400 - 3290) \cdot (1 - 0,5)} = 320 \quad m / s.\end{aligned}$$





6 – rasm.

Kuraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni  $u/c_1 = 0,44$  ga binoan topamiz:

$$u = 0,44 \cdot c_1 = 0,44 \cdot 320 = 141 \text{ m / s.}$$

Bug'ning ishchi kuragiga kirishdagi nisbiy tezligini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} w_1 &= \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2 \cdot c_1 \cdot u \cdot \cos \alpha_1} = \\ &= \sqrt{320^2 + 141^2 - 2 \cdot 320 \cdot 141 \cdot 0,961} = 188 \text{ m / s.} \end{aligned}$$

Bug'ning ishchi kurak kanallari orasidan chiqishdagi nisbiy tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\begin{aligned} w_2 &= 44,7 \cdot \psi \cdot \sqrt{\rho \cdot (i_0 - i_1) + \left(\frac{w_1}{44,7}\right)^2} = \\ &= 44,7 \cdot 0,88 \cdot \sqrt{0,5 \cdot (3400 - 3290) + \left(\frac{188}{44,7}\right)^2} = 335 \text{ m / s} \end{aligned}$$

Buo'ning ishchi kuragiga kirishidagi  $\beta_1$  – burchagi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{c_1 \cdot \sin \alpha_1}{c_1 \cdot \cos \alpha_1 - u} = \frac{320 \cdot 0,276}{320 \cdot 0,961 - 141} = 0,530, \quad \beta_1 = 27^\circ 50'$$

Bug'ning ishchi kuraklaridan chiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ 30' = 27^\circ 50' - 2^\circ 30' = 25^\circ 20'.$$

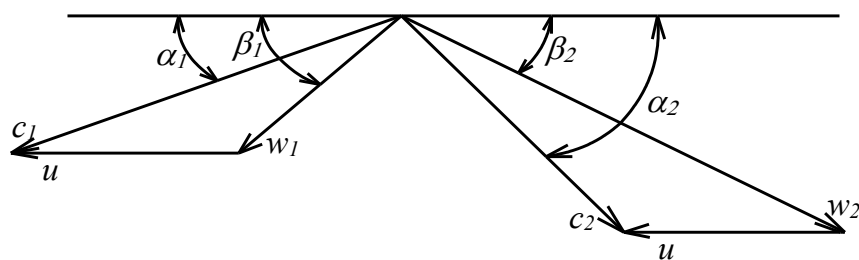
Ishchi kurak kanallari oraliq'idan chiqayotgan buo'ning absolyut tezligini (m/s) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} c_2 &= \sqrt{w_2^2 + u^2 - 2 \cdot w_2 \cdot u \cdot \cos \beta_2} = \\ &= \sqrt{335^2 + 141^2 - 2 \cdot 335 \cdot 141 \cdot 0,904} = 216 \quad m / s. \end{aligned}$$

Buo'ning ishchi kurak kanallari oraliq'idan absolyut tezlik bilan chiqishdagi qiyalik burchagi  $\alpha_2$ ni quyidagi formuladan topiladi:

$$\cos \alpha_2 = \frac{w_2 \cdot \cos \beta_2 - u}{c_2} = \frac{335 \cdot 0,904 - 141}{213} = 0,749; \quad \alpha_2 = 41^\circ 30'.$$

Ushbu hisob natijalariga asoslanib quriladigan tezliklar uchburchaklari 7 – rasmda tasvirlangan.



7 – rasm.

**2 – MASALA.** Reaktiv turdagi poo'onada 1 kg bug'ning bajargan ishini aniqlang. Bunda poo'onadagi ko'zda tutilgan issiqlik tushishi  $h_0 = 240$  kJ/kg, soplning tezlik koeffitsiyenti  $\varphi = 0,96$  ga, kurakning tezlik koeffitsiyenti  $\psi = 0,9$  ga, disk yassiligiga nisbatan soplning qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$  ga, kuraklar

o'rtasidagi aylanma tezlikning soploda kanalidan oqib chiqayotgan buo'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,44$  ga, bug'ning ishchi kurak kanallariga kirishdagi nisbiy tezligi  $w_1 = 260$  m/s, bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ$  ga va pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,48$  ga teng deb hisoblansin.

**Yechish:** Soplodan chiqishdagi bo'g'ning haqiqiy tezligini quyidagi formuladan topamiz:

$$c_1 = 44,7 \cdot \varphi \cdot \sqrt{h_0 \cdot (1 - \rho)} = 44,7 \cdot 0,96 \cdot \sqrt{240 \cdot (1 - 0,48)} = 478 \text{ m / s.}$$

Kuraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni  $u/c_1 = 0,44$  ga binoan topamiz:

$$u = 0,44 \cdot c_1 = 0,44 \cdot 478 = 210 \text{ m / s.}$$

Bug'ning ishchi kurak kanallari orasidan chiqishdagi nisbiy tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\begin{aligned} w_2 &= 44,7 \cdot \psi \cdot \sqrt{\rho \cdot h_0 + \left(\frac{w_1}{44,7}\right)^2} = \\ &= 44,7 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{0,48 \cdot 240 + \left(\frac{260}{44,7}\right)^2} = 491 \text{ m / s} \end{aligned}$$

Buo'ning ishchi kuragiga kirishidagi  $\beta_1$  – burchagi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{c_1 \cdot \sin \alpha_1}{c_1 \cdot \cos \alpha_1 - u} = \frac{478 \cdot 0,276}{478 \cdot 0,961 - 210} = 0,529, \quad \beta_1 = 27^\circ 45'$$

Bug'ning ishchi kuraklaridan chiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ = 27^\circ 45' - 2^\circ = 25^\circ 45'.$$

Poo'ona kuraklarida 1 kg buo'ning bajargan ishi (kJ/kg) quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$L = u \cdot (w_1 \cdot \cos \beta_1 + w_2 \cdot \cos \beta_2)$$

$$= 210 \cdot (260 \cdot 0,885 + 491 \cdot 0,901) = 141,2 \quad kJ / kg.$$

**3 – MASALA.** Agar turbina pog'onasidagi ko'zda tutilgan issiqlik tushishi  $h_0 = 130 \text{ kJ/kg}$ , soplning tezlik koeffitsiyenti  $\varphi = 0,96$ , ishchi kuraklarining tezlik koeffitsiyenti  $\psi = 0,91$ , soplning disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , kuraklar oralig'idagi aylanma tezlikning soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,5$ , bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = 20^\circ$  va pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,42$  ga teng bo'lsa – reaktiv pog'ona ishchi kuraklaridagi nisbiy foydali ish koeffitsiyentini aniqlang.

**Yechish:** Soplodan chiqishdagi bo'o'ning haqiqiy tezligini quyidagi formuladan topamiz:

$$c_1 = 44,7 \cdot \varphi \cdot \sqrt{h_0 \cdot (1 - \rho)} = 44,7 \cdot 0,96 \cdot \sqrt{130 \cdot (1 - 0,42)} = 373 \quad m / s.$$

Splodagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formuladan:

$$h_s = \left( \frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) \cdot \frac{c_1^2}{2000} = \left( \frac{1}{0,96^2} - 1 \right) \cdot \frac{373^2}{2000} = 6,0 \quad kJ / kg.$$

Kuraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni  $u/c_1 = 0,5$  munosabatga binoan topamiz:

$$u = 0,5 \cdot c_1 = 0,5 \cdot 373 = 186,5 \text{ m / s.}$$

Ishchi kuraklariga kirishdagi bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$w_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2 \cdot c_1 \cdot u \cdot \cos \alpha_1} =$$

$$= \sqrt{373^2 + 186,5^2 - 2 \cdot 373 \cdot 186,5 \cdot 0,974} = 196 \quad m / s.$$

Bug'ning ishchi kurak kanallari orasidan chiqishdagi nisbiy tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$w_2 = 44,7 \cdot \psi \cdot \sqrt{\rho \cdot h_0 + \left(\frac{w_1}{44,7}\right)^2} = 44,7 \cdot 0,91 \cdot \sqrt{0,42 \cdot 130 + \left(\frac{196}{44,7}\right)^2} = 349 \quad m / s.$$

Ishchi kuraklaridagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagiformuladan:

$$h_k = \left(\frac{1}{\psi^2} - 1\right) \cdot \frac{w_2^2}{2000} = \left(\frac{1}{0,91^2} - 1\right) \cdot \frac{349^2}{2000} = 12,6 \quad kJ / kg.$$

Ishchi kurak kanallari oraliq'idan chiqayotgan buo'ning absolyut tezligini (m/s) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} c_2 &= \sqrt{w_2^2 + u^2 - 2 \cdot w_2 \cdot u \cdot \cos \beta_2} = \\ &= \sqrt{349^2 + 186,5^2 - 2 \cdot 349 \cdot 186,5 \cdot 0,94} = 185 \quad m / s. \end{aligned}$$

Absolyut chiqish tezligi bilan issiqlik energiyasi isrofini (kJ/kg) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$h_{ch} = \frac{c_2^2}{2000} = \frac{185^2}{2000} = 17,1 \quad kJ / kg.$$

Ishchi kuraklaridagi nisbiy foydali ish koefitsiyentini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\eta_{n.k.} = \frac{(h_0 - h_s - h_k - h_{ch})}{h_0} = \frac{(130 - 6,0 - 12,6 - 17,1)}{130} = 0,725.$$

**4 – MASALA.** Agar turbina pog'onasida soplning tezlik koefitsiyenti  $\varphi = 0,95$ , ishchi kuraklarining tezlik koefitsiyenti  $\psi = 0,87$ , soplning disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 13^\circ$  va bug'ning ishchi kuragidan kirish burchagi  $\beta_1 = \beta_2 + 1^\circ$  ga teng ekanligi ma'lum bo'lsa, kuraklar oralig'idagi aylanma tezlikning soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,45$  dan 0,4 gacha pasayganda aktiv pog'ona ishchi kuraklaridagi nisbiy foydali ish koefitsiyenti qanchaga kamayishini aniqlang.

**Yechish:**  $u/c_1 = 0,45$  ga teng bo'lganda bug'ning ishchi kuragiga kirish burchagini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1}} = \frac{0,225}{0,974 - 0,45} = 0,429, \quad \beta_1 = 23^\circ 12'$$

Demak  $u/c_1 = 0,45$  ga teng bo'lganda bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 1^\circ = 23^\circ 12' - 1^\circ = 22^\circ 12'.$$

$u/c_1 = 0,4$  ga teng bo'lganda bug'ning ishchi kuragiga kirish burchagini quyidagi formuladan aniqlasak:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1}} = \frac{0,225}{0,974 - 0,4} = 0,392, \quad \beta_1 = 21^\circ 24'$$

Demak  $u/c_1 = 0,4$  ga teng bo'lganda bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 1^\circ = 21^\circ 24' - 1^\circ = 20^\circ 24'.$$

Ishchi kuraklarining nisbiy f.i.k.larini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$u/c_1 = 0,45$  ga teng bo'lganda:

$$\begin{aligned} \eta_{n.k.1} &= 2\varphi^2 \cdot \left( \frac{u}{c_1} \right) \cdot \left( 1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right) \cdot \left( \cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1} \right) = \\ &= 2 \cdot 0,95^2 \cdot 0,45 \cdot \left( 1 + 0,87 \cdot \frac{0,9259}{0,9191} \right) \cdot (0,974 - 0,45) = 0,798; \end{aligned}$$

$u/c_1 = 0,4$  ga teng bo'lganda:

$$\begin{aligned} \eta_{n.k.2} &= 2\varphi^2 \cdot \left( \frac{u}{c_1} \right) \cdot \left( 1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right) \cdot \left( \cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1} \right) = \\ &= 2 \cdot 0,95^2 \cdot 0,4 \cdot \left( 1 + 0,87 \cdot \frac{0,9373}{0,9311} \right) \cdot (0,974 - 0,4) = 0,777. \end{aligned}$$

Ishchi kuraklaridagi nisbiy f.i.k. kamayishini aniqlaymiz:

$$\left( \frac{\eta_{n.k.1} - \eta_{n.k.2}}{\eta_{n.k.1}} \right) \cdot 100 = \left( \frac{0,798 - 0,777}{0,798} \right) \cdot 100 = 2,6 \quad \%$$

**5 – MASALA.** Agar turbina pog'onasidagi ko'zda tutilgan issiqlik tushishi  $h_0 = 80 \text{ kJ/kg}$ , soploneg tezlik koeffisienti  $\varphi = 0,95$ , ishchi kuraklarining tezlik koeffisienti  $\psi = 0,88$ , soploneg disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 14^\circ$ , bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = 23^\circ$ , pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 1,1 \text{ m}$ , turbina valining aylanishlar chastotasi  $n = 3000 \text{ ayl/min}$ , kuraklar oralig'idagi aylanma tezlikning soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,455$ , ishchi kuragining chiqish balandligi  $l_2 = 0,03 \text{ m}$ , bug'ning kirishdagi partsiallik darajasi  $\varepsilon = 0,4$ , koeffisient  $\lambda = 1,2$ , bug' sarfi  $M = 30 \text{ kg/s}$  va isrof bo'layotgan bug'sarfi  $M_{b.s} = 1,0 \text{ kg/s}$  ga teng ekanligi ma'lum bo'lsa, hamda ishchi kurak aylanayotgan kameradagi bug' parametrlari:  $p = 1,1 \text{ MPa}$ ,  $t = 320 \text{ }^\circ\text{S}$  bo'lsa – aktiv pog'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini aniqlang.

**Yechish:** Ishchi kuraklari oralig'idagi aylanma tezlikni quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 1,1 \cdot 3000}{60} = 173 \text{ m / s.}$$

Soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligi –  $u/c_1 = 0,455$  munosabatga binoan quyidagicha aniqlanadi:

$$c_1 = \frac{u}{0,455} = \frac{173}{0,455} = 380 \text{ m / s.}$$

Soplodagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formulaga ko'ra:

$$h_s = \left( \frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) \cdot \frac{c_1^2}{2000} = \left( \frac{1}{0,95^2} - 1 \right) \cdot \frac{380^2}{2000} = 7,8 \text{ kJ / kg.}$$

Ishchi kuraklariga kirishdagi bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$w_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2 \cdot c_1 \cdot u \cdot \cos \alpha_1} =$$

$$= \sqrt{380^2 + 173^2 - 2 \cdot 380 \cdot 173 \cdot 0,97} = 216 \quad m / s.$$

Ishchi kuraklaridagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formulaga ko'ra:

$$h_k = (1 - \psi^2) \cdot \frac{w_1^2}{2000} = (1 - 0,88^2) \cdot \frac{216^2}{2000} = 5,3 \quad kJ / kg.$$

Ishchi kurak kanallari oralig'idan chiqayotgan bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan:

$$w_2 = \psi \cdot w_1 = 0,88 \cdot 216 = 190 \quad m / s.$$

Ishchi kurak kanallari oralig'idan chiqayotgan bug'ning absolyut tezligi quyidagi formuladan:

$$c_2 = \sqrt{w_2^2 + u^2 - 2 \cdot w_2 \cdot u \cdot \cos \beta_2} =$$

$$= \sqrt{190^2 + 173^2 - 2 \cdot 190 \cdot 173 \cdot 0,92} = 74 \quad m / s.$$

Absolyut chiqish tezligi bilan issiqlik energiyasi isrofini (kJ/kg) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$h_{ch} = \frac{c_2^2}{2000} = \frac{74^2}{2000} = 2,7 \quad kJ / kg.$$

$p = 1,1$  MPa va  $t = 320$  °C bo'lgan hol uchun pog'ona kamerasidagi bug'ning solishtirma hajmini  $iS$  – diagrammasidan topamiz:

$$v = 0,25 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Turbina diskining buo'li muhitda aylanishida muhit va disk o'rtasida ishqalanish va ventilyatsiya tufayli issiqlik isrofi quyidagi formulaga ko'ra:



$$\begin{aligned}
h_{i.v} &= \lambda \cdot [1,07 \cdot d^2 + 0,61 \cdot z \cdot (1 - \varepsilon) \cdot d \cdot l_2^{1,5}] \cdot \frac{1}{v} \cdot \frac{u^3}{10^6} \cdot \frac{1}{M} = \\
&= 1,2 \cdot [1,07 \cdot 1,1^2 + 0,61 \cdot 1 \cdot (1 - 0,4) \cdot 1,1 \cdot 3^{1,5}] \cdot \frac{1}{0,25} \cdot \frac{173^3}{10^6} \cdot \frac{1}{30} = \\
&= 2,7 \quad kJ / kg.
\end{aligned}$$

Zichlama tirqishlari, soplo va kuraklarni aylanib o'tish joylari orqali buo' sarfi tufayli issiqlik energiyasi isrofi (kJ/kg) quyidagi formuladan topiladi:

$$h_{b.s} = \frac{M_{b.s} \cdot h_0}{M} = \frac{1 \cdot 80}{30} = 2,7 \quad kJ / kg.$$

Poo'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini (1.21) formuladan quyidagicha topamiz:

$$\eta_{o.i}^p = \frac{(h_0 - h_s - h_k - h_{ch} - h_{i.v.} - h_{b.s.})}{h_0} = \frac{(80 - 7,3 - 5,3 - 2,7 - 2,7 - 2,7)}{80} = 0,735.$$

**6 – MASALA.** Agar turbina pog'onasidagi ko'zda tutilgan issiqlik tushishi  $h_0 = 100 \text{ kJ/kg}$ , soplning tezlik koeffisiyenti  $\varphi = 0,95$ , ishchi kuraklarining tezlik koeffisienti  $\psi = 0,87$ , soplning disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 13^\circ$ , kuraklar oralig'idagi aylanma tezlikning soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,5$ , bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 1^\circ$ , ishqalanish va ventilyatsiya tufayli issiqlik energiyasi isrofi  $h_{i.v.} = 1,3 \text{ kJ/kg}$ , bug' sarfi  $M = 30 \text{ kg/s}$  va isrof bo'layotgan bug'sarfi  $M_{b.s} = 0,36 \text{ kg/s}$  ga teng ekanligi ma'lum bo'lsa – aktiv pog'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini aniqlang.

**Yechish:** Ishchi kuraklari oralig'iga bug'ning kirish burchagini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$tg \beta_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1}} = \frac{0,225}{0,974 - 0,5} = 0,475, \quad \beta_1 = 25^\circ 24'.$$

Bug'ning ishchi kuragidanchiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 1^\circ = 25^\circ 24' - 1^\circ = 24^\circ 24'.$$

Turbina diskini buo'li muhitda aylanishi tufayli ishqalanish va ventilyatsiyaga nisbiy issiqlik energiyasi isrofi:

$$\zeta_{i.v.} = h_{i.v.}/h_0 = 1,3/100 = 0,013.$$

Zichlama tirqishlari, soplo va kuraklarni aylanib o'tish joylari orqali buo' sarfi tufayli issiqlik energiyasi isrofi (kJ/kg) quyidagi formuladan topiladi:

$$h_{b.s.} = \frac{M_{b.s.} \cdot h_0}{M} = \frac{0,36 \cdot 100}{30} = 1,2 \quad kJ / kg.$$

Zichlama tirqishlari, soplo va kuraklarni aylanib o'tishda buo' sarfi tufayli nisbiy issiqlik energiyasi isrofi:

$$\zeta_{b.s.} = h_{b.s.}/h_0 = 1,2/100 = 0,012.$$

Ko'rilayotgan poo'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \eta_{oi}^p &= 2\varphi^2 \cdot \left(\frac{u}{c_1}\right) \cdot \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1}\right) \cdot \left(\cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1}\right) - \zeta_{i.v.} - \zeta_{b.s.} = \\ &= 2 \cdot 0,95^2 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + 0,87 \cdot \frac{0,9107}{0,9033}\right) \cdot (0,974 - 0,5) - 0,013 - 0,012 = 0,7. \end{aligned}$$

**7 – MASALA.** Aktiv pog'onada bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,4$  MPa bosim va  $t_0 = 360$  °S haroratdan  $p_1 = 1,4$  MPa bosimgacha kengaymoqda. Agar turbina pog'onasi soplosining tezlik koeffitsiyenti  $\varphi = 0,96$ , ishchi kuraklarining tezlik koeffitsiyenti  $\psi = 0,9$ , soploning disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , kuraklar oralig'idagi aylanma tezlik  $u = 245$  m/s, bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = 18^\circ 48'$ , oldingi pog'onadan chiqish tezligi bilan hosil bo'layotgan issiqlik energiyasi  $h_{ch}^{old} = 8$  kJ/kg, chiqish tezligi energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti  $\mu = 1$ , ishqalanish va ventilyatsiya tufayli issiqlik energiyasi isrofi  $h_{i.v.} = 2,6$  kJ/kg va buo' sarfi

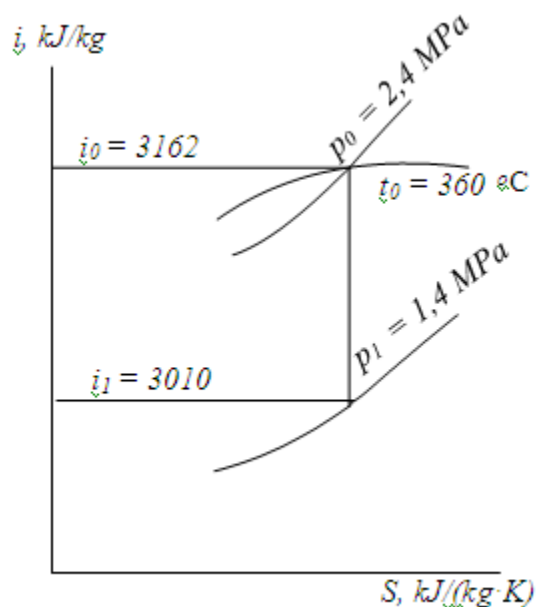
tufayli issiqlik energiyasi isrofi  $h_{b.s.} = 2,4 \text{ kJ/kg}$  ga teng ekanligi ma'lum bo'lsa – pog'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini aniqlang.

**Yechish:**  $iS$  – diagrammadan buo'ning boshlano'ich parametrlaridagi entalpiyasi  $i_0 = 3162 \text{ kJ/kg}$  va adiabatik kengayishdan keyingi entalpiyasini  $i_1 = 3010 \text{ kJ/kg}$  topamiz (8 – rasm).

Soplodan chiqishdagi bo'gning haqiqiy tezligini quyidagi formuladan topamiz:

$$c_1 = 44,7 \cdot \varphi \cdot \sqrt{(i_0 - i_1) + h_{ch}^{old}} =$$

$$= 44,7 \cdot 0,96 \cdot \sqrt{(3162 - 3010) + 8} = 543 \text{ m / s.}$$



**8 – rasm.**

Soplodagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formulaga ko'ra:

$$h_s = \left( \frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) \cdot \frac{c_1^2}{2000} = \left( \frac{1}{0,96^2} - 1 \right) \cdot \frac{543^2}{2000} = 12,5 \text{ kJ / kg.}$$

Ishchi kuraklariga kirishdagi bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$w_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2 \cdot c_1 \cdot u \cdot \cos \alpha_1} =$$

$$= \sqrt{543^2 + 245^2 - 2 \cdot 543 \cdot 245 \cdot 0,961} = 315 \quad m / s.$$

Ishchi kuraklaridagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formulaga ko'ra:

$$h_k = (1 - \psi^2) \cdot \frac{w_1^2}{2000} = (1 - 0,9^2) \cdot \frac{315^2}{2000} = 9,4 \quad kJ / kg.$$

Ishchi kurak kanallari oralig'idan chiqayotgan bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan:

$$w_2 = \psi \cdot w_1 = 0,9 \cdot 315 = 283,5 \quad m / s.$$

Ishchi kurak kanallari oralig'idan chiqayotgan bug'ning absolyut tezligi quyidagi formuladan:

$$c_2 = \sqrt{w_2^2 + u^2 - 2 \cdot w_2 \cdot u \cdot \cos \beta_2} =$$

$$= \sqrt{283,5^2 + 245^2 - 2 \cdot 283,5 \cdot 245 \cdot 0,95} = 93 \quad m / s.$$

Absolyut chiqish tezligi bilan issiqlik energiyasi isrofini (kJ/kg) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$h_{ch} = \frac{c_2^2}{2000} = \frac{93^2}{2000} = 4,3 \quad kJ / kg.$$

Poo'onaning ichki nisbiy f.i.k.i quyidagi formuladan topiladi:

$$\eta_{oi}^p = \frac{[\mu \cdot h_{ch}^{old} + h_0 - (h_s + h_k + h_{ch} + h_{i.v} + h_{b.s})]}{\mu \cdot h_{ch}^{old} + h_0} =$$

$$= \frac{[1 \cdot 8 + 152 - (12,5 + 9,4 + 4,3 + 2,6 + 2,4)]}{1 \cdot 8 + 152} = 0,805.$$

**2-amaliy mashg'ulot: Energiya ishlab chiqarish jarayonining bosqichlari. Bug' va gaz qurilmalarining asosiy elementlari va IES larida tutgan o'rni.**

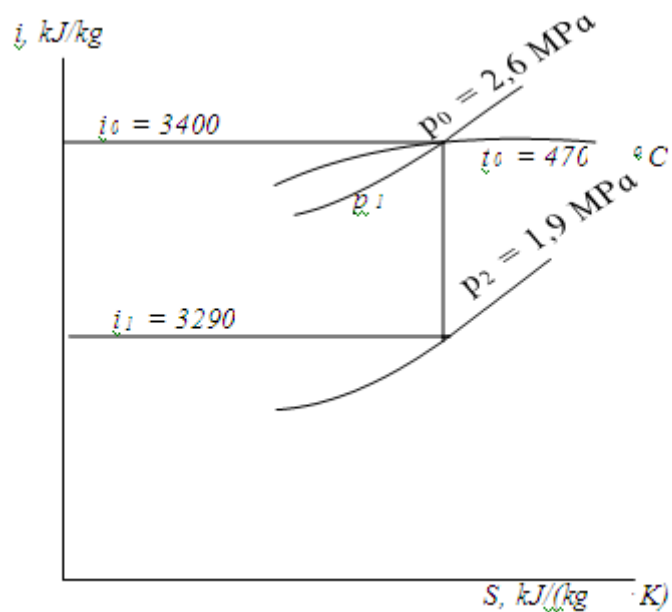
**Ishdan maqsad:**Reaktiv turdagi poo'onada 1 kg bug'ning bajargan ishini aniqlash

**1 – masala.** Reaktiv turdagi poo'onada buo' boshlano'ich bosimip<sub>0</sub> = 2,6 MPa va harorati t<sub>0</sub> = 470 °S dan p<sub>2</sub> = 1,9 MPa gacha kengaymoqda. Agar soplarning tezlik koeffitsiyenti φ = 0,965 ga, kurakning tezlik koeffitsiyenti ψ = 0,88 ga, disk yassiligiga nisbatan soplarning qiyalik burchagi α<sub>1</sub> = 16° ga, kuraklar o'rtasidagi aylanma tezlikning soplo kanalidan oqib chiqayotgan buo'ning haqiqiy tezligiga nisbati u/c<sub>1</sub> = 0,44 ga, bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi β<sub>2</sub> = β<sub>1</sub> – 2°30' ga va pog'onaning reaktivlik darajasi ρ = 0,5 ga teng bo'lsa, tezliklar uchburchagini quring.

**Yechish:** iS – diagrammadan buo'ning boshlano'ich parametrlaridagi entalpiyasi i<sub>0</sub> = 3400 kJ/kg va adiabatik kengayishdan keyingi entalpiyasini i<sub>1</sub> = 3290 kJ/kg topamiz (6 – rasm).

Soplodan chiqishdagi bo'gning haqiqiy tezligini quyidagi formuladan topamiz:

$$\begin{aligned}c_1 &= 44,7 \cdot \varphi \cdot \sqrt{(i_0 - i_1) \cdot (1 - \rho)} = \\ &= 44,7 \cdot 0,965 \cdot \sqrt{(3400 - 3290) \cdot (1 - 0,5)} = 320 \quad m / s.\end{aligned}$$



6 – rasm.

Kuraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni  $u/c_1 = 0,44$  ga binoan topamiz:

$$u = 0,44 \cdot c_1 = 0,44 \cdot 320 = 141 \text{ m / s.}$$

Bug'ning ishchi kuragiga kirishdagi nisbiy tezligini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} w_1 &= \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2 \cdot c_1 \cdot u \cdot \cos \alpha_1} = \\ &= \sqrt{320^2 + 141^2 - 2 \cdot 320 \cdot 141 \cdot 0,961} = 188 \text{ m / s.} \end{aligned}$$

Bug'ning ishchi kurak kanallari orasidan chiqishdagi nisbiy tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\begin{aligned} w_2 &= 44,7 \cdot \psi \cdot \sqrt{\rho \cdot (i_0 - i_1) + \left(\frac{w_1}{44,7}\right)^2} = \\ &= 44,7 \cdot 0,88 \cdot \sqrt{0,5 \cdot (3400 - 3290) + \left(\frac{188}{44,7}\right)^2} = 335 \text{ m / s} \end{aligned}$$

Buo'ning ishchi kuragiga kirishidagi  $\beta_1$  – burchagi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{c_1 \cdot \sin \alpha_1}{c_1 \cdot \cos \alpha_1 - u} = \frac{320 \cdot 0,276}{320 \cdot 0,961 - 141} = 0,530, \quad \beta_1 = 27^\circ 50'$$

Bug'ning ishchi kuraklaridan chiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ 30' = 27^\circ 50' - 2^\circ 30' = 25^\circ 20'.$$

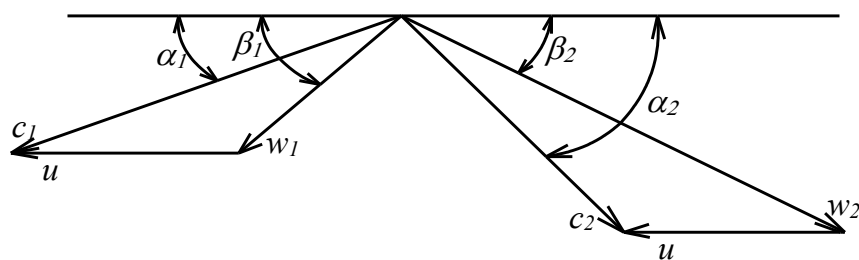
Ishchi kurak kanallari oraliq'idan chiqayotgan buo'ning absolyut tezligini (m/s) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} c_2 &= \sqrt{w_2^2 + u^2 - 2 \cdot w_2 \cdot u \cdot \cos \beta_2} = \\ &= \sqrt{335^2 + 141^2 - 2 \cdot 335 \cdot 141 \cdot 0,904} = 216 \quad m / s. \end{aligned}$$

Buo'ning ishchi kurak kanallari oraliq'idan absolyut tezlik bilan chiqishdagi qiyalik burchagi  $\alpha_2$ ni quyidagi formuladan topiladi:

$$\cos \alpha_2 = \frac{w_2 \cdot \cos \beta_2 - u}{c_2} = \frac{335 \cdot 0,904 - 141}{213} = 0,749; \quad \alpha_2 = 41^\circ 30'.$$

Ushbu hisob natijalariga asoslanib quriladigan tezliklar uchburchaklari 7 – rasmda tasvirlangan.



7 – rasm.

**2 – MASALA.** Reaktiv turdagi poo'onada 1 kg bug'ning bajargan ishini aniqlang. Bunda poo'onadagi ko'zda tutilgan issiqlik tushishi  $h_0 = 240$  kJ/kg, soplning tezlik koeffitsiyenti  $\varphi = 0,96$  ga, kurakning tezlik koeffitsiyenti  $\psi = 0,9$  ga, disk yassiligiga nisbatan soplning qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$  ga, kuraklar

o'rtasidagi aylanma tezlikning soploda kanalidan oqib chiqayotgan buo'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,44$  ga, bug'ning ishchi kurak kanallariga kirishdagi nisbiy tezligi  $w_1 = 260$  m/s, bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ$  ga va pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,48$  ga teng deb hisoblansin.

**Yechish:** Soplodan chiqishdagi bo'g'ning haqiqiy tezligini quyidagi formuladan topamiz:

$$c_1 = 44,7 \cdot \varphi \cdot \sqrt{h_0 \cdot (1 - \rho)} = 44,7 \cdot 0,96 \cdot \sqrt{240 \cdot (1 - 0,48)} = 478 \text{ m / s.}$$

Kuraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni  $u/c_1 = 0,44$  ga binoan topamiz:

$$u = 0,44 \cdot c_1 = 0,44 \cdot 478 = 210 \text{ m / s.}$$

Bug'ning ishchi kurak kanallari orasidan chiqishdagi nisbiy tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\begin{aligned} w_2 &= 44,7 \cdot \psi \cdot \sqrt{\rho \cdot h_0 + \left(\frac{w_1}{44,7}\right)^2} = \\ &= 44,7 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{0,48 \cdot 240 + \left(\frac{260}{44,7}\right)^2} = 491 \text{ m / s} \end{aligned}$$

Buo'ning ishchi kuragiga kirishidagi  $\beta_1$  – burchagi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{c_1 \cdot \sin \alpha_1}{c_1 \cdot \cos \alpha_1 - u} = \frac{478 \cdot 0,276}{478 \cdot 0,961 - 210} = 0,529, \quad \beta_1 = 27^\circ 45'$$

Bug'ning ishchi kuraklaridan chiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ = 27^\circ 45' - 2^\circ = 25^\circ 45'.$$

Poo'ona kuraklarida 1 kg buo'ning bajargan ishi (kJ/kg) quyidagi formuladan aniqlanadi:



$$L = u \cdot (w_1 \cdot \cos \beta_1 + w_2 \cdot \cos \beta_2)$$

$$= 210 \cdot (260 \cdot 0,885 + 491 \cdot 0,901) = 141,2 \quad kJ / kg.$$

**3 – MASALA.** Agar turbina pog'onasidagi ko'zda tutilgan issiqlik tushishi  $h_0 = 130 \text{ kJ/kg}$ , soplning tezlik koeffitsiyenti  $\varphi = 0,96$ , ishchi kuraklarining tezlik koeffitsiyenti  $\psi = 0,91$ , soplning disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , kuraklar oralig'idagi aylanma tezlikning soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,5$ , bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = 20^\circ$  va pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,42$  ga teng bo'lsa – reaktiv pog'ona ishchi kuraklaridagi nisbiy foydali ish koeffitsiyentini aniqlang.

**Yechish:** Soplodan chiqishdagi bo'o'ning haqiqiy tezligini quyidagi formuladan topamiz:

$$c_1 = 44,7 \cdot \varphi \cdot \sqrt{h_0 \cdot (1 - \rho)} = 44,7 \cdot 0,96 \cdot \sqrt{130 \cdot (1 - 0,42)} = 373 \quad m / s.$$

Splodagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formuladan:

$$h_s = \left( \frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) \cdot \frac{c_1^2}{2000} = \left( \frac{1}{0,96^2} - 1 \right) \cdot \frac{373^2}{2000} = 6,0 \quad kJ / kg.$$

Kuraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni  $u/c_1 = 0,5$  munosabatga binoan topamiz:

$$u = 0,5 \cdot c_1 = 0,5 \cdot 373 = 186,5 \text{ m / s.}$$

Ishchi kuraklariga kirishdagi bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$w_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2 \cdot c_1 \cdot u \cdot \cos \alpha_1} =$$

$$= \sqrt{373^2 + 186,5^2 - 2 \cdot 373 \cdot 186,5 \cdot 0,974} = 196 \quad m / s.$$

Bug'ning ishchi kurak kanallari orasidan chiqishdagi nisbiy tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$w_2 = 44,7 \cdot \psi \cdot \sqrt{\rho \cdot h_0 + \left(\frac{w_1}{44,7}\right)^2} = 44,7 \cdot 0,91 \cdot \sqrt{0,42 \cdot 130 + \left(\frac{196}{44,7}\right)^2} = 349 \quad m / s.$$

Ishchi kuraklaridagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagiformuladan:

$$h_k = \left(\frac{1}{\psi^2} - 1\right) \cdot \frac{w_2^2}{2000} = \left(\frac{1}{0,91^2} - 1\right) \cdot \frac{349^2}{2000} = 12,6 \quad kJ / kg.$$

Ishchi kurak kanallari oraliq'idan chiqayotgan buo'ning absolyut tezligini (m/s) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} c_2 &= \sqrt{w_2^2 + u^2 - 2 \cdot w_2 \cdot u \cdot \cos \beta_2} = \\ &= \sqrt{349^2 + 186,5^2 - 2 \cdot 349 \cdot 186,5 \cdot 0,94} = 185 \quad m / s. \end{aligned}$$

Absolyut chiqish tezligi bilan issiqlik energiyasi isrofini (kJ/kg) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$h_{ch} = \frac{c_2^2}{2000} = \frac{185^2}{2000} = 17,1 \quad kJ / kg.$$

Ishchi kuraklaridagi nisbiy foydali ish ko'effitsiyentini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\eta_{n.k.} = \frac{(h_0 - h_s - h_k - h_{ch})}{h_0} = \frac{(130 - 6,0 - 12,6 - 17,1)}{130} = 0,725.$$

**4 – MASALA.** Agar turbina pog'onasida soplning tezlik ko'effitsiyenti  $\varphi = 0,95$ , ishchi kuraklarining tezlik ko'effitsiyenti  $\psi = 0,87$ , soplning disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 13^\circ$  va bug'ning ishchi kuragidan kirish burchagi  $\beta_1 = \beta_2 + 1^\circ$  ga teng ekanligi ma'lum bo'lsa, kuraklar oralig'idagi aylanma tezlikning soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,45$  dan 0,4 gacha pasayganda aktiv pog'ona ishchi kuraklaridagi nisbiy foydali ish ko'effitsiyenti qanchaga kamayishini aniqlang.

**Yechish:**  $u/c_1 = 0,45$  ga teng bo'lganda bug'ning ishchi kuragiga kirish burchagini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1}} = \frac{0,225}{0,974 - 0,45} = 0,429, \quad \beta_1 = 23^\circ 12'$$

Demak  $u/c_1 = 0,45$  ga teng bo'lganda bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 1^\circ = 23^\circ 12' - 1^\circ = 22^\circ 12'.$$

$u/c_1 = 0,4$  ga teng bo'lganda bug'ning ishchi kuragiga kirish burchagini quyidagi formuladan aniqlasak:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1}} = \frac{0,225}{0,974 - 0,4} = 0,392, \quad \beta_1 = 21^\circ 24'$$

Demak  $u/c_1 = 0,4$  ga teng bo'lganda bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 1^\circ = 21^\circ 24' - 1^\circ = 20^\circ 24'.$$

Ishchi kuraklarining nisbiy f.i.k.larini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$u/c_1 = 0,45$  ga teng bo'lganda:

$$\begin{aligned} \eta_{n.k.1} &= 2\varphi^2 \cdot \left( \frac{u}{c_1} \right) \cdot \left( 1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right) \cdot \left( \cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1} \right) = \\ &= 2 \cdot 0,95^2 \cdot 0,45 \cdot \left( 1 + 0,87 \cdot \frac{0,9259}{0,9191} \right) \cdot (0,974 - 0,45) = 0,798; \end{aligned}$$

$u/c_1 = 0,4$  ga teng bo'lganda:

$$\begin{aligned} \eta_{n.k.2} &= 2\varphi^2 \cdot \left( \frac{u}{c_1} \right) \cdot \left( 1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right) \cdot \left( \cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1} \right) = \\ &= 2 \cdot 0,95^2 \cdot 0,4 \cdot \left( 1 + 0,87 \cdot \frac{0,9373}{0,9311} \right) \cdot (0,974 - 0,4) = 0,777. \end{aligned}$$

Ishchi kuraklaridagi nisbiy f.i.k. kamayishini aniqlaymiz:

$$\left( \frac{\eta_{n.k.1} - \eta_{n.k.2}}{\eta_{n.k.1}} \right) \cdot 100 = \left( \frac{0,798 - 0,777}{0,798} \right) \cdot 100 = 2,6 \quad \%$$

**5 – MASALA.** Agar turbina pog'onasidagi ko'zda tutilgan issiqlik tushishi  $h_0 = 80 \text{ kJ/kg}$ , soploneg tezlik koeffisienti  $\varphi = 0,95$ , ishchi kuraklarining tezlik koeffisienti  $\psi = 0,88$ , soploneg disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 14^\circ$ , bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = 23^\circ$ , pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 1,1 \text{ m}$ , turbina valining aylanishlar chastotasi  $n = 3000 \text{ ayl/min}$ , kuraklar oralig'idagi aylanma tezlikning soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,455$ , ishchi kuragining chiqish balandligi  $l_2 = 0,03 \text{ m}$ , bug'ning kirishdagi partsiallik darajasi  $\varepsilon = 0,4$ , koeffisient  $\lambda = 1,2$ , bug' sarfi  $M = 30 \text{ kg/s}$  va isrof bo'layotgan bug' sarfi  $M_{b.s} = 1,0 \text{ kg/s}$  ga teng ekanligi ma'lum bo'lsa, hamda ishchi kurak aylanayotgan kameradagi bug' parametrlari:  $p = 1,1 \text{ MPa}$ ,  $t = 320 \text{ }^\circ\text{S}$  bo'lsa – aktiv pog'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini aniqlang.

**Yechish:** Ishchi kuraklari oralig'idagi aylanma tezlikni quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 1,1 \cdot 3000}{60} = 173 \text{ m / s.}$$

Soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligi –  $u/c_1 = 0,455$  munosabatga binoan quyidagicha aniqlanadi:

$$c_1 = \frac{u}{0,455} = \frac{173}{0,455} = 380 \text{ m / s.}$$

Soplodagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formulaga ko'ra:

$$h_s = \left( \frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) \cdot \frac{c_1^2}{2000} = \left( \frac{1}{0,95^2} - 1 \right) \cdot \frac{380^2}{2000} = 7,8 \text{ kJ / kg.}$$

Ishchi kuraklariga kirishdagi bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$w_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2 \cdot c_1 \cdot u \cdot \cos \alpha_1} =$$

$$= \sqrt{380^2 + 173^2 - 2 \cdot 380 \cdot 173 \cdot 0,97} = 216 \quad m / s.$$

Ishchi kuraklaridagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formulaga ko'ra:

$$h_k = (1 - \psi^2) \cdot \frac{w_1^2}{2000} = (1 - 0,88^2) \cdot \frac{216^2}{2000} = 5,3 \quad kJ / kg.$$

Ishchi kurak kanallari oralig'idan chiqayotgan bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan:

$$w_2 = \psi \cdot w_1 = 0,88 \cdot 216 = 190 \quad m / s.$$

Ishchi kurak kanallari oralig'idan chiqayotgan bug'ning absolyut tezligi quyidagi formuladan:

$$c_2 = \sqrt{w_2^2 + u^2 - 2 \cdot w_2 \cdot u \cdot \cos \beta_2} =$$

$$= \sqrt{190^2 + 173^2 - 2 \cdot 190 \cdot 173 \cdot 0,92} = 74 \quad m / s.$$

Absolyut chiqish tezligi bilan issiqlik energiyasi isrofini (kJ/kg) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$h_{ch} = \frac{c_2^2}{2000} = \frac{74^2}{2000} = 2,7 \quad kJ / kg.$$

$p = 1,1$  MPa va  $t = 320$  °C bo'lgan hol uchun pog'ona kamerasidagi bug'ning solishtirma hajmini  $iS$  – diagrammasidan topamiz:

$$v = 0,25 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Turbina diskining buo'li muhitda aylanishida muhit va disk o'rtasida ishqalanish va ventilyatsiya tufayli issiqlik isrofi quyidagi formulaga ko'ra:

$$\begin{aligned}
h_{i.v} &= \lambda \cdot [1,07 \cdot d^2 + 0,61 \cdot z \cdot (1 - \varepsilon) \cdot d \cdot l_2^{1,5}] \cdot \frac{1}{v} \cdot \frac{u^3}{10^6} \cdot \frac{1}{M} = \\
&= 1,2 \cdot [1,07 \cdot 1,1^2 + 0,61 \cdot 1 \cdot (1 - 0,4) \cdot 1,1 \cdot 3^{1,5}] \cdot \frac{1}{0,25} \cdot \frac{173^3}{10^6} \cdot \frac{1}{30} = \\
&= 2,7 \quad kJ / kg.
\end{aligned}$$

Zichlama tirqishlari, soplo va kuraklarni aylanib o'tish joylari orqali buo' sarfi tufayli issiqlik energiyasi isrofi (kJ/kg) quyidagi formuladan topiladi:

$$h_{b.s} = \frac{M_{b.s} \cdot h_0}{M} = \frac{1 \cdot 80}{30} = 2,7 \quad kJ / kg.$$

Poo'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini (1.21) formuladan quyidagicha topamiz:

$$\eta_{o.i}^p = \frac{(h_0 - h_s - h_k - h_{ch} - h_{i.v.} - h_{b.s.})}{h_0} = \frac{(80 - 7,3 - 5,3 - 2,7 - 2,7 - 2,7)}{80} = 0,735.$$

**6 – MASALA.** Agar turbina pog'onasidagi ko'zda tutilgan issiqlik tushishi  $h_0 = 100 \text{ kJ/kg}$ , soplning tezlik koeffisiyenti  $\varphi = 0,95$ , ishchi kuraklarining tezlik koeffisienti  $\psi = 0,87$ , soplning disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 13^\circ$ , kuraklar oralig'idagi aylanma tezlikning soplodan oqib o'tayotgan bug'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,5$ , bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 1^\circ$ , ishqalanish va ventilyatsiya tufayli issiqlik energiyasi isrofi  $h_{i.v.} = 1,3 \text{ kJ/kg}$ , bug' sarfi  $M = 30 \text{ kg/s}$  va isrof bo'layotgan bug'sarfi  $M_{b.s} = 0,36 \text{ kg/s}$  ga teng ekanligi ma'lum bo'lsa – aktiv pog'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini aniqlang.

**Yechish:** Ishchi kuraklari oralig'iga bug'ning kirish burchagini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$tg \beta_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1}} = \frac{0,225}{0,974 - 0,5} = 0,475, \quad \beta_1 = 25^\circ 24'.$$

Bug'ning ishchi kuragidanchiqish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 1^\circ = 25^\circ 24' - 1^\circ = 24^\circ 24'.$$

Turbina diskini buo'li muhitda aylanishi tufayli ishqalanish va ventilyatsiyaga nisbiy issiqlik energiyasi isrofi:

$$\zeta_{i.v.} = h_{i.v.}/h_0 = 1,3/100 = 0,013.$$

Zichlama tirqishlari, soplo va kuraklarni aylanib o'tish joylari orqali buo' sarfi tufayli issiqlik energiyasi isrofi (kJ/kg) quyidagi formuladan topiladi:

$$h_{b.s.} = \frac{M_{b.s.} \cdot h_0}{M} = \frac{0,36 \cdot 100}{30} = 1,2 \quad \text{kJ / kg}.$$

Zichlama tirqishlari, soplo va kuraklarni aylanib o'tishda buo' sarfi tufayli nisbiy issiqlik energiyasi isrofi:

$$\zeta_{b.s.} = h_{b.s.}/h_0 = 1,2/100 = 0,012.$$

Ko'rilayotgan poo'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \eta_{oi}^p &= 2\varphi^2 \cdot \left(\frac{u}{c_1}\right) \cdot \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1}\right) \cdot \left(\cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1}\right) - \zeta_{i.v.} - \zeta_{b.s.} = \\ &= 2 \cdot 0,95^2 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + 0,87 \cdot \frac{0,9107}{0,9033}\right) \cdot (0,974 - 0,5) - 0,013 - 0,012 = 0,7. \end{aligned}$$

**7 – MASALA.** Aktiv pog'onada bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,4$  MPa bosim va  $t_0 = 360$  °S haroratdan  $p_1 = 1,4$  MPa bosimgacha kengaymoqda. Agar turbina pog'onasi soplosining tezlik koeffitsiyenti  $\varphi = 0,96$ , ishchi kuraklarining tezlik koeffitsiyenti  $\psi = 0,9$ , soplarning disk yassiligiga nisbatan qiyalik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , kuraklar oralig'idagi aylanma tezlik  $u = 245$  m/s, bug'ning ishchi kuragidan chiqish burchagi  $\beta_2 = 18^\circ 48'$ , oldingi pog'onadan chiqish tezligi bilan hosil bo'layotgan issiqlik energiyasi  $h_{ch}^{old} = 8$  kJ/kg, chiqish tezligi energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti  $\mu = 1$ , ishqalanish va ventilyatsiya tufayli issiqlik energiyasi isrofi  $h_{i.v.} = 2,6$  kJ/kg va buo' sarfi

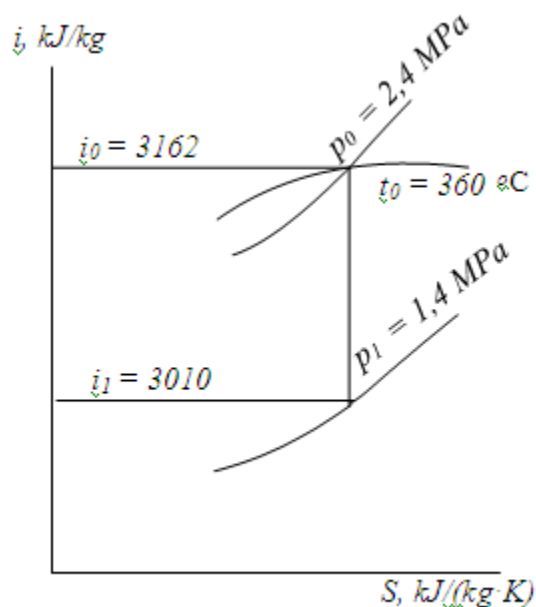
tufayli issiqlik energiyasi isrofi  $h_{b.s.} = 2,4 \text{ kJ/kg}$  ga teng ekanligi ma'lum bo'lsa – pog'onaning ichki nisbiy f.i.k.ini aniqlang.

**Yechish:**  $iS$  – diagrammadan buo'ning boshlano'ich parametrlaridagi entalpiyasi  $i_0 = 3162 \text{ kJ/kg}$  va adiabatik kengayishdan keyingi entalpiyasini  $i_1 = 3010 \text{ kJ/kg}$  topamiz (8 – rasm).

Soplodan chiqishdagi bo'gning haqiqiy tezligini quyidagi formuladan topamiz:

$$c_1 = 44,7 \cdot \varphi \cdot \sqrt{(i_0 - i_1) + h_{ch}^{old}} =$$

$$= 44,7 \cdot 0,96 \cdot \sqrt{(3162 - 3010) + 8} = 543 \text{ m / s.}$$



**8 – rasm.**

Soplodagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formulaga ko'ra:

$$h_s = \left( \frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) \cdot \frac{c_1^2}{2000} = \left( \frac{1}{0,96^2} - 1 \right) \cdot \frac{543^2}{2000} = 12,5 \text{ kJ / kg.}$$

Ishchi kuraklariga kirishdagi bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:



$$w_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2 \cdot c_1 \cdot u \cdot \cos \alpha_1} =$$

$$= \sqrt{543^2 + 245^2 - 2 \cdot 543 \cdot 245 \cdot 0,961} = 315 \quad m / s.$$

Ishchi kuraklaridagi issiqlik energiyasi isrofi quyidagi formulaga ko'ra:

$$h_k = (1 - \psi^2) \cdot \frac{w_1^2}{2000} = (1 - 0,9^2) \cdot \frac{315^2}{2000} = 9,4 \quad kJ / kg.$$

Ishchi kurak kanallari oralig'idan chiqayotgan bug'ning nisbiy tezligi quyidagi formuladan:

$$w_2 = \psi \cdot w_1 = 0,9 \cdot 315 = 283,5 \quad m / s.$$

Ishchi kurak kanallari oralig'idan chiqayotgan bug'ning absolyut tezligi quyidagi formuladan:

$$c_2 = \sqrt{w_2^2 + u^2 - 2 \cdot w_2 \cdot u \cdot \cos \beta_2} =$$

$$= \sqrt{283,5^2 + 245^2 - 2 \cdot 283,5 \cdot 245 \cdot 0,95} = 93 \quad m / s.$$

Absolyut chiqish tezligi bilan issiqlik energiyasi isrofini (kJ/kg) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$h_{ch} = \frac{c_2^2}{2000} = \frac{93^2}{2000} = 4,3 \quad kJ / kg.$$

Poo'onaning ichki nisbiy f.i.k.i quyidagi formuladan topiladi:

$$\eta_{oi}^p = \frac{[\mu \cdot h_{ch}^{old} + h_0 - (h_s + h_k + h_{ch} + h_{i.v} + h_{b.s})]}{\mu \cdot h_{ch}^{old} + h_0} =$$

$$= \frac{[1 \cdot 8 + 152 - (12,5 + 9,4 + 4,3 + 2,6 + 2,4)]}{1 \cdot 8 + 152} = 0,805.$$

**3-amaliy mashg'ulot: Issiqlik energiyasini uzatish, taqsimlash tizimlarida yo'qotishlarni kamaytirish.**

**Ishdan maqsad:** Issiqlik yuklamasining turlari ko'p bo'lishiga qaramay, ularni mavjud bo'lish vaqti bo'yicha asosan ikki turga bo'lish:

Mavsumiy yuklamaning qiymati va o'zgarishi asosan iqlim sharoitlariga, ya'ni tashqi havoning harorati, shamolning yo'nalishi va tezligi, quyosh nurlanishi, havoning namligi va boshqalarga bog'liq bo'ladi. Tashqi havoning harorati muhim ahamiyatga ega. Mavsumiy yuklama bir kecha-kunduz davomida o'zgarmaydi, ammo yil davomida o'zgaruvchan grafikka ega bo'ladi. Mavsumiy yuklamaga isitish, vetilyalyatsiya va havoni maromlash kiradi.

Yillik yuklamaga texnologik va issiq suv ta'minoti yuklamalari kiradi.

Texnologik yuklamaning qiymati va o'zgarish darajasi ishlab chiqarish korxonasining ixtisosiga va uning ish holatlariga bog'lik bo'ladi. Issiq suv ta'minoti yuklamasining qiymati va o'zgarishi esa, yashash va ijtimoiy binolarda, yaratilgan qulayliklar darajasiga va aholiga maishiy hizmat ko'rsatuvchi korxonalarining ish holatlariga bog'lik bo'ladi. Texnologik va issiq suv ta'minoti yuklamalari mavsumiy yuklamalardan farq qilgan holda tashqi havo haroratiga deyarli bog'lik bo'lmaydi. Bu yuklamalar bir kecha-kunduz davomida o'zgaruvchan, yil davomida esa, nisbatan o'zgarmas grafikka ega bo'ladi.

Issiqlik ta'minoti tizimini loyihalashda issiqlik yuklamasining qiymati va xususiyatini aniqlash birinchi navbatdagi masalalardan hisoblanadi.

Buning uchun quyidagilar aniqlanadi:

- a) maksimal hisobiy yuklama;
- b) bir kecha-kunduzda yuklamaning o'zgarishi – sutkali grafik;
- c) yil davomida yuklamaning o'zgarishi – yillik grafik;
- d) yil davomida turli yuklamalarning davomiyliigi – issiqlik yuklamalarning davomiylik grafigi;
- e) issiqlik yuklamasining parametrlari.

### **Issiklikning soatli sarflari.**

*Maksimal – soatli issiqlik sarfi* isitish uchun hisobiy harorati va texnologik ist'emollarning maksimal yuklamalari bo'yicha belgilanadi.

*Yilni tng sovuq oyningo'rtacha soatli issiqlik sarfi* issiqlik manbani quvvati va asosiy jihozlar sonlarni to'g'ri tanlanganligi fniqlanadi.

*Yil davomida va isitish davrida issiqlikni o'rta soatli sarfi* turli texnikaviy, iqtisodiy va statistik hisoblarida kerak bo'ladigan issiqlikning yillik sarfini aniqlashida ishlatiladi.

*Haroratlar grafikdagi sinish nuqtasida issiqlikni soatli sarfi* isiqlik ta'minoti tizimida aylanadigan tarmoq suvning maksimal sarfini hisoblashda kerak bo'ladigan kattalik.

*Yoz davrida suvning maksimal sarfi* to'g'risida ma'lumot, issiqlik tarmoqlarni yoz davri uchun gidravlik hisobini bajarish uchun, yoz mavsumi uchun tarmoq nasoslarni tanlashida, hamda qozon va suv qizdirgichlarni to'g'ri tanlanganligini tekshirishida zarur bo'ladi.

### **Isitish tizimlarda issiqlik sarfi.**

Loyiha ma'lumotlarni mavjud bo'lmaganda isitishga sarflangan issiqlik miqdori,  $kJ/soat$ , solishtirma isitish tavsifi uslubi bo'yicha hisoblanadi:

$$Q_{is} = q_{is} (t_{ich} - t_{tash}) V_{tash} \quad (1.1)$$

bunda  $q_{is}$  - binoni isitishiga issiqlikni solishtirma sarfi,  $kJ/(soat \cdot m^3 \cdot ^\circ S)$ ;

$t_{ich}$  - bino ichidagi havoning o'rtacha hisobiy harorati  $^\circ S$ ;

$t_{tash}$  - tashqi havoning harorati,  $^\circ S$ ;

$V_{tash}$  - binoni isitilayotgan qismining tashqi qurilish hajmi,  $m^3$ .

Bino o'lchami va hajmlari to'g'risida ma'lumotlar qurilish loyihalardan olinadi va binoni isitiladigan qismning hajmi hisoblanadi.

Tashqi havoning harorati issiqlik bilan ta'minlanadigan tumanni iqlim ma'lumotlardan olinadi. Ilova 1dan masalalarni yechishida kerak bo'ladigan ba'zi shaharlarni iqlim ma'lumotlari keltirilgan.

*Eng sovuq kunning o'rtacha harorati* issiqxona, ayvon, dala hovli (dacha) va ularga o'xshash yengil konstruksiyali bo'lib loyihalangan binolarda isitish tizimlarni hisoblashida qo'llaniladi.

*Eng sovuq besh kunlikni o'rtacha harorati* og'ir konstruksiyali binolarni isitish tizimlarni hisoblashida qo'llaniladi.

Bino ichidagi havoning harorati  $t_{ich}$  tibbiy meyorlarga asoslanib qabul qilanadi, binoni isitishiga issiqlikni solishtirma sarfi  $q_{is}$  mahsus adabiyotlarda keltirilgan empirik ma'lumotlardan olinadi yoki empirik ifodalar orqali hisoblanadi.

Turli xil tipli va turli hajmli binolar uchun tashqi havo harorati  $t_{tash} = -30^{\circ}C$  bo'lganda ilova 2 da  $t_{ich}$ ,  $q_{is}$  lar va  $q_{vent}$  - binoni ventilyatsiyaiga issiqlikni solishtirma sarflari,  $kJ/(soat \cdot m^3 \cdot ^{\circ}S)$  keltirilgan.

Isitishiga issiqlikni solishtirma sarfi  $q_{is}$  hisobiy tashqi havoni funksiyasi bo'lib o'zgaradi. Berilgan geografik maskan uchun  $q_{is}$  ni ifoda bo'yicha hisoblanadi.

$$q_{is} = q_{is}^{(-30)} \eta, \quad (1.2)$$

$q_{is}^{(-30)}$  - binoni isitishiga issiqlikni solishtirma sarfi (ilova 2) yoki mahsus adabiyotlardan qabul qilinadi;  $\eta$  - berilgan geografik maskanni tashqi havoning hisobiy haroratini hisobga oluvchi:

$$t_u \geq -10^{\circ}C \text{ bo'lganda} \dots\dots\dots 1,2$$

$t_n \geq -20^\circ\text{C}$  bo'lganda ..... 1,1

$t_n \geq -30^\circ\text{C}$  bo'lganda ... ..... 1,0

$t_n \geq -40^\circ\text{C}$  bo'lganda ..... 0,9

### Ventilyatsiyaga bo'lgan issiqlik sarfi.

Loyiha xujjatlar mavjud bo'lmaganda isitish hisoblariga o'xshab, binoni ventilyatsiyasiga issiqlikni solishtirma sarfi uslubi bo'yicha, ventilyatsiyaga bo'lgan maksimal-soatlik issiqlik sarfi orqali hisoblanadi, kJ/soat:

$$Q_{vent} = q_{vent} (t_{ich} - t_{tash}) V_{tash} \quad (1.3)$$

$q_{vent}$  - binoni ventilyatsiyasiga issiqlikni solishtirma sarflari, kJ/(soat · m<sup>3</sup> · °S);

$t_{ich}$  - isitilayotgan binolar ichida havoning o'rtacha harorati °S;

$t_{tash}$  - tashqi havo harorati, °S;

$V_{tash}$  - isitilayotgan bino qismning tashqi hajmi, m<sup>3</sup>.

## MISOLLAR

### Misol 1.

Urganch shahrida joylashgan mexanik sexni isitishiga sarflangan issiqlik miqdori hisoblansin. Sex binosining isitilayotgan qismining hajmi  $V_{tash} = 30000 \text{ m}^3$ . Issiqlik sarflarni quyidagi qiymatlari aniqlansin: maksimal-soatlik, eng sovuq oyning o'rtacha soatlik, isitish davrida o'rtacha soatlik va yillik sarflar.

#### 1. Maksimal-soatlik issiqlik sarfi

$$Q_{is}^{max} = Q_{is}^{(-20)} = Q_{is}^{(-30)} \eta(t_{ich} - t_{tash}^{(-20)}) V_H = 1,80 \cdot 1,1[16 - (-20)] \cdot 30000 =$$

$$= 2141090 \text{ } \kappa J / soat$$

$t_{tash} = -20^\circ C$  hisobiy isitish harorati, eng sovuq besh kunlik haroratiga teng qilib olinadi.

## 2. Eng sovuq oyning o'rtacha soatlik issiqlik sarfi

$$Q_{is}^{(-5)} = q_{is}^{(-30)} \eta(t_{ich} - t_{tash}^{(-5)}) V_{tash} = 1,80 \cdot 1,1[16 - (-5)] \cdot 30000 =$$

$$= 1247400 \text{ } \kappa J / soat = 1,247 \text{ } GJ\kappa / soat$$

Agarda topshiriqda isitishga sarflanadigan issiqlikni solishtirma sarflari ma'lum bo'lmasa, lekin loyiha xujjatlaridan issiqlik sarfining maksimal-soatlik ma'lum bo'lsa, bunda isitishga sarflanadigan eng sovuq oyning o'rta soatlik sarfi, yuqorida hisoblangan natija beradigan, quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$Q_{is}^{(-5)} = Q_{is}^{max} \frac{t_{ich} - t_{tash}^{(-5)}}{t_{ich} - t_{tash}^{(-20)}} = 2,141 \frac{16 - (-5)}{16 - (-20)} = 1,247 \text{ } GJ / soat$$

## 3. Isitish davridagi issiqlikni o'rtacha soatlik sarfi:

$$Q_{is}^{(-0,6)} = q_{is}^{(-30)} \eta(t_{ich} - t_{tash}^{(-0,6)}) V_{tash} = 1,80 \cdot 1,1[16 - (-0,6)] \cdot 30000 =$$

$$= 986000 \text{ } \kappa J / soat = 0,986 \text{ } GJ / soat$$

yoki

$$Q_{is}^{(-0,6)} = Q_{is}^{max} \frac{t_{ich} - t_{tash}^{(-0,6)}}{t_{ich} - t_{tash}^{(-20)}} = 2,141 \frac{16 - (-0,6)}{16 - (-20)} = 0,986 \text{ } GJ / soat .$$

## 4. Sexni isitishga yillik issiqlik sarfi

$$Q_{is}^{yil} = 0,986 \cdot 205 \cdot 24 = 4851 \text{ } GJ / yil$$

## Misol 2.

Urganch shahrida joylashgan mexanik sexni *ventilyatsiyaga sarflangan issiqlik miqdori* hisoblansin (birinchi misolning davomi). Sex binosining isitilayotgan qismining hajmi  $V_{tash} = 30000 \text{ m}^3$ . Kecha – kunduz davomida sex ikki smenada, haftani besh kunida ishlaydi. Ikkala smenada bir miqdorda mahsulot ishlab chiqariladi.

Ventilyatsiyaga sarflanadigan qo'yidagi issiqlik miqdorlari aniqlansin: maksimal-soatli, eng sovuq oyingning o'rtacha soatli, isitish davrida o'rtacha soatli va yillik sarflar.

1. Ventilyatsiyaga sarflanadigan maksimal-soatli issiqlik sarfi:

a) havoni resirkulyatsiyasiz tizim ishlaganda:

$$\begin{aligned} Q_{vent}^{\max} &= Q_{vent}^{(-20)} = q_{vent} (t_{ich} - t_{tash}) V_{tash} = 0,84 [16 - (-20)] 30000 = \\ &= 907200 \text{ kJ / soat} = 0,907 \text{ GJ / soat} \end{aligned}$$

b) isitish davri davomida ventilyatsiya qisman va teng tekisli bo'lib ichki havo tashqi havo bilan 1:1 proporsiyada amalga oshirilganda:

$$\begin{aligned} Q_{vent}^{\max} &= Q_{vent}^{(-20)} = q_{vent} (t_{ich} - t_{tash}^{(-20)}) V_{tash} / 2 = 0,84 [16 - (-20)] 30000 / 2 = ; \\ &= 453600 \text{ kJ / soat} = 0,453 \text{ GJ / soat} \end{aligned}$$

2. Resirkulyatsiyasiz ishlaydigan ventilyatsiyada yoki  $t_{tash} \leq$

$t_{vent}^{hisob}$  bo'lgan davrdagi havo resirkulyatsiyalangan hollada, eng sovuq oyingning o'rtacha soatli issiqlik sarfi:

$$\begin{aligned} Q_{vent}^{(-5)} &= q_{vent} (t_{ich} - t_{tash}^{(-5)}) V_{tash} = 0,84 [16 - (-5)] 30000 = \\ &= 529200 \text{ kJ / soat} = 0,529 \text{ GJ / soat} \end{aligned}$$

Agarda  $q_{vent}$  ni miqdori berilmagan bo'lsa, ammo loyiha ma'lumotlardan  $Q_{h.vent}^{max} = Q_{h.vent}^{(-20)}$  yoki  $Q_{h.vent}^{(-9)}$ , lar berilsa, eng sovuq oying o'rtacha issiqlik sarfi qo'yidagicha aniqlanadi:

$$Q_{vent}^{(-5)} = Q_{vent}^{(-20)} \frac{t_{ich} - t_{tash}^{(-5)}}{t_{ich} - t_{tash}^{(-20)}} = 0,907 \frac{16 - (-5)}{16 - (-20)} = 0,529 \text{ GJ / soat .}$$

yoki

$$Q_{vent}^{(-5)} = Q_{vent}^{(-9)} \frac{t_{ich} - t_{tash}^{(-5)}}{t_{ich} - t_{tash}^{(-9)}} = 0,630 \frac{16 - (-5)}{16 - (-9)} = 0,529 \text{ GJ / soat .}$$

Agarda ventilyatsiya butun isitish davrida qisman va havoni tekis resirkulyatsilanganda issiqlik sarfi tegishlicha kamayadi. Agarda resirkulyatsiyalangan ichki havo tashqi havo oqimiga 1:1 nisbatda bo'lsa issiqlik sarfi 2 barobar kamayadi.

$$Q_{h.vent}^{(-5)} = 0,529 / 2 = 0,265 \text{ GJ}$$

3. Isitish davridagi o'rtacha soatli issiqlik sarflar hisobi yuqorida keltirilganlarga o'xshab bajaraladi.

«a» variant uchun

$$Q_{h.vent}^{(-0,6)} = q_{vent} (t_{ich} - t_{tash}^{(-0,6)}) V_{tash} = 0,84 [16 - (-0,6)] 30000 = 418000 \text{ êJ / soat} = 0,418 \text{ GJ / soat}$$

yoki

$$Q_{vent}^{(-0,6)} = Q_{vent}^{(-20)} \frac{t_{ich} - t_{tash}^{(-0,6)}}{t_{ich} - t_{tash}^{(-20)}} = 0,907 \frac{16 - (-0,6)}{16 - (-20)} = 0,418 \text{ GJ / soat .}$$



yoki

$$Q_{vent}^{(-0,6)} = Q_{vent}^{(-9)} \frac{t_{ich}^{(-0,6)} - t_{tash}^{(-0,6)}}{t_{ich}^{(-9)} - t_{tash}^{(-9)}} = 0,630 \frac{16 - (-0,6)}{16 - (-9)} = 0,418 \text{ GJ / soat .}$$

«b» variat uchun:

$$Q_{vent}^{(-0,6)} = 0,418 / 2 = 0,209 \text{ GJ / soat}$$

3. Ventilyatsiyaga bo'ladigan yillik issiqlik sarfi qo'yidagicha hisoblanadi. Agarda ventilyatsiya issiqlikdan butun isitish davrida haftani etti kuni 24 soat davomida va ichki havoni aylantirmasdan o'zgarmas miqdorda ist'emollansa, bunda

$$Q_{vent}^{yil} = Q_{vent}^{o'r.is.d..i} \cdot i_{is} \cdot i_{soat} = 0,418 \cdot 205 \cdot 24 = 2161 \text{ GJ / yil}$$

Agarda ventilyatsiya butun isitish davrida ichki havosi qisman va tekis resirkulyatsilanganda, 1:1 nisbatda bo'lsa bunda

$$Q_{h.vent}^{yil} = 2161 / 2 = 1081 \text{ GJ / yil}$$

Agarda sanoat korxonasi haftada besh kun, kecha-kunduz 2 smena, teng taqsimlangan yuklamada va  $t_{tash} \leq t_{vent}^h$  davrda ventilyatsiyada ichki havo qisman resirkulyatsiyalansa, bunda

$$Q_{h.vent}^{yil} = Q_{vent}^{o'r.is.d..i} = i_{vent} \cdot \hat{\epsilon}_1 \cdot \hat{\epsilon}_2 \cdot \hat{\epsilon}_3 + Q_{h.vent}^{navb.},$$

bunda  $Q_{vent}^{o'r.is.d..i}$  - isitish davrdagi ventilyatsiyani o'rtacha soatli issiqlik sarfi, GJ/soat;  $i_{vent}$  - ventilyatsiya ishlaydigan davrning davomiyligi, sut.;  $\kappa_1$  - issiqlikdan foydalanuvchining haftadagi ish kunlarni hisobga oluvchi koeffitsient;  $\kappa_2$  - ishi smena davomida ishning tekis taqsimlanishini hisobga

oluvchi koeffitsient;  $\hat{\epsilon}_3 - t_{tash} \leq t_{vent}^{hisob}$  bo'lgan vaqt davomida ichki havoni resirkulyatsiyasini hisobga oluvchi koeffitsient;  $Q_{h.vent}^{navbat}$  - muzlashdan saqlovchi avtomatikasi bo'lmagan holda ventilyatsiya ishlamaydigan davrida, purkovchi ventilyatsiyani kaloriferlarni navbatli qizdirishiga sarflanadigan yillik issiqlik sarfi, GJ/yil

## V.GLOSSARIY

TERMIN	O‘ZBYEK TILIDAGI ShARXI	INGLIZ TILIDAGI ShARXI
<b>Energiya</b>	Tabiat hodisalari, insoniyat madaniyati va turmushining asosi. O‘z navbatida energiya materiya harakat turlarining, bir xildan ikkinchi xilga aylanishning miqdoriy bahosi.	Basis of life of culture of mankind, the natural phenomena
<b>Energiya zaxiralari</b>	Insoniyat amaliyotida foydalanish uchun yaroqli material ob’ektlarida mujassamlangan energiya.	Energy concentrated on material objects and intended for practical use by the person
<b>Energetika tizimi</b>	Bu elektr stansiyalarini, uzatish liniyalari, umumiy yuklamalar uchun ishlovchi podstansiyalar va kelishilgan tartibda ishlovchi issiqlik tarmoqlarning birlashmasidir.	These are lines of transfer, substation of the general loading and association of thermal networks working as agreed
<b>Jismning issiqlik energiyasi</b>	Ularning kinetik energiyasining yig‘indisidir.	Set of kinetic energy of a subject
<b>Sistema deb</b>	Moddalarning (jism) qandaydir ma’lum bir soniga aytiladi.	Certain quantity of a matter (subjects)
<b>Gaz va bug‘ turbina qurilmalari</b>	Birlashtirish yoqilg‘ini yonishdan hosil bo‘lgan issiqlikdan umumiy foydalanish hisobiga ishchi qurilmaning samaradorligini 8-10% ga oshiradi va tannarxini 25% ga kamaytiradi	Association of turbines increases overall performance of installation by 8-10 % and reduces the energy cost price on 25 % at the expense of an effective utilisation of heat of the fuel received from burning
<b>Gaz turbina qurilmalarida ishlatilgan gazlar</b>	Yuqori haroratga ega bo‘ladi, bu esa termodinamik siklning FIK ga salbiy ta’sir etadi, shuning uchun gaz va bug‘ turbina qurilmalarini birlashtirishi maqsadga muvofiqdir.	At gases high temperature, and it negatively affects thermodynamic efficiency of a cycle, therefore association gas and steam turbine installations expediently
<b>Gaz turbinalari</b>	Energetika, transport va boshqa soxalarda keng qo‘llaniladi. Yoqilg‘i energiyasidan samarali	It is widely used in power, transport and other branches. Installation allowing effectively to use energy of

	foydalanish qurilmalari	fuel
<b>Zamonaviy bug' qurilmalari</b>	Harorati 600°S va bosim 30 MPa bo'lgan bug'dan foydalaniladi.	Steam with temperature 600°S and with pressure 30 MPa is applied
<b>Issiqlik elektr stansiyalar</b>	O'zbekiston energetika tizimining o'rnatilgan umumiy quvvatlarining 87% ni tashkil qiladi.	Make 87 % of the established capacity of a power system of Uzbekistan
<b>Kondensator</b>	Turbinadan chiqayotgan bug'ni sovitish va kondensatlash uchun xizmat qiladigan qurilma.	Installation serves for cooling of steam and its condensation
<b>Podstansiya (PS)</b>	Elektr energiyasini o'zgartirish va taqsimlashga mo'ljallangan elektr uskunasi bo'lib, u transformatorlar, taqsimlovchi uskunalari va yordamchi qurilmalardan iboratdir.	The electric installation intended for transformation and transfer to electric energy, consists of the transformer, switching centres and auxiliaries
<b>Quyosh nurining energiyasi</b>	Insoniyat foydalanishi mumkin bo'lgan eng katta manba. Quyosh energiyasining yer yuziga yo'naltirilgan oqimi $1,2 \cdot 10^{14}$ tonna shartli yoqilg'iga teng.	The biggest source which the person can use. The stream of the solar energy directed on the earth equals $1,2 \cdot 10^{14}$ tonn of conditional fuel
<b>Soplo</b>	Bug' ichki energiyasi molekulasini tartibli harakati kinetik energiyasiga qayta hosil qilib berish uchun mo'ljallangan qurilma	The device intended for return transformation of ordered movement of internal energy of molecules of steam in the kinetic
<b>To'g'ri oqimi bug' qozonlari</b>	Barabani yo'q qozon. Suv va bug' aylanishi nasoslar orqali amalga oshiriladi	The copper without a drum, water and steam circulation is carried out by pumps
<b>Tiklanadigan energiya manbalari</b>	Tabiat tomonidan bevosita tiklanadigan (suv, shamol va hokazo) energiya zahiralari,	The power resources directly restored by the nature ( a water, a wind and others)
<b>Tiklanmaydigan energiya manbalari</b>	Tiklanmaydigan energiya manbalari - avvaldan tabiatda to'plangan, lekin yangi geologik sharoitlarda qayta hosil bo'lmaydigan (masalan; toshko'mir) energiya zahiralari.	Not restored power resources - earlier formed and saved up in the nature, but after use during the new geological period are not formed (for example coal)

## VI. ADABIYOTLAR RO'YXATI

### Maxsus adabiyotlar

1. Tsanev S.V., Burov V.D., Remezov A.N. Gazoturbinnie i parogazovie ustanovki teplovix elektrostantsiy. –M., MEI. 2003. -584 s.
2. Popov S.K. Razrabotka i raschet teplovix sxem termodinamicheskix idealnix ustanovok. –M., MEI. 2005. -60 s.
3. Montaj i ekspluatatsiya teplotexnicheskogo oborudovaniya. Pod red. V. A. Gorbenko. –M., MEI. 2002. -40 s.
4. Zanin A. I., Bogomolova T. V. Parovaya turbina AES K-500-65G`3000 (sxemi, komponovka, konstruktsiya). –M., MEI. 2001. -68 s.
5. Klychev Sh.I., Muxammadiev M.M., Avezov R.R., Potaenko K.L. Netraditsionnye i vobnovlyаемые istochniki energii. Uchebnik dlya vuzov. – T.: “Fan va texnologiya”. 2010. -190 s.
6. Nasirov T.X., Сытдыков R.A. Energeticheskie obsledovaniya predpriyatiy energeticheskoy otrasli. Tashkent: “Fan va texnologiya”. 2014. - 198 s. Nasirov T.X., Сытдыков R.A. Многокритериальные модели оптимизации энергосистем. Tashkent: “Fan va texnologiya”. 2014. -227 s.
7. Saidxodjayev A.G., Saidxodjayeva M.A. “Energiya tejamkorligi asoslari” fanidan O’quv qo’llanma. –Toshkent.: TDTU, 2010.-258 b.
8. Xoshimov F. A., Metodicheskie osnovy energosberejeniya v promyshlennosti, Tashkent, «Sovremennye problemy energetiki i ispolzovanie vobnovlyаемых istochnikov energii», Respublikanskaya nauchno-texnicheskaya konferentsiya, 2010.
9. Xoshimov F.A., Allaev K.R., Energosberejenie na promyshlennix predpriyatiyax, -Tashkent.: Iz-vo «Fan», 2011. - 209 str.

## **Internet saytlar**

- 1.<http://edu.uz> – O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
- 2.<http://lex.uz> – O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi
- 3.<http://bimm.uz> – Oliy ta'lim tizimi pedagog va rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishni tashkil etish bosh ilmiy-metodik markazi
- 4.<http://ziyonet.uz> – Ta'lim portali Ziyonet
- 5.<http://natlib.uz> – Alisher Navoiy nomidagi O'zbekiston Milliy kutubxonasi
- 6.[www.glossary.uz](http://www.glossary.uz).
- 7.[www.infocom.uz](http://www.infocom.uz) elektron jurnali: [www.infocom.uz](http://www.infocom.uz).
- 8.[www.press-uz.info](http://www.press-uz.info).
- 9.[www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz).