

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ**

**ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ  
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ  
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ  
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**“ЭНЕРГЕТИКА”**

**йўналиши**

**“БУҒ ВА ГАЗ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ТАРАҚҚИЁТИ  
АСОСЛАРИ”**

**Ўқув модулидан**

**Ўқув-услубий мажмуа**

**ТОШКЕНТ -2019**

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2019 йил “2”ноябрдаги 1023- сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

**Тузувчи:** Б. Х. Юнусов – ТошДТУ, Энергетика факультети  
доценти, т.ф.н..

**Такризчи:** Д. Н. Мухиддинов - ТошДТУ, Энергетика факультети,  
профессори, т.ф.д.

Ўқув -услугий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2019 йил 24 сентябрдаги 1- сонли қарори билан фойдаланишга тавсия қилинган.

## МУНДАРИЖА

I.	ИШЧИ ДАСТУР.....	5
II.	МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ .....	11
III.	НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАРИ .....	17
IV.	АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ ... ..	46
V.	ГЛОССАРИЙ (GLOSSARY) .....	59
VI.	АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ .....	62

# I. ИШЧИ ДАСТУР

## Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли, 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ–2909-сонли Қарорида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади. Дастур мазмуни олий таълимнинг норматив-ҳуқуқий асослари вақонунчилик нормалари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёнида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг касбий компетентлиги ва креативлиги, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимлари ва масофадан ўқитиш усулларини ўзлаштириш бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

## МОДУЛНИНГ МАҚСАДИ ВА ВАЗИФАЛАРИ

**Модулнинг мақсади:** Тингловчилар “Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёти асослари” модули бўйича билим, кўникма ва малакаларини ривожлантириш.

**Модулнинг вазифаси:**

- буғ ва газ қурилмаларини ишлаш принципларини тушунтириш;
- буғ ва газ қурилмаларининг зарурий шарт-шароитлари, ҳисоблаш моделларини кўрсатиш;
- буғ ва газ қурилмаларининг ишини тўғри ташкил этиш ва бошқариш;

- буғ ва газ қурилмаларининг фаолиятни такомиллаштириш йўллари устида ишлаш;
- буғ ва газ қурилмаларининг сифатини бошқаришга қаратилган инновацияларни ишлаб чиқиш ва жорий этиш;
- буғ ва газ қурилмаларининг технологияларида иш жараёнини камчилик-устунликлари бўйича маълумотлар бериш.

## МОДУЛНИ ЎЗЛАШТИРИШГА ҚЎЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР

**Кутилаётган натижалар:** Тингловчилар “Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёти асослари” модулини ўзлаштириш орқали қуйидаги билим, кўникма ва малакага эга бўладилар:

### **Тингловчи:**

- Буғ ва газ қурилмаларининг тузилиши ва конструкцияси;
- буғ ва газ қурилмаларини ишлаш принциплари;
- буғ ва газ қурилмаларини классификациялаш асослари ва таркибий қисмларини;
- буғ ва газ қурилмаларининг чет эл модефикацияси ҳақида тушинча;
- буғ ва газ қурилмаларининг самарали ишлаши ва муаммоларни тўғри ҳал этиш йўллари;
- буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёт асослари ҳақида тушунча ва моҳияти;
- буғ ва газ қурилмаларининг зарурий шарт-шароитлари, ҳисоблаш моделлари;
- буғ ва газ қурилмаларининг иш потенциалини баҳолаш мезонлари ҳақида **билимларга** эга бўлиши лозим.

### **Тингловчи:**

- буғ ва газ қурилмаларининг ишини тўғри ташкил этиш ва бошқариш;
- буғ ва газ қурилмаларининг фаолиятни такомиллаштириш йўллари устида ишлаш;
- буғ ва газ қурилмаларининг сифатини бошқаришга қаратилган инновацияларни ишлаб чиқиш ва жорий этиш;
- буғ ва газ қурилмаларининг фаолиятига хориж мамлакатлари тажрибаларини татбиқ этиш **кўникмаларига** эга бўлиши лозим.

### **Тингловчи:**

- буғ ва газ қурилмаларининг иш жараёнини янада такомиллаштиришга оид билим ва кўникмаларини амалиётга татбиқ этиш;
- буғ ва газ қурилмаларини фаолиятга оид барча касбий ва шахсий сифатлар асосида иш жараёнини бошқариш;
- буғ ва газ қурилмаларининг технологияларида иш жараёнини камчилик-устунликлари;
- буғ ва газ қурилмалари бўйича хориж мамлакатларнинг тажрибасини таҳлил қилиш **малакаларига** эга бўлиши зарур.

**Тингловчи:**

- БГҚнинг қайта ишлаш қозони билан лойихалаш;
- буғ ва газ қурилмаларини фаолиятга оид барча касбий ва шахсий сифатлар асосида иш жараёнини бошқариш бўйича **компетенцияга** эга бўладилар.

**МОДУЛНИНГ ЎҚУВ РЕЖАДАГИ БОШҚА ФАНЛАР БИЛАН  
БОҒЛИҚЛИГИ ВА УЗВИЙЛИГИ**

Ушбу модул “Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёти асослари” ўқув режадаги Энергия ишлаб чиқариш технологияси ва марказларининг истиқболлари” ва “Ёқилги ёнишининг замонавий технологияси” модуллари билан узвий боғланган.

**Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар**

“Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёти асослари” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

– маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;

– ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усуллари кўллаш назарда тутилади.

**Модулнинг олий таълимдаги ўрни**

Ўзбекистон Республикасининг энергетика тизимини замонавий юқори даражадаги самарадорликка эга бўлган жиҳозлар ва қурилмалар ҳисобига ривожлантириш, энергия ресурсларидан фойдаланиш, электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш, тақсимлаш, ўзгартириш ва истеъмол қилишда юқори самарадорликка эришиш ўта долзарб масала ҳисобланади. Ушбу муаммони ҳал этишда биринчи навбатдаги вазифа замонавий талабларга жавоб берувчи мутахассисларни тайёрлаш ҳисобланади. Шу сабабли бундай мутахассисларни тайёрлаш учун ушбу соҳа бўйича таълим берувчи олий таълим тизими ўқитувчиларининг малакасини оширишда “Энергетика ва энергия самарадорлик муаммолари” фани алоҳида ўринни эгаллайди.

**Модул бирликлари бўйича соатлар тақсимоти: 16 соат**

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юклагаси, соат			
		Жами	Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Буғ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар	6	2		4
2.	Газ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар	2	2		
3.	Буғ ва газ қурилмалари ҳақида умумий маълумотлар	2	2		
4.	Буғ турбинасига буғ сарфини аниқлаш. Буғ олинадиган турбинага буғ сарфини ҳисоблаш	2		2	
5.	Ростланмайдиган поғонанинг иссиқлик ҳисоби. Босим поғонасининг ҳисоби	2		2	
6.	Вални мустаҳкамликка ҳисоблаш. Конденсатор иссиқлик балансини ҳисоби	2		2	
	<b>Жами:</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

**НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ**

**1-мавзу: Буғ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар. (2 соат).**

Кириш. Буғ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар. Ишчи куракчаларда энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланиши. Реактив поғона. Эркин реактивлик даражалик поғона. Турбина поғоналаридаги йўқотишлар. Ички йўқотишлар. Ишчи куракчалардан чиқиш тезлигидаги йўқотишлар. Ташқи йўқотишлар. Буғ турбинасининг ФИК ва қуввати. Буғ турбиналарининг иш режимлари. Буғ турбиналарнинг энергетик характеристикалари. Буғ турбиналар конструксиялари. Турбиналарини ростлаш ва мойлаш схемалари. Буғ турбинасини айланишлар сони ортиб кетишидан химоялаш. Хаво сўрувчи қурилмалар.

**2 - мавзу: Газ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар (2 соат)**

Газ турбиналари. Газ турбина қурилмалари буғ турбиналарига нисбатан афзалликлари. Газ турбинасининг камчиликлари. Газ турбинаси қурилмаси схемаси. Газ турбина қурилмасининг иш цикли. Газ турбина қурилмасининг P–V ва T–S диаграммалари. Термодинамик циклининг термик ФИК. Компрессорда изоентропик сиқилиш ва кенгайиш. ГТҚсининг иқтисодий самарадорлигини оширишнинг йўллари. Регенерацияли газ

турбина қурилмаси схемаси. Ҳавони поғонали сиқиш ва поғонали ёндиришли газ турбина қурилмалари. Турбиналарга ишлатиладиган материаллар.

### **3-мавзу: Буғ ва газ қурилмалари ҳақида умумий маълумотлар (2 соат).**

БГҚларининг классификацияси. БГҚси иссиқлик схемасининг таркибидаги БТҚ. Содда иссиқлик схемаси. БГҚни лойиҳалаш. БГҚнинг кўрсаткичлари. Икки ва уч босимли БГҚ. БГҚли иссиқлик электр маркази. БГҚнинг паралел схемали иши. БГҚнинг иссиқлик тежамкор кўрсаткичлари. БГҚнинг қайта ишлаш қозони билан лойиҳалаш. БГҚларининг асосий камчиликлари ва устунликлари. Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёти асослари.

#### **Амалий машғулот мазмуни**

### **1-мавзу: Буғ турбинасига буғ сарфини аниқлаш. Буғ олинадиган турбинага буғ сарфини ҳисоблаш (2 соат).**

Турбинага буғ сарфининг электр қувватга боғлиқлик графиги. Конденсацион турбина энергетик характерицикаси. Салт юриш коеффитсиенти. Буғ турбинасининг иссиқлик ҳисоби. Лойиҳаланаётган турбинага қўйиладиган асосий талаблар. Кўп поғонали актив турбинанинг иссиқлик ҳисоби. Ростланмайдиган поғонанинг иссиқлик ҳисоби. Босим поғонасининг ҳисоби.

### **2-мавзу: Ростланмайдиган поғонанинг иссиқлик ҳисоби. Босим поғонасининг ҳисоби (2 соат).**

Ростлаш органларининг вазифаси. Автоматик тезлик ростлагичлари. Ростлаш схемалари. Энергетик системаларда турбиналарни статсионар ва даврий турлари. Стационар ва доимий ишловчи турлар. Ричагли ҳимоя ростлагичлари. Турбинани мой билан та'минлаш схемалари. Ҳажмий насосли схемалар. Марказдан қочма насосли схемалар. Мойлаш схемаси. Буғ турбиналарининг конденсацион қурилмалари. Конденсаторлар. Конденсацион қурилманинг иш тартиби.

### **3-мавзу: Вални мустаҳкамликка ҳисоблаш. Конденсатор иссиқлик балансини ҳисоби (2 соат).**

Ростлаш органларининг вазифаси. Автоматик тезлик ростлагичлари. Ростлаш схемалари. Энергетик системаларда турбиналарни стационар ва даврий турлари. Стационар ва доимий ишловчи турлар. Ричагли ҳимоя ростлагичлари. Турбинани мой билан та'минлаш схемалари. Ҳажмий насосли схемалар. Марказдан қочма насосли схемалар. Мойлаш схемаси. Буғ



турбиналарининг конденсацион қурилмалари. Конденсаторлар. Конденсацион қурилманинг иш тартиби. Юзали конденсацион қурилманинг соддалаштирилган схемаси

### Таълимни ташкил этиш шакллари

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутати. Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидан фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот;
- мустақил таълим.

Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра:

- жамоавий;
- гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда);
- якка тартибда.

**Жамоавий ишлаш** – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

**Гуруҳларда ишлаш** – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (2 тадан – 8 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳларора шаклга бўлиш мумкин. *Бир турдаги гуруҳли иш* ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топширик бажаришни назарда тутати. *Табақалашган гуруҳли иш* гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутати.

**Якка тартибдаги шаклда** - ҳар бир таълим олувчига алоҳида- алоҳида мустақил вазифалар берилади, вазифанинг бажарилиши назорат қилинади.

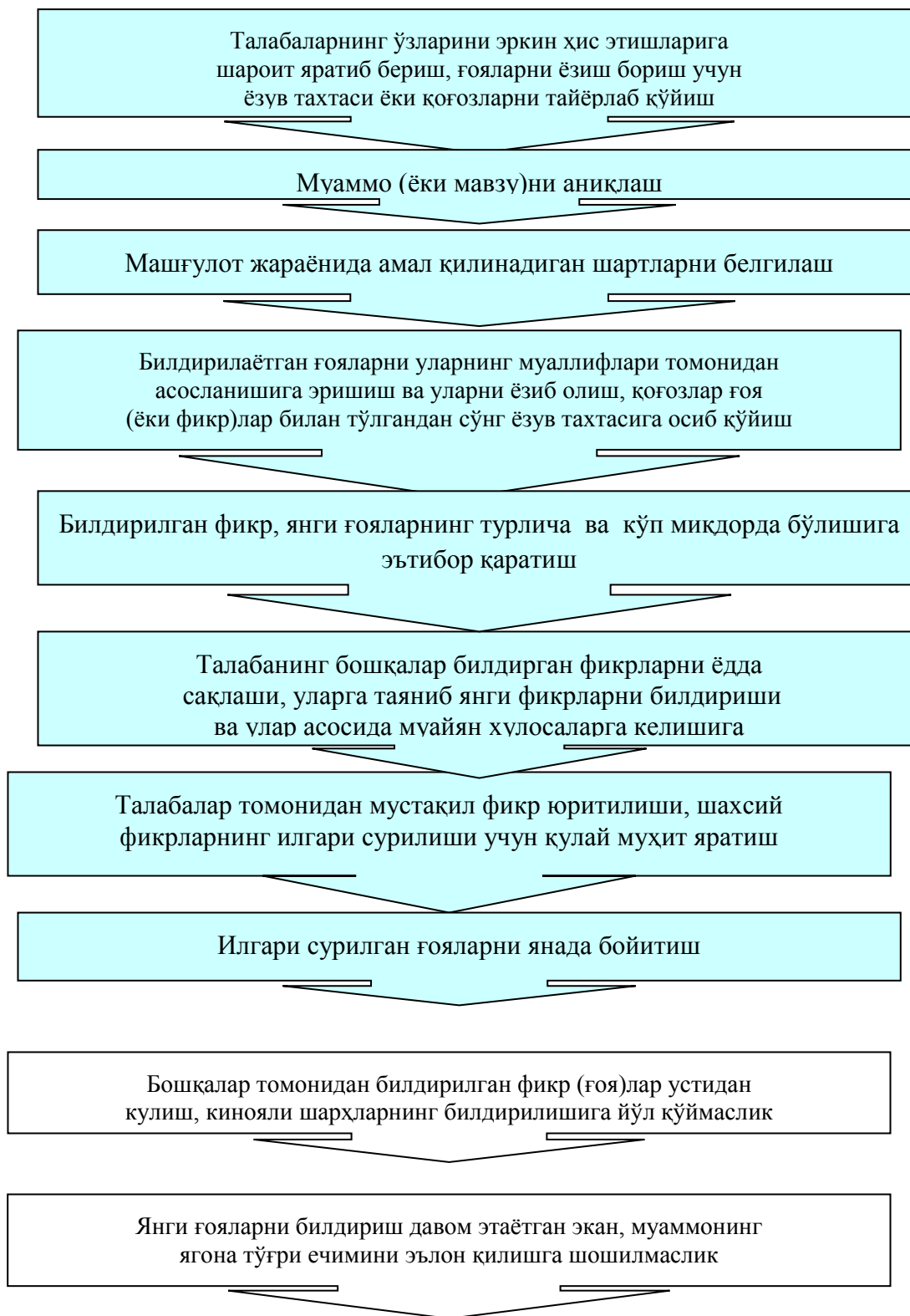
## II.МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

“АҚЛИЙ ҲУЖУМ” МЕТОДИ

Метод талабаларни мавзу хусусида кенг ва ҳар томонлама фикр юритиш, ўз тасаввурлари, ғояларидан ижобий фойдаланишга доир кўникма, малакаларни ҳосил қилишга рағбатлантиради. У ёрдамида ташкил этилган

машғулотларда ихтиёрий муаммолар юзасидан бир неча оригинал (ўзига хос) ечимларни топиш имконияти туғилади. Метод мавзу доирасида маълум қарашларни аниқлаш, уларга муқобил ғояларни танлаш учун шароит яратади.

Уни самарали қўллашда қуйидаги қоидаларга амал қилиш лозим:



## Машғулотда методни қўллашда қуйидагиларга эътибор қаратиш лозим:

Ўқувчи (талаба)ларни муаммо доирасида кенг фикр юритишга ундаш, улар томонидан мантиқий фикрларнинг билдирилишига эришиш

Ҳар бир ўқувчи (талаба) томонидан билдириладиган фикрлар рағбатлантирилиб борилади, билдирилган фикрлар орасидан энг мақбуллари танлаб олинади; фикрларнинг рағбатлантирилиши навбатдаги янги фикрларнинг туғилишига олиб келади

Ҳар бир ўқувчи (талаба) ўзининг шахсий фикрларига асосланиши ва уларни ўзгартириши мумкин; аввал билдирилган фикрларни умумлаштириш, туркумлаштириш ёки уларни ўзгартириш илмий асосланган фикрларнинг шаклланишига замин ҳозирлайди

Машғулотда ўқувчи (талаба)лар фаолиятини стандарт талаблар асосида назорат қилиш, улар томонидан билдириладиган фикрларни баҳолашга йўл қўйилмайди (зеро, фикрлар баҳоланиб борилса, ўқувчи (талаба)лар диққатларини шахсий фикрларни ҳимоя қилишга қаратади, оқибатда янги фикрлар илгари сурилмайди; методни қўллашдан кўзланган асосий мақсад ўқувчи (талаба)ларни муаммо бўйича кенг фикр юритишга ундаш эканлигини ёдда тутиб, уларни баҳолаб боришдан воз кечишдир)

**Ақлий ҳужум методининг мавзуга қўлланилиши:  
Фикрлаш чун бериладиган саволлар:**

1. Буғ турбиналарининг ишлаш принципи қандай?
2. Энергия бир турдан иккинчи турга қандай айлантирилади?
3. Реактив поғона деб қандай поғонага айтилади?
4. Эркин реактив даражалик поғона деб нимага айтилади?
5. Турбина поғоналаридаги йўқотишлар қандай йўқотишлар киради?
6. Ички йўқотишлар деб қандай йўқотишларга айтилади?
7. Ташқи йўқотишлар деб қандай йўқотишларга айтилади?
8. Буғ турбинасининг ФИК қандай аниқланади?
9. Буғ турбинасининг қуввати қандай аниқланади?
10. Буғ турбиналарининг иш режимлари қандай?
11. Буғ турбиналарнинг энергетик характеристикалари деб қандай катталикларга айтилади?

**“ЕЛПИҒИЧ” МЕТОДИ**

Бу методи мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммо характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган.

Методининг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир йўла ахборот берилади. Айни пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида нуқталардан муҳокама этилади. Масалан, ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари белгиланади.

Бу интерфаол методи танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўз ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда ихчам баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади.

“Елпиғич” методи умумий мавзунинг айрим тармоқларини муҳокама қилувчи кичик гуруҳларнинг, ҳар бир қатнашувчининг, гуруҳнинг фаол ишлашига қаратилган.

“Елпиғич” методи умумий мавзунинг турли босқичларда қўлланиши мумкин.

**-бошида:** ўз билимларини эркин фаолаштириш;

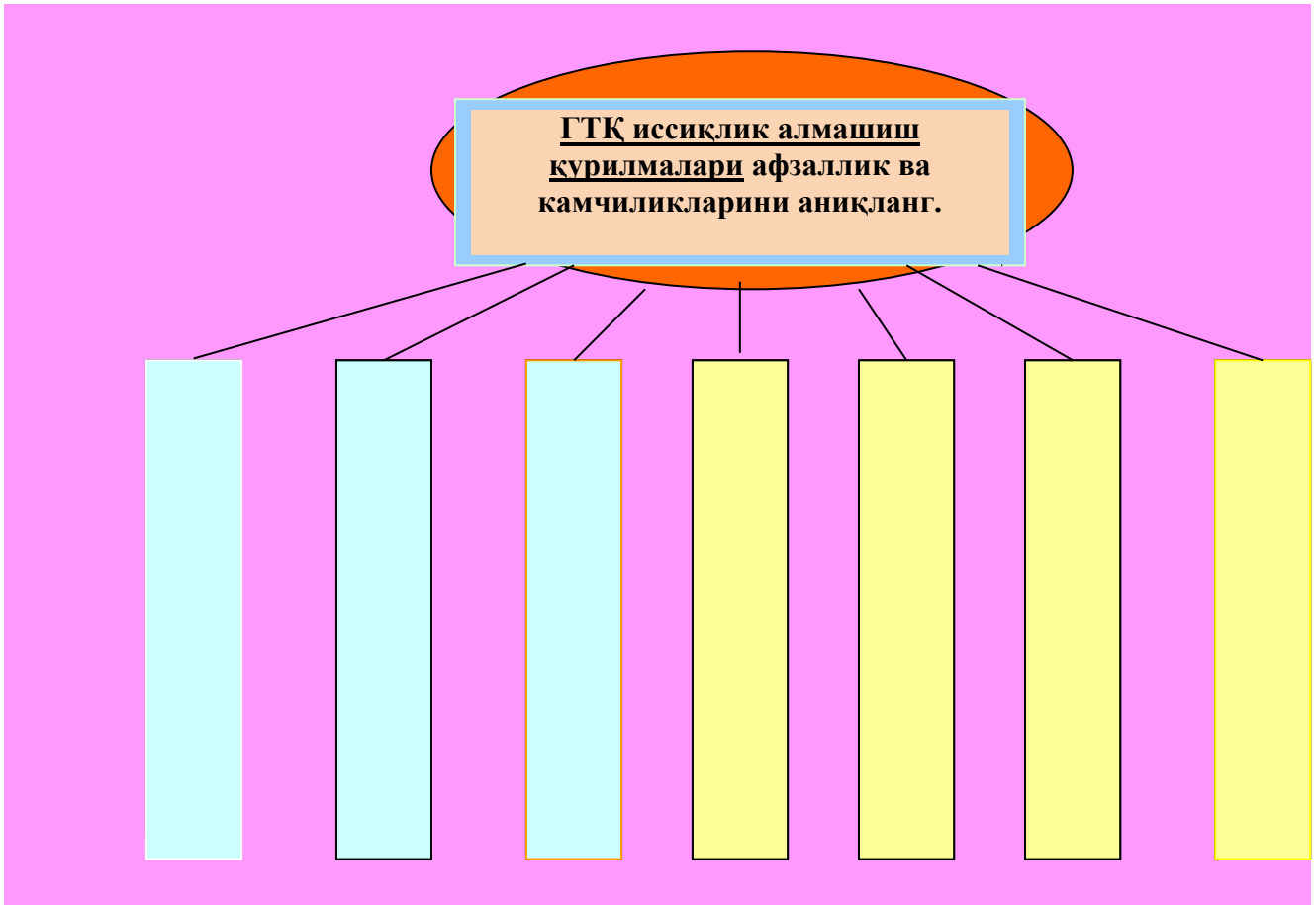
**-мавзунинг ўрганиш жараёнида:** унинг асосларини чуқур фахмлаш ва англаб етиш;

**-яқунлаш босқичида:** олинган билимларни тартибга солиш.

### 1-гуруҳга вазифа:



### 2-гуруҳга вазифа:



**Кичик гуруҳлар вазифалари қўйидаги б аҳолаш мезонлари асосида  
баҳоланилади:**

№	Баҳолаш мезонлар	3	4	5
1.	Ишнинг мазмуни			
2.	Гуруҳ фаоллиги			
3.	Дизайн			
4.	Регламент			
5.	Тақдимот			
	<b>Жами:</b>			

**“Резюме” методи**

**“Резюме” методи-** мураккаб, кўп тармоқли мумкин қадар муаммоли мавзуларни ўрганишга қаратилган. Унинг моҳияти шундан иборатки, бунда бир йўла мавзунинг турли тармоқлари бўйича ахборот берилади. Айни пайтда уларнинг ҳар бири алоҳида нуқталардан муҳокама этилади. Масалан: ижобий ва салбий томонлари афзаллик ва камчиликлар, фойда ва зарарлар белгиланади. Ушбу методнинг асосий мақсади таълим олувчиларнинг эркин, мустақил, таққослаш асосида мавзудан келиб чиққан ҳолда ўқув муаммосини ечимини топишга ҳам керакли хулоса ёки қарор қабул қилишга, жамoa ўз фикрини билан таъсир этишга, уни маъқуллашга, шунингдек, берилган муаммони ечишга мавзуга умумий тушунча беришда ўтилган мавзулардан эгалланган билимларни қўллай олиш ўргатиш.

**Мавзуга қўлланилиши:** Маъруза дарсларида, семинар, амалий ва лаборатория машғулотларни яқка ёки кичик гуруҳлар ажратилган тартиб ўтказиш, шунингдек, ўйга вазифа беришда ҳам қўллаш мумкин. Машғулот фойдаланиладиган воситалар: А-3, А-4 форматдаги қоғозларида (гуруҳ сонига қараб) тайёрланган тарқатма материаллар маркерлар ёки рангли қаламлар.

**“Резюме” методини амалга ошириш босқичлари:**

- Таълим берувчи таълим олувчиларнинг сонига қараб 3-4 кишидан иборат кичик гуруҳ ажратилади;
- Таълим берувчи машғулотнинг мақсади ва ўтказилиш тартиби билан таништиради ва ҳар бири кичик гуруҳ қоғознинг юқори қисмига ёзув бўлган яъни асосий вазифа, унда ажратилган ўқув вазифалари ва уларни ечиш йўллари белгиланган, хулоса ёзма баён қилинадиган варақларни тарқатади;
- Ҳар бир гуруҳ аъзолари топшириқ бўйича уларнинг афзаллиги ва камчиликларини аниқлаб, ўз фикрларини маркерлар ёрдамида ёзма тарзда баён этадилар. Ёзма баён этилган фикрлар асосида ушбу муаммонинг ечимини топиб, энг мақбул вариант сифатида умумий хулоса чиқарадилар;

- Кичик гуруҳ аъзолари бири тайёрланган материалнинг жамоа номидан тақдимот этади. Гуруҳнинг ёзма баён этган фикрлари ўқиб эшиттиради, лекин хулоса қисми билан таништирилмайди;
- Таълим берувчи бошқа кичик гуруҳлардан тақдимот этган гуруҳнинг хулосасини сўраб, улар фикрини аниқлайди ва ўз хулосалари билан таништиради;
- Таълим берувчи гуруҳлар томонидан берилган фикрлар ёки хулосаларга изоҳ бериб, уларни баҳолайди, сўнги машғулотни якунлайди.

### Методнинг мавзуга қўлланилиши:

Поғоналар			
Актив поғона		Реактив поғона	
афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги
<b>Хулоса:</b>			

## III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

### 1-МАВЗУ: Буғ турбиналари хақида умумий маълумотлар. (2 соат).

#### Режа:

1. Буғ турбиналарининг гуруҳланиши
2. Буғ турбинасининг ишлаш принципи
3. Актив ва реактив поғоналар
4. Турбинадаги йўқотишлар.

**Таянч сўз ва иборалар:** Буғ ва газ турбиналари, энтальпия, поғоналар сони, актив ва реактив поғоналар, радиал турбиналар, цилиндр (корпус), эркин реактивлик даражаси, термодинамик цикл,

#### 1.1.Буғ турбиналарининг гуруҳланиши;

Буғ турбиналари конструкцияси, иссиқлик жараёни характери, буғ параметрлари ва саноатда ишлатилишига қараб қуйидагича асосий гуруҳларга бўлинади:

**1) поғоналар сонига кўра:**

а) бир поғонали турбиналар; бу турбиналар кичик қувватга эга бўлиб, одатда, марказдан қочма насослар ва вентиляторларни айлантириш учун қўлланилади;

б) кичик, ўрта ва катта қувватли актив ва реактив кўп поғонали турбиналар.

**2) буғ оқими ҳаракатига кўра:**

а) буғ оқими турбина ўқи бўйича йўналувчи турбиналар;

б) радиал турбиналар; бу турбиналарда буғ турбина айланиш ўқиға перпендикуляр текислик бўйлаб ҳаракатланади. Айрим ҳолларда катта қувватли конденсацион радиал турбиналарнинг охириги поғоналари ўқ бўйича йўналувчи қилиб бажарилади. Радиал турбиналар қўзғалмас йўналтирувчи куракчаларга ва фақат айланувчи ишчи куракчаларга эга бўлиши мумкин.

**3) цилиндрлар (корпуслар) сонига кўра:**

а) бир корпусли (бир цилиндрли);

б) икки корпусли (икки цилиндрли);

в) кўп корпусли (кўп цилиндрли).

Кўп цилиндрли турбиналар цилиндрларининг валлари битта генераторга бирлаштирилган бўлса, бир валли турбиналар дейилади, агар ҳар бир цилиндр айрим генераторга бирлаштирилса, кўп валли турбиналар дейилади.

**4) буғ тақсимланиш принципига кўра:**

а) актив турбиналар; бу турбиналарда буғнинг потенциал энергияси кинетик энергияга қўзғалмас куракчаларда ёки соплода айлантирилади; ишчи куракчаларда эса буғнинг кинетик энергияси механик ишга айлантирилади;

б) реактив турбиналар; бу турбиналарда буғ кенгайиши йўналтирувчи ва ишчи куракчаларда бир хилда амалга оширилади.



## **5) иссиқлик жараёни характериға кўра:**

а) регенерацияли конденсацион турбиналар; бу турбиналарда ишлатилган буғ атмосфера босимидан паст босимда конденсаторға киритилади;

б) битта ёки иккита ростланадиган буғ олинадиган конденсацион турбиналар; олинган буғ ишлаб чиқариш ёки турар жойларни иситиш учун ишлатилади, қолган қисми конденсаторға киритилади;

в) қарши босимли турбиналар; бу турбиналарда ишлатилган буғ бир неча атмосфера босимида саноат ёки иситиш учун юборилади;

г) кўшимча уланадиган турбиналар; бунда ишлатилган буғ ўрта ёки паст босимли цилиндрларға киритилади.

## **б) буғ босимиға кўра:**

а) ўрта босимли турбиналар,  $p=3,43$  МПа,  $t=345$  °С;

б) орттирилган босимли турбиналар,  $p=8,8$  МПа,  $t=535$  °С;

в) юқори босимли турбиналар,  $p=12,7$  МПа,  $t=565$  °С;

г) критик босимдан юқори босимли турбина,  $p=23,5$  МПа,  $t_0=560$  °С;

$t_{кк}=565$  °С.

## **1.2.Буғ турбинасининг ишлаш принципи**

Буғ турбинасида буғнинг потенциал энергияси кинетик энергияға, кинетик энергия эса турбина валининг механик энергиясига айлантирилади. Турбина вали бевосита ёки узатма мослама орқали ишчи машина билан уланади.

Турбинада буғнинг потенциал энергиясини вал айланишининг механик энергиясига айлантиришнинг турли хил усуллари мавжуд. Буғ потенциал энергиясини кинетик энергияға ўзгартириш характериға кўра актив, реактив ва актив-реактив турбиналар фарқланади.

Буғ бошланғич  $p_0$  босимдан охириги  $p_2$  босимгача битта ёки бир гуруҳ соплларда кенгаяди. Сопллар айланувчи дискка ўрнатилган ишчи куракчалар олдида корпусға ўрнатилган. Бунда буғнинг кинетик энергияси

роторни айлантириш учун сарфланади, яъни ротор айланиш механик энергиясига айланади.

Буғнинг бутун кенгайиш жараёни фақат кўзгалмас каналларда, яъни соплларда, кинетик энергиянинг механик энергияга айланиш жараёни эса фақат ишчи куракчаларда (буғ кенгаймасдан) содир бўладиган турбиналар актив турбиналар дейилади.

Турбина корпуси ва роторда жойлашган икки кўшни куракчалар каторлари - поғонани ташкил қилади. Бир нечта кетма-кет жойлашган ишчи ва йўналтирувчи куракчаларга эга бўлган турбиналар кўп поғонали турбиналар дейилади. Ҳозир кўриб чиқилган турбинада буғнинг кенгайиш жараёни ишчи куракчалар орасидаги каналларда ва йўналтирувчи куракчалар орасидаги каналларда бир хилда содир бўлади. Бундай турбиналар реактив турбиналар дейилади.

### **1.3.Актив ва реактив поғоналар**

Йўналтирувчи ва ишчи куракчаларида энтальпия ўзгариши ҳисобига турбина айланиш механик энергияси юзага келади. Реактив турбинада энтальпия ишчи ва йўналтирувчи куракчаларда бир хилда камаяди.

Актив поғона. Актив поғонада буғ кенгайиши фақат соплда амалга оширилади. Поғонанинг иссиқликлар фарқи  $h_0$  кинетик энергияга фақат соплларда айлантирилади. Ишчи куракчаларда эса фақатгина кинетик энергиянинг механик энергияга айлантириш жараёни содир бўлади.

Реактив поғона. Реактив поғонада буғ кенгайиши фақат соплда эмас, балки ишчи куракларда ҳам амалга оширилади. Яни поғонанинг иссиқликлар фарқи, кинетик энергияга фақат соплларда эмас, ишчи куракларда ҳам айлантирилади.

Ишчи куракчалардаги иссиқлик тушишининг бутун поғона назарий иссиқлик тушишига нисбати реактивлик даражаси дейилади ва  $\rho$  ҳарфи билан белгиланади.

### **1.4.Турбинадаги йўқотишлар.**

**Йўқотишларнинг гуруҳланиши.** Буғ турбиналарида содир бўладиган йўқотишларни икки гуруҳга ажратиш мумкин:

- ички йўқотишлар. Турбинада ишчи жисм кенгайишида унинг ҳолати ўзгаришига бевосита таъсир кўрсатади;
- ташқи йўқотишлар. Бу йўқотишлар турбинада ишчи жисм кенгайишида унинг ҳолати ўзгаришига таъсир кўрсатмайди.

Ички йўқотишларга қуйидагилар киради: клапанлардаги йўқотишлар, соплодаги йўқотишлар, чиқувчи тезлик билан диск ишқаланиши ва вентиляциясидаги йўқотишлар, ички тирқишлар орқали йўқотишлар, буғ намлиги сабабли йўқотишлар, чиқиш қувуридаги йўқотишлар.

Ташқи йўқотишларга қуйидагилар киради: механик йўқотишлар, тирқишдаги буғ йўқотишлар сабабли содир бўладиган йўқотишлар.

Ҳозирги вақтда электр энергиясининг асосий қисми (80 % га яқини) буғ турбинаси қурилмаларида ишлаб чиқарилади, уларда ишчи жисм сифатида сув ва сув буғи ишлатилади. Буғ турбинали электр станциясининг энергетик жараёни Ренкин циклига, яъни ишчи жисмга ўзгармас босимда иссиқлик бериш ва иссиқликни олиш термодинамик циклига асосланган.

**Буғ турбинаси қурилмаларининг энергетик кўрсаткичлари.** Буғ турбинаси қурилмаларининг (БТҚ) асосий энергетик кўрсаткичи электр энергиясини бериш бўйича ФИКдир. У маълум вақт давомида истеъмолчиларга берилган электр энергиясининг шу электр энергиясини ишлаб чиқариш учун сарфланган энергияга нисбати, яъни шу вақт давомида станцияда ёқилган ёқилғи иссиқлигига нисбати билан аниқланади ва БТҚнинг абсолют ФИКи деб аталади. БТҚнинг истеъмолчиларга электр энергиясини бериш бўйича аниқланадиган ФИК – нетто ФИК деб аталади.

**Буғ турбиналари иш режимлари.** Турбинанинг энг кичик солиштирма иссиқлик сарфи билан ишлайдиган қуввати тежамкор (иктисодий) қуввати дейилади. Иқтисодий қувватда ФИК юқори қийматида бўлади. Турбина узоқ муддат давомида ишлаши мумкин бўлган юқори чегаравий қуввати номинал қувват дейилади. Номинал қувват иқтисодий

қувват билан тенг бўлиши ёки ундан  $5 \div 20$  % катта бўлиши мумкин. Турбинанинг иссиқлик ҳисоби иқтисодий қувватга нисбатан олиб борилади. Турбина ишлаганида унинг қуввати салт юришдан тортиб номинал қувватгача ўзгариши мумкин. Турбина қуввати ўзгаришига, асосан, буғ сарфини, энтальпиялар фарқини ва буғ бошланғич параметрларини ўзгартириш орқали эришилади.

Буғ турбинаси қувватини қуйидаги усулларда ўзгартириш мумкин:

- буғни турбинага киришда дросселлаш йўли билан (дросселли буғ тақсимлаш);
- турбинанинг биринчи бошқарилувчи поғонаси очик соплолари сонини ўзгартириш орқали (соплолик буғ тақсимлаш);
- турбинанинг битта ёки бир нечта оралик поғоналарига бирламчи буғ киритиш орқали (ташқи буғ тақсимлаш).

**Буғ турбиналарнинг энергетик характеристикалари.** Турбинага буғ сарфининг электр қувватга боғлиқлик графиги турбина энергетик характеристикаси дейилади. Бу боғлиқлик тўғри чизик кўринишига эга.

**Лойиҳаланаётган турбинага қўйиладиган асосий талаблар.** Лойиҳаланаётган турбина бир қатор талабларга жавоб бериши керак бўлади, жумладан:

–юқори ишончилиқка эга бўлиши керак, шунинг учун сўнгги поғонадаги ишчи куракчаларнинг диаметри рухсат этилган қийматдан ошмаслиги шарт;

–тўйинган буғ муҳитида ишлаётган ишчи куракчаларда эрозияга қарши чоралар кўрилган бўлиши керак;

–назорат қилиш вақтида турбинани юқори иқтисодий кўрсаткичлар беришини таъминлаш учун буғ параметрларини тўғри танлаш лозим;

–поғоналар сони, ростланувчи поғоналар сони, ҳисобий қувват, иқтисодий вакуум билан боғлиқ бўлган масалалар узил-кесил ҳал қилинган бўлиши керак;

Буғ бошланғич параметрларининг ошиши ишлаб чиқарилаётган электр энергияси таннархини пасайтиради, электр станциясининг умумий нархини туширади. Лекин юқори параметрлар фақат катта қувватли турбиналар учун мақсадга мувофиқдир.

Шуни ҳам эътиборга олиш керакки, критик босимдан юқори босимда ишлайдиган турбиналарда юқори босимли цилиндрнинг конструкцияси мураккаблашади, бу эса турбинанинг таннархини оширади.

**Ростланувчи поғонани танлаш учун кўрсатма.** Соплоли буғ тақсимлашга эга бўлган турбиналарда ростланувчи поғона икки ёки бир куракчали тезлик поғонасидан иборат бўлади. Дросселли буғ тақсимлашда ишловчи буғ турбиналарда ростланувчи поғона бўлмайди.

Дросселли буғ тақсимлашда ишлайдиган буғ турбиналари кичик қувватда ишлаганда соплоли буғ тақсимлашда ишловчи турбиналарга караганда иқтисодий кўрсаткичлари кичик бўлади. Шунга асосланган ҳолда бу йўналишда ишловчи турбиналарни катта қувватли электр станцияларига ўрнатиш мақсадга мувофиқ. Электр истеъмолчиларнинг йўналиши ва уларнинг режимлари ўзгариши йирик қувватли турбинани ҳам энг кичик қувватда ишлашга мажбур қилади (кучланиш графигига асосан).

Дросселли буғ тақсимлашда ишловчи турбиналар фақатгина энг юқори қувватда ишлагандагина тежамли ишлайди. Шунинг учун замонавий электр станцияларида соплоли буғ тақсимлашда ишловчи турбиналар ўрнатилган бўлиб, уларнинг биринчи поғонаси ростловчи поғона ҳисобланади.

Турбинага ўрнатилган ростланувчи поғона бир ёки икки қатор куракчали лойиҳада тайёрланган бўлади. Ростланувчи поғонанинг куракчалари қатори сонини ошиши ундаги иссиқлик тушишини оширади, бу эса, ўз навбатида, турбинанинг иқтисодий самарасини оширади.

Ростланувчи поғонани танлаш буғнинг бошланғич сарфига ҳам боғлиқ, яъни унинг қиймати кичик бўлган турбиналар учун икки куракчали ростланувчи поғона танланиб, бу ростланувчи камерада кичик босим ҳосил қилиш имконини беради ҳамда тирқишдаги буғ йўқотилишини камайтиради.

**Кичик ва ўрта қувватли турбина конструкциясини танлаш.** Кичик ва ўрта қувватли турбиналар учун катта диаметрли дискларни танлаш орқали турбина босқичлари сони кам, лойиҳаси ихчам и таннархи кам бўлишига эришиш мумкин. Аммо бу сопо ва биринчи босқич куракчалари ўлчамлари камайиши, ростловчи босқич парциаллик даражаси камайиши ва шу сабабли кейинги босқичларда парциалликни киритиш зарурати пайдо бўлишига олиб келади. Сопо ва куракчалар баландлиги кичик бўлиши ва кейинги босқичларда парциаллик киритиш бу босқичлар ва турбина ФИКни анчага камайтиради. Шу сабабли тежамкорлик нуктаи назаридан кичик ва ўрта қувватли турбиналарда кичик диаметрли дискларни қўллаш фойдали, сабаби бу ҳолда сопо ва куракчалар баландлиги ошади, ростловчи босқич парциаллиги ортади ва кейинги босқичларга парциаллик киритишга зарурат қолмайди. Аммо шуни назарда тутиш керакки, айланишлар сони 3000 1/мин турбиналарда кичик диаметрли дискларни ишлатиш турбина тежамкорлигини ошириш билан бир вақтда босқичлар сони ошишига ҳам олиб келади, бу эса турбина конструкциясини мураккаблаштиради.

Турбинанинг оптимал конструкциясини танлаш учун, яъни унга қўйиладиган барча талабларни (юқори тежамкорлик, ишончлилик, конструкцияси соддалиги ва таннархи арзонлиги) қаноатлантириш учун ҳар хил конструкциялар учун техник-иқтисодий ҳисоб-китобларни бажариш зарур.

Кичик ва ўрта қувватли турбиналарда ростловчи босқич сифатида, асосан, икки катор куракчали (двухвенечные) дисклар кенг қўлланилади. Икки катор куракчали дискларнинг афзаллиги турбина конструкциясининг соддалашуви ва ўзгарувчан юкламаларда юқори ф.и.к.га эгалигидир.

Одатда, икки катор куракчали диски турбиналарда иссиқликлар фарқи катта (165–210 кЖ/кг) бўлади. Бу эса турбина корпуси ва ҳалқасимон зичлагичларнинг конструкциясини соддалаштиради, буғ турбинаси ичидаги босими камайиши ҳисобига буғнинг солиштирма ҳажми ошиши сабабли биринчи поғоналар куракчаларини конструкциялашни енгиллаштиради.

Иссиқликлар фарқи кичик бўлган (60–85 кЖ/кг) бир ҳалқали ростловчи босқичлардан фойдаланиш турбина конструкциясини мураккаблаштиради ва таннархини оширади, шу сабабли, кўпинча, улардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлавермайди.

**Катта қувватли турбина конструкциясини танлаш.** Катта қувватли турбина конструкциясини танлаш ниҳоятда мураккаб масала ҳисобланади. Сабаби, бундай турбинани конструкциялашда нафақат ростловчи поғона конструкциясини эмас, балки охириги поғона конструкциясини ҳам эътиборга олиш керак. Турбина ишончилиги, тежамкорлиги ва таннархи охириги поғона конструкциясини тўғри танлашга боғлиқ.

Ҳозирда ишлатилаётган катта қувватли турбиналар конструкциялари, тежамкорлиги ва таннархи ниҳоятда хилма-хилдир. Дросселли буғ тақсимлаш ва буғни қисман оралиқ поғоналарга киритиш эскирган конструкция ҳисобланади. Сабаби, бундай буғ тақсимлаш усули ишлатилган турбиналар кичик юкламаларда ишлаганида дросселлашдаги йўқотишлар катта ва ҳатто, номинал юкламада ишлаганида ҳам ФИК унчалик катта эмас.

Соплоли буғ тақсимлаш ва қисман буғни оралиқ поғонага бериш тизимига эга бўлган турбиналар номинал юкламада катта ФИКга эга, аммо юклама ортиши билан уларнинг ФИК пасайиб кетади ва бу уларнинг асосий камчилиги ҳисобланади.

Катта қувватли турбиналарнинг номинал юкламадаги тежамкор ишлашини таъминлаш учун соплолик буғ тақсимлаш усулидан фойдаланиш кенг тарқалган. Бундай турбиналарда ростловчи поғона сифатида бир қатор куракчали ва икки қатор куракчали ростловчи дисклардан фойдаланилади.

Одатда, икки қатор куракчали дисклардан фойдаланиш турбина конструкциясини соддалаштиргани билан тежамкорлигини етарлича таъминлай олмайди. Бир қатор куракчали дискдан фойдаланиш турбина тежамкорлигини ошириши сабали, мақсадга мувофиқдир. Бироқ ростловчи поғонадаги иссиқликлар фарқи қанчалик кичик бўлса, турбинадаги босим шунчалик юқори, поғоналар сони кўп, корпус деворлари қалинлиги катта ва

олдинги зичлагичлар кнструкцияси мураккаб бўлади. Бу айниқса, юқори ва критик босимдан юқори босимда ишлайдиган турбиналарга тегишли.

**Ростлаш тўғрисидаги асосий тушунчалар.** Турбина айланишининг механик энергияси генераторда электр энергиясига айлантирилади ва у истеъмолчига юборилади. Шунинг учун турбина валидаги механик энергия қиймати билан генератордан олинадиган электр энергияси қиймати орасида катъий муносабат ўрнатилади. Бундан келиб чиқадики, электргенераторидан олинаётган электр юклама қийматининг ҳар қандай ўзгариши билан турбина валидаги механик энергия иши ўзгаради.

Агар буғ турбинаси вали механик ишни сарфлайдиган курилма, яъни насос, компрессор билан бевосита уланган бўлса, бу курилма юкламаси ўзгариши ҳам буғ турбинаси валидаги механик ишни ўзгартиради.

Буғ турбинаси салт юришдан то максимал қувватгача диапазонда турғун ишлаши керак. Буғ турбинаси валидаги қувват билан турбинадаги буғ сарфи орасида маълум муносабат ҳосил бўлади ва шу сабабли турбина валидаги юкламанинг ҳар қандай ўзгариши турбинага буғ сарфи ўзгаришига олиб келиши керак.

Турбина валининг маълум юкламасида буғ сарфи ва валдаги айлантирувчи момент орасида доимий муносабат сақланади. Юклама ўзгарганда бу муносабат ўзгаради ва турбина валининг айланишлар сони ўзгаради. Турбина айланишлар сонини ўрнатилган катталиққа қайтариш учун ростловчи курилмалар буғ сарфини ўзгартириши керак.

Амалда кенг тарқалган гидродинамик ростлагичларнинг ишлаш принципи турбина валида жойлашган марказдан қочма насос билан хайдалаётган мой босимининг айланишлар сони квадратига боғлиқлигига асосланган.

**Буғ турбинасини айланишлар сони ортиб кетишидан химоялаш.** Генератор клеммаларидаги қувватнинг ошиши айланишлар сонини камайтиради ва, аксинча. Ростлаш органларининг вазифаси ҳар қандай миқдорий ўзгаришларни автоматик равишда ростлашдан иборат.



Турбиналарда буғ таъминоти миқдорини ростлаш автоматик равишда тезлик ростлагичларида олиб борилади. Бунда айланишлар сони ўзгариши импулси турбина буғ таъминоти ростлаш органларига узатилади. Ростлаш схемалари турбина қуввати ва иш режимига қараб турли хил бўлади.

Замонавий ИЭС ва ИЭМлар улкан энергетик системаларга бирлашиб умумий электр тармоғини ҳосил қилади ва параллел ишлайди. Бу ҳолда электр узатиш частотаси доимий ўзгармас бўлиб қолади. Электр тармоғидаги частоталарни генератор айланишлар сонини сақлаб қолиш йўли билан амалга оширилади.

Электр тармоғидаги юкламанинг ўзгариши турбина юкламасининг ва ротор айланишлар сонининг ўзгаришига олиб келади. Юклама ўзгариши миқдори статик характерга боғлиқ ростлаш органларининг сезиш даражаси кам ва статик характеристикада очик участкалар бўлса, турбина юкламаси ўз-ўзидан ўзгариб кетиши мумкин. Бу эса турбинанинг ишдан чиқишига олиб келиши мумкин.

Энергетик системаларда турбиналарни стационар ва даврий турларга ажратилади. Стационар турбиналарга юқори қувват, иқтисодий самарадор ва доимий ишловчи турларига айтилади. Даврий турбиналарга эса паст қувватли даврий ишловчи турларига айтилади. Даврий турбиналар электр тармоқларида ҳосил бўладиган критик юкламаларда ишлаши статик характеристика кўриниши эгрилик даражаси ошиб кетишига олиб келади. Бу ростлаш органлари ишига таъсир қилади. Шу ҳолатларни ростлаш учун турбина юкламасининг бир қисми даврий турбинага берилади.

**Турбинани мой билан таъминлаш схемалари.** Энг кўп тарқалган мой таъминоти схемалари қуйидагилар:

- хажмий насосли схемалар;
- марказдан қочма насосли схемалар.

Ҳажмий насослардан мой таъминотида тишли ва винтли насослар ишлатилади. Мой подшипникларга бир хил миқдорда тақсимланиши учун мой қувурларида чегараловчи диафрагмалар ўрнатилади. Подшипниклардан

чиққан мой қайтувчи мой қувирида йиғилади ва ўз оқими билан мой насосига қайтади. Мойлаш схемаси мой қувирида сакловчи клапан ўрнатилган бўлиб, подшипникларга юбориладиган мой босими ортиб кетганда очилади ва ортиқча мойни бакка қайтариб юборади.

**Буғ турбиналарининг конденсацион қурилмалари.** Конденсатор деб, буғни сув ҳолатига ўтказадиган махсус ёпик ҳолатдаги қурилмага айтилади. Буғнинг сув ҳолатига ўтиши конденсация жараёни деб аталади. Буғ турбинасининг паст босимли цилиндрида кенгайган буғ ишини бажариб бўлгач, конденсаторга ўтади. Буғ конденсаторда совуқ қувурларга иссиқликгини бериб конденсатга айланиши натижасида унинг солиштирма ҳажми кескин камаяди ва вакуум ҳосил бўлади.

Конденсаторга совитувчи сув сарфи қанчалик катта бўлса, конденсатордаги қувурлар ҳарорати шунчалик паст бўлади ва вакуум шунчалик чуқур бўлади. Конденсатор қўлланилиши ва турбинанинг қувватига қараб танланади. Конденсатордаги босим атмосфера босимидан кичик бўлганлиги сабабли буғ турбинаси охириги поғонасида, яъни паст босимли цилиндрда кенгайган буғ чиқариш қувири 1 орқали конденсаторга ўтади. Конденсатор 2 ҳажмига ўтишда буғ таркибидаги кислород аралашмаси эжектор 5 орқали атмосферага чиқарилади.

**Ҳаво сўрувчи қурилмалар.** Конденсаторга кирадиган ҳавонинг кичик бир қисми қозондан буғ билан бирга келади, асосий қисми эса вакуумда ишлаётган кран, вентил ва бошқа бирлаштиргичларнинг нозичлиги туфайли сўрилишлардан киради.

Вакуум системасининг нозичлигини баҳолаш имконияти йўқ. Шунинг учун конденсатордан олиб кетилиши керак бўлган ҳаво миқдорини назарий аниқлаш ҳам мумкин эмас. Уни фақат тажриба йўли билан (экспериментал) аниқлаш мумкин.

Буғ турбина қурилмаларида конденсатордан ҳавони сўриб вакуумни таъминлаб туриш учун қуйидаги ҳаво сўриш қурилмалари ишлатилади:

– буғ оқимли эжекторлар;

- сув оқимли эжекторлар;
- марказдан қочма ҳаво насослари.

Буғ турбинаси қурилмаларида энг кўп қўлланиладигани буғ оқимли эжекторлардир. Назария ва тажриба кўрсатадики, бир поғонали буғ оқимли эжектор билан чуқур вакуум ҳосил қилиш мумкин эмас. Шунинг учун буғ турбинаси қурилмаларида икки ва уч поғонали буғ эжекторларидан фойдаланилади. Бир поғонали буғ оқимли эжекторлардан фақат турбинани ишга туширишда фойдаланилади.

### **Назорат саволлари:**

1. Буғ турбиналарининг ишлаш принципи қандай?
2. Энергия бир турдан иккинчи турга қандай айлантирилади?
3. Реактив поғона деб қандай поғонага айтилади?
4. Эркин реактив даражалик поғона деб нимага айтилади?
5. Турбина поғоналаридаги йўқотишлар қандай йўқотишлар киради?
6. Ички йўқотишлар деб қандай йўқотишларга айтилади?
7. Ташқи йўқотишлар деб қандай йўқотишларга айтилади?
8. Буғ турбинасининг ФИК қандай аниқланади?
9. Буғ турбинасининг қуввати қандай аниқланади?
10. Буғ турбиналарининг иш режимлари қандай?
11. Буғ турбиналарнинг энергетик характеристикалари деб қандай катталикларга айтилади?
12. Қандай буғ турбиналарининг конструксиялари мавжуд?
13. Турбиналарини ростлаш ва мойлаш қандай амалга оширилади?
14. Буғ турбинасини айланишлар сони ортиб кетишидан химоялаш қандай амалга оширилади?
15. Ҳаво сўрувчи қурилмалар нималар киради ва қандай мақсадларда ишлатилади?

### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:**

1. Muxiddinov D. N., Matjanov E. K. Issiqlik elektr stantsiyalarning turbinali qurilmalari. – Toshkent, Shark nashriyoti. – 2007. – 104 bet.

2. Tsanev S.V., Burov V.D., Remezov A.N. Gazoturbinnie i parogazovie ustanovki teplovix elektrostantsiy. –M., MEI. 2003. -584 s.
3. Popov S.K. Razrabotka i raschet teplovix sxem termodinamicheskoy idealnix ustanovok. –M., MEI. 2005. -60 s.
4. Montaj i ekspluatatsiya teplotexnicheskogo oborudovaniya. Pod red. V. A. Gorbenko. –M., MEI. 2002. -40 s.

## **2 - МАВЗУ: Газ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар (2 соат).**

### **Режа:**

1. Регенерацияли газ турбина қурилмалари.
2. Турбиналарида ишлатиладиган материаллар. Газ турбина қурилмаларинг асосий кўрсаткичлари.
3. Газ турбина қурилмаларининг ёниш камералари.

**Таянч сўзлар:** Газ турбиналари, турбина қурилмалари, Термодинамик циклининг, изоэнтропик сиқилиш ва кенгайиш, регенерация, Компрессор, поғонали сиқилиш, изобара, регенерациянинг,

### **2.1.Регенерацияли газ турбина қурилмалари.**

**Газ турбиналари.** Газ турбинаси деб, ишчи жисми ёнувчи газ ва ҳаво аралашмасидан иборат бўлган иссиқлик юритгичига айтилади. Ишлаш принципи ва конструкцияси жиҳатидан буғ турбинасига ўхшаш. Газ турбинасининг оқувчи қисмида газ оқимидан иссиқлик энергияси аввал кинетик ва сўнг ротор айланиши механик ишига айланади.

### **Газ турбина қурилмалари буғ турбиналарига нисбатан қуйидаги**

#### **афзалликларига эга:**

- 1) ихчам;
- 2) конденсат қурилмасининг йўқлиги;
- 3) конструкциясининг соддалиги ва қулайлиги;
- 4) кам металлилиги арзонлиги;
- 5) совитиш учун кўп сув талаб қилинмайди.

### **Газ турбинасининг қўйидаги камчиликлари мавжуд:**

- 1) газ турбиналарининг тез ишдан чиқиши;
- 2) ишлатиладиган ёқилғига юқори талаблилиги.

Буғ турбиналари каби газ турбиналари ҳам актив ва реактив, бир поғонали ва кўп поғонали бўлади. Газ ҳаракатига қараб ўқли ва радиал турларига бўлинади. Агар газ турбина ўқи йўналишида ҳаракат қилса, у ўқли газ турбинаси бўлади. Агар газ турбина ўқига перпендикуляр (кўндаланг) ҳаракат қилса, унда радиал газ турбинаси бўлади. Реактив газ турбиналарининг қўлланилиши ФИК ва иш режимининг барқарорланишига олиб келади. Ишлаш режими, иссиқлик миқдори, ишлатиладиган ёқилғи турига қараб кўп поғонали газ турбиналари 2–7 ва ундан ҳам кўп поғонали бўлиши мумкин. Кам миқдорли юкламалар учун бир поғонали газ турбиналари иқтисодий қулай.

**Газ турбинаси қурилмасининг ишчи цикли.** Газ турбиналари буғ турбиналарига нисбатан юқори бошланғич температурада ишлайди. Шунинг учун унинг деталлари иссиққа чидамли пўлатдан ясалади, баъзи ҳолда ишчи куракларни совитиш учун махсус қурилмалар ўрнатилади. Газ турбиналари паст бошланғич босимда ишлайди. Газ кенгайиши натижасида унинг ҳажми бир неча юз баробар ошади. Шунинг учун газ турбинасини ишга туширишдан олдин унинг аэродинамикаси текшириб кўрилади. Газ турбинасининг алоҳида қурилмаларини ҳисоблаш методикаси буғ турбинаси ҳисоби методикаси билан бир хил.

Компрессор атмосферадан ҳавони сўриб, керакли босимгача сиқиб беради ва ёнув камерасига узатади. Ёниш камерасига насос орқали форсункадан ёқилғи келади ва ҳаво билан аралашиб ёнади. Ҳосил бўлган иссиқ аралашма турбинага йўналтирилади. Аралашма температурасини ёниш камерасида ҳаво миқдори орқали ўзгартириш мумкин. Масалан, турбина учун иссиқ ҳаво температураси 900–1100 К бўлса, у узоқ муддат ишлаши исботланган. Ёниш температураси эса ёниш камерасида 2000 К ни ташкил этади. Турбинада газ кенгайиб, механик иш бажаради. Турбина валидаги

қувватнинг бир қисми компрессор куракларининг айланишига сарф бўлади, қолгани истеъмолчига узатилиши ёки электр энергияси олишга сарф бўлиши мумкин.

**Газ турбина қурилмасининг иш цикли назарий ва ҳақиқий циклларга бўлинади.** Назарий термодинамик циклда соддалаштиришлар қабул қилинган:

1) цикл ёниш деб қаралади, идеал газ миқдори, таркиби ва сифими ўзгармас;

2) циклдаги ҳамма жараёнлар қайтар, иссиқлик ва гидравлик йўқотишлар йўқ;

3) компрессорда сиқилиш ва турбинада кенгайиш адиабатик бўлади, энтропия сони ўзгармас.

**Газ турбина қурилмасининг диаграммалари.** Ёниш камерасига иссиқлик берилганда изобара бўйича ҳарорат ортади ва турбинада ишчи жисмининг изоэнтропик кенгайиши кузатилади. Ҳақиқий циклда ички срафлар ҳисобига иссиқлик йўқолади.

Термодинамик циклда иссиқлик олинishi изобара билан ифодаланади. Иссиқлик олинishi натижасида температура бошланғич ҳолатига келади. Ҳақиқий жараёнда эса, турбинадан газнинг атмосферага чиқариб юборилишидаги совишини билдиради.

**Термодинамик циклнинг термик ФИК:**

$$\eta_1 = (K_1 - K_2) / K_1 = I_0 / K_1$$

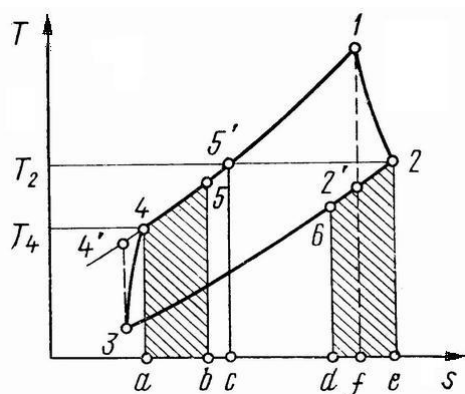
бу ерда:  $K_1$ —келтирилган иссиқлик миқдори;  $K_2$ —олинган иссиқлик миқдори;  $I_0$ —олинган фойдали иш.

Турбинада газнинг изоэнтропик кенгайиши  $p$ - $v$  диаграммада юза билан белгиланади ҳамда кенгайиши боши ва охиридаги энтальпия фарқи билан ифодаланиши мумкин. Циклга келтирилган иссиқлик миқдори  $T$ - $S$  диаграммада юза билан белгиланади.

**Регенерацияли газ турбина қурилмалари.** ГТҚ иқтисодий самарадорлигини оширишнинг йўлларида бири турбинада ишлатиладиган

газларни ёниш камерасидаги ҳавони қиздириш учун ишлатишдир. Бунинг учун компрессордан чиқувчи ҳавони регенератор (ҳаво қиздирувчи)дан ўтказилади. Худди шу регенераторга газ турбинасидан чиқувчи ишлатилган иссиқ ҳаво юборилади, у ўз иссиқлигини иссиқлик алмашинуви орқали узатади ва атмосферага чиқиб кетади.

**Регенерацияли газ турбина қурилмаси схемаси.** Бу жараённинг  $T-S$  диаграммасидаги жараёни куйидагича бўлади (11.4–расм):



Регенерацияли газ турбина қурилмасининг  $T-S$  диаграммаси.

3–4 компрессорда ҳавонинг сикилиши; 4–5 регенераторда ҳавонинг ўзгармас босимда қизиши; 5–1 ёниш камерасида  $p=\text{const}$  иссиқлик узатилиши; 1–2 турбинада ҳавонинг кенгайиши; 2–6 регенераторда ишлатилган газларнинг иссиқлик алмашинуви; 6–3 атмосферага чиқариладиган газларнинг изобарик совиши;  $K_1-1$  кг ҳавонинг регенераторда олган иссиқлик миқдори;  $K_2-1$  кг газнинг ҳавога узатган иссиқлик миқдори.

Регенерация пайтида босим ошириш даражасининг оптимал қиймати тушади. Шунинг учун регенерациянинг қўлланилиши ФИКнинг ошишига олиб келади. Бу турдаги ГТҚнинг ФИК  $\eta = 0,87-0,89$  га тенг. Лекин регенерациянинг оптимал қиймати олинмаса регенераторнинг юзаси ортиб, металл исрофига олиб келиши ёки унинг акси бўлиши мумкин. Бу ҳолни регенерация даражаси характерлайди. Регенерация даражаси  $R < 0,5$  дан кичик бўлса, регенерация қўлланилишидан иқтисодий самара олинмайди.

Замонавий ГТҚларида бу даража 0,6–0,8 га тенг. Бунда ёқилғи 22–28 % иқтисод қилинади, чунки ёниш камерасида ҳавони қиздириш учун кам ёқилғи сарф этилади. Регенерация даражаси техник иқтисодий таққослаш йўли билан компрессор ФИК бошланғич температура, габарит кўрсаткичлар, иш режими эътиборга олиниб қабул қилинади.

## **Ҳавони поғонали сиқиш ва поғонали ёндиришли газ турбина**

### **қурилмалари.**

ГТҚларида ҳавони сиқиш учун кетадиган ишни камайтириш учун ҳар бир поғонада ҳавони совитиш йўли билан сиқилади. Бу жараёнларни оралик совитгич (холодильник)ларда амалга оширилади. Қанча кўп совитгичли поғоналар бўлса, цикл изотермага яқин бўлади ва кам иш сарф бўлади, лекин қурилманинг мураккаблилиги, қимматлилиги ва гидравлик қаршиликлари ошиши туфайли қувват тушади. Шунинг учун sanoатда ГТҚ, асосан, икки поғонали ва камдан кам уч поғонали бўлиши мумкин. Оралик совитгичлари ўрнатилиши қурилма ФИК ошишига ва ишловчи газ миқдорини камайтиришга олиб келади.

ГТҚ иқтисодий самарасини ошириш оралик поғоналардаги ёниш камераларида ёқилғини ёқиш ҳисобига ҳам бўлиши мумкин.

### **Ёқилғини поғонали ёндиришли газ турбина қурилмаси схемаси.**

Ҳаво компрессор орқали регенераторга тушади, у ердан керакли босим ва температура олиб биринчи ёниш камерасида ёнади. Ёниш газлари биринчи турбинага келиб кенгайди. Биринчи турбинада ишлаган газлар иккинчи ёниш камерасига келиб тушади, бу ерда қўшимча иссиқлик олиб (ёниш ҳисобига) иккинчи турбинага тушади. Турбинада кенгайиб, регенератор орқали чиқариб юборилади.

### **Ёқилғини поғонали ёндиришли газ турбина қурилмасининг.**

Оралик поғоналарда совитиш каби бу типдаги қурилмаларда ёниш камералари асосан 2 поғонали қилиб олинади. Уларни тўртта ёниш камерали қилиб олиш ФИК айтарлик ошмаслигини ва қурилма мураккаб бўлиб кетишини кўрсатади.

Юқори қувватли ГТҚ ишлаб чиқаришда баъзан поғонали совитиш ва поғонали қиздириш схемаларини биргаликда қўлланилади. Бу схема қурилма мураккаб бўлишига қарамасдан, юқори ФИК ва оптимал босим орттириш даражаси ҳамда ишлатиладиган ҳаво миқдорининг камлиги билан ҳам характерланади.



## 2.2. Турбиналарида ишлатиладиган материаллар. Газ турбина қурилмаларинг асосий кўрсаткичлари.

**Турбиналарда ишлатиладиган материаллар.** Турбина кураклари, роторлари юқори температура ва босимда ишлаши туфайли уларнинг деталларини ишлаб чиқарилишига юқори талаблар қўйилади. Ишлатиладиган материаллар яхши механик, коррозияга чидамлик, мустаҳкамлик хусусиятларига, юқори қувватларда ва температурада доимий мавжуд пластик деформацияларга чидамли бўлиши керак. Бунда металл оқувчанлиги бўлмаслиги керак. Турбина деталларини тайёрлашга ишлатиладиган материаллар олдин термик, механик деформацияларга текшириб кўрилади. Бу деталларнинг узоқ иш режимида ишлашига кафолат беради.

Турбина деталларига ишлатиладиган материаллар асосан уч гуруҳга бўлинади:

**Биринчи гуруҳ:** 820–870 К (545–595 °С) температураларда ишлаш учун мўлжалланган материаллар. Буларга кам углеродли, кам ва ўрта чегараланган, перлит ва мартенсит классли пўлатлар киради. Улар пластик, эгилувчан ва осон ишлов берилиши билан характерланади. Чизиқли кенгайиш коэффиценти камлиги ва иссиқлик ўтказувчанлигини юқорили деталларда иссиқлик кучланишларини тушириш ва интенсив иссиқлик узатишини таъминлайди. Перлит пўлат классига кирувчи материаллардан кўп қўлланиладиган хромникельмолибденли ЭИ–395 ва хромвольфраммолибден ванадийли ЭИ–415 пўлатлар 820 К да ишловчи роторларни ишлаб чиқишда қўлланилади. Пўлат таркибида молибден 0,5–1,0 % бўлиши унинг оқувчанлигини камайтиради, хром пўлатнинг коррозияга қарши кимёвий мустаҳкамлигини оширади. Қўшимча юқори температураларда мартенсит классига кирувчи юқори хромли модификацияланган зангламас пўлат қўлланилади. Унинг таркибида молибден, вольфрам, ванадий, ниобий ва титан элементлари бўлади.

Иккинчи гуруҳга: 920–970 К (645–695 °С) температураларида қўллаш учун ишлатиладиган материаллар киради. Буларга аустенит классига кирувчи юқори иссиқбардош коррозияга чидамли пўлатлар киради. Лекин бу типдаги материаллар қатор камчиликларга эга: булар ишловга қийин берилиши, иссиқлик ошиши билан мустаҳкамлиги ошмаслиги, чизикли кенгайиш коэффициентининг катталиги, иссиқлик ўтказиш коэффициентининг камлиги, қимматлилиги ва ҳ.к. Пўлат таркибига никель, вольфрам, молибден каби қимматбаҳо элементлар киради. Аустенит классига кирувчи ЭИ–405, ЭИ–612 маркали пўлатлар ротор деталлари, ишчи ва йўналтирувчи кураклар тайёрлашда ишлатилиши мумкин.

Учинчи гуруҳга: 920–970 К дан юқори температураларда ишловчи деталлар тайёрлашда ишлатиладиган материаллар киради. Бу гуруҳга никель, хром, кобальт, темир элементларидан иборат қотишмалар (сплав) киради. Булар ичида никель ва хром кўп миқдорда бўлган қотишмалар кўп ишлатилади. ЭИ–765, 437, 607, 893 маркали қотишмалар газ турбинаси ишчи кураклари ясашда қўлланилади.

Лекин кўпинча II ва III гуруҳлар материаллари қиммат ва мўрт бўлмаслиги учун I группа материаллари қўлланилади. Юқори температурада материалларни оқувчанлигини йўқотиш учун кўпинча совитиш системалари қўлланилади. Совитиш системалари ички ва ташқи бўлиши мумкин. Ички совитиш системалари деб, қурилмадаги маълум бир элементни совитиш учун қўйиладиган системаларга айтилади.

Ташқи совитиш системалари деб, қурилма бир неча элементларини совитиш учун қўлланиладиган системаларга айтилади.

**Газ турбина қурилмаларинг асосий кўрсаткичлари.** Буғ турбинаси каби газ турбинасида ҳам кўплаб йўқотишлар бўлади. Уларни ички ва ташқи йўқотишларга ажратилади.

Ишчи жисмининг ҳолатига таъсир этувчи йўқотишлар ички йўқотишлар, таъсир этмайдиган йўқотишлар ташқи йўқотишлар дейилади.

Ички йўқотишларга компрессор ва турбина ичидаги ишқаланиш, вентиляция, қайтиш иссиқлиги, тиркишлардаги, кураклардаги, поғоналардаги йўқотишлар киради. Бундан ташқари, ички йўқотишларга ёниш камерасидаги иссиқлик йўқотилиши, гидравлик қаршилиқлар, регенератордаги, ҳаво қувурларидаги, совитиш системасидаги йўқотишларни ҳам киритиш мумкин.

Бу йўқотишларнинг барчаси эътиборга олинади. Уларни топиш учун муҳандислик ҳисобларида номограммалар, графиклар, жадваллардан фойдаланилади. Масалан: компрессордаги ички йўқотишлар компрессор ички Ф.И.К билан ифодаланади, турбинадаги ички Ф.И.К билан ифодаланади. Ёниш камерасидаги ички йўқотишлар ёниш камераси иссиқлик Ф.И.К билан ифодаланади.

Газ турбина қурилмаларининг кўрсаткичларидан бири бошланғич температурадир. Атмосфера температурасининг ўзгариб туриши ГТҚ қувватига ва иқтисодига таъсир қилади. Температура ошиши билан ҳаво нисбий ҳажми ортади ва уни компрессорда сиқиш учун кетадиган иш миқдори ҳам ортади, бунда қурилма қуввати пасаяди. Амалда ГТҚ Ф.И.Кини ошириш учун турбинага тушаётган газ температураси оширилади. Термодинамик ҳисоблар ҳам турбина олди газ тракти температураси ошиши қурилма Ф.И.Кини ошишини кўрсатади. Ҳозирги турбиналарда бу температура 1300–1500 °С ни ташкил этади. Мавжуд иссиқбардош материаллар бундан юқори температурани кўтара олмайди. Айрим махсус турбиналар масалан авиатурбиналарда температура 1500 °С дан ортади.

Аслида, бошланғич температуранинг қабул қилиниши шу қурилма ёқилғиси иш режими, истеъмолчи тури, истеъмол миқдори ва ҳ.к.ларга боғлиқ. Масалан, таркибида ванадий миқдори кўп бўлган мазут ёқилганда коррозияни камайтириш учун температура пастроқ бўлиши керак ва бу Ф.И.К тушишига олиб келади.

Газ турбина қурилмаси кўрсаткичларидан бири бу босим ошириш даражасидир, яъни компрессордаги босим ва турбинадаги газ босими

орасидаги боғлиқликдир. Босим ошириш даражаси температурага, компрессор ва турбина Ф.И.К, ишлаш режими, ёқилғи кўрсаткичларига боғлиқ. Оптимал босим ошириш даражасини топиш қийин. Инженерлик ҳисобларида номограммадан фойдаланилади. Бу кўрсаткич Ф.И.К ошишига тўғри пропорционал.

**Фойдали иш коэффиценти (Ф.И.К)** – газ турбина қурилмаси фойдали иши ва турбина бажаётган иш нисбатини белгилайди. Бу коэффицент қанча катта бўлса, газ турбина қурилмаси компрессорида сиқиш учун шунча кам иш сарфланади.

Газ турбина қурилмаси ички қуввати -  $N_i = G_x l_i$ , бунда,  $G_x$ - қурилмадаги ҳаво миқдори;  $l_i$  – ГТҚ ички фойдали иши.

ГТҚ учун солиштирма ҳаво миқдори, солиштирма иссиқлик миқдори, солиштирма ёқилғи миқдори ҳам асосий кўрсаткич ҳисобланади.

Солиштирма ҳаво миқдори – қурилмада бир соатлик ҳаво миқдорининг фойдали қувватга нисбатини билдиради ва қурилма ўлчамларини характерлайди. Солиштирма ҳаво миқдори қанча кичик бўлса қурилма ўлчамлари ҳам шунча кичик бўлади.

Солиштирма иссиқлик миқдори – қурилма иқтисодлилигини кўрсатади. У 1 kW/соат фойдали энергия чиқариш учун сарфланган иссиқлик миқдорига тенг.

Солиштирма ёқилғи миқдори шу қурилма учун ёқилғи турини белгилаш учун хизмат қилади.

ГТҚ ташқи йўқотишларига турбина ва компрессор подшипникларидаги ишқаланишдаги йўқотишлар, вал зичлагичлари орасидан йўқоладиган йўқотишлар, ёрдамчи қурилмаларга кетадиган энергия йўқотишлари ва ҳ.к.лар киради.

Ташқи йўқотишлар механик Ф.И.К орқали ифодаланади.

Газ турбина қурилмаси иқтисоддий самарадорлигини оширишининг йўллари кўп:

- 1) турбинада ишлатилган газ иссиқлигини қайта қўллаш (регенерация қилиш);
- 2) ҳавони оралиқ поғоналарида совитиш йўли билан сиқиш;
- 3) бир неча валли қурилма яратиш;
- 4) ҳам буғ ҳаво цикли, ҳам поршенли ёнув камера циклида ишловчи комбинацияланган қурилма яратиш;
- 5) ҳаво газ аралашмасини олдиндан қиздириб бериш.

Ҳозирги пайтда бу йўналишларнинг ҳаммаси қўлланилмоқда.

### **2.3. Газ турбина қурилмаларининг ёниш камералари.**

**Газ турбина қурилмаларининг ёниш камералари.** Ёниш камераси ГТҚнинг асосий элементи бўлиб, унда ёқилғи ёниши ҳисобига сиқилган ҳаво керакли температурагача қиздирилади. Ёниш камераларига қуйидаги талаблар қўйилади:

1. ГТҚ барча иш режимида ёниш камерасида ёқилғи ёниши барқарор бўлиши керак. Аланганинг узилиши, пульсацияси, камайиши тақиқланади;
2. турбина олдидаги ҳаво оқимининг барча кесимларида бир хил температура майдони ҳосил қилиниши шарт;
3. узлуксиз иш режимини таъминлаш учун махсус совитиш системалари билан таъминланиши шарт;
4. ГТҚ барча иш режимларида кам ёқилғи билан кўп иссиқлик олинниши шарт;
5. гидравлик қаршиликлар кам бўлиши керак;
6. конструктив жиҳатдан содда, ишлатишга қулай, арзон бўлиши керак;
7. енгил ва ихчам бўлиши керак.

Ёниш камералари табиий газ ва суюқ ёқилғиларда ишлайди. Оғир хажмий массага эга бўлган мазутларни қўллаш баъзи бир қийинчиликлар туғдиради, унинг таркибидаги ванадий, натрий, олтингугурт камера ишчи деталларини коррозияга олиб келади.

Ёниш камералари қуйидаги кўрсаткичлар билан характерланади:

- Камера иссиқлик ишлаб чиқариш қобилияти;
- Ҳажмий иссиқлик кучланиши – камера юзасининг самарали ишлатилишини тавсифлайди;
- Ёниш камерасидаги энергия сарфи ва босим сарфи ҳам асосий кўрсаткичлардан ҳисобланади.
- Ички Ф.И.К орқали энергия сарфи характерланади. Босим сарфи 1–3 % баъзан 10 % гача бўлади.

Мавжуд ёниш камералари қуйидаги типларга бўлинади:

- а) индивидуал;
- б) секцияли кўп қувурли;
- в) ҳалқасимон;
- г) қувурли – ҳалқасимон.

**ГТҚ иссиқлик алмашиш қурилмалари.** ГТҚда иссиқлик алмашиш қурилмалари, асосан, регенератор, совиткич вазифаларини бажариш учун хизмат қилади. Бу аппаратларга қўйиладиган асосий талаб: кичик ҳажмга эга бўлган ҳолда иссиқ жисмдан совуқ жисмга мумкин қадар кўпроқ иссиқлик узатиш.

ГТҚларида регенератив ва рекуператив типлари қўлланилади. Улар, ўз навбатида, қувурли ва пластинкали бўлади. Буларнинг ҳаммаси ГТҚда ишлатилади.

**ГТҚ компрессорлари.** ГТҚда ўқ йўналишли ва марказий йўналишли компрессорлар қўлланилади. Ўқ йўналишли компрессорлар юқори ва ўрта қувватли қурилмаларда кўпроқ қўлланилади. Улар юқори ишлаб чиқариш қувватига эга (430–450 кг/с, Ф.И.К  $\eta=0,83-0,9$ ), ГТҚ учун керакли босим даражасини беради ва компакт бўлади.

Ўқ йўналишли компрессорларнинг камчиликларидан асосийси унинг кўп поғоналилигидир. Бу эса унинг конструкциясининг мураккаблашишига ва узайишига олиб келади.

Компрессорлар ишлаш принципи жиҳатидан турбинанинг аксини ифода этади. Унда компрессор роторига узатилган энергия ҳавога кинетик

энергия бериш ҳисобига сарф бўлади ва унинг куракларида босимга айланади.

Амалда реактив поғонали компрессорлар ҳам ишлатилади.

Марказий йўналишли компрессорлар, асосан, бир поғонали ва камдан-кам икки поғонали бўлади.

Ўқ йўналишли компрессорга нисбатан марказий йўналишли компрессорлар қуйидаги афзалликларга эга:

- 1) ўқ йўналишига нисбатан узунлигининг камлиги. Бу босим ошириш даражасининг юқорилиги ҳисобига бўлади;
- 2) конструкцияси соддалиги ва мустаҳкамлиги;
- 3) оқув қисмининг силлиқлигига кам талабчанлилиги;
- 4) иш режимида кўрсатилмаган параметрга чиққанида Ф.И.К бирдан тушиб кетмаслиги.

Шу афзалликлар кам қувватли қурилмаларда марказий йўналишли компрессорларни кўп қўлланилишига олиб келди. Улар ички ёнув юритгичларида ишлатилади.

Газ турбиналари. Газ турбина қурилмалари буғ турбиналарига нисбатан афзалликлари. Газ турбинасининг камчиликлари. Газ турбинаси қурилмаси схемаси. Газ турбина қурилмасининг иш цикли. Газ турбина қурилмасининг  $P-V$  ва  $T-S$  диаграммалари. Термодинамик циклининг термик ФИК. Компрессорда изоэнтropic сиқилиш ва кенгайиш. ГТҚсининг иқтисодий самарадорлигини оширишнинг йўллари. Регенерацияли газ турбина қурилмаси схемаси. Ҳавони поғонали сиқиш ва поғонали ёндиришли газ турбина қурилмалари. Турбиналарга ишлатиладиган материаллар.

### **Назорат саволлари.**

1. Газ турбиналарининг ишлаш принциплари нимага асосланган?
2. Газ турбина қурилмалари буғ турбиналарига нисбатан афзалликлари нимадан иборат?
3. Газ турбинасининг камчиликлари?
4. Газ турбинаси қурилмаси схемасини тушинтириб беринг?

5. Газ турбина қурилмасининг иш цикли тушинтириб беринг?
6. Газ турбина қурилмасининг P–V ва T–S диаграммаларини тушинтириб беринг?
7. Термодинамик циклининг термик ФИК нима?
8. Компрессорда изоэнтропик сиқилиш ва кенгайишни тушинтириб беринг?
9. ГТҚсининг иқтисодий самарадорлигини оширишнинг қандай йўллари бор?
10. Регенерацияли газ турбина қурилмаси схемасини тушинтириб беринг?
11. Ҳавони поғонали сиқиш ва поғонали ёндиришли газ турбина қурилмаларини тушинтириб беринг?
12. Турбиналарга ишлатиладиган материаллар айтиб беринг?

#### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:**

1. Tsanev S.V., Burov V.D., Remezov A.N. Gazoturbinnie i parogazovie ustanovki teplovix elektrostantsiey. –М., MEI. 2003. -584 s.
2. Popov S.K. Razrabotka i raschet teplovix sxem termodinamicheskoy idealnix ustanovok. –М., MEI. 2005. -60 s.
3. Montaj i ekspluatatsiya teplotexnicheskogo oborudovaniya. Pod red. V. A. Gorbenko. –М., MEI. 2002. -40 s.
4. Zanin A. I., Bogomolova T. V. Parovaya turbina AES K-500-65G`3000 (sxemi, komponovka, konstruktsiya). –М., MEI. 2001. -68 s.
5. Клычев Ш.И., Мухаммадиев М.М., Аvezов Р.Р., Потаенко К.Л. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебник для вузов. –Т.: “Фан ва технология”. 2010. -190 с.
6. Насиров Т.Х., Сытдыков Р.А. Энергетические обследования предприятий энергетической отрасли. Ташкент: “Фан ва технология”. 2014. -198 с. Насиров Т.Х., Сытдыков Р.А. Многокритериальные модели оптимизации энергосистем. Ташкент: “Фан ва технология”. 2014. -227 с.



7. Saidxodjayev A.G., Saidxodjayeva M.A. “Energiya tejamkorligi asoslari” fanidan ўқув қўлланма. –Тошкент.: TDTU, 2010.-258 б.
8. Хошимов Ф. А., Методические основы энергосбережения в промышленности, Ташкент, «Современные проблемы энергетики и использование возобновляемых источников энергии», Республиканская научно-техническая конференция, 2010.
9. Хошимов Ф.А., Аллаев К.Р., Энергосбережение на промышленных предприятиях, -Ташкент.: Из-во «Фан», 2011. - 209 стр.
- 10.Хошимов Ф.А., Таслимов А.Д. “Энергия тежамкорлиги асослари” фанидан ўқув кулланма. “Ворис”. –Тошкент.: 2014.

### **3-мавзу: Буғ ва газ қурилмалари ҳақида умумий маълумотлар (2 соат).**

#### **Режа:**

1. Буғ ва газ қурилмаларининг асосий конструкциялари.
2. Буғ ва газ қурилмаларининг ФИК ва уни ошириш усуллари.
3. Буғ ва газ қурилмаларининг ишлаш принциплари.
4. Буғ ва газ қурилмаларининг асосий камчиликлари ва устунликлари.

#### **3.1.Буғ ва газ қурилмаларининг асосий конструкциялари**

**БГҚларининг классификацияси.** Хозирги замон иссиқлик электр маркази таркибида ишлатиладиган, Россия ва чет элларда лойихаланган ва тайёрланган «Буғ ва газ қурилмалари» нинг асосий схемалари, шартли уч грухга бўлинадилар:

1 грух: ИЭМ-БГҚда ГТҚдан чиқиб бораётган иссиқ тутун газлари, иссиқликни ушлаб қолувчи қозонда, икки ва уч босмли буғ хосил қилишда, ҳамда уларни истемольчилар учун иссиқлик таъминотига олиш учун ишлатилади. Бу грухда схемаларнинг икки варианты мавжуд:

а)  $\alpha_{\text{тэц}} = 1$  – максимал иссиқлик истимолини, тармоқ сувини қиздиргич ёрдамида буғни турбинадан олиш йўли билан амалга оширилади.

б)  $\alpha_{\text{тэп}} < 1$  – бу ҳолатда, биринчи вариантдан фарқли, иссиқлик истимолидаги тармоқ сувини, сув қиздириш қозонларида амалга оширилади

II - ғрух. ИЭМ-БГҚда ГТҚдан чиқиб бораётган иссиқ тутун газлари, иссиқликни ушлаб қолувчи бир контурли қозонда, истемольчилар учун иссиқлик таъминотиға тармоқ сувини қўшимча газ билан қиздириш усулини қўллаш билан олиб боради. Бу ғрухта схемаларнинг икки варианты мавжуд:

а)  $\alpha_{тэц} = 1$  - ИЭМ-БГҚда ГТҚдан чиқиб бораётган иссиқ тутун газлари, иссиқликни ушлаб қолувчи бир контурли, қарши босмли қозонда, икки босқичдаги ёқилғини ёқиш йўли билан амалға оширилади;

б)  $\alpha_{тэц} < 1$  - бу ҳолатда, биринчи вариантдан фарқли, иссиқлик истимолидаги тармоқ сувини қозонларда қўшимча ёқилғи ёқилмаслиги билан фарқ қилади. Буғ қозонининг охириги қисмида, максимал иссиқлик истимоли учун тармоқдаги сувни газ қиздиргич билан паралел, Буғ турбинаси ёрдамида тармоқ қиздиргич қурилмасини қўллаш йўли билан амалға оширилади.

III - ғрух. Бу ғрухға мансуб бўлган, БГҚ-ИЭМ даги қурилма аралаш турдаги схемалар қўлланилади. Уларнинг таркибида турли қурилмалар қўлланилади. Бундан ташқари БГҚ-ИЭМ да моно-, дубль- ҳамда, трипл- блокли схемада қурилмалар бажарилади.

**БГҚси иссиқлик схемасининг таркибидаги БТҚ.** БГҚ нинг энг содда схемаси ўз ичига компрессор, ёқиш камераси ва буғ турбинасидан ташкил топган бўлиб, ёқилғи энергиясини буғ турбинасида механик энергияға айлантириб олингандан кейин, тутун газлари иссиқликни ушлаб қолувчи қозонға 600 °С харорат билан қиради ва иссиқлик энергияси сувни қиздиришға, буғға айлантиришға сарф бўлади.

**БГҚларининг асосий камчиликлари ва устунликлари.** БГҚларининг асосий устунликларига бири, унинг ихчамлиги, ФИКнинг юқорилиги, газсимон ва суюқ ёқилғиларда ишлайди. Камчиликлари – ёқилғиға ва хавоға қўйилган юқори талаблар, қаттиқ ёқилғиларда ишламаслиги, ишчи ва йўналтирувчи куракларға қўйилган талаблардир.

**Буғ ва газ қурилмаларининг таракқиёти асослари.** Оддий ананавий энергия манбаларида 1 кВт энергия ишлаб чиқариш учун 465 г.ш.ё.

ишлатилса, БГҚда 1 кВт энергия учун 265 г.ш.ё. ишлатилади ва ФИК 60-65 % ни ташкил қилади.

Назорат саволлари:

- 1) ИЭМ-БГҚ ларининг классификацияси?
- 2) ИЭМ-БГҚ ларининг иссиқлик схемаси, варианта Ia?
- 3) ИЭМ-БГҚ ларининг иссиқлик схемаси, варианта Ib?
- 4) ИЭМ-БГҚ ларининг иссиқлик схемаси, варианта Pa?
- 5) ИЭМ-БГҚ ларининг иссиқлик схемаси, варианта Pb?
- 6) ИЭМ-БГҚ ларининг иссиқлик схемаси, аралаш тури?
- 7) БГҚларининг классификацияси?
- 8) БГҚси иссиқлик схемасининг таркибидаги БТҚ?
- 9) Содда иссиқлик схемасини тушинтириб беринг?
- 10) БГҚни лойихалашни тушинтириб беринг?
- 11) БГҚнинг кўрсаткичлари қандай катталиклардан иборат?
- 12) Икки ва уч босимли БГҚ деб нимага айтамыз?
- 13) БГҚли иссиқлик электр маркази ҳақида маълумот беринг?
- 14) БГҚнинг паралел схемали ишини тушинтириб беринг?
- 15) БГҚнинг иссиқлик тежамкор кўрсаткичларига қандай катталиклар киради?
- 16) БГҚнинг иссиқликни қайта ишлаш қозони билан лойихалашни тушинтириб беринг?
- 17) БГҚларининг асосий камчиликлари ва устунликларини тушинтириб беринг?
- 18) Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёти асослари нималардан иборат?

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Tsanev S.V., Burov V.D., Remezov A.N. Gazoturbinnie i parogazovie ustanovki teplovix elektrostantsiey. –М., МЕИ. 2003. -584 s.

2. Popov S.K. Razrabotka i raschet teplovix sxem termodinamicheskix idealnix ustanovok. –M., MEI. 2005. -60 s.
3. Montaj i ekspluatatsiya teplotexnicheskogo oborudovaniya. Pod red. V. A. Gorbenko. –M., MEI. 2002. -40 s.
4. Zanin A. I., Bogomolova T. V. Parovaya turbina AES K-500-65G`3000 (sxemi, komponovka, konstruktsiya). –M., MEI. 2001. -68 s.
5. Клычев Ш.И., Мухаммадиев М.М., Авезов Р.Р., Потаенко К.Л. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебник для вузов. –Т.: “Фан ва технология”. 2010. -190 с.
6. Насиров Т.Х., Сытдыков Р.А. Энергетические обследования предприятий энергетической отрасли. Ташкент: “Фан ва технология”. 2014. -198 с. Насиров Т.Х., Сытдыков Р.А. Многокритериальные модели оптимизации энергосистем. Ташкент: “Фан ва технология”. 2014. -227 с.
7. Saidxodjayev A.G., Saidxodjayeva M.A. “Energiya tejamkorligi asoslari” fanidan ўқув қўлланма. –Toshkent.: TDTU, 2010.-258 b.

#### **IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ**

##### **1-мавзу: Буғ турбинасига буғ сарфини аниқлаш. Буғ олинадиган турбинага буғ сарфини ҳисоблаш (2 соат).**

##### **Режа:**

- 1) Турбинани буғ сарфини ҳисоблаш;
- 2) Буғ турбинасининг иссиқлик ҳисоби.

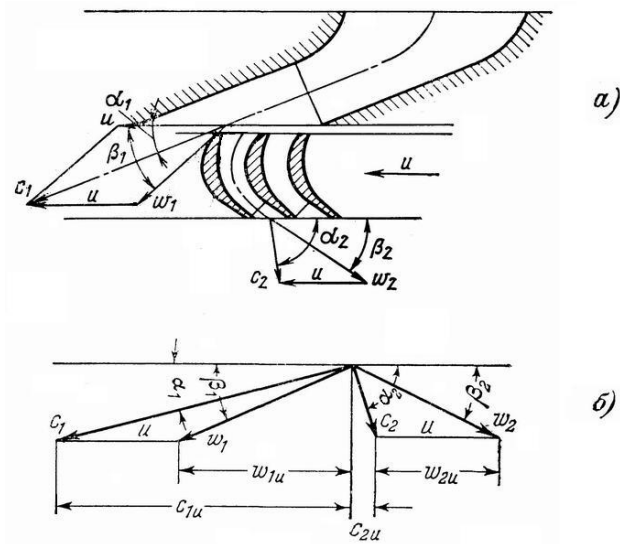
Турбинага буғ сарфининг электр қувватга боғлиқлик графиги. Конденсацион турбина энергетик характерицикаси. Салт юриш коэффитсиенти. Буғ турбинасининг иссиқлик ҳисоби. Лойихаланаётган турбинага қўйиладиган асосий талаблар. Қўп поғонали актив турбинанинг иссиқлик ҳисоби. Ростланмайдиган поғонанинг иссиқлик ҳисоби. Босим поғонасининг ҳисоби.

Актив поғонада буғ кенгайиши фақат соплода амалга оширилади. Поғонанинг иссиқликлар фарқи  $h_0$  кинетик энергияга фақат соплоларда айлантрилади. Ишчи куракчаларда эса фақатгина кинетик энергиянинг механик энергияга айлантриш жараёни содир бўлади. Буғ оқими сопло каналларидан айланиш текислигига  $\alpha_1$  бурчак остида  $c_1$  абсолют тезлик билан чиқади ва ишчи куракчалар каналига киради. Ишчи куракчалар айланиб турганлиги сабабли буғ каналларига киришида уларнинг деворларига нисбатан бошқача тезлик ва йўналишга эга бўлади. Бу тезлик нисбий тезлик деб аталади ва  $\omega_1$  билан белгиланади. Нисбий тезлик қийматини ва йўналишини тезликлар учбурчагини куриш билан осонликча топиш мумкин.

Буғ абсолют тезлиги  $c_1$  дан куракчалар ўртача диаметрига нисбатан аниқланган айланиш тезлиги  $u$  ни геометрик айириш натижасида нисбий тезлик  $w_1$  аниқланади.

Геометрик айириш қоидасига кўра  $c_1$  тезлик параллелограммнинг диагонали ҳисобланади, тезлик  $u$  эса унинг бир томони. Демак, нисбий тезлик  $w_1$  нинг қиймати ва йўналиши параллелограммнинг иккинчи томони билан аниқланади.

Буғ оқимининг ишчи куракчалар каналларига киришдаги йўналишини белгиловчи  $\beta_1$  бурчак кириш бурчаги дейилади. Буғнинг ишчи куракчалар каналларига зарбасиз киришини таъминлаш учун ишчи куракчаларнинг чекка қисмлари айланиш текислигига нисбатан  $\beta_1$  бурчакка оғма қилиб ясалиши керак.



1–расм. Актив турбина ишчи куракчаларида буғ тезлиги ўзгариши: а– куракчалардаги оқим схемаси; б–тезликлар учбурчаги.

Тезлик  $\omega_1$  ва бурчак  $\beta_1$  нинг қийматларини учбурчаклар формуласидан фойдаланиб аналитик усулда аниқлаймиз:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2uc_1 \cos \alpha_1};$$

$$\sin \beta_1 = \frac{c_1 \sin \alpha_1}{\omega_1}$$

Каналнинг эгрилиги сабабли буғ оқими ўз йўналишини ўзгартиради ва куракчалардан  $\omega_2$  бурчак остида чиқиб кетади. (2 тезлик чиқиш тезлиги деб аталади. (2 бурчак одатда (1 бурчакдан кичик, яъни

$$\beta_2 = \beta_1 - (2^\circ \div 10^\circ).$$

Куракчалар каналларида буғ энергияси йўқотилиши туфайли  $\omega_2$  нисбий тезлик  $\omega_1$  нисбий тезликдан кичик, яъни

$$\omega_2 = \psi \omega_1,$$

бу ерда  $\psi < 1$  тезлик коэффиценти бўлиб, буғнинг ишчи куракчалар каналларида ҳаракатланишидаги зарарли қаршилиқларни ҳисобга олади.

Буғнинг ишчи куракчаларни тарқ этишидаги абсолют тезлик  $c_2$  ни чиқувчи тезликлар учбурчагини куриб, нисбий тезлик  $\omega_2$  дан айланиш тезлиги  $u$  ни геометрик айриши орқали аниқланади.

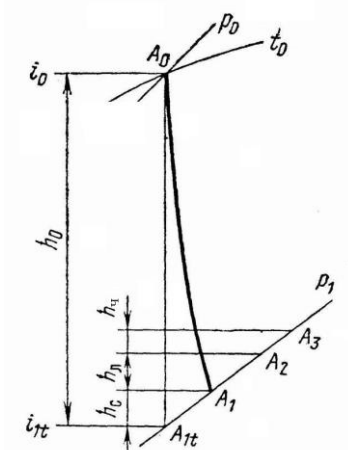
Геометрия қондасига кўра  $c_2$  тезлик  $\omega_2$  ва  $u$  тезликларга қурилган параллелограммнинг диагонали ҳисобланади.

Абсолют тезлик  $c_2$  ва бурчак  $\alpha_2$  ни қуйидаги формулалар орқали аналитик аниқлаш мумкин:

$$C_2 = \sqrt{\omega_2^2 + u^2 - 2u\omega_2 \cos \beta_2}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{\omega_2}{c_2} \sin \beta_2$$

Поғонадаги буғ ҳаракати тезлигининг ўзгаришини билгач, унинг кинетик энергияси ўзгаришини ҳам аниқлаш мумкин.



2-расм. Актив поғона куракчаларидаги иссиқлик жараёнининг йўқотишларини ҳисобга олган ҳолдаги  $i-s$  диаграммадаги тасвири.

Буғ ишчи куракчалар каналларидан ўтишдаги зарарли қаршиликни енгишга сарфлайди. Ишчи куракчалардаги кинетик энергия йўқотилиши  $h_A$  қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$h_A = \frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{2} = (1 - \psi^2) \frac{\omega_1^2}{2}, \text{ кЖ/кг}$$

бу ерда  $\frac{\omega_1^2}{2} - 1$  кг буғнинг ишчи куракчаларга киришдаги кинетик энергияси;

$\frac{\omega_2^2}{2} - 1$  кг буғнинг ишчи куракчалардан чиқишдаги кинетик энергияси.

Ишчи куракчалар каналларидаги ишқаланишни ва бошқа қаршилиқларни енгилш учун сарфланадиган энергия иссиқликка айланади ва буғнинг ишчи куракчалардан чиқишидаги иссиқлик миқдорини  $h_A$  катталиқка оширади.  $c_2$  тезлик ва  $\frac{c_2^2}{2}$  энергия ҳам мазкур поғона учун йўқотиш ҳисобланади. Бу йўқотиш чиқувчи тезлик билан йўқотиш деб аталади ва куйидаги формула орқали аниқланади:

$$h_q = \frac{c_2^2}{2}; (\text{кЖ} / \text{кг}).$$

Актив поғона куракчаларидаги иссиқлик жараёни барча йўқотишлар билан бирга 2.2-расмда кўрсатилган.

Бу расмда  $A_{1t}$  нуктадан юқори  $h_C$ ,  $h_A$ ,  $h_q$  йўқотишлар кўрсатилган.  $A_1$ ,  $A_2$  ва  $A_3$  нукталар буғнинг соплодан ва ишчи куракчалардан чиқишдаги ва ундан кейинги ҳолатларини ифодалайди.

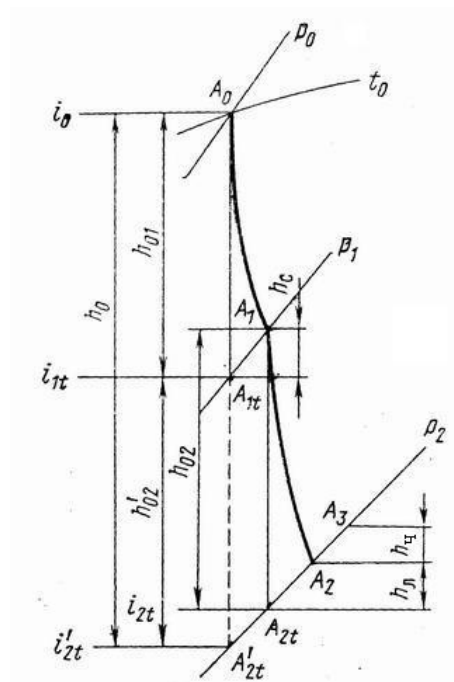
РЕАКТИВ ПОҒОНА. Аксиал реактив поғонада назарий иссиқлик тушиши:

$$h_0 = i_0 - i'_{2t} = h_{01} + h'_{02}$$

бу ерда  $h_{01}$  ва  $h'_{02}$ —йўналтирувчи ва ишчи куракчалардаги асоий адиабата  $A_0A'_{2t}$  бўйича иссиқликнинг назарий сарфлари. Аксиал реактив поғонада назарий иссиқлик тушиши йўналтирувчи ва ишчи куракчалар орасида тенг тақсимланади, яъни  $h_{01} \approx h'_{02}$

Йўналтирувчи куракчалар каналларида иссиқлик йўқотилиши  $h_C$  мавжудлиги сабабли ишчи куракчалардаги ҳақиқий иссиқлик тушиши  $h'_{02}$  эмас балки  $h_{02}$  га тенг (3–расм).





3–расм. Реактив поғона куракчаларидаги йўқотишлар ҳисобга олинган ҳолдаги иссиқлик жараёнининг  $i$ -s диаграммадаги тасвири.

Ишчи куракчалардаги иссиқлик тушишининг бутун поғона назарий иссиқлик тушишига нисбати реактивлик даражаси дейилади ва  $\rho$  ҳарфи билан белгиланади:

$$\rho = \frac{h_{02}}{h_0}$$

ёки

$$h_{02} = \rho \cdot h_0$$

Йўналтирувчи куракчаларда  $h_{01} = i_0 - i_{1r}$  миқдордаги иссиқлик тушиши рўй беради ва босим  $p_0$  дан  $p_1$  гача пасаяди.

Буғ оқими йўналтирувчи куракчалар каналларидан  $c_1$  абсолют тезликда  $\alpha_1$  бурчак остида чиқади ва ишчи куракчалар каналларига киради.

Буғнинг йўналтирувчи куракчалар каналларидан чиқишдаги тезлиги кўйидаги тенглама бўйича аниқланади:

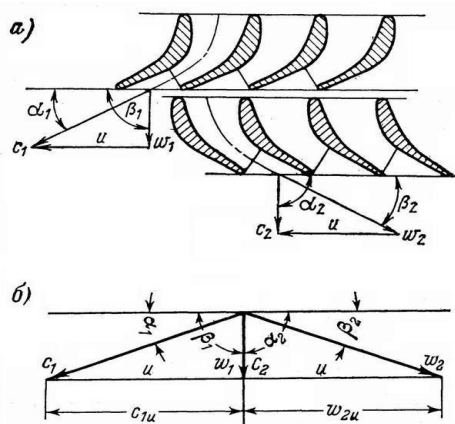
$$c_1 = \varphi c_{1r} = \varphi \sqrt{2h_{01} + c_0^2} = \varphi \sqrt{2(1 - \rho)h_0 + c_0^2}.$$

Буғ оқими тезлиги  $\omega_1$  ва  $\beta_1$  бурчак тезликлар учбурчагини (2.4-расм) ясаш орқали аниқланади. Шунингдек, аналитик усулда қуйидаги формулалар бўйича ҳам аниқлаш мумкин:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2uc_1 \cos \alpha_1};$$

$$\sin \beta_1 = \frac{c_1}{\omega_1} \sin \alpha_1.$$

Поғонанинг ишчи куракчалари каналларида буғнинг кенгайиши давом этиб, тезлиги ортади ва босими  $p_1$  дан  $p_2$  гача камаяди.



4-расм. Реактив поғона ишчи куракчаларида буғ тезлиги ўзгариши: а–куракчалардаги оқим схемаси; б–тезликлар учбурчаклари.

Ишчи куракчалардаги 1 кг буғ кинетик энергияси оқимнинг ишчи куракчаларга киришдаги кинетик энергияси  $\left(\frac{\omega_1^2}{2}\right)$  ва иссиқлик тушиши  $h_{02}$

лар йиғиндисига тенг, яъни:  $\frac{\omega_{2t}^2}{2} = \frac{\omega_1^2}{2} + h_{02}$ .

Бу ерда:  $\omega_{2t}^2$ –буғнинг ишчи куракчалар чиқиш кесимидаги назарий нисбий тезлиги.

Бу ердан

$$\omega_{2t} = \sqrt{2h_{02} + w_1^2}$$

Буғнинг ишчи куракчалардан чиқишидаги ҳақиқий нисбий тезлиги, яъни ишчи куракчалардаги энергия йўқотилишини ҳисобга олган ҳолдаги тезлик қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\omega_2 = \psi \omega_{2t} = \psi \sqrt{2h_{02} + w_1^2}.$$

$c_2$  тезлик ва  $\alpha_2$  бурчак чиқувчи тезликлар учбурчакгини куриш орқали аниқланади.

Реактив буғ турбиналари ҳамиша кўп поғонали қилиб ясалади ва улар поғоналарида  $p=0,5$  сақланади. Ҳар бир оралиқ поғона учун  $c_0 = c_2$  бўлганлиги сабабли реактив поғона йўналтирувчи ва ишчи куракчаларини конструкциялашда  $\alpha_1 = \beta_2$  ва  $\alpha_2 = \beta_1$  қабул қилинади. Бу ҳолда  $\varphi = \psi$ , демак,  $w_2 = c_1$ . Бу шуни кўрсатадики, чиқувчи тезликлар учбурчаги кирувчи тезликлар учбурчагининг оксидир (2.4-расм).

Ишчи куракчаларда иссиқлик йўқотилиши қуйидаги тенгламага биноан аниқланади:

$$h_A = \frac{\omega_{2t}^2 - \omega_2^2}{2} = (1 - \psi^2) \frac{\omega_{2t}^2}{2} = \left( \frac{1}{\psi^2} - 1 \right) \frac{\omega_2^2}{2}$$

Чиқувчи тезлик билан иссиқлик йўқотилиши қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$h_q = c_2^2 / 2$$

Реактив поғонадаги иссиқлик жараёни  $i-s$  диаграммада қуйидагича курилади (2.3–расм). Буғнинг бошланғич ҳолатини ифодаловчи  $p_0$  ва  $t_0$  параметрли  $A_0$  нуқтадан охири босим изобараси  $p_2$  билан кесишгунича адиабата ўтказилади.  $A_0A'_{2t}$  иссиқлик тушиши поғона куракчаларида содир бўлади.  $A_{1t}$  нуқта буғнинг йўналтирувчи куракчалардан кейинги ҳолатини йўқотишларни ҳисобга олмасдан кўрсатади. Йўқотишларни ҳисобга олган ҳолда буғнинг йўналтирувчи куракчалардан кейинги ҳолати  $A_1$  нуқта орқали аниқланади, бу ҳолда йўналтирувчи куракчаларда энергия йўқотилиши қуйидаги формулага кўра аниқланади:

$$h_c = (1 - \varphi^2) \left( h_{01} + \frac{c_0^2}{2} \right)$$

Ишчи куракчаларда буғ  $p_1$  босимдан  $p_2$  босимгача кенгаяди. Бу жараёндаги назарий иссиқлик тушиши  $i-s$  диаграммада  $A_1A_{2t}$  адиабата орқали кўрсатилади. Ишчи куракчалардаги йўқотиш  $h_A$  ни  $A_{2t}$  нуктадан юқорига кўйиш орқали  $A_2$  нукта топилади ва бу нукта буғнинг реактив поғонадан кейинги ҳолатини ифодалайди.

**2-мавзу: Ростланмайдиган поғонанинг иссиқлик ҳисоби.  
Босим поғонасининг ҳисоби (4 соат).**

**Режа:**

- 1) Энергетик системаларда турбиналарни статсионар ва даврий турлари;
- 2) Марказдан қочма насосли схемалар.

Ростлаш органларининг вазифаси. Автоматик тезлик ростлагичлари. Ростлаш схемалари. Энергетик системаларда турбиналарни статсионар ва даврий турлари. Статсионар ва доимий ишловчи турлар. Ричагли ҳимоя ростлагичлари. Турбинани мой билан та'минлаш схемалари. Хажмий насосли схемалар. Марказдан қочма насосли схемалар. Мойлаш схемаси. Буғ турбиналарининг конденсатсион курилмалари. Конденсаторлар. Конденсатсион курилманинг иш тартиби.

Ишчи куракчалардаги энергия йўқотилишини қуйидаги формулалар ёрдамида аниқлаш мумкин:

актив турбиналар учун:

$$h_{i.k.} = \frac{w_1^2 - w_2^2}{2000} = (1 - \psi^2) \frac{w_1^2}{2000};$$

реактив турбиналар учун:

$$h_{i.k.} = (1 - \psi^2) \left( \frac{w_1^2}{2000} + h_{02} \right),$$

бу ерда:  $\frac{w_1^2 - w_2^2}{2000} - 1$  кг буғнинг ишчи куракчага киришдаги ва чиқишдаги кинетик энергияси, кЖ/кг;

$h_{02}$ —реактив турбина ишчи куракчаларидаги буғ адиабатик кенгайишидаги энтальпиялар фарқи, кЖ/кг.

Ишчи куракчалардан чиқиш тезлигидаги йўқотишлар. Буғ ишчи куракчалардан чиқишида унинг абсолют тезлиги  $c_2$  бўлади. Буғ чиқишидаги тезлик энергиясидан тўлиқ фойдаланиш учун олдинги ва кейинги поғона ишчи куракчалар орасидаги тирқиш кичик бўлиши керак, шунда буғ ишчи куракчалар каналларига зарбасиз киритилади ва куракчаларга ишқаланиши кам бўлади. Кўп поғонали буғ турбиналарида бир поғонадан чиққан буғ тезлиги энергияси кейинги поғона ишчи куракчаларида тўлиқ ёки қисман ишлатилиши мумкин.

Ишчи куракчалар ва кейинги поғона соплolari орасида тирқиш катта бўлганида чиқувчи тезлик энергияси бутунлай йўқотилади, масалан, ростловчи халқа ишчи куракчаларидан чиқишда, буғ олиш камерасидан олдинги поғонада, диаметр тўсатдан ортишида ва охириги поғона куракчаларидан чиқишда.

Чиқувчи тезлик билан йўқотиладиган энергия куйидаги формула бўйича аниқланади:

$$h_{\text{ч}} = c_2^2/2000$$

Охириги поғонадан чиқувчи буғ тезлиги билан йўқотиладиган энергия миқдори кичик ва ўрта қувватли турбиналар учун турбинадаги адиабатик энтальпиялар фарқининг 1–2 % идан ошмайди. Катта қувватли ва чуқур вакуумда ишлайдиган турбиналар учун бу кўрсаткич 3–4 % ва ундан ҳам юқори бўлади.

Диск ишқаланиши ва вентиляциян йўқотишлари. Айланувчи диск ва уни ўраб турган буғ орасида ишқаланиш содир бўлади. Айланаётган диск ўзига яқин буғ зарраларига тезланиш беради. Ишқаланишни енгиш учун ва буғ зарраларига тезланиш бериш учун маълум миқдордаги иш сарфланади. Бу сарфланган иш қайтадан иссиқликка айланади ва буғ иссиқлик миқдорини оширади.

Буғни соплolar билан банд бўлмаган қатламга парциал киритилганда ишчи куракчалар каналида уюрмали ҳаракат вужудга келади ва вентиляциян

йўқотишлар содир бўлади. Вентиляция йўқотишларга қуйидагилар киради: буғнинг ишчи куракчаларга ишқаланиши ва зарбаси (урилиши), ишчи куракчаларнинг вентилятор сифатидаги ҳаракати, парциал диск куракчаларига буғнинг узилишлар билан берилиши.

Бундан ташқари, буғни соплодан парциал равишда киритилганда фақат сопло тўғрисидаги қаршисидан ишчи куракчалар каналларигагина буғ берилади. Ишчи куракчаларнинг бошқа барча каналларни ишчи жисм эмас, балки бошқа муҳит тўлдириб туради. Бу каналлар сопло қаршисига келганида, ишчи буғ энергиясининг бир қисми каналлардан ишчи эмас жисмни суриб чиқаришга сарфланади. Бу энергия сарфи суриб чиқариш учун йўқотиш дейилади. Бу кўрсатилган қаршиликларни енгиш учун механик иш сарфланади, бу эса буғ иссиқлик миқдорини оширади.

Ишқаланиш ва вентиляция йўқотишларни аниқлаш учун Стодан формуласидан фойдаланилади:

$$N_{i.v.} = \lambda [1,07d^2 + 0,61z(1-E)dl^{1,5}_2] u^3 \cdot 10^{-6} \rho,$$

бу ерда:  $N_{i.v.}$ -ишқаланиш ва вентиляцияга сарфланадиган қувват, кВт;

$\lambda$  - коэффициент, ҳаво ва юқори даражада қиздирилган буғ учун  $\lambda=1$ , ўта қизиган буғ учун  $\lambda=1,1 \div 1,2$ , тўйинган буғ учун  $\lambda=1,3$ ;

$d$  – диск диаметри, м;

$z$  – тезлик поғоналари сони;

$E$  – буғ киритилиши парциаллик даражаси;

$l_2$  – куракчалар баландлиги, см;

$u$  – ўртача диаметр атрофидаги айланма тезлик, м/с;

$\rho$  – диск айланаётган муҳим зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

Ишқаланиш ва вентиляция йўқотишлари иссиқлик бирликларида қуйидагича аниқланади:

$$h_{i.v.} = N_{i.v.} / G,$$

бу ерда:  $G$  - поғонадаги буғ сарфи, кг/с;

$h_{i.v.}$ - ишқаланиш ва вентиляцияни енгишга сарфланган ишга эквивалент буғ иссиқлик миқдори ортиши, кЖ/кг.

Реактив турбиналарда дисклар йўқлиги ва куракчаларга буғни тўлик берилиши сабабли ишқаланиш туфайли йўқотишларни ҳисобга олинмайди, сабаби барабансимон конструкцияда уларнинг қиймати жуда кичик. Вентиляция йўқотишлари эса, умуман йўқ.

Актив турбина ички тирқишидаги йўқотишлар. Диафрагманинг икки томонида соплода буғ кенгайиши натижасида босим фарқи вужудга келади. Диафрагма корпусга маҳкамланганлиги сабабли ва диск вал билан бирга айланиши туфайли диск гупчаги ва диафрагма оралиғида тирқиш ҳосил бўлади.

3-расмда актив турбина босим поғонаси схемаси кўрсатилган. Диафрагманинг икки томонида ҳосил бўладиган босим фарқи туфайли тирқиш орқали соплодан ўтмасдан ва иш бажармасдан маълум миқдордаги буғ ўтади. Бу йўқотишлар буғнинг иссиқлик сақланувчанлигини ошишига ва ФИКнинг тушишига олиб келади. Бу йўқотишларни камайтириш учун махсус лабиринт зичлагичлар ўрнатилади.

Иссиқлик энергиясининг диафрагма ва турбина валидаги тирқишларидан йўқолиши бир қатор омилларга: зичлагич қирралари сони, кўндаланг тирқишлар катталиги, кейинги поғона дискларидаги енгиллатиш мосламаларининг бор-йўқлиги ва ҳ.к.ларга боғлиқ.

Бу сарфни график усулда номограммалардан топиш мумкин. Инженерлик қисобларида

$$G_T = f_b c/v = 316,2 \mu f_s \sqrt{2(p' - p'')/v}$$

формуладан фойдаланиш ҳам мумкин.

### **3-мавзу: Вални мустаҳкамликка ҳисоблаш. Конденсатор иссиқлик балансини ҳисоби (2 соат).**

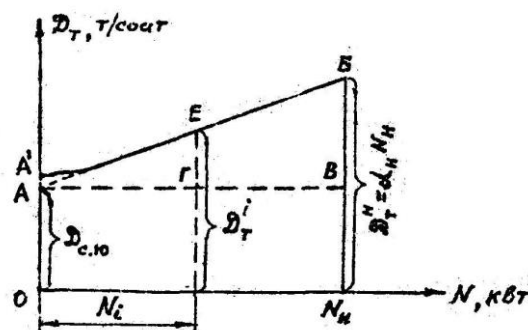
#### **Режа:**

- 1) Турбинани мой билан та'минлаш схемалари;
- 2) Юзали конденсацион қурилманинг соддалаштирилган схемаси

Ростлаш органларининг вазифаси. Автоматик тезлик ростлагичлари. Ростлаш схемалари. Энергетик системаларда турбиналарни стационар ва

даврий турлари. Стационар ва доимий ишловчи турлар. Ричагли ҳимоя ростлагичлари. Турбинани мой билан та'минлаш схемалари. Хажмий насосли схемалар. Марказдан қочма насосли схемалар. Мойлаш схемаси. Буғ турбиналарининг конденсацион қурилмалари. Конденсаторлар. Конденсацион қурилманинг иш тартиби. Юзали конденсацион қурилманинг соддалаштирилган схемаси.

Турбинага буғ сарфининг электр қувватга боғлиқлик графиги турбина энергетик характеристикаси дейилади. Бу боғлиқлик тўғри чизик кўринишига эга. (5–расм).



5–расм. Турбина қувватининг буғ сарфига боғлиқлик графиги.

Конденсацион турбина энергетик характеристикаси тенгламаси куйидагича ёзилади:

$$D = a + N_t \operatorname{tg} \alpha$$

бу ерда:  $a$  – электр қуввати  $N_t = 0$  бўлгандаги турбинага буғ сарфи;

$\operatorname{tg} \alpha$  – абсцисса ўқига нисбатан бурчак;

$OA = a = D_{c.ю}$  – турбина салт юришидаги буғ сарфи.

Салт юришдаги ҳақиқий буғ сарфи  $OA$  кесимдагига нисбатан бироз катта бўлиб,  $OA'$  кесимга тенг. Салт юришдаги буғ сарфининг номинал қувватдаги буғ сарфига нисбати салт юриш коэффициенти дейилади:

$$x = \frac{D_{c.ю}}{D_T^H}$$



Конденсацион турбина учун  $x=0,03\div 0,05$ .

Турбина номинал қувватидаги солиштирма буғ сарфи:

$$d_H = \frac{D_T^H}{D_H}$$

Турбина салт юришидаги буғ сарфи:

$$D_{c.ю.} = x \cdot D_T^H = x d_H \cdot N_H.$$

Буғ сарфининг солиштирма фойдали ўсиши:

$$\epsilon = \frac{D_T^H - D_{c.ю.}}{N_H} = \frac{d_H N_H - x d_H N_H}{N_H} = (1-x) d_H, \text{ kg/kW}\cdot\text{soat}$$

Турбина конденсацион режимда ишлаганида хоҳлаган юклама учун буғ сарфи:

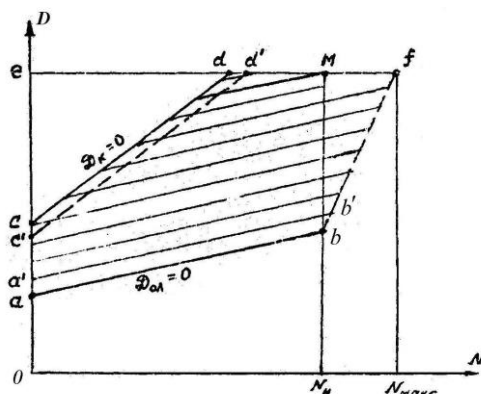
$$D'_T = D_{c.ю.} + d_H N_H (1-x) \frac{N_i}{N_H} = x d_H N_H + (1-x) d_H N_i$$

Буғ олинadиган турбина учун буғ сарфи профессор В.И.Гриневецкий тенгламаси орқали аниқланади:

$$D_T = D_0 + y_{ол} D_{ол} = x d_H N_H + (1-x) d_H N_i + y_{ол} D_{ол}$$

бу ерда:  $D_0$  – конденсацион режимдаги буғ сарфи.

Бу тенглама асосида буғ олинadиган турбина иш ҳолатлари диаграммасини қуриш мумкин. Олдин конденсацион режим  $D_{ол}=0$  учун чизик чизилади, кейин ҳар хил миқдорда буғ олинadиган режимлар учун чизилади (6.5–расм).



6–расм. Бир марта буғ олинadиган конденсацион турбина иш ҳолатлари диаграммаси.

Одатда, турбина иш ҳолатлари диаграммаси учун иккита асосий боғлиқликни, яъни конденсацион режим ва қарши босимли режим учун боғлиқликларни қуриб олиш муҳим. Қарши босимда буғ конденсатордаги босимгача кенгаймаганлиги сабабли буғ сарфи катта бўлади. Сабаби  $h_0 - h_{ол} < h_0 - h_k$ .

Қарши босим режимидаги турбина учун буғ сарфи:

$$D_t^{к.б.} = x d_{к.б.} N_H + (1-x) d_{к.б.} N_{к.б.}$$

ёки

$$D_t^{к.б.} = D_{с.ю.}^{к.б.} + b_{к.б.} \cdot N_{к.б.}$$

Ёки қарши босим режимидаги турбинага буғ сарфи конденсацион турбинадагига нисбатан  $\frac{1}{1-y}$  катталиқка катта бўлади:

$$D_T^{к.б.} = \frac{D_T^{конд}}{1-y_{ол}} = \frac{x d_H N_H + (1-x) d_H N_i}{1-y_{ол}}$$

Аслида конденсацион турбиналар учун  $D_k=0$  бўлмайди.

## Glossariy.

Birinchi bug' turbinasi uch fazali elektr generatorni aylantirish uchun Elberfeld stantsiyasida 1899 yilda o'rnatilgan.

Gaz va bug' turbina qurilmalarini birlashtirish yoqilg'ini yonishdan hosil bo'lgan issiqlikdan umumiy foydalanish hisobiga ishchi qurilmaning samaradorligini 15-20% ga oshiradi va tannarxini 25% ga kamaytiradi.

Gaz turbina qurilmalarida ishlatilgan gazlar yuqori haroratga ega bo'ladi, bu esa termodinamik siklning FIK ga salbiy ta'sir etadi, shuning uchun gaz va bug' turbina qurilmalarini birlashtirishi maqsadga muvofiqdir.

Gaz turbinali lokomotivlar ichki yonuv dvigatellari bilan jihozlangan teplovozlar bilan raqobatbardoshdir.

Gaz turbinalarini zamonaviy aviatsiyaning asosiy qismi dvigatellarida qo'llash ularni tezliklari, yuk tashish qobiliyati va uchish balandliklarini oshirish imkoniyatini berdi.

Zamonaviy bug' qurilmalarda harorati  $600^{\circ}\text{S}$  va bosim 30 MPa bo'lgan bug'dan foydalaniladi. Ishchi jismni,  $30-40^{\circ}\text{S}$  gacha sovutish uchun sovuq suv qo'llaniladi. Bu erda bosim ham keskin kamayadi.

Issiqlik kondensatsion elektr stantsiyalar - organik yoqilg'i energiyasini avval mexanik, so'ngra elektr energiyasiga aylantiradi

Issiqlik elektr stantsiyalar -Uzbekiston energetika tizimining o'rnatilgan umumiy quvvatlarining 87% ni tashkil qiladi.

Kondensator - turbinadan chiqayotgan bug'ni sovutish va kondensatlash uchun xizmat qiladigan qurilma.

Soplo - bug' ichki energiyasi molekulasini tartibli harakati kinetik energiyasiga qayta hosil qilib berish uchun mo'ljallangan qurilma.

Energiya - tabiat hodisalarining insoniyat madaniyati va turmushining asosi. O'z navbatida energiya materiya harakat turlarining, bir xildan ikkinchi xilga aylanishning miqdoriy bahosi. Energiya turi bo'yicha mexanik, kimyoviy, elektr, yadroviy va hokazolarga bo'linadi.

Energiya zaxiralari - insoniyat amaliyotida foydalanish uchun yaroqli material ob'ektlarida mujassamlangan energiya.

Energetika tizimi - bu elektr stantsiyalarini, uzatish liniyalari, umumiy yuklamalar uchun ishlovchi podstantsiyalar va kelishilgan tartibda ishlovchi issiqlik tarmoqlarning birlashmasidir.

Yadro reaktori - boshqariladigan zanjirli yadro bo'linish reaksiyasiga ketadigan qurilma.

Soplodagi bug' kinetik energiyasining yo'qotilishi bug'ning soploga kirishidagi yo'qotilishi tufayli, bug' zarrachalarining soplo devoriga ishqalanishi tufayli, bug' oqimi yo'nalishi o'zgarishi tufayli va bug' uyurma harakati tufayli sodir bo'ladi.

Bug' harakatlanish tezligi sababli sodir bo'ladigan yo'qotish tezlik koeffitsienti ( $\epsilon$ ) orqali ifodalanadi.

1.**Bug' turbina** – unga kirish joyida bug'ning potentsial energiyasi kinetik energiyaga aylanadi va bu kinetik energiya o'z navbatida valning mexanik energiyasiga aylanadi.

2.**Gaz turbinasi** – siqilgan havo yoki yonish natijasida hosil bo'lgan katta bosim va haroratli gazlar yordamida ishlaydi;

3.**Aktiv turbina (pog'ona)** – turbinada, qaysiki butun kengayish jarayoni davomida bug'ning tezlanish olishi faqat qo'zg'almas kanallarda (soploda) yuz bersa, ishchi parraklarida esa bug' oqimining boshqa kengayishlarsiz faqat kinetik energiyaning mexanik ishga aylanishiyuz bersa, bunday turbina aktiv deb ataladi.

4. **Bug' generatori** – ma'lum bosimga ega ta'minoti suvini quruq toyingan bug'ga aylantiriladi;
5. **Bug' qizdirgich** – bug'ning haroratini kerakli parametrlargacha oshiradi;
6. **Val** – metall o'q bo'lib bug' va gaz turbinalarida asosiy element, ya'ni mexanik ish uzatuvchisidir.
7. **Deaerator** – ta'minot suvi tarkibidan kislorod va kislorodli gazlarni siqib chiqaradi;
8. **Disk** – valga mahkamlangan doirasimon element bo'lib ishchi kuragini bevosita tutib turuvchidir.
9. **Yonish kamerasi** – yoqilg'ining yonishiyuz beradigan joy;
10. **Issiqlik tushishi** – turbinalar pog'onalarida bug'ning ish bajarish bilan bir vaqtda o'zining ichki energiyasini ssarflashi oqibatida sarflanayotgan issiqlik
11. **Ishga tushiruvchi elektrodvigatel** – kompressor valini aylantiradi;
12. **Ishchi parrak** – pog'onaga kirayotgan bug' bosimini o'zgartiradigan (aktiv turbinalar uchun xos) va shu barobarda o'zi ham harakatga keluvchi hamda turbina valining aylanish momentini vujudga keltiradigan element.
13. **Yo'naltiruvchi parraklar** – turbinada bajarilayotgan ish jarayoni mobaynida ishchi parragidan o'tayotgan bug'ning yo'nalishini o'zgartirib yangi pog'ona yo'nalishini belgilab beruvchi element.
14. **Kondensat nasosi** – tizimda kondensat harakatini ta'minlovchi;
15. **Kondensator** – turbinada ishlatilgan bug'ni kondensatsiyalaydi (suyuqlantiradi).
16. **Quvvat** – bug' issiqlik tushishi bilan uning ichki energiyasini mexanik ishga aylantirilishi va bu aylanishlardan elektrogeneratorlarda hosil qilinayotgan energetik birlikdir.

## АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ

### I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш оstonасида. - Т.:“Ўзбекистон”, 2011.
2. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

### II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

4. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2019.
5. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.
6. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.
7. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муасасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 3 февралдаги “Хотин-қизларни қўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш соҳасидаги фаолиятни тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5325-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетиде талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим тизимида бошқарувнинг янги тамойилларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4391- сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-5763-сон фармони.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 августдаги

“Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли фармони.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 майдаги “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 февралдаги “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонунининг қоидаларини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2752-сонли қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сонли қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Нодавлат таълим хизматлари кўрсатиш фаолиятини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3276-сонли қарори.

20. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 26 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 278-сонли Қарори.

## АДАБИЁТЛАР:

1. Muxiddinov D. N., Matjanov E. K. Issiqlik elektr stantsiyalarning turbinali kurilmalari. – Toshkent, Shark nashriyoti. – 2007. – 104 bet.
2. Tsanev S.V., Burov V.D., Remezov A.N. Gazoturbinnie i parogazovie ustanovki teplovix elektrostantsiey. –М., MEI. 2003. -584 s.
3. Popov S.K. Razrabotka i raschet teplovix sxem termodinamicheskiiy idealnix ustanovok. –М., MEI. 2005. -60 s.
4. Montaj i ekspluatatsiya teplotexnicheskogo oborudovaniya. Pod red. V. A. Gorbenko. –М., MEI. 2002. -40 s.
5. Zanin A. I., Bogomolova T. V. Parovaya turbina AES K-500-65G`3000 (sxemi, komponovka, konstruktsiya). –М., MEI. 2001. -68 s.
6. Клычев Ш.И., Мухаммадиев М.М., Авезов Р.Р., Потаенко К.Л. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебник для вузов. –Т.: “Фан ва технология”. 2010. -190 с.
7. Насиров Т.Х., Сытдыков Р.А. Энергетические обследования предприятий энергетической отрасли. Ташкент: “Фан ва технология”. 2014. -198 с. Насиров Т.Х., Сытдыков Р.А. Многокритериальные модели оптимизации энергосистем. Ташкент: “Фан ва технология”. 2014. -227 с.
8. Saidxodjayev A.G., Saidxodjayeva M.A. “Energiya tejamkorligi asoslari” fanidan ўқув қўлланма. –Toshkent.: TDTU, 2010.-258 b.
9. Хошимов Ф. А., Методические основы энергосбережения в промышленности, Ташкент, «Современные проблемы энергетики и использование возобновляемых источников энергии», Республиканская научно-техническая конференция, 2010.
10. Хошимов Ф.А., Аллаев К.Р., Энергосбережение на промышленных предприятиях, -Ташкент.: Из-во «Фан», 2011. - 209 стр.
11. Хошимов Ф.А., Таслимов А.Д. “Энергия тежамкорлиги асослари” фанидан ўқув кулланма. “Ворис”. –Тошкент.: 2014.



### **Электрон таълим ресурслари:**

12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Матбуот маркази сайти:

[www.press-service.uz](http://www.press-service.uz)

13. Ўзбекистон Республикаси Давлат Ҳокимияти портали: [www.gov.uz](http://www.gov.uz)

14. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari izohli lugati, 2004, UNDP DDI:

[www.lugat.uz](http://www.lugat.uz), [www.glossary.uz](http://www.glossary.uz)

15. Infocom.uz электрон журнали: [www.infocom.uz](http://www.infocom.uz)

16. [www.press-uz.info](http://www.press-uz.info)

17. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

18. [www.edu.uz](http://www.edu.uz)