

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

S.M. XUJAKULOV

“BUG‘-GAZ QURILMALARI”
fanidan tajriba ishlarini bajarish bo‘yicha
O‘QUV QO‘LLANMA

Qarshi – 2022 y

UO'K 621.18:621.311.22.002.5(075.8)

KBK 31.374 + 31.363

X 14

Xujakulov S.M. Bug'-gaz qurilmalari. O'quv qo'llanma/Qarshi, Q.: 2022. – 124 b.

ISBN 978-5-383-00721-1

Taqrizchilar:

“Issiqlik energetikasi” kafedراسi dosenti

Sh.Y. Samatova

“Muborak IEM” AJ ishlab chiqarish-texnik

bo'limi boshlig'i R.M. Xayitov

O'quv qo'llanmada “Bug'-gaz qurilmalari” fanidan tajriba ishlari keltirilgan va ayni paytda issiqlik elektr stansiyalarida turg'un energetik qurilma sifatida foydalanilib kelinayotgan bug'-gaz qurilmalarining turlari bo'yicha asosiy nazariy tushunchalar, issiqlik sxemalari berilgan.

O'quv qo'llanma 60710500-“Energetika (issiqlik energetikasi)” bakalavriat yo'nalishi va 70710503-“Sanoat issiqlik energetikasi” magistratura mutaxassisligi talabalari uchun mo'ljallangan. Keltirilgan nazariy ma'lumotlar va issiqlik sxemalari energetika sohasida bug'-gazli texnologiyalarda faoliyat yuritayotgan mutaxassislar uchun ham foydali bo'lishi mumkin.

В учебном пособии изложены лабораторные работы по предмету “Парогазовые установки” и приводятся основные теоретические данные по видам парогазовых установок, которые используются в настоящее время на стационарных установках в тепловых электрических станциях.

Учебное пособие предназначено для бакалавров направления 60710500-“Энергетика (теплоэнергетика)” и для магистрантов 70710503-“Промышленная теплоэнергетика”. Приведенные теоретические данные и тепловые схемы могут быть полезными и для работающих специалистов в области энергетики по парогазовым технологиям.

The textbook contains laboratory work on the subject “Steam-gas installations” and provides basic theoretical data on the types of combined cycle plants that are currently used in stationary installations in thermal power plants.

The textbook is intended for bachelors of the direction 60710500-"Energy (thermal power engineering)" and for undergraduates 70710503-"Industrial thermal power engineering". The given theoretical data and thermal schemes can also be useful for working specialists in the field of energy in combined cycle technologies.

ISBN 978-5-383-00721-1

© S.M. Xujakulov, 2022

Kirish

Issiqlik energetikasi sohasining rivojlanish tarixida bug‘ va gaz turbinali qurilmalar hamda ularning termodinamik sikllari orasida o‘ziga xos “musobaqa”ni ko‘rish mumkin. Mos keluvchi texnologik jarayonlar kashf etilmaganligi sababli, yonish mahsulotlaridan asosiy ish jismi sifatida foydalanish va oraliq ish jismi sifatida foydalanish uchun suv bug‘i olish imkoni bo‘lmagan. Gaz va bug‘ sikllarining parallel ravishda rivojlanishi, ular orasidagi ziddiyatlarga barham beradigan darajaga yetib keldi. Mavjud holatlarga nisbatan, kombinatsiyalashgan bug‘-gazli qurilmalarning yaratilishi, bu sikllarning ijobiy xususiyatlaridan maksimal foydalanish tendensiyasini boshlab berdi. Yangi turdagi qurilmalarda GTQdan chiqish gazlari issiqligidan bug‘li qismda, Brayton-Renkin birlashgan sikli yordamida, to‘liq foydalanish, BGQ samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkonini berdi.

Yangi turdagi GTQ va BGQlari sohasida yuqori texnik darajaga erishilishi gaz turbinalarini ishlab chiqaruvchi asosiy xorijiy firmalari tomonidan keng miqyosda texnik va ishlab chiqarish kooperatsiyasini yo‘lga qo‘yishga sharoit yaratdi. Bugungi kunda bug‘-gazli texnologiyalar sohasidagi jahon bozorida yangi qurilmalar yaratilishining texnik darajasini va tannarx ko‘rsatkichlarini belgilashda uchta transmilliy kompaniyalar: General Electric (AQSH), Siemens-Westinghouse (Germaniya, AQSH) va Alstom (Fransiya, Shveysariya, Shvetsiya) yetakchilik qilmoqda. Ular Yaponiya, Italiya, Angliya va Belgiya kabi davlatlardagi energetik mashinasozlik firmalari hamda yetakchi aviatsion gaz turbinali dvigatellari ishlab chiqaruvchilari bilan moliyaviy, texnik va ishlab chiqarish sohasida yaqin hamkorlikda ish olib borishmoqda.

Bugungi kunda dunyodagi aniqlangan ko‘mir zahiralarning 40 %ga yaqini MDH davlatlari hissasiga to‘g‘ri keladi. An’anaviy jahon energetikasi bundan ellik yillar oldin yoqilg‘i-energetik resurslar balansining 78 % ulushini tashkil etuvchi qattiq yoqilg‘i sanoatiga asoslangan. Ayni paytda issiqlik energetikasi sohasida tabiiy gaz yoqilg‘isidan foydalanish ko‘rsatkichi keskin ortganligini kuzatish mumkin. Bug‘-gazli texnologiyalarda qattiq yoqilg‘idan foydalanishga bugungi

kunda chek qo'yilgan, sohadagi texnik yechimlar ishonchli hisoblanmaganligi uchun voz kechilmoqda.

O'tgan asrning 60-yillarida an'anaviy issiqlik energetikasi sohasi dunyo miqyosida rivojlangan texnologiyalar qatoridan o'rin olganligini ham unutmash kerak. O'sha davrda foydalanishga topshirilgan bug' turbinalarining ayrim turlari xorijiy firmalarning shu turdagi qurilmalaridan qator afzalliklarga ega hisoblangan.

Bug'-gazli qurilmalarda issiqlik organik yoqilg'ilarning yuqori haroratlarda yonish mahsulotlaridan iborat ish jismiga (gazga) beriladi, bu issiqlikni olinishi esa suv bug'larining kondensatsiyalanishi darajasidagi past haroratli sohada amalga oshiriladi. Bug'-gaz qurilmalaridagi Karnoning ideal qaytar siklida gazli qismga issiqlik berilishining izobarik jarayoni BGQ bug'li qismga issiqlik uzatilishining izobarik jarayoniga maksimal darajada yaqinlashadi. Aniq miqdordagi ish jismlarining tanlanishi va o'ta kritik bosimli bug'ning qo'llanilishi Karno ideal qaytar sikli asosida gaz va bug' ish jismlariga tayangan ideal siklni yaratish imkonini beradi.

Umuman olganda, aytish mumkinki, zamonaviy issiqlik energetikasining kelajagi, XXI-asrning birinchi yarmida bug'-gazli texnologiyalarga asoslangan tashkil qilinadi. Shuning bilan birga, ulardan yaqin kelajakda AESlarda ham foydalanishga o'tilishi mumkin. Bitta muhim holatga e'tibor qaratish zarur: issiqlik energetikasi sohasidagi zamonaviy texnologiyalar bundan 40-50 yil oldin bashorat qilingan g'oyalar asosida rivojlanib bormoqda. Bunga, o'ta kritik parametrli bug'da ishlaydigan bug' turbinalarini; AESlarda foydalanilayotgan nam bug'li turbinalarni; keramik va metall-keramik kurakli, sovutiladigan yuqori haroratli gaz turbinali bug'-gaz qurilmalari, qozon-utilizatorli GTQlar issiqlik sxemalarining turli variantlarini va boshqalarni kiritish mumkin.

Qo'llanmada "Bug'-gaz qurilmalari" fanidan o'quv dasturiga kiritilgan BGQlarning turli sxemalarini va shunday turdagi qurilmalarning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini o'rganish bo'yicha tajriba ishlari keltirilgan.

Qisqartma soʻzlar

AES-atom elektr stansiyasi	GTQ-QU-gaz turbinali qurilma-qozon utilizator birlashgan moduli
AQSH-Amerika qoʻshma shtatlari	GTQ-TIES-gaz turbinali qurilmali teplofikatsion issiqlik elektr stansiyasi
AYoZ-aktiv yonish zonasi	IA – issiqlik almashingich
BGQ-IEM-bugʻ-gaz qurilmali issiqlik elektr markazi	IEM-issiqlik elektr markazi
BGQ-IES-bugʻ-gaz qurilmali issiqlik elektr stansiyasi	IES-issiqlik elektr stansiyasi
BGYu-QUning bugʻ generatsiyalash yuzasi	IsI-issiqlik isteʼmolchisi
BKQ-bugʻ-kuch qurilmasi	KD-kondensator
BR – BT rostlash diafragmasi	KISG-koʻmirni ichki siklda gazifikatsiyalash
BT-bugʻ turbinasi	K-kompressor
BTQ-bugʻ turbinali qurilma	KN-kondensat nasosi
BYK-buriluvchan yoʻnaltiruvchi kurak	K-r-kondensator
CHTQ –choʻqqili tarmoq qizdirgichi	KYK-kirishdagi yoʻnaltiruvchi kurak
D-deaerator	LMZ-Sankt-Peterburg metall zavodining qisqartma nomi
DN-drenaj nasosi	OʻB-oʻrta bosim
EE-elektr energiyasi	OʻBS-oʻrta bosimli silindr
EG-elektr generatori	PBBQ-past bosimli bugʻ qizdirgich
FIK-foydali ish koeffitsiyenti	PBIA-past bosimli issiqlik almashingichi
GKQ-gazli kondensat qizdirgichi	PB-past bosim
GSIA-gaz-suvli issiqlik almashingich	PBQ-past bosimli qism
GtarQ-gazli tarmoq qizdirgichi	PBQ-past bosimli qizdirgich
GTQ-gaz turbinali qurilma	PT-ishlab chiqarishli teplofikatsion turbina markalanishi
GTQ-IEM-gaz turbina qurilmali issiqlik elektr markazi	

QKD –qaytgan kondensat deaeratori	TU-turbouzatma
QKN-qaytgan kondensat nasosi	YoK-yonish kamerasi
QTQ-quyi pog‘ona tarmoq qizdirgichi	YuBBQ-yuqori bosimli bug‘ qizdirgichi
QU-qozon-utilizatori	YuBE-yuqori bosim ekonomayzeri
QYK-qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kamerasi	YuBIA-yuqori bosimli issiqlik almashingichi
RN–retsirkulyatsiya nasosi	YuBQ-yuqori bosimli qizdirgich
RSQ-reduksion-sovitish qurilmasi	YuBS-yuqori bosimli silindr
TarN-tarmoq nasosi	YuB-yuqori bosim
TN–ta‘minot nasosi	YuBB-yuqori bosimli bug‘latgichi
TQ-tarmoq qizdirgichi	YuTQ–yuqori pog‘ona tarmoq qizdirgichi
TSD – ta‘minot suvi deaeratori	
T-teploffikatsion	

Tajriba mashg‘ulotlarini olib borishda va bajarishda texnika xavfsizligi qoidalari

“Bug‘-gaz qurilmalari” fanidan tajriba ishlarini bajarish davri mobaynida talabalar sog‘liq uchun zararli bo‘lgan bir qator omillarga duch kelishlari mumkin. Shuning uchun, ushbu qo‘llanmaga kiritilgan tajriba ishlarini bajarishga kirishishdan oldin talabalarga ish jarayonini xavfsiz tashkil etish, qurilmalarga yaqinlashganda himoya vositalaridan foydalanish tartibi, sanitariya-gigiyena qoidalariga va yong‘inga qarshi kurashish texnikasi qoidalariga amal qilish bo‘yicha kirish yo‘riqnomasi asosida tushuntirish o‘tkaziladi.

Yo‘riqnoma va yakka tartibdagi so‘rov o‘tkazilgandan keyin, har bir talaba tajriba obyektidagi texnika xavfsizligi jurnaliga imzo qo‘yib tajribani o‘tkazishga kirishiladi.

Bundan tashqari, navbatdagi tajriba mashg‘ulotini boshlashdan oldin, o‘qituvchi tomonidan talabalarga qurilma va materiallar yonida xavfsiz harakat qilish, yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavfli holatlar to‘g‘risida tushuntirish olib borilishi shart.

Tajriba mashg‘ulotini amalga oshirishning umumiy qoidalari:

– tajriba o‘tkazish joyida ishlayotganda tozalikka rioya qilish, tartib va tinchlik saqlash, xavfsizlik qoidalariga rioya qilish zarur, chunki shoshqaloqlik, ehtiyotsizlik ko‘pincha og‘ir asoratli baxtsiz hodisalarga olib keladi;

- ish joyida yo‘riqnomadan o‘tgan talabalarga tajriba ishlarini bajarishga ruxsat beriladi;

- tajriba xonasida xalatsiz, yolg‘iz ishlash, chekish, ovqatlanish, ichish taqiqlanadi;

- tajriba xonasida ishlaydigan har bir kishi yong‘indan himoya vositalari va birinchi tibbiy yordam qutisi qayerda joylashganligini bilishi kerak;

- o‘qituvchining ruxsatisiz ishni bajarishga kirishish ta‘qiqlanadi;

- ishni boshlashdan oldin tajribalarda ishlatiladigan moddalarning xususiyatlari (toksiklik, alanganish va boshqalar) bilan tanishish shart;

- tajriba tugagandan so‘ng, ish stolini tartibga keltirilishi shart.

Elektr uskunalari bilan ishlash qoidalari:

- 36 V dan ortiq kuchlanish manbaiga ega asbob-uskunalar va qurilmalarda ishni boshlashda izolyatsiyaning yaxlitligini, elektr simi va yer ulanmasi holatini tekshirish shart;

- izolyatsiya zararlanganligi aniqlanganda, qurilma yoqilmasligi kerak, bu haqda darhol o'qituvchiga xabar berish kerak;

- agar elektr jihozi ishlayotgan vaqtda qisqa tutashuvdan erish hidi kelsa, uchqun paydo bo'lsa, qurilmani darhol tarmoqdan uzib qo'yish va bu haqda o'qituvchiga xabar berish shart;

- elektr qurilmalari va jihozlarini mustaqil ravishda ta'mirlash qat'iyan man etiladi;

- yong'in sodir bo'lgan taqdirda, elektr inshootini zudlik bilan o'chirish zarur;

- kuchlanish ostidagi elektr qurilmalarini suv yoki ko'pikli o't o'chirgichlar bilan o'chirish taqiqlanadi. Elektr qurilmalaridagi yong'inni o'chirish karbonat angidrid yoki kukunli yong'inga qarshi vositalar, shuningdek quruq qum yordamida amalga oshirilishi zarur.

Jarohatlanishda birinchi tibbiy yordam ko'rsatish:

- qonli jarohatlanishlarda yaradan bo'laklar olib tashlanishi zarur (agar bor bo'lsa), yara tozaligiga ishonch hosil qilgandan keyin, unga yod surib, yaralangan joy bog'lanishi zarur.

- birinchi va ikkinchi darajali termik kuyishda, kuygan joyga iste'mol sodasidan seish mumkin. Kuyishda iste'mol sodasining 2 % li eritmasi, kaliy permanganatning yoki 96% etil spirtining 5 %li eritmaları yordam beradi. Bu eritmalar, dezinfeksiyalash va og'riq qoldirish ta'siriga ega;

- zaharlanish holatida jabrlanuvchini toza havoga olib chiqish, sun'iy nafas olish va shifokorni chaqirish kerak;

Xavfsizlik qoidalarini buzganlik uchun talabalar laboratoriya ishlarini bajarishdan chetlashtiriladi.

1 – tajriba ishi

Qozon-utilizatorli bug‘-gaz qurilmalari sxemalari va konstruksiyalarini o‘rganish

Ishning maqsadi. Qozon-utilizatorli bug‘-gaz qurilmalarining konstruksiyalari va sxemalarini o‘rganish.

Kerakli asbob uskunalar: yig‘uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, diodli elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

Asosiy nazariy tushunchalar va issiqlik sxemalari

Utilizatsiyali BGQlarni shartli ravishda bir qator belgilariga ko‘ra tasniflash mumkin.

Vazifasiga ko‘ra utilizatsiyali BGQlarni kondensatsion va teplofikatsion turlarga ajratish mumkin.

Kondensatsion turdagi utilizatsiyali BGQlarida bug‘ turbinasidan (yoki qozon-utilizatoridan) qurilmaning o‘zini issiqlik ehtiyojlari va stansiya aholi punktini issiqlik ta‘minoti uchun kichik rostlanmaydigan bug‘ olinmalarini hisobga olmaganda faqat elektr energiyasi ishlab chiqaradi deb hisoblash mumkin. Bu turdagi qurilmalar issiqlik tarmog‘ini ta‘minlash tizimi va tarmoq suvini qizdirish uchun murakkab xo‘jalik tuzilmasiga ega bo‘lmaganligi sababli sodda BGQ hisoblanadi.

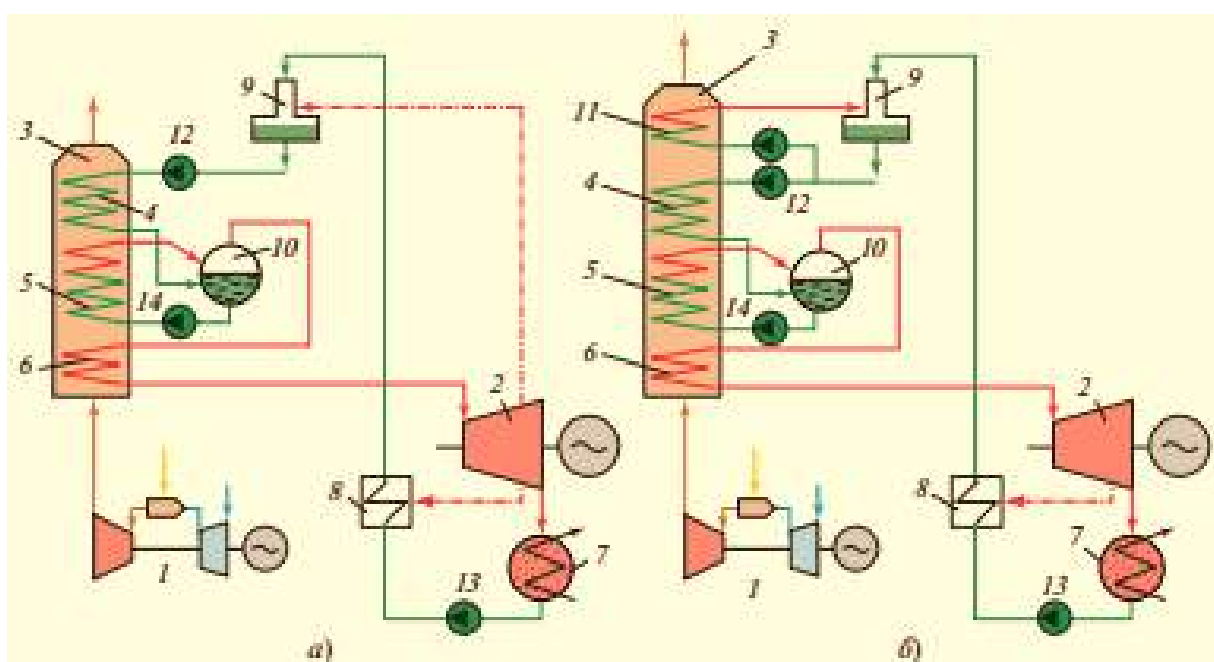
An’anaviy BKQlardan farqli ravishda teplofikatsion utilizatsiyali BGQlar, tarmoq suvini (cho‘qqili suv qizdirish qozonidan foydalanish o‘rniga) qozon-utilizatoridan olingan past potentsiilli bug‘ bilan qizdirish imkonini beradigan teplofikatsion qurilmaga ega bo‘ladi. Bundan tashqari, bir xil quvvatli BGQ va BKQni taqqoslaganda, BKQ teplofikatsion BGQga nisbatan 1,5 marta ko‘proq issiqlik energiyasini ishlab chiqaradi. Bunda, qish mavsumida ishlaganda ushbu qurilmalar uchun yoqilg‘i issiqligidan foydalanish koeffitsiyenti deyarli bir xil bo‘ladi.

Teplofikatsion BGQning bug‘ turbinasi an’anaviy shaklga ega bo‘ladi: ular bitta yoki ikkita rostlanuvchi bug‘ olinmasiga ega bo‘lib, ishlatilgan bug‘ni

kondensatsiyalovchi yoki qarshi bosimli konstruksiyada tayyorlanadi.

Qozon-utilizatorida bug' generatsiyalash konturlari soniga ko'ra BGQlar bir, ikki va uch konturli turlarga bo'linadi.

Vertikal QUga ega bir konturli BGQning prinsipial issiqlik sxemasi 1.1, a-rasmda keltirilgan. Bug' ishlab chiqarish konturi – kondensatni qozonning barabanidagi 10 mos keladigan bosimda, to'yinish haroratigacha qizdirib beruvchi ekonomayzer 4, undan keyin kondensatni ko'p karrali sirkulyatsiyalash bilan quruq to'yingan bug'ga aylantiruvchi bug'latgich 5 va o'ta qizigan holatga keltiruvchi bug' qizdirgichidan 6 tarkib topgan. O'ta qizigan bug' bug' turbinasiga uzatiladi.



1.1-rasm. Bir konturli BGQning prinsipial sxemalari:

a – deaeratorni bug' turbinasidan ta'minlovchi; b – deaeratorni qo'shimcha konturdan ta'minlovchi; 1 – GTQ; 2 – bug' turbinasi; 3 – qozon-utilizator; 4 – ekonomayzer; 5 – bug'latgich; 6 – bug' qizdirgichi; 7 – kondensator; 8 – PBQ; 9 – deaerator; 10 – baraban; 11 – deaeratorni qizdiruvchi bug' konturi; 12 – ta'minot nasosi; 13 – kondensat nasosi; 14 – ish jismini bug'latgichda retsirkulyatsiyalash nasosi.

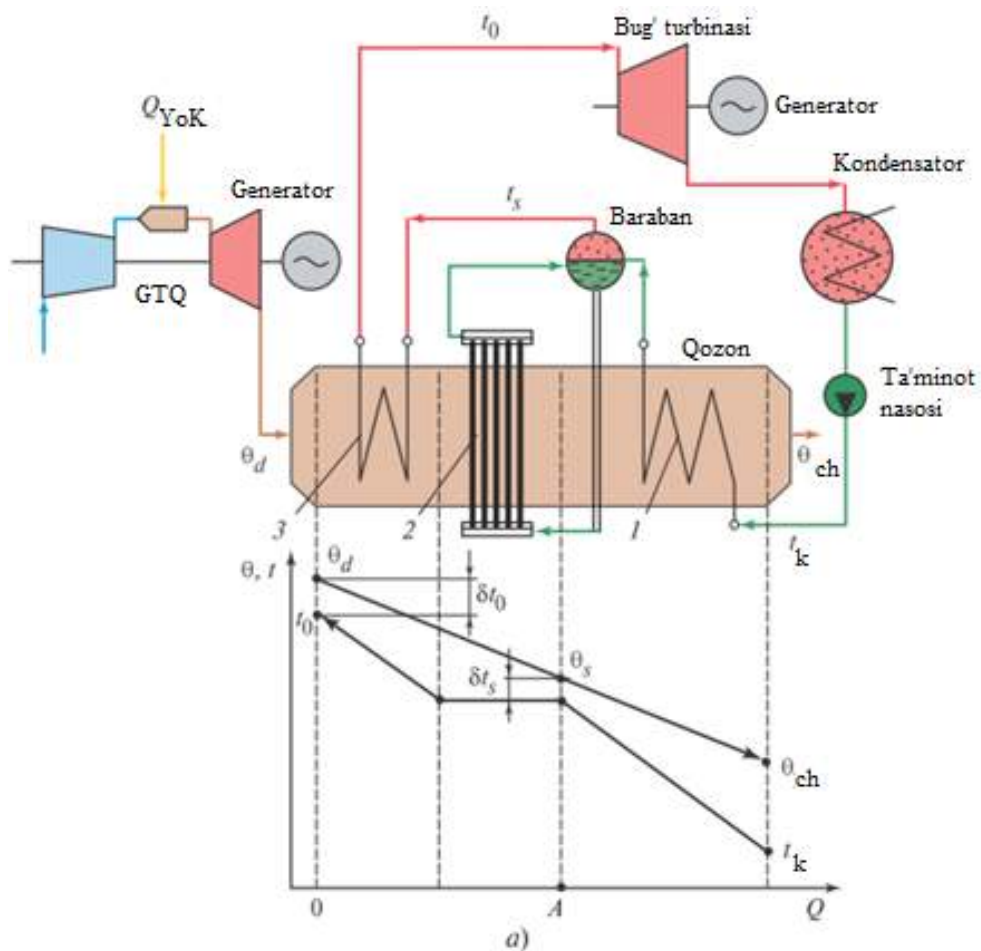
Har qanday issiqlik sxemasida qozon-utilizatoriga kiritilayotgan kondensatning harorati, qozonning chiqish qismidagi qizdirish yuzalarini (bizning holatimizda ekonomayzerni) past haroratli korroziyasini oldini olish uchun yetarli bo'lgan harorat ko'rsatkichidan kichik bo'lmasligi shart. GTQ tabiiy gazda ishlaganda, kondensat harorati 60-65 °C, dizel yoqilg'isidan foydalanilganda esa 110-115 °Cni tashkil etishi shart. Shuning uchun, kondensat traktiga PBQ 8 va 20-25 kPa bosimli vakuumli deaerator kiritiladi.

Bir konturli BGQlar GTQdan chiqish gazlarining issiqlik energiyasini to'liq utilizatsiyalanishini ta'minlay olmaganligi sababli tejamkorligi past hisoblanadi. Qozon-utilizator barabanidagi bosim optimal qiymatga ega bo'lganida QUdan keyingi GTQ chiqish gazlarining harorati 160-200 °C ni tashkil qiladi va shuning uchun qozonning FIK 65-70 %, BGQning umumiy samaradorligi esa 45-46 %ga yetadi.

Shuning uchun bir konturli BGQlar birinchi navbatda bug'-gazli texnologiyalarni o'zlashtirish maqsadida quriladi, lekin bu holatda, qozonning chiqish gazlari haroratini pasaytirish uchun qo'shimcha issiqlik almashinish yuzalari o'rnatiladi, masalan kondensatni deaeratsiyalash uchun foydalaniladigan bug'ni ishlab chiqarish maqsadida (1.1,b-rasm).

Biroq issiqlik energiyasiga ehtiyoj juda katta bo'lgan holatda bir konturli qozon-utilizatorli BGQlarni zamonaviy BGQ-IEMlarda ham o'rnatish mumkin. Bunday BGQlarda faqat bitta kontur bo'lib, u qarshi bosimli turbinani bug' bilan ta'minlaydi. Ba'zan bir konturli BGQlardan bloksiz tuzilishga ega bo'lgan IEMlarda eskirgan BTQlarni yangisiga almashtirish maqsadlarida foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bunday holatda, bir konturli qozon-utilizatorni energetik qozon o'rnida umumiy bug' kollektori uchun "ishlatish" mumkin.

1.2-rasmda sodda tuzilishli bir konturli utilizatsiyali BGQlarning issiqlik sxemasi, QUda bug' hosil bo'lish jarayoni diagrammasi va uning issiqlik kuch sikli tasvirlangan. Qurilmada faqat bitta konturda bug' generatsiyalanishi amalga oshirilganligi uchun uni bir konturli deb ataladi. Baraban, tushirish va bug'latish quvurlaridan tarkib topgan bug'latgichda qozon suvining ko'p karrali sirkulyatsiyalanishi hisobiga barabanning yuqorigi qismidan quruq to'yingan bug' ajralishi (generatsiyalanishi) ta'minlanadi. Bug'latgichda hosil bo'lgan bug' va bug'lanayotgan suvning harorati bir xil bo'ladi va qozonning barabanidagi bosimdan p_6 aniqlanadi $t_s = t_s(p_6)$. Bug'lanish jarayonida bug'-suv aralashmasining entalpiyasi $h'_s = h'_s(p_b)$ (suvning to'yinish holati) dan $h''_s = h''_s(p_b)$ (quruq to'yingan bug' holati)gacha o'zgaradi.



1.2-rasm. Qozon-utilizatorida bug' generatsiyalanish jarayoni bilan utilizatsiyali turdagi oddiy BGQ sxemasi (a) va uning issiqlik kuch sikli (b): 1-ekonomayzer; 2-bug'latgich; 3-bug' qizdirgichi

Bir konturli BGQ bug' qozoni barabanidagi bug' bosimi 4-5 MPani tashkil qiladi. Bu bosimga $t_s = 250 \div 265 \text{ }^\circ\text{C}$ to'yinish harorati mos keladi. Chunki qozondagi qizdiruvchi gazlar harorati BTQdagi ish jismining haroratidan doimo katta bo'ladi, agarda bug'latgichdan keyin boshqa qizdirish yuzasi bo'lmasa,

qozondan chiqish gazlarining harorati 280 – 300 °C atrofida bo‘ladi. Bundan tashqari, GTQdan qozonga kiradigan gazlarning harorati 540 – 600 °C ga teng bo‘ladi, shunda qozonning FIK kichik qiymatga ega bo‘ladi va bunday BGQni yaratish maqsadga muvofiq bo‘lmaydi. Ushbu holatda, qozondan chiqayotgan gazlar haroratini θ_{ch} pasaytirish uchun kondensat haroratini kirishdagi suvning to‘yinish harorati t_s bilan teng bo‘lgan t_k haroratgacha qizdirib beruvchi element e k o n o m a y z e r o‘rnatiladi. Natijada QUdan chiqish gazlarining θ_{ch} harorati kichik qiymatga teng bo‘ladi.

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarish davomida talabalar quyidagi ishlarni amalga oshirishi shart:

- sxemaning asosiy elementlarini o‘rganishi;
- keltirilgan sxema bo‘yicha nazariy ma’lumotlarni to‘plashi;
- qurilma sxemasini mustaqil chizishi va stendda yig‘ishi.

Hisobot tarkibi

- Respublikamiz energetikasida bug‘-gaz qurilmalarining o‘rni;
- elektr energiyasi ishlab chiqarishda utilitatsiyali turdagi BGQlarni qo‘llashning umumiy nazariyasi;
- Quli BGQlarni qo‘llashning afzalliklari.

2 – tajriba ishi

Qo‘shimcha yoqilg‘i yoqiladigan, bir, ikki va uch konturli qozon-utilizatorli BGQ konstruksiyalari

Ishning maqsadi. Bir, ikki, uch konturli va qo‘shimcha yoqilg‘i yoqiladigan bug‘-gaz qurilmalarining konstruksiyalarini hisoblash va issiqlik sxemalarini o‘rganish.

Kerakli asbob uskunalar: yig‘uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

BGQlarning issiqlik hisobini bajarishdan maqsad va vazifalar

Ishchi jismlarining (QUning qizdirish yuzalariga kirish va chiqishdagi yonish mahsulotlari, BTQ traktiga, shu jumladan turbinaning oqim qismi bo‘lmalari oldidagi va undan keyingi bug‘ va kondensat) parametrlarini va BGQ, uning asosiy elementlarini (qozon-utilizatori, bug‘ turbinasi, BTQ, BKQ) iqtisodiy ko‘rsatkichlarini aniqlash BGQ issiqlik sxemasini hisoblashning asosiy maqsadi hisoblanadi.

BGQ hisoblari konstruktorlik va tekshiruv hisoblariga bo‘linadi.

GTQning ma‘lum tavsifnomalariga ko‘ra, hisobiy ish rejimlari uchun amalga oshiriladigan konstruktorlik hisoblarida, yuqorida keltirilgan va qurilmaning asosiy elementlarini – QU quvur bog‘lamlari, BT oqim qismi, kondensatorning quvur bog‘lamlari va h.k.ni konstruksiyalashda foydalaniladigan barcha parametrlar aniqlanadi. Bu hisoblar nisbatan sodda bo‘lishi bilan birga massaning saqlanish va issiqlik balans tenglamalarini yechimini yetarlicha yoritib berishga xizmat qiladi.

BGQlarni hisobiy ish rejimi uchun loyihalash bosqichida tekshirish hisoblari bajariladi. Bu hisoblarda GTQlarning qisman quvvat rejimida, tashqi havoning turli haroratlarida, BGQ tarkibidagi turli qurilmalar bilan ishlaganda, hisob ishlarida ko‘rilmagan yoqilg‘i turidan foydalanilganda va h.k. BGQning ishchi jism parametrlarini aniqlash talab etiladi. Bu hisoblar birinchi navbatda, xavfli ish rejimlarini yoritish uchun, masalan BT oldidagi bug‘ haroratining ruxsat etilmagan

darajagacha ko‘tarilib ketishi (tashqi havoning haroratini keskin ko‘tarilib ketishida), BT oqim qismidan chiqishda ruxsat etilmagan namlik paydo bo‘lishini (tashqi havo haroratining keskin pasayib ketishi natijasida) aniqlash uchun amalga oshiriladi. Bu hisob natijalaridan foydalanib qurilma balansi tuziladi, ya’ni BGQdagi cheklanishlarni hisobga olgan holda, ularning hisobiy energetik xarakteristikalari quriladi, ularni ekspluatatsiya qilishning ratsional rejimlari aniqlanadi, hisob natijalari asosida ko‘p bosqichli avtomatik boshqaruv va himoya tizimlari loyihalanadi.

Tekshirish hisoblari konstruktorlik hisoblariga nisbatan murakkab hisoblanadi, chunki ular QUning bug‘ ishlab chiqarish xususiyatlariga, BTning bug‘ chiqarish va kondensatorning kondensatsiyalash xususiyatlariga moslashtirish uchun ko‘p karrali iteratsiyalashni (yaqinlashish hisoblarini takror bajarish) talab qiladi. Zamonaviy tezkor hisoblash dasturlarisiz bu hisoblarni amalga oshirish imkonsiz hisoblanadi.

BGQning konstruktorlik issiqlik hisoblarini bajarishdan oldin BGQ-IESni to‘liq tasavvur qilib olish lozim. BGQ-IEM sxemasini ishlab chiqish, u yerda, zaruriy BGQlar sonini aniqlash va ularning birlik quvvatini masalasini yechishga imkon beradi. IES uskunalarni yiriklashtirish ularning soni va qurilishi uchun sarflanadigan kapital xarajatlarni kamaytiradi. Shuning bilan bir paytda BGQning birlik quvvatini kamayishi energobloklar sonini ortishiga va GTQ ishdan chiqqan holatda katta quvvat yo‘qolishi ehtimolini pasayishiga olib keladi. BGQning birlik quvvatiga ko‘ra, undagi gaz turbinasi quvvatining ulushi umumiy quvvatga nisbatan $\frac{2}{3}$ qismni tashkil etishi baholanadi.

Olingan zaruriy gaz turbinasining quvvatiga ko‘ra GTQning quvvati va BGQ tarkibiga kiradigan GTQlar soni aniqlanadi. Bunday tanlovga va BGQning birlik quvvatini tanlashga – GTQ soni ko‘p bo‘lganda elektr va issiqlik ta’minoti ishonchliligi ortishi, BGQni bitta yoki bir nechta GTQni ishdan to‘xtatib qo‘yib ham ishlatishda davom etish mumkinligi, bu sharoitda kapital xarajatlar ko‘tarilib ketishi kabi omillar ta’sir ko‘rsatadi.

GTQning birlik iste'mol quvvatini aniqlab olgandan keyin, katalog yordamida aniq bitta GTQ tanlanadi. Shundan keyingina bo'lajak BGQ loyihalanishi mumkin. GTQdan chiqish parametrlari katalogdan olinishi aniq bo'lgach, QU profilini shakllantirishga kirishishi mumkin bo'ladi. Bunda bug'ni generatsiyalash konturlari soni tanalanadi va oraliq bug' qizdirgichidan foydalanishning maqsadga muvofiq kelishi yoki zaruriyati baholanadi.

Deaeratsion qurilmani qizdiruvchi bug' bilan ta'minlash manbai, QUga kirish joyida kondensatning talab qilingan haroratini ta'minlash usuli, QUning chiqish yuzalarini past haroratli korroziyasidan saqlanish uchun unga uzatiladigan yoqilg'i gazini qizdirish manbai tanlanadi (yoki bunday qizdirishdan foydalanishdan voz kechiladi).

Shuni yodda tutish lozimki, barcha sanab o'tilgan bosqichlar bir-biri bilan bog'liq va ularni har tomonlama ko'rib chiqilishi, BGQ tuzilishini aniqlash hamda uning asosida hisoblash ishlarida foydalanish mumkin bo'lgan issiqlik sxemasini shakllantirish imkonini beradi.

Har qanday turdagi utilizatsiyali turdagi BGQni hisoblash amaliyotini bajarish uchun quyidagi berilgan kattaliklar olinishi shart.

1. Berilgan tavsiyalar asosida BGQning issiqlik sxemasini tanlash.
2. Yoqilg'i gazining barcha issiqlik fizikaviy xususiyatlarini, xususan zichligi va yonish issiqligini aniqlaydigan kimyoviy tarkibi.
3. Berilgan tashqi havo harorati $t_{t,h}$, atmosfera bosimi va namlik ko'rsatkichlarida GTQning hisobiy ish rejimi uchun kattaliklar:

elektr quvvati N_e^{GTQ} ;

elektr FIK η_e^{GTQ} ;

chiqish gazlarining sarfi G_g ;

chiqish gazlarining harorati θ_d .

Shuni yodda tutish lozimki, 2 va 3 bandlarda keltirilgan ko'rsatkichlar ixtiyoriy tanlanishi mumkin. Ularni GTQni ishlab chiquvchilar tomonidan moslashtirilgan holatda tanlashi shart.

4. BGQ tarkibidagi GTQ va qozon-utilizatori soni n .

5. QU GKQsiga kirish joyidagi kondensat harorati. Tabiiy gazda ishlaganda bu harorat 60 – 65 °C chegarasida, dizel yoqilg'isida ishlaganda 110–120 °C chegarasida tanlanadi.

6. IES joylashuv o'rning iqlim sharoitiga bog'liq bo'lgan, bug' turbinasi kondensatoridagi bosim p_k . Bu ko'rsatkich bir tomondan BGQ BKQsining samaradorligini, boshqa tomondan zaruriy bug' chiqish yuzasiga ega BT inshooti uchun kapital xarajatlarni, uchinchi tomondan esa yuqori namlik sababli oxirgi pog'ona ishchi kuraklarining erozion yemirilishi bilan bog'liq ishonchlikni aniqlaydi.

Keltirilgan ko'rsatkichlar issiqlik sxemasini hisoblash ishlarini boshlash uchun yetarli, boshqa zaruriy parametrlar hisoblash ishlarini bajarish davomida tanlab boriladi.

Utilizatsiyali turdagi BGQning issiqlik sxemasini hisoblash ishlari quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi.

1. QU konturlarida generatsiyalangan bug' parametrlari va bug' ishlab chiqarish unumdorligi, hamda alohida qizdirish yuzalarining issiqlik quvvatlari aniqlanadi. Keyinchalik bu kattaliklar QUning (ekonomayzer, bug'latgich va bug' qizdirgichlarda) quvur bog'lamlarini hisoblash uchun qo'llaniladi. Nisbatan sodda issiqlik sxemalarida (masalan, oraliq bug' qizdirgichi bo'lmaganda), bu hisoblash ishi BT hisoblari bilan birga bajariladi. Murakkab sxemalarda (masalan, oraliq qizdirgichli uch konturli BGQlarda) QUni hisoblash ishlari bug' turbinasining YuBQ hisobi bilan birgalikda olib boriladi. Chunki bu yerdan O'B konturida ishlab chiqarilgan bug' bilan aralashtirilgan bug' kiritiladi. QUni hisoblash nihoyasida uning FIK aniqlanadi.

2. Bitta yoki bir nechta QUdan keladigan bug' sarfi va parametrlariga hamda kondensatorida belgilangan bosim parametriga ko'ra BT quvvatini hisoblash amalga oshiriladi. Issiqlik sxemasini hisoblashda BT bo'lmalari bo'yicha uning ichki FIKni aniqlash hisoblarini bajarish yetarli. Hisoblash natijasida bug' turbinasi oqim qismi bo'lmalari, silindrlari va to'liq ichki quvvatlari hamda ulardan keyingi namlik ko'rsatkichlari aniqlanadi. Agar namlik ko'rsatkichi meyor ko'rsatkichlariga mos

kelsa, hisoblashning 3 bosqichiga o‘tiladi, agar bu ko‘rsatkich mos kelmasa, unda hisoblash jarayonida qabul qilingan kattaliklar va qiymatlarni qayta ko‘rib chiqish va hisoblash ishlarini yangidan bajarish zarur bo‘ladi. BT oqim qismini keyingi bo‘linishlari, qurilmaning pog‘onalarini aniqlashtiruvchi hisobini bajarish va uning parametrlarini optimallashtirish imkonini beradi.

3. BTQ, BKQ va BGQning iqtisodiy ko‘rsatkichlari aniqlanadi. Shuni yodda tutish lozimki, qozon qurilmasi chiqishdagi parametrlariga asosan va bug‘ turbinali qurilmasini kirishdagi parametrlariga asosan alohida hisoblash mumkin bo‘lgan an’anaviy BTQlardan farqli ravishda, BGQlar issiqlik sxemasi uchun QU va BT ni birgalikda hisoblash talab etiladi. Oxirida ham an’anaviy BTQlarni hisoblashdagi kabi hisoblash amaliyoti bir marta bajarilmasdan, bosqichma-bosqich yaqinlashish hisobini bajarish talab qilinadi.

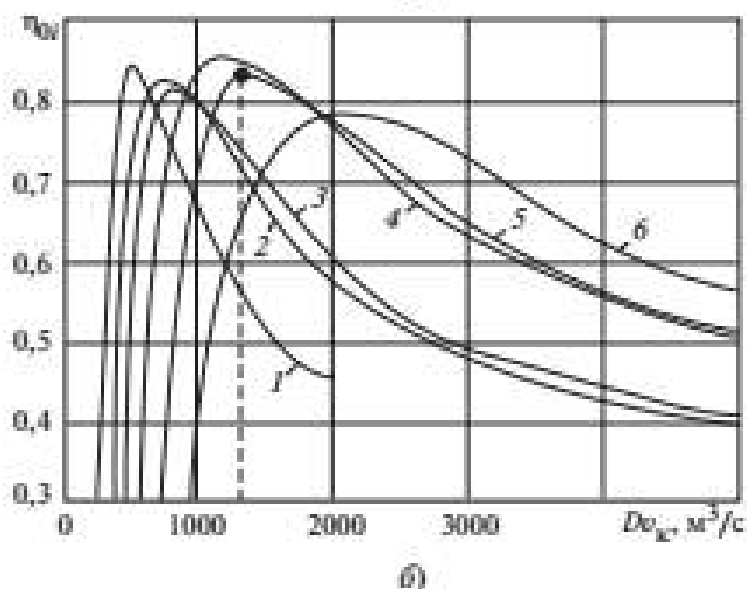
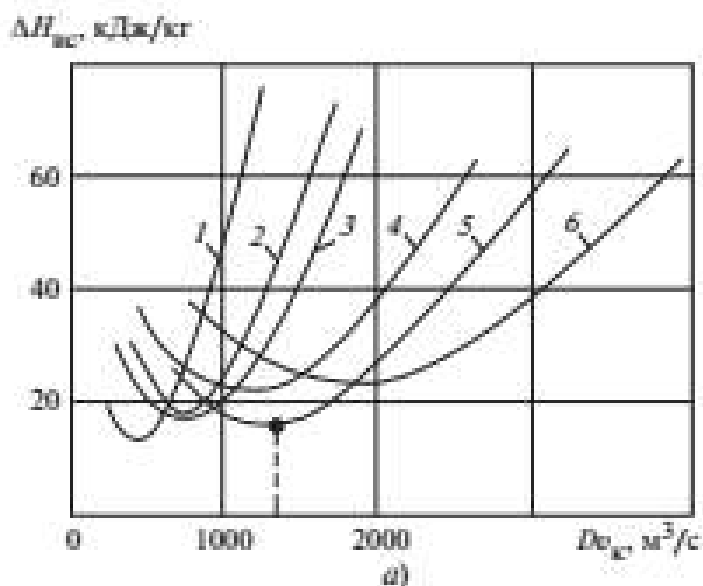
BGQ bug‘ turbinasi quvvatini hisoblash

Utilizatsiyali turdagi BGQ issiqlik sxemasini, unda foydalaniladigan qozon-utilizatori va GTQlarning murakkabligidan mustaqil ravishda BTning ichki quvvatini hisoblash adabiyotlarda bug‘ turbinasini hisoblash bo‘yicha berilgan umumiy hisoblash uslubiyoti bo‘yicha amalga oshiriladi.

Hisoblash oldidan turbina konstruksiyasining umumiy jihatlari ko‘rsatib o‘tilishi kerak. Eng avvalo bug‘ning chiqish oqimlari sonini aniqlash zarur. Buning uchun turbinadan chiqayotgan bug‘ning hajmiy sarfi summasi aniqlanadi,

$$(Dv_k)_\Sigma = D_\Sigma \cdot v_k,$$

bu yerda v_k – turbinadan keyingi bug‘ning solishtirma hajmi va har bir turbina zavodida mavjud bo‘lgan oxirgi pog‘onalarning xarakteristikalarini qo‘llaniladi (4.1 - rasm), bu esa ma’lum bir o‘lchamdagi ishchi kuraklariga ega oxirgi pog‘ona orqali optimal bug‘ sarfini $(Dv_k)_{opt}$ aniqlash imkonini beradi.



2.1-rasm. LMZ bug‘ turbinalarining oxirgi pog‘onalarini tavsifnomalari:

a – chiqish tezligidan issiqlik isrofining oxirgi pog‘ona hajmiy sarfiga bog‘liqligi; b – oxirgi pog‘ona ichki FIKning oxirgi hajmiy sarfiga bog‘liqligi (namlikni hisobga olmagan holda); 1 – ishchi kuragining uzunligi $l_z = 0,55$ m, ildiz diametrlari $d_k = 1,35$ m; 2 – $l_z = 0,755$ m, $d_k = 1,35$ m; 3 – $l_z = 0,755$ m, $d_k = 1,52$ m; 4 – $l_z = 0,96$ m, $d_k = 1,52$ m; 5 – $l_z = 1$ m, $d_k = 1,8$ m; 6 – $l_z = 1,2$ m, $d_k = 1,8$ m.

Pog‘onalar qatori uchun $\frac{(Dv_k)_\Sigma}{(Dv_k)_{opt}}$ nisbatidan chiquvchi oqimlar soni aniqlanadi

$$z = (Dv_k)_\Sigma / (Dv_k)_{opt} \quad (2.1)$$

Odatda BGQ bug‘ turbinolari uchun $z = 1$ yoki $z = 2$, shuning uchun bug‘ turbinolari bir silindrli bir oqimli yoki alohida ikki tomonlama oqimli PBS bilan tayyorlanadi. Istisno tariqasida, masalan katta quvvatli GTQLarga ega (280-300 MVt) dubl-bloklarda bug‘ turbinasi uchun ikkita PBS tayyorlanadi, ya’ni $z = 4$.

Turbina orqali bug‘ sarfiga, oraliq bug‘ qizdirishni mavjudligi yoki yo‘qligiga, QU PB konturidan kameraga bug‘ni berilishiga, tayyorlov zavodining texnologik an‘analariga va boshqa maxsus talablariga bog‘liq ravishda qolgan silindrlarning konstruktiv sxemalari belgilanadi.

Keyin bug‘ turbinasining oqimi qismi bo‘lmalarga ajratiladi va ularning har birini quvvati aniqlanadi. Utilizatsiyali turdagi BGQ bug‘ turbinalari drosselli bug‘ taqsimotiga ega qilib tayyorlanadi, ularda regeneratsiyalash tizimi bo‘lmaydi, bug‘ olinmalari faqat teplofikatsion bug‘ turbinalarida o‘rnatiladi. Shuning uchun alohida silindrlarning oqim qismini bo‘lmalarga ajratish tabiiy holatda, bug‘ sarfining uzlukli o‘zgarishini (masalan, silindrga QUDan PB bug‘ni kiritishda), bug‘ oqimi yo‘nalishini o‘zgarishi (masalan, silindr ichida bug‘ oqimi yo‘nalishining o‘zgarishi), pog‘ona o‘rtacha diametrini uzlukli o‘zgarishini hisobga olib amalga oshiriladi.

Oqim qismidagi har bir bo‘lmani hisoblash uchun bo‘lma oldidagi bug‘ning parametrlarini va undan keyingi bosimni bilish zarur. Bo‘lmaning ichki nisbiy FIKni aniqlash uchun bug‘ turbinasini hisoblash uchun adabiyotlarda keltirilgan yaqinlashtiruvchi hisoblardan foydalanish qulay. Chunki keyingi hisoblash ishlarida ulardan keng foydalaniladi.

YuBS va O‘BS bo‘lmalaridagi foydali ish koeffitsiyenti umumiy holatda quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\eta_{oi} = \left(0,92 - \frac{0,2}{D_b \cdot v_{or}}\right) \cdot \left(1 + \frac{\Delta H_0 - 700}{20000}\right) \cdot k_n \quad (2.2)$$

Bu ifodadagi D_b – bo‘lma orqali bug‘ sarfi; v_{or} – bug‘ hajmining o‘rtacha solishtirma hajmi,

$$v_{cp} = (v_0 v_z)^{0,5}, \quad (2.3)$$

bu yerda v_0 va v_z – bo‘lmaga kirish va chiqishda bug‘ning solishtirma hajmlari; ΔH_0 – bo‘lmadagi ko‘zda tutilgan issiqlik tushishi. Keltirilgan k_n koeffitsiyenti nam bug‘ sohasidagi butun bo‘lma bo‘yicha yoki bo‘lmaning bir qismini ishlash imkoniyatini hisobga oladi va quyidagi ifodadan aniqlanadi

$$k_n = 1 - 0,8 \cdot (1 - \gamma_n) \cdot \frac{y_0 + y_k}{2} \cdot \frac{H_0^n}{H_0} \quad (2.4)$$

bu yerda γ_n – samarali bug‘ ajralishini hisobga olish koeffitsiyenti; y_0, y_k – bo‘limgacha va undan keyingi bug‘ namligi; H_0^n - nam bug‘li sohada joylashgan bo‘lmaning ko‘zda tutilgan issiqlik tushishi. Hisoblash jarayonida v_z va y_k kattaliklar bosqichma-bosqich yaqinlashish usulida hisobalanishini eslatib o‘tamiz.

PBQ oqim qismining ichki nisbiy FIK quyidagicha hisoblanadi

$$\eta_{oi} = 0,87 \cdot \left(1 + \frac{\Delta H_0 - 400}{10000}\right) \cdot k_n - \frac{\Delta H_{ch}}{\Delta H_0} \quad (2.5)$$

bu yerda ΔH_{ch} - oxirgi pog‘ona tavsifnomalaridan yoki hisoblash yo‘li bilan aniqlanadigan chiqish tezligida issiqlik yo‘qolishi. Bu formulalardan foydalanishni quyida bir qator misollar bilan yoritib beriladi.

Birinchi bo‘lma oldidagi bug‘ sarfi va uning parametrlarini bilish va bo‘lmadan keyingi bosimni tanlash bo‘lmalar joylashishi bo‘yicha ketma-ketlikda ulardan har birining ko‘zda tutilgan issiqlik tushishini, ichki nisbiy FIKni va yig‘indisi bug‘ turbinasining umumiy quvvatini N_i^{BT} bildiruvchi ichki quvvatini aniqlash imkonini beradi.

BTning hisoblash natijalariga ko‘ra bug‘ning kengayish jarayonining h, s -diagrammasi quriladi, hisobiy ish rejimlarida 7-8 %dan ortib ketmasligi shart bo‘lgan kattalik, oxirgi pog‘onalardagi namlik topiladi. Bu qiymat, GTQdan keyin, elektr yuklamasi pasayishi yoki tashqi havo haroratining pasayishi sababli, gazlar harorati pasayganda namlik ko‘rsatkichining ortib ketish ehtimolini hisobga oladi. Agar namlik belgilanganidan katta bo‘lsa, dastlabki berilgan kattaliklarni qayta ko‘rib chiqish zarur, masalan, boshlang‘ich bosimni kamaytirish yoki/va YuB bug‘ haroratini ko‘tarish, kondensatordagi bosimni oshirish kerak. Keyin quyidagi yaqinlashish hisoblari bajariladi.

Bug‘ turbinali agregatning elektr quvvati

$$N_e^{BTQ} = N_i^{BT} \cdot \eta_{mex} \cdot \eta_{eg}, \quad (2.6)$$

bu yerda η_{mex} va η_{eg} – baholash jarayonida qabul qilingan elektr generatorining FIK va mexanik FIK.

Hozirgi davrda, GTQdan chiqish gazlarining issiqlik energiyasini yuqori darajada utilizatsiya qilish imkoniyati bo‘lmaganligi uchun bir konturli utilizatsiyali

BGQlar nisbatan kam quriladi. Shunga qaramasdan har qanday turdagi BGQni hisoblashga kirishishni oddiy bir konturli sxemani hisoblashdan boshlash maqsadga muvofiq, chunki murakkab BGQlar ham alohida oddiy konturlardan tarkib topgan.

Barcha qozonlardan keladigan bug'ni qabul qiladigan bitta bug' turbinasi, n ta GTQ va qozonlardan iborat bir konturli utilizatsiyali turdagi BGQni (2.2-rasm) ko'rib chiqamiz. Kondensatordagi kondensat n ta qozonga tarqaladi. Dastlab ayrim sodda, lekin fizik ruxsat etilgan taxminlarni qabul qilamiz. Kondensatning deaeratsiyalanishi kondensatorni kondensat yig'gichida sodir bo'ladi, ta'minot traktining vakuum qismiga havo so'rilishi yuz bermaydi va shuning uchun deaeratorga ehtiyoj yo'q deb qaraymiz. Bundan tashqari, kondensatordagi bosimni $p_k = 20 \div 25$ kPa, qozonga kirish joyidagi ta'minot suvining haroratini $t_{t.s} \approx t_k = 60 \div 65$ °C qiymatda qabul qilamiz. Kondensator ko'rsatkichlari kondensatni QUga uzatish oldidan qizdirishga ehtiyoj tug'dirmaydi. Nihoyat, kondensatni deaeratorga qizdirilmasdan kiritilmaydi deb qabul qilamiz, ya'ni uni ekonomayzerda qizdirilishi to'yinish haroratigacha amalga oshiriladi va bug' qizdirgichi hamda o'ta qizigan bug' quvurida gidravlik qarshilik ko'zda tutilmagan, ya'ni barabandan chiqishdagi p_{σ} bosim bilan turbina oldidagi bosim p_0 mos keladi. Barabandagi bosimdan p_{σ} to'yinish harorati t_s , ekonomayzerdan keladigan to'yingan suvning entalpiyasi h_s' , qozon barabanidan chiqishdagi to'yingan bug'ning entalpiyasi h_s'' aniqlanadi.

Qozonning uchta asosiy qizdirish yuzalari (bug' qizdirgichi, bug'latgich va ekonomayzer) uchun uchta issiqlik balans tenglamasini yozish mumkin (2.2-rasmga q.):

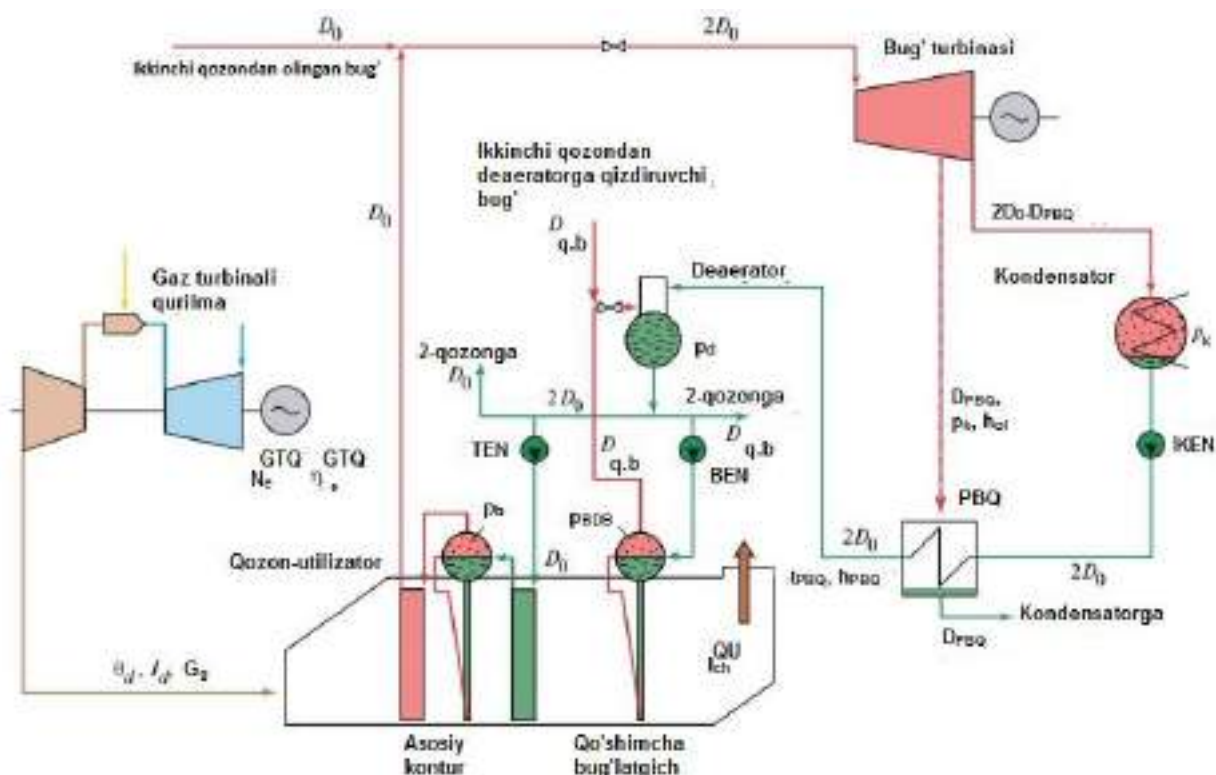
$$Q_{bq} = G_g \cdot (I_d - I_B) = D_0 \cdot (h_0 - h_s'');$$

$$Q_{bug'l} = G_g \cdot (I_B - I_s) = D_0 \cdot (h_s'' - h_s');$$

$$Q_{ek} = G_g \cdot (I_s - I_{ch}) = D_0 \cdot (h_s' - h_{t.s});$$

Bu tenglamalarda I harfi bilan mos keluvchi indekslar bilan qozonning ish jismi oqib o'tadigan quvur yuzalarini yuvib o'tadigan gazlar entalpiyasi belgilanadi. Gazlar entalpiyasi I yoqilg'ining kimyoviy tarkibi, havoning ortiqchalik koeffitsiyenti va gaz turbinasining oldidagi gazlar harorati, ya'ni yonish kamerasining issiqlik balansini aniqlaydi. Tanlangan yoqilg'i va GTQning ma'lum

xarakteristikalarida gazlar entalpiyasi faqat haroratga bog‘liq bo‘ladi. Keltirilgan ilovalardan foydalanib bu bog‘liqlik grafigini qurish mumkin.



2.2-rasm. Deaeratori qo‘shimcha bug‘latgichdan ta‘minlovchi bir konturli BGQ sxemasi

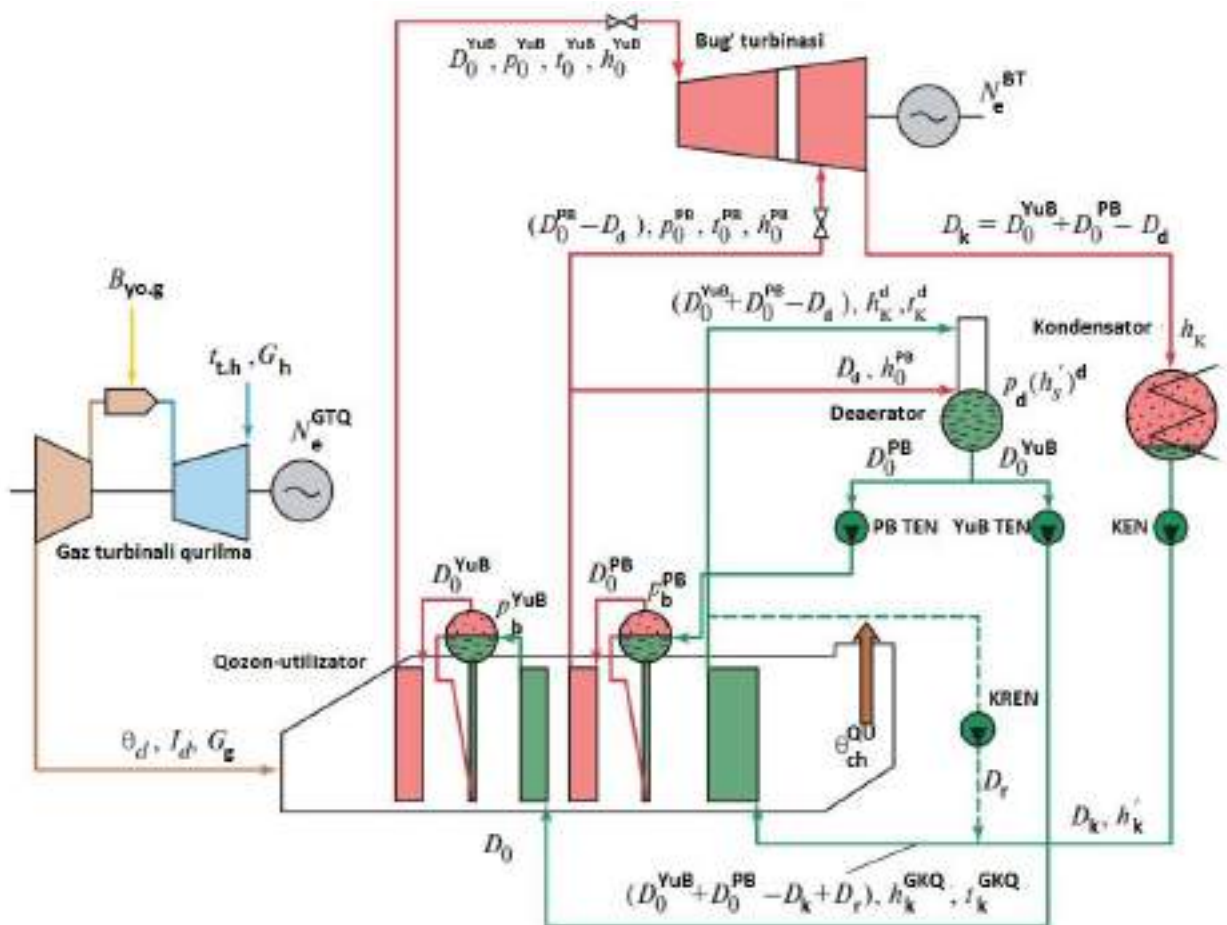
Ikki konturli BGQning issiqlik sxemasini hisoblash

Quyida oraliq bug‘ qizdirgichsiz, bitta yoki ikkita gaz turbinalariga ega ikki konturli utilizatsiyali BGQ issiqlik sxemasini hisoblash uslubiyotini ko‘rib chiqiladi.

Berilgan kattaliklar

Issiqlik sxemasini hisoblashdan oldin, 2.3-rasmda keltirilgan issiqlik sxemasining murakkablashishini hisobga olgan holda: issiqlik sxemasi bug‘ turbinasiga bug‘ yetkazib beradigan ikkita bug‘ ishlab chiqarish konturiga; qozon konturlarini deaeratsiyalangan suv bilan ta‘minlash uchun deaeratorga; qozonga kirish joyida ta‘minot suvining talab qilingan haroratini ta‘minlash uchun kondensatni retsirkulyatsiyalash liniyasi va boshqalarga ega bo‘lishini hisobga olib, bir konturli BGQni hisoblash uchun foydalanilgan kattaliklar berilgan yoki tanlangan bo‘lishi shart. Bundan tashqari ikki konturli BGQni ko‘rib chiqishda gidravlik qarshilik tufayli bug‘ qizdirgichida, bug‘ quvur yo‘llarida va armaturalarda bug‘ bosimi yo‘qolishini qanday qilib hisobga olinishi ko‘rsatiladi.

Bug' turbinasining yuqori p_0^{YuB} va past p_0^{PB} bosimli saqlash klapani oldidagi bug' bosimi hisoblashdan oldin berilgan bo'lishi zarur. Bug' turbinasida bug'ning kengayish jarayonini hisoblagandan, oxirgi namlik ko'rsatkichi aniqlangandan va BGQ issiqlik sxemasini barcha parametrlar optimallashtirilgandan keyin bu bosim ko'rsatkichlarini aniq qiymatini tanlash mumkin. Ikki konturli BGQlar uchun odatda quyidagilar tanlanadi: YUB konturlar uchun $p_0^{YuB} = 5 \div 8$ MPa, PB konturi uchun $p_0^{PB} = 0,5 \div 0,7$ MPa (deaeratorni ta'minlash manbaini hisobga olgan holda). GTQdan keyingi haqiqiy haroratlarda bu parametrlar BGQning optimalga yaqin bo'lgan oxirgi namlik va iqtisodiy ko'rsatkichlarini ta'minlaydi.



2.3-rasm. Ikki konturli utilitatsiyali turdagi BGQning prinsipial issiqlik sxemasi.

Issiqlik sxemasini hisoblash natijasida quyidagilar topilishi shart:

butun trakt bo'ylab bug' va suvning parametrlari (bosim, harorat, namlik, entalpiya va sarf);

qizdiruvchi bug'dan ish jismiga (bug'ga yoki suvga) issiqlik uzatilishini amalga oshiradigan barcha issiqlik almashinuv yuzalarining issiqlik quvvatlari;

turbinada bug‘ kengayish jarayonining diagrammasi, bug‘ turbinasining bo‘lmalarini FIK va ichki quvvati;

bug‘ turbinasi generatorlari chulg‘amlaridan chiqadigan elektr quvvati;

BGQning elektr quvvati;

qozon-utilizatorining FIK;

bug‘-kuch qurilmasining FIK;

bug‘ turbinali qurilmaning absolyut elektr FIK;

bug‘-gaz qurilmasining FIK.

2.3-rasmda utilizatsiyali turdagi ikki konturli BGQning prinsipial issiqlik sxemasining namunasi ko‘rsatilgan, uning asosida keyingi tushuntirishlar beriladi.

Gaz turbinali qurilma N_e^{GTQ} elektr quvvatini ishlab chiqaradi, uning chiqish gazlari esa ikkita bug‘ generatsiyalash konturiga ega bo‘lgan qozon-utilizatoriga yo‘naltiriladi. YUB konturi, bug‘ turbinasiga kiritiladigan D_0^{YuB} miqdoridagi YuB bug‘ni generatsiyalaydi (ishlab chiqaradi). Turbinaning yuqori bosimli qismida kengaygan bu bug‘ PB konturida generatsiyalangan bug‘ bilan aralashadi. Jamlangan bug‘ oqimi turbinaning past bosimli qismida kengayadi va kondensatorga chiqariladi.

Jarayon natijasida bug‘ turbinasi N_e^{BT} quvvatini ishlab chiqaradi.

Turbinada ishlatilgan bug‘ning kondensati kondensatordan kondensat elektr nasosi yordamida gazli kondensat qizdirgichiga yo‘naltiriladi. QUga kirish oldidan kondensatga GKQda qizdirilgan kondensatning bir qismi aralashtiriladi (kondensatni retsirkulyatsiyalash sarfi D_p) va QU chiqish qismidagi qizdirish yuzalarini korroziyadan saqlash uchun unga kirish joyidagi kondensat harorati t_k^{GKQ} bo‘lishi ta‘minlanadi.

Kondensat sarflari ($D_0^{YuB} + D_0^{PB} - D_a$) GKQdan PB konturidan olingan bug‘ yordamida kondensatni qizdirish va termik deaeratsiyalash uchun deaeratorga yo‘naltiriladi.

Deaeratorning akkumulyator bakidagi ta‘minot suvi YuB va PB konturlari bo‘ylab tarqaladi. PB ta‘minot suvi ta‘minot elektr nasoslari bilan PB barabaniga haydaladi. Hosil bo‘lgan to‘yingan bug‘ PB bug‘ qizdirgichiga (PBBQ) kiritiladi,

shu yerda qizdiriladi va D_d sarf bilan kondensatni qizdirish uchun deaeratorga uzatiladi; PB bug'ning qolgan qismi bug' turbinasining aralashtirish kamerasiga yo'naltiriladi.

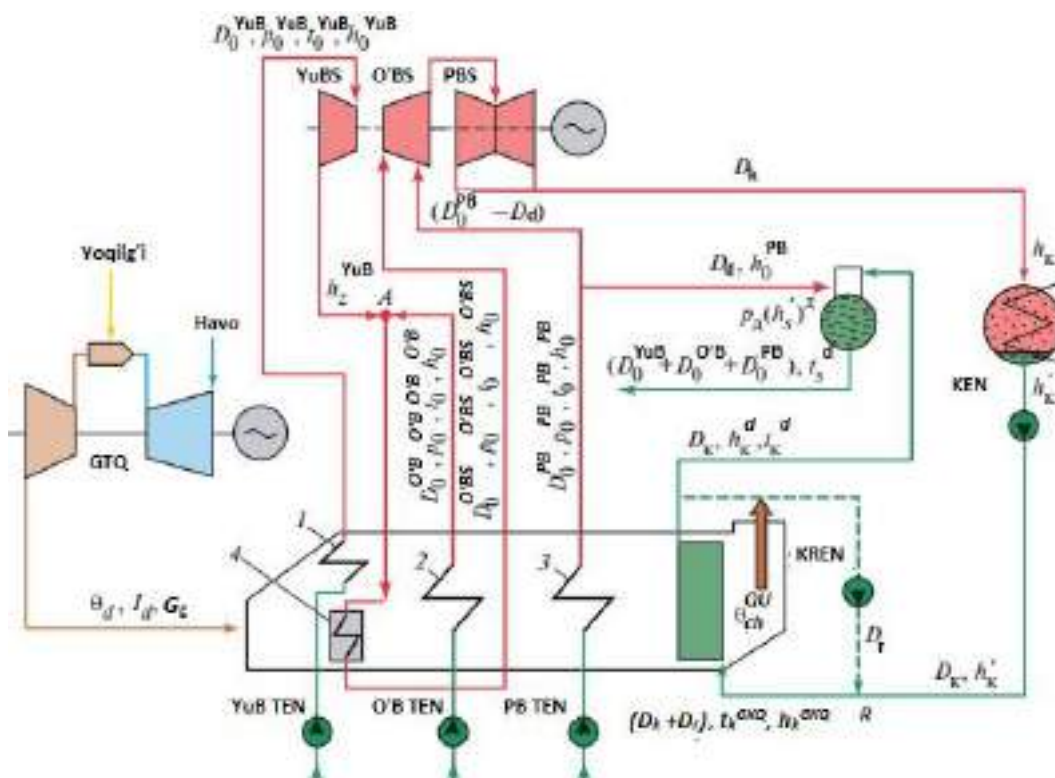
YuB ta'minot elektr nasoslari deaeratoridagi ta'minot suvini D_0^{YuB} sarf bilan YuB ekonomayzeriga (YuBE) haydaydi. YuBEDan YuB barabanga beriladi va u yerdan to'yingan bug' ko'rinishida YuB bug' qizdirgichiga (YuBBQ) uzatiladi. YuBBQdan o'ta qizigan bug'ga aylantirib bug' turbinasiga yo'naltiriladi.

Deaeratoridan YuB, O'B va PB ta'minot elektr nasoslari yordamida ta'minot suvi o'ziga tegishli konturlarga tarqatiladi. Bug' D_0^{YuB} sarfi va p_0^{YuB} , t_0^{YuB} , h_0^{YuB} parametrlari bilan YuBSga kiradi, u yerda O'B konturidagi $p_0^{O'B}$ bosimga teng bo'lgan p_z^{YuB} bosimgacha kengayadi va $p_0^{O'B}$, h_z^{YuB} parametrlari bilan YuBSdan chiqib ketadi. O'B konturi YuB konturiga nisbatan past haroratli gazlar zonasida joylashgan. Shunga mos ravishda bu konturda $p_0^{O'B}$, $t_0^{O'B}$, $h_0^{O'B}$ parametrlarga ega bo'lgan bug' ishlab chiqariladi. A nuqtasida bug' oqimlari aralashadi va ($D_0^{YuB} + D_0^{O'B}$) bug' sarfi va $p_0^{O'B}$, t_{ar} , h_{ar} parametrlari bilan oraliq bug' qizdirgichiga 4 uzatiladi. Oraliq bug' qizdirgichi qozon-utilizatorining shaxtasidagi asosiy YUB bug' qizdirgichi joylashgan qismida joylashtiriladi va undan chiqishda $t_0^{O'BS}$ haroratli, t_0^{YuB} ga teng yoki katta haroratli bug' olinadi.

Oraliq bug' qizdirgichli uch konturli BGQ issiqlik sxemasini hisoblash.

Oraliq bug' qizdirgichli uch konturli BGQning sodda issiqlik sxemasi 2.4-rasmda keltirilgan. Uning qozon-utilizator uchta YuB, O'B va PB bug' generatsiyalash konturiga ega. Bug' turbinasining kondensatoridagi kondensat GKQga beriladi, undan oldin P nuqtasida, qozon oldidagi talab qilingan t_k^{GKQ} haroratni ta'minlash uchun D retsirkulyatsiyalash sarfi kiritiladi. GKQ da kondensat deaeratoridagi p_d bosimga mos keladigan t_s^d to'yinish haroratidan kichik bo'lgan t_k^d haroratgacha qizdiriladi. Deaeratorga kiradigan kondensatni to'yinish haroratigacha qizdirish uchun unga 2.3-rasmda keltirilgan ikki konturli sxemada ko'rsatilganidek PB konturidan bug' beriladi.

Deaeratoridan YuB, O'B va PB ta'minot elektr nasoslari yordamida ta'minot suvi o'ziga tegishli konturlarga tarqatiladi. Bug' D_0^{YuB} sarfi va p_0^{YuB} , t_0^{YuB} , h_0^{YuB} parametrlari bilan YuBSga kiradi, u yerda O'BS konturidagi $p_0^{O'B}$ bosimga teng bo'lgan p_z^{YuB} bosimgacha kengayadi va $p_0^{O'B}$, h_z^{YuB} parametrlari bilan YuBSdan chiqib ketadi. O'B konturi YuB konturiga nisbatan past haroratli gazlar zonasida joylashgan. Shunga mos ravishda bu konturda $p_0^{O'B}$, $t_0^{O'B}$, $h_0^{O'B}$ parametrlarga ega bo'lgan bug' ishlab chiqariladi. A nuqtasida bug' oqimlari aralashadi va $(D_0^{YuB} + D_0^{O'B})$ bug' sarfi va $p_0^{O'BS}$, t_{ar} , h_{ar} parametrlari bilan oraliq bug' qizdirgichiga 4 uzatiladi. Oraliq bug' qizdirgichi qozon-utilizatorining shaxtasidagi asosiy YuB bug' qizdirgichi joylashgan qismida joylashtiriladi va undan chiqishda $t_0^{O'BS}$ haroratli, t_0^{YuB} ga teng yoki katta haroratli bug' olinadi.



2.4-rasm. Uch konturli utilitatsiyali BGQning prinsipial issiqlik sxemasi: 1 – YuB konturi; 2 – O'BS konturi; 3 – PB konturi; 4 – oraliq bug' qizdirgichi.

Bug' $D_0^{O'BS} = (D_0^{YuB} + D_0^{O'B})$ sarf va $p_0^{O'BS}$, $t_0^{O'BS}$, $h_0^{O'BS}$ parametrlari bilan O'BSga kiritiladi.

Demak PB konturida D_0^{PB} sarfi va p_0^{PB} , t_0^{PB} , h_0^{PB} parametrli bug' ishlab chiqariladi. Bu bug'ning bir qismi (D_d) ta'minot suvini to'yinish haroratigacha qizdirish uchun deaeratorga beriladi. Qolgan qismi ($D_0^{PB} - D_d$) sarf bilan O'BS

pog'onalari oralig'ida joylashgan aralashish kamerasiga yoki PBS resiveriga kiritiladi.

O'BSning chiqish qismida kengaygan bug' O'BSga yo'naltiriladi, u yerda kengayadi va $D_k = D_0^{YuB} + D_0^{O'B} + D_0^{PB} - D_d$ miqdorida kondensatorga kiradi.

Issiqlik sxemasini hisoblash natijasida BGQ va uning elementlarini ish jismlarining (gaz, bug' va suv) parametrlari va iqtisodiy ko'rsatkichlarining qiymatlari olinishi shart.

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarish davomida talabalar quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o'rganish;
- keltirilgan sxemalar bo'yicha nazariy ma'lumotlarni to'plash;
- qurilmalarning sxemalarini chizish va stendda yig'ish.

Hisobot tarkibi

- Mamlakat energetikasida bug'-gaz qurilmalarining ahamiyati;
- elektr energiyasini ishlab chiqarishda utilizatsiyali bug'-gaz qurilmalarini qo'llash bo'yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- qo'shimcha yoqilg'i yoqadigan va bir, ikki, uch konturli qozon-utilizatoriga ega bug'-gaz qurilmalarini qo'llashning afzalliklarini baholash.

3,4 – tajriba ishlari

Parallel sxemada ishlaydigan, an'anaviy qozonli va yuqori naporli bug' generatorili qattiq yoqilg'ida ishlaydigan bug'-gaz qurilmalari

Ishning maqsadi. Parallel sxemada ishlaydigan, an'anaviy qozonli va yuqori naporli bug' generatorili qattiq yoqilg'ida ishlaydigan bug'-gaz qurilmalari.

Kerakli asbob uskunalar: yig'uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

Asosiy nazariy tushunchalar va issiqlik sxemalari

Barcha turdagi BGQlar orasida QULi BGQlar yuqori samaradorlik ko'rsatkichlariga egaligi bilan ajralib turadi. Bu qurilmalar tabiiy gaz yoqilg'isi bilan nominal yuklamada ishlaganda 60 % netto FIK bilan elektr energiyasi ishlab chiqarishni ta'minlaydi. Shuningdek, ularning ishlashi uchun yil davomida, yuqori bosimli tabiiy gaz yoqilg'isi bilan uzluksiz ravishda ta'minlab turilishi talab etiladi ($p \geq 4$ MPa).

Dunyodagi energetik resurslar bozorining rivojlanishi muqobil yoqilg'i manbalarini izlash majburiyatini ilgari surmoqda. Bu manbalar orasida ko'mir yoqilg'isidan foydalanish ham muhim amaliy ahamiyatga ega. Qattiq yoqilg'ili elektr stansiyalarida bug'-gazli texnologiyalarning qo'llanilishi tabiiy gaz iste'molini sezilarli darajada kamaytirish bilan bir qatorda energetik obyektning (IESning) issiqlik va umumiy samaradorlik ko'rsatkichlarini yaxshilash imkonini ham beradi. Dunyo miqyosidagi yoqilg'i-energetik kompleksida reforma o'tkazishning muhim masalalaridan biri ham neft, gaz va ko'mir yoqilg'ilari orasida oqilona muvozanatni yuzaga keltirishdan iborat.

Dunyo miqyosida asosiy ko'mir zahiralari bugungi kunda Rossiya, AQSH va Xitoy kabi davlatlarda aniqlangan.

Jahon mamlakatlari energetikasi kelajagi ko'mir yoqilg'isiga bog'liqligi aniq holat hisoblanadi. Ko'mir yoqilg'isiga asoslangan energetikaning ekologik

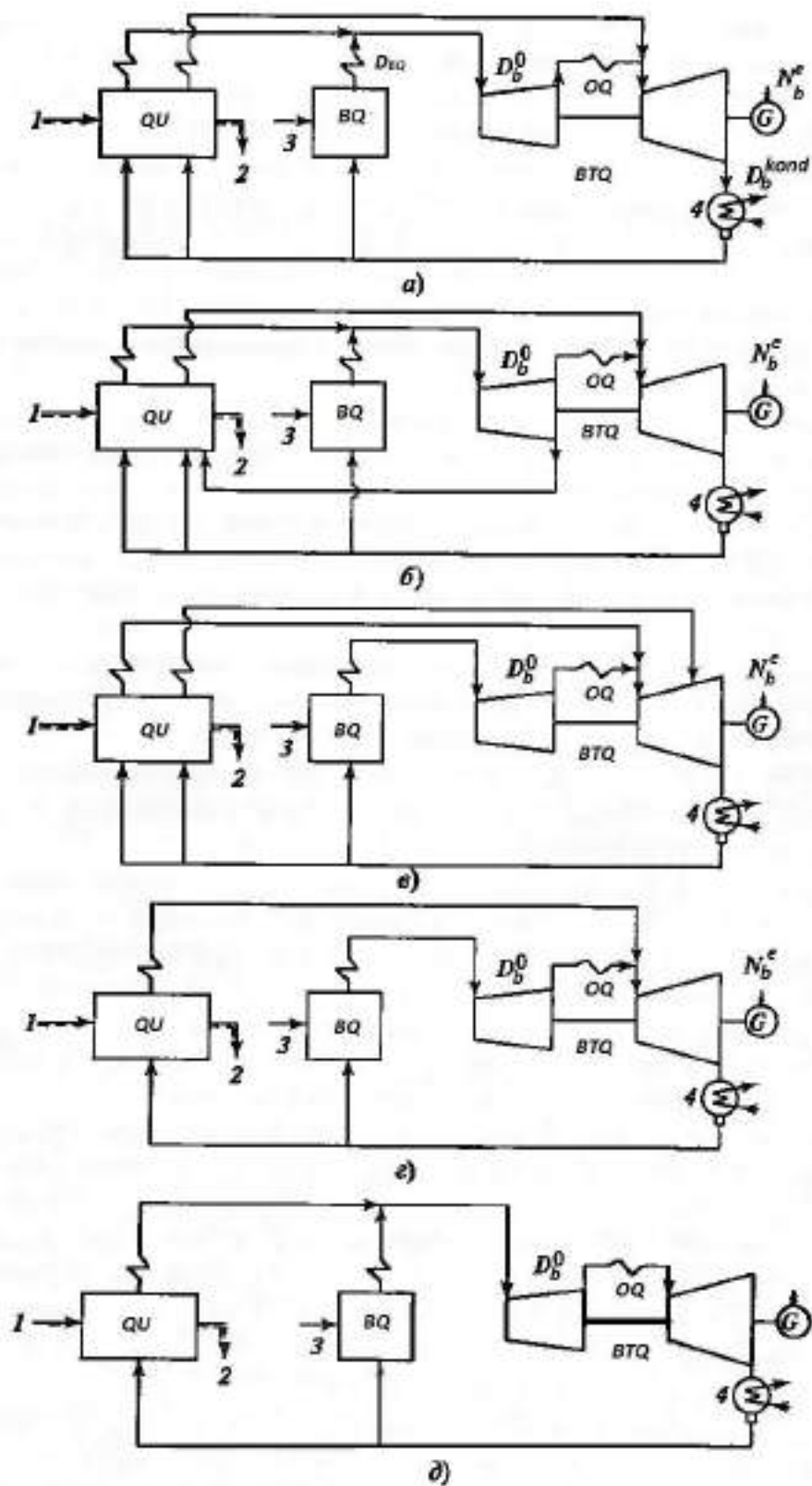
xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi, uni chuqur qayta ishlash texnologiyalari orqali qozon ztxonasida yoqishga o'tilishi bilan ta'minlanadi. Iqtisodiy jihatdan rivojlangan mamlakatlar (AQSH, Germaniya, Buyuk Britaniya, Yaponiya va h.k.) ko'mir yoqilg'isini qo'llash mumkin bo'lgan gaz turbinali va bug'-gazli texnologiyalariga doir ko'plab ishlanmalar va vositalarga ega.

Parallel sxemali BGQning "gaz turbinali qurilma – qozon-utilizator" energetik modulidan ko'mir kukunili kritik parametrgacha energetik blok issiqlik sxemasiga yo'naltiriladigan bug' ishlab chiqarish uchn foydalaniladi. Bu bug' yuqori, o'rta yoki past bosimli bo'lishi va BGQ issiqlik sxemasi ishlashiga ta'sir ko'rsatish xususiyatiga ega bo'lishi mumkin. Bunday sxemalarning variantlari 3.1-rasmda keltirilgan. Ushbu turdagi qurilmalarda QU konstruksiyasi GTQ chiqish gazlarining issiqligidan to'liq foydalanadigan qilib tayyorlanadi. Buning uchun qurilmaning bug' ishlab chiqaruvchi qizdirish yuzalariga yuqori va past bosimli gaz-suv qizdirish yuzalari qo'shiladi va asosiy kondensat hamda ta'minot suvining bir qismini qizdiriladi.

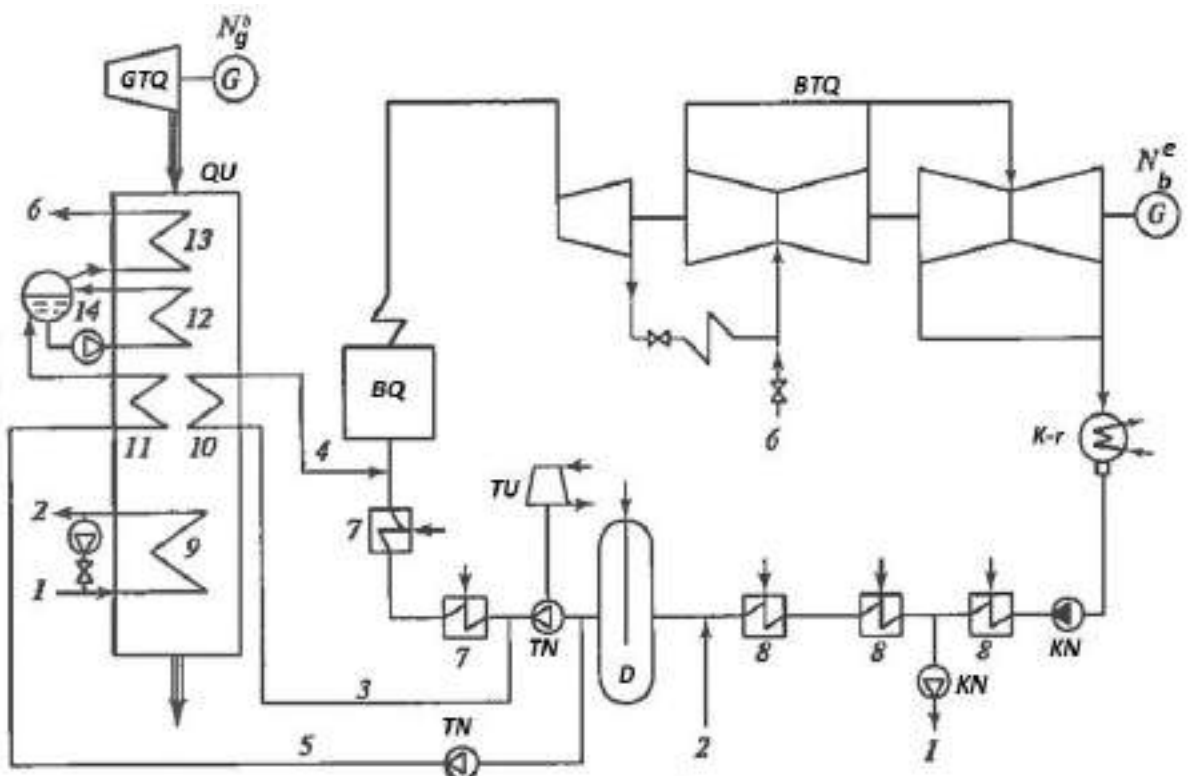
YuB bug' ishlab chiqariladigan QU issiqlik sxemalarini loyihalashda bug'-kuch energetik bloklariga kritikdan past parametrli bug' ishlab chiqarib beruvchi QU konturi to'g'ri oqimli qilib tayyorlanishini hisobga olish kerak (3.1,a; 3.1,b; 3.1,d-rasm). Uning issiqlik sxemasiga mos keluvchi talablar shuning bilan asoslanadi.

Parallel sxemali BGQlar ishlaganda bug'-kuch energetik bloklari bilan bog'liq bir qator cheklashlarga amal qilinishi shart. Energetik GTQ turini undan chiqish gazlarining issiqligidan to'liq foydalanish, chiqish gazlari haroratini QU uchun mos bo'lgan haroratgacha (80-100 °S) sovitilishini hisobga olib tanlash maqsadga muvofiq. Natijada energetik bug' qozoni yuklamasini pasaytirish va bug' turbinasiga maksimal bug' sarfini ta'minlash talabiga amal qilinadi.

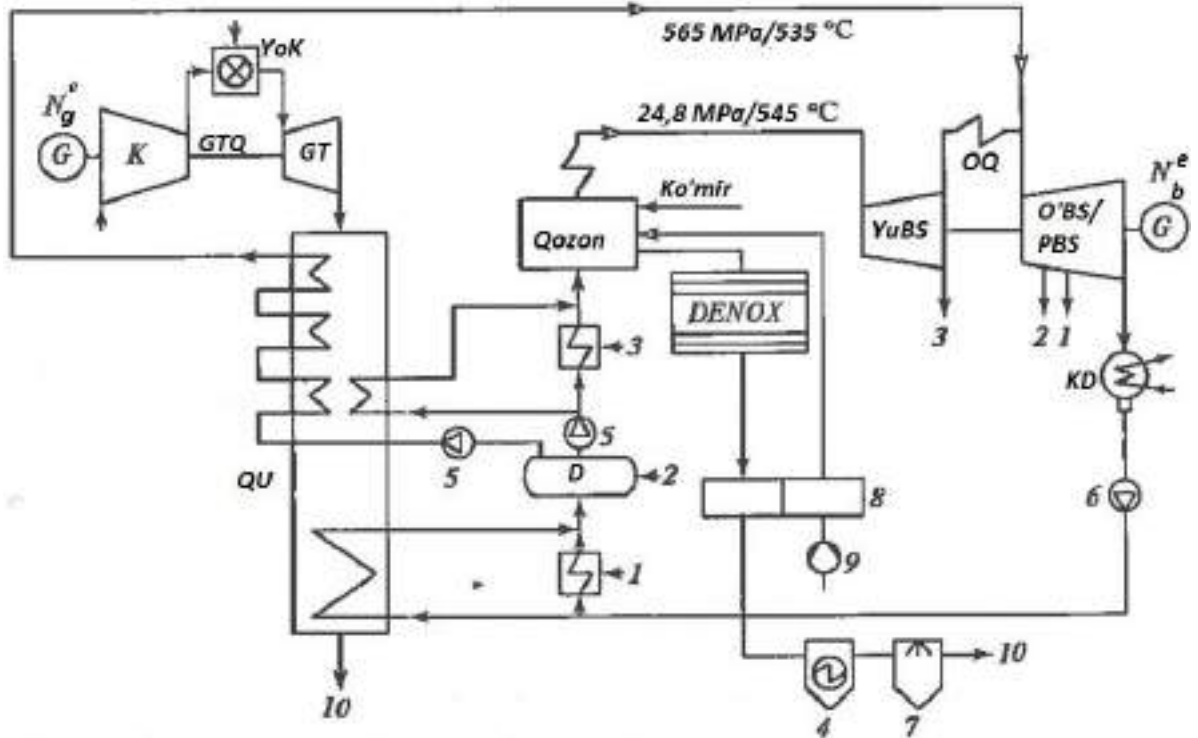
Yoqiladigan ko'mir yoqilg'isining turiga, uning tarkibidagi uchuvchan moddalar miqdori va o'txona jarayonlarini tashkil etish sxemasiga muvofiq ko'mir kukunida ishlaydigan bug' qozonlarining yuklamasini 60 %gacha kamaytirishga erishish mumkin.



3.1-rasm. Parallel ish sxemali ko‘mir kukunli BGQ issiqlik sxemalari variantlari: a- yuqori va o‘rta bosimli bug‘ olinadigan ikki konturli QU; b-bug‘ni oraliq qizdirish energetik bug‘ qozonida va ikki konturli QUNing gazli oraliq qizdirgichida amalga oshiriladi; v-o‘rta va past bosimli bug‘ olinadigan ikki konturli QU; g-o‘rta bosimli bug‘ olinadigan bir konturli QU; d-yuqori bosimli bug‘ olinadigan bir konturli QU; 1-GTQdan keladigan gaz; 2-QUdan chiqish gazlari tutun mo‘risiga; 3-energetik bug‘ qozonining kukun yondirgichlari; 4-BTQ kondensatori; OQ-BQda bug‘ni gazli oraliq qizdirgichi.

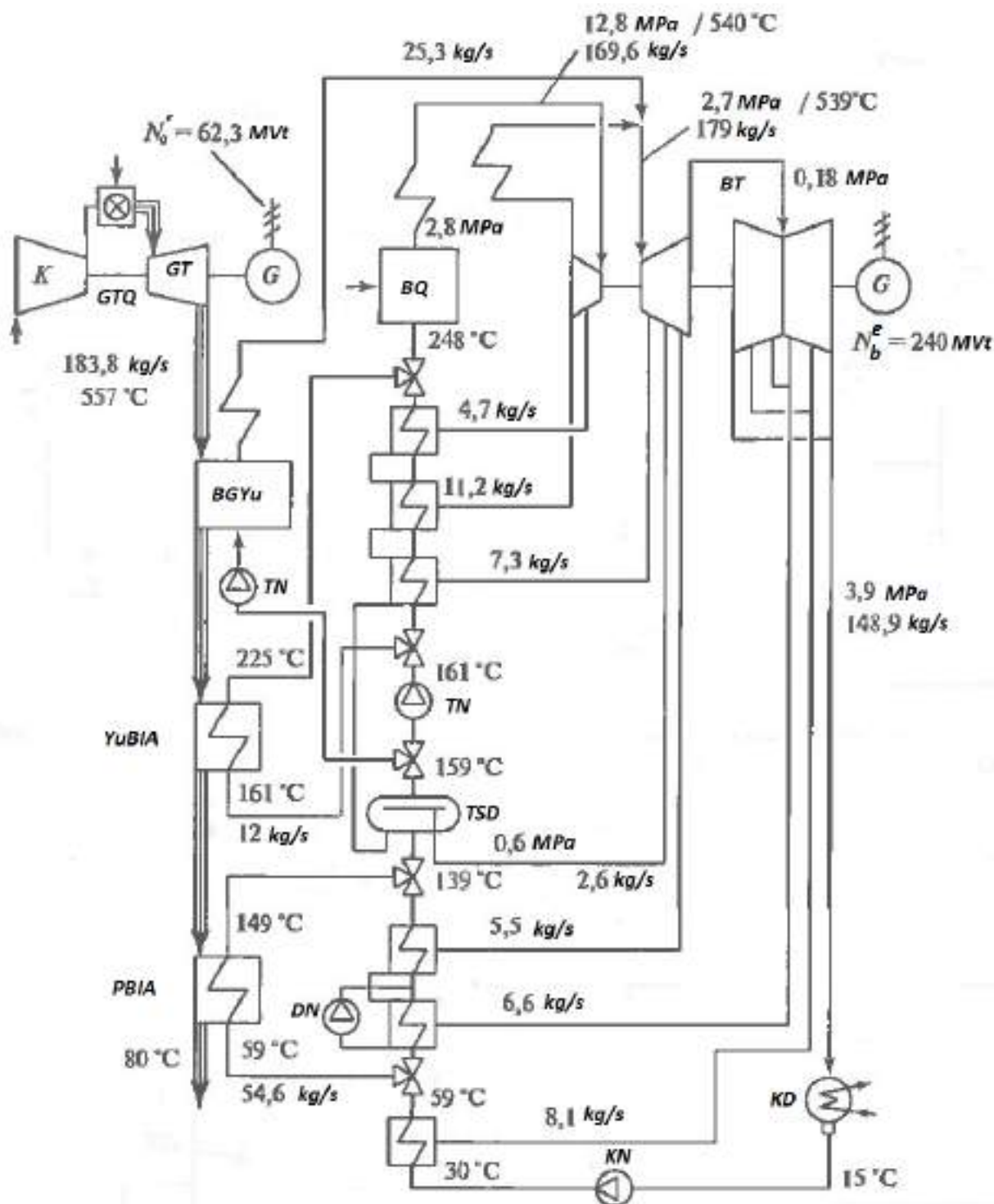


3.2-rasm. Parallel sxemali ko‘mir kukunida ishlaydigan bug‘-gazli energetik blok prinsiplial issiqlik sxemasi (variant): 1-6-ish jismi oqimlari yo‘nalishi; 7-YUB qizdirgichi; 8-PB qizdirgichi; 9-gazli kondensat qizdirgichi; 10-ta‘minot suvini gazli qizdirgich; 11-suvli ekonomayzer; 12-bug‘latgich yuzalari; 13-bug‘ qizdirgichi; 14-sirkulyatsion nasos; EG-elektir generatori; D-deaerator; TU-turbouzatma; KN-kondensat nasosi; K-r-kondensator.



3.3-rasm. «Altbax Deytsizau-2» (Shtutgart, Germaniya) IESi BGQ issiqlik sxemasi. 1-PBQ; 2-deaerator; 3-YuBQ; 4-elektir filtrlari; 5-ta‘minot nasosi; 6-kondensat nasosi; 7-oltingugurt ajratish qurilmasi; 8-regenerativ havo qizdirgichi; 9-purkovchi ventilyator; YuBS, O‘BS, PBS-yuqori, o‘rta va past bosimli silindrlar; 10-chiqish gazlari tutun mo‘risiga

Bug' turbinasining yuklamasini maksimal qiymatgacha oshirish uning kondensatoriga o'tkaziladigan bug' sarfini va elektr generatori chegaraviy quvvatini cheklash orqali amalga oshiriladi.



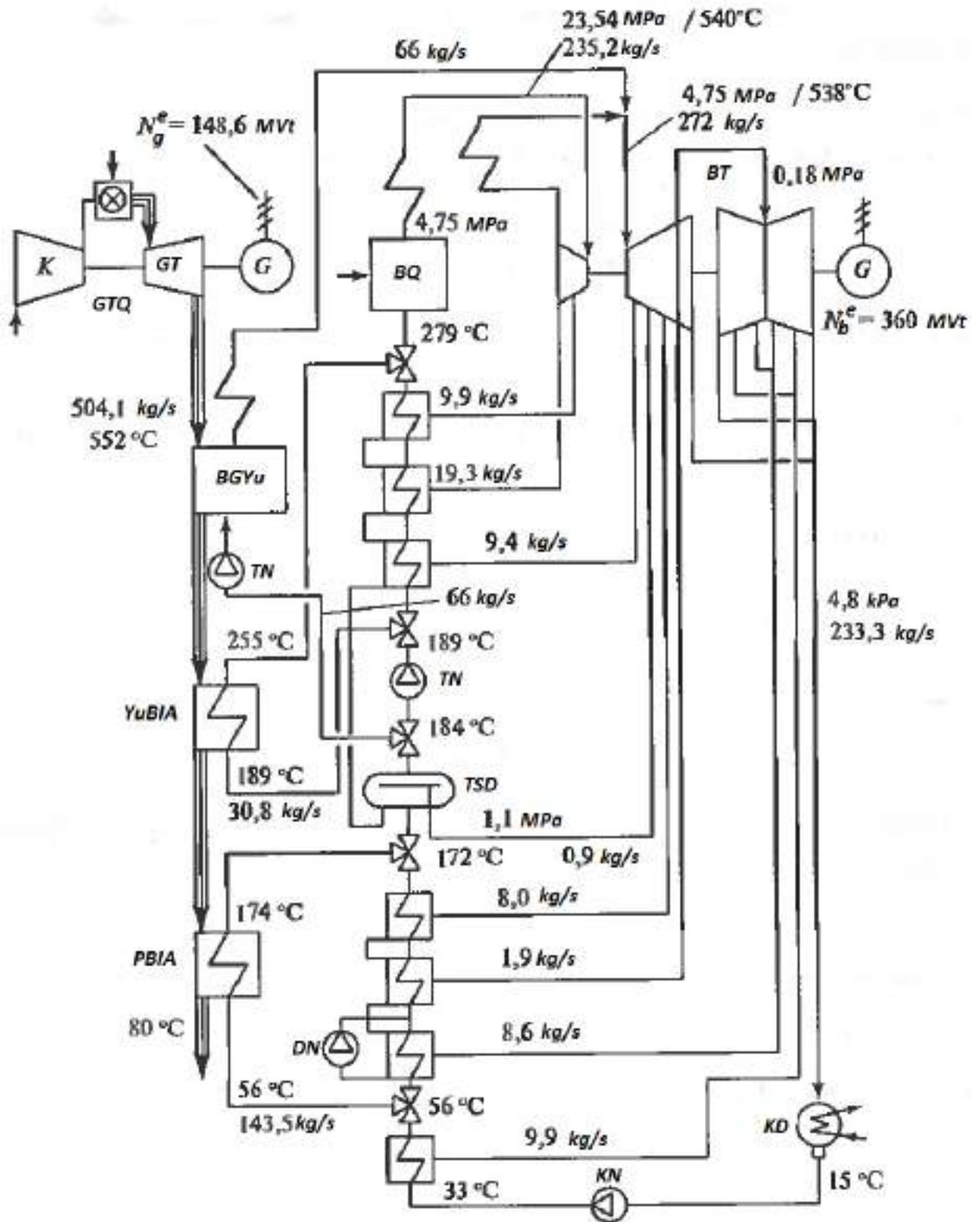
3.4-rasm. Ko'mir yoqilg'isida ishlaydigan bug'-kuch blokli (K-225-130 LMZ rusumli bug' turbinali) va V64.3 («Interturbo»-Siemens) rusumli GTQli BGQ issiqlik sxemasi: BGYu-Quning bug' generatsiyalash yuzasi; YuBIA-Quning YuB issiqlik almashingichi; PBIA-Quning PB issiqlik almashingichi; KN, DN, TN-mos ravishda kondensat, drenaj va ta'minot nasoslari

Parallel sxemali ko'mir kukunida ishlaydigan BGQlarning asosiy afzalliklariga energetik GTQning ishlashi bug' qozonining o'txona jarayoniga ta'sir ko'rsatmasligi va o'txonada yoqilg'i yoqilishi an'anaviy sxema bo'yicha amalga oshirilishi; bug'-gaz siklidan qurilmaning asosiy elementlari ishlaydigan avtonom (mustaqil) ish rejimiga oson o'tilishi; qozon-utilizatori va bug'-kuch blok bug' va suv yo'liga ko'ra o'zaro faqat mos keluvchi quvur yo'llari va tiqin zadvijskalari orqali bog'langanligi kabilar kiradi.

Ko'rib chiqilayotgan BGQ issiqlik sxemasida rekonstruksiyalashsiz energetik bug' qozoni ichida tutun gazlari tarkibida azot miqdorini kamaytirish (DENOX) va oltingugurtni ajratish tizimlarini o'rnatish mumkin (3.3-rasm). Suv-kimyoviy ish rejimini hisobga olgan holda, ikkala bug' generatoriga (QU va asosiy ko'mir yoqilg'isida ishlaydigan qozon) ham bir xil sifat ko'rsatkichlariga ega tuzsizlantirilgan suv beriladi. Ushbu holatda V64.2 rusumidagi GTQdan foydalaniladi (ISO bo'yicha quvvati 64,8 MVt, chiqish gazlarining harorati 560 °C, YoKda yoqilg'i issiqligi sarfi 175 MVt). Qozon-utilizatoridan chiqish gazlarining harorati 90 °C atrofida bo'ladi.

Parallel sxemali bug'-gaz qurilmalarini yangi loyihalaniладigan bug'-gazli elektr stansiyalarida hamda mavjud bug'-kuch energobloklarini rekonstruksiyalanishida qo'llash mumkin. Bunda energetik GTQ, QU va uning yordamchi jihozlari o'rnatiladigan inshoot IESning bosh korpusi yonida joylashtirilishi mumkin.

3.4 va 3.5-rasmlarda K-225-130 va K-330-240 rusumidagi bug' turbinali qurilmalar bazasida modifikatsiyalangan parallel sxemali BGQ issiqlik sxemalari keltirilgan. Ularda V64.3 va V94.2 («Interturbo»-Siemens OAJ) rusumidagi GTQlar hamda o'rta bosimli bug' ishlab chiqaradigan QU qo'llanilgan. Asosiy energetik qozonda oraliq qizdirilgan bug' bilan taqqoslaganda BGQ sxemasidagi QU bug'ining ulushi 17 dan 32 % gachani tashkil qiladi. Yuqori va past bosimli issiqlik almashingichlardan foydalanilganligi sababli GTQ chiqish gazlari QUda 80 °C gacha sovitiladi.



3.5-rasm. Ko‘mir yoqilg‘isida ishlaydigan K-330-240 (LMZ) bug‘-kuch blokli va V94.2 («Interturbo»-Siemens OAJ) rusumidagi GTQli BGQ issiqlik sxemasi: (belgilashlar – 3.4-rasmga qarang).

Bu issiqlik almashingichlar orqali past bosimli qizdirgichdan aylanib o‘tadigan asosiy kondensatning 40-60 %i va ta‘minot nasosidan chiqadigan ta‘minot suvining 7-13 %gacha qismi o‘tkaziladi, keyin esa yuqori bosimli qizdirgichlar

guruhidan keyin siklga kiritiladi. Agar bug‘latgich konturi uchun foydalanilayotgan ta‘minot suvining sarfini hisobga oladigan bo‘lsak, bug‘-gaz sikli bo‘yicha ishlash rejimida bug‘-kuch blok YuBQLari orqali kam miqdorda suv oqib o‘tadi. Ta‘minot suvi miqdori va asosiy bug‘ qozoni yuklamasining pasayishi bug‘ turbinasi oqim qismi va oraliq qizdirish bug‘ qizdirgichining ishlash rejimlarini hisobiy rejimlarga nisbatan o‘zgarishiga olib keladi.

Ma‘lum sharoitlarda qo‘llaniladigan GTQ turi va BGQ issiqlik sxemasi tuzilishiga bog‘liq ravishda chiqish gazlarining haroratini ko‘tarish va ularning parametrlarini barqarorlashtirish zarur bo‘ladi. Shu maqsadda gaz tarkibidagi oksidlovchining ortiqcha konsentratsiyasidan foydalanib, QUga kirishda ma‘lum miqdordagi yoqilg‘i yoqilishi amalga oshiriladi.

Parallel sxemali ko‘mirda ishlovchi BGQlarda GTQ uchun tabiiy gaz iste‘moli umumiy yoqiladigan yoqilg‘ining 25 %idan oshmaydi.

Parallel sxemali BGQlar ekspluatatsiyasi

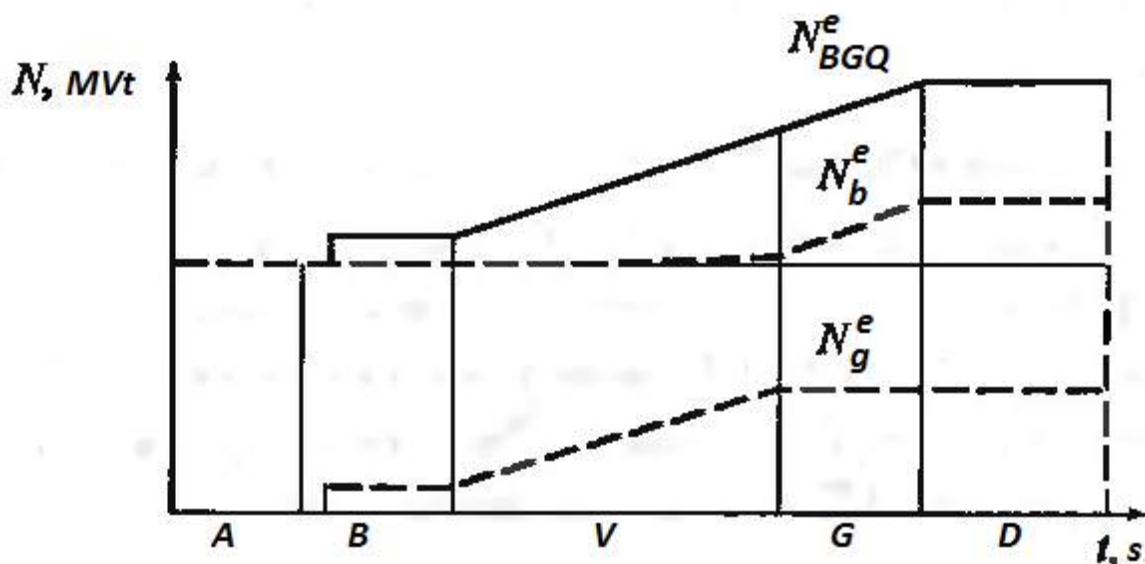
Parallel sxemali bug‘-gaz qurilmalari quyidagi ish rejimlariga ega bo‘lishi mumkin:

bug‘-gaz sikli bo‘yicha ishlash;

to‘xtatilgan GTQ bilan, faqat bug‘-kuch energetik blokni ekspluatatsiya qilish;

BGQning ikkita asosiy elementlarini alohida rejimlarda avtonom ravishda ishlatish, bu sharoitda GTQ QU mos keladigan gaz shiber klapanlari va baypas gaz yo‘liga ega bo‘ladi.

GTQ va QUni asosiy energoblokning barcha quvvat diapazonlarida ishga tushirish mumkin. Parallel sxemali BGQni ishga tushirish va o‘rta bosimli bug‘ ishlab chiqarishning sodda diagrammasi 3.6-rasmda keltirilgan.



3.6-rasm. Parallel sxemada ishlaydigan va GTQ QUda O‘B bug‘ ishlab chiqaradigan BGQni ishga tushirish jarayonlari diagrammalari: A tizim-bug‘-kuch blokni avtonom rejimda ishlashi; B-GTQni ishga tushirish, sinxronlash, minimal yuklamada ishlash va QU gaz traktini 10-daqiqalik puflab tozalash; V-20-30 daqiqa davomida GTQning elektr yuklamasini nominal qiymatgacha ko‘tarish (QU o‘rta bosimli aylanma bug‘ tizimi (baypas) qo‘shilgan); G-bug‘-gaz sxemasiga ko‘ra QU O‘B bug‘ini bug‘ qozonining oraliq qizdirish konturi kollektoriga uzatish va GTQ, QU hamda BTning parallel ishlash rejimiga o‘tish (10 daqiqa); D-qurilmaning bug‘-gaz sxemasi bo‘yicha ishlashi.

GTQni ishga tushirishdan oldin QUning gaz-suv turidagi qizdirgichlari yuviladi va ular orqali minimal miqdordagi suv o‘tkaziladi. Bug‘ generatsiyalash konturining ekonomayzeri va uning bug‘latgichi suv bilan to‘ldirilganidan keyin GTQ ishga tushiriladi. QUDan keyingi o‘ta qizigan bug‘ liniyasidagi bosim rostlagichi ishga tushiriladi, bu holatda, asosiy blokning oraliq qizdirish qaynoq yo‘lidagi bug‘ o‘tkazish klapanlari yopiq bo‘ladi. GTQ yuklamasini oshirish vaqtida QU baypas gaz yo‘lining puflab tozalanishi amalga oshiriladi (qozonning shiber klapani yopiq, baypaslash yo‘liniki esa ochiq holatga keltiriladi). GTQni energetik tizim bilan sinxronlashtirilgandan keyin baypas liniyasining shiber klapani yopiladi, QU shiberi esa ochiladi, natijada gaz yo‘lini ventilyatsiyalash imkoni tug‘iladi (chiqish gazlarining harorati odatda, 300 °Cdan ortmaydi, uning sarfi esa nominalga nisbatan 50 %ni tashkil qiladi).

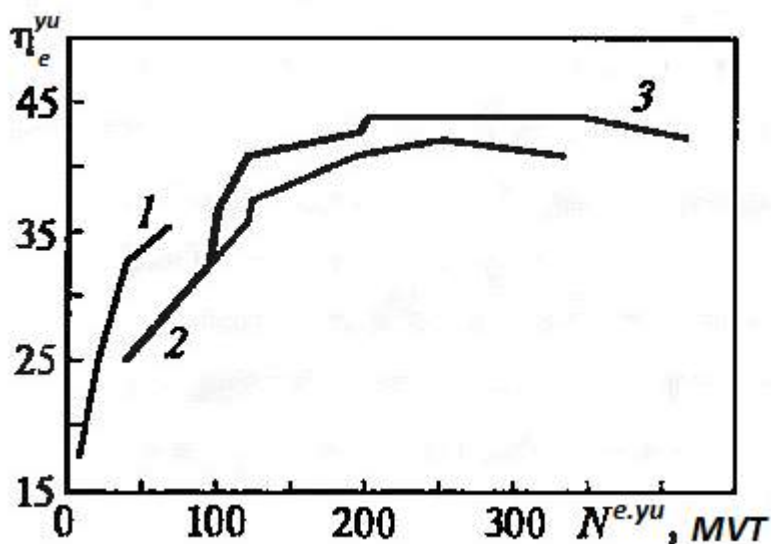
GTQ yuklamasining ortishi QUning bug‘ ishlab chiqarish unumdorligi kattalashishi va ishchi parametrlariga erishish bilan birga amalga oshadi. Bu holatda tegishli harorat cheklashlariga amal qilinadi. Asosiy bug‘-kuch blokda amal qiladigan parametrlarga erishish uchun QUda generatsiyalangan bug‘ O‘B baypas

tizimi orqali bug' turbinasi kondensatoriga o'tkazib yuboriladi. Oraliq bug' qizdirgich qaynoq bug' liniyasidagi bug' klapanlari qo'shimcha bug' bosimi biroz yuqoriroq bo'lganda va uning harorati asosiy oqimga qaraganda bir oz pastroq bo'lganda ochiladi. Bug' klapanlari ochilgandan so'ng, baypas tizimi yopiladi.

Gaz turbinali qurilma bug'-kuch energetik blokining barcha yuklamalar diapazonida ishlashi mumkin, bu esa elektr energiyasini ishlab chiqarishning yuqori samaradorligini kafolatlaydi.

Qozon-utilizator barcha yuklama diapazonida, asosan uning isitish yuzalaridagi ish jismining ruxsat etilgan tezligida o'zgaruvchan bosim ostida ishlaydi. Generatsiyalangan bug'ning harorati ruxsat etilgan chegaradan pasayganda, QU magistral bug' liniyasidan uziladi va uning bug'i aylanma yo'l (baypas liniya) orqali kondensatorga kiradi.

"Altbax Deytzizau" (Germaniya) IESida ekspluatatsiya qilinayotgan parallel sxemali BGQ elementlarining samaradorlik ko'rsatkichiga yuklamaning ta'sir ko'rsatish tavsifi 3.7-rasmda ko'rsatilgan.



3.7-rasm. «Altbax Deytsizau» (Germaniya) IESida netto samaradorlik ko'rsatkichini parallel sxemali BGQning, avtonom ishlatilgan GTQ va bug'-kuch blogining yuklamalariga bog'liq holda o'zgarishi: 1-avtonom rejimda ishlaydigan V 64.3 turidagi GTQ ko'rsatkichlari; 2-ko'mir kukunida ishlaydigan bug'-kuch energetik blok ko'rsatkichlari; 3-parallel sxemali BGQ ko'rsatkichlari.

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarishda talaba quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o‘rganish;
- keltirilgan sxemalar bo‘yicha nazariy ma’lumotlarni to‘plash;
- qurilma sxemasini mustaqil chizish va stendda yig‘ish.

Hisobot tarkibi

- Respublika energetikasida bug‘-gazli qurilmalarning ahamiyati;
- parallel sxemada ishlaydigan, oddiy qozonli va yuqori naporli bug‘ generatorili qattiq yoqilg‘ida ishlaydigan bug‘-gaz qurilmalarining konstruktiv tuzilishi bo‘yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- parallel sxemada ishlaydigan, oddiy qozonli va yuqori naporli bug‘ generatorili qattiq yoqilg‘ida ishlaydigan bug‘-gaz qurilmalarini qo‘llashning afzalliklari.

5 – tajriba ishi **Yarim bog‘lanishli BGQlar**

Ishning maqsadi. Yarim bog‘lanishli sxemada ishlaydigan bug‘-gaz qurilmalarining sxemalarini va konstruktiv tuzilishini o‘rganish.

Kerakli asbob uskunalari: yig‘uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

Yarim bog‘lanishli sxema bo‘yicha ishlaydigan bug‘-gaz qurilmalarining issiqlik sxemalari va asosiy nazariy tushunchalar

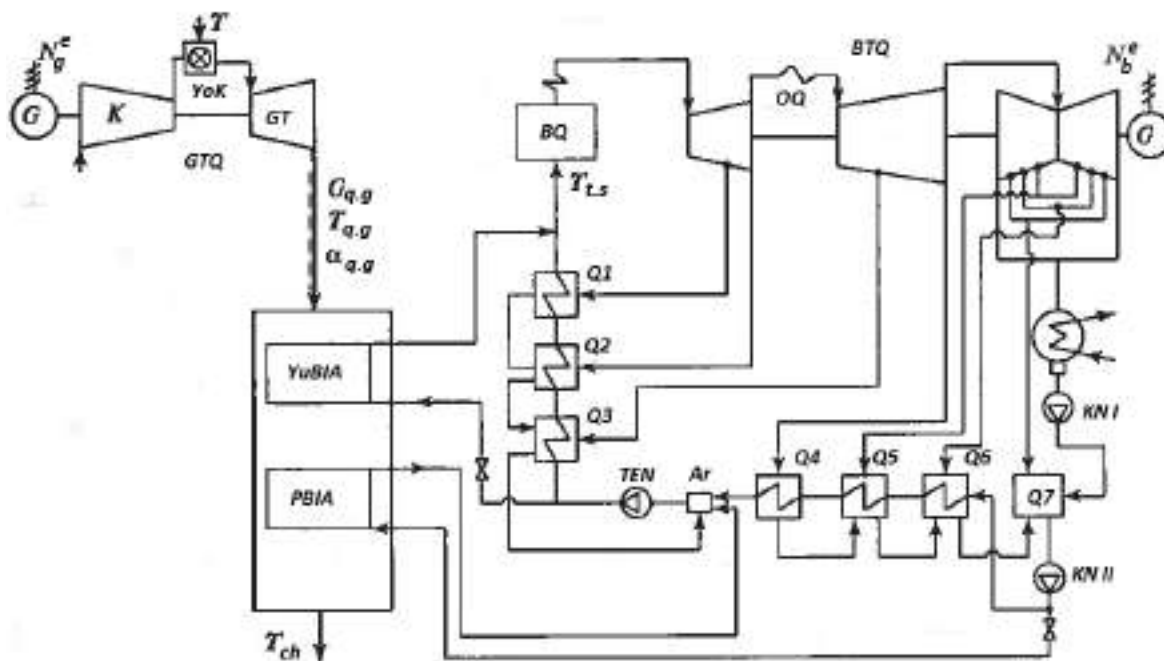
Yarim bog‘lanishli sxema bo‘yicha ishlaydigan BGQlarning issiqlik sxemasi ko‘p jihatdan parallel sxemali BGQ issiqlik sxemalari bilan mos keladi. Ularning farqi GTQdan chiqish gazlarining issiqligidan kondensat va ta‘minot suvini qizdirish uchun GSIA (QU) dan foydalanilganligidan iborat. Bunday konstruksiya qozon tuzilishini va texnologik jarayonni, hamda bug‘-kuch energetik blokka xizmat ko‘rsatishni sezilarli darajada soddalashtiradi. Bug‘-kuch energetik blokning yuklamasi energetik GTQning ishlashiga bog‘liq bo‘lmaydi, qurilmaning turi va

tavsifnomalari esa QUda chiqish gazlarining issiqligi to'liq utilizatsiyalanishini ta'minlashiga ko'ra tanlanadi.

Regenerativ qizdirgichlarga bug' olinmasining kamayishi sababli BTning oqim qismi alohida bo'lmali orqali bug' sarfining ortishi elektr generatori yuklamasi va kondensatorga bug' sarfini ruxsat etilgan qiymatlaridan ortib ketishiga olib kelmasligi shart.

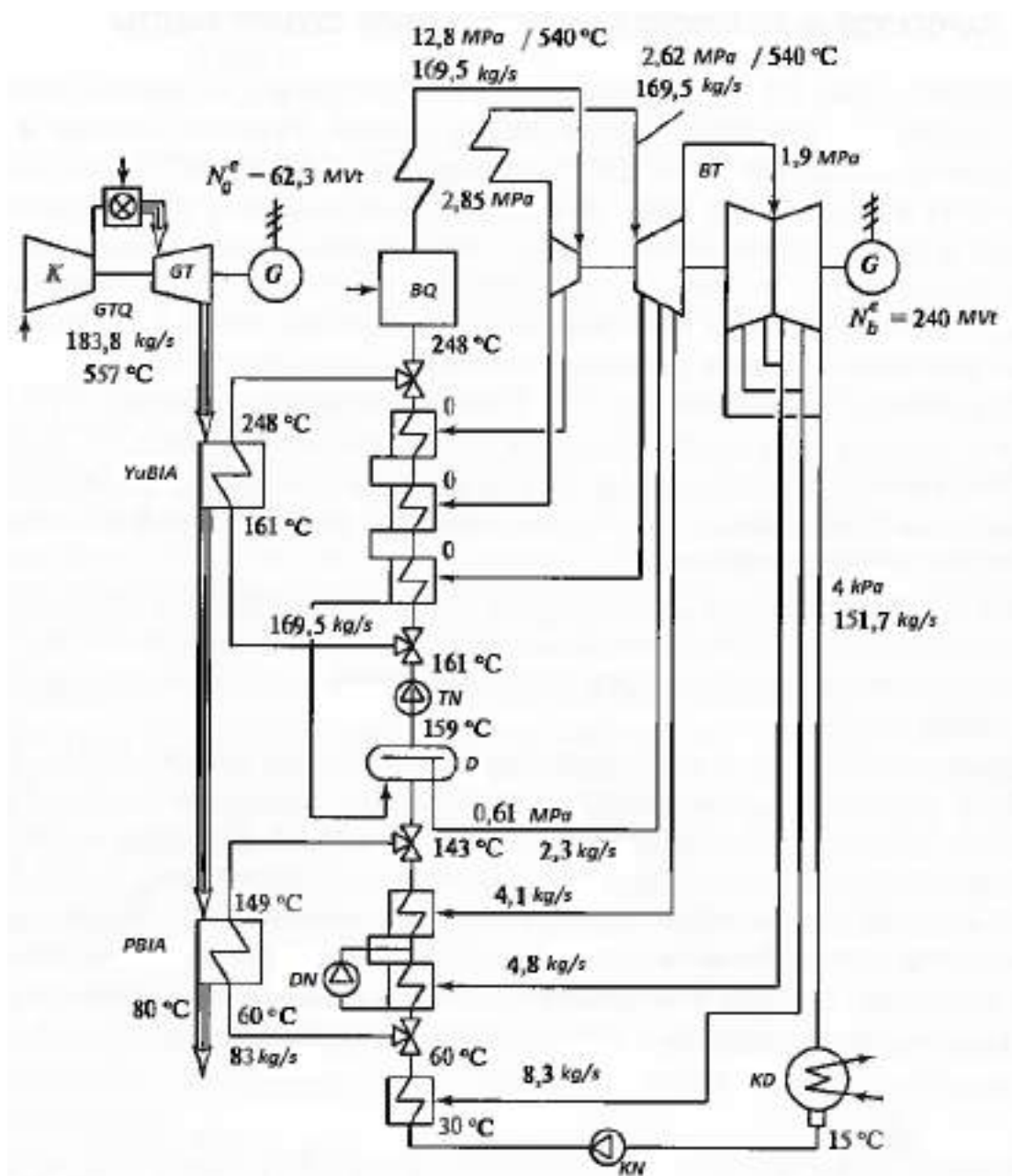
Yarim bog'lanishli sxema bo'yicha ishlaydigan BGQlarni loyihalash va qurishda, bug'-gazli sikl rejimida ishlaganda oqim qismi orqali ortiqcha bug' miqdorini o'tkazish imkonini beruvchi, takomillashgan BTQlardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Yarim bog'lanishli sxema bo'yicha ishlaydigan BGQ issiqlik sxemalaridan namunalar 5.1-5.3-raslarda keltirilgan. Bu turdagi BGQlar monoblokli prinsipda GTE-115-1170 («Turboatom» AJ), V64.3 va V94.2A (Siemens) rusumidagi GTQlar hamda K-340/400-23,5-6 («Turboatom» AJ), K-225-130 va K-330-240 (LMZ) rusumidagi bug' turbinali qurilmalar asosida tayyorlanadi. Keltirilgan sxemalar yuqori (YuBIA) va past bosimli (PBIA) issiqlik almashingichlari o'rnatilgan bir xil turdagi QU'larga ega.



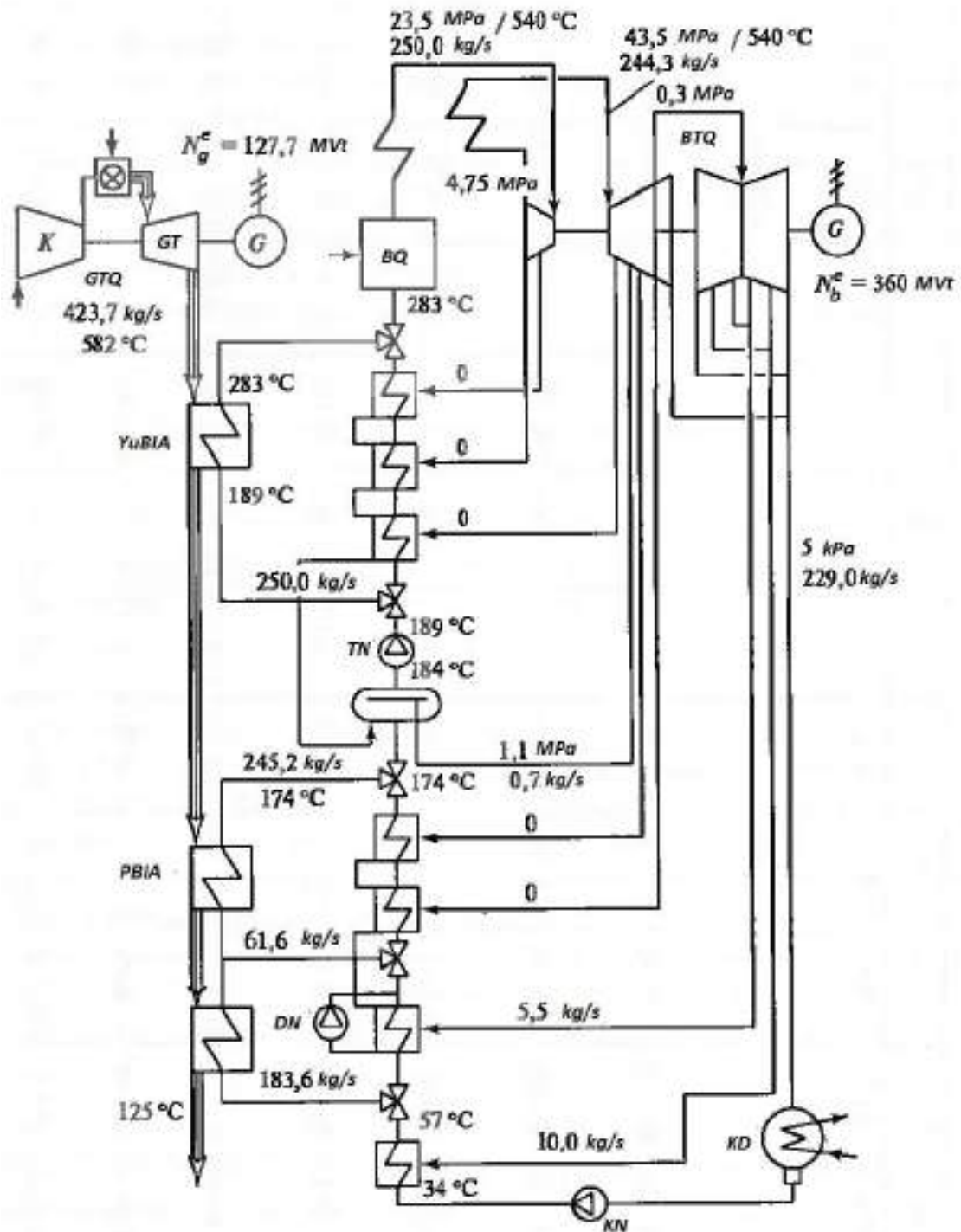
5.1-rasm. Yarim bog'lanishli sxemadagi BGQ prinsipial issiqlik sxemasi. GTE-115-1170 turidagi GTQdan va K-340/400-23,5-6 («Turboatom» AJ) rusumidagi BTQdan foydalanilgan

Alohida holatlarda, BGQ yuklamasini oshirish uchun QUga kirishdagi chiqish gazlari muhitida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishdan foydalanish mumkin.



5.2-rasm. Yarim bog‘lanishli sxemadagi BGQ prinsipial issiqlik sxemasi. V64.3 (Siemens) turidagi GTQdan va K-225-130 (LMZ) rusumidagi BTQdan foydalanilgan: KN, DN, TN – mos ravishda kondensat, drenaj va ta‘minot nasoslari; D-deaerator

Ko‘rib chiqilayotgan BGQning issiqlik samaradorligi ko‘rsatkichlarini issiqlik oqimlari sxemasi va hisoblash uslubidan foydalanib aniqlash mumkin (5.2-rasm). Ishlab chiqilgan hisoblash uslublarida barcha ifodalar 5.1-5.3-rasmlarda keltirilgan barcha turdagi BGQlar sxemasi elementlari uchun mos keladi, ularda $\beta_n=0$ (QUda bug‘ ishlab chiqarilmaydi) deb qabul qilingan.



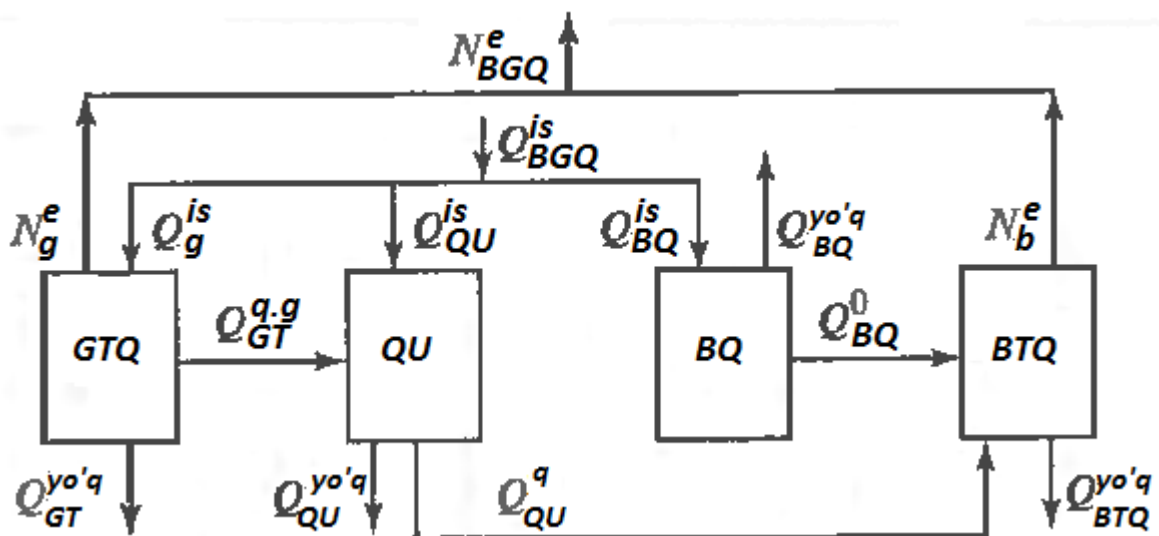
5.3-rasm. Yarim bog‘lanishli sxema bo‘yicha ishlaydigan BGQning prinsipial issiqlik sxemasi. V94.2A (Siemens) rusumidagi GTQ va K-330-240 (LMZ) rusumli BTQdan foydalanilgan. Belgilanishlar uchun 5.2-rasmga qarang.

Ushbu holatda elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi brutto FIKning oxirgi ifodasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi (QUda qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish varianti qabul qilingan):

$$\eta_{BGQ}^e = \frac{1}{\frac{K_{BGQ} \cdot (1 + \beta_{q,yo})}{K_N \cdot \eta_g^{e,avt}} + (1 - K_{BGQ}) \cdot \frac{1 - \beta_k}{\eta_{BGQ}^e \cdot \eta_q \cdot \eta_{BQ}}}$$

MEI huzuridagi “IES GTQ va BGQlari” ITLda yarim bog‘lanishli sxemali BGQlarning samaradorlik ko‘rsatkichlari va issiqlik sxemalarini hisoblash metodikasi ishlab chiqilgan. Unda BGQ ko‘rsatkichlarini aniqlash uchun QUni hisoblash dasturi tarkibida OLHOV, TRAKT kabi dasturiy mahsulotlaridan foydalanilgan.

Birinchi bosqichda QU va uning issiqlik almashingichlarini issiqlik hisobi GTQda qo‘llaniladigan yoqilg‘i turi, yuklama va tashqi havo parametrlari tavsifnomalari asosida amalga oshiriladi. Shundan keyin BTQ issiqlik sxemasining, zarur hollarda esa energetik bug‘ qozonining tekshiruv hisoblari bajariladi. Bir qator yaqinlashtirishlardan keyin QUning konstruktiv sxemasi aniqlashtiriladi, BTQ va energetik qozonning ishlashi bo‘yicha chegaralanishlar tekshiriladi. Oxirida BGQning issiqlik samaradorlik ko‘rsatkichlari aniqlanadi.



5.4-rasm. Yarim bog‘lanishli sxemali BGQda issiqlik oqimlari sxemasi.

5.1-jadvalda tabiiy gaz yoqilg‘isida ($Q_i^i = 49180 \text{ kJ/kg}$) ishlaydigan GTE-115-1170 rusumli GTQ o‘rnatilgan, ko‘mir kukunida ishlaydigan BGQning issiqlik samaradorlik ko‘rsatkichlari keltirilgan (5.1-rasmga ko‘ra). ISO shartlariga ko‘ra tashqi havo harorati 15°S va nominal yuklamada GTQning chiqish gazlari quyidagi

tavsifnomalarga ega bo‘ladi: sarf $G_{k.T}=400,58$ kg/s, chiqish gazlarining harorati $T_{k.T}=521,6$ °C.

5.1-jadval. Yarim bog‘lanishli sxemali ko‘mir kukunida ishlaydigan BGQning samaradorlik ko‘rsatkichlari (GTQ yuklamasi -100 %)

Кўрсаткичлар	Ташки ҳаво ҳарорати, °C											
	+45			+15			-15			-40		
ЮБИА орқали асосий конденсат сарфи, D_k^{IA} , кг/с	27,8	55,6	83,3	27,8	55,6	83,3	27,8	55,6	83,3	27,8	55,6	83,3
ГТҚ электр қуввати, N_g^e , кВт	92100			115400			140000			147800		
BTQ электр қуввати, N_b^e , МВт	397965	399156	401569	397965	399156	401569	397965	399156	401569	397965	399156	401569
BGQ электр қуввати, N_{BGQ}^e , МВт	490065	491256	493669	513365	514556	516959	537965	539156	541569	545765	546956	549369
GTQ электр ФИК, $\eta_{GTQ}^{e,a}$	30,9	30,9	30,9	33,12	33,12	33,12	34,81	34,81	34,81	35,39	35,39	35,39
BTQ электр ФИК, η_{BTQ}^e	45,107	45,242	45,516	45,107	45,242	45,516	45,107	45,242	45,516	45,107	45,242	45,516
QUda BTQ kondensatiga beriladigan issiqlik ulushi, β_k	0,17674	0,18950	0,20227	0,17674	0,18950	0,20227	0,17674	0,18950	0,20227	0,17674	0,18950	0,20227
BGQ nisbiy quvvat koeffitsiyenti, K_{BGQ}	0,23143	0,23074	0,22935	0,28998	0,28911	0,28737	0,35179	0,35074	0,34863	0,37139	0,37028	0,36806
BGQ электр ФИК, η_{BGQ}^e	45,815	46,566	47,345	45,127	45,723	46,447	45,258	45,759	46,592	45,740	46,481	50,252

K-340/400-23,5-6 (АО «Turboatom») rusumli bug‘ turbinali qurilma, YuBQLari to‘xtatilgan va PBQLari yuklamasi pasaytirilgan holatda elektr quvvatini 340 MVtdan 400 MVtgacha oshirish imkoniyatiga ega bo‘lib, yarim bog‘lanishli va parallel sxemali BGQLarda qo‘llash uchun mo‘ljallangan. Qurilmada ta‘minot elektr nasosi oldida kondensat aralashtirgichi o‘rnatilgan deaeratorsiz issiqlik sxemasidan

foydalanilgan. Ikkinchi pog‘ona kondensat nasoslaridan, bir paytning o‘zida, buster nasosi sifatida ham foydalaniladi. Kondensat yo‘li bo‘yicha birinchi PBQ sifatida aralash turdagi qizdirgich o‘rnatilgan, undan keyin esa kondensat olinmasi QU PBIAGA uzatiladi, PBIAdan chiqqan kondensat aralashtirgichga beriladi.

Yarim bog‘lanishli sxemali BGQlarning samaradorlik ko‘rsatkichlari (1-jadval), gaz-mazut yoqilg‘isida ishlaydigan, elektr energiyasi bo‘yicha brutto FIK $\eta_{BKQ}^{e.br} = 43,43 \%$ bazaviy energetik blok ko‘rsatkichlari bilan taqqoslanadi. Bug‘-gaz sikli bo‘yicha ishlashga o‘tganda bunday energoblokning samaradorligini ko‘tarilishi o‘rtacha 2-3 % ni tashkil qiladi.

Yarim bog‘lanishli sxema bo‘yicha ishlaydigan BGQ 20 yildan ortiq vaqt mobaynida Italiyaning Kassano d’Addo IESida ekspluatatsiya qilib kelinmoqda.

Ishni bajarish tartibi:

Tajriba ishlarini bajarishda talaba quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o‘rganish;
- keltirilgan sxemalar bo‘yicha nazariy ma’lumotlarni to‘plash;
- qurilma sxemasini mustaqil chizish va stendda yig‘ish.

Hisobot tarkibi

- Respublika energetikasida bug‘-gazli qurilmalarning ahamiyati;
- yarim bog‘lanishli sxemada ishlaydigan bug‘-gaz qurilmalarining konstruktiv tuzilishi bo‘yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- tanlangan sxemadagi bug‘-gaz qurilmalarini qo‘llashning afzalliklari.

6 – tajriba ishi

BGQ-IEM, ularning tasnifi, ko‘rsatkichlari va energiya sarfi

Ishning maqsadi. BGQ-IEM issiqlik sxemalari, konstruksiyalari, ularning tasnifi, ko‘rsatkichlari va energiya sarfini o‘rganish.

Kerakli asbob uskunalari: yig‘uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

BGQ-IEM issiqlik sxemalari, konstruksiyalari, ularning tasnifi, ko‘rsatkichlari va energiya sarfi to‘g‘risidagi asosiy nazariy tushunchalar

Elektrlashtirish jarayonining rivojlanish bosqichlarida markazlashtirilgan issiqlik taxminoti g‘oyasi paydo bo‘lgan. Bug‘ turbinalarida ishlatib bo‘lingan bug‘dan, qisman, issiqlik iste‘molchilarining ehtiyoji uchun foydalanish taklifi sodda va kutilmagan bo‘lib, katta miqdordagi yoqilg‘i tejamkorligiga erishish imkonini yaratadi. Birinchi issiqlik elektr markazi (IEM) 1882 yil Nyu-Yorkda ochilgan, shunday IEM 1888 yilda Moskva shahrida ham ishga tushirilgan. Yillar o‘tishi bilan yirik shaharlar tuzilishi murakkablashib borishi, ko‘plab kilometr masofadagi issiqlik tarmoqlarini qurilishini talab qila boshlagan.

Aholi yashash punktlarini issiqlik elektr markazlaridan issiqlik va elektr energiyasini kombinatsiyalashgan holatda ishlab chiqarish orqali markazlashgan issiqlik bilan ta‘minlash tizimi issiqliklashtirish (issiqlik ta‘minoti) deb ataladi.

Bug‘ turbinalarining rostlanuvchi bug‘ olinmalarining bir qism bug‘ini tarmoq issiqlik ta‘minoti qurilmalariga yo‘naltiriladigan bug‘-kuch qurilmali IEMlar keng miqyosda qo‘llaniladi. Agar qancha ko‘p bug‘ miqdoridan issiqlik ta‘minotida foydalanilsa, kombinatsiyalashgan ishlab chiqarishning (kogeneratsiya) samaradorligi ham shuncha yuqori bo‘ladi. Natijada, bu samaradorlik ko‘rsatkichidan markaziy qozonxona va kondensatsion IESda alohida issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarilishi bilan taqqoslaganda yoqilg‘i tejamkorligi ko‘rsatkichi aniqlanadi. Yoqilg‘i va energetik bozor holati, narx siyosati, ijtimoiy va

ekologik omillar hisobga olingan IEMda energiya turlari orasida yoqilg'i taqsimotining turli usullaridan foydalanish ishlab chiqarilgan issiqlik va elektr energiyasi tannarxini belgilashni murakkablashtiradi.

IEMda kombinatsiyalashgan siklda yoqilg'i yoqilishi issiqlik va elektr energiyasini alohida ishlab chiqarish jarayonlari bilan taqqoslaganda atmosferaga NO_x va CO tashlamalari miqdorini sezilarli darajada pasaytiradi.

So'nggi yillarda quyida keltirilgan bir qator sabablarga ko'ra issiqlik ta'minotining samaradorligini pasayish tendensiyasi kuzatilmoqda:

deyarli barcha joyda ko'mirdan tabiiy gaz yoqishga o'tilishi sababli qozonxonalarining FIK ko'tarilishi va KESdan elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini ortishi sababli issiqlik ta'minotini markazlashtirishning samarasini pasayishi;

issiqlik iste'molida solishtirma elektr energiyasi ishlab chiqarishning kichik ko'rsatkichi sababli, IEM issiqlik texnik jihozlarining yemirlishi va texnik holatining yomonlashuvi;

issiqlik uzatish liniyalarida avariylarning ko'payishi, issiqlik ta'minoti ishonchliligining pastligi, ta'mirlash xarajatlarining ortib ketishi. Issiqlik tarmog'idagi issiqlik isroflarining (20 %gacha) sifatsiz izolyatsiya va boshqa sabablar tufayli sodir bo'lishi;

iste'molchilar tomonidan issiqlikdan foydalanishni va alohida inshootlardagi havo haroratini rostlanishini qayd qilib boruvchi nazorat-o'lchov texnikalarining bo'lmasligi;

yer, suv to'lovlari, zaharli moddalar tashlanmasi keltiradigan zarar, banklardan olingan kredit (foizlari), investitsiyalar va boshqa sabablarga ko'ra IEMdan ishlab chiqariladigan issiqlik va elektr energiyasi narxining ortishi.

Keltirilgan muammolarni yechish mumkin va ularning yechimlari issiqlik ta'minoti samaradorligini sezilarli darajada orttirishi ham mumkin. Natijalar mamlakat energetikasini rivojlantirishning organik yoqilg'ilarni tejash imkonini beruvchi, aholi punktlarida ekologik holatni yaxshilashga xizmat qiladigan va boshqa bir qator ijtimoiy muammolarni yechishga qaratilgan ustivor yo'nalishlariga

mos bo'lishi shart. Aksariyat hollarda bu vazifa gaz turbinalari va bug'-gazli texnologiyalarni qo'llash orqali IEMlardagi eskirgan bug'-kuch qurilmalarini almashtirish orqali hal etilishi mumkin.

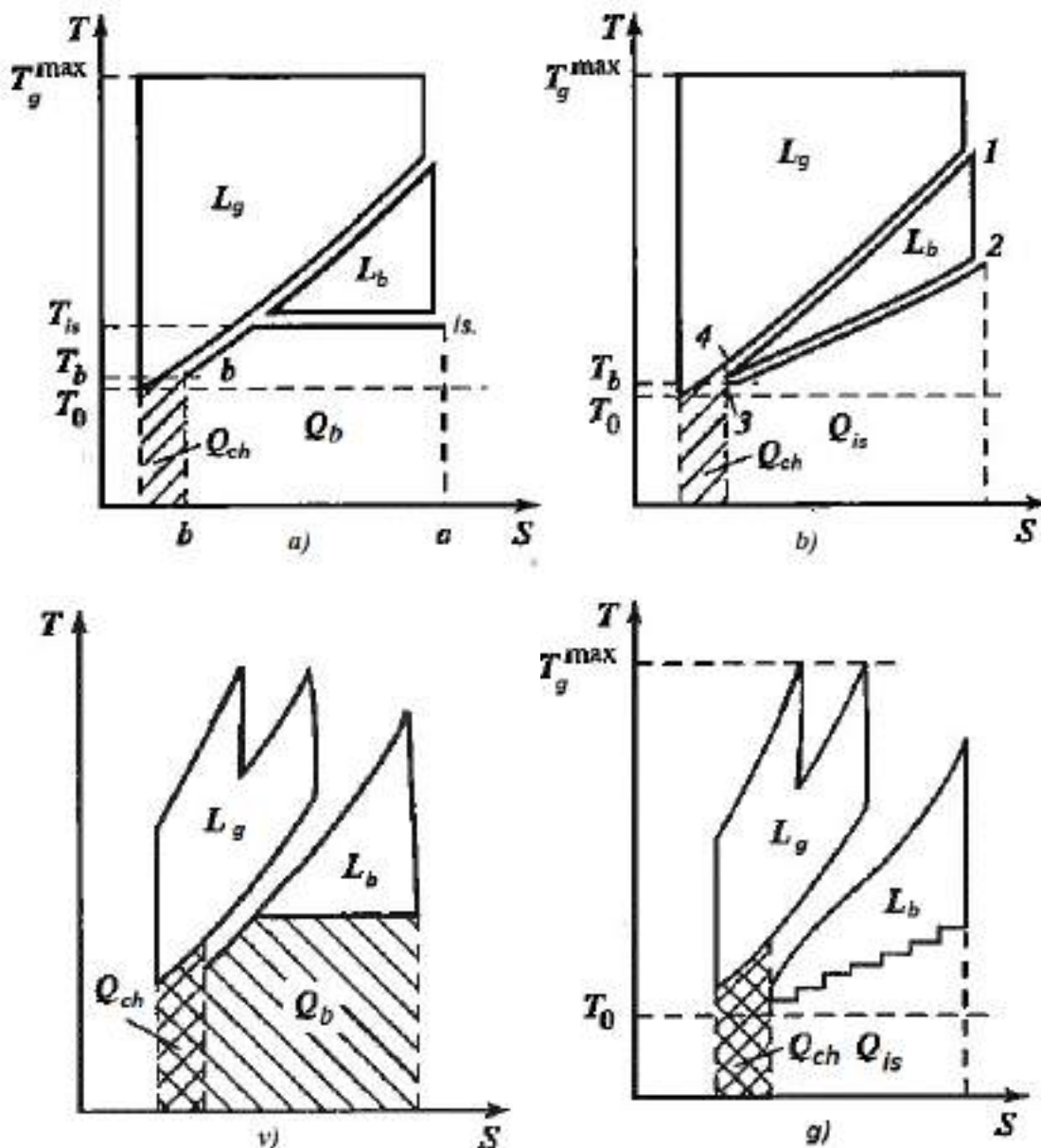
Bug'-gazli teplofikatsion qurilmalarning ideal termodinamik sikllari 6.1, a va b-rasmlarda keltirilgan. Ularda bug'-kuch qurilmali IEMlarda bug'-gazli teplofikatsion sikllarning prinsipial afzalliklari ko'rsatilgan. BGQ sxemasida teplofikatsiyaning qo'llanilishi sikldagi gaz turbinasi ishini o'zgartirmaydi, biroq bug'li pog'onada foydali ish ko'rsatkichini sezilarli darajada pasaytiradi. Ishlatib bo'lingan bug'ning issiqligi kondensatorida yo'qotilmasdan issiqlik iste'molchilariga uzatilishi natijasida energetik tizimda yoqilg'i resurslarini tejash imkonini beradi. Teplofikatsion BGQlarning namunaviy sikllari 6.1, v va g-rasmlarda tasvirlangan. Ularda ma'lum boshlang'ich haroratda izotermik issiqlik uzatilishi imkoni bo'lmagan jarayonlarning obyektivligi tasvirlangan.

Teplofikatsion sikllarning termodinamik samaradorligini ularning termik FIK bilan baholashning imkoni yo'q. Shu maqsadda issiqlik iste'molida solishtirma elektr energiyasi ishlab chiqarish kattaligidan foydalaniladi E_i (A.I. Andryushenko, V.Y. Rijkin, YE.Y, Sokolov va b.):

$$E_i = (E - \Delta E_{o'e.}) / \Sigma Q_i \quad (6.1)$$

bu yerda E -issiqlik iste'moli uchun elektr energiyasi ishlab chiqarish; $\Delta E_{o'e.}$ – IEMning o'z ehtiyoji uchun elektr energiyasi iste'moli; ΣQ_i – IEMdan tashqi iste'molchilarga qo'yib yuborilgan issiqlik miqdori.

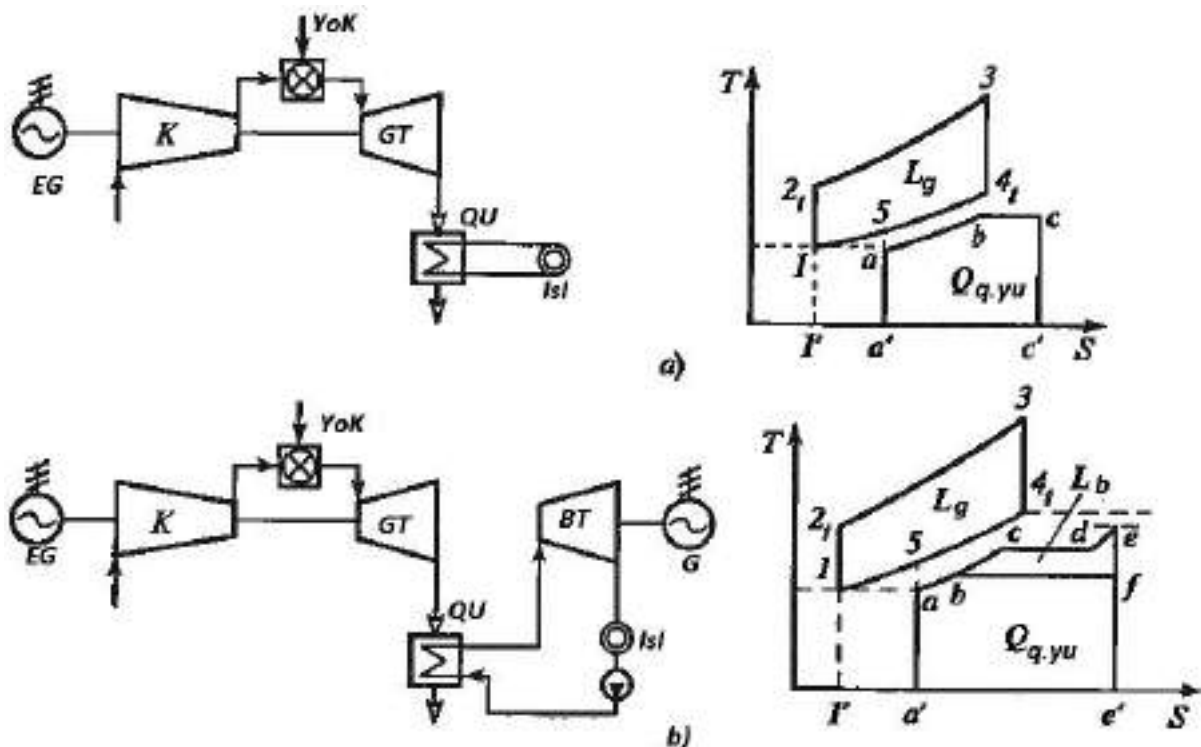
E_i kattaligi – nisbiy ko'rsatkich hisoblanadi. Uni issiqlik birliklarida (kaloriya yoki Joule) ifodalash uchun E_i nisbiy kattalik qiymatini 1163 kVt*s/Gkal yoki 278 kVt*s/GJ ga ko'paytirish kerak. 6.1-rasmdan, agar GTQdan chiqish gazlarining issiqligi BGQning bug'li qismida to'liq foydalanilsa, bu qurilmada ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi to'liq kombinatsiyalashgan usulda ishlab chiqarilayotganligini ko'rish mumkin.



6.1-rasm. Teplofikatsion qurilmalarning ideal bug‘-gazli sikli (a va b) va teplofikatsion bug‘-gazli qurilmalarning namunaviy sikllari (v va g): a-issiqlikni texnologik ehtiyojga beradigan; b-tarmoq suvini qizdirish uchun issiqlik beradigan; v- issiqlikni texnologik ehtiyojga beradigan; g-tarmoq suvini qizdirish uchun ko‘p pog‘onalni issiqlik beradigan; L_g , L_b – BGQ gaz va bug‘ pog‘onalalarining foydali ishi; Q_b , Q_{is} – texnologik bug‘ va isitish ehtiyojlari uchun uzatiladigan issiqlik; Q_{ch} – GTQ chiqish gazlari bilan issiqlik yo‘qotilishi.

Одатда ҚУли буғ-газли теплофикацион қурилмаларнинг иккита тури – буғ-газли ва газ турбинали ИЭМлари қўлланилади. Уларнинг содда иссиқлик схемалари 6.2-расмда келтирилган. ГТҚ-ИЭМда ГТҚдан чиқиш газлари иссиқлигини олиш учун ҚУда ёки газ-сув туридаги иссиқлик алмашингичда фойдаланилади (6.2,а-расм). БГҚ-ИЭМда қарши босимли (6.2,б-расм) ва КО

туридаги (конденсаторли ва теплофикацион тармоқ қурилмали) буф турбиналаридан фойдаланиш мумкин.



6.2-rasm. Prinsipial issiqlik sxemalari va termodinamik sikllarning T,s-diagrammada tasvirlanishi: a-sodda GTQ-IEM; b-sodda BGQ-IEM (belgilashlari 1-rasmda); QU-qozon-utilizator; IsI-issiqlik iste'molchisi; K-kompressor; YoK-yonish kamerasi.

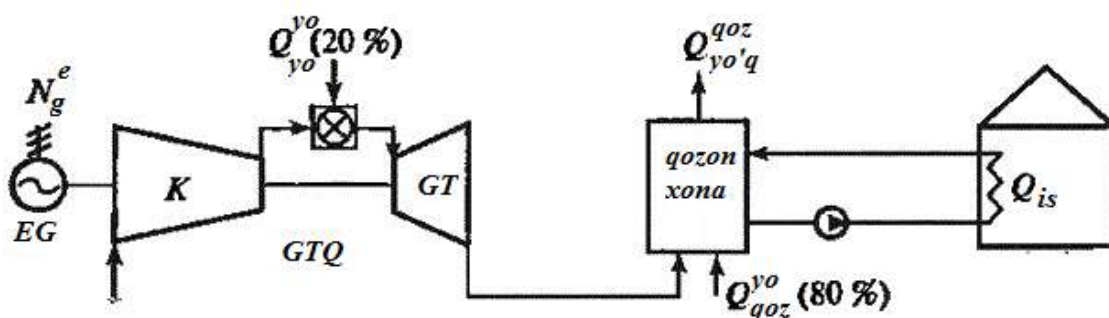
Elektr energetikasi sohasida IEMdagi texnologik jarayonda kogeneratsiyalashning xususiyatiga ko'ra, elektr energiyasi ishlab chiqarishning asosi, iste'molchilarga qo'yib yuborilayotgan $Q_{q.yu}$ issiqlik esa qo'shimcha mahsulot hisoblanadi.

Issiqlikni iste'molchilarga qo'yib yuboriladigan miqdorining ortishi issiqlik elektr markazlarining samaradorlik ko'rsatkichlarini yaxshilaydi. Issiqlik va elektr energiyasini bunday kombinatsiyalab ishlab chiqarishni cheklovchi bir qator omillar mavjud. Ulardan eng muhimi, IEM ko'rsatkichlarini elektr stansiyasi joylashgan hududda issiqlik iste'molchilarining mavjudligiga bog'liq. Shu sababli ham yirik IES va AESlarda kogeneratsiyali ishlab chiqarishdan foydalanilmaydi. Bundan tashqari, butun dunyoda keng miqyosda qo'llaniladigan o'rtacha yillik yoqilg'i issiqligidan foydalanish koeffitsiyentini hisobga olib

$$\eta_{is.f} = (N_e + Q_{is})/Q_{yo}^{yo}, \quad (6.2)$$

IEMda kombinatsiyali ishlab chiqarish samaradorligini baholash ko'rsatkichi qiymati 0,8 dan ortmaydi. Iste'molchilarga issiqlik beradigan qozonxonalarining FIK 92 % gacha yetadi va shuning uchun ham IEMda ishlab chiqarilgan issiqlikning raqobatbardoshligi past hisoblanadi.

Shunga bog'liq ravishda, kogeneratsiyalashning bir qator holatlarida, issiqlikni generatsiyalash qurilmasi (masalan markaziy qozonxonalar) ustiga energetik issiqlik yuritgichlari (gaz turbinali qurilma, ichki yonuv dvigateli) quriladi va bu yuritgichlarning chiqish gazlari qozon o'txonasiga tashlanadi. Qozon o'txonasida yoqiladigan yoqilg'ining bir qismini chiqish gazlarining issiqligi hisobidan qoplash bunday qurilmalarning iqtisodiy samarasini aniqlashga yordam beradi. Yoqilg'ining iqtisod qilinishi ishlab chiqariladigan elektr energiyasi tannarxining ham arzonlashishiga olib keladi (6.3-rasm).



6.3-rasm. Issiqlik ishlab chiqarish bazasida elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi issiqlik generatsiyalash qurilmasi: K-kompressor; GT-gaz turbinali; EG-elektr generatori; Q_{is} -issiqlik iste'molchisi; $Q_{yo'q}^{qoz}$ -qozonxonada yo'qotilgan yoqilg'i issiqligi; Q_{qoz}^{yo} -qozonxonada yoqiladigan yoqilg'i issiqligi.

QULi bug'-gaz issiqlik elektr markazlarining issiqlik sxemalari tasnifi

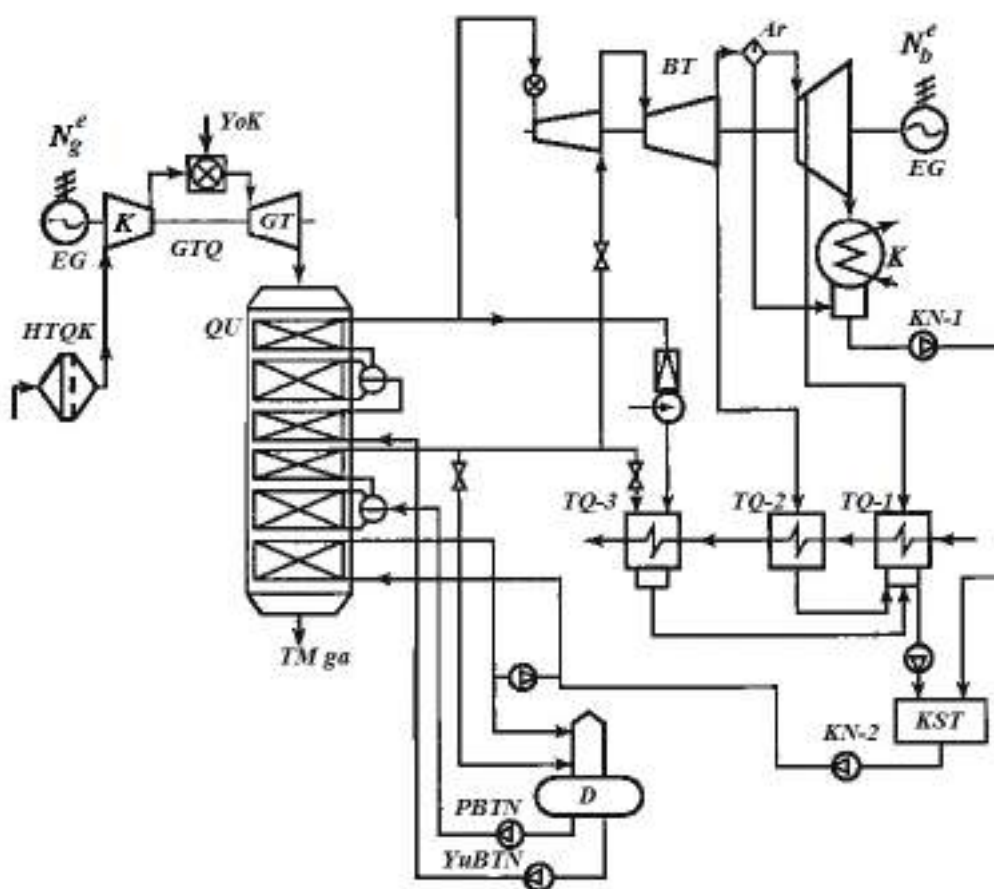
Zamonaviy IEMlarda qo'llaniladigan QULi bug'-gaz issiqlik elektr markazlarining (BGQ-IEM) turli issiqlik sxemalarini tahlili ularni gartli ravishda uch guruhga bo'lish imkonini beradi.

1-guruh. Bu guruhga kiradigan BGQ-IEMlarda GTQning chiqish gazlari issiqligidan KO (kondensator va rostlanuvchi bug' olinmali) turidagi teplofikatsion bug' turbinasiga yo'naltiriladigan ikki yoki uch xil bosimli bug' ishlab chiqarish uchun QUDA foydalaniladi. Tarmoq qizdirish qurilmasi turbinadan olingan bug'

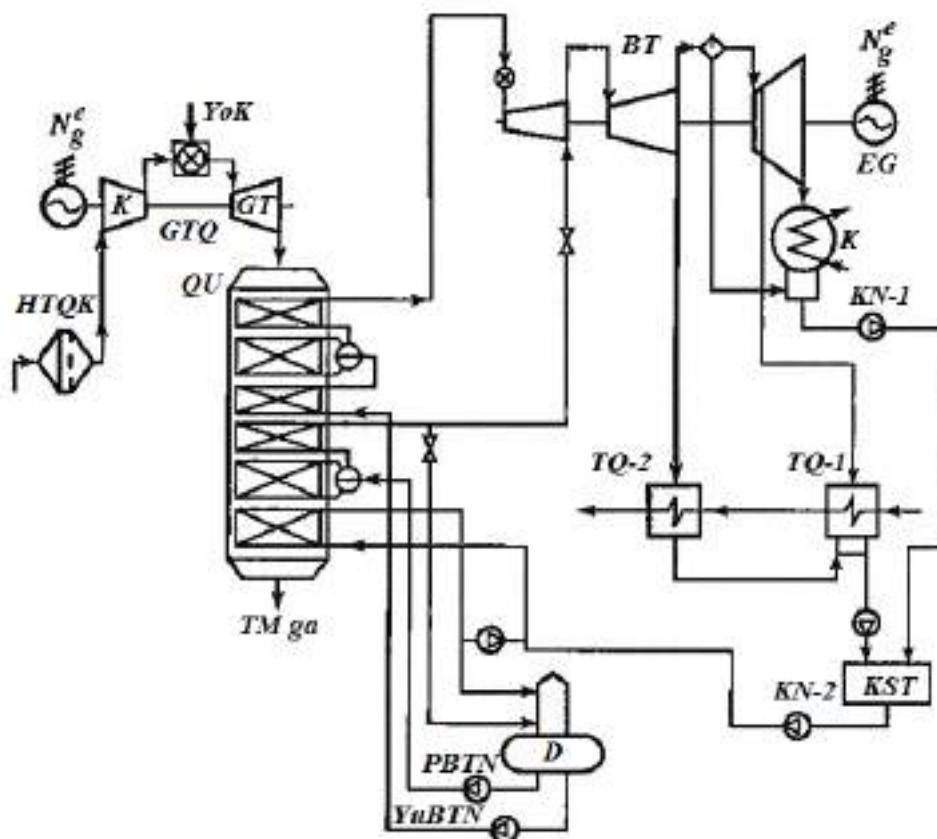
bilan ta'minlanadi. Bu guruhdagi IEMda qabul qilingan teplofikatsiya koeffitsiyentiga bog'liq holda sxemalar ikkita variantga ajratiladi:

a) $\alpha_{IEM}=1$ – cho'qqili issiqlik iste'moli QUdan bug' bilan ta'minlanadigan cho'qqili tarmoq qizdirgichlari (TQ) orqali qoplanadi (6.4-rasm). Shunday texnik yechim Sankt-Peterburgdagi Shimoliy-G'arbiy BGQ-IEMda qo'llanilgan. Issiqlik sxemasida ta'minot suvini regenerativ qizdirish ko'zda tutilmagan, zarur hollarda cho'qqili TQ-3 qurilmasini bug' bilan ta'minlanishi reduksion-sovitish qurilmasidan (RSQ) amalga oshirilishi ko'zda tutilgan, sxemada ta'minot suvi deaeratori va ikki konturli barabanli QUdan foydalanilgan;

b) $\alpha_{IEM}<1$ – bu BGQ-IEM issiqlik sxemasiga ko'ra, issiqlik iste'moli cho'qqili suv qizdirish qozonidan ta'minlanadi (6.5-rasm). Tarmoq qizdirish qurilmasida QU bug'idan foydalanish ko'zda tutilmagan. Surgut BGQ-IEM (General-Electric) loyihasida shunday texnik yechim qabul qilingan.



6.4- rasm. 1a variantidagi BGQ-IEM prinsipial issiqlik sxemasi.

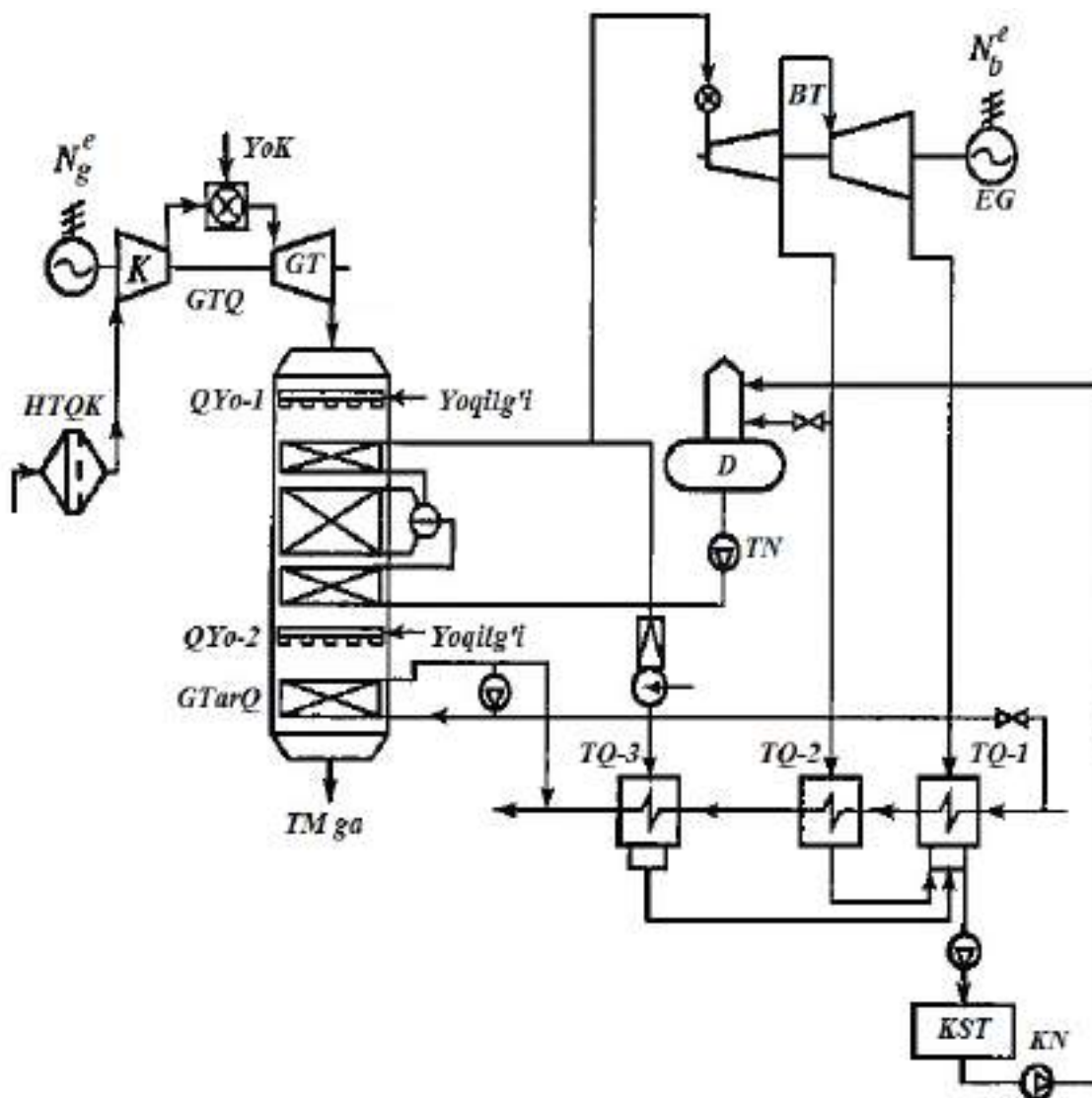


6.5-rasm. 1b variantidagi BGQ-IEM prinsipial issiqlik sxemasi.

2-guruh. Bu guruhga kiradigan BGQ-IEMda oxirgi qism yuzalari gazli tarmoq qizdirgichi (GTarQ) shaklida tayyorlangan bir konturli QUDan foydalanilgan. Sxemada tarmoq suvining bir qismi qizdiriladigan tarmoq qizdirgich qurilmasiga parallel ulanishi ko'rsatilgan. Bu guruhga kiradigan BGQ-IEMlarni ham ikkita variantdagi issiqlik sxemasiga ajratiladi:

a) $\alpha_{IEM}=1$ – qarshi bosimli bug' turbinasi va bir konturli QULi BGQ-IEM (6.6-rasm). Bu sxemadagi qozon-utilizatorida ikki pog'onali – GTQ chiqish gazlarining kirishi va ularni GTarQga o'tishidan oldin – qo'shimcha yoqilg'i yoqilishi ko'zda tutilgan. Cho'qqili tarmoq qizdirish qurilmasi RSQ orqali qozondan keladigan bug' bilan ta'minlanadi. Bunday issiqlik sxemasi IEMda, GTQ yuklamasini o'zgartirib (dubl-blokli yoki tripl-blokli issiqlik sxemasi qo'llaniladi) va yoqiladigan qo'shimcha yoqilg'i miqdorini o'zgartirish orqali, elektr va issiqlik yuklamasini keng diapazonda rostlashga imkon beradi. Bu turdagi sxemaga misol sifatida Drezdenda joylashgan Nossener Brucke (Siemens) IEMini keltirish mumkin;

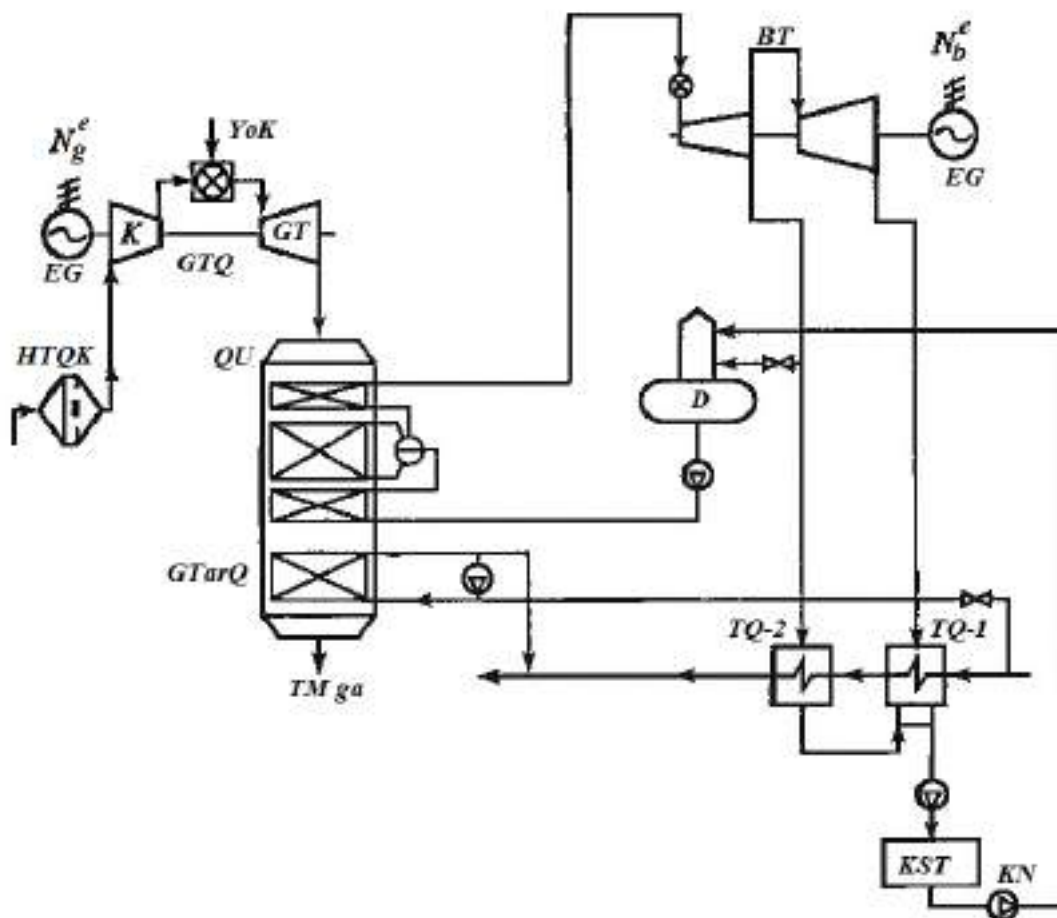
б) $\alpha_{IEM} < 1$ – bunday BGQ-IEMlarining issiqlik sxemasi (6.7-rasm) oldingilaridan QUDA qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilishi qo‘llanmaganligi bilan farq qiladi. Cho‘qqili issiqlik iste‘moli suv qizdirish qozonidan qoplanadi. QUNing oxirgi qismida bug‘ turbinasining tarmoq qizdirish qurilmasi bilan parallel ulangan GTarQ joylashtirilgan. Bunday texnik yechimga misol qilib Siktivkar shahrida qurish uchun loyihalangan Janubiy IEMni keltirish mumkin.



6.6-rasm. 2a variantidagi BGQ-IEM prinsipial issiqlik sxemasi.

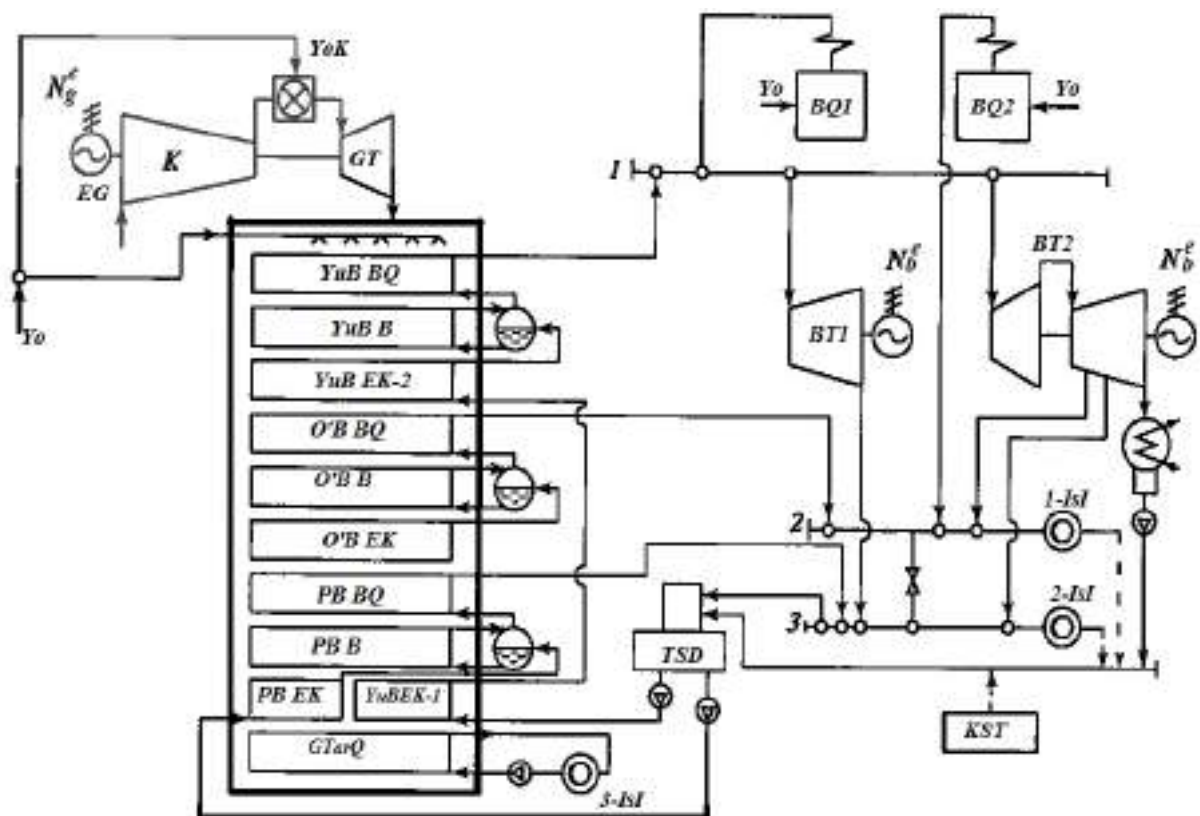
3-guruh. Kombinatsiyalashgan turdagi bunday BGQ-IEMlar turli tarkibdagi qurilmalardan iborat issiqlik sxemalariga ega bo‘lishi mumkin. Bunday sxemaga ega variantlardan biri sanoat-isitish IEMi misolida 6.8-rasmda keltirilgan. YuB bug‘ kollektori energetik bug‘ qozoni (rasmda bitta BQ-1 ko‘rsatilgan) va QU YuB

konturi bilan bog‘langan. Bu kollektordan BT1 qarshi bosimli bug‘ turbinasi va BT2 – rostlanuvchi bug‘ olinmasi hamda kondensatorga ega KO turidagi bug‘ turbinasi bug‘ bilan ta‘minlanishi mumkin. O‘B texnologik bug‘ kollektorlaridan biri (2) va PB texnologik bug‘ kollektori (3) o‘ziga tegishli iste‘molchilarni ta‘minlaydi. TSD ta‘minot suvi deaeratoriga – bug‘ turbinasining kondensati, IsI1 va IsI2 issiqlik iste‘molchilarining texnologik bug‘ kondensati hamda kimyoviy suv tozalashdan keladigan qo‘shimcha suv kiritiladi.



6.7-rasm. 2b variantidagi BGQ-IEM prinsiplial issiqlik sxmasi.

Shunga o‘xshash BGQ-IEM issiqlik sxemasidan 6FA (General Electric) rusumidagi GTQ bilan Finlyandiyadagi Kirkniemi IESida foydalaniladi.



6.8-rasm. Kombinatsiyalashgan turdagi BGQ-IEM prinsipial issiqlik sxemasi: 1-YuB bug‘ quvuri; 2-Is11 ga O‘B texnologik bug‘i; 3-Is12ga PB texnologik bug‘; BQ1-energetik bug‘ qozoni; BQ2-cho‘qqili bug‘ qozoni; Is13-tarmoq suvili issiqlik yuklamasi iste‘molchisi; Yo-yoqilg‘i uzatish; QU-qozon-utilizator; KST-kimyoviy suv tozalash; GTarQ-gazli tarmoq qizdirgichi; TSD-ta‘minot suvi deaeratori.

1-3 guruhlarda keltirilgan issiqlik sxemalarining turlari aniq texnologik tanlov, issiqlik yuklamasining xarakteri, qablu qilingan energetik GTQ turiga bog‘liq ravishda mono, dubl yoki tripl blokli bo‘lishi mumkin.

Meyoriy hujjatlarga muvofiq avariya holatlarda BGQ-IEM issiqlik sxemalaridan sanoat issiqlik iste‘molchilari ishdan to‘xtab turganda issiqlik uzatilishini pasaytirilishini umumiy issiqlik yuklamasining 70 % idan pasaytirilmasligi ko‘zda tutilishi shart.

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarishda talaba quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o‘rganish;
- keltirilgan sxemalar bo‘yicha nazariy ma‘lumotlarni to‘plash;
- qurilma sxemasini mustaqil chizish va stendda yig‘ish.

Hisobot tarkibi

- Respublika energetikasida bug‘-gazli qurilmalarning ahamiyati;
- BGQ-IEMlarning issiqlik sxemalari, tasniflanishi, energiya ko‘rsatkichlari va sarfi tushunchalari bo‘yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- tanlangan sxemadagi bug‘-gaz qurilmali IEMlarni qo‘llashning afzalliklari.

7 – tajriba ishi

BGQ-IEM qozon-utilizatorida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish

Ishdan maqsad. Qozon-utilizatorida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqiladigan BGQ-IEMlarning sxemalari va konstruktiv xususiyatlarini o‘rganish.

Kerakli asbob uskunalari: yig‘uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

BGQ-IEM qozon-utilizatorida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishga ega issiqlik sxemalari va asosiy nazariy tushunchalar

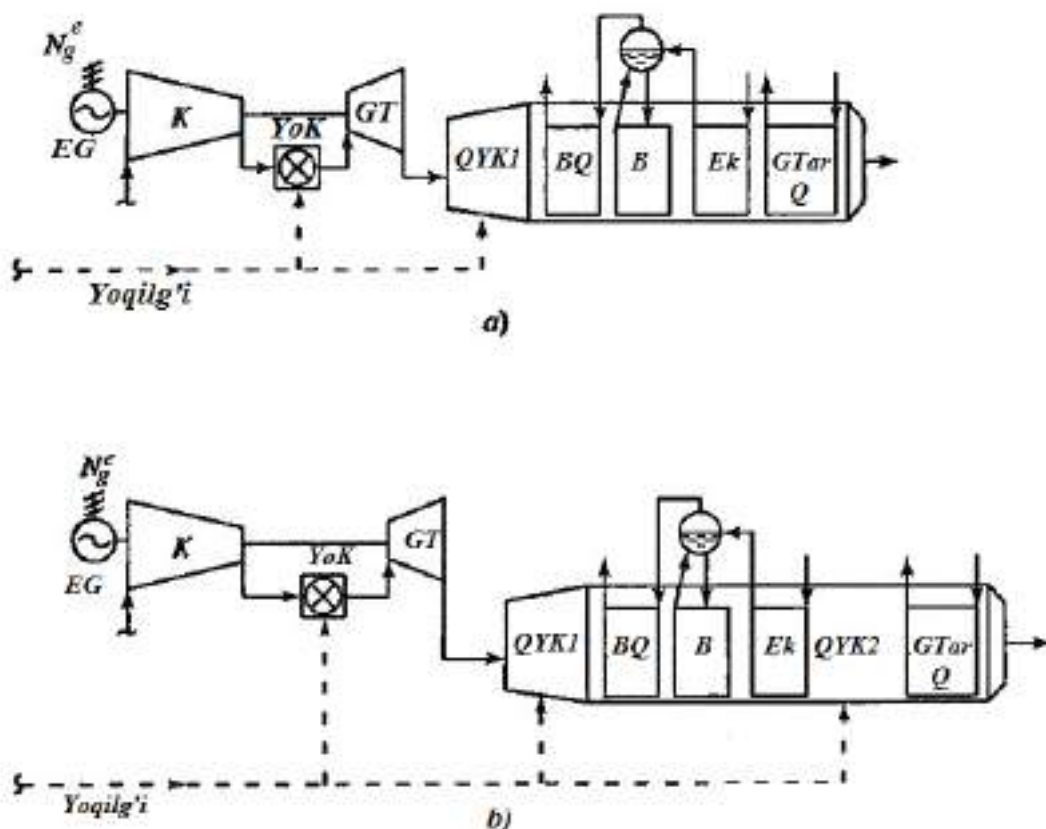
Qozon-utilizatorli kondensatsion BGQlarda GTQdan chiqish gazlari muhitida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish usuli oldingi ishlarda ko‘rib chiqilgan. BGQ-IEMda qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilishi (asosan tabiiy gaz yoqilg‘isi) – QU oldidagi gaz parametrlarini stabillashtirish (barqarorlashtirish), qurilmaning quvvatini oshirish, tashqi iste‘molchilarga uzatiladigan issiqlik miqdorini oshirish kabi maqsadlar uchun qo‘llaniladi.

Qozonga kirishdagi gazlar haroratini 900 °C dan oshirmasdan QUda qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish qurilmasini tizim deb nomlash qabul qilingan.

BGQ-IEM issiqlik sxemasida GTQ va QUdan tarkib topgan energetik modulni ajratish mumkin. Bunday modul ishlashini tadqiqot qilish uchun bir konturli QU tanlanadi, QUning chiqish qismiga teplofikatsion BTning tarmoq qizdirish qurilmasi bilan parallel ravishda ishlaydigan GTarQ o‘rnatilgan. Quyida

bitta (7.1,a-rasm) va ikkita (7.1,b-rasm) qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kameralariga ega variantlar ko‘rib chiqiladi.

Bitta qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kamerasiga ega qozon maksimal miqdordagi zaruriy parametrli bug‘ ishlab chiqarish uchun mo‘ljallangan. GTarQ yuklamasini o‘zgartirish orqali ekonomayzerdan keyingi gazlarni pastroq haroratgacha sovitish amalga oshiriladi.



7.1-rasm. GTarQ va ikkita qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kamerasiga (QYK1 va QYK2) ega bir konturli QUli BGQ-IEM energetik moduli issiqlik sxemasi: a-bir pog‘onali qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilishi; b-ikki pog‘onali qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilishi.

Ikkita qo‘shimcha yoqilg‘i yoqiladigan kamerali qozonlarda ularning issiqlik almashinish yuzalarini komponentlarini o‘zgartirmaslikka qaratilgan ma‘lum darajadagi chegaralanishlar o‘rnatiladi. Bu cheklashlar asosan, GTarQ oldida o‘rnatilgan ikkinchi qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kamerasiga kirishdagi gazlar haroratiga tegishli. QU ishlab chiqaruvchilari tavsiyasiga ko‘ra, qo‘shimcha yoqiladigan yoqilg‘ini to‘liq yonishi uchun bu nuqtadagi harorat 250 °C dan past bo‘lmasligi shart. Bug‘ generatsiyalovchi yuzalar ikkinchi qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kamerasi oldidagi gazlar haroratini shu qiymatdan pasaytiradigan

konstruksiyaga ega bo'lmashligi shart. Shunga muvofiq, GTarQ issiqlik yuklamasi (chiqish gazlari bilan issiqlik yo'qotilishi tenglashganda) ortadi. Ikkita qo'shimcha yoqilg'i yoqish kamerasiga ega QUning bitta qo'shimcha yoqilg'i yoqish kamerasiga ega QUdan konstruktiv farqlanishini asosiy jihati shunda.

Bitta yoki ikkita QYK ishlaganda QU tavsifnomalarining o'zgarishini tahlil qilish uchun tarkibiga V64.3A (Siemens) rusumidagi GTQ kiritilgan energetik moduldagi QUni hisoblash bajarilgan bo'lishi shart. Hisoblash ishlarida tashqi havo haroratining o'zgarish diapazoni -26 dan +30 °Cgacha va GTQ yuklamasi 100, 80 va 60 % deb qabul qilinadi. An'anaviy seksiyali, gorizontal konstruksiyadagi QU dan foydalanilgan.

QYK1 dan keyin gazlar harorati 600 °Cgacha ortishi ko'zda tutilgan energetik modul rejimlari tadqiqot qilingan (2,a-rasm). Hisoblash natijalari 7.1-jadvalda keltirilgan.

7.1-jadval. QUning bitta QYKda qo'shimcha yoqilg'i yoqilganda va qozonga kirishdagi gazlar harorati 600 °Cgacha oshirilgan holatdagi ishchi parametrlari

Parametrlar	Yuklama	Tashqi havo harorati, °C					
		-26	-10	-3,6	0	15	30
V64.3A rusumli GTQ chiqish gazlarining harorati, °C	100	570,8	572,4	573,2	573,8	578	586,4
	80	570,8	572,4	573,2	573,8	578	586,4
	60	570,8	572,4	573,2	573,8	578	586,4
Qozonda generatsiyalanayotgan bug' sarfi, kg/s	100	31,03	29,78	29,26	28,96	27,66	26,24
	80	26,70	25,62	25,16	24,91	23,79	22,55
	60	22,86	21,93	21,55	21,33	20,39	19,34
O'ta qizigan bug' harorati, °C	100	555	556,1	556,5	556,8	557,9	559,2
	80	558,7	559,8	560,2	560,4	561,5	562,8
	60	562,5	563,4	563,9	564,1	565,1	566,3
Ekonomayzerdan keyingi gazlar harorati, °C	100	195,8	195,2	194,9	194,8	194,2	193,5
	80	193,7	193,2	192,9	192,8	192,2	191,6
	60	191,8	191,3	191,1	190,9	190,4	189,9

Siemens firmasining V64 rusumli 3 va 3A seriyasidagi GTQlari va boshqa bir qator firmalarning GTQlarini asosiy xususiyati, 55 dan 100 % gacha yuklamalar o'zgarish diapazonida GTdan keyingi gazlar haroratini stabillashtirish texnik

vositalariga ega ekanligi hisoblanadi. Ushbu yuklamalar diapazonida GTQdan keyingi gaz sarfi chiziqli o'zgaradi. Qurilma parametrlarining o'zgarish dinamikasi, tashqi havo harorati o'zgarishining barcha ko'rsatkichlarida taxminan bir xil bo'ladi. Bu hisoblar bilan parallel ravishda tadqiqot qilinayotgan QUni qo'shimcha yoqilg'i yoqish qo'llanilmagan turining ham konstruktorlik hisoblari, taqqoslash maqsadlari uchun amalga oshirilishi kerak.

Bajarilgan hisoblash ishlarining natijasida quyidagilarga erishiladi:

qo'shimcha yoqilg'i yoqilishi va kirishdagi gazlar haroratining 600 °C (ko'tarilish ko'rsatkichi 14 dan 30 °C gachani tashkil qiladi) gacha oshirilishi natijasida qozonning ishlab chiqarish unumdorligi yuklamaga bog'liq bo'lmasdan o'rtacha 5-7 %ga ko'tariladi;

o'ta qizigan bug'ning qozondan keyingi harorati 7-8 °C ga ko'tariladi. Bu o'zgarish, tashqi havoning harorati ko'tarilishi va yuklama pasayishi bilan sodir bo'ladi. Ushbu holatda, bug' sovitgichlardan foydalanish va BTga kirishdagi ruxsat berilgan haroratni ta'minlash talab etiladi. Yuklama pasayishi bilan o'ta qizigan bug' haroratining ortishi gaz sarfining pasayishi va shunga mos ravishda qozonning ishlab chiqarish unumdorligini kamayishiga olib keladi;

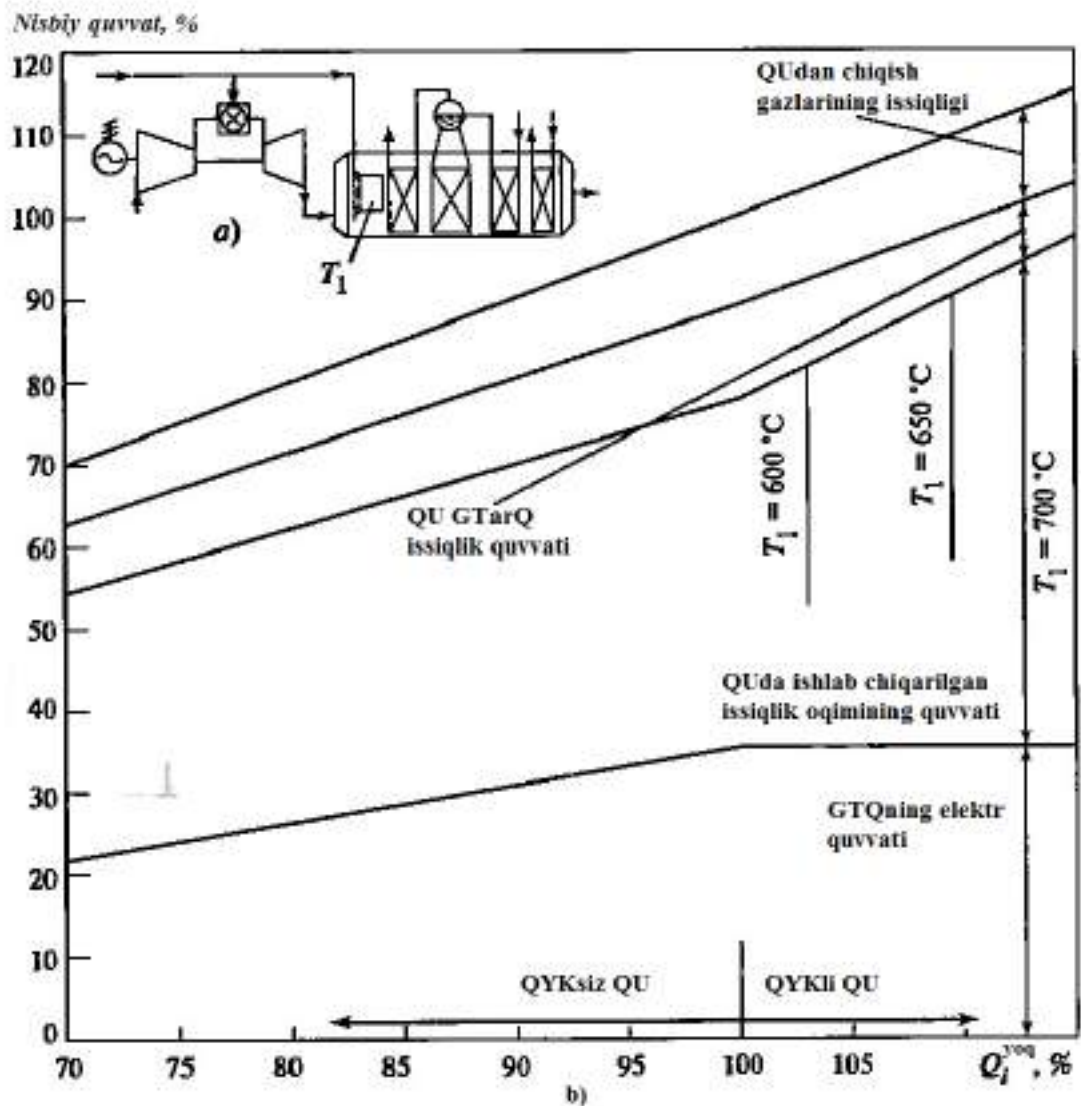
qo'shimcha yoqilg'i yoqishning qo'llanilishida qo'shimcha yoqilg'isiz rejim bilan taqqoslaganda ekonomayzerdan keyingi gazlarning harorati pasayadi. Bu bug' generatsiyalash yuzalarida issiqlikdan foydalanishning ortishi va qozonning bug' ishlab chiqarish unumdorligi ortishi bilan izohlanadi. Ushbu holatda, shuni hisobga olish kerakki, ikkita QYKli QUni loyihalashda QYK2 oldidagi gazlar harorati 250 °Cdan pasaymasligini ta'minlash talab etiladi.

Bitta QYKli QU uchun issiqlik tashuvchilar oqimining nisbiy quvvat taqsimoti 7.2-rasmda keltirilgan. Absissa o'qida GTQning *i*-yuklamasida yoqilg'ining nisbiy yonish issiqligi tasvirlangan, bu kattalik qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\bar{Q}_i^{yoq} = \frac{Q_i^{yoq}}{Q_{GTQ\ 100\ \%}^{yoq}} \cdot 100\ %, \quad (7.1)$$

bu yerda $Q_i^{yoq} = Q_{GTQ\ 100\%}^{yoq} + Q_{QU}^{yoq} - GTQ$ va qozon QYKda yoqiladigan yoqilg'ining yig'indi issiqligi, kVt; $Q_{GTQ\ 100\%}^{yoq} = B_{GT100\%} \cdot Q_i^g$ - GTQning 100 % yuklamasida yoqiladigan yoqilg'ining issiqligi, kVt.

7.2-rasmda GTQ yuklamasi nominalgacha (100 %gacha) ko'tarilganda GTarQdagi tarmoq suvi va bug' issiqlik chiziqli bog'liqliklari ko'rsatilgan. QYK ishga tushirilganda chiziqli xarakter saqlanadi, biroq qiyalik burchagi o'zgaradi. GTQning elektr quvvati doimiylicha qoladi (konst), Quning issiqlik quvvati esa ko'tariladi, GTarQ quvvati, qozon ekonomayzeridan keyingi gazlar harorati pasayishi sababli, kamayadi (7.1-jadval).



7.2-rasm. Bitta QYKga ega bir konturli QU o'rnatilgan BGQ-IEM issiqlik sxemasi (a) va issiqlik tashuvchilar nisbiy quvvat taqsimoti (b)

Qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilishi natijasida gaz haroratining kattalashishidan, nazariy jihatdan, GTarQ quvvatini deyarli nol qiymatgacha kamayishi mumkin. Bunga qozonning katta ish unumdorligi va ta‘minot suvi sarfining katta qiymatlarida erishish mumkin.

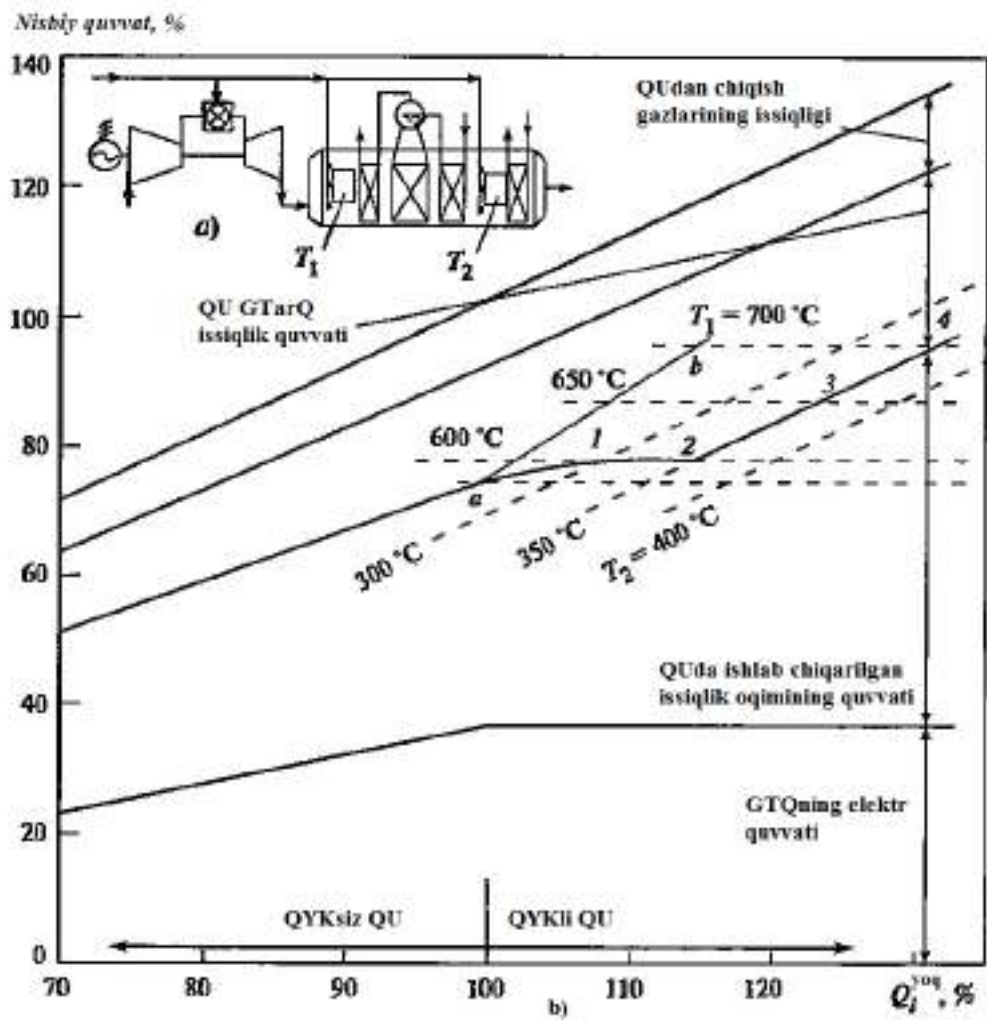
Ekonomayzerning sovuq uchidagi harorat nabori ham nol qiymatga intiladi, ya‘ni ekonomayzerga kiradigan suvning va qozondan chiqish gazlarining harorati bir-biriga teng qiymatga ega bo‘ladi. agar rasmning o‘ng tomoniga to‘g‘ri chiziqlarni vizual davom ettirilsa, chiziqlar kesishishi sodir bo‘ladi. Bu GTarQ quvvatining cheklanganligini bildiradi. Bunday rejimni, bir qator sabablarga ko‘ra (qozonning gidrodinamikasi buzilishi, qozon oldidagi gazlar haroratining ruxsat etilganidan ortib ketishi va boshqalar) amalga oshirib bo‘lmaydi.

Bundan tashqari QUda ikkita, QYK1 va QYK2 qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kameralari ishlaydigan (7.3,b-rasm), QUda bug‘ generatsiyalash yuza maydoni kichik bo‘lgan energetik modulning ishlash rejimlari ham tadqiqot qilindi. Ikkita QYK ketma-ket ishga tushirilganda GTQ 60 dan 100 % gacha yuklama diapazonida ishlaydi. Tadqiqot natijalari 7.3-rasmda keltirilgan.

7.2-rasmda keltirilgan GTQning 100 %gacha yuklamasi uchun tuzilgan diagrammani 7.3-rasmda keltirilgan diagramma bilan taqqoslaganda, ikki pog‘onali qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishda qozondagi bug‘ oqimlari quvvatini pasayishini ko‘rish mumkin.

Bunda qozonning chiqish gazlari bilan bir xil issiqlik yo‘qotilishida GTarQ issiqlik quvvatining ortishi kuzatiladi. Ekonomayzerdan keyingi gazlar haroratining 195-200 °C dan (bir pog‘onali qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilishi) 250 °C gacha (ikkita pog‘ona QYKlari ishlaganda) ko‘tarilishi natijasida bug‘ oqimlari issiqlik quvvatining pasayishi sodir bo‘ladi.

Diagrammadagi *a-b* liniyasida QYK2 ishdan to‘xtatilgan GTarQda suv va bug‘ orasidagi issiqlik taqsimoti ko‘rsatilgan, *b* nuqta qozonga kirishdagi gazlar haroratini belgilaydi va 700 °C ga mos keladi.



7.3- rasm. Ikkita QYKga ega bir konturli QU oʻrnatilgan BGQ-IEM issiqlik sxemasi (a) va issiqlik tashuvchilar nisbiy quvvat taqsimoti (b)

Ikkita QYKning bir paytning oʻzida ishlashida QYK1 va QYK2 dan keyingi harorat rejimlari turlicha boʻlishi hisoblanadi, bu rejimlar QYK1 uchun gorizontall chiziqlar, QYK2 uchun esa qiya chiziqlar bilan belgilanadi. Namuna sifatida grafikda quyidagi rejimlar raqamlar bilan ifodalangan:

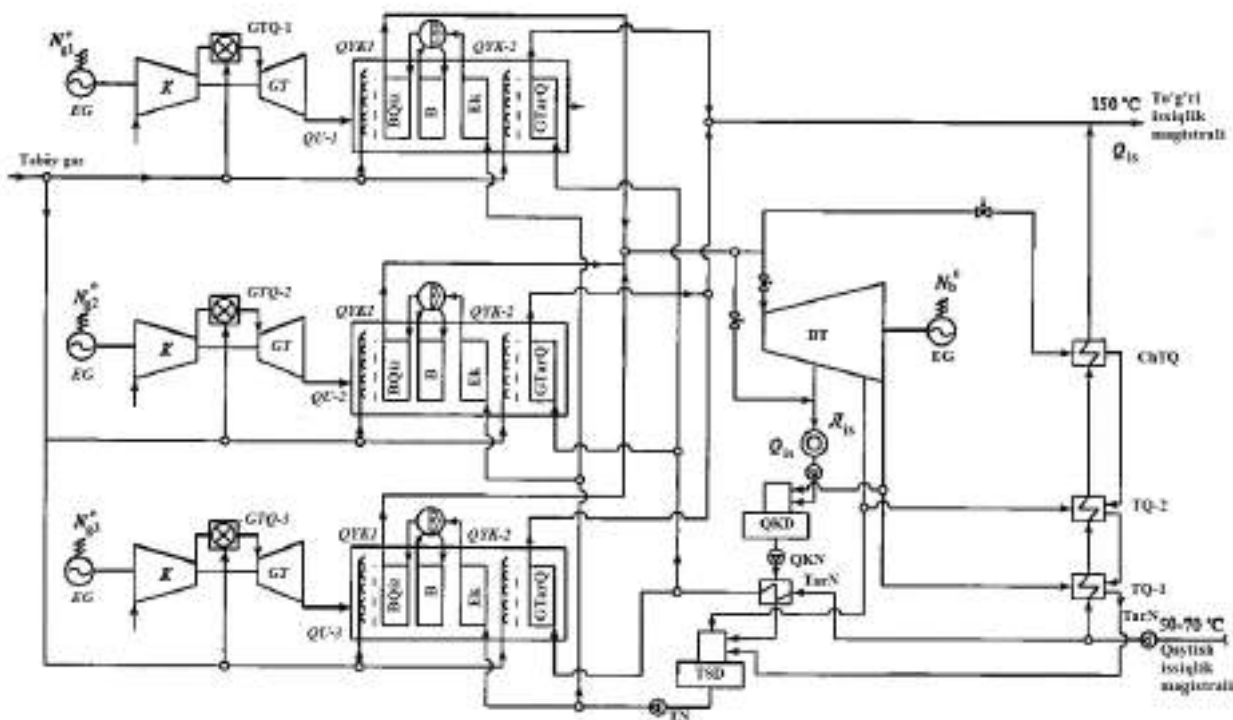
Parametrlar	3-rasm nuqtalari			
	1	2	3	4
QYK1 dan keyingi gazlar harorati, °C	600	600	650	700
QYK2 dan keyingi gazlar harorati, °C	300	350	350	350

a-1-2-3-4 chiziqlari QYKning belgilangan ish rejimida GTarQ va bugʻ konturi yuzalari orasida issiqlik quvvatlari taqsimotini tavsiflaydi.

7.3-rasmdagi diagramma QU QYKlari orasida BGQ-IEM energetik blok sxemasi yoki energetik modulning issiqlik va elektr yuklarni bogʻliq ravishda

yoqilg‘i taqsimotini optimallashtirish imkonini beradi. Masalan, qo‘shimcha yoqish uchun 15 %li yoqilg‘i sarfida (abssissa o‘qi bo‘yicha 115 % belgi) barcha qo‘shimcha yoqilg‘ini yoqish orqali QYK1dan keyingi gazlar haroratini 700 °C, qolgan yoqilg‘ini ikkinchi QYK2ga yo‘naltirish orqali QYK2dan keyingi gazlar haroratini taxminan 380 °C bo‘lishini ta‘minlash mumkin. Birinchi holatda, BGQ-IEMning elektr quvvati ortadi, shuningdek, qozonning bug‘ ishlab chiqarish unumdorligi ham ortadi, ikkinchi holatda esa GTarQning issiqlik yuklamasi ortadi.

Qo‘shimcha yoqilg‘i yoqiladigan QULi BGQ-IEMlar dunyoning bir qator mamlakatlarida qo‘llanilib kelinmoqda. Germaniyaning Drezden shahridagi Nossener Brucke BGQ-IEMda manyovrchanlik tavsifnomalari yuqori bo‘lgan issiqlik sxemasidan foydalanilgan (7.4-rasm).



7.4-rasm. Ikki pog‘onali qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishga mo‘ljallangan yuqori manyovrchan BGQ-IEM issiqlik sxemasi (Nossener Brucke, Drezden sh., Germaniya, Siemens): QU-1 – QU-3 – qozon-utilizatorlari; QYK1, QYK2 – qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kameralari; QKD – qaytgan kondensat deaeratori; TSD – ta‘minot suvi deaeratori; QKN, TarN, TN – mos ravishda qaytgan kondensat, tarmoq va ta‘minot nasoslari; IA – issiqlik almashingich; TQ1, TQ2, CHTQ – mos ravishda yuqori va quyi pog‘ona tarmoq qizdirgichlari, cho‘qqili tarmoq qizdirgichi; Qis – isitishga issiqlik yuklamasi; Qs – sanoat issiqlik yuklamasi; Db – tashqi iste‘molchiga sanoat bug‘ining massaviy sarfi.

IEMda ISO bo‘yicha elektr energiyasi ishlab chiqarish FIKi 35,4 %, quvvati 62 MVt bo‘lgan V64.3 turidagi uchta GTQlardan foydalanilgan. Har bir GTQ ikkita

QYKli bir qonturli QU bilan jihozlangan. BGQ-IEMning issiqlik sxemasi 7.1-rasmda keltirilgan sxema bilan mos keladi. Qozonlarning uchulasi ham ishlab chiqarilgan bug'ni ishlab chiqarish va issiqlik ta'minoti uchun bug' olinmalariga ega qarshi bosimli bug' turbinasiga yo'naltiradi. Bug' turbinasidan olingan bug' – texnologik issiqlik yuklamasini va tarmoq suvini ikki pog'onali tarmoq uskunasi qizdirilishini ta'minlaydi. Cho'qqili issiqlik iste'moli, cho'qqili boyler hamda QU GTarQ oldidagi QYKni ulash orqali amalga oshiriladi. Qo'shimcha yoqilg'i yoqish qo'llanilmagan rejimda BGQ-IEMning issiqlik quvvati 230 MVtni, ikki bosqichli qo'shimcha yoqilg'i yoqilganda esa bu ko'rsatkich 480 MVtgacha ko'tariladi.

Uchhala qozonning ikkitadan QYKga yoqilg'i uzatilishini va uchala GTQ yuklamalarini o'zgartirilishi BGQ-IEMdan issiqlik va elektr yuklamalarining keng diapazonida foydalanish imkonini yaratadi.

Germaniyadagi bir qator BGQ-IEM loyihalarida, gaz trakti bo'ylab beshtagacha qo'shimcha yoqilg'i yoqish pog'onalaridan foydalaniladigan QU o'rnatilishi ko'zda tutilgan. Konstruksiya IEMni istalgancha manyovrchan boshqarish imkoniyatlarini kengaytiradi, lekin uni ekspluatatsiya qilish sharoitlarini murakkablashtirib yuboradi.

QUli BGQ turli sxemalariga qo'shimcha yoqilg'i yoqishni ta'sirini taqqoslash tahlili MS7001EA turidagi tabiiy gaz yoqilg'isida ishlaydigan GTQlar uchun amalga oshirilgan. BGQlarning quyidagi variantlari ko'rib chiqilgan (General Electric):

A. 1,14 MPa bosimli texnologik bug' ishlab chiqaradigan bir konturli QUga ega gaz turbinali IEM. Qo'shimcha yoqilg'i yoqilmaydi.

B. Dastlabki holat. QUga kirishdagi gazlar haroratini 870 °Cgacha oshirish uchun qo'shimcha yoqilg'i yoqish kamerasi o'rnatilgan.

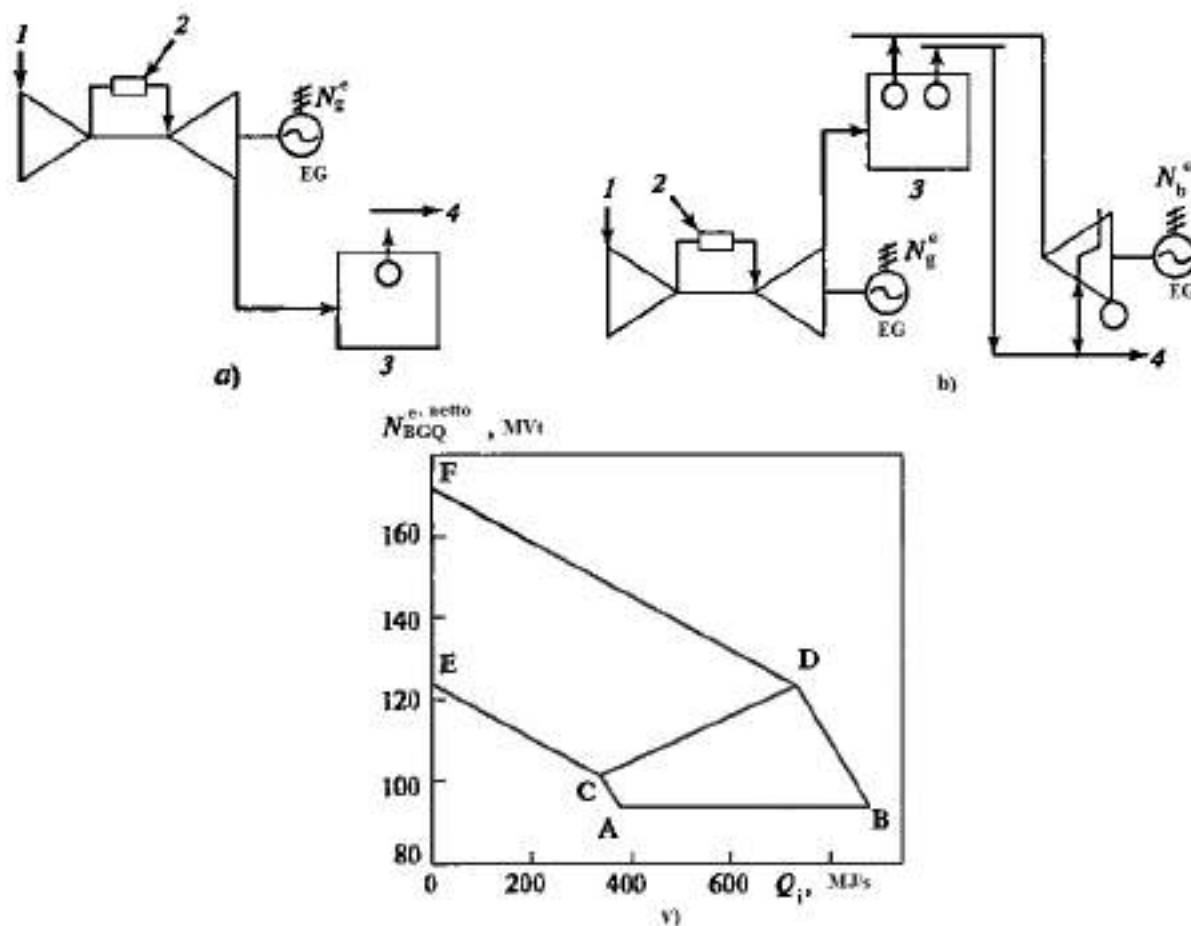
C. Qarshi bosimli BTdan foydalanilganda qo'shimcha yoqilg'i yoqilmaydigan QYK o'rnatilgan bir konturli QUga ega bug'-azli IEM. YuB konturidagi bug' parametrlari: 8,72 MPa, 482 °C; PB konturidagi bug' parametrlari: 1,14 MPa, 200 °C.

D. Bir konturli QUga kirishdagi gazlar haroratini $870\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha oshirish uchun qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kamerasi o‘rnatilgan bug‘-gazli IEM. Qozonda qarshi bosimli BTni ishlatish uchun $8,72\text{ MPa}$ va $482\text{ }^{\circ}\text{C}$ parametrli bug‘ ishlab chiqariladi.

E. Qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilmaydigan ikki konturli QULi kondensatsion BGQ. Generatsiyalanadigan bug‘ (uning parametrlari C variantdagi kabi tanalanadi) kondensatsion BTga kiritiladi.

F. E variantdagi kabi holat. QUga kirishdagi gazlar haroratini $870\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha oshirish uchun qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish kamerasi o‘rnatilgan.

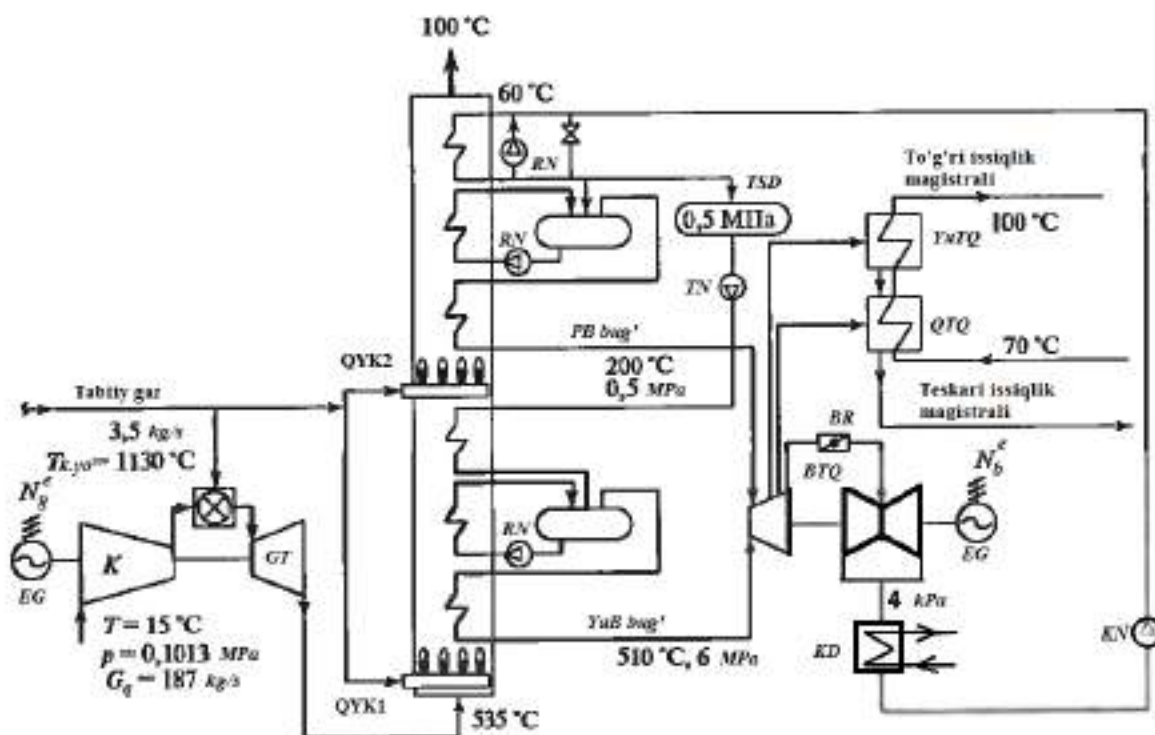
Hisobiy tadqiqot natijalari – ko‘rib chiqilayotgan QULi BGQning ko‘rsatkichlari 7.5-rasmda keltirilgan. Absissa o‘qi bo‘ylab tashqi iste‘molchining issiqlik yuklamasi (E va F variantlarda $Q_{is}=0$), ordinata o‘qi bo‘ylab esa qurilmaning netto elektr yuklamasi tasvirlangan.



7.5-rasm. QU va MS7001 (General Electric) rusumli GTQ o‘rnatilgan BGQ variantlarining sodda issiqlik sxemalari va tavsifnomalari: a-GTQ-IEM issiqlik sxemasi; b-BGQ-IEM issiqlik sxemasi; v-QULi BGQ A-F variantlarining tavsifnomalari; 1-havo; 2-yoqilg‘i; 3-qozon-utilizator; 4-texnologik bug‘

Parametrlar	BGQ sxemalari variantlari					
	A	B	C	D	E	F
BGQning netto elektr quvvati, MVt	89,5	88,7	104,0	125,2	126,5	172,5
Tashqi iste'molchilarga qo'yib yuboriladigan issiqlik, MJ/s	410	895	366	781	0	0
Elektr energiyasi ishlab chiqarishga issiqlikning solishtirma sarfi, kJ/(kVt*s)	6420	6040	6040	5370	8420	9280

Olingan ko'rsatkichlar, Quli BGQlarning turli variantlarini taqqoslash va ularning ko'rsatkichlariga qo'shimcha yoqilg'i yoqishning ta'sirini baholash imkonini beradi. Qo'shimcha yoqilg'i yoqilishi kondensatsion turdagi BGQ elektr quvvatini sezilarli darajaga oshiradi hamda, bir paytning o'zida, qurilma samaradorligini pasaytiradi. GTQ-IEM va BGQ-IEMlarda qo'shimcha yoqilg'i yoqilishi nafaqat qurilmaning elektr quvvatini, balki issiqlik quvvati va ma'lum sharoitlarda energetik ko'rsatkichlarini oshirishga xizmat qiladi.



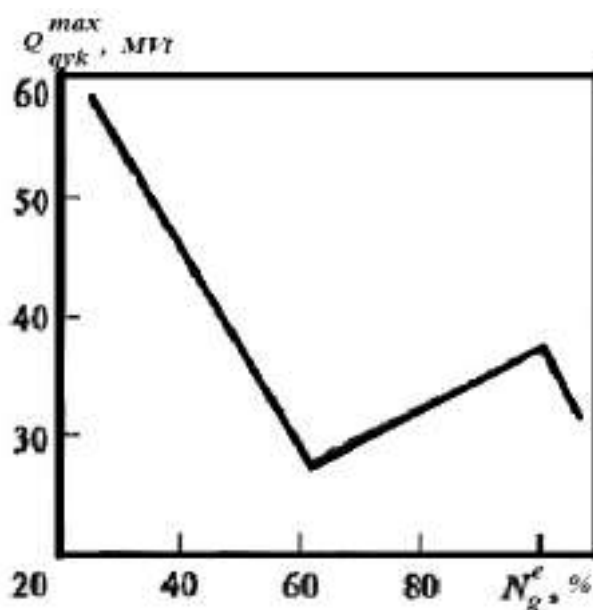
7.6-rasm. V64.3 (Siemens) rusumli GTQ qo'llanilgan qozonda ikki pog'onali qo'shimcha yoqilg'i yoqish va ikki konturli QULI monoblokli BGQ-IEMning prinsipial issiqlik sxemasi: TN, KN, RN – mos ravishda ta'minot, kondensat va retsirkulyatsiya nasosi; QTQ, YuTQ – quyi va yuqori pog'ona tarmoq qizdirgichlari; KD-kondensator; BR – BT rostlash diafragmasi; QYK1, QYK2 – QU qo'shimcha yoqilg'i yoqish kamerasi.

QUda qo'shimcha yoqilg'i yoqiladigan BGQ-IEM issiqlik sxemasidagi o'zgaruvchan yuklamada energetik GTQning ishlatilishiga namuna sifatida,

tarkibida V64.3 rusumli GTQ va KO turidagi teplofikatsion BT ishlatiladigan energetik blokni keltirish mumkin (7.6-rasm).

Pasaytirilgan yuklamali GTQ ekspluatatsiya qilingan BGQ-IEM energetik blok yuklamalarini belgilangan qiymatlarini ta'minlash uchun qo'shimcha yoqilg'i yoqish tizimi kiritiladi. PB bug' generatsiyalash konturi oldidan ikkinchi pog'ona qo'shimcha yoqilg'i yoqilishini kiritilishi generatsiyalanadigan bug'ning haroratini 250 °Cdan oshishiga yo'l qo'ymasligi shart, agar bu holat yuz bersa, BTga uzatilayotgan PB qaynoq bug'i nisbatan sovuq YuB bug'i bilan aralashishiga to'g'ri keladi, natijada eksergetik yo'qotishlar qiymati ortib ketadi. Harorat kuchlanishiga ko'ra cheklashlar konstruksiyaon materiallar tarkibi bilan bog'liq. Bunday aralashishda harorat kuchlanishi 50 °Cdan ortiqcha bo'lmaydi.

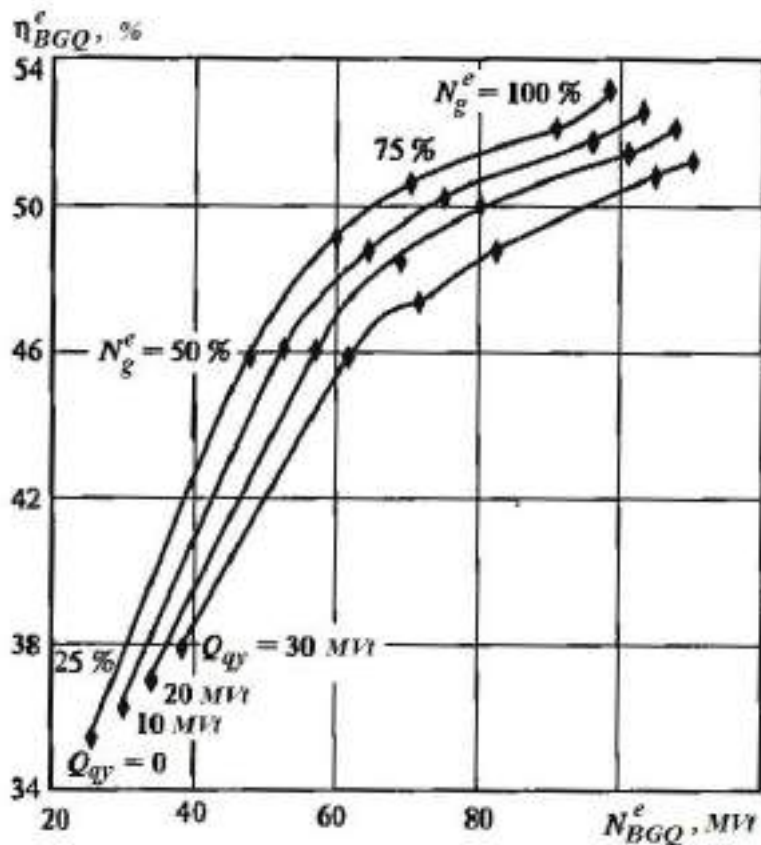
BGQ-IEM QUdagi qo'shimcha yoqilg'i yoqish tizimining maksimal issiqlik yuklamasi energetik blokning zaruriy yuklamalarini ta'minlash uchun GTQning elektr yuklamasiga bog'liq ravishda o'zgaradi (7.7-rasm).



7.7-rasm. V64.3 (Siemens) rusumli GTQ elektr yuklamasiga bog'liq QUdagi qo'shimcha yoqilg'i yoqish tizimining maksimal issiqlik yuklamasi grafigi

BGQ-IEMning kondensatsion ishlash rejimida qo'shimcha yoqqilg'i yoqilishi GTQning yuklama diapazoni uchun elektr energiyasi ishlab chiqarish FIKni pasayishiga olib keladi. 50 % va undan kichik yuklamalardan boshlab, qo'shimcha yoqilg'i yoqishni qo'llash yordamida o'ta qizigan bug' parametrlarini oshirish hisobiga bu FIKni oshirish mumkin (7.8-rasm).

BGQ-IEM maksimal issiqlik yuklamasi, asosan, GTQ yuklamasi va qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish tizimining issiqlik quvvatiga bog‘liq bo‘ladi. To‘g‘ri va teskari tarmoq suvini haroratiga ham ma’lum darajada bog‘liq hisoblanadi. Maksimal issiqlik yuklamasi ortishi bilan harorat kuchlanishi ΔT ortadi.



7.8-rasm. V64.3 (Siemens) rusumli GTQ li BGQ-IEM elektr energiyasi ishlab chiqarish FIKga energetik blokning elektr yuklamasini bog‘liqligi va QU qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish uskunalari quvvati: $p_k=4$ kPa – kondensatordagi bosim; N_g^e , % - GTQ quvvati.

Chiqish gazlari muhitida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishning qo‘llanilishi, zamonaviy energetik GTQlar yuklamasini bu gazlar parametriga ta’sirini hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Bu turdagi GTQlar kompressorida kirishdagi va buriluvchan yo‘naltiruvchi kurak apparatlaridan (KYK va BYK) foydalanish mumkin. Misol uchun V64.3 rusumidagi GTQ yuklamasi kamayganda, kompressorning birinchi to‘rtta pog‘onasi BYK holati, so‘riladigan havoni drossellash tomoniga o‘zgaradi. Tashqi havo harorati aniq qiymatga ega bo‘lganda, bu holat uchun GT oldidagi gazlar harorati nominal yuklamadan kattaroq qiymatgacha pasayishi kuzatiladi. Ushbu holatda QU chiqish gazlarining harorati o‘zgarmay qoladi. GTQ yuklamasining keyingi bosqich pasayishi dastur asosida,

gazlarning boshlang'ich haroratini pasayishi va qozondan chiqish gazlari haroratini ortishi bilan sodir bo'ladi. GTQ cho'qqili yuklamasiga o'tilishi (vaqt bo'yicha chegaralangan) gazlarning boshlang'ich haroratini ortishi (V64.3 rusumli GTQ uchun bu o'tish ko'rsatkichi 1130 dan 1170 °Cga) bilan sodir bo'ladi.

Natijada qurilmadan chiqish gazlarining va QUDan chiqadigan o'ta qizigan bug'ning harorati ko'tariladi. Qozonning chiqish gazlari harorati, uning bug' ishlab chiqarish unumdorligi ortishi bilan pasayadi. Shuningdek, qo'shimcha yoqilg'i yoqilishiga o'xshash samaraga, ya'ni qo'shimcha elektr energiyasi ishlab chiqarishga erishiladi.

“GTQ-QU” energetik modulidan, qo'shimcha yoqilg'i yoqilishini qo'llash orqali, amalda mavjud bug'-kuch qurilmali IEMlarini takomillashtirishda foydalanish mumkin. Quvvati 25-100 MVt va undan yuqori quvvatli T va PT turidagi teplofikatsion bug' turbinalari ishlashini ta'minlash uchun bu moduldan 10 MPa, 500-535 °C yoki 14 MPa, 535-560 °C parametrli bug' olish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

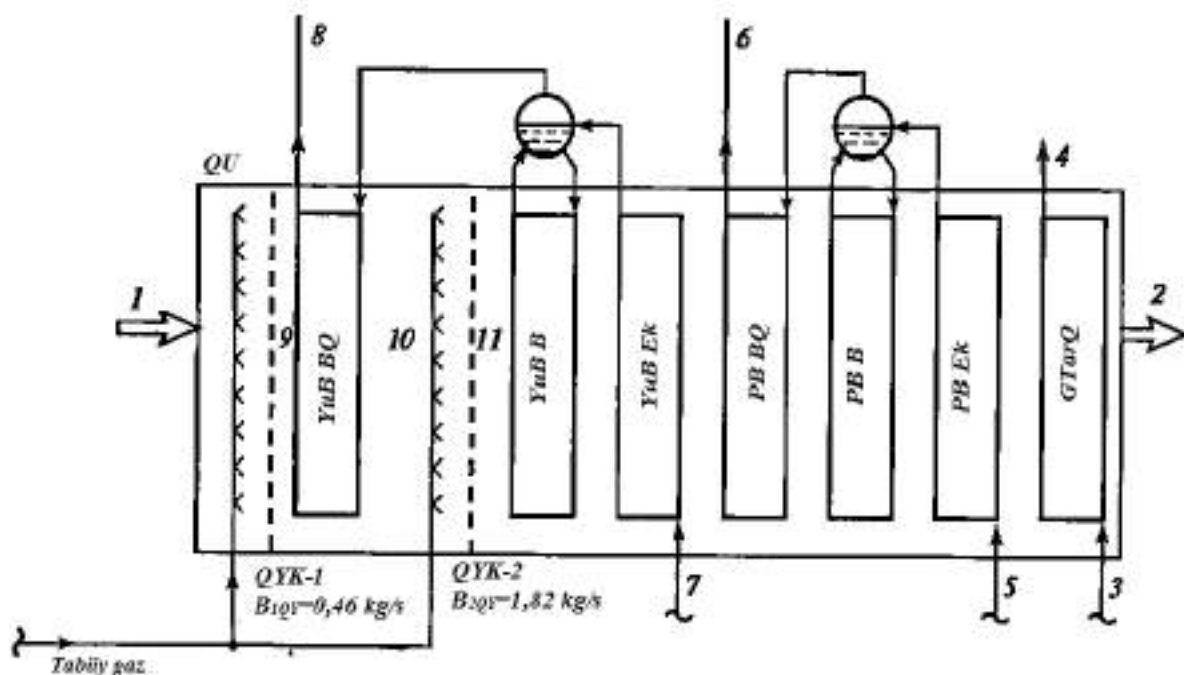
7.2-jadval. Bug' turbinali teplofikatsion qurilmalarda nominal yuklamadagi bug' iste'moli

BT turi	T-25-90	T-50-90	T-100-90	PT-12-90	PT-25-90	PT-65-130	PT-80-130
Turbinaga bug' sarfi, kg/s	36	68	124	23	45	102	121

Siemens firmasi energetik modullarida quyidagi:

qo'shimcha yoqilg'i yoqmasdan 68 kg/s gacha; maksimal miqdorda qo'shimcha yoqilg'i yoqish orqali 111 kg/s gacha bug' generatsiyalanadigan V94.2 rusumli GTQ;

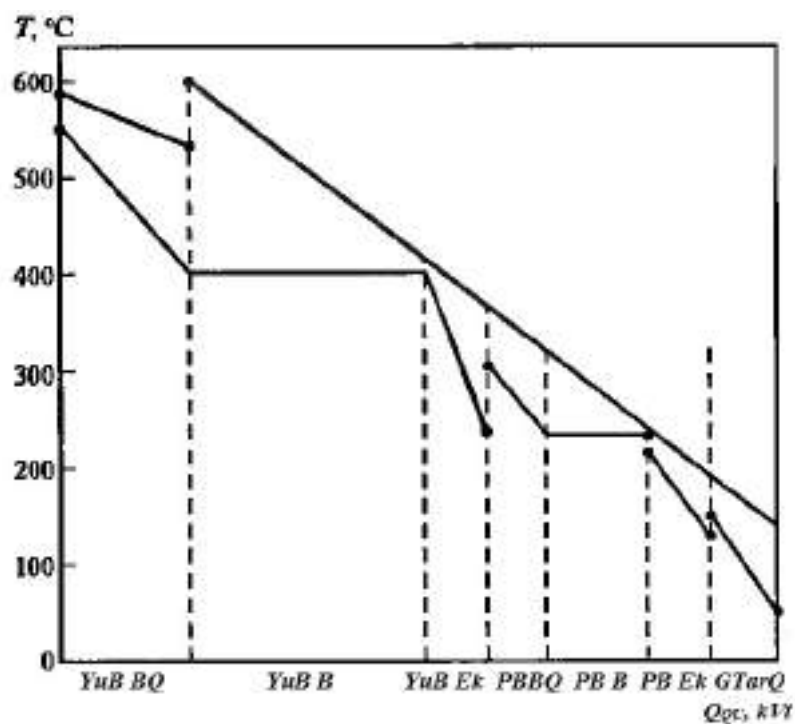
qo'shimcha yoqilg'i yoqmasdan 28 kg/s gacha; maksimal miqdorda qo'shimcha yoqilg'i yoqish orqali 47 kg/s gacha bug' generatsiyalanadigan V64.3 rusumli GTQlaridan foydalaniladi.



7.9-rasm. V94.2 (Siemens) rusumli GTQ va PT-60-130 (LMZ) rusumli BTQ oʻrnatilgan BGQ-IEM uchun qozonda ikki pogʻonali qoʻshimcha yoqilgʻi yoqiladigan ikki konturli QU issiqlik sxemasi: GTarQ-gazli tarmoq qizdirgichi; 1-V94.2 rusumli GTQdan chiqish gazlari ($G_{k,t}=504,1$ kg/s; $T_{k,t}=551$ °C; $h_{k,t}=602,7$ kJ/kg); 2-QUdan chiqish gazlari ($G_{ch}=506,38$ kg/s; $T_{ch}=100$ °C); 3, 4-150/70 °C harorat grafigiga koʻra GTarQda tarmoq suvining qizdirilishi; 5-sanoat bugʻ olinmasi kondensatining qaytishi ($D_{q,k}=25,6$ kg/s; $T_{q,k}=100$ °C); 6-tashqi isteʼmolchilarga qoʻyib yuborilayotgan bugʻ ($D_{is}=25,6$ kg/s; $p_{is}=1,3$ MPa; $T_{is}=300$ °C); 7-PT-60-130 rusumli turbinali BTQ taʼminot suvi ($T_{t,s}=238$ °C); 8-PT-60-130 rusumli BTga yoʻnaltirilgan oʻta qizigan bugʻ ($D_{BQ}=101$ kg/s; $T_{BQ}=555$ °C; $p_{BQ}=14$ MPa); 9-QYK-1 dan keyingi gaz parametrlari ($G_g=504,56$ kg/s; $T_g=590$ °C; $h_g=647,5$ kJ/kg); 10-QUning YuB BQdan keyingi gazlar parametri ($T_g=490$ °C; $h_g=537,6$ kJ/kg); 11-QYK-2dan keyingi gazlar parametri ($G_g=506,38$ kg/s; $T_g=590$ °C; $h_g=647,5$ kJ/kg).

BGQ-IEM issiqlik sxemasidagi QUNing bugʻ ishlab chiqarish unumdorligini oshirish uchun YuB bugʻ konturi bugʻ qizdirgichi va bugʻlatgichi oraligʻida qoʻshimcha yoqilgʻi yoqish kamerasini oʻrnatish orqali qoʻshimcha yoqilgʻi yoqishdan foydalanish mumkin.

7.9-rasmda ikki pogʻonali qoʻshimcha yoqilgʻi yoqiladigan QU, V94.2 rusumli GTQ va PT-60-130 rusumli BTdan tarkib topgan BGQ-IEMning issiqlik sxemasi keltirilgan. Qurilmada 100 kg/s atrofida bugʻ generatsiyalanadi, texnologik bugʻ 25 kg/sni tashkil qiladi va issiqlik ehtiyojlari uchun issiqlik tarmoq suvi orqali uzatiladi (150/70 °C harorat grafigi). BGQ-IEM QUDA issiqlik almashinish jarayonining Q,T-diagrammasi 7.10-rasmda keltirilgan.



7.10-rasm. Ikki pog'onali qo'shimcha yoqilg'i yoqiladigan ikki konturli QU uchun Q,T-diagrammasi: QUga kirishda va YuB bug'latgichi oldida (7.9-rasmga q.)

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarishda talaba quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o'rganish;
- keltirilgan sxemalar bo'yicha nazariy ma'lumotlarni to'plash;
- qurilma sxemasini mustaqil chizish va stendda yig'ish.

Hisobot tarkibi

- Respublika energetikasida bug'-gazli qurilmalarning ahamiyati;
- BGQ-IEM QUlarida qo'shimcha yoqilg'i yoqishning qo'llanishi bo'yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- tanlangan sxemadagi bug'-gaz qurilmali IEMlarni qo'llashning afzalliklari.

8 – tajriba ishi

Gaz turbinali IEMning energetik ko‘rsatkichlari

Ishning maqsadi. Gaz turbinali IEMning energetik ko‘rsatkichlarini o‘rganish.

Kerakli asbob uskunalari: yig‘uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

GTQ-IEMning energetik ko‘rsatkichlari

Sodda tuzilishli GTQ-IEMning issiqlik sxemasi va uning issiqlik oqimlari sxemasi 8.1-rasmda keltirilgan. GTQdan chiqish gazlarining issiqligini QUda $Q_g^{q.i}$ utilizatsiyalash, elektr yuklamasini pasayishiga olib keladigan, chiqish trakti qarshiligini ma’lum darajada oshirish bilan bog‘liq. Elektr yuklamasi pasayishini quyidagi koeffitsiyent bilan hisobga olinadi $K_N = N_g^e / N_g^{e.avt}$.

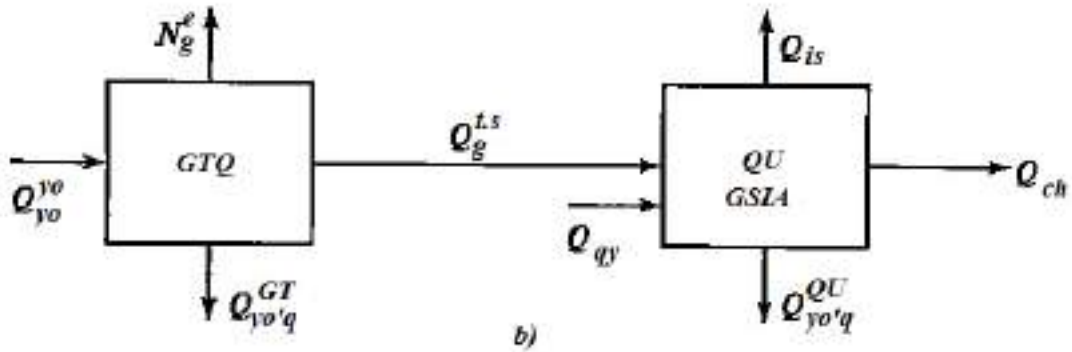
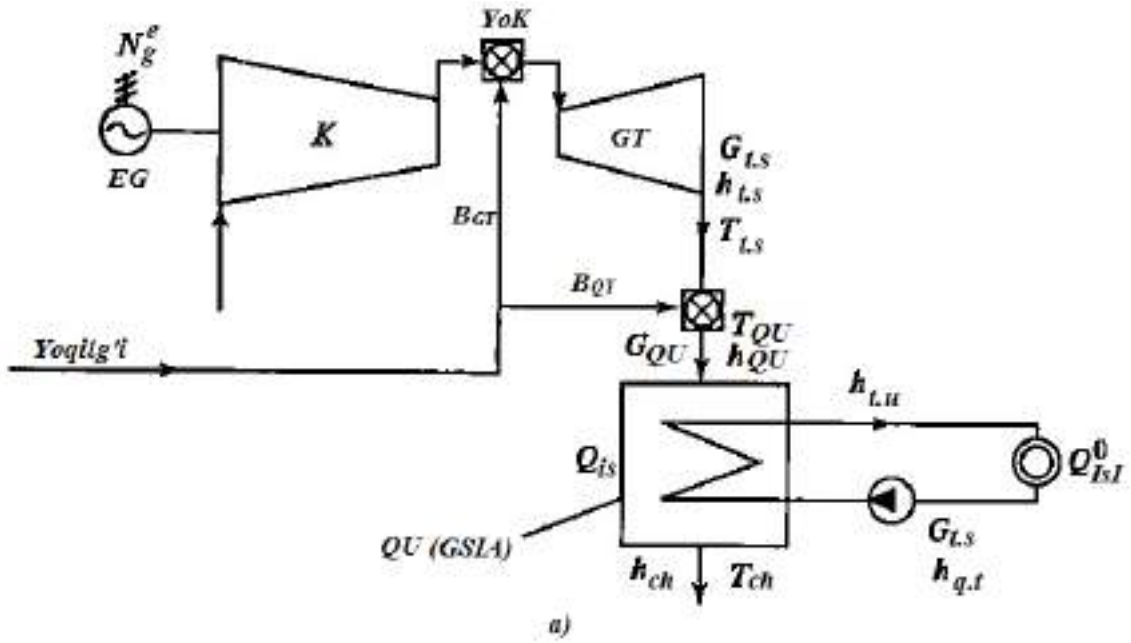
IEMning issiqlik yuklamasini oshirish, generatsiyalanadigan texnologik bug‘ parametrlarini barqarorlashtirish va b. uchun GTQ-IEMni GTQdan chiqish gazlari muhitida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish rejimida ishlatish mumkin.

Issiqlik yuklamasining turidan kelib chiqib, QUning (GSIA) issiqlik quvvati, kVt, quyidagi munosabatlardan aniqlanadi:

1) qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilmaydigan rejimda

$$Q_{is} = G_{t.s} \cdot (h_{t.s} - h_{ch}) \cdot \varphi = D_b \cdot (h_b - h_{q.k}) = G_{t.s} \cdot (h_{t.t} - h_{q.t}),$$

bu yerda $G_{t.s}$ – GTQdan chiqish gazlarining miqdori, kg/s; D_b , $G_{t.s}$ – texnologik bug‘ va tarmoq suvining miqdorlari, kg/s; $h_{t.s}$, h_{ch} – mos ravishda, GTQdan va QUdan chiqish gazlari entalpiyasi, kJ/kg; h_b , $h_{q.k}$ – texnologik bug‘ va uning qaytgan kondensati entalpiyalari, kJ/kg; $h_{t.t}$, $h_{q.t}$ – to‘g‘ri va qaytgan tarmoq suvlarining entalpiyasi, kJ/kg; φ – QUda issiqlikni saqlash koeffitsiyenti;



8.1-rasm. GTQ-IEM sodda issiqlik sxemasi (a) va issiqlik oqimlari sxemasi (b).

2) qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish rejimida

$$Q_{is} = (G_{t.s} + B_{QY}) \cdot (h_{QU} - h_{ch}) \cdot \varphi = G_{QU} \cdot (h_{QU} - h_{ch}) \cdot \varphi,$$

bu yerda B_{QY} – QU oldida yoqiladigan qo‘shimcha yoqilg‘i miqdori, kg/s; G_{QU} – QUga kirishdagi gazlar miqdori, kg/s; h_{QU} – QUga kirishdagi gazlar entalpiyasi, kJ/kg;

Q_{is} kattaligining qiymati GTQdan chiqish gazlarining issiqligiga quyidagicha bog‘langan (qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilmaydigan ish rejimi)

$$Q_{is} = Q_g^{t.s} - Q_{ch} = G_{t.s} \cdot (h_{t.s} - h_{ch}) \cdot \varphi = Q_g^{t.s} - G_{t.s} \cdot h_{ch}.$$

GTQ-IEMini loyihalashtirishda, shudring nuqtasi haroratini hisobga olgan holda, QUdan chiqish gazlarining eng past qiymatini $T_{ch} = 80 - 100 \text{ } ^\circ\text{C}$ olishga

harakat qilinadi. $Q_g^{t.s}$ issiqligini to‘liq utilizatsiyalashning texnik jihatdan imkoni yo‘q.

QUda issiqlikni utilizatsiyalash samaradorlik koeffitsiyenti (qo‘shimcha yoqilg‘i yoqilmaydigan ish rejimi)

$$\beta_{ut} = \frac{Q_{is}}{Q_g^{t.s}} = \frac{G_{t.s} \cdot (h_{t.s} - h_{ch})}{G_{t.s} \cdot h_{t.s}} = 1 - \frac{h_{ch}}{h_{t.s}}$$

Bu ko‘rsatkichning GTQdan chiqish gazlari $T_{t.s}$ haroratiga va QUDan chiqish gazlari T_{ch} haroratiga bog‘liqligi 8.2-rasmda keltirilgan. Koeffitsiyent qiymati 0,7-0,9 oraliqda $T_{t.s}$ harorati ortishi va T_{ch} harorati kamayishi bilan kattalashadi.

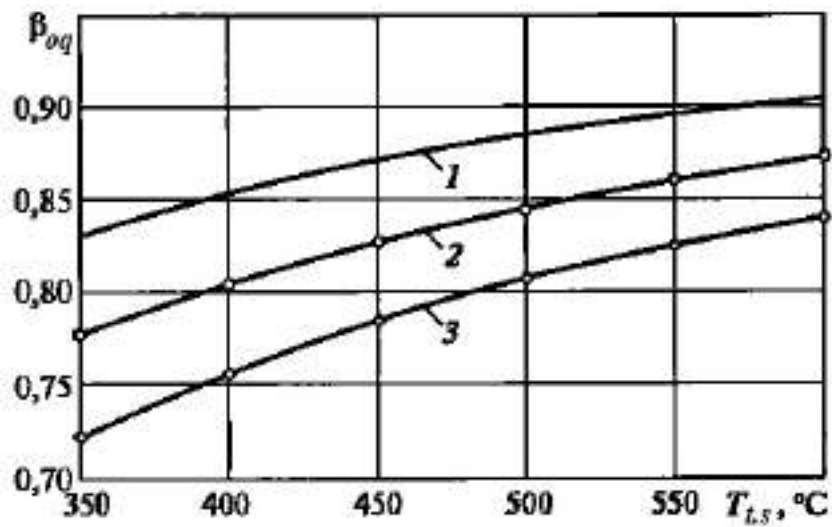
GTQ-IEM ko‘rsatkichlarini tahlil qilishda GTQdan chiqish gazlarining issiqligini yo‘qolish koeffitsiyentidan ham foydalaniladi

$$\beta_{t.s} = \frac{Q_g^{t.s}}{Q_g^{yo}}$$

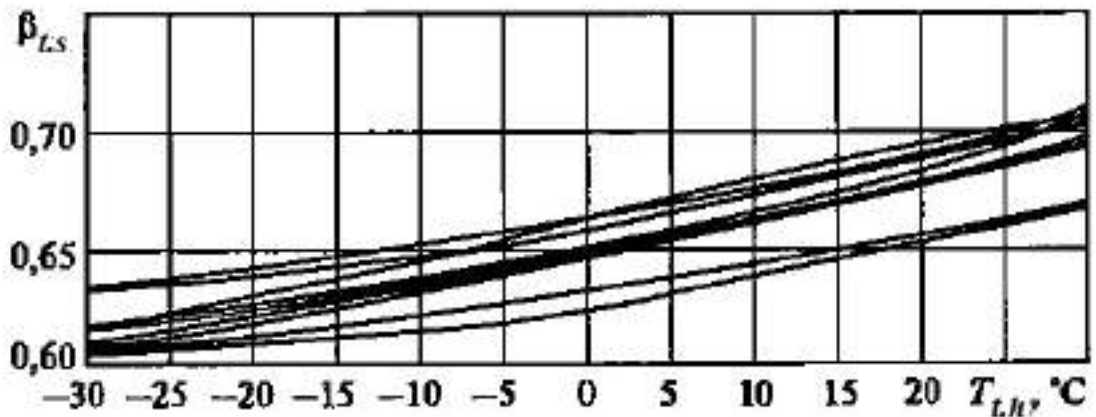
Qo‘llaniladigan GTQlarning turi va bir qator energetik GTQlar HK-37-1; ГТУ-16V; ГТЭ-115-1170; ГТЭ-110; 9FA (General Electric); GT8C; GT13D; GT13E2 (ABB); V94.2, V64.3 (Siemens) va boshq. uchun tashqi havо parametrlariga $\beta_{t.s}$ kattalikning bog‘liqligi 8.3-rasmda keltirilgan. Grafikda har bir liniyaga mos keluvchi energetik GTQlarning turlari ko‘rsatilmagan, chunki $\beta_{t.s}$ koeffitsiyent, amalda GTQ turiga bog‘liq bo‘lmaydi. Uning qiymatiga gaz turbinalari oldidagi gazlarning boshlang‘ich parametrlari juda kam ta’sir ko‘rsatadi. Tashqi havoning harorati 0 °C dan ko‘tarilsa $\beta_{t.s}$ koeffitsiyentining qiymati ham ko‘tarilib boradi.

BTQlardagi kabi, tashqi iste’molchiga uzatiladigan issiqlikning yoqiladigan yoqilg‘ining issiqligiga nisbat ulushi tushunchasi kiritiladi. β_{is} kattaligini β_{oq} va $\beta_{t.s}$ koeffitsiyentlari yordamida baholash va o‘rtacha ko‘rinishda quyidagi munosabat orqali baholash mumkin (xatolik 1-3 % oralig‘ida):

$$\beta_{is} = \frac{Q_{is}}{Q_{yo}} = \beta_{oq} \cdot \beta_{t.s} = \frac{1}{1,538 - 0,00321 \cdot T_{t.h}} \cdot \left(1 - \frac{h_{ch}}{h_{t.s}}\right).$$



8.2-rasm. Gaz-suvli issiqlik almashingichlarning turli harorat qiymatlarida GTdan keyingi gaz haroratini GTQdan chiqishda utilizatsiyalanish darajasiga bog‘liqlik grafigi: 1- $T_{ch}=60^\circ\text{C}$; 2- $T_{ch}=80^\circ\text{C}$; 3- $T_{ch}=100^\circ\text{C}$;



8.3-rasm. Bir qator GTQlar uchun β_{LS} ko‘rsatkichining tashqi havo haroratiga bog‘liqligi

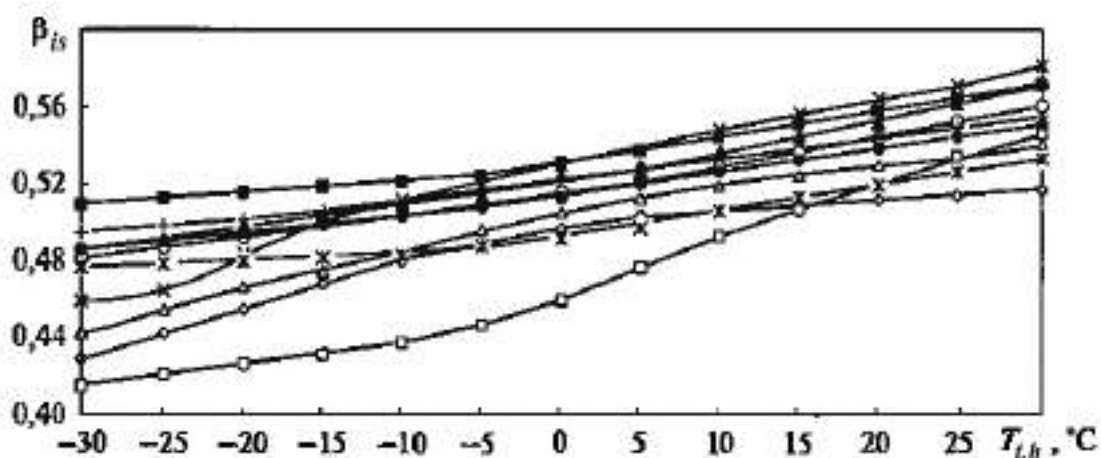
Shunday qilib, GTQ-IEMdagi QUga (GSIa) kirish va chiqishdagi gazlar parametrlari bilan bir qatorda T_{th} tashqi havo harorati ham β_{is} kattaligiga ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy parametrlar hisoblanadi. Chiqish gazlari $T_{ch}=100^\circ\text{C}$ gacha GSIAda sovitiladigan bir qator energetik GTQlar uchun bunday ta’sir 8.4-rasmda ko‘rsatilgan. β_{is} ning katta qiymati T_{th} ko‘tarilishi bilan, shuningdek, gazlarning boshlang‘ich parametrlari va GTQ konstruktiv sxemalariga muvofiq chiqish gazlarining haroratini ortishi bilan bog‘liq.

Avval ham ta’kidlanganidek, GTQ-IEM – bug‘-gazli IEM umumiy sxemasining xususiy holi hisoblanadi. GTQ-IEMda GTQdan chiqish gazlari issiqligini utilizatsiyalash bazasida elektr energiyasi ishlab chiqarish ko‘zda

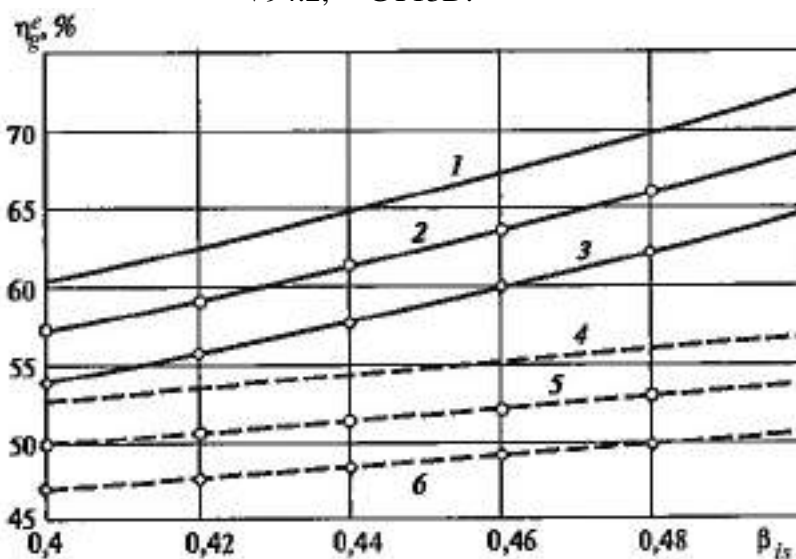
tutilmagan. Shuning bilan birga, ushbu holatda IEMda qo‘yib yuborilayotgan energiya turlari orasida (issiqlik va elektr energiyasi) umumiy yoqilg‘i sarfiga ajratish masalasi ham dolzarb hisoblanadi.

GTQ-IEMda umumiy yoqilg‘i sarfi QU oldidagi GTQdan chiqish gazlari muhitida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishni hisobga olgan holda aniqlanadi. Mos ravishda elektr energiyasi va issiqlik ishlab chiqarish uchun yoqilg‘i sarflari ulushi “proporsionallik” metodiga ko‘ra quyidagicha aniqlanadi

$$\frac{B_{GTQ-IEM}^e}{B_{GTQ-IEM}} = \frac{K_N \cdot \eta_g^{e.avt}}{K_N \cdot \eta_g^{e.avt} + \beta_{is} \cdot \bar{\eta}}$$



8.4-rasm. β_{is} koeffitsiyentini turli GTQlar uchun tashqi haroratiga bog‘liqlik grafiqi: Δ -ГТ16У, \square -HK-37, +-GE9FA, x-ГТЭ-115, \circ -GT8C, \diamond -ГТГ-110, \blacktriangle -GT13E, *-V64.3, \blacksquare -V94.2, \bullet -GT13D.



8.5-rasm. GTQ-IEM elektr energiyasi ishlab chiqarish FIKning tashqi iste‘molchiga sarflangan issiqlik ulushiga bog‘liqlik grafiqi, turli FIK qiymatlarida $\eta_g^{e.avt}$: 1-0,37; 2-0,35; 3-0,33; 4-0,37; 5-0,35; 6-0,33.

$$\frac{B_{GTQ-IEM}^{is}}{B_{GTQ-IEM}} = \frac{\beta_{is} \cdot \bar{\eta}}{K_N \cdot \eta_g^{e.avt} + \beta_{is} \cdot \bar{\eta}}$$

Qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishni hisobga olgan GTQ-IEMning issiqlik samaradorligini asosiy qo‘rsatkichlari quyidagilar:

1) elektr energiyasi ishlab chiqarish FIK

$$\eta_g^e = \frac{N_g^e}{B_{GTQ-IEM}^e \cdot Q_i^{yo}} = \frac{K_N \cdot \eta_g^{e.avt} + \beta_{is} \cdot \bar{\eta}}{1 + \beta_{qy}}$$

Bu FIKning β_{is} issiqlik ulushiga va IEMda umumiy yoqilg‘i sarfining FIKning $\eta_g^{e.avt}$ (0,33; 0,35; 0,37) bir nechta qiymatlari uchun ajratilish metodiga bog‘liqligi 8.5-rasmda keltirilgan. 1-3 to‘g‘ri chiziqlari yoqilg‘ining “fizik” uslubda taqsimot qilinishiga, 5-6 punktir chiziqlari esa “proporsionallik” uslubida taqsimot qilinishiga mos keladi. avtonom rejimdagi GTQning elektr energiyasi ishlab chiqarish FIKi bilan taqqoslaganda GTQ-IEMning FIKi yoqilg‘i taqsimotining “proporsionallik” uslubida β_{is} issiqlik ulushi qiymatiga bog‘liq holda 30-50 %ga katta bo‘ladi;

2) generatsiyalanadigan elektr energiyasi birligiga shartli yoqilg‘i sarfi, g/(kVt·s),

$$b_g^e = \frac{122,8}{\eta_g^e};$$

3) issiqlik ishlab chiqarish FIKi

$$\eta_g^{is} = \frac{Q_{is}}{B_{GTQ-IEM}^{is} \cdot Q_i^g} = \frac{K_N \cdot \eta_g^{e.avt} + \beta_{is} \cdot \bar{\eta}}{\bar{\eta} \cdot (1 + \beta_{qy})}$$

β_{is} issiqlik ulushi ortishi bilan GTQ-IEM issiqlik ishlab chiqarish FIK 100 %ga tenglashishi mumkin. Bu ko‘rsatkichdan iste’molchilarga issiqlik qo‘yib yuborishning turli variantdagi sxemalarini taqqoslash uchun foydalaniladi;

4) ishlab chiqarilgan issiqlik birligiga shartli yoqilg‘i sarfi, kg/GJ:

$$b_g^{is} = \frac{34,121}{\eta_g^{is}}.$$

GTQ-IEMning issiqlik sxemasi variantlarini taqqoslash tahlilida IEMdagi umumiy yoqilg‘i sarfining bo‘linish usuliga bog‘liq bo‘lmagan ko‘rsatkichlardan foydalaniladi;

5) yoqiladigan yoqilg‘ining issiqligidan foydalanish koeffitsiyenti

$$\eta_g^{f.yo} = \frac{N_g^e + Q_{is}}{Q_g^s + Q_{qy}} = \frac{K_N \cdot \eta_g^{e.avt} + \beta_{is}}{(1 + \beta_{qy})}$$

Бу катталиқ ГТҚ-ИЭМнинг электр энергияси ва иссиқликни ишлаб чиқаришдаги йиғинди иссиқлик самарадорлиги кўрсаткичини ифодалайди.

$\beta_{qy} = 0$ бўлганда қуйидаги ифода олинади

$$\eta_g^{f.yo} = K_N \cdot \eta_g^{e.avt} + \beta_{is};$$

6) иссиқлик исте‘мoli uchun solishtirma elektr energiyasi ishlab chiqarishi

$$\varepsilon_g^{is} = \frac{N_g^e}{Q_{is}} = \frac{\eta_g^{f.yo} \cdot (1 + \beta_{qy}) - \beta_{is}}{\beta_{is}}$$

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarishda talaba quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o‘rganish;
- keltirilgan sxemalar bo‘yicha nazariy ma’lumotlarni to‘plash;
- qurilma sxemasini mustaqil chizish va stendda yig‘ish.

Hisobot tarkibi

- Respublika energetikasida bug‘-gazli qurilmalarning ahamiyati;
- gaz turbinali IEM energetik ko‘rsatkichlarini qo‘llanishi bo‘yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- tanlangan sxemadagi bug‘-gaz qurilmali IEMlarni qo‘llashning afzalliklari.

9 – tajriba ishi

GTQ-IEMning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari

Ishning maqsadi. GTQ-IEMning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini o‘rganish.

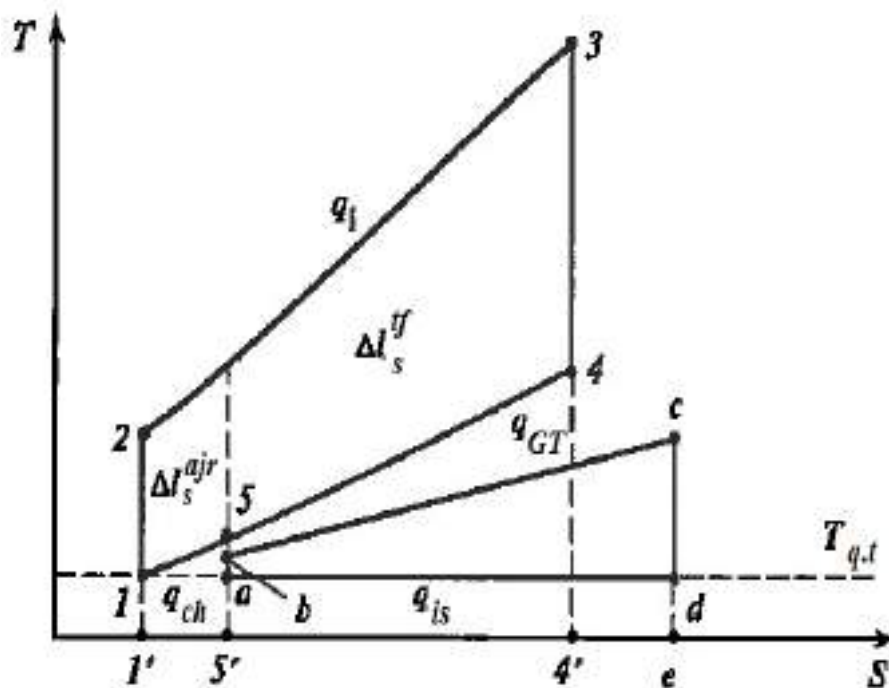
Kerakli asbob uskunalari: yig‘uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

Gaz turbinali issiqlik elektr markazlarining samaradorlik ko‘rsatkichlari

Gaz turbinali issiqlik elektr markazi (GTQ-IEM) – bug‘-gazli IEMning xususiy holi bo‘lib, ularda GTQdan chiqish gazlarining issiqligidan, QUda tashqi iste‘molchiga berish uchun issiqlik ishlab chiqarish maqsadida foydalaniladi. GTQ-IEMning quvvati issiqlik sxemada qo‘llaniladigan GTQ turidan va iste‘mol qilinadigan issiqlik miqdoridan aniqlanadi. Bug‘-kuch qurilmali IEMlardan farqli ravishda, GTQ-IEMda elektr energiyasi ishlab chiqarilishi iste‘molchilarga qo‘yib yuboriladigan issiqlik va GTQdan chiqish gazlari issiqligini utilizatsiya qilinishi bilan bog‘liq emas. Chiqish gazlarining issiqligi gazlarning boshlang‘ich va oxirgi parametrlariga, tashqi havo tavsifnomalariga va boshqalarga bog‘liq. GTQ-IEM da GTQdan chiqish gazlarining issiqligidan maksimal darajada foydalanish imkoniyati, issiqlik yuklamasi grafigini hisobga olgan holda, uning issiqlik sxemasini tuzilishi bilan baholanadi.

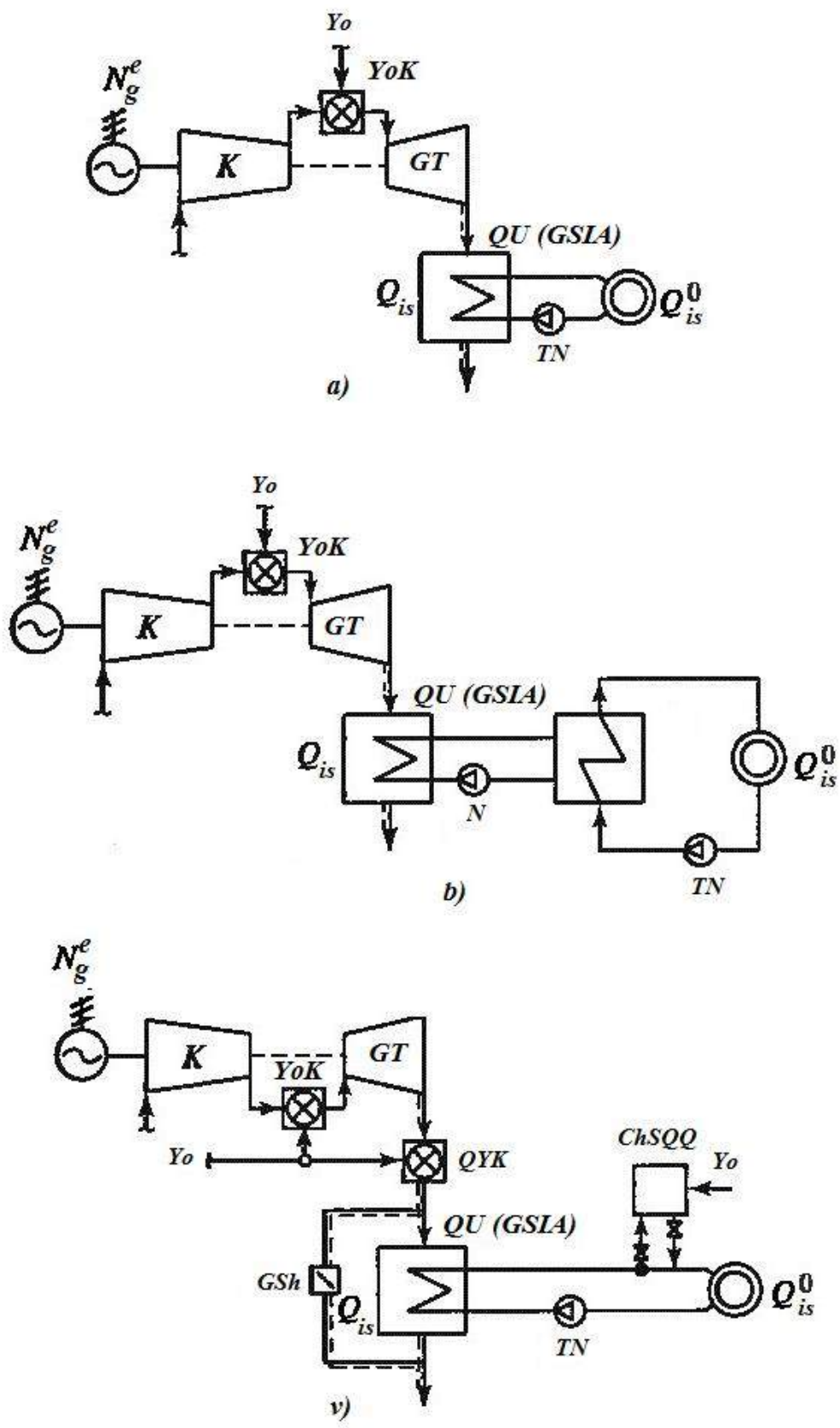
Issiqlik yuklamasining xarakteridan kelib chiqib, GTQ-IEMlar issiqlik ta‘minotili, sanoat ishlab chiqarishli yoki kombinatsiyalashgan issiqlik sxemali bo‘lishi mumkin. 9.1-rasmda GTQ-IEMning termodinamik sikli keltirilgan bo‘lib, sikldan teplofikatsion Δl_s^{tf} siklni va Brayton siklining ajratilgan Δl_s^{ajr} qismini, hamda GTQdan chiqish gazlarining QUdan chiqish gazlari bilan yo‘qotiladigan issiqligini q_{ch} ko‘rish mumkin.

Issiqlik ta'minotli GTQ-IEMlarda issiqlik ta'minoti tizimi tarmoq suvini QUda (gaz-suv turidagi issiqlik almashingichda – GSIA) GTQdan chiqish gazlari bilan qizdirib issiqlik va elektr energiyasini kombinatsiyalab ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan. Qizdirilgan suvni GSIAdan bevosita uzatish yoki qizdirish yuzalarini kirlanishdan himoyalash maqsadida oraliq issiqlik almashingichdan foydalanib uzatishga mo'ljallangan issiqlik sxemalari bo'yicha ishlash mumkin (9.2,a,b-rasm).



9.1-rasm. GTQ-IEMning termodinamik sikli: 1-2-3-4 – Brayton sikli; q_1 , q_{GT} – siklga keltirilayotgan va issiqlik almashingichda tarmoq suvini qizdirish uchun chiqish gazlaridan berilayotgan solishtirma issiqlik (a-b-c-d – jarayon); q_{ch} – issiqlik almashingichdan (QU) keyin chiqish gazlari bilan yo'qotiladigan issiqlik.

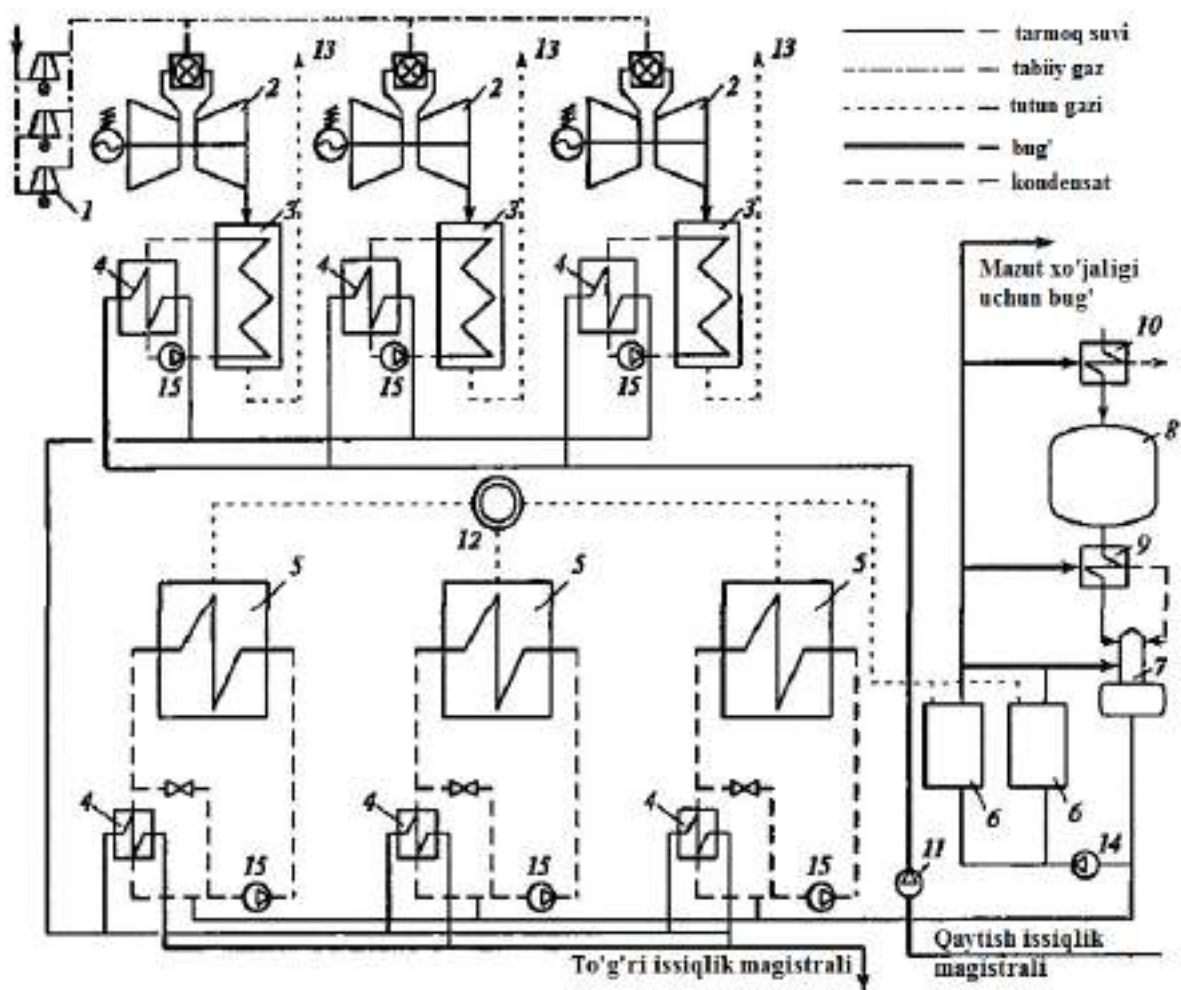
Issiqlik yuklamasining sutkalik va mavsumiy farqlanishlari katta ekanligi GTQ-IEMda bir nechta GTQlar va cho'qqili issiqlik manbalarini o'rnatish zarurligini keltirib chiqaradi. Misol uchun Elektrostal shahridagi GTQ-IEMda cho'qqili suv isitish qozoni o'rnatilgan (9.3-rasm) ($\alpha_{IEM} < 1$). 9.2,v-rasmda boshqacha yechim keltirilgan: issiqlik iste'molini rostlanishi GTQdan chiqish gazlari muhitida qo'shimcha yoqilg'i yoqish va QU yaqinida bu gazlarning bir qismini baypaslash orqali amalga oshiriladi. Har bir keltirilgan holatlarda, qo'llaniladigan qurilmalar va issiqlik yuklamalarini o'zgarish xarakteridan kelib chiqib qabul qilingan texnologik sxemalar asoslanishi zarur.



9.2-rasm. Issiqlik ta'minotli GTQ-IEM issiqlik sxemalari variantlari: a-oraliq issiqlik almashingichi qo'llanilmagan; b-oraliq issiqlik almashingich o'rnatilgan; v-iste'molchilarga issiqlik berishni roslashning turli usullari; TN-tarmoq nasosi; N-issiqlik almashingich nasosi; GSH-gaz shiberi (zaslonka); QYK-qo'shimcha yoqilg'i yoqish kamerasi; CHSQQ-cho'qqili suv qizdirish qozoni

Sanoat GTQ-IEMlari QUda texnologik bug' ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan (9.4-rasm). Texnologik issiqlik yuklamasining o'zgarishi yil davomida juda kam o'zgarishi, sxemada qo'llaniladigan GTQlar soni va o'lchamlarini hamda yuklamani rostdlash usulini tanlash jarayonini osonlashtiradi.

Sanoat GTQ-IEMlarining qozon-utilizatorlari, odatda bir konturli qilib tayyorlanadi. Chiqish gazlarining haroratini qo'shimcha pasaytirish va issiqlik yuklamasini qoplash uchun qozonning chiqish qismiga gazli tarmoq qizdirgichlari (GTarQ) o'rnatiladi. Bunday turdagi GTQ-IEMlar kombinatsiyalashgan deb ataladi.



9.3-rasm. Issiqli ta'minotli GTQ-IEMning prinsipial issiqlik sxemasi (Elektrostal sh.):
1-siquv kompressori; 2-GTQ; 3-gaz-suvli issiqlik almashingich; 4-suv-suvli issiqlik almashingich; 5-suv qizdirish qozoni; 6-bug' qozoni; 7-ta'minot suvi va suv qizdirish qozonini ta'minlash deaeratori; 8-kimyoviy suv tozalash; 9-qo'shimcha suv qizdirgich; 10-xom suv qizdirgich; 11-tarmoq nasosi; 12-suv qizdirish va bug' qozonlarining tutun mo'risi; 13-GTQ tutun mo'risiga; 14-ta'minot nasosi; 15-GSIA va suv qizdirish qozoni sirkulyatsiya konturlari nasoslari.

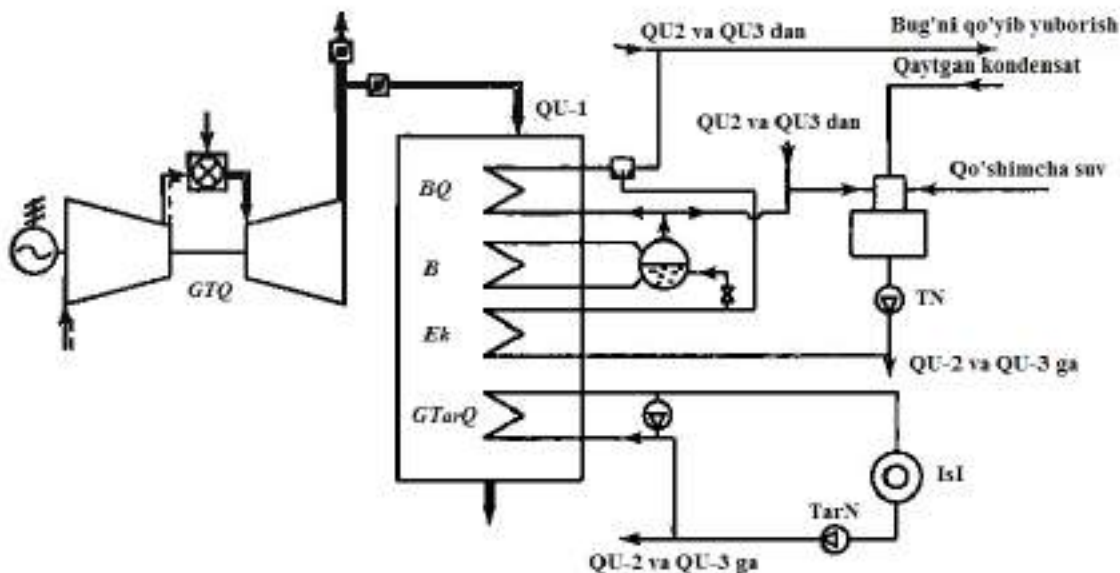
Amalda mavjud GTQ-IEMlarining qisqa texnik ma'lumotlari 9.1-jadvalda keltirilgan.

9.1-jadval. Amalda mavjud GTQ-IEMlarning texnik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichi	Elektr stansiyasining nomi						
	“Neft toshi” GTESi	Urengoy GTES	Kazim GTESi	Yamburg GTESi	Miriin GTESi	Yoqutiston IESi*	
O‘rnatilgan quvvat: elektr, MVt	48	72	72	72	120	240	
issiqlik, Gkal/s	16	48	24	48	80	272	
GTQ turi, zavodi	TGTQ-12, “Mashproyekt” IICHB	TGTQ-12, “Mashproyekt” IICHB	TGTQ-12, “Mashproyekt” IICHB	TGTQ-12, “Mashproyekt” IICHB	TGTQ-12, “Mashproyekt” IICHB	GT-25, LMZ	GT-35, XTZ
Elektr quvvati, MVt	12	12	12	12	12	25	35
GTQ soni, ta	4	6	6	6	10	4	4
QU turi, zavodi	UTO-4, UEMZ	UTO-8, UEMZ	UTO-4, UEMZ	UTO-8, UEMZ	UTO-8, UEMZ	BDQli TSQ, LMZ	
Issiqlik quvvati, Gkal/s	4	8	4	8	8	34**	
QUlar soni	4	6	6	6	10	8	
Yoqilg‘i turi	Yo‘ldosh gaz	Tabiiy gaz	Tabiiy gaz	Tabiiy gaz	Tabiiy gaz	Tabiiy gaz	
Joylashuv o‘rni	Kaspiy dengizida neft platformada	Yangi Urengoy sh. gaz konida	Beloyarsk sh. mag.gaz quvurida	Yamburg sh. gaz konida	Tinchlik sh. Yoqutiston	Yakutsk sh. Yoqutiston	
Ishga tushirilgan yili	1989	1981	1984	1992	1986	1973	1980

* Faqat gaz turbinali qism

** Qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish orqali



9.4-rasm. Sanoat ishlab chiqarish (Astraxan) GTQ-IEMi sxemasi: GT-gaz turbinasi; QU-qozon-utilizator; BQ-bug‘ qizdirgichi; B-bug‘latgich; GTarQ-gazli tarmoq qizdirgichi; TN-ta‘minot nasosi; TarN-tarmoq nasosi; IsI-issiqlik iste‘molchisi.

Isitish va/yoki issiq suv ta‘minoti uchun mo‘ljallangan bu GTQ-IEMlarning barchasi issiqlik ta‘minotili (kommunal) GTQ-IEMlarga kiradi. Bevosita issiqlik yuklamalari markazida joylashgan issiqlik ta‘minotili GTQ-IEMlar issiqlik va elektr ta‘minoti stansiyalari deb ataladi (GTQ-TIES).

So‘nggi yillarda yirik an’anaviy energetik obyektlarini moliyalashtirishda duch kelinayotgan qiyinchiliklar tufayli kichik va o‘rta quvvatli GTQ-IEMlarga buyurtmalar soni ortib boryapti. Hozirgi paytda issiqlikni issiq suv ko‘rinishida ishlab chiqaruvchi issiqlik ta‘minotli GTQ-IEMlar va issiqlikni bug‘ yoki bug‘ va issiq suv ko‘rinishida ishlab chiqaruvchi sanoat GTQ-IEMlari qurib foydalanib kelinmoqda (9.2-jadval).

9.2-jadval. Yangi qurilgan GTQ-IEMlarning texnik ma‘lumotlari

Ko‘rsatkichlar	Elektr stansiyalarning nomi				
	Bezimyansk IEMi*	Shaxtinsk IEMi*	Kamensk IEMi*	Ingush GTES	Radujninsk GTES
O‘rnatilgan quvvat elektr, MVt	50	64	64	64	60
Issiqlik, (Gkal/s)/(t/s)	-/120	98,8 /-	-/240	49,2/-	102,6/-
GTQ turi, zavodi	NK-37 “Dvigateli NK”	GTQ-15, “Mashproyekt”	ГТЭ-16, ТМЗ	GTQ-15, “Mashproyekt”	GTQ55ST-20 “Energoavia”
Elektr quvvati, MVt	25	15	15	15	20
GTQ soni	2	4	4	4	4
QU turi, zavodi	TKU-1, TKZ	GPSV, ZIO	TKU-1, TKZ	UTO-UEMZ	UTO-UEMZ
Issiqlik quvvati, Gkal/s	-	24,7	-	12,3	34,2
Bug‘ i/ch unumdorligi, t/s	60	-	60	-	-
QU soni	2	4	4	4	4
Yoqilg‘i turi	Tabiiy gaz	Tabiiy gaz	Tabiiy gaz	Tabiiy gaz	Yo‘ldosh gaz
Joylashuv hududi	Samara sh.	Shaxtinsk sh.	Kamensk sh.	Karabulak sh.	Radujniy sh.

9.2-jadval oxiri

Ko‘rsatkichlar	Elektr stansiyalarning nomi					
	Elektrostral GTQ-IEMi*		Ishimbay GTQ-IEMi*	Naftan KGTQ*	“Aktubinskneft” KGTQ	Gryazovets KS KGTQ
O‘rnatilgan quvvat elektr, MVt	48,8		10	40	15	25
Issiqlik, (Gkal/s)/(t/s)	72/-		18 /-	-/80	-/22	-/57
GTQ turi, zavodi	GT35, ABB	GTE-25U, TMZ	GTE-10/95, “Motor”	GTQ55ST-20 “Energoavia”	GTQ-15, “Mashproyekt”	GTN-25, TMZ
Elektr quvvati, MVt	16,8	32,0	10,0	20	15	25
GTQ soni	1	2	1	2	1	1
QU turi, zavodi	GPSV, ABB	GPSV, ZIO	-	P92, ZIO	KGT-25/14, BZEM	KGT-50/14, BZEM
Issiqlik quvvati, Gkal/s	24	24	18	-	-	-
Bug‘ i/ch unumdorligi, t/s	-	-	-	40	22	57
QU soni	1	2	1	2	1	1
Yoqilg‘i turi	Tabiiy gaz		Tabiiy gaz	Tabiiy gaz	Tabiiy gaz	Tabiiy gaz
Joylashuv hududi	Elektrostral sh.		Ishimbay sh.	Novopolotsk sh. Belarus	Aktyubinsk sh.	Volgograd vil.

*фақат газ турбинали қисм

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar elektr stansiyasining gaz turbinali qismiga tegishli.

Yuqorida keltirilgan realizatsiya holatida hisoblanadigan GTQ-IEM loyihalaridan tashqari, sohaning yetakchi institutlari tomonidan gaz turbinali texnologiyalar bazasidagi kombinatsiyalashgan issiqlik elektr ta'minoti manbalarining ko'plab loyihalari va texnik-iqtisodiy asosnomalari ishlab chiqilgan. Kichik GTQ-IEMlarini (mini-IEM) amalda qo'llaniladiganlari ustiga va yangi tashkil qilinadigan tuman qozonxonasida qurilishi issiqlik ta'minoti tizimlarida kapital qo'yimalari o'lchamini bir necha barobar qisqartirish imkonini beradi.

Kichik va o'rta quvvatli GTQ-IEM loyihalari quyidagi 9.3-jadvalda keltirilgan.

9.3-jadval. GTQ-IEM loyihasi texnik ma'lumotlari

Ko'rsatkich	GTQ turi, zavodi								
	GTQ-10	GTQ-15	GTQ-20	GTQ55ST-20	GTE-25U	GTE-45-1	GTQ-15	GTQ-6	GTQ-20
Elektr quvvati, MVt	9,0	15,0	20,0	20,0	25,0	43,0	15,0	6,0	20,0
QU turi	GPSV	PSV	GPSV	GPSV	GPSV	GPSV	KVGM-100	KGTK-25/14	KU3100
Issiqlik quvvati, MVt	28,0	23*/33	31*	40*	63	79*	116**	-	-
Bug' unumdorligi, t/s	-	-	-	-	-	-	-	22,0	26,0
Qo'shimcha yoqilg'i qurilmasi	bor	bor	yo'q	yo'q	bor	yo'q	bor	bor	bor
Elektr stansiya vazifasi, issiqlik yuklamasi turi	Issiqlik yuklamasi	Issiqlik yuklamasi	Issiqlik yuklamasi	Issiqlik yuklamasi	Issiqlik yuklamasi	Issiqlik yuklamasi	Issiqlik yuklamasi	Sanoat korxonasi, bug' qozoni	Sanoat korxonasi, bug' qozoni

Eslatma. GTQ yoqilg'i turi – tabiiy gaz. * qo'shimcha yoqilg'isiz; **suv qizdishi qozonli sxema

Texnologik bug' ishlab chiqarish uchun sanoat BGQ-IEMlaridan foydalaniladi. Bunday qurilmalar dunyo miqyosida juda keng tarqalgan, ular mustaqil ravishda sanoat ishlab chiqarish korxonalarining bug'ga bo'lgan ehtiyojini qondiradi.

Texnologik bug‘ ishlab chiqarish maqsadida GTQdan foydalanishga misol qilib Gretsiyaning Korinf shahri yaqinidagi neftni qayta ishlash zavodida o‘rnatilgan, ikkita, bug‘ ishlab chiqarish unumdorligi 70 t/s bo‘lgan QUlarga ega GT35 ABB rusumli gaz turbinali generatorli bloklardan tarkib topgan GTQ-IEMni keltirish mumkin. Xorijiy, o‘rtacha quvvatli (10-50 MVt) agregatlarga ega sanoat GTQ-IEMlarining ko‘rsatkichlari 9.4-jadvalda keltirilgan.

9.4-jadval. AQSH va G‘arbiy Yevropadagi yirik GTQ-IEMlarning texnik ma‘lumotlari

Ko‘rsatkichlar	GTQ-IEM o‘rnatilgan hudud			
	Xyuston, AQSH	Lerkins, Niderlandiya	Sikomor, AQSH	Midvey, AQSH
IEM elektr quvvati, MVt	300	49,4	300	225
GTQ soni va turi	4xM7E	1xGT8	4xM7E	3xM7E
IEM issiqlik quvvati, MVt	426	73,3	440	316
Issiqlik istemoliga elektr energiyasi i/ch, kVt*s/Gkal	820	785	790	830
Yoqilg‘i issiqligidan foydalanish koeffitsiyenti, %	75,0	77,8	77,5	75,8
Issiqlik uzatishsiz FIK	31,0	31,5	31,5	31,5

Sanoat korxonalarida bunday GTQ-IEMlarni o‘rnatish – butun ishlab chiqarish jarayoniga tayyorgarlik ko‘rsatkichlarini va ishonchligini oshirish, xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi. Chiqish gazlarining issiqligi, shuningdek zaruriy texnologik bug‘ miqdori kabi kattaliklar, amalda tashqi havo haroratiga bog‘liq bo‘lmaydi, shuning uchun GTQ-IEMlaridan yil davomida, utilizatsiya rejimida, texnologik bug‘ ishlab chiqarish maqsadida barqaror foydalanish mumkin.

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarishda talaba quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o‘rganish;
- keltirilgan sxemalar bo‘yicha nazariy ma‘lumotlarni to‘plash;
- qurilma sxemasini mustaqil chizish va stendda yig‘ish.

Hisobot tarkibi

- Respublika energetikasida bug‘-gazli qurilmalarning ahamiyati;
- GTQ-IEMlarning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari bo‘yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- tanlangan sxemadagi GTQ-IEMlarni qo‘llashning afzalliklari.

10 – tajriba ishi

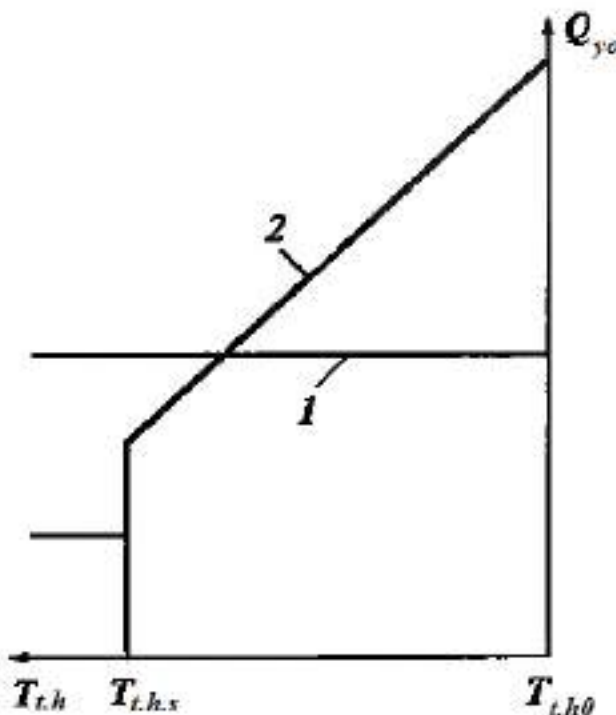
Gaz turbinali-IEMdan issiqlik berilishini rostlash

Ishdan maqsad. GTQ-IEMdan issiqlik berilishini rostlash usuli va sxemalarini o‘rganish.

Kerakli asbob uskunalari: yig‘uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

Gaz turbinali IEMdan issiqlik qo‘yib yuborilishini rostlash

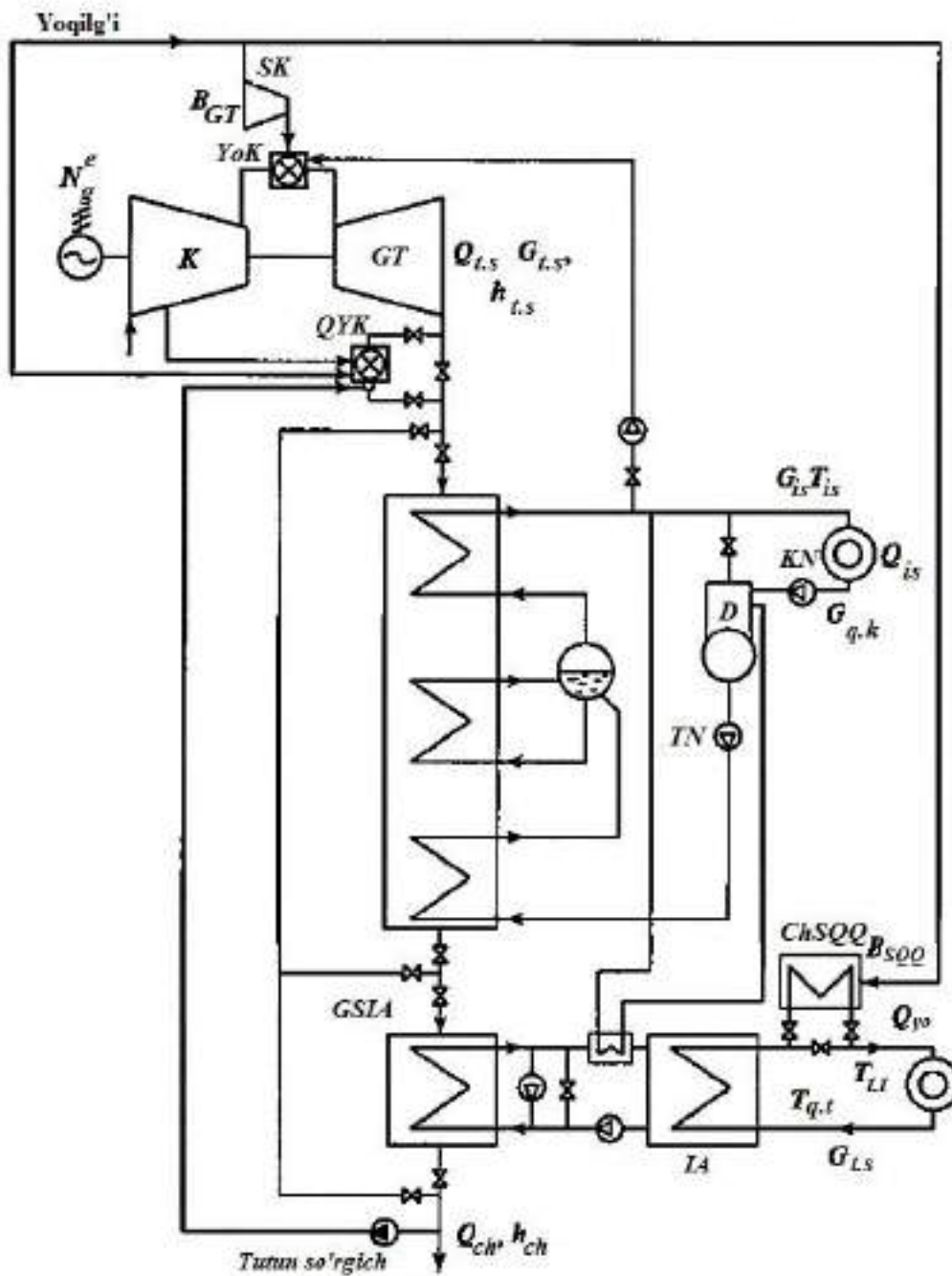
Sanoat va issiqlik ta‘minotli GTQ-IEMlarning issiqlik sxemalarini tahlil qilish, iste‘molchilarga issiqlikni qo‘yib yuborish grafik xususiyatlarini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi (10.1-rasm). Bu turdagi IEMlarning har biri uchun optimal sxemani tanlashda turli texnologik xulosalar yasaladi.



10.1-rasm. Sanoat (1) va issiqlik ta‘minotli (2) IEMlar uchun yil davomida issiqlik yuklamasini o‘zgarish grafiqi: $T_{t.h0}$ – hisobiy (maksimal) issiqlik yuklamasiga mos keluvchi tashqi havo harorati; $T_{t.h.s}$ – isitish mavsumi boshlanishiga (so‘ngiga) mos keluvchi tashqi havo harorati.

10.2-rasmda keltirilgan kombinatsiyalashgan (universal) turdagi GTQ-IEM issiqlik sxemasini umumiy deb qabul qilish mumkin. Keltirilgan sxema yordamida

texnologik bug'ni qo'yib yuborish va issiqlik yuklamasini qoplashni ta'minlash mumkin. Bundan tashqari, QUDA qo'shimcha yoqilg'i yoqish va qozonni aylanib o'tishda gazlarni baypaslash ko'zda tutilgan.



10.2-rasm. GTQ-IEMning universal issiqlik sxemasi

Issiqlik berilishini rostdash issiqlik ta'minotili GTQ-IEMlar uchun dolzarb hisoblanadi va quyidagi ikkita vazifadan birini hal qiladi:

1) agar GSIA issiqlik quvvati kichik bo'lsa, qo'shimcha issiqlik miqdorini berilishi issiqlik ta'minoti grafigi bo'yicha amalga oshirilishi talab qilinadi;

2) agar GSIA issiqlik quvvati tarmoqdagi issiqlik quvvatidan ortib ketsa, sanoat va (yoki) teplofikatsion issiqlik tashuvchiga beriladigan issiqlik miqdorining kamayishi talab qilinadi.

Birinchi vazifani hal etish quyidagi variantlardan biri orqali amalga oshirilishi mumkin:

tarmoq suvini qizdirish uchun cho‘qqili suv qizdirish qozonidan foydalanish;

GSIA oldidagi chiqish gazlari muhitida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishni qo‘llash. Bunday sxemani amalga oshirish va ma’lum miqdordagi qo‘shimcha yoqilg‘ini yoqilishida GSIA’dagi harorat kuchlanishini kamaytirish uchun gazlar retsirkulyatsiyasidan foydalaniladi;

turbinaning YoKga suv (bug‘) purkash;

GTQni cho‘qqili yuklama rejimiga o‘tkazish.

Agar GTQ-IEM uchun chiqish gazlarining issiqligi maksimal issiqlik yuklamasini qoplashga yetarli bo‘lgan gaz turbinali qurilma tanlangan bo‘lsa qo‘shimcha issiqlik berilishi talab qilinmaydi. Bunday yechimning samaradorligi tekshirib ko‘rilmagan.

Ikkinchi vazifani hal etilishida issiqlik sxemalaridagi quyidagi xususiyatlarni ko‘rsatish mumkin:

gaz-suv turidagi issiqlik almashingichlarga ega GTQ energetik bloklardan bir nechta GTQ-IEM tarkibiga kiritiladi. Ular turli ishlash davriyligiga ega bo‘ladi. Ularning ketma-ket ishga tushirilishi va GTQ yuklamalarini ma’lum oraliqda o‘zgartirilishi issiqlik yuklamalarining katta qismini qoplashga imkoni yaratadi;

GSIA issiqlik quvvatini kamaytirish uchun baypas gaz yo‘llari va shiberlar yordamida gazlarni baypaslashdan foydalaniladi;

sxemada issiqlikni qo‘yib yuborilishi GSIA orqali suvni retsirkulyatsiyalash va GSIA’dan chiqishdagi suvga qaytgan tarmoq suvini aralashtirish yordamida rostlanadi;

GTQ-IEMning issiqlik yuklamasini rostlanishi GTQ yuklamasini o‘zgartirish natijasida ham amalga oshirilishi mumkin.

Issiqlik iste'molining sutkalik farqlanishlarida issiqlik yuklamasini rostlash uchun issiq suv akkumulyatorlaridan foydalaniladi.

GTQ-IEMni loyihalashda yuqorida keltirilgan yechim va xulosalarning turli kombinatsiyalarini qo'llash mumkin. Bunda quyidagi talablarni hisobga olish zarur:

GTQ-IEMdagi bitta blok qurilmasi to'xtatilganda, cho'qqili manba bilan qolgan bloklar birgalikda isitish, ventilyatsiyalash va issiq suv ta'minoti uchun issiqlik iste'molining 70-80 %ini qoplashi shart;

ayrim holatlarda GTQda o'rnatilgan QUdan (GSIA) issiqlikni uzatish tuzsizlantirilgan suv yoki kondensat sirkulyatsiyalanadigan oraliq kontur orqali amalga oshirilishi shart. Bu holatda, GSIAda issiqlik almashinishi yaxshilanadi, ichki yuzalari kirlanishdan himoyalanaadi, suvni retsirkulyatsiyalash zaruriyati bo'lmaydi, lekin qurilmaning metall hajmdorligi va narxi sezilarli darajada kattalashadi.

GTQ-IEMi GSIA dan ortiqcha issiqlikni chiqarish uchun turli issiqlik sxemalaridan foydalanish

Agar gaz turbinali qurilmadan chiqish gazlarining issiqlik potentsiali iste'molchiga etkazib berish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoridan oshib ketgan bo'lsa, bu gazlar issiqligining ma'lum bir qismini olib tashlash zarurati tug'iladi.

Ushbu muammoni hal qilishga imkon beruvchi turli xil texnologik yechimlar orasida eng ko'p ishlatiladigani gaz turbinali qurilma gazlarining GSIA dan o'tkazilishi hisoblanadi. Bunday sxemaning asosiy afzalligi kam qo'shimcha investitsiyalar talab qilishi, shuningdek, o'rnatishning ishonchliligi va sezilarli manevrchanligi hisoblanadi.

GSIA oldidan gaz oqimini baypaslash yo'lidan foydalanib sarfini o'zgartirilishi, GSIA dagi issiqlik almashinish xususiyatlari o'zgarishiga olib keladi. Bu, o'z navbatida, GT chiqishidagi gaz parametrlarining o'zgarishiga olib keladi. Shunga asoslanib, GSIA ga etkazib beriladigan gazlar miqdorini quyidagi bosqichlardan foydalangan holda iteratsiya usuli bilan aniqlanadi:

to'g'ri tarmoq suvining haroratini gazlarning bir qismini baypaslash imkoni bo'lmaganda aniqlash (issiqlikni qo'yib yuborish grafigi parametrlarini hisobga oluvchi n_{is} soni va GTQ ishlash ko'rsatkichlari)

$$T_{t.s1} = f(n_{is}, G_{t.s}, T_{t.s}, \alpha_{t.s}, G_{tar.s}, T_{q.t});$$

GSIA dan keyingi gazlar harorati o'zgarishi hisobga olinmagan issiqlik balans tenglamasi asosida GSIA orqali o'tadigan gazlar miqdorini dastlabki baholash:

$$G_{b1} = \frac{G_{t.s}(h_{t.t}^p - h_{q.t})}{(h_{t.t1} - h_{q.t})};$$

GSIA tekshiruv issiqlik hisobi, gazlarning bir qismini baypaslash hisobiga to'g'ri tarmoq suvining haroratini aniqlash

$$T_{t.ti} = \text{Program GSIA } (n_{is}, G_{b.i-1}, T_{t.s}, \alpha_{t.s}, G_{t.s}, T_{q.c});$$

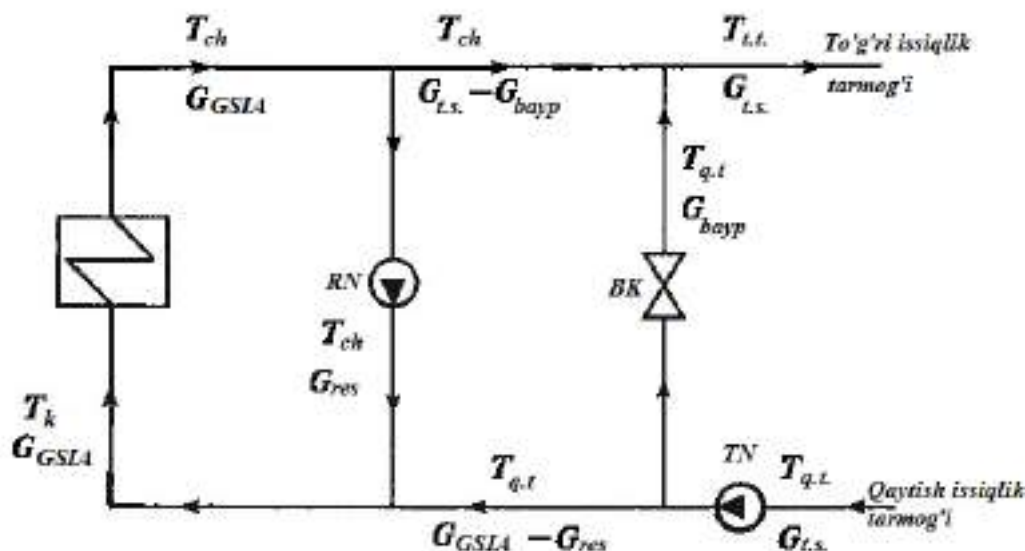
Agar to'g'ri tarmoq suvining harorati belgilangan aniqlikni hisobga olgan holda olingan bo'lsa, tarmoq qurilmasining barcha zaruriy parametrlari aniqlanadi, aksincha holatda, GSIA orqali gazlar sarfidan aniqlanadi

$$G_{b i} = G_{b i-1} \frac{(h_{t.t}^p - h_{q.t})}{(h_{t.t i-1} - h_{q.t})},$$

shundan keyin GSIA orqali aniqlangan gaz sarfini hisobga olgan holda $T_{t.ti}$ bo'yicha tarmoq suvining haroratini aniqlashga qaytiladi.

Gaz oqimini baypaslash rejimida GTQ-IEMning issiqlik samaradorlik ko'rsatkichlari mavjud usullar yordamida topiladi.

Issiqlik uzatilishini pasaytirish uchun, hamda GSIA ishonchlilik rejimini yaxshilash uchun (GSIAga kirishdagi suv haroratini 60-70 °C darajasida saqlab turish uchun) suvni retsirkulyatsiyalash konturidan foydalanish orqali, qaytuvchi tarmoq suvini to'g'ri tarmoq suvi liniyasi bilan aralashtirish sxemasini qo'llash mumkin. bitta energetik blokning suvli konturini soddalashtirilgan texnologik sxemasini 10.3-rasmda keltirilgan.



10.3-rasm. Energetik blokning tarmoq suvi bo'yicha konturining soddalashtirilgan sxemasi: GSIA-gaz-suvli issiqlik almashingich; RN-retsirkulyatsiya nasosi; BK-baypaslash klapani; TN-tarmoq nasosi; TT-to'g'ri uzatish tarmog'i; QT-qaytuvchi tarmoq

GSIAdan chiqadigan suv haroratini tarmoqning harorat grafigiga mos keladigan qiymatgacha pasaytirish maqsadida, qaytuvchi tarmoq suvini aralashtirish uchun baypaslash liniyasi zarur bo'ladi.

Shubhasiz, to'g'ri va qaytuvchi tarmoq suvlarining, hamda qizdirgichga kirishdagi suv haroratlariga bog'liq bo'lgan, GSIAdan chiqishdagi suvlar haroratini aniqlash kerak.

Retsirkulyatsiya va qaytuvchi tarmoq suvi liniyalari suvini aralashtirish nuqtasi uchun issiqlik balans tenglamasini tuzamiz (suvning solishtirma issiqlik sig'imi o'zgarmas deb olinadi):

$$G_{res}(T_{ch} - T_k) = (G_{GSIA} - G_{res}) \cdot (T_k - T_{q.t})$$

bu yerda

$$G_{res} = G_{GSIA} \cdot \frac{(T_k - T_{q.t})}{(T_{ch} - T_{q.t})}$$

Qaytuvchi tarmoqdagi suvni GSIAdan keyingi suv bilan aralashtirish nuqtasi uchun issiqlik balans tenglamasi quyidagicha tuziladi:

$$G_{bayp} \cdot (T_{t.t} - T_{q.t}) = (G_{t.s} - G_{bayp}) \cdot (T_{ch} - T_{t.t});$$

$$G_{bayp} = G_{t.s} \cdot \frac{T_{ch} - T_{t.t}}{T_{ch} - T_{q.t}}$$

Qizdirgich orqali suv sarfi tarmoq suvining sarfi bilan bog‘langan

$$G_{t.s} = G_{GSI A} + G_{bayp} - G_{res}.$$

$G_{t.s} = G_{GSI A}$ sarflar teglashishi uchun, $G_{bayp} - G_{res}$ bo‘lishi talab qilinadi. Bu tenglikni amalga oshirish uchun GSIAdan chiqishdagi suvning harorati, tashqi havoning barcha harorat diapazonlarida quyidagi ifodaga bo‘ysunishi shart

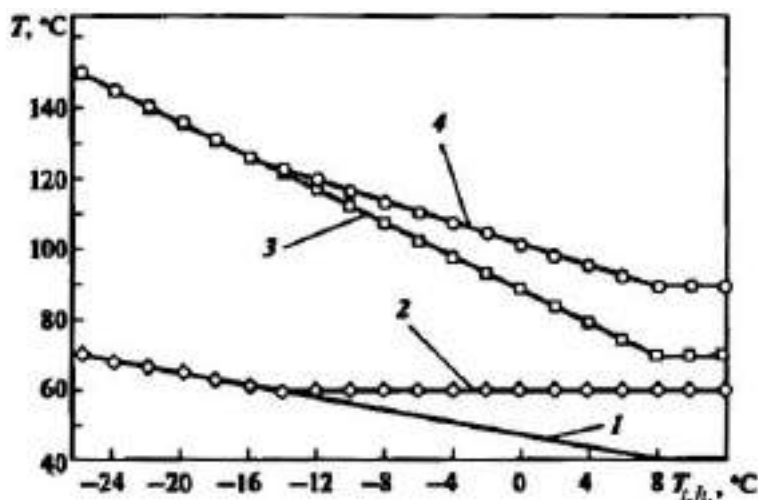
$$T_{ch} = T_k + (T_{t.t} - T_{q.t}).$$

Chiqish harorati, har doim, kirishdagi haroratsdan tarmoq suvini uzatish va qaytish liniyalaridagi farq qiymati darajasida katta bo‘lishi shart. Demak,

$$T_{ch} = \varphi(T_k, T_{t.h}).$$

$T_k=60$ °C holat uchun suv haroratining tashqi havo haroratiga bog‘liqligi 10.4-rasmda keltirilgan.

10.4-rasmdan bu rostdash usuli samarali ekanligini ko‘rish mumkin. Ushbu rostdash usuli iste‘molchilarga issiqlik uzatishni rostdashning ishonchli sxemasini tanlashga imkon yaratadi. Gazlarni baypaslash bilan bir qatorda, ushbu usul mavjud qurilmalar uchun foydalanishga qulay hisoblanadi.



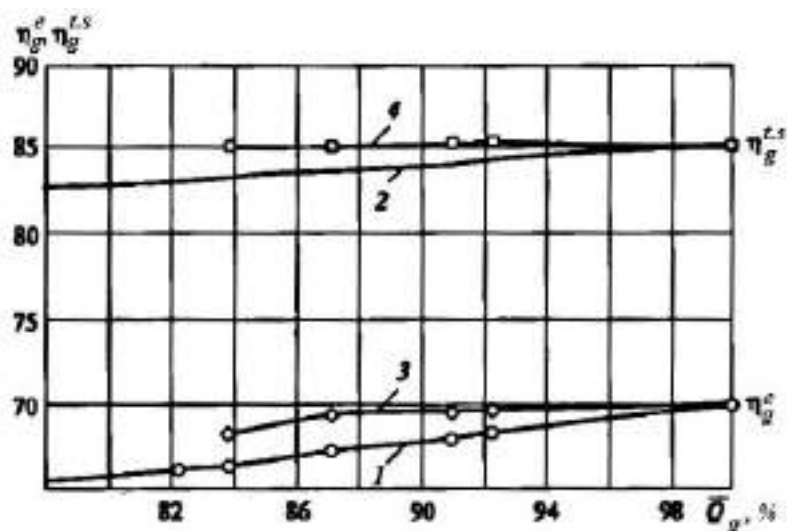
10.4-rasm. Suv haroratining tashqi havo haroratiga bog‘liqlik grafigi (10.3-rasmga q.): 1- $T_{q.t}$; 2- T_k ; 3- T_{ch} ; 4- $T_{t.t}$.

GSIAda utilizatsiyalangan gazlar issiqligini, GTQ yuklamasini pasaytirish yo‘li bilan kamaytirish yetarlicha sodda sxemaga ega. Bu yechimning kamchiligi sifatida GTQning elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi FIK pasayishini ko‘rsatish mumkin, FIKning pasayishi GTQ-IEMning issiqlik samaradorlik ko‘rsatkichiga jiddiy ta‘sir ko‘rsatadi.

GTQ yuklamasini rostdashning ikkita usulidan samarali foydalanish mumkin:

- 1) GTQ GT oldidagi gazlarning boshlang'ich haroratini o'zgartirish orqali;
- 2) GTQ kompressori orqali havo sarfini KYA yordamida o'zgartirish orqali.

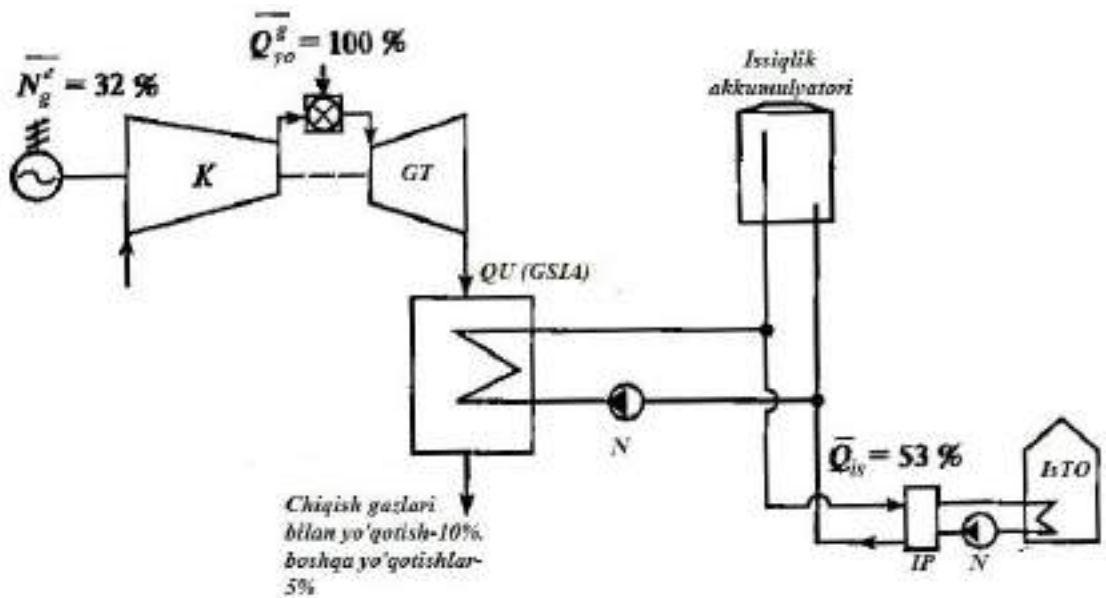
GTQ yuklamasini 78 dan 100 % gacha diapazonda o'zgartirish yo'li bilan BGQ-IEMning issiqlik yuklamasini rostlashda samaradorlik ko'rsatkichining o'zgarishi 10.5-rasmda keltirilgan. Ma'lumotlar tashqi havoning harorati – 5 °C bo'lganda GT8C rusumli GTQ uchun olingan.



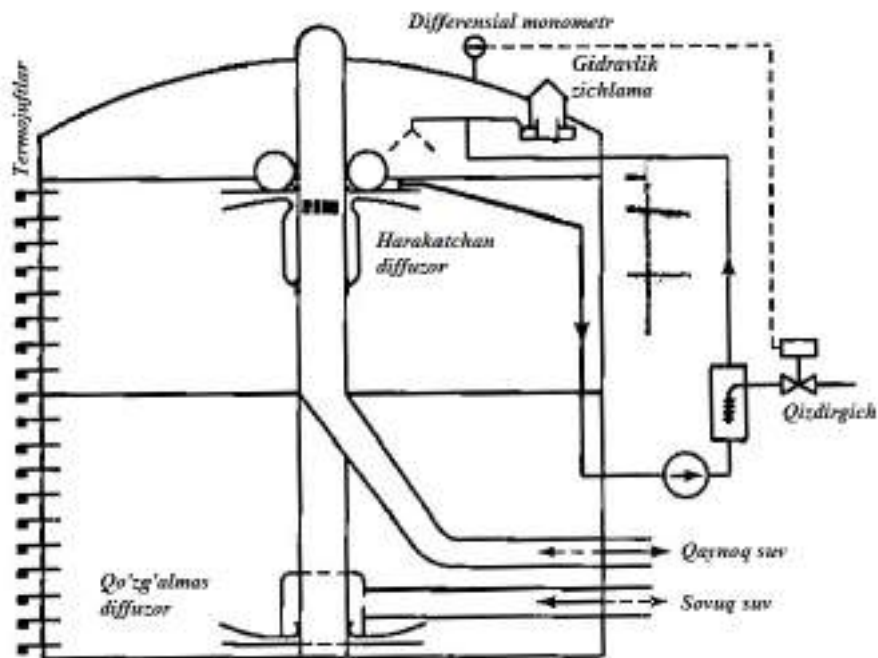
10.5-rasm. GTQ-IEM samaradorligiga GTQ yuklamasi o'zgarishini ta'siri: 1,2-KYAsiz; 3,4-KYA qo'llanilganda ($T_{t,h} = -5\text{ }^\circ\text{C}$)

10,5-rasmdan ko'rsatilganidek, KYAni qo'llanilishi – GTQda gazlarning boshlang'ich haroratini o'zgartirishga nisbatan, GTQ-IEM yuklamasini, samaradorlikni juda kam o'zgartirgan holda, rostlash imkonini beradi. Ushbu holatda, qurilmaning samaradorlik ko'rsatkichlari (elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi FIK η_g^e va yoqilg'i issiqligidan foydalanishdagi FIK $\eta_{t.s}$) ko'tariladi. Bundan tashqari, belgilangan elektr energiyasini qo'yib yuborish qiymatlarida bu rostlash usulini qo'llash mumkin emas. Ularni GSIA yaqinida tutun gazlarining bir qismini baypaslash va tarmoq suvining bir qismini retsirkulyatsiyalash usullari bilan birgalikda qo'llash maqsadga muvofiq.

GTQ-IEMdagi issiqlik akkumulyatorlari GTQdan chiqish gazlarining issiqligini utilizatsiyalanishini yaxshilaydi, shuningdek iste'molchilarning sutka davomidagi nisbiy yuklamalaridagi ma'lum farqlanishlarni kompensatsiyalash imkonini beradi (10.6-rasm).



10.6-rasm. Issiqlik akkumulyatorli GTQ-IEM issiqlik sxemasi:
IP-issiqlik punkti; N-nasos; IsTO-issiqlik ta'minoti obykti.



10.7-rasm. Issiqlik akkumulyatori sxemasi

Ushbu holat tarmoq suvining sarfini o'zgartirmasdan va GTQ yuklamasini saqlagan holda qizdirish imkonini beradi. Bunda tarmoq suvining ortiqcha qismi issiqlik akkumulyatorida yig'iladi, bu akkumulyatorning ishlash prinsipi 10.7-rasmda keltirilgan.

Nisbatan kichik sig'imga ega issiqlik akkumulyatorlari GTQ-IEMning issiqlik samaradorlik ko'rsatkichlarini yaxshilash imkonini beradi. Siktivkar BQG-

IEMida shu maqsad uchun, har birining qaynoq tarmoq suvi bo'yicha sig'imi 5000 m³ (meyoriy hujjatlarga muvofiq) bo'lgan ikkita akkumulyator baki o'rnatilgan.

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarishda talaba quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o'rganish;
- keltirilgan sxemalar bo'yicha nazariy ma'lumotlarni to'plash;
- qurilma sxemasini mustaqil chizish va stendda yig'ish.

Hisobot tarkibi

- Respublika energetikasida bug'-gazli qurilmalarning ahamiyati;
- GTQ-IEMlardan issiqlikni qo'yib yuborilishini rostlash bo'yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- tanlangan sxemadagi BGQ-IEMlarni qo'llashning afzalliklari.

11 – tajriba ishi.

Tutun gazini tashlaydigan turdagi, ko'mir-changili bug'-gaz qurilmasi

Ishdan maqsad. Tutun gazini tashlaydigan turdagi, ko'mir-changili bug'-gaz qurilmasining issiqlik sxemalari va konstruksiyasini o'rganish.

Kerakli asbob uskunalari: yig'uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

Tashlamali turdagi BGQ issiqlik sxemalarining xususiyatlari

Tutun gazini tashlaydigan turdagi, ko'mir-changili bug'-gaz qurilmasining soddalashtirilgan issiqlik sxemasi va Brayton-Renkin termodinamik sikli oldingi tajriba ishlarida keltirilgan edi. Energetik GTQlarning texnologik jarayonlari, qurilmadan chiqish gazlarining yetarlicha yuqori harorati va bu gazlar tarkibidagi oksidlovchi miqdorining ko'pligi bilan tavsiflanadi. Bu ikkita parametr tutun gazini

tashlaydigan turdagi, ko'mir-changili bug'-gaz qurilmasining texnologik jarayonlarini aniqlovchi parametr hisoblanadi.

Bu turdagi BGQlarda GTQdan chiqish gazlari bug'-kuch energetik blok energetik bug' qozoni yondirgichiga, ko'mir kukuni yoki gaz-mazut yoqilg'isini yondirish maqsadida uzatiladi. Ayrim holatlarda, chiqish gazlaridan qozonning kukun tayyorlash tizimida, ko'mirni quritish va maydalash, hamda ularning bir qismini konvektiv shaxtaga retsirkulyatsiyalash maqsadlarida foydalanish mumkin.

GTQ gazlarining massaviy sarfi oddiy havo sarfidan 30 %ga ko'p bo'ladi, chunki gazlar tarkibi GT YoKdan yoqilg'ining yonish mahsulotlari bilan to'yinganholatda keladi. biroq gazlarning yuqori haroratlarida yoqilg'i va havoning zaruriy miqdorlari kamayadi.

Zamonaviy energetik GTQlar yuqori samaradorlik ko'rsatkichiga ega bo'lgan QULi BGQlarning issiqlik sxemalarida ishlashini hisobga olgan holda loyihalanaadi. Buning uchun kompressorda havo bosimi ko'tarilish darajasini π_k oshirishda GT oldidagi gazlarning boshlang'ich haroratini oshirish zarur. Ushbu holatda, GTQdan chiqish gazlarining tarkibida oksidlovchi miqdori kamayadi. Gazlarning boshlang'ich harorati, mos ravishda, 850 va 1250 °C ga teng bo'lsa, chiqish gazlari tarkibida ortiqcha havo miqdori $\alpha_{t,s}$ ham mos ravishda 4,4 va 2,8 ga, ularning tarkibidagi oksidlovchilarning hajmiy konsentratsiyasi mos ravishda 16 va 12,7 % ni tashkil qiladi.

GTning oqim qismi detallarini sovitish tizimlarini takomillashtirilishida yuqori sifatli materiallarni va termoto'siq himoya qoplamalarining qo'llanilishi hamda GTQda yoqilg'i yoqish texnologiyalarini moderinzatsiyalanishi gazlarning boshlang'ich haroratini stexiometrik qiymatga yaqinlashtirishga, chiqish gazlari tarkibidagi oksidlovchining hajmiy konsentratsiyasini esa tashlamali turdagi BGQni yaratish mumkin bo'lmagan qiymatlarga pasaytirish imkonini beradi.

Chiqish gazlarining harorati kichik qiymatlarga va ular tarkibida katta miqdordagi oksidlovchi saqlaydigan energetik GTQlardan foydalanish, tashlamali bug'-gaz qurilmasi sxemasida barcha turdagi organik yoqilg'ilarni yoqishga imkon beradi, biroq bunda ularning samaradorligi pasayib ketadi. GTQda gazlarning

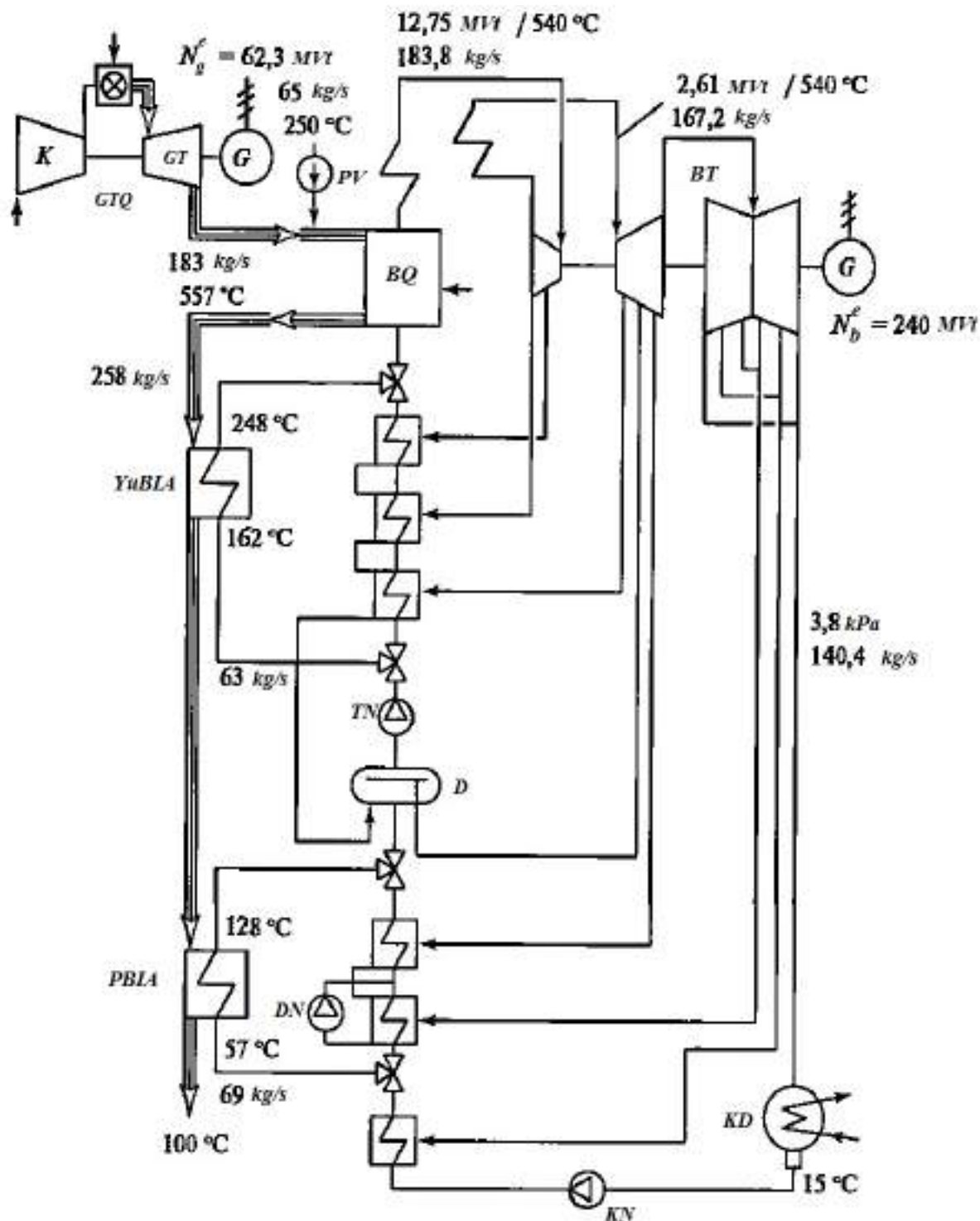
boshlang'ich haroratini ko'tarilishi, undan chiqish gazlarining haroratini ham ortishiga va uning qiymati 620 °C gacha yetishiga olib kelishi mumkin. Bunday haroratli gazlarni sovitmasdan bug' qozonlarining yondirgichlariga berish mumkin emas. Tutun gazlari tarkibida oksidlovchi miqdorini oshirish maqsadida sikldan tashqi havo bilan boyitish zaruriyatining mavjudligi tufayli bu muammoni hal etish mumkin.

Energetik bug'-kuch blokni tashlamali sxema bo'yicha rostdash uchun energetik GTQlardan foydalanish maqsadida, gaz yo'llarining gabarit o'lchamlarini kichiklashtirish uchun ularni bevosita bug' qozonining yaqinida joylashtirish zarur. Bunday shartni, amalda mavjud energetik qurilmalarni rekonstruksiyalash va modernizatsiyalashda, bo'sh maydonlar yo'qligi sababli amalga oshirib bo'lmaydi. Ishlash rejimi o'zgarganda GTQdan chiqish gazlarining oqimini qayta taqsimlash uchun BGQ issiqlik sxemasida yirik diametrga ega gaz shiberlarini o'rnatishga va ularning ishonchli ekspluatatsiya qilinishiga olib keladi. Ular tez bekitiladigan bo'lishi shart, ularni ekspluatatsiya qilinishi esa keng diapazondagi yuklamalar o'zgarishida avtomatlashtirilgan bo'lishi kerak.

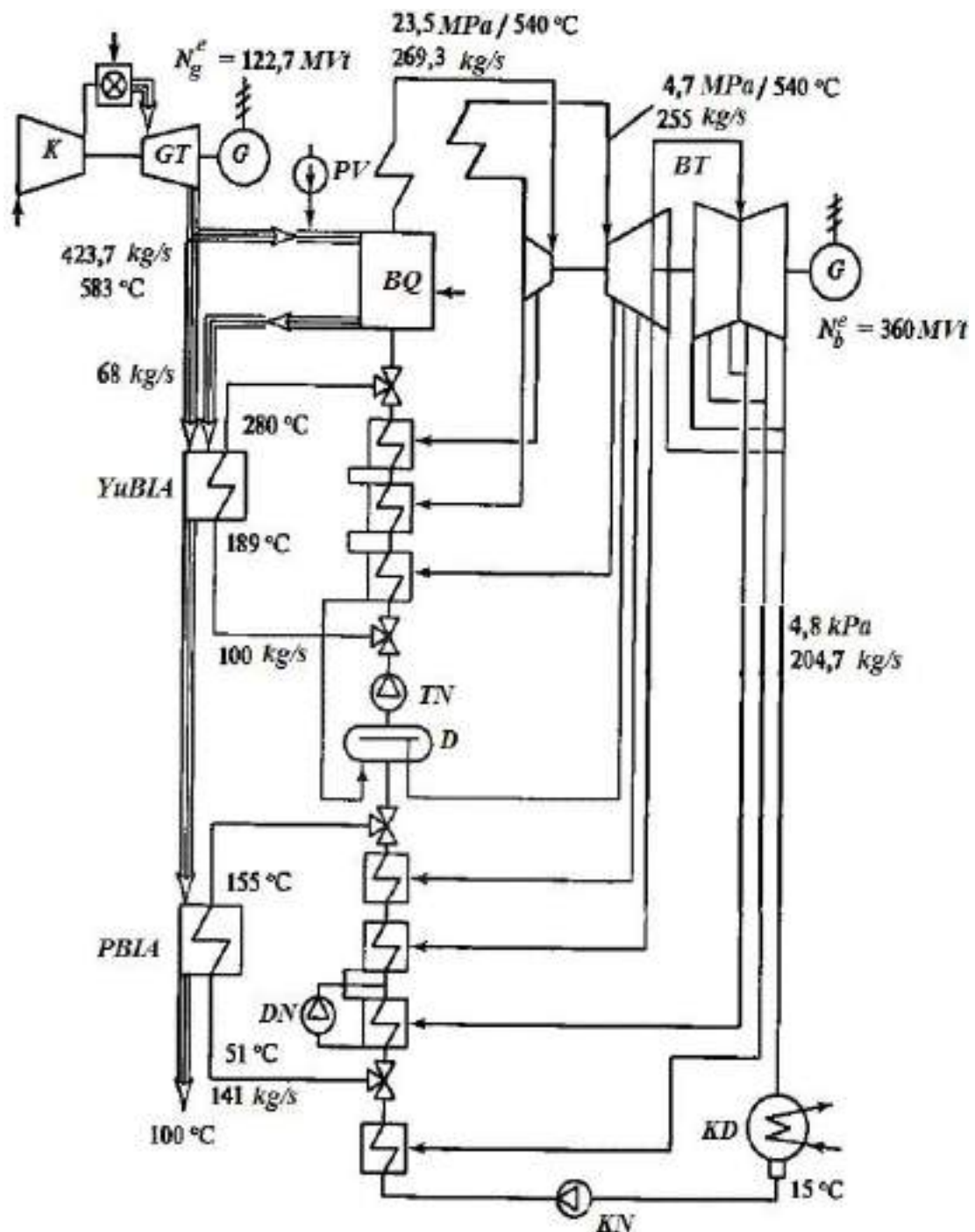
Tashlamali turdagi BGQ issiqlik sxemasidagi bug' qozonida havo qizdirgichi bo'lmaydi. Qozonning qizdirish yuzalari orqali o'tadigan gazlarning umumiy miqdori 30-40 % ga ortadi, gazlarning qozondan chiqishdagi (suvli ekonmayzerdan keyingi) harorati esa 300 °C ga yaqin qiymatga ega bo'ladi. Bu gazlar haroratini 120 °C gacha pasaytirish uchun qozonning konvektiv shaxtasida gaz-suvli turdagi YuBIA va PBIAlar o'rnatiladi, bu issiqlik almashingichlarda BTQning regeneratsiyalanish tizimidan olingan kondensat va ta'minot suvining bir qismi qizdiriladi. Bu holat BT kondensatori orqali bug' sarfini oshiradi, BTQ elektr quvvatini ko'taradi va samaradorligini pasaytiradi. BT tayyorlov zavodi (LMZ) tomonidan kondensatorga bug' qo'yib yuborishning quyidagi maksimal qiymatlari tavsiya etiladi: K-800-240 rusumli BTQ uchun – 420 kg/s; K-300-240 uchun – 210 kg/s; K-210-130 uchun – 125 kg/s.

GTQning ballastlangan yonshi mahsulotlari gaz muhitida yoqilg'i yoqilganda, bug' qozonining o'txona kameradagi yoqilg'ining aktiv yonish

zonasida (AYoZ) harorat pasayadi, o‘z navbatida tashlamali turdagi BGQdan NO_x tashlamalarining umumiy miqdori, shunday quvvatli analogik bug‘-kuch bloklari bilan taqqoslaganda 25-30 %ga kamayadi.



11.1-rasm. V64.3 (Siemens) rusumli GTQ va K-225-130 (LMZ) rusumli BTQdan foydalanilgan tashlamali turdagi BGQning prinsipial issiqlik sxemasi: YuBIA, PBIA – bug‘ qozonining konvektiv shaxtasida qo‘shimcha o‘rnatilgan yuqori va past bosimli issiqlik almashingichlar; D- deaerator; PV-GTQ chiqish gazlariga havo kiritish uchun purkovchi ventilyator; KN, DN, TN – mos ravishda, kondensat, drenaj va ta‘minot nasoslari.



11.2-rasm. V94.2A (Siemens) rusumli GTQ va K-330-240 (LMZ) rusumli BTQdan foydalanilgan tashlamali turdagi BGQning prinsipial issiqlik sxemasi: (belgilashlar 1-rasmga mos keladi)

Bug 'qozonidan keyingi chiqindi gazlar miqdori taxminan 40% ga oshganligi sababli, bug'-gazli siklga o'tishda, tortish-purkash moslamasini rekonstruksiya qilish va tutun chiqarish qurilmalarining ish faoliyatini oshirish kerak bo'ladi. Tutun mo'rilarining ish sharoitlari ham o'zgaradi, shuning uchun undagi gazlarning statik bosim diagrammalarini qayta hisoblash va uning ishonchli ishlashini ta'minlash kerak.

Misol tariqasida, 11.1 va 11.2-rasmlarda modernizatsiya qilingan K-225-130 va K-330-240 (LMZ) rusumidagi BTQlar va V64.3 va V94.2A (Siemens) rusumidagi GTQlaridan foydalangan holda tashlamali turdagi BGQ issiqlik sxemalari tasvirlangan. Ushbu sxemalarda gaz turbinasidan chiqadigan gazlarning haroratini pasaytirish va ulardagi oksidlovchi miqdorini ko'paytirish uchun bug' qozonlari yondirgichlari oldidagi gaz kanalida tsikldan tashqari havo qo'shimchasi kiritilishi ko'zda tutilgan, birinchi sxemada gaz turbinasi gazlarining umumiy miqdorini 35% ni tashqi havo tashkil qiladi. Ikkinchi sxemada gaz turbinasidan chiqadigan gazlarning ortiqcha miqdori (taxminan 16%) bug' qozonining konvektiv shaxtasiga kiritiladi, qolgan qismi (taxminan 84%) esa qozonning yondirgichlariga kiradi.

Ikkala turdagi keltirilgan sxemalarda ham qozonning konvektiv shaxtasiga yuqori va past bosimli issiqlik almashingichlari o'rnatilgan. Ularga asosiy kondensatning 50-70 %i va YuBQlarni aylanib o'tadigan ta'minot suvining 35 %i kiritiladi. Bu qurilmalarning gaz va mazut yoqilg'ilaridan foydalanilgan holatdagi samaradorlik ko'rsatkichlari 11.1-jadvalda keltirilgan.

11.1-jadval. Tashlamali turdagi BGQlarning samaradorlik ko'rsatkichlari (ISO talablari bo'yicha)

Ko'rsatkichlar	V64.3 rus. GTQ va K-225-130 rus. BTQli BGQ	V94.2A rus. GTQ va K-330-240 rus. BTQli BGQ
GTQ elektr quvvati, kVt	62300	121400
BTQ elektr quvvati, kVt	240000	360000
Bazaviyga nisbatan quvvat ortishi, %	2,7	7,3
BGQ elektr quvvati, kVt	302300	481400
BGQ brutto FIK, (i/ch), %	45,99	49,14
O'z ehtiyojiga EE sarfi ulushi	0,036	0,044
BGQ netto FIK, (q.yu), %	44,33	46,98

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarishda talaba quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o'rganish;

- keltirilgan sxemalar bo'yicha nazariy ma'lumotlarni to'plash;
- qurilma sxemasini mustaqil chizish va stendda yig'ish.

Hisobot tarkibi

- Respublika energetikasida bug'-gazli qurilmalarning ahamiyati;
- Tutun gazini tashlaydigan turdagi, ko'mir-changili bug'-gaz qurilmasini qo'llash bo'yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- tanlangan sxemadagi BGQ-IEMlarni qo'llashning afzalliklari.

12 – tajriba ishi

Ko'mirni gazifikatsiyalab yoquvchi bug'-gaz qurilmalari

Ishdan maqsad. Ko'mirni gazifikatsiyalab yoquvchi bug'-gaz qurilmalarining sxemalari va konstruksiyalarini o'rganish.

Kerakli asbob uskunalar: yig'uv stendi, oldindan tayyorlangan teshikli doska, sxema elementlarini akslantiruvchi rangli detallar, elektr lampalari, detallarni mahkamlash uchun vint va gayka (zaruriy miqdorda).

Ko'mirni gazifikatsiyalab yoquvchi bug'-gaz qurilmalari

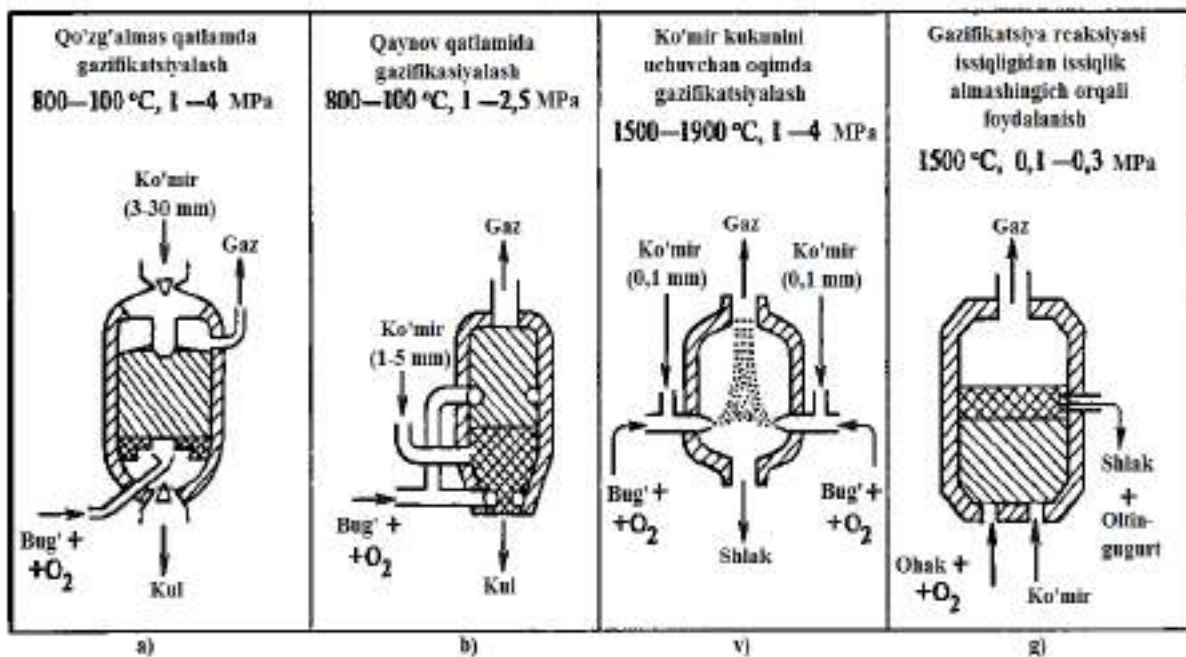
Ko'mirni ichki siklda gazifikatsiyalaydigan (KISG) ega qattiq yoqilg'ili BGQlar, energetik GTQlarning YoKda tabiiy gaz o'rmini, gazifikatsiyalash jarayonida olingan sintetik gaz bilan to'liq almashtirish imkonini beradi.

KISG BGQ texnologiyasi – ko'plab davlatlarning energetik strukturasi foydalaniladigan organik yoqilg'ini energotexnologik ishlatishning istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu texnologiya asosidagi yo'nalishlardan biri RFA yuqori haroratlar instituti olimlari tomonidan S.A. Xristianovich rahbarligi ostida ishlab chiqilgan va patentlashtirilgan. Sohadagi qator tadqiqotlar va ishlanmalar dunyoning yetakchi firma va kompaniyalari, ilmiy tadqiqot institutlari tomonidan olib borilmoqda. Loyihalarning aksariyat qismida gazifikatsiyalash

jarayonida olingan sintetik gazni yuqori naporli bug' generatorida yoqish uchun foydalanish ko'zda tutilgan.

KISG BGQ ishlashini, misoli ko'mirning tarkibidan zararli tashkil etuvchi komponentlarini optimal tanlangan oraliq bosqichlarda chiqarib tashlab pog'onali yoqish texnologiyasi kabi deb qarash mumkin. Butun dunyoda, ko'mir yoqilg'isi birlamchi energiyaning muhim tashuvchisi sifatida katta amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi, shuning uchun ham uni gazifikatsiyalash jarayonlarini optimallashtirishning iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan o'rni beqiyosdir. Bug'-gazli texnologiyalar uchun konditsiyalanmagan ("tozalanmagan") yoqilg'i turlari ko'p va ularni KISG usulida o'zlashtirish mumkin.

Ko'mirni gazifikatsiyalash jarayoni *gazifikator-reaktorlarda (gazogeneratorlarda)* amalga oshiriladi, gazogeneratorda maydalangan ko'mir va oksidlovchi aralashadi va natijada gazsimon gazifikatsiya mahsuloti (sintetik gaz) hosil bo'ladi. turlicha texnik yechimlarni ko'rsatish mumkin: qo'zg'almas ko'mir qatlamida gazifikatsiyalash (12.1,a-rasm), ko'mirni qaynov qatlamida gazifikatsiyalash (12.1,b-rasm), ko'mir changini uchuvchan oqimda gazifikatsiyalash (12.1,v-rasm) va gazifikatsiyalanish reaksiyasida ajralgan issiqlikdan issiqlik almashinish qurilmasi orqali foydalanish (12.1,g-rasm).



12.1-rasm. Ko'mirni gazifikatsiyalash texnologiyalarining sxemalari.

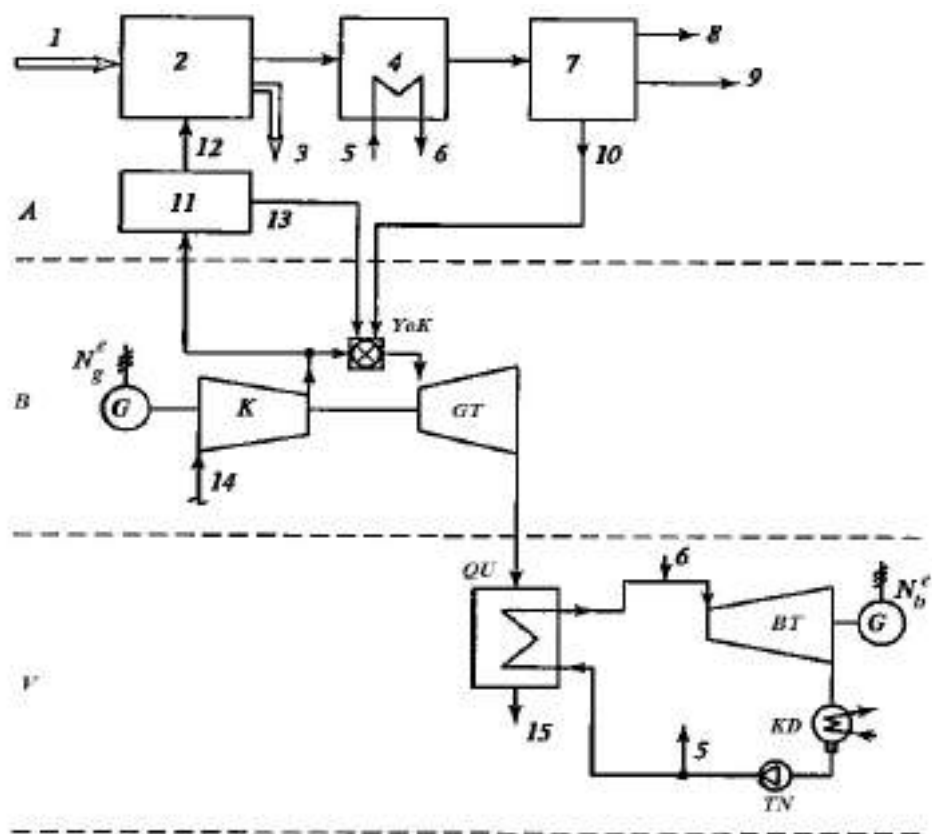
Yonish issiqligi tabiiy gazga nisbatan kichik bo'lgan gazsimon yoqilg'idan foydalanish GTQning ekspluatatsiya ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Q_i^g qiymatining pasayishi yoqilg'i sarfini oshirishni talab qiladi, kompressorda siqilishga uchramagan bu massani qo'shilishi esa GTning ichki quvvatini va qurilmaning elektr yuklamasini oshiradi. Ushbu holatda quyidagi holatlarni hisobga olish zarur:

GTQ GTda gazlar massaviy sarfining ortishi kompressorda havo bosimini ko'tarilish darajasining mo'ljaldan ortib ketishiga olib kelishi va pompaj hodisasini yuzaga keltirishi mumkin;

GT ichki quvvatining ko'tarilishi burovchi momentning chegaradan ortib ketishiga olib kelishi mumkin va ulardan GTQda katta quvvatli generatorni qo'llash talab qilingan holatdagina foydalanishga ruxsat beriladi;

yoqilg'ining yonish issiqligi pasayishi bilan uni yondirish uchun havo iste'moliga bo'lgan talab ortib ketadi. Gazlarning boshlang'ich harorati yuqori bo'lishi talab qilinadigan GTQlarda juda kichik Q_i^g ga ega yoqilg'i (sintetik) gazini yoqishning imkoni bo'lmasligi mumkin.

Bug'-gazli elektr stansiyasining va KISGning soddalashtirilgan sxemasi 12.2-rasmda keltirilgan. Energetik GTQning kompressoridan keyingi havoning bir qismi havoni komponentlarga ajratish qurilmasiga yo'llanadi, bu yerdan oksidlovchi sifatida kislorod (qisman suv bug'lari bilan birgalikda) gazifikatorga (gazogeneratorga) kiritiladi. Bu yerga shlyuz-bunker tizimi orqali maydalangan sara ko'mir kiritiladi. Ko'mir va bug'-kislorod aralashmali oksidlovchining birlashishi, qo'llaniladigan gazifikatsiyalash texnologik jarayoniga bog'liq ravishda bosimi 0,1 dan 4,0 MPa gacha va harorati 1000 dan 1900 °C gacha farqlanadigan turbulent qaynov qatlamiga ega gazogeneratorda amalga oshiriladi. Uchuvchan kul va qoldiq uglerod siklonlarda ajratiladi va gazifikatorga qaytariladi.



12.2-rasm. KISG bug‘-gazli elektr stansiyasining soddalashtirilgan sxemasi: A-ko‘mirni gazifikatsiyalash va sintetik gaz olish seksiyasi; B-GTQ seksiyasi; V-bug‘-kuch qurilmasi seksiyasi; 1-maydalangan ko‘mirni uzatish; 2-gazogenerator; 3-shlakni chiqarish; 4-gazogeneratorning gaz sovitgichi; 5-ta‘minot suvi; 6-bug‘; 7-gaz tozalash; 8-elementar oltingugurt; 9-chang; 10-tozalangan sintetik gaz; 11-havoni parchalash qurilmasi; 12-O₂; 13-N₂; 14-havo; 15-tutun mo‘risiga chiqish gazlari.

Generatsiyalangan gaz (konversiyalanish darajasi 93-95 %ni tashkil qiladi) gazifikatordan keyingi gaz sovitgichida sovitiladi va shu yerda belgilangan parametrdagi bug‘ generatsiyalanadi. Keyingi bosqichda gaz tarkibidan kul va oltingugurt vodorodi ajratib olinadi. Tozalangan gaz GTQning YoKga yo‘naltiriladi, gaz turbinali qurilmadan chiqish gazlari esa, BTQda elektr energiyasi ishlab chiqarish maqsadida foydalaniladigan bug‘ni generatsiyalash uchun ikki konturli QUga kiritiladi. Shunday qilib, KISG BGQda jarayon kechadigan qismlarni, shartli ravishda, uchga bo‘lish mumkin: yoqilg‘ini uzatish va sintetik gazni tozalash tizimiga ega gazogenerator qismi; kompressordagi sikl havosining bir qismini kislorod va azotga parchalash tizimiga uzatadigan gaz turbinali qurilma qismi; qozon-utilizator va bug‘ turbinasidan tashkil topgan bug‘-kuch qurilmasi.

Xorijiy mamlakatlarda bug‘-kislorodli purkashdan foydalanib sintetik gazlarni generatsiyalashning turli jarayonlariga asoslangan (Texaco, PRENFLO va

bosh.) 70 dan ortiq KISG BGQlar loyihalanmoqda, qurilmoqda va ekspluatatsiya qilib kelinmoqda. Amalda qo'llanilib kelinayotgan KISG BGQlar orasida 2,5 MPa bosim ostida ko'mir kukunini gazifikatsiyalovchi, brutto quvvat ko'rsatkichi 284 MVt bo'lgan Gollandiyadagi «Buggenum» IESini (1994 y.); 1995 yil avgustda ishga tushirilgan, ko'mirda ishlaydigan, 262 MVt quvvatli qurilmali AQShning WaBash River IESini, purkalgan havoda ishlaydigan Texaso gazifikatorlari va 7FA rusumli GTQga ega, 1997 yilda ishga tushirilgan AQShning Polk IESidagi KISG BGQni; 6FA rusumidagi GTQ va qaynov qatlamili KRW gazifikatoriga ega brutto quvvati 107 MVt bo'lgan AQShning Pinon Pine IESidagi KISG BGQni (1997 y.) keltirish mumkin.

MDH mamlakatlarida, jumladan Rossiyada ham ayni paytda ikkita KISG BGQ loyihasi amalga oshirilmoqda. Ulardan biri GTE-45-2 rusumidagi $T_{t,s}=850\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratli GTQ bazasidagi 250 MVt quvvatli Novo-Tulsk IEMi (qurilish va qurilmalarni tayyorlash, ishchi hujjatlashtirish ishlari) ikkinchisi quvvati 370 MVt bo'lgan Kirov IEMi uchun $T_{t,s}=1070\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratli GTE-115-2 rusumli GTQ bazasidagi KISG IEMini (qurilishi ishlari boshlangan, texnik hujjatlashtirish ishlari yakunlangan) keltirish mumkin.

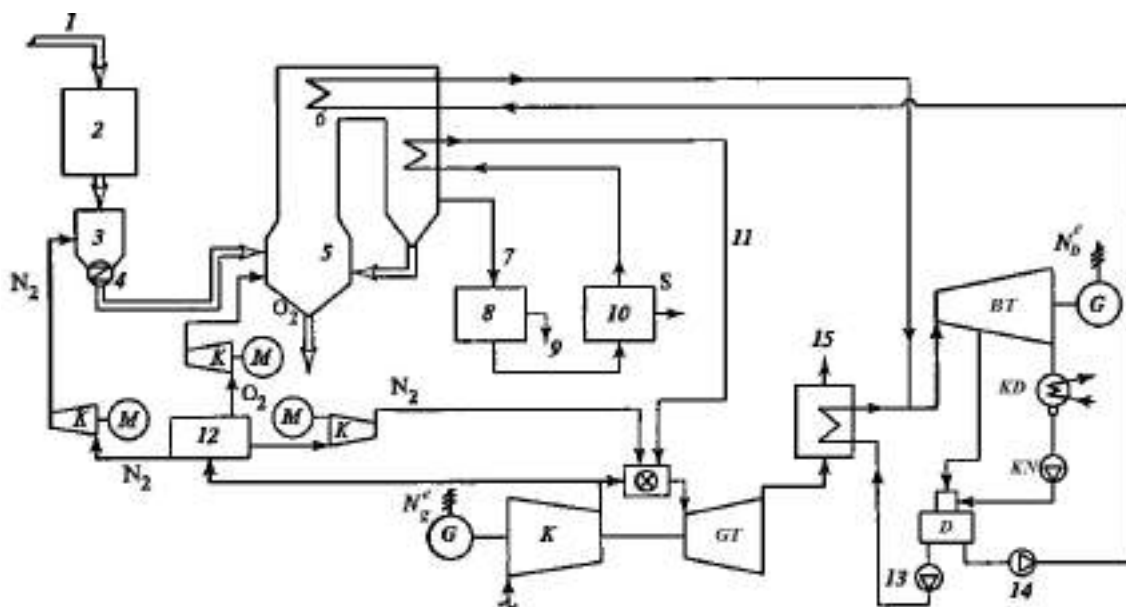
GTQda qo'llanilgan sintetik gazning yonish mahsulotlari amalda kul, oltingugurt va azot oksidlari birikmalari bo'lmaydi va GTQ YoK yoqilg'i yonish jarayonlarini optimallashtirilishini ta'minlaydi. AQShning Cool Water sanoatnamuna qurilmasida QUdan keyingi NO_x hajmiy konsentratsiyasi 25 ppm dan kichik bo'ladi.

Madrid yaqinida Siemens firmasi ishtirokida qurilgan Puertollano KISG BGQ IESi (Ispaniya) quvvati 320 MVtni tashkil qiladi. Tegirmon qurilmalarida ko'mirga mayda kukun holatigacha ishlov beriladi va GTQ kompressoridan keyingi PRENFLO (PReSSurized ENtrained FLOW) usulida havoni parchalash qurilmasidan O_2 oksidlovchisi nazorat ostida berilganda, sintetik gazlar olinguniga qadar qisman oksidlanadi (12.1,v-rasmga qarang). Energetik blokning prinsipial issiqlik sxemasi tarkibiga ko'mirni tayyorlash qurilmasini, gaz tozalash tizimi bilan gazogeneratorni, havoni parchalash tizimini, energetik GTQni, QU va BTQni oladi (12.3-rasm).

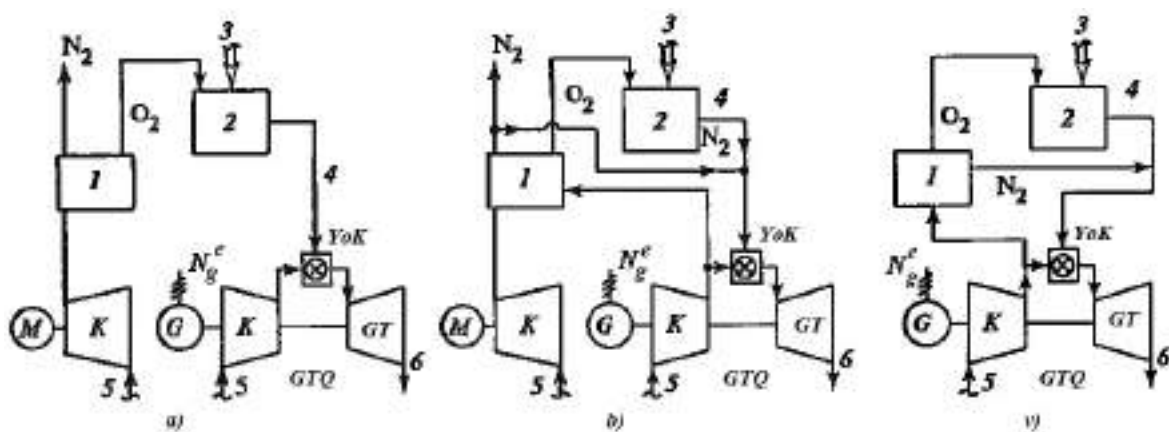
Ushbu turdagi energetik blokni zararli tashlamalar ko'rsatkichining past qiymatlarida elektr energiyasi ishlab chiqarish bo'yicha FIK 45 %dan kam bo'lmaydi. Bu sohadagi yetakchi firmalarning yangi ishlanmalari KISG BGQning netto FIKi 50 %dan yuqori bo'lishini ta'minlashi shart.

BGQda ishlab chiqariladigan elektr energiyasining taxminan 7 %i, qo'shimcha ravishda, gazifikatsiyalash, sintetik gazlarni tozalash va boshqa tizimlarga sarflanadi. Bunday holat tabiiy gaz yoqilg'isida ishlaydigan BGQlar bilan taqqoslaganda qurilmaning samaradorligini pasaytiradi.

KISG BGQ sxemasidagi gazogeneratorda ko'mirni gazifikatsiyalash jarayonida foydalanish uchun kislorod kerak bo'ladi. Bu kislorodni olish uchun GTQ bilan integrallashgan holda ishlovchi, havoni kislorod va azotga ajratish qurilmalaridan (kriogen, membranali turdagi) foydalaniladi. 12.4-rasmda Siemens firmasi qurilmalari uchun shunday integratsiyalangan variantlar keltirilgan. Sxemalarda ish jismining massaviy sarfini standart energetik GTQlar uchun amalda bo'lgan chegarada saqlash imkoni mavjud.

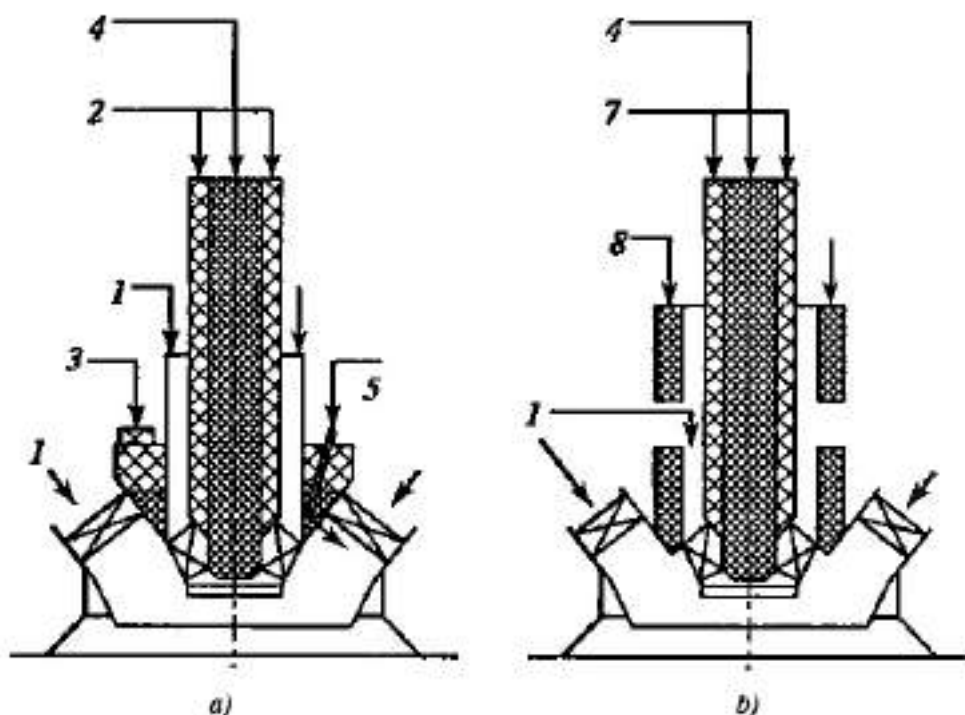


12.3-rasm. KISG energetik blok issiqlik sxemasi (PRENFLO usuli): 1-ko'mir; 2-ko'mirni quritish va maydalash qurilmasi; 3-bunker; 4-ko'mir ajratgich; 5-gazogenerator; 6-gazogeneratorning bug'lantirish va bug' qizdirish yuzalari; 7-tozalanmagan sintetik gaz; 8-gazni yuvish; 9-oqova suv; 10-gazdan oltingugurtini ajratish; 11-tozalangan sintetik gaz; 12-havoni parchalash qurilmasi; 13-QU ta'minot nasosi; 14-gazogenerator ta'minot nasosi; 15-QUdan chiqish gazlarini tutun mo'risiga uzatilishi.



12.4-rasm. KISG BGQ sxemasida havoni parchalash qurilmasi va GTQni integratsiyalanishi (Siemens): a-integrallashmagan sxema; b-qisman integrallashgan sxema; v-to'liq integralashgan sxema (Buggenum and Puertollano IESi); 1-havoni parchalash qurilmasi; 2-gazogenerator; 3-maydalangan ko'mirni uzatish; 4-tozalangan sintetik gaz; 5-havo; 6-GTQdan chiqish gazlari.

Sintetik gazning yonish issiqligini pastligi GTni ishlab chiquvchilardan gaz sarfini orttirish va yoqilg'i taqsimlash tizimini takomillashtirishni talab qiladi. Buning uchun, GTQning (Siemens) yonish kamerasida sintetik gazni uzatish uchun mo'ljallangan katta teshikli yangi turdagi yondirgichlardan foydalaniladi (12.5-rasm).



12.5-rasm. GTQning YoK yondirgichlarini tabiiy gaz (a) va sintetik (b) gazlari uchun taqqoslash (Siemens): 1-havo; 2-diffuzion yondirgichga tabiiy gazni uzatish; 3-oldindan aralashtirish uchun gaz; 4- diffuzion yondirgichga suyuq yoqilg'ini uzatish; 5-dastlabki aralashtirgich uchun suyuq yoqilg'i; 6-sintetik gaz; 7-diffuzion yondirgichga bug' va tabiiy gazni uzatish

Ishni bajarish tartibi

Tajriba ishlarini bajarishda talaba quyidagilarga majbur:

- sxemaning asosiy elementlarini o‘rganish;
- keltirilgan sxemalar bo‘yicha nazariy ma’lumotlarni to‘plash;
- qurilma sxemasini mustaqil chizish.

Hisobot tarkibi

- Respublika energetikasida bug‘-gazli qurilmalarning ahamiyati;
- ko‘mirni gazifikatsiyalab ishlatuvchi bug‘-gaz qurilmasini qo‘llash bo‘yicha umumiy nazariy tushunchalar;
- tanlangan sxemadagi BGQ-IEMlarni qo‘llashning afzalliklari.

№1-3-tajriba ishlari uchun nazorat savollari.

1. «QUli BGQ binarlik darajasi» tununchasiga izoh bering.
2. Bir konturli bug‘ siklidan ikki konturli bug‘ sikliga o‘tilganda nimaning hisobiga qurilma samaradorligi ortadi?
3. GTQ gazlarining boshlang‘ich haroratini $T_{b,h}$ ortishi QUli BGQ samaradorlik ko‘rsatkichiga qanday ta‘sir ko‘rsatadi?
4. QU qizdirish yuzalari qanday shakllantiriladi va ularning xususiyati qanday izohlanadi?
5. QUga kirishdagi kondensat harorati qanday chegaralanadi?
6. QUli BGQ gaz turbinalarining konstruktiv sxemalari spetsifikasi qanday aniqlanadi?
7. QU bug‘latgichi sovuq uchidagi harorat napori BGQning ko‘rsatkichlariga qanday ta‘sir ko‘rsatadi?
8. QUda qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishni qo‘llashning sabablarini va uning BGQ samaradorligiga ko‘rsatadigan ta‘sirini izohlang.
9. QUli BGQ bug‘ siklining issiqlik sxemasida nima sababdan oraliq bug‘ qizdirgichi qo‘llaniladi?
10. QUli BGQ elektr yuklamasini rostdash uchun qanday usullardan foydalaniladi?
11. Nima sababdan QUli BGQ bug‘ turbinasida havoli kondensatorlardan ko‘p foydalaniladi?

№6-10-tajriba ishlari uchun nazorat savollari.

1. BGQ-IEMlarning issiqlik sxemalarini guruhlanishini izohlang.
2. BGQ-IEMlarda umumiy yoqilg‘i sarfining fizik va proporsional bo‘linish uchullari bir-biridan nimasi bilan farqlanadi?
3. GTQ-IEM va BGQ-IEMlarda qo‘shimcha yoqilg‘i siquv kompressorlarini qo‘llash zaruriyatiga izoh bering?
4. Nima sababdan BGQ-IEMning yillik ko‘rsatkichlarini tashqi havo haroratining o‘zgarish diapazonlarida ekspluatatsiya davrlariga bo‘lib hisoblash talab qilinadi?

5. BGQ-IEM QUda qo‘shimcha yoqilg‘i yoqishdan qanday foydalaniladi? Qo‘shimcha yoqilg‘i yoqish IEMning issiqlik samaradorlik ko‘rsatkichiga qanday ta‘sir ko‘rsatadi?
6. Issiqlik ta‘minoti va sanoat GTQ-IEMlarining issiqlik sxemalari qanday farqlanadi?
7. Tashqi iste‘molchining issiqlik ulushi β_t GTQ-IEM samaradorlik ko‘rsatkichiga qanday ta‘sir ko‘rsatadi?
8. GTQ-IEMdan issiqlikni qo‘yib yuborilishini rostdashning qanday texnik yechimlari bor?
9. GTQ-IEM energetik moduli ish rejimi diagrammalaridan foydalanishga misol keltiring.
10. Qozonxonalarni sozlash uchun qanday xususiyatlar xarakterli hisoblanadi?
11. Dizel IYoDlarining gazli IYoDlardan nima farqi bor?

№4, 5, 11, 12-tajriba ishlari uchun nazorat savollari.

1. Parallel sxemali BGQ issiqlik sxemasidagi GTQ-QU energetik modul xususiyatlarini va ularga qo‘yilgan talablarni sanang?
2. Parallel sxemada ishlaydigan BGQ elektr yuklamasini qanday o‘zgarish rejimi samarali hisoblanadi?
3. Tashlamali turdagi BGQlarni loyihalashda qanday cheklanishlar mavjud?
4. Ko‘mirni ichki siklli gazifikatsiyalash BGQlarining xususiyatlarini keltiring.
5. Bosim ostidagi sirkulyatsiyalanadigan qaynov qatlamili BGQ xususiyatlari nimalardan iborat?

Glossariy

Ajratish muftasi — bir valli BGQlarning aylanuvchi muftasi, u bug‘ turbinasi rotorini sinxron aylanishlar chastotasiga erishganda bug‘ turbinasi val uzatgichini generator rotoriga birlashtirishga xizmat qiladi.

Antipompaj klapanlari — kompressorning oraliq pog‘onalaridan havoni atmosferga qo‘yib yuborish klapanlari yoki GTDni ishga tushirish va to‘xtatish jarayonida ishlatiladigan chiqish diffuzori.

Asosiy atamalar glossariysi

Asosiy yoqilg‘i — IESda normal ishlash davri mobaynida doimiy foydalaniladigan yoqilg‘i.

Avariya holat yoqilg‘isi — IESda asosiy yoqilg‘i uzatish tasodifan to‘xtab qolganda foydalaniladigan yoqilg‘i; BGQlar uchun avariya holat yoqilg‘isi sifatida dizel yoqilg‘isidan foydalaniladi.

Avariya to‘xtash — avariya holatlarda qurilma va jihozlarni majburiy to‘xtatish.

Baraban — bosim ostida turadigan, silindrsimon gorizontaal idish bo‘lib, bug‘latgichda hosil bo‘lgan bug‘-suv aralashmasidan bug‘ni ajratib olish, bug‘ni tozalash va qozonga suv zahirasini saqlash uchun xizmat qiladi.

Barqaror rejim — GTQ, QU, BT ichidagi ish jismining parametrlari va ularni detallarining holati (harorati, deformatsiyasi) vaqt intervalida o‘zgarmaydigan ishlash rejimi.

Bazaviy rejimlar — tashqi havoning belgilangan haroratlarida KYA to‘liq ochiqlik holatiga va gaz turbinasi oldidagi gazlar haroratining nominal qiymatini ta‘minlaydigan yoqilg‘i sarfiga mos keladigan, GTQning maksimal quvvat rejimlari.

BGQ — bug‘-gaz qurilmasiga q.

BGQ-IES — bug‘-gazli elektr stansiyasiga q.

BGQni ishga tushirish — BGQ qurilmalarini ishga tushirish, GTQ va BKQni ishga tushirish va BGQni talab qilingan quvvatgacha yuklamasini oshirib borishga tayyorlashdan iborat ketma-ket jarayonlar majmui.

BGQni to'xtatish — GTQga yoqilg'i uzatilishini to'xtatib, generatorlarni tarmoqdan uzib, qolgan qurilmalarni ketma-ketlikda o'chirib BGQ turbina agregatlarini yuksizlantirishdan iborat jarayonlar majmui.

BGQning nominal quvvat rejimi — qurilmaning quvvatini tayyorlov-zavodida belgilangan texnik shartlarga yetishi, ya'ni tashqi havoni, yoqilg'i sarfini va qurilmalarning texnik holatini normal parametrlarida oshirib borish mumkin bo'lgan BGQ quvvati.

BGQning qisman yuklama rejimi — GTQ va bug' turbinasining pasaytirilgan quvvat bilan ishlash rejimi.

Binar sikl — ikkita turdagi ish jismidan foydalaniladigan kombinatsiyalashgan siklning xususiy holi.

Binarlik — Binarlik darajasiga q.

Binarlik darajasi — binar siklga berilgan umumiy issiqlik quvvatidan yuqori haroratli siklga beriladigan issiqlik quvvati ulushi.

Bir konturli utilizatsion BGQ — qozon-utilizatori bitta konturga ega BGQ.

Bir valli BGQ — GTQ va bug' turbinasi yagona elektr generatoriga ulanadigan bug'-gaz qurilmasi.

Bir valli monoblok — bir valli BGQga q.

BTQ — bug' turbinali qurilmaga q.

Bug' qizdirgichi — energetik qozon yoki BGQ qozon-utilizatorining quvurlar tizimi, bu yerda turbina qurilmasi FIKni oshirish va bug' turbinasida bug'ning oxirgi namlik ko'rsatkichini kamaytirish maqsadida bug'ni to'yinish haroratidan yuqori haroratgacha qizdiriladi.

Bug' turbinali qurilma — bug'ning potensial energiyasini bug' turbinasi rotorining aylanishlaridan iborat mexanik energiyasiga uzluksiz aylantirib beradigan energetik qurilma.

Bug' turbinali qurilma issiqligini utilizatsiyalash koeffitsiyenti — bug' turbinali siklga keltirilgan umumiy issiqlik energiyasi miqdorida gaz-bug' turbinasi chiqish gazlari va suv bug'larining utilizatsiyalangan issiqlik energiyasi ulushi.

Bug‘-gaz qurilmasi — o‘z tarkibiga texnologik jihatdan bog‘liq bo‘lgan GTQ, bug‘ qozon-utilizatori va bug‘ turbinali qurilmani olgan kombinatsiyalashgan siklli energetik qurilma.

Bug‘-gazli elektr stansiyasi — bug‘-gaz qurilmalari bilan jihozlangan elektr stansiyasi.

Bug‘-gazli energetik blok — elektr energiyasi ishlab chiqarish texnologik jarayonlari bilan izchil ketma-ketlikda bog‘langan gaz turbinali qurilma, qozon-utilizatori, bug‘ turbinali va generatorlaridan iborat majmua.

Bug‘-gazli sikl — yuqori haroratli sikl vazifasini gaz turbinali sikl, past haroratli siklni – bug‘ turbinali sikl bajaradigan binar siklning xususiy holi.

Bug‘latgich — BGQ qozon-utilizatorining barabandan kiradigan qozon suvini qisman bug‘lantiradigan, hosil bo‘lgan bug‘-suv aralashmasidan bug‘ni ajratib olish uchun barabanga qaytaradigan quvur tizimi.

Bug‘ni oraliq qizdirish — turbinaning YUBSda kengaygan bug‘ni qozonning oraliq bug‘ qizdirgichida haroratini ko‘tarish; turbina qurilmasi samaradorligini oshirish va oxirgi pog‘onalarda namlikni kamaytirish uchun xizmat qiladi.

Chiqish diffuzori — kompressor yoki gaz turbinasidan chiqadigan oqimning kinetik energiyasini bosimga aylantirish imkonini beradigan kengayuvchi kanal.

Diffuzion yondirgich — yoqilg‘i va havoni aralashma holatida yoqilishini va kimyoviy reaksiyalar amalga oshirishini ta‘minlovchi yondirgich.

Diffuzion yonish — ma‘lum tezlikda yoqilg‘i va havoni aralashib yonishi.

Dizel yoqilg‘isi — GTQ uchun avariya yoqilg‘i sifatida ishlatiladigan kichik qovushqoqlikka ega suyuq yoqilg‘i.

Dubl-blok — uch valli BGQga q.

Ekologik purkash — yonish harorati va hosil bo‘ladigan azot oksidlari miqdori pasayishi uchun yonish kamerasiga suv purkash.

Ekonomayzer — energetik qozon yoki qozon-utilizatorining quvur tizimi elementi bo‘lib, suvni barabanga yoki deaeratorga uzatishdan oldin dastlabki qizdirish uchun foydalaniladigan uskuna.

Energetik qozon — bug‘ turbinasida foydalanish uchun yuqori parametrli bug‘ ishlab chiqaruvchi qozon. Energetik qozonlar barabanli va to‘g‘ri oqimli turlarga bo‘linadi.

Energetik xarakteristika — haqiqiy ko‘rsatkichlar bilan taqqoslash uchun zarur bo‘lgan ish jismi parametrlari va qurilmaning samaradorlik ko‘rsatkichlariga erishish uchun foydalaniladigan ko‘rsatma va kattaliklar majmui.

Gaz turbinali agregat — gaz turbinali yuritgich va elektr generatoridan iborat qurilmalarning konstruktiv jamlanmasi.

Gaz turbinali qurilma — GTA, gaz-havo trakti, yordamchi qurilmalar va boshqaruv tizimining konstruktiv jamlanmasi.

Gaz turbinesi — yonish kamerasida hosil qilib olingan yoqilg‘ini yonish mahsulotlarining potensial energiyasini rotorning aylanishidan iborat mexanik energiyaga aylantiruvchi va bu energiyani kompressor va/yoki elektr generatoriga uzatuvchi turbomashina.

Gaz turbinasining sovitish tizimi — ishchi kuraklarini tutib turuvchi va moy aylanadigan zichlama podshipniklarini to‘ldiruvchi disklar, korpus elementlari, ishchi va soplo kuraklarining haroratini belgilangan haroratda saqlanishini ta’minlovchi tizim.

Gazli kondensat qizdirgich — BGQ qozon-utilizatorining kondensat yo‘li bo‘yicha birinchi issiqlik almashinish yuzasi.

Gazsimon yoqilg‘i — energetik qozonlarda yoki GTQ yonish kamerasida yoqish uchun foydalaniladigan tabiiy va sun‘iy gazlar.

Gibrid yondirgich — o‘z tarkibida gazsimon yoqilg‘ini havo bilan oldindan aralashtirish yondirgichi va diffuzion yondirgichni birlashtirgan yondirgich.

GKQ — gazli kondensat qizdirgichiga q.

GTQ gazlarining boshlang‘ich harorati — gaz turbinasiga kirishdagi gazlar harorati.

GTQdan chiqish gazlari — GTQdan chiqib tutun mo‘risiga yoki qozon-utilizatorga yo‘naltiriladigan gazlar.

GTQni ishga tushirish — ishga tushirish, tashqi manba yordamida rotorni harakatlantirish, yonish kamerasi yondirgichlarini o‘t oldirish, salt ish rejimiga o‘tkazish, tarmoqqa ulash va boshlang‘ich yuklamani olishga tayyorlashdan iborat qat’iy belgilangan jarayonlar majmuasi.

Havo kompressori — GTDning yonish kamerasiga uzatishdan oldin atmosfera havosini siqilishini ta’minlovchi turbomashina.

Ikki konturli BGQ — ikki konturli qozon-utilizatorli qurilma.

Ikki konturli qozon-utilizator — ikki konturli BGQning turli haroratli yuqori va past bosimli bug‘ ishlab chiqaradigan qozon-utilizatori. Umumiy holatda har bir kontur ekonomayzer, bug‘latgich va bug‘ qizdirgichidan tarkib topgan bo‘ladi.

Ikki valli BGQ — bug‘ turbinasi va GTQ alohida o‘rnatilgan va o‘zining alohida generatori, bosh transformatori hamda boshqa elektr texnik qurilmalariga ega BGQ.

Ishga tushirish oldidan kondensatni deaeratsiyalash — suvni, kondensat traktida korroziya hosil qilishi mumkin bo‘lgan aralashma gazlaridan tozalash maqsadida, BGQni ishga tushirishdan oldin, qizdiruvchi bug‘ bilan deaeratorida to‘yinish haroratigacha, ya’ni 104-110 °Sgacha qizdirish.

Ishga tushirish sxemasi — qurilmalarning ishonchligini pasaytiruvchi ruxsat etilmagan ta’sirlardan tashqari barcha holatlarda, GTQ, QU, BT va bug‘ quvurlarini har qanday issiqlik holatlaridan ishga tushirish va to‘xtatish rejimlarini amalga oshirilishini ta’minlaydigan, BGQning asosiy va yordamchi qurilmalari quvur yo‘llarining sxemasi.

Kirishdagi yo‘naltiruvchi apparat — kompressorning birinchi pog‘onasiga kiradigan havo oqimini burish uchun xizmat qiladigan torayuvchi kanalli o‘qli panjara. Kompressor orqali o‘tadigan havo sarfini o‘zgartirish uchun KYaning o‘zi ham buriluvchan kuraklar bilan jihozlangan.

Ko‘p siklli charchash — nisbatan kichik intensivlikda ko‘p sonli yuklash sikllari (106 tadan ko‘p) natijasida detallarda yoriqlar hosil bo‘lishi; ishchi kuraklarining ko‘p siklli charchashi ularning uzlukli kuchlar ta’sirida tebranishi hosilasi hisoblanadi.

Kombinatsiyalashgan sikl — turli harorat zonalarida turli ish jismlari yordamida amalga oshadigan oddiy sikllar ketma-ketligi.

Konvektiv sovitish — konvektiv issiqlik uzatish (sovituvchi havo oqimi va kanalning ichki yuzasi orasidagi issiqlik almashinishi) yoʻli bilan sovitish.

KYA — kirishdagi yoʻnaltiruvchi apparatga q.

Markazdan qochma forsunka — suyuq yoqilgʻini yonish kamerasiga, aylanuvchi konussimon oqim usulida mayda tomchilarga parchalab, havo bilan oson aralashadigan qilib changlatish uskunasi.

Oʻz ehtiyoji — IESda ishlab chiqarilgan elektr energiyasining oʻzini (nasos, ventilyator va h.k.larning elektr uzatmasiga) ishlatish uchun foydalaniladigan qismi.

Oraliq bugʻ qizdirgichi — bugʻni oraliq qizdirish uchun xizmat qiladigan qozon elementi.

Parallel sxemali BGQ — qozon-qutilizatorida ishlab chiqarilgan bugʻ anʻanaviy BKQ bugʻ turbinasiga yoʻnaltiriladigan BGQ.

Past haroratli korroziya — 590—760 °S haroratda oltingugurt oksidlarining bugʻlarini parsial bosimi sezilarli miqdorda boʻlganida, natriy sulfat tuzlarining metall yuzasi bilan oʻzaro taʻsirashishi natijasida sodir boʻladigan kurak materiallarining korroziyasi.

Past naporli bugʻ generatori — atmosfera havosi bilan birga qoʻshimcha yoqilgʻi yoqish uchun yetarlicha miqdordagi kislorod tarkibiga ega GTQ chiqish gazlari beriladigan energetik qozon. Tashlamali turdagi BGQlarda past naporli bugʻ generatoridan foydalaniladi.

Past naporli bugʻ generatorili BGQ — tashlamali BGQga q.

Payvandlangan rotor — puxta ishlangan soʻnggi qismlari va disklari payvandlash yoʻli bilan birlashtirilgan rotor.

Pinch-nuqta — qozon-utilizatorining gazlar harorati va barabandagi toʻyinish haroratlari farqi minimal qiymatga tushadigan gaz yoʻli kesimi.

Plyonkali sovitish — kurak uchlarini, kurak devorlaridagi teshiklardan chiqib ketuvchi chetki havo plyonkasi yordamida sovitish.

Pompaj — kichik havo sarflarida kompressorning noabarqaror ishlashi, bunda GTAda to‘liq intensiv tebranish kuzatiladi.

Poydevor — gorizontal quyi va yuqori poydevor plitalari va vertikal kolonnalardan tarkibi topgan, IESning turbina agregati, kondensatori va yordamchi qurilmalarini joylashtirish uchun xizmat qiladigan temir-beton ramali qurilish konstruksiyasi.

Prinsipial issiqlik sxemasi — faqat asosiy qurilmalar va asosiy bug‘ quvurlari ko‘rsatilgan sxema.

Qo‘shimcha yoqilg‘i yoqiladigan BGQ — qozon-utilizatorida qo‘shimcha yoqilg‘i yoqiladigan BGQ.

Qozon qurilmasi — IESda yuqori parametrli bug‘ olinishini ta‘minlaydigan qozon va yordamchi qurilmalari jamlanmasi.

Qozon-utilizator — GTDdan chiqish gazlari issiqligi hisobiga BGQning bug‘ turbinasi uchun yuqori parametrli bug‘ olish uchun xizmat qiladigan qozon.

QU — qozon-utilizatorga q.

Reduksion-sovitish qurilmasi — suv purkash yo‘li bilan bug‘ bosimi va haroratini pasaytirishga xizmat qiladigan qurilma.

RSQ — reduksion sovitish qurilmasiga q.

Sirkulyatsion elektr nasoslari — ta‘minot suvining haroratini – tabiiy gaz yoqilganda 60 °S, dizel yoqilg‘isidan foydalanilganda 120 °S atrofida bo‘lishini ta‘minlash uchun GKQda qizigan kondensatning bir qismini qozon-utilizatoriga kirish joyiga beradigan nasoslar.

Ta‘minot elektr nasosi — elektr yuritgichi uzatmasiga ega ta‘minot nasosi.

Ta‘minot nasosi — qozon oldida bosim hosil qilishga xizmat qiladigan nasos, uning bosimi turbina oldidagi bug‘ning boshlang‘ich bosimiga ta‘sir ko‘rsatadi.

Ta‘minot suvini GTQdan chiqish gazlari bilan qizdiradigan BGQ — Tashqi regeneratsiyali BGQga q.

Tabiiy sirkulyatsiyali qozon — bug‘latgichining ishlashi ish jismining baraban-tushirish quvuri-bug‘latgich-baraban konturida sirkulyatsiyalash nasosisiz, ko‘p karrali, tabiiy sirkulyatsiyalanish prinsipiga asoslangan qozon.

Tashlamali BGQ — tarkibida atmosfera havosi boʻlgan GTQ chiqish gazlarini BGQ tarkibidagi past naporli bugʻ generatoriga tashlanadi va bugʻ generatoriga bugʻ ishlab chiqarish uchun beriladigan yoqilgʻi miqdori kamaytiriladi.

Tashqi bugʻ olinmali BGQ — Tashqi regeneratsiyali BGQga q.

Tashqi regeneratsiyali BGQ — GTQning chiqish gazlaridan BTQ taʼminot suvini qizdirish uchun foydalaniladigan BGQlar.

TEN — taʼminot elektr nasosiga q.

Tez harakatlanadigan reduksion sovitish qurilmasi — ishga tushirish yoki avariya holatlarda qozonda ishlab chiqarilgan bugʻni turbinaga kiritmasdan kondensatorga tez oʻtkazib yuborilishi uchun xizmat qiladigan reduksion-sovitish qurilmasi.

Toʻgʻri oqimli qozon — taʼminot suvini sirkulyatsiyalamaydigan, balki qizdirish yuzalaridan faqat bir marta oʻtishda toʻyinish haroratigacha qizdiradigan, bugʻlantiradigan va quruq holatgacha qizdiradigan qozon.

Uch konturli BGQ — uch konturli qozon-utilizatoriga ega bugʻ-gaz qurilmasi.

Uch konturli qozon-utilizator — bugʻ turbinasida foydalanish uchun uch xil turdagi bosim va haroratga ega bugʻ ishlab chiqarish konturlaridan tashkil topgan uch konturli BGQ qozoni.

Uch valli BGQ — ikkita QULi GTQlar hamda ularning generatorlari va bitta bugʻ turbinasi hamda uning generatoridan tashkil topgan BGQ.

Utilizatsiyali sikl — ish, faqat yuqori haroratli sikldan beriladigan issiqlik hisobiga bajariladigan kombinatsiyalashgan sikl.

Utilizatsiyali turdagi bugʻ-gaz qurilmasi — GTQning chiqish gazlari issiqligini, qoʻshimcha yoqilgʻi yoqmasdan qozon-utilizatorida utilizatsiyalash uchun foydalaniladigan BGQ.

Utilizatsiyali turdagi teplofikatsion BGQ — vazifasi elektr energiyasi va bugʻ hamda issiq suv koʻrinishidagi issiqlikni ishlab chiqarishdan iborat boʻlgan utilizatsiyali turdagi bugʻ gaz qurilmasi.

Xavfsiz ishga tushirish va toʻxtatishlar mezonlari — GTQ, qozon-utilizator, bugʻ turbinasi va yordamchi jihozlari uchun oʻtish rejimlarini xavfsiz amalga oshirishini

ta'minlovchi ish jismining parametrlari va ularning o'zgarish tezligiga qo'yiladigan talablar majmui.

Yonish kamerasi — talab qilingan haroratdagi yonish mahsulotlarini olish uchun gazsimon yoki suyuq yoqilg'ini yonishi amalga oshiriladigan GTD elementi.

Yoqilg'ining yonish mahsulotlari — kimyoviy yonish reaksiyalari natijasida hosil bo'lgan gazlar va yonish jarayonida ishtirok etmagan havodan iborat gazlar aralashmasi. Yonish mahsulotlari energetik qozonlarda chiquvchi tutun gazlari, GTD yonish kamerasida esa ish jismi hisoblanadi.

Yuqori naporli bug' generatorili BGQ — energetik qozoni yuqori bosim ostida ishlaydigan va hosil bo'lgan yonish mahsulotlari gaz turbinasiga yo'naltiriladigan BGQlar.

Zahira yoqilg'isi — asosiy yoqilg'i yetishmovchiligida foydalaniladigan yoqilg'i.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. –М.: МЭИ. 2003. -584 с.
2. Попов С.К. Разработка и расчет тепловых схем термодинамических идеальных установок. – М.: МЭИ, 2005, 60 с.
3. Монтаж и эксплуатация теплотехнического оборудования. Под ред. В.А. Горбенко. – М.: МЭИ, 2002, 40 с.
4. Занин А.И., Богомолова Т.В. Паровая турбина АЭС К-500-650-3000 (схемы, компоновка, конструкции). –М.: МЭИ, 2001, 68 с.
5. Соколов Е.Я., Мартынов В.А. Методы расчета основных энергетических показателей паротурбинных, газотурбинных и парогазовых теплофикационных установок. –М.: МЭИ, 1997, 102 с.
6. Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика. Под общ. ред. Е.В. Аметистова. – М.: МЭИ. 2004. – 376 с.
7. Баженов М.И., Богородский А.С. Сборник задач по курсу «Промышленные тепловые электростанции». – М.: МЭИ, 2001. – 80 с.
8. Веллер В.Н. Регулирование и защита паровых турбин. –М.: Энергоатомиздат, 1985, 103 с.

Mundarija

Kirish	3
Qisqartma soʻzlar	5
Tajriba mashgʻulotlarini olib borishda va bajarishda texnika xavfsizligi qoidalari	7
1 – tajriba ishi. Qozon-utilizatorli bugʻ-gaz qurilmalari sxemalari va konstruksiyalarini oʻrganish	9
2 – tajriba ishi. Qoʻshimcha yoqilgʻi yoqiladigan, bir, ikki va uch konturli qozon-utilizatorli BGQ konstruksiyalari	14
3, 4 – tajriba ishlari. Parallel sxemada ishlaydigan, anʼanaviy qozonli va yuqori naporli bugʻ generatorli qattiq yoqilgʻida ishlaydigan bugʻ-gaz qurilmalari	29
5 – tajriba ishi. Yarim bogʻlanishli BGQlar	39
6 – tajriba ishi. BGQ-IEM, ularning tasnifi, koʻrsatkichlari va energiya sarfi	46
7 – tajriba ishi. BGQ-IEM qozon-utilizatorida qoʻshimcha yoqilgʻi yoqish ...	57
8 – tajriba ishi. Gaz turbinali IEMning energetik koʻrsatkichlari	73
9 – tajriba ishi. GTQ-IEMning texnik-iqtisodiy koʻrsatkichlari	80
10 – tajriba ishi. Gaz turbinali-IEMdan issiqlik berilishini rostlash	88
11 – tajriba ishi. Tutun gazini tashlaydigan turdagi, koʻmir-changili bugʻ-gaz qurilmasi	97
12 – tajriba ishi. Koʻmirni gazifikatsiyalab yoquvchi bugʻ-gaz qurilmalari	103
№1-3-tajriba ishlari uchun nazorat savollari	111
№6-10-tajriba ishlari uchun nazorat savollari	111
№4, 5, 11, 12-tajriba ishlari uchun nazorat savollari	112
Glossariy	113
Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati	122

