

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ ҲУЗУРИДАГИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА
РАҲБАР 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

“Тасдиқлайман”

ТДТУ ҳузуридаги педагог кадрларни қайта
тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш

тармоқ маркази директори

_____ Н.Э.Авезов

“___” _____ 2015 йил

“БУҒ ВА ГАЗ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ТАРАҚҚИЁТИ АСОСЛАРИ”

МОДУЛИДАН ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

Ишлаб чиқди: т.ф.н., доцент Б. Х. Юнусов

ТОШКЕНТ -2015

МУНДАРИЖА

ИШЧИ ДАСТУРЛАР	3
МАЪРУЗА МАТНЛАРИ	9
1-Мавзу: Буғ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар. (2 соат).....	9
2-Мавзу: Газ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар	18
3-мавзу: Буғ ва газ қурилмалари ҳақида умумий маълумотлар	28
АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ.....	31
1 мавзу: Турбина босқичидаги ишчи жараёни.....	31
2 мавзу: Конденсацион буғ турбиначига буғ сарфини аниқлаш	33
3- мавзу: Турбинада қувват йўқотилишини аниқлаш	37
4 мавзу: Иссилик таъминоти турбиналарининг тури ва сонини танлаш	38
ТАҚДИМОТ МАТЕРИАЛЛАРИ	49

ИШЧИ ДАСТУРЛАР

МОДУЛНИНГ МАҚСАДИ ВА ВАЗИФАЛАРИ

Модулнинг мақсади: педагог кадрларнинг ўқув-тарбиявий жараёнларни юксак илмий-методик даражада таъминлашлари учун зарур бўладиган касбий билим, кўникма ва малакаларини мунтазам янгилаш, малака талаблари, ўқув режа ва дастурлари асосида уларнинг касбий компетентлиги ва педагогик маҳоратини ривожланишини таъминлашдан иборат.

Модулнинг вазифаси:

- буғ ва газ қурилмаларининг тузилиши ва конструкциясини изоҳлаш;
- буғ ва газ қурилмаларини ишлаш принципларини асослаш;
- буғ ва газ қурилмаларини классификациялаш асослари ва таркибий қисмларини тушунтириб бериш;
- буғ ва газ қурилмаларининг чет эл модефикацияси ҳақида тушинча бериш;
- буғ ва газ қурилмаларининг самарали ишлаши ва муаммоларни тўғри ҳал этиш йўлларини кўрсатиб бериш;
- буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёт асослари ҳақида тушунча ва моҳиятини асослаш;
- буғ ва газ қурилмаларининг зарурий шарт-шароитлари, ҳисоблаш моделлари;
- буғ ва газ қурилмаларининг иш потенциалини баҳолаш мезонларини изоҳлаш;
- 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 бўйича билимларини шакллантириш.

Модулни ўзлаштиришга қўйиладиган талаблар

Қутилаётган 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 потенциални баҳолаш мезонларини;

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.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёти асослари” модулини ўрганишда умум илмий ва умумихтисослик фанлари асос бўлиб хизмат қилади.

Дастурни амалга ошириш, “Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёти асослари” модули таълим йўналишида ўқиш жараёнида ушбу ўқув фани бўйича ўзлаштирилган маълумотларга, ҳамда ўқув режасида режалаштирилган математик ва табиий (кимё, физика) ва умумкасбий (иссиқлик техникаси назарий асослари) фанларни билишга асосланади.

Ушбу дастур “Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёти асослари” модули йўналишининг ўқув режасидаги барча фанлар билан узвий боғланган. Хусусан, ушбу фан “Иссиқлик юритгичлари”, “Гидродинамика”, “Иссиқлик техникасининг назарий асослари” ва “Қозон қурилмалари” каби фанлар бўйича олинган билимларга асосланади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Фан олий таълим муассасалари педагог ходимларининг педагогик маҳоратини ошириш ва таълим жараёнини ташкил этиш, олий таълим тизимининг назарий ва амалий асосларини такомиллаштиришга қаратилганлиги билан аҳамиятлидир.

Модул бирликлари бўйича соатлар тақсимоти: 16 соат

№	Мавзулар	Ўқув юклараси, соат							
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юклараси						Мустақил иш
			Жами	Жумладан:				Кўчма машғулот	
Назарий	Амалий	Тажриба алмашин		Кўчма машғулот	Мустақил иш				
1.	Буғ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар.	2	2	2					
2.	Газ турбиналари ҳақида умумий маълумотлар.	2	2	2					
3.	Буғ ва газ қурилмалари ҳақида умумий маълумотлар.	4	2	2				2	
4.	Турбина босқичидаги ишчи жараёни	2	2		2				
5.	Конденцацион буғ турбинасига буғ сарфини аниқлаш	2	2		2				
6.	Турбинада қувват йўқотилишини аниқлаш чиқариш	2	2		2				
7.	Иссилик таъминоти турбиналарининг тури ва сонини танлаш	2	2		2				
Ҳаммаси		16	14	6	8			2	

МОДУЛ БИРЛИГИНИНГ МАЗМУНИ

3.1. Назарий таълим мазмуни

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

Режа:

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

Кириш. Буғ турбиналари хақида умумий малумотлар. 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 хақида умумий маълумотлар

Режа:

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

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 сиқилиш ва поғонали ёндиришли газ турбина қурилмалари. Турбиналарга ишлатиладиган материаллар.

3-мавзу: Буғ ва газ қурилмалари хақида 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.

БГҚларининг классификацияси. БГҚси иссиқлик схемасининг таркибидаги БТҚ.

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

Амалий таълим мавзулари

- 1 мавзу: Турбина босқичидаги ишчи жараёни
- 2 мавзу: Конденсацион буғ турбинасига буғ сарфини аниқлаш
- 3- мавзу: Турбинада қувват йўқотилишини аниқлаш чиқариш
- 4 мавзу: Иссиқлик таъминоти турбиналарининг тури ва сонини танлаш

МУСТАҚИЛ ИШ МАВЗУЛАРИ

1. К-800-240 буғ турбиначини ўрганиш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
2. Siemens фирмачининг V64.3A газ турбиначини ўрганиш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
3. Siemens фирмачининг V94.3A газ турбиначини ўрганиш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
4. General Electric фирмачи газ турбиналарини ўрганиш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
5. Alstom фирмачи газ турбиналарини ўрганиш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
6. ABB фирмачи газ турбиналарини ўрганиш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
7. Конденсаторлар иссиқлик балансини хисоблаш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
8. Буғ турбиналарини маромлаш тизимларини хисоблаш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
9. Буғ турбиналари иш ҳолатлари диаграммачини қуриш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
10. Газ турбиналарини иссиқлик хисоби [2, 3, 5, 17] (2 соат).
11. Буғ ва газ қурилмаларининг ишлаш принциплари [2, 3, 5, 17] (2 соат).
12. Буғ ва газ қурилмаларининг модефикацияси [2, 3, 5, 17] (2 соат).
13. Буғ ва газ қурилмаларининг ФИК хисоблаш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
14. Буғ ва газ қурилмаларининг камчилик ва устунликлари [2, 3, 5, 17] (2 соат).
15. Буғ ва газ қурилмаларининг тараққиёт асослари [2, 3, 5, 17] (2 соат).
16. Буғ ва газ қурилмаларининг таркибида қуёш энергиясидан фойдаланиш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
17. Буғ ва газ қурилмаларининг иш жараёнини бошқариш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
18. Буғ ва газ қурилмаларининг иссиқлик алмашиш қозонларини турлари [2, 3, 5, 17] (2 соат).
19. Буғ ва газ қурилмаларининг қозонларини хисоблаш [2, 3, 5, 17] (2 соат).
20. Кичик қувватли газ турбиналарининг қўлланиши [2, 3, 5, 17] (2 соат).

АДАБИЁТЛАР:

1. Muxiddinov D. N., Matjanov E. K. Issiqlik elektr stansiyalarning turbinali qurilmalari. – Toshkent, Sharq nashriyoti. – 2007. – 104 bet.
2. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. –М., МЕИ. 2003. -584 с.
3. Попов С.К. Разработка и расчет тепловых схем термодинамический идеальных установок. –М., МЕИ. 2005. -60 с.
4. Монтаж и эксплуатация теплотехнического оборудования. Под ред. В. А. Горбенко. –М., МЕИ. 2002. -40 с.
5. Занин А. И., Богомолова Т. В. Паровая турбина АЭС К-500-65Г`3000 (схемы, компоновка, конструкция). –М., МЕИ. 2001. -68 с.
6. 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.
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 o’quv qo’lanma. –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
13. Ўзбекистон Республикаси Давлат Ҳокимияти портали: www.gov.uz
14. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari izohli lug’ati, 2004, UNDP DDI: www.lugat.uz, www.glossary.uz
15. Infocom.uz электрон журнали: www.infocom.uz
16. www.press-uz.info
17. www.ziyonet.uz
18. www.edu.uz

МАЪРУЗА МАТНЛАРИ

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.

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 харакатига кўра:

а) буғ оқими турбина ўқи бўйича йўналувчи турбиналар;

б) радиал турбиналар; бу турбиналарда буғ турбина айланиш ўқиға перпендикуляр текислик бўйлаб харакатланади. Айрим ҳолларда катта қувватли конденсацион радиал турбиналарнинг охирги поғоналари ўқ бўйича йўналувчи қилиб бажарилади. Радиал турбиналар кўзғалмас 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 кўзғалмас 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) қўшимча 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.

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 кўзғалмас каналларда, яъни соплларда, кинетик энергиянинг механик энергияға айланиш жараёни эса фақат ишчи куракчаларда (буғ кенгаймасдан) содир бўладиган турбиналар актив турбиналар дейилади.

Турбина корпуси ва роторда жойлашган икки қўшни куракчалар қаторлари - поғонани ташкил қилади. Бир нечта кетма-кет жойлашган ишчи ва йўналтирувчи куракчаларға 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.

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 соплода амалга оширилади. Поғонанинг иссиқликлар фарқи h_0 кинетик энергияга фақат соплоларда айлантирилади. Ишчи куракчаларда эса фақатгина кинетик энергиянинг механик энергияга айлантириш жараёни содир бўлади.

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

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

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 узок 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 руҳсат этилган қийматдан ошмаслиги шарт;

–тўйинган буғ муҳитида ишлаётган ишчи куракчаларда эррозияга 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 соплони буғ тақсимлашда ишловчи турбиналарга қараганда 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 соплони 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 қатор куракчали (двухвенечные) дисклар кенг қўлланилади. Икки қатор куракчали дискларнинг афзаллиги турбина конструкциясининг соддалашуви ва ўзгарувчан юкламаларда юқори ф.и.к.га эгалигидир.

Одатда, икки қатор куракчали дискли 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 тизимида 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 конструкцияси 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 қатъий 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 қурилма, яъни насос, компрессор билан бевосита уланган бўлса, бу қурилма 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 юкломанинг ҳар қандай ўзгариши турбинага буғ сарфи ўзгаришига олиб келиши керак.

Турбина валининг маълум юкломасида 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 қурилмалар 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 ҳимоялаш. 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 юкломанинг ўзгариши турбина юкломасининг ва ротор айланишлар сонининг ўзгаришига олиб келади. Юклама ўзгариши миқдори статик характерга боғлиқ ростлаш органларининг сезиш даражаси кам ва статик характеристикада очиқ 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 қувурида йиғилади ва ўз оқими билан мой насосига қайтади. Мойлаш схемаси мой қувурида сақловчи 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 қувури 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 конструкциялари 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 elektrostantsiey. –М., MEI. 2003. -584 s.
3. Popov S.K. Razrabotka i raschet teplovix sxem termodinamicheskij idealnix ustanovok. –М., MEI. 2005. -60 s.
4. Montaj i ekspluatatsiya teplotexnicheskogo oborudovaniya. Pod red. V. A. Gorbenko. –М., MEI. 2002. -40 s.

2-Мавзу: Газ турбиналари хақида умумий маълумотлар

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 сиқиш, изобара, регенерациянинг

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 қуйидаги 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 барқарорлинишига 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 сиғими 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 олиниши изобара билан ифодаланади. Иссиқлик олиниш натижасида температура бошланғич ҳолатига келади. Ҳақиқий жараёнда эса, турбинадан газнинг атмосферага чиқариб юборилишидаги совишини билдиради.

Термодинамик циклниң термик ФИК:

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

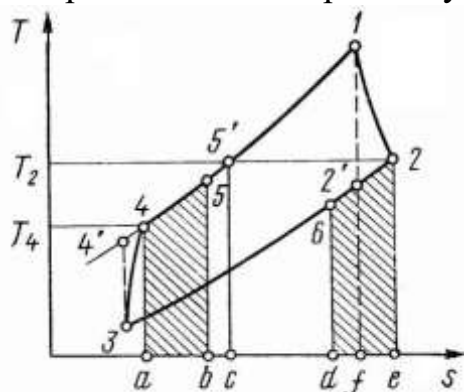
бу ерда: K_1 —келтирилган иссиқлик миқдори; K_2 —олинган иссиқлик миқдори; I_0 —олинган фойдали иш.

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 сиқилиши; 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 оралиқ 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 саноатда ГТҚ, асосан, икки поғонали ва камдан кам уч поғонали бўлиши мумкин. Оралиқ совитгичлари ўрнатилиши қурилма ФИК ошишига ва ишловчи газ миқдорини камайтиришга олиб келади.

ГТҚ иқтисодий самарасини ошириш оралиқ 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.

Ёкилғини 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.

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 узок 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 коэффицентининг катталиги, иссиқлик ўтказиш коэффицентининг 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 қурилмаларининг 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.Ки 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 иқтисодий самарадорлигини оширишнинг 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.

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 олиниши 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 қуракларида 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 изоэнтропик 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. ГТҚсининг иқтисодий самарадорлигини оширишнинг қандай йўллари бор?
9. Ҳавони поғонали сиқиш ва поғонали ёндиришли газ турбина қурилмаларини тушинтириб 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 termodinamicheskii 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., 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. –Ташкент.: 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

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.

БГҚларининг классификацияси. БГҚси иссиқлик схемасининг таркибидаги БТҚ. Содда иссиқлик схемаси. БГҚни лойихалаш. БГҚнинг кўрсаткичлари. Икки ва уч босимли БГҚ. БГҚли иссиқлик электр маркази. БГҚнинг паралел схемали иши. БГҚнинг иссиқлик тежамкор кўрсаткичлари. БГҚнинг қайта ишлаш қозони билан лойихалаш.

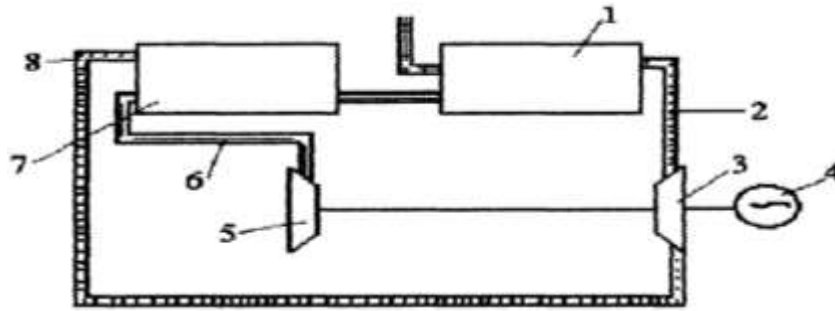
Газ турбина қурилмалари.

Иссиқлик электр машиналарида кенг миқёсда газ турбина қурилмалари (ГТҚ) дан фойдаланилмоқда. Уларда ишчи жисм сифатида ёқилғи ёниш маҳсулотлари, катта босим ва ҳароратда қиздирилган ҳаводан фойдаланилмоқда. Газ турбина қурилмалари газларни иссиқлигини турбина роторини айлантириш кинетик энергиясига қайта ҳосил қилинади. Конструктив ва энергияни қайта ҳосил қилиш жиҳатидан газ турбиналар буғ турбиналардан фарқ қилмайди. Лекин газ турбиналар буғ турбиналарга қараганда ихчамроқ.

Газ турбиналар асосан транспортда кенг қўлланилади. Газ турбиналарини замонавий авиациянинг асосий қисми двигателларида қўллаш уларни тезликлари, юк ташиш қобилияти ва учуш баландликларини ошириш имкониятини берди. Газ турбинали локомотивлар ички ёнув двигателлари билан жиҳозланган тепловозлар билан рақобатбордошдир.

Кўмирни ер остида ёқиб ундан фойдаланиш амалий аҳамиятга эга. Бу ерда компрессор ёрдамида керакли микдорда ер остига ҳаво берилади, кўмир ер остида ёнувчи газлар ҳосил қилиш учун махсус ёқилади ва газ турбиналарга қувурлар ёрдамида узатилади. Биринчи шундай тажриба қурилмаси Тула вилоятида қурилган.

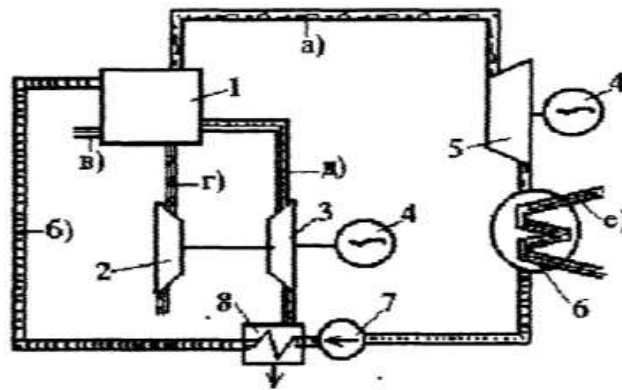
Газ турбина қурилмаси қуйидагича ишлайди. Ёниш камерасига 1 суюқ ёки газсимон ёқилғи ва ҳаво берилади. Ёниш камерасда ҳосил бўлган юқори ҳароратли ва юқори босимли газлар 2, турбинанинг ишчи куракчаларига 3 юборилади. Турбина электр генераторини 4 ва компрессорни 5 айлантиради. Компрессор ўз навбатида катта босимли ҳавони 6 ёниш камерасига беради. Ёниш камерасига компрессорда сиқилган ҳавони беришдан аввал, турбинада ишлатилган газлар 8 ёрдамида регенераторда 7 қиздирилади. Ҳавони қиздириш, ёқилғини ёниш унумдорлигини оширади.



1- расм. Газ турбинали қурилманинг принципиал схемаси.

Буғ-газ қурилмалари.

Газ турбина қурилмаларида ишлатилган газлар юқори ҳароратга эга бўлади, бу эса термодинамик циклнинг фойдали иш коэффициентига салбий таъсир этади. Газ ва буғ турбина қурилмаларини бирлаштириш, ёқилғини ёнишдан ҳосил бўлган иссиқликдан умумий фойдаланиш ҳисобига ишчи қурилманинг самарадорлигини 8-10% га оширади ва таннархини 25% га камайтиради.



2- расм. Буғ-газ қурилмасининг таҳминий схемаси.

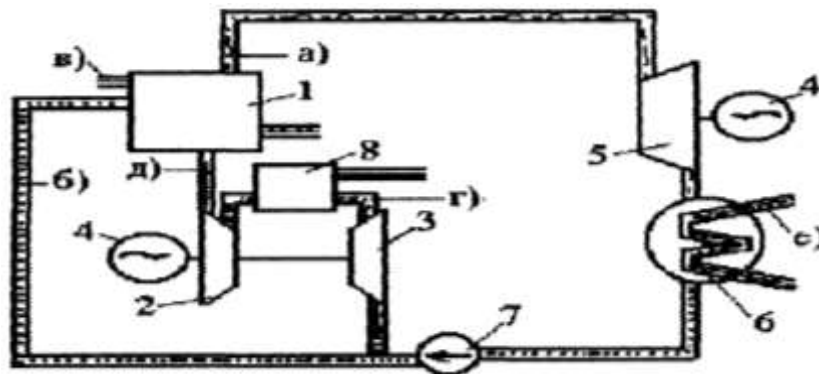
1-буғ қозони; 2-компрессор; 3-газ турбина; 4-генератор; 5-буғ турбина; 6-конденсатор; 7-насос; 8-экономайзер; а) буғ; б) сув ва конденсат; в) ёқилғи; г) хаво; д) ёниш маҳсулотлари; е) совитувчи сув.

Буғ-газ қурилмаларида қўш таркибли буғ ва газ ишчи жисмларидан фойдаланилади.

650-700°C гача совутилган газлар газ турбинанинг ишчи қуракчаларига келтирилади. Турбинада ишлатилган газлар истеъмол сувини қиздириш учун ишлатилади, бу эса ёқилғи сарфини камайтиради ва қурилмани ФИК ни тахминан 44% га етказиш имкониятини беради.

Газ турбинасида ишлатилган газларни буғ қозонига келиб қиздириладиган қилиб ишлатилса ҳам бўладиган чизмаси қуйидаги расмда берилган.

Газ турбинаси бу ҳолда буғ қурилмани бир қисми сифатида қаралади. Газ турбина қурилмасини ёниш устхонасида ёқилғи 30-40% ёқилади, буғ қозонида эса ёқилғини қолган қисми ёқилади.



3- расм. Буғ-газ қурилмасининг ёниш маҳсулотларини буғ қозонида қайта фойдаланиб ишловчи схемаси.

1-буғ қозони; 2-компрессор; 3-газ турбина; 4-генератор; 5-буғ турбина; 6-конден-сатор; 7-насос; 8-экономайзер; а) буғ; б) сув ва конденсат; в) ёқилғи; г) ҳаво; д) ёниш маҳсулотлари; е) совитувчи сув.

Газ турбиналарида фақат суяқ ёки газсимон ёқилғилардан фойдаланиш мумкин. Қаттиқ ёқилғидаги кул ва механик қоришмалар турбина куракчаларига сезиларли зарар етказди. Газ турбиналарда, одатдаги буғ қурилмалари сингари, иссиқлик энергиясини турбинани механик энергиясига, сўнгра эса электр энергияга айлантириб беради. Бу электроенергетик схема катта механик кучланишларга ва юқори ҳароратга чидамли ашёлардан фойдаланишни тақазо этади. Ашёларни мустаҳкамлигини чегараланганлиги учун буғни 600°C ҳароратдан оширмасликни талаб этади. Аини вақтда ёқилғини ёниш ҳарорати 2000°C га этади. Бу ҳароратлар фарқини камайтириш иссиқлик қурилмаларини ФИК ни ошириш имкониятини беради.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1 мавзу: Турбина босқичидаги ишчи жараёни

Буғ турбинаси буғ двигателидир. Унда буғнинг потенциал энергияси кинетик энергияга ўзгаради ва у ўз навбатида механик энергияга ўзгаради. Ишчи курракчаларга буғнинг таъсири бўйича турбина босқичлари куйдагиларга актив ва реактивларига бўлинади.

Ишчи курракчаларигача унинг киришда фақат қўзғалмас соплларда буғнинг кенгайиш содир этиладиган турбина босқичлари актив дейилади.

Фақат қўзғалмас соплларида эмас, балки ишчи курракчалар орасидаги каналларда буғни кенгайиши содир этиладиган турбина босқичлари реактив дейилади. Соплдан чиқувчи буғнинг ҳақиқий тезлиги формулага кўра аниқланади:

$$c_1 = 44,7\varphi\sqrt{(i_0 - i_1)(1 - \rho) + c_0^2/2000} \quad (1)$$

Бунда φ - соплнинг тезлик коэффициенти ($\varphi=0,93-0,98$) i_0 ва i_1 – соплга кирувчи ва унда чиқувчи буғнинг энталпияси кж/кг. ρ - босқичнинг реактивлик даражаси. c_0 – сопл олдидаги буғнинг бошланғич тезлиги м/сек.

Агарда соплдан аввал буғнинг бошланғич тезлиги (c_0) унга юқори бўлмаса, унда уни инобатга олмаса ҳам бўлади ва соплдан чиқувчи буғнинг ҳақиқий тезлиги формулага кўра топилади:

$$c_1 = 44,7\varphi\sqrt{(i_0 - i_1)(1 - \rho)} \quad (2)$$

Ишчи курракчалардаги ихтиёримиздаги иссиқлик ўзгариши x_2 босқичнинг ихтиёримиздаги иссиқлик ўзгаришига $x_0=x_1+x_2$ га нисбати босқичнинг реактивлик даражаси дейилади. (бунда x_1 соплдаги ихтиёрий иссиқлик

ўзгариш) яъни: $\rho = \frac{h_2}{(h_1 + h_2)}$ (3)

Куракча ўртасидаги айлана тезлик формулага кўра топилади:

$$u = \pi d n / 60$$

Бунда d – босқичнинг ўртача диаметри (м), n – турбина валининг айланиш частотаси айл/мин.

Куракчаларга буғни киришдаги нисбий тезлиги (м/сек) формулага кўра топилади:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos\alpha_1} \quad (4)$$

Бунда α_1 – дискни плоскостига соплнинг эгилиш бурчаги ёки вектор тезлиги c_1 ва дискнинг плоскостига орасидаги бурчак $\rho=0$ да актив босқичида ишчи курракчалар орасидаги каналлардан чиқишдаги буғнинг нисбий тезлиги (м/сек) формулага кўра аниқланади:

$$\omega_2 = \psi\omega_1 \quad (5)$$

Бунда ψ - курракчаларнинг тезлик коэффициенти ($\psi = 0,86-0,95$), $\rho > 0$ да актив босқичидаги ва реактив босқичидаги ишчи курракчали орасидаги каналлардан чиқишдаги буғнинг нисбий тезлигини формулага кўра аниқлаймиз:

$$\omega_2 = 44,7\psi\sqrt{\rho h_0 + (\omega_1/44,7)^2} = 44,7\psi\sqrt{\rho(i_0 - i_1) + (\omega_1/44,7)^2}$$

Ишчи курракчалар орасидаги каналлардан чиқишдаги буғнинг мутлок тезлиги (м/сек) формулага кўра аниқлаймиз:

$$c_2 = \sqrt{\omega_2^2 + u^2 - 2\omega_2 u \cos \beta_2} \quad (7)$$

Бунда β_2 – ишчи курракчалардан буғнинг чиқиш бурчаги, унинг қиймати $\beta_2 = \beta_1 - (2 \div 10^\circ)$

Ишчи курракчага буғнинг кириш бурчаги (β_1) нисбатга кўра топилади, у тезлик уч бурчакларидан аниқланади:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = c_1 \sin \alpha_1 / (c_1 \cos \alpha_1 - u) \quad (8)$$

Курракчалар орасидаги каналларнинг чиқишдаги буғнинг мутлок тезлигининг эгилиш бурчаги (α_2) нисбатан топилади. У тезлик уч бурчакларнинг аниқланади:

$$\cos \alpha_2 = (\omega_2 \cos \beta_2 - u) / c_2 \quad (9)$$

Босқич курракчасидаги 1 кгбуғнинг иши (кж/кг) формуладан топилади:

$$L = u(c_1 \cos \alpha_1 + c_2 \cos \alpha_2) = u(\omega_1 \cos \beta_1 + \omega_2 \cos \beta_2) \quad (10)$$

Кенгаювчи соплонинг чиқиш кесимининг майдони формулага кўра аниқланади:

$$\phi_1 = M \vartheta_1 / \mu_1 c_1 \quad (11)$$

Бунда M – соплдан ўтувчи буғнинг сарфи кг/сек; ϑ_1 – хисобланаётган кесимидаги буғнинг солиштирма ҳажми м³/кг; μ_1 – соплонинг сарфлаш коэффициентини ($\mu_1 = 0,92 \div 0,97$) кенгаювчи соплонинг минимал кесимининг майдони, формуладан топилади. $f_{\min} = M \vartheta_{кр} / \mu c_{кр}$ (12)

Бунда $\vartheta_{кр}$ – критик босимда соплонинг минимал кесимидаги буғнинг солиштирма ҳажми; $c_{кр}$ – соплдан чиқувчи буғнинг критик тезлиги, м/сек.

Буғнинг критик босим (Па) соплдан чиқишда формулага кўра аниқланади.

$$P_{кр} = \beta_{кр} P_0 \quad (13)$$

Бунда $\beta_{кр}$ – босимларнинг критикли нисбатлари, ўта қиздирилган буғ учун $\beta_{кр} = 0,546$ қуруқ туйинган буғ учун $\beta_{кр} = 0,577$, P_0 соплдан аввал буғнинг босими, (Па).

Масала 1. Актив босқичда буғ бошланғич босими $p_0 = 3$ мПа ва ҳарорати $t_0 = 450^\circ\text{C}$ билан $p_1 = 1,6$ мПа гача кенгайди. Аниқлаш керак соплдан чиқишдаги буғнинг ҳақиқий тезлигини курракча ўртасидаги айланма тезликни ва курракчага кирувчи буғнинг мутлок тезлигини, агарда соплонинг тезлик коэффициенти $\varphi = 0,96$, дискнинг плоскостисига нисбатан соплонинг оғиш бурчаги $\alpha = 16^\circ$ бўлса, босқичнинг ўртача диаметри $d = 0,9$ м, турбина ваилнинг айланиш частотаси $n = 3000$ айл/мин, соплдан аввал буғнинг бошланғич тезлиги $c_0 = 150$ м/с ва босқичнинг реактивлик даражаси $p = 0,12$ бўлса.

Ечиш. и-с диаграммадан буғнинг бошланғич энталпияси i_1 ни адиабатли кенгайишини охирисида топамиз. Буғнинг энталпияси i_0 буғнинг бошланғич берилган қийматлари p_0 ва t_0 да $i_0 = 3350$ кж/кг тенг, буғни

адиабатли кенгайишидан со`нг $p_1 = 1,6$ мПа гача буғни энталпияси i_1 эса $i_1 = 3150$ кж/кг тенг.

Соплодан чикувчи буғнинг ҳақиқий тезлигини аниқлаймиз.

$$c_1 = 44,7\varphi\sqrt{(i_0 - i_1)(1 - \rho) + c_0^2 / 2000}$$

$$= 44,7 \cdot 0,96\sqrt{(3350 - 3150)(1 - 0,12) + 150^2 / 2000} = 588 \text{ м/сек.}$$

Курракча о`ртасидаги айланма тезликни топамиз.

$$u = \pi d n / 60 = 3,14 \cdot 0,9 \cdot 3000 / 60 = 141 \text{ м/с}$$

Курракчага кирувчи буғнинг нисбий тезлигини топамиз.

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1 u \cos \alpha_1} = \sqrt{588^2 + 141^2 - 2 \cdot 588 \cdot 141 \cdot 0,961} = 454 \text{ м/сек.}$$

Масала 2. Актив босқичида бошланғич босим $p_0 = 3$ мПа ва ҳарорати $t_0 = 400^\circ\text{C}$ да буғ $p_1 = 1,7$ мПага кенгайди. Каналдан чиқишдаги буғнинг ишчи курракчалар ўратсидаги нисбий айланма тезлигини аниқлаш.

Агарда соплонинг тезлик коэффисиенти $\varphi = 0,94$ бо`лса. Босқичнинг ўртача диаметри $d = 1$ м, турбина валининг айланиш частотаси $n = 3000$ айл/мин, соплодан аввал буғнинг бошланғич тезлиги $c_0 = 155$ м/сек.

Масала 3. Сопло, лопатка ва актив босқичида чиқишдаги мутлок тезлигида иссиқлик энергияси исрофларини аниқланг. Агарда соплонинг тезлик коэффиценти $\varphi = 0,97$, лопаткаларнинг тезлик коэффиценти $\varphi = 0,86$, дискнинг юзасига нисбатан соплонинг оғиш бурчаги $\alpha_1 = 14^\circ$, босқичнинг ўртача диаметри $d = 0,8$ м, турбина валининг айланма частотаси $n = 3600$ айл/мин лопатка ўртасидаги айланма тезлигини соплодан чикувчи буғнинг ҳақиқий тезлигига нисбати $u/c_1 = 0,44$ ва ишчи лопаткадан чиқишдаги буғнинг бурчаги $\beta_2 = 22^\circ$ бо`лса.

Масала 4. Бошланғич босими $p_0 = 1,4$ мПа ва ҳарорати $t_0 = 350^\circ\text{C}$ о`та киздирилган буғ ректив босқичида $p_2 = 0,35$ мПа кенгайди.

Кенгаювчи соплони кесимини минимал ва чиқиш кесимини аниқланг.

$$\phi_{\text{мин}} - ? \quad \phi_1 - ?$$

Агарда тезлик коэффиценти $\varphi = 0,96$, соплодан чикувчи буғнинг сарфи $M = 1,8$ кг/сек. Соплонинг сарфланиш коэффиценти $\mu_1 = 0,96$ ва босқичнинг реактивлик даражаси $\rho = 0,5$.

2 мавзу: Конденсацион буғ турбинасига буғ сарфини аниқлаш

1.1–масала

Електр қуввати $N_3 = 12$ МВт ва буғнинг турбинанинг киришдаги параметрлари $P_0 = 3,5$ мПа, $t_0 = 435^\circ\text{C}$ бўлган буғ турбина қурилмасига буғ сарфи ва унинг термик ФИК аниқлансин. Конденсатордаги босим $p_k = 5$ кПа, турбина ички нисбий ФИК $\eta_{\text{ои}} = 0,82$, турбина электромеханик ФИК $\eta_{\text{ем}} = 0,92$.

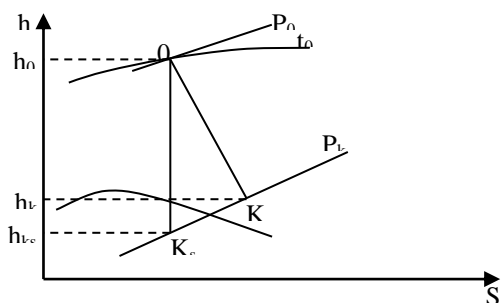
Ечилиши: Турбинага буғ сарфи қуйидаги формула бо`йича аниқланади:

$$D_0 = \frac{N_e}{H_0 \cdot \eta_{\text{ои}} \cdot \eta_{\text{ем}}} = \frac{N_e}{I_i \cdot \eta_{\text{ем}}};$$

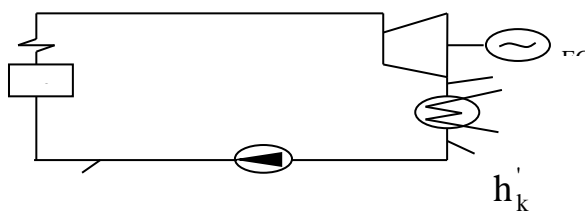
Бу ерда H_o –буғнинг турбинада адиабатик кенгайиш жараёнида бажарган иши, кЖ/кг; $H_{и} = H_o \cdot \eta_{ои}$ –буғнинг турбинада ҳақиқий кенгайиши давомида бажарган иши, кЖ/кг.

Буғнинг турбинада адиабатик кенгайишида бажарган иш H_o ни аниқлаш учун $h-s$ – диаграммада буғ кенгайиш жараёни қурилади (1 -расм) ва кейин қуйидаги формула бўйича унинг қиймати аниқланади:

$H_o = x_o - x_{кс}$, бу ерда x_o –буғнинг турбинага киришдаги энталпияси, кЖ/кг; $x_{кс}$ –буғнинг турбинада адиабатик кенгайиш охиридаги энталпияси, кЖ/кг.



1-расм. Буғнинг турбинада кенгайиш жараёнининг $h-s$ -диаграммадаги тасвири.



2-расм. Энг оддий буғ турбинали ИЕС принципиал иссиқлик схемаси.

1–расмда кўрсатилган усулда x_o ва $x_{кс}$ қийматлари $h-s$ -диаграммдан топилади ва H_o , $H_{и}$ қийматлари ҳисобланади:

$$H_o = x_o - x_{кс} = 3303 - 2124 = 1179 \text{ кЖ/кг}$$

$$H_{и} = H_o \times \eta_{ои} = 1179 \times 3,82 = 966,8 \text{ кЖ/кг}$$

Турбинага буғ сарфи қуйидагича аниқланади:

$$D_o = \frac{N_e}{\dot{I}_i \cdot \eta_{ем}} = \frac{12000}{966,8 \cdot 0,92} = 13,59 \text{ kg/sek}$$

Буғ турбинақурилмасининг термик ФИК қуйидаги формулага кўра

аниқланади: $\eta_t = \frac{h_o - h_{ks}}{h_o - h_{t,s}}$

Бу ерда $x_{т.с}$ –таъминотсувинингбуғ қозонигакиришдаги энталпияси, кЖ /кг. Одатда таъминот насосида таъминот суви босими ортиши ҳисобига унинг энталпияси ҳам бироз ортади. Аммо бу схема содалаштирилган схема ҳисоби бўлганлиги учун $x_{т.с} = h'_k$ деб қабул қиламиз. Конденсатордаги босим $p_k = 5$ кПа бўлганлиги учун h'_k нинг қиймати буғнинг мазкур босимдаги тўйиниши нуқтасидан топилади. Тўйиниш энталпиясини [1] даги сув ва сув буғи хоссалари жадвалидан топилади, яъни $h'_k = 137,8$ кЖ/кг.

Буғ турбина қурилмаси термик ФИК:

$$\eta_t = \frac{h_0 - h_{ks}}{h_0 - h_{T,c}} = \frac{3303 - 2124}{3303 - 137,8} = 0,372$$

1.2–масала

Электр қуввати 40 МВт ва буғнинг турбинага киришдаги парметрлари $P_0=13$ МПа, $T_0=550^\circ\text{C}$ бо`лган буғ турбина қурилмасига буғ сарфи ва унинг термик ФИК аниқлансин. Конденсатордаги босим $p_k=6$ кПа, турбина ички нисбий ФИК $\eta_{oi}=0,79$, турбина электромеханик ФИК $\eta_{em}=0,93$.

Жавоб: $D=48,6$ кг/сек, $\eta_T=43\%$.

1.3–масала

1.1–масалада келтирилган буғ турбинасида таъминот суви $T_{T,c}=100^\circ\text{C}$ гача регенератив иситилса турбинага буғ сарфи ва термик ФИК қандай ўзгаради? Регенератив иситкич тури аралаштирувчи регенератив иситкич, турбинадан олинаётган буғ босими $p_{ол}=0,1$ МПа.

Ечилиши: Буғ олинadиган турбинага буғ сарфи проф. В.И. Гриневетский формуласи бўйича аниқланади:

$$D_T = D + yD_{ол} = \frac{N_e}{H_0 \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{em}} + \frac{h_{ол} - h_k}{h_o - h_k} \cdot D_{ол}$$

буерда: $D_{ол}$ – регенератив иситиш учун турбинадан олинган буғ сарфи, кг/сек.

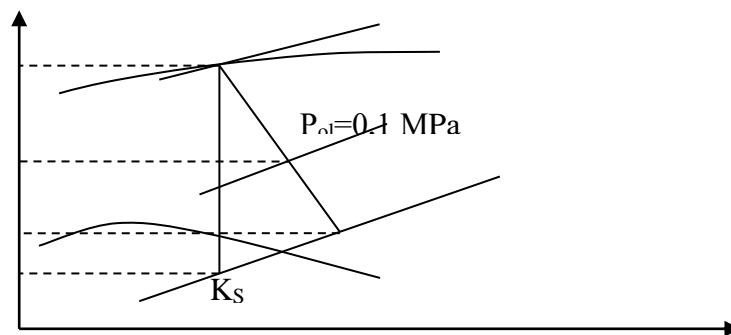
$$\text{Белгилаш киритамиз: } y = \frac{h_{ол} - h_k}{h_o - h_k};$$

бу ердай –буғ олинishi ҳисобига қувват камайishi коэффиценти; $D_{ол}$ – одатда турбинага буғ сарфининг улуши сифатида ифодаланади, яъни $D_{ол}=\alpha D_T$; бу ерда α - турбинадан олинган таъминот сувини аралаштирувчи регенератив иситкичда иситиш учун олинаётган буғ улуши. α регенератив иситкичнинг

иссиқлик балансини тузиш орқали аниқланади: $\alpha = \frac{h'_{t,s} - h'_k}{h_{ол} - h_k}$

Бундан қуйидаги келиб чиқади: $D_T=D+yD_{ол}=D+y\alpha D_T$; $D_T = \frac{D}{1-\alpha y}$

у нинг қийматини топиш учун 1–расмда келтирилган ҳс-диаграммадан фойдаланамиз. Яъни $p_{ол}=0,1$ МПа босимнинг О-К чизиғи билан кесишиш нуқтаси $x_{ол}=2653$ кЖ/кг аниқланади (3-расм).



3-расм. Буғ олинadиган турбинада буғ кенгайishi жараёнининг ҳс-диаграммадаги тасвири.

Таъминот сувининг 100 °С даги энталпияси [1] даги сув ва сув буғи термодинамик хоссалари жадвалидан аниқланади:

$$h'_{т.с} = 413 \text{ кЖ/кг.}$$

Энди α ва y қийматлари аниқланади:

$$\alpha = \frac{h'_{t.s} - h'_k}{h_{ol} - h'_k} = \frac{413 - 137,8}{2653 - 137,8} = 0,109$$

$$y = \frac{h_{ol} - h_k}{h_o - h_k} = \frac{2653 - 2336}{3303 - 2336} = 0,328$$

Д қиймати 1.1–масалада аниқланган, энди D_T ва $D_{ол}$ ни ҳисоблаймиз:

$$D_T = \frac{D}{1 - \alpha y} = \frac{13,49}{1 - 0,109 \cdot 0,328} = 13,99 \text{ kg / sek}$$

$$D_{ол} = \alpha \times D_T = 0,109 \times 13,99 = 1,53.$$

Натижалар тўғрилигини текшириб кўрамиз:

$$D_T = D + y D_{ол} = 13,49 + 0,328 \times 1,53 = 13,99 \text{ кг/сек}$$

Регенератив иситкичли сикл термик ФИК қуйидагича аниқланади:

$$\eta_t^p = \frac{(h_o - h_{ks}) \cdot (1 - \alpha y)}{h_o - h'_{т.с}} =$$

$$= \frac{(3303 - 2124) \cdot (1 - 0,109 \cdot 0,328)}{3303 - 413} = 0,393$$

Термик ФИК нисбий ўсиши:

$$\Delta \eta_t = \frac{\eta_t^p - \eta_t}{\eta_t} \cdot 100 = \frac{0,393 - 0,372}{0,372} \cdot 100 = 5,6\%$$

1.4- масала. 1.2–масалада келтирилган буғ турбинасида таъминот суви $t_{т.с} = 120$ °С гача регенератив иситилса турбинага буғ сарфи ва термик ФИК қандай ўзгаради. Регенератив иситкич тури аралаштирувчи регенератив иситкич, турбинадан олинаётган буғ босими $p_{ол} = 1$ МПа.

2.1–масала. Электр қуввати $N_e = 60$ МВт ва $D_{ол} = 120$ т/соат миқдорда буғ олинадиган буғ турбинасида буғ сарфи аниқлансин. Турбинага киришдаги буғ бошланғич параметрлари $p_o = 12,7$ МПа, $t_o = 540$ °С, олинадиган буғ босими $p_{ол} = 1$ МПа. Конденсатордаги босим $p_k = 4$ кПа, турбина ички нисбий ФИК $\eta_{ои} = 0,85$, турбина электромеханик ФИК $\eta_{ем} = 0,98$.

Ечилиши: ҳс-диаграммада буғ кенгайиш жараёни ясалади ва қуйидагилар аниқланади:

$$x_o = 3440 \text{ кЖ/кг,}$$

$$x_{кс} = 1980 \text{ кЖ/кг.}$$

Буғнинг турбинада адиабатик кенгайиш жараёнида бажарган иши:

$$H_o = x_o - x_{кс} = 3440 - 1980 = 1460 \text{ кЖ/кг.}$$

Буғнинг конденсаторга киришдаги энталпияси:

$$X_k = x_o - H_o \cdot \eta_{ои} = 3440 - 1460 \times 0,85 = 2200 \text{ кЖ/кг}$$

Диаграмма ёрдамида $x_{ол} = 2962$ кЖ/кг аниқланади

Турбинадан буғ олинаши туфайли буғ камайиши коэффициенти:

$$y = \frac{h_{ол} - h_{к}}{h_o - h_{к}} = \frac{2962 - 2200}{3440 - 2200} = 0,614;$$

Турбинага буғ сарфи:

$$\begin{aligned} D_T &= \frac{3600 \cdot N_e}{H_o \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{em}} + yD_{ol} = \frac{3600 \cdot N_e}{H_o \cdot \eta_{em}} + yD_{ol} = \\ &= \frac{3600 \cdot 60 \cdot 10^3}{1460 \cdot 0,385 \cdot 0,98} + 0,614 \cdot 120 \cdot 10^3 = \\ &= 251,28 \cdot 10^3 \text{ kg/soat} = 251,28 \text{ m/soat} \end{aligned}$$

2.2–масала

Электр қуввати $N_e=120$ МВт ва $D_{ол}=100$ т/соат миқдорда буғ олинадиган турбинага буғ сарфи аниқлансин. Турбинага киришдаги буғ параметрлари $P=13$ МПа, $t_o=550^\circ\text{C}$. Олинадиган буғ босими $P_{ол}=2$ МПа. Конденсатордаги босим $P_{к}=3,5$ кПа, турбина ички нисбий ФИК $\eta_{oi}=0,87$, турбина элетромеханик ФИК $\eta_{em}=0,98$.

2.3–масала

Электр қуввати $N_e=300$ МВт ва $D_{ол}=120$ т/соат миқдорда буғ олинадиган турбинага буғ сарфи аниқлансин. Турбинага киришдаги буғ параметрлари $P=23$ МПа, $t_o=550^\circ\text{C}$. Олинадиган буғ босими $P_{ол}=3$ МПа. Конденсатордаги босим $P_{к}=3,4$ кПа, турбина ички нисбий ФИК $\eta_{oi}=0,88$, турбина элетромеханик ФИК $\eta_{em}=0,99$.

3- мавзу: Турбинада қувват йўқотилишини аниқлаш

3.1–масала

Турбина буғ тақсимлаш тизимида буғ $P_o=3,5$ МПа, $t_o=435^\circ\text{C}$ дан $P'_o=3,3$ МПа гача дросселланганида энергия йўқотилиши ΔH аниқлансин. Турбина бош қисмига буғ сарфи $D_T=30$ кг/сек.

Ечилиши: Масалани икки усулда ечиш мумкин:

- 1) график усулда, яъни дросселлаш жараёнида тизим энтропияси ўсишини аниқлаб қувват йўқотилишини Гюн-Стодола формуласи бўйича ҳисобланади;
- 2) эксергик усулда, яъни дросселлашгача ва дросселлашдан кейинги эксергиялар топилади ва улар фарқи сифатида қувват йўқотилиши аниқланади.

Биринчи усул бўйича сув буғи ҳс-диаграммасидан буғнинг турбинага кириш олдидаги параметрлари $P_o=3,5$ МПа, $t_o=435^\circ\text{C}$ бўйича энтропия $S_p=6,96$ кЖ/(кг·К) топилади, кейин эса энталпия $h=3300$ кЖ/кг нинг ўзгармас қийматида босим $P'_o=3,3$ МПа учун энтропия $S'_n=6,98$ кЖ/(кг·К) аниқланади. Кейин Гюн-Стодола формуласи бўйича қувват йўқотилиши ҳисобланади:

$$\Delta H = T_{a,m} \cdot \Delta S \cdot D_T = 293 \times (6,98 - 6,96) \times 30 = 176 \text{ кВт},$$

бу ерда $T_{a,m}=293$ К –атроф-муҳит ҳарорати, $\Delta S = S'_n - S_p$ –дросселлаш жараёнида энтропия ўзгариши.

Иккинчи усул бўйича дросселлаш жараёнининг нуқтаси учун эксергиялар муҳим оқими энергияси формуласи бўйича аниқланади:

$$E_0 = D_T [h_0 - h_{a.m} - T_{a.m} (S_p - S_{a.m})] = \\ = 30 \times [3300 - 83,8 - 293 \times (6,96 - 0,297)] = 37918 \text{ kVt},$$

$$E'_0 = D_T [h_0 - h_{a.m} - T_{a.m} (S'_p - S_{a.m})] = \\ = 30 \times [3300 - 83,8 - 293 \times (6,98 - 0,297)] = 37742 \text{ kVt}$$

Қувват йўқотилиши дросселлаш жараёнида эксергия ўзгаришига тенг:

$$\Delta H = \Delta E = E_0 - E'_0 = 37918 - 37742 = 176 \text{ кВт}.$$

3.2–масала

Буғ турбинаси бошқарувчи лапанида буғ дросселланишида қувват йўқотилиши аниқлансин. Буғнинг клапандан олдинги параметрлари $x_{кл}=3040$ кЖ/кг, $p_{кл}=1,55$ МПа, клапандан кейинги босими $p'_{кл}=1,40$ МПа. Буғ сарфи $D_T=21$ кг/сек. Жавоб: $\Delta H=346$ кВт.

3.3–масала

ПТ-135-130 буғ турбинаси тақсимлаш тизимида буғ дросселланишидаги қувват йўқотилиши аниқлансин. Буғ бошланғич параметрлари $P_0=13,5$ МПа, $t_0=555^\circ\text{C}$, буғнинг дросселланишлардан кейинги босими $P'_0=12,7$ МПа ($x_0=\text{сонст}$). Турбинага буғ сарфи $D_T=211$ кг/сек. Жавоб: $\Delta H=1845$ кВт.

3.4–масала

Т-250–240 буғ турбинаси буғ тақсимлаш тизимида буғ дросселланишида қувват йўқотилиши аниқлансин. Буғнинг стопор клапанидан олдинги босими $P_0=25$ МПа, $t_0=540^\circ\text{C}$; соплога киришдаги босими $P'_0=24$ МПа. Буғ сарфи $D_T=250$ кг/сек. Жавоб: $\Delta H=1100$ кВт.

4 мавзу: Иссилик таъминоти турбиналарининг тури ва сонини танлаш

Иссиқлик юкламаларини $N_{ИЕМни}$ ҳисобга олган ҳолда ИЕМда ўрнатиладиган турбиналарнинг тури, сони ва номинал қувватини танлаш лозим. Иссиқлик таъминоти турбиналарининг асосий турлари 10-1 жадвалда келтирилган. Турбина турини танлаш пайтида истеъмолчиларга бериладиган иссиқлик ҳажми ва унинг параметрлари ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлади. Турбиналарнинг номинал қуввати ортиши билан ИЕМнинг солиштирма капитал ҳаражатлари камайиб боради. Шунинг учун бир турдаги турбиналарнинг сони минимум миқдорда (одатда бир ёки иккита) бўлишига ҳаракат қилинади.

Иссиқлик истеъмолининг йиллик давомийлигига қараб технологик мақсадлар учун бўғ олинадиган турбиналарнинг тури танланади. Агар турбина да номинал миқдорда олинадиган буғ 2000 соат/йил давомида фойдаланиладиган бўлса, у ҳолда бундай турбинанинг ўрнига редуцион

совитиш қурилмаси (РСк) ни ўрнатиш ёки “ПТ” турбинасини “Т” турбинаси билан алмаштириш афзалроқ бўлади.

Агар турбинадан технологик мақсадлар учун олинадиган буғдан йилига 5000 соатдан кўп вақт давомида фойдаланиладиган бўлса, у ҳолда қарши босимли турбиналарни ўрнатиш мақсадга мувофиқ бўлади. Одатда қарши босимли турбиналар иссиқлик юкламасининг таянч қисмини қоплаш учун ўрнатилади. “Р” турдаги қарши босимли турбиналар содда Аммо иссиқлик юкламаси камайган пайтда “Р” турдаги турбиналарнинг фойдалииш коэффициенти кескин (тахминан 40% га) тушиб кетади. Демак, кескин ўзгарувчан иссиқлик юкламалари учун қарши босимли турбиналарни қўллаб бўлмайди. Бундай ҳолларда технологик буғ олинадиган “ПТ” турбиналаридан фойдаланиш қулайроқ бўлади. Агар “ПТ” ва “Р” турбиналари биргаликда ишлатилса, уларнинг афзалликларидан тўлароқ фойдаланишга имконият яратилади.

1-жадвал. Иссиқлик таъминоти турбиналарининг асосий кўрсаткичлари.

Турбина тури	Номинал кувват, МВт	Бош-ланғич босим, МПа	Бош-ланғич ҳарорат, °С	Буғнинг номинал сарфи, т/соат	Олинадиган Буғнинг босими, МПа	Олинадиган буғнинг номинал микдори, т/соат
П-4 -35	4	3,5	435	36	0,5	25
П-6-35	6	3,5	435	55,8	0,5	40
Т-4-35	4	3,5	435	28,4	0,12-0,25	-
Т-6-35	6	3,5	435	42,5	0,12-0,25	-
Т-12-35	12	3,5	435	81	0,12-0,25	-
Т-25-90	20	9,0	535	135	0,12-0,25	-
Т-50-130	50	13	565	245	0,05-2; 0,06-2,5	- -
Т100/120-130	100	13	565	445	0,06-2,5	-
Т-175/210-130	175	13	565	760	0,06-2,5	-
Т-250/300-240	250	24	560	900	0,05-0,18; 0,06-0,2	- -

ПТ-12-90	12	9,0	535	82,6	1,0;0,12-2,5	50
ПТ-25-90	25	9,0	535	167	1,0;0,12-2,5	80
ПТ-60/70-130	60	13	565	274	0,7;0,05-0,2	-
ПТ-80/100-130	80	13	565	450	0,06-0,25	200
ПТ-135/165-130	135	13	565	735	1,8;0,35-0,25	250
Р-12-90	12	9,0	535	360	1,5;0,035-0,25	320
Р-25-90	25	9,0	535	255	қарши бо-сим 3,1	-
Р-40-130	40	13	565	456	1,8	-
Р-50-130	50	13	565	370	3,1	-
Р-100-130	100	13	565	760	1,8	-
					1,5	-

“ПТ” турбиналардан фойдаланиш қулайроқ бўлади. Агар “ПТ” ва “Р” турбиналари биргаликда ишлатилса, уларнинг афзалликларидан то’лароқ фойдаланишга имконият яратилади.

ИЕМ да ўрнатилган турбиналарнинг тури ва сони фақат иссиқлик истеъмолчилари билан белгиланмайди. Электр энергияси билан таъминлашнинг ишончлилиқ даражасини ошириш учун ко’пинча алоҳида ишлайдиган ИЕМ ларда қо’шимча конденсацион турбина ўрнатилади. Қўшимча ўрнатилган турбинанинг қуввати станциядаги энг қувватли турбина ишдан чиққан пайтда истеъмолчиларга берилиши зарур бўлган электр қувватидан ҳам бўлмаслиги шарт. Агар ИЕМ нинг бирлашган энергетик системаси билан алоқаси бўлса, у ҳолда станцияда заҳира электр қуввати ўрнатишмайди.

4.1 – масала

Қуввати $N_e = 60$ МВт бўлган ва истеъмолчига $D_{ол} = 120$ т/соат буғ берадиган турбинага буғнинг умумий сарфи аниқлансин. Турбинага бериладиган буғнинг параметрлари $P_0 = 12,7$ МПа , $t_0 = 540^{\circ}C$. Турбинадан

олинадиган буғнинг босими $P_{\text{ол}} = 1,0\text{МПа}$. конденсатордаги босим $P_{\text{к}} = 4\text{кПа}$. Турбинанинг фойдали иш коэффициенти $\eta_{\text{ол}} = 0,85$ ва $\eta_{\text{ем}} = 0,98$.

Ечилиши:

Турбинадан буғ олиниши ҳисобига унинг қуввати камайишининг коэффициенти:

$$y = \frac{x_{\text{ол}} - x_{\text{к}}}{x_{\text{о}} - x_{\text{к}}} = \frac{3962 - 2200}{3440 - 2200} = 0,614;$$

$$D_{\text{т}} = \frac{N_{\text{т}} \cdot 3600}{N_{\text{о}} \cdot \eta_{\text{ол}} \cdot \eta_{\text{ем}}} + y \times D_{\text{ол}} = \frac{N_{\text{т}} \cdot 3600}{N_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{ем}}} + y \times D_{\text{ок}} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 3600}{1460 \cdot 0,85 \cdot 0,98} + 0,614 \cdot 120 \cdot 10^3 = 251,28 \cdot 10^3 \text{кг/соат} = 251,28 \text{ т/соат}.$$

4.2–масала

Юқоридаги 4.1-масала шартлари учун ва буғ турбинадан эмас, балки бевосита буғ қозонидан олинадиган ҳолат учун ёқилғи ва буғнинг қўшимча сарфлари аниқлансин. Қозон қурилмасининг фойдали иш коэффициенти $\eta_{\text{қоз}} = 0,89$. Ёқилғининг ёниш иссиқлиги $K_{\text{к}}^{\text{и}} = 10,3\text{ мЖоул/кг}$. Таъминлаш сувининг энталпияси $x_{\text{тс}}^{\text{б}} = 850\text{ кЖоул/кг}$.

Ечиши:

Буғнинг қўшимча сарфи:

$$\Delta D = D_{\text{ол}} (1 - y) = 120 \cdot 10^3 (1 - 0,64) = 46,32 \text{ т/соат}.$$

Ёқилғининг қўшимча сарфи:

$$\Delta B = \frac{\Delta D (x_{\text{о}} - x_{\text{тс}}^{\text{б}})}{K_{\text{к}}^{\text{и}} \cdot \eta_{\text{қоз}}} = \frac{46,32(3440 - 850)}{10,3 \cdot 10^3 \cdot 0,89} = 13,087 \text{ т/соат}.$$

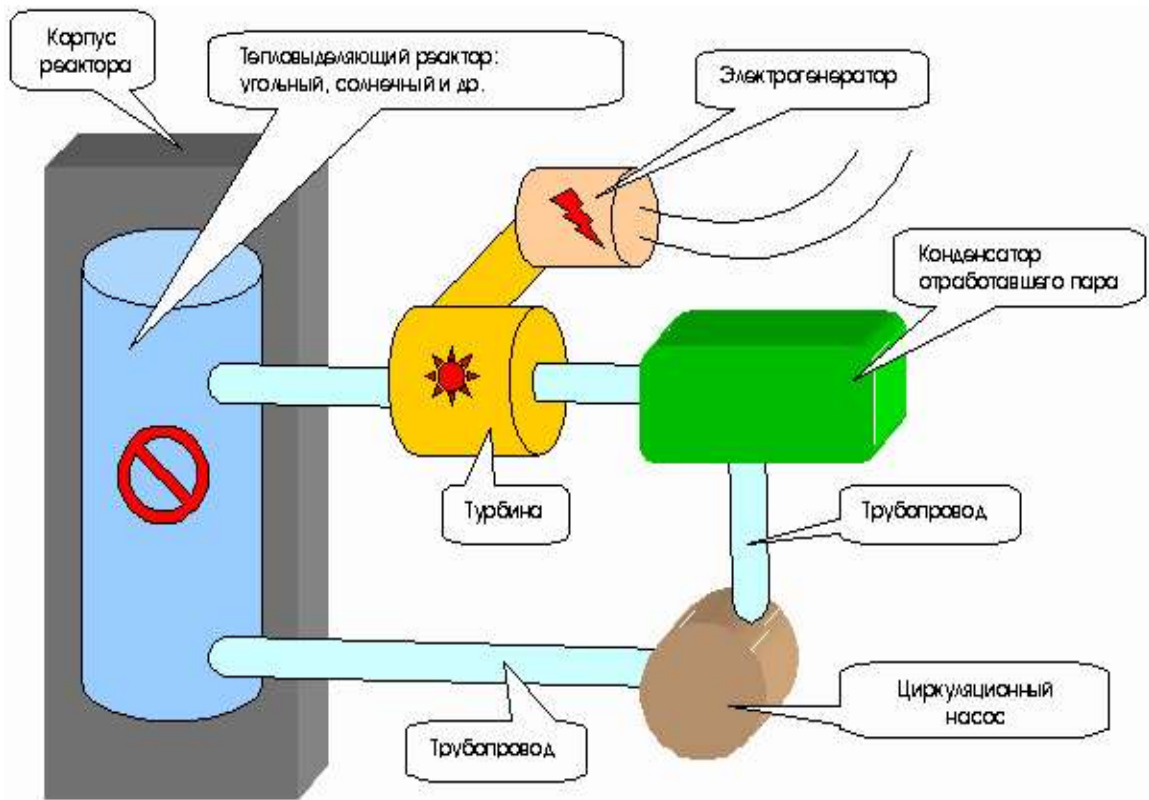
Назорат саволлари.

1. Иссиқлик энерго- марказларининг технологик жараёни?
2. Газ турбина қурилмаси?
3. Буғ-газ қурилмалари?
4. Буғ-газ қурилмаларининг классификациясини изоҳланг
5. Буғ-газ қурилмалари иссиқлик схемасининг таркибидаги нималардан иборат?
6. Содда иссиқлик схемасига изоҳ.
7. Буғ-газ қурилмаларини лойихалаш қандай босқичлардан иборат?
8. Икки ва уч босимли буғ-газ қурилмаларининг афзаллик ва камчиликлари?
9. Буғ-газ қурилмалари иссиқлик электр маркази вазифаларини айтинг.

10. Буғ-газ қурилмаларининг қайта ишлаш қозони билан лойихалаш босқичлари?

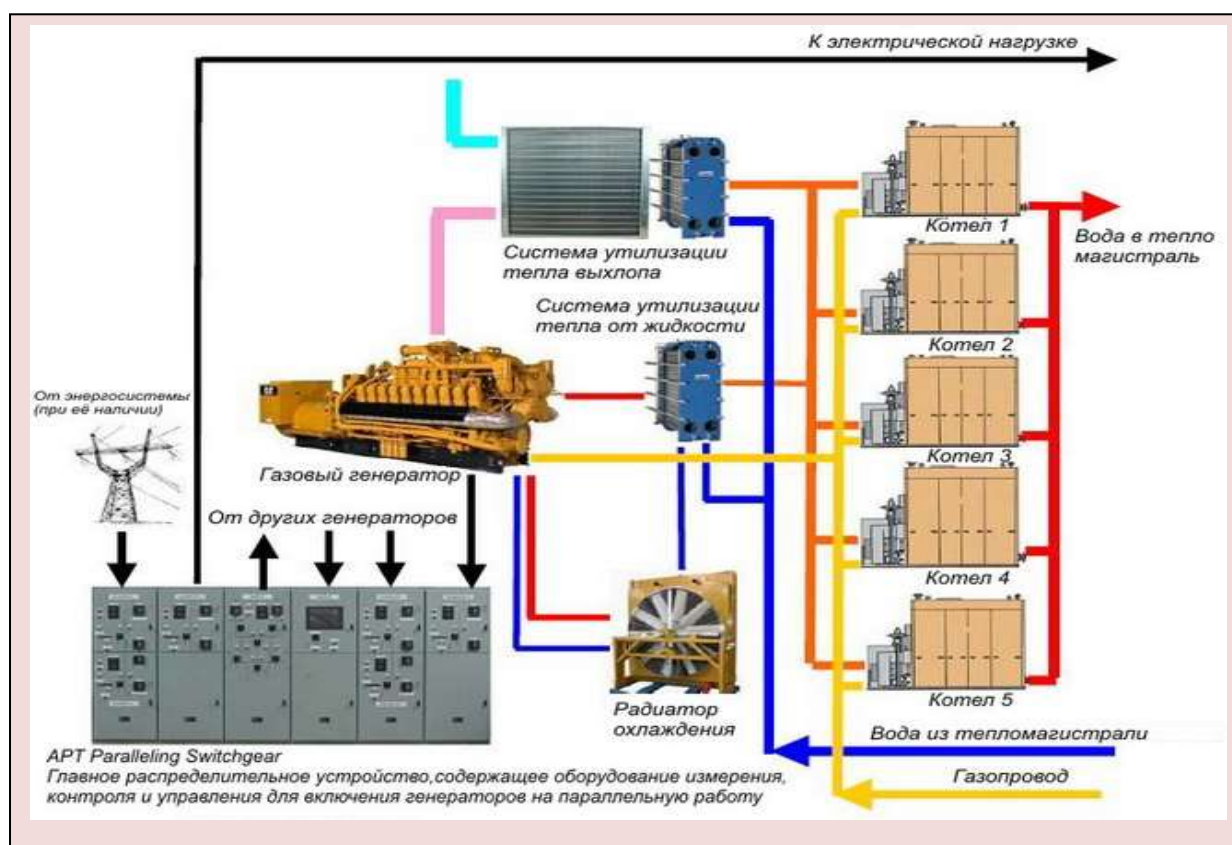
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Popov S.K. Razrabotka i raschet teplovix sxem termodinamicheskij idealnix ustanovok. –М., MEI. 2005. -60 s.
2. Montaj i ekspluatatsiya teplotexnicheskogo oborudovaniya. Pod red. V. A. Gorbenko. –М., MEI. 2002. -40 s.
3. Zanin A. I., Bogomolova T. V. Parovaya turbina AES K-500-65G`3000 (sxemi, komponovka, konstruktsiya). –М., MEI. 2001. -68 s.
4. 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.
5. 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.
6. Saidxodjayev A.G., Saidxodjayeva M.A. “Energiya tejamkorligi asoslari” fanidan ўқув қўлланма. –Ташкент.: TDTU, 2010.-258 b.
7. Хошимов Ф. А., Методические основы энергосбережения в промышленности, Ташкент, «Современные проблемы энергетики и использование возобновляемых источников энергии», Республиканская научно-техническая конференция, 2010.
8. 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 қўлланма. “Ворис”. –Тошкент.: 2014.



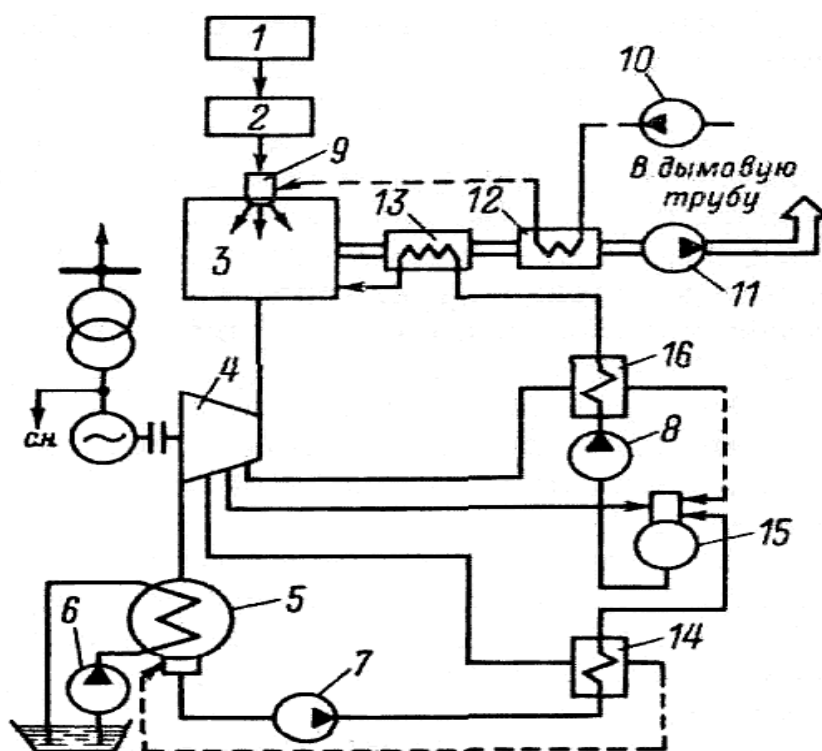
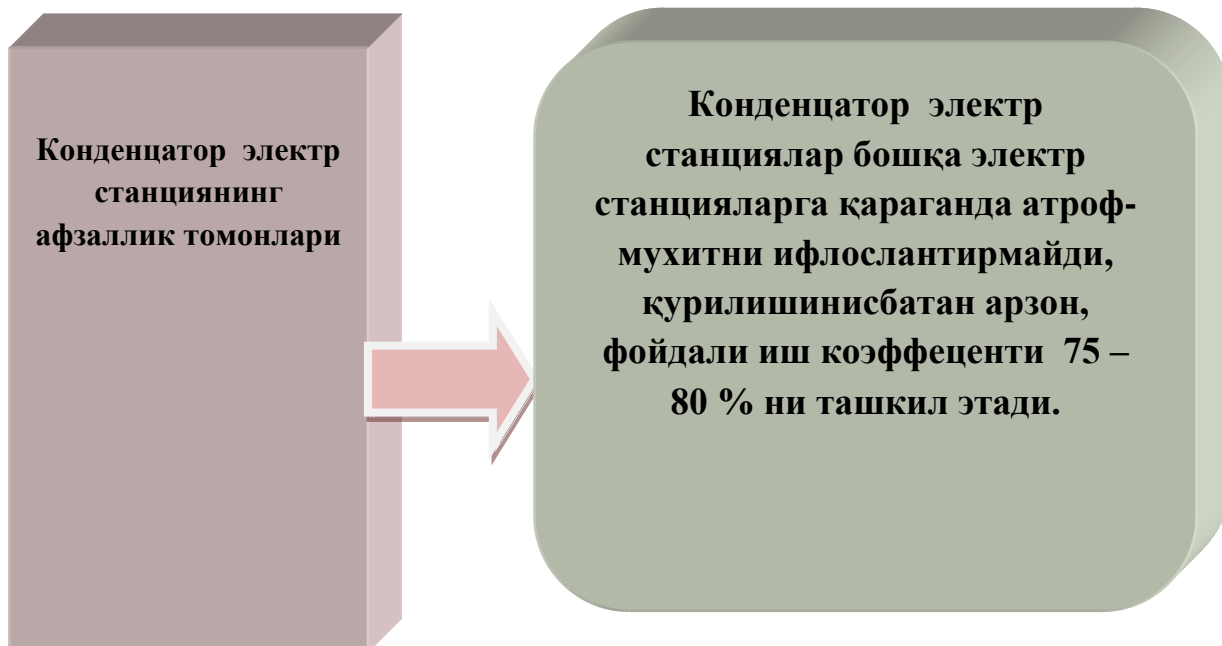
ИЭСнинг схемаси



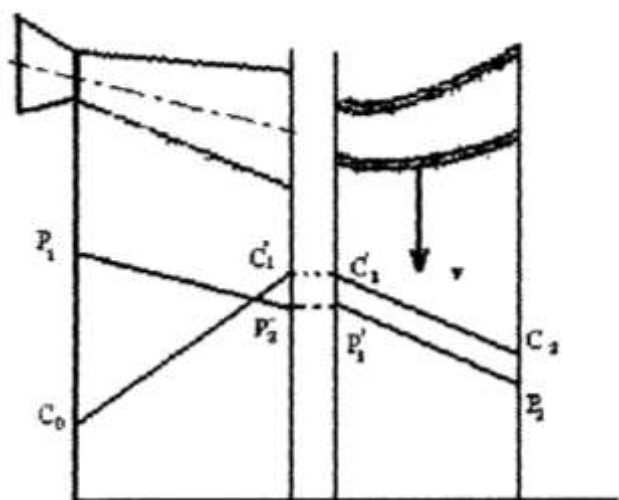
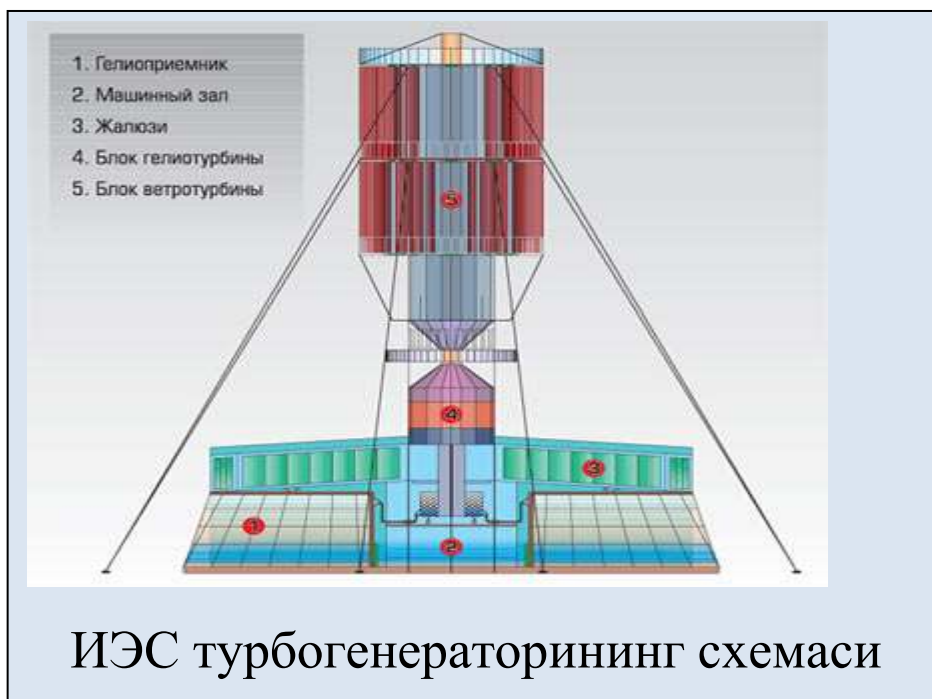


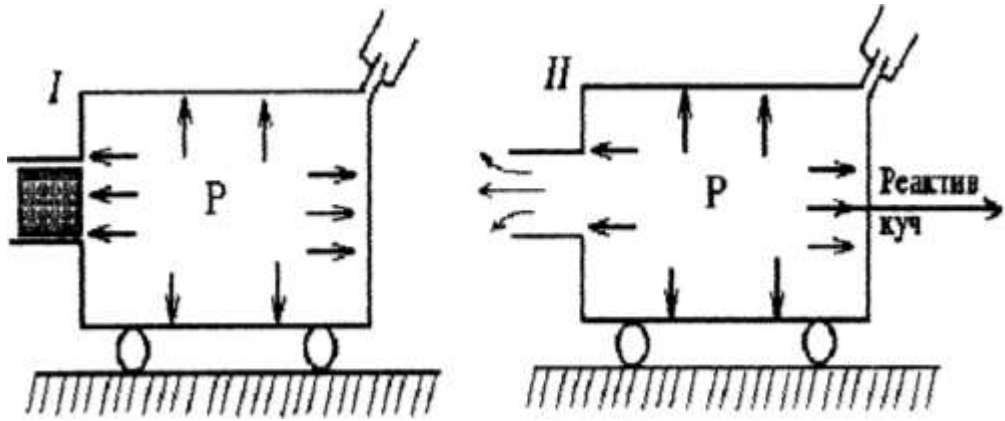
Конденцатор электр станция

Конденцатор электр станцияда органик ёқилғини аввал механик энергияга айлантдилади, механик энергияни иссиқлик юриткичлари ёрдамида вални айлантрганда бўғ ёки газ молекулалари харакатланиб энергияни қайта ишлаб механик энергияга айлантиради.

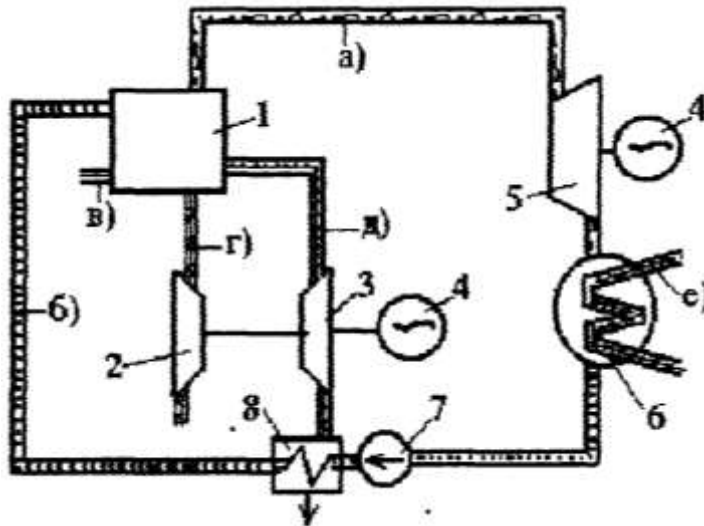


КЭСнинг схемаси



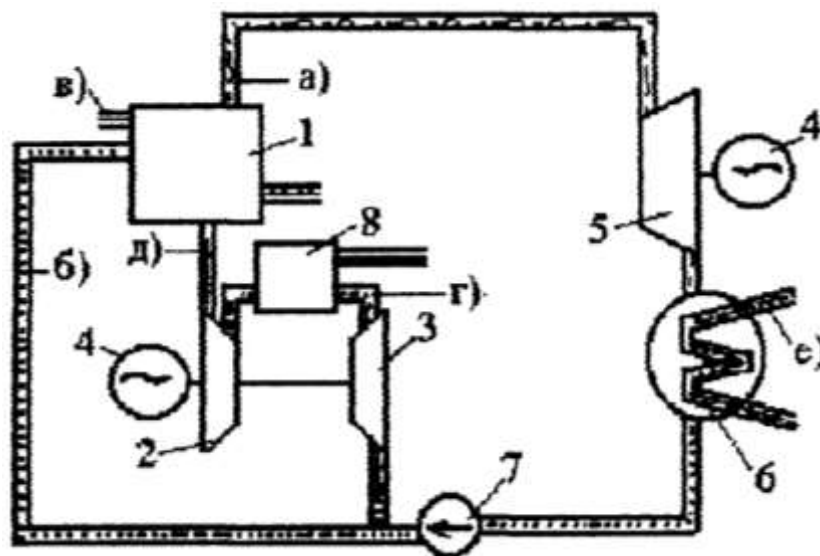


Реактив кучни ҳосил бўлишини тушунтирувчи тажриба қурилмасининг схемаси.



Буғ-газ қурилмасининг таомиллий схемаси.

1-буғ қозони; 2-компрессор; 3-газ турбина; 4-генератор; 5-буғ турбина; 6-конденсатор; 7-насос; 8-экономайзер; а) буғ; б) сув ва конденсат; в) ёқилғи; г) ҳаво; д) ёниш маҳсулотлари; э) совитувчи сув.



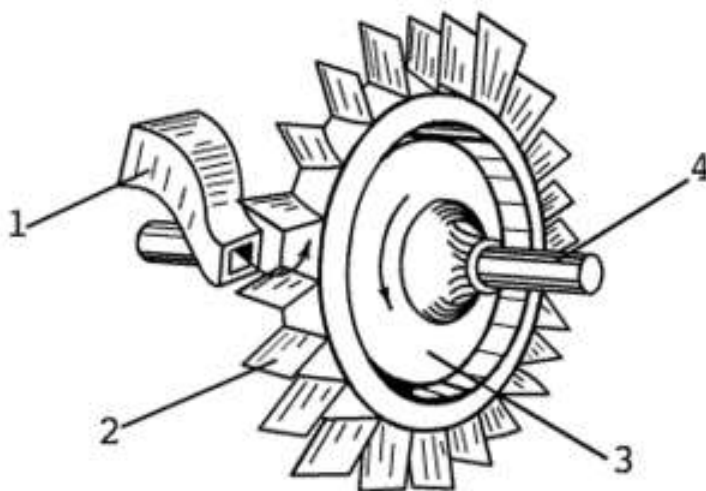
**Буғ-газ қурилмасининг ёниш маҳсулотларини буғ қозонида қайта
фойдаланиб ишловчи схемаси.**

1-буғ қозони; 2-компрессор; 3-газ турбина; 4-генератор; 5-буғ турбина; 6-конден-сатор; 7-насос; 8-экономайзер; а) буғ; б) сув ва конденсат; в) ёқилғи; г) ҳаво;

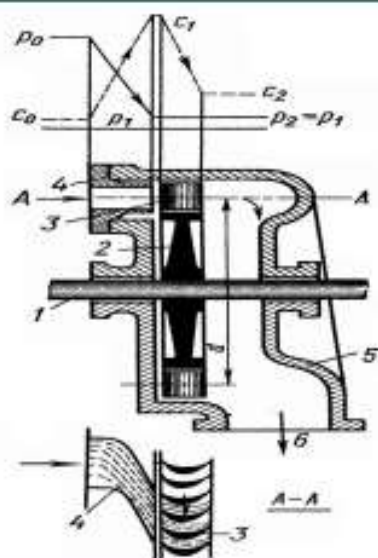
д) ёниш маҳсулотлари; й) совитувчи сув.

ТАҚДИМОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

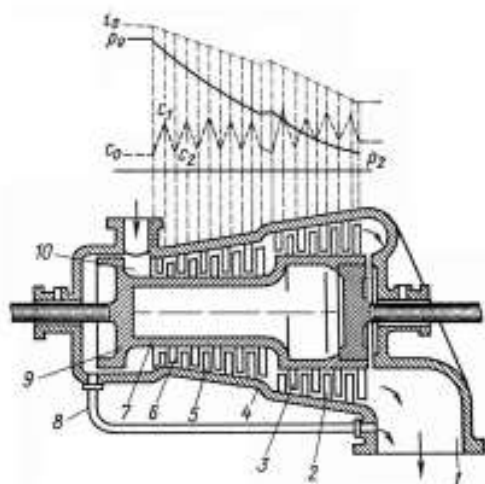
Буг Турбинасининг Соплоси ва Иш Ғилдираги.



Бир Погонали Буг Турбинаси Схемаси.

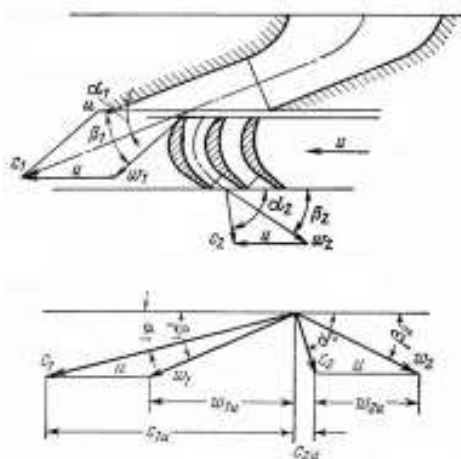


Кичик Қувватли Реактив Турбина Схемаси.



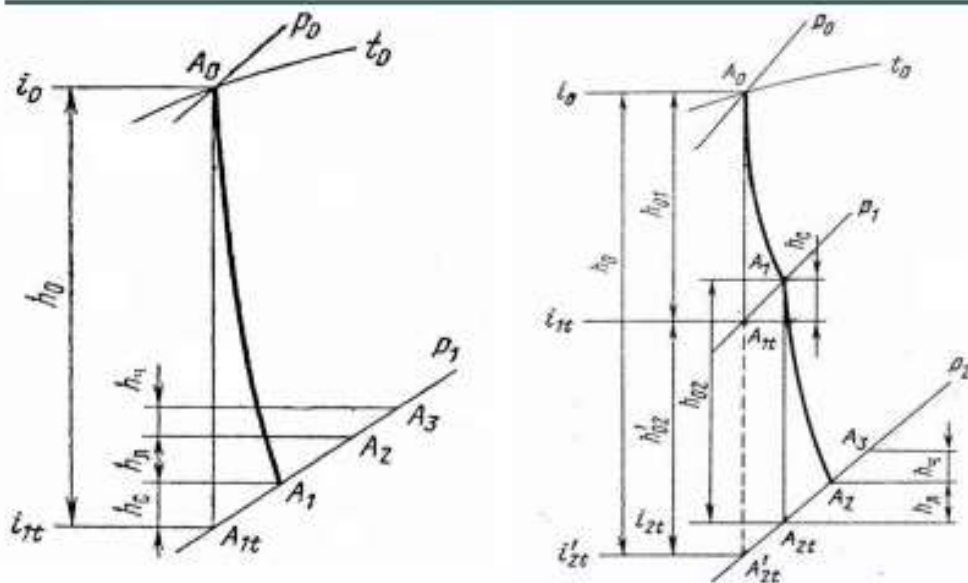
- 1 – чиқиш қуври;
- 2 – иккинчи қатор йўналтирувчи куракчалар;
- 3 – иккинчи қатор ишчи куракчалари;
- 4 – корпус;
- 5 – биринчи қатор йўналтирувчи куракчалар;
- 6 – биринчи қатор ишчи куракчалар;
- 7 – ротор;
- 8 – буғ қуври;
- 9 – поршень;
- 10 – буғ кириш халқасимон камераси.

Актив турбина ишчи куракчаларида буғ тезлиги ўзгариши.

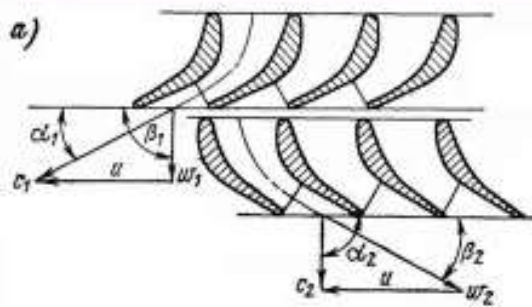


- а) ● а – куракчалардаги оқим схемаси;
- б) ● б – тезликлар учбурчаги.

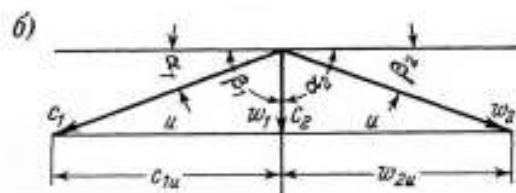
Реактив поғона куракчаларидаги йўқотишларни ҳисобга олинган ҳолдаги иссиқлик жараёнининг $i-s$ диаграммадаги тасвири.



РЕАКТИВ ПОҒОНА ИШЧИ КУРАКЧАЛАРИДА БУҒ ТЕЗЛИГИНИ ЎЗГАРИШИ.

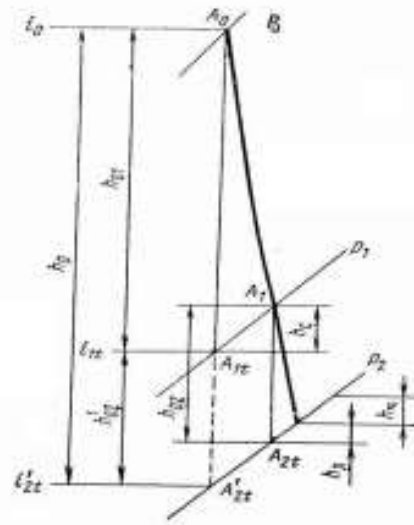
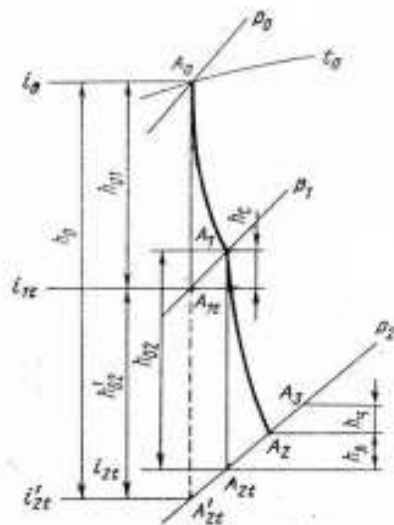


• **a** – куракчалардаги оқим схемаси;

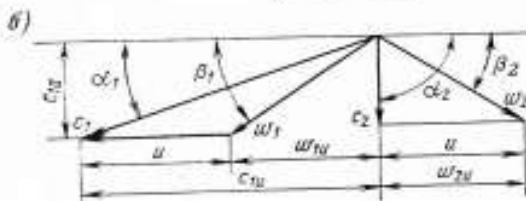
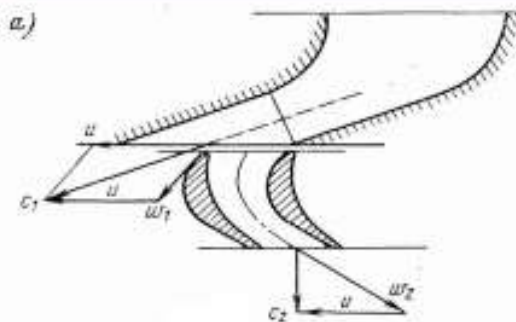


• **b** – тезликлар учбурчаклари.

Реактивлик даражаси тахминан 30 % бўлган поғона куракчаларидаги иссиқлик жараёни.

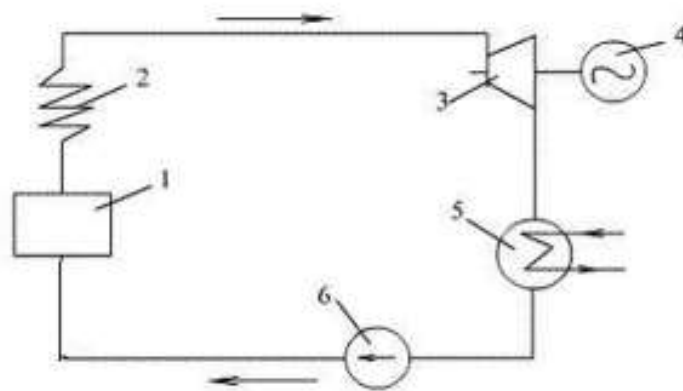


РЕАКТИВ ДАРАЖАСИЛИ ПОҒОНА КУРАКЧАЛАРИДА БУГ ТЕЗЛИГИНИНГ ЎЗГАРИШИ:



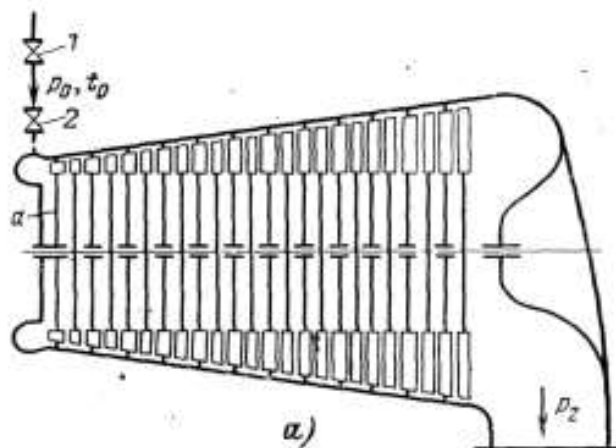
- а – куракчалардаги оқим схемаси;
- б – тезликлар учбурчаги.

БУГ ТУРБИНА КУРИЛМАЛАРИ

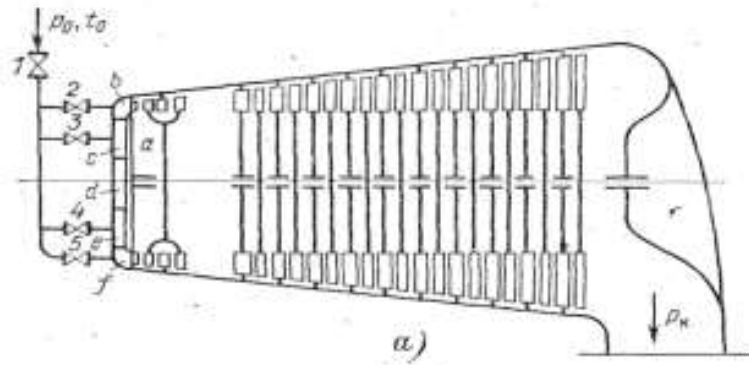


Буг турбина қурилмаларининг элементар схемаси. 1 – буг қозони; 2 – буг қиздиргич; 3 – буг турбинаси; 4 – электр генератори; 5 – конденсатор; 6 – насос.

ДРОССЕЛЛИ БУГ ТАКСИМЛАШ.

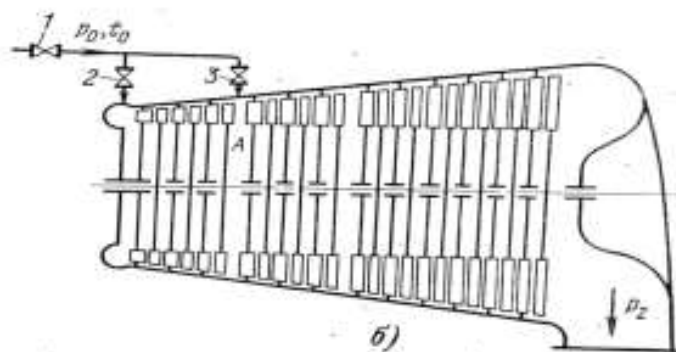


СОПЛОЛИ БУГ ТАКСИМЛАШ

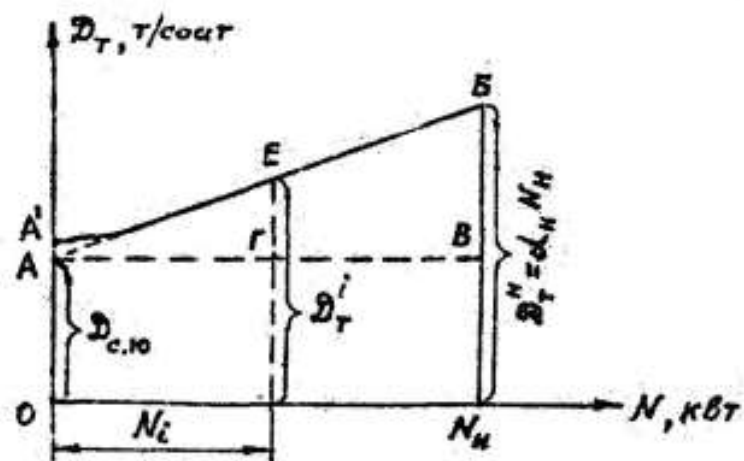


Соплоли буг тақсимлаш схемаси. 2, 3, 4, 5 – туртта бошқарувчи клапанлар.

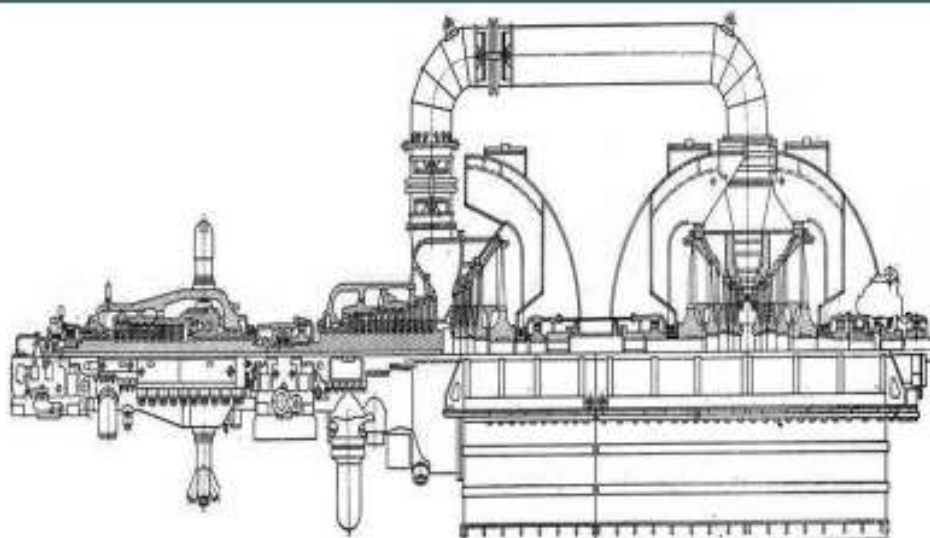
ТАШКИ БУГ ТАКСИМЛАШ СХЕМАСИ.



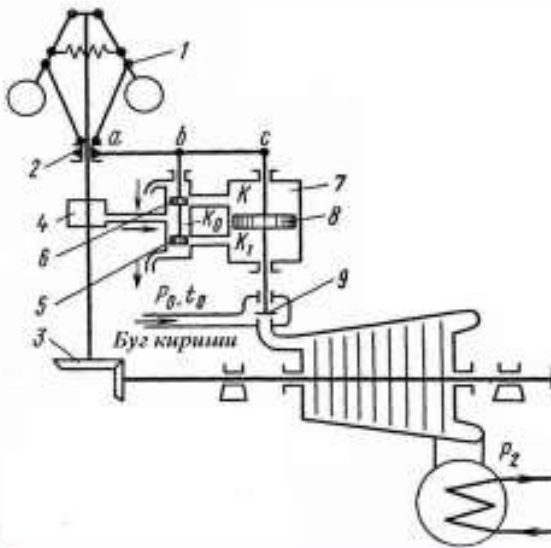
Турбина кувватининг буг сарфига
богликлик графиги.



К-300-240 ХТГЗ буг турбинасининг
кесими.

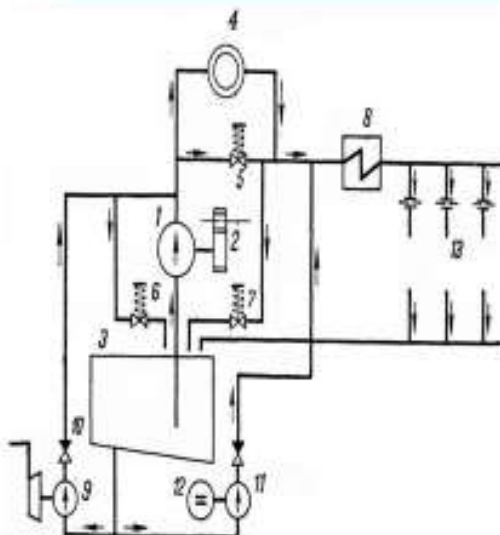


Поршенли сервомотор схемаси.



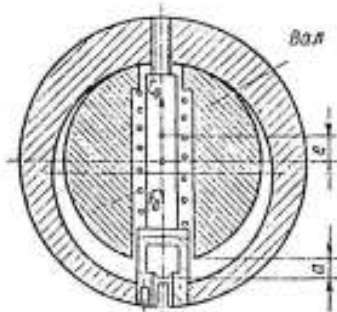
- 1 марказдан қочма ростлагич;
- 2 муфта;
- 3 тишли узатиш механизми;
- 4 мой насоси;
- 5 золотник;
- 6 поршен;
- 7 сервомотор;
- 8 сервомотор поршени;
- 9 турбина буг ростлаш клапани.

Ҳажмий насосли мой таъминоти схемаси.

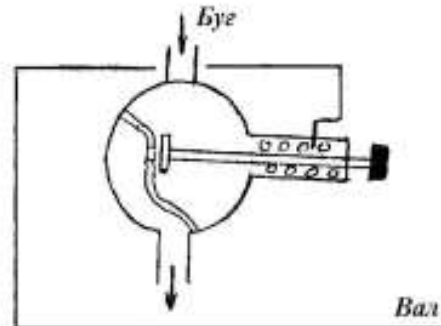


- 1-бош мой насоси;
- 2-редукторли узаткич;
- 3-мой баки;
- 4-ростлаш схемаси;
- 5-пружинали редуктор;
- 6-юкори босмли мой ташлаб юбориш клапани;
- 7-паст босмли мой ташлаб юбориш клапани;
- 8-мой совуттич;
- 9-ёрдамчи турбомой насоси;
- 10-тескари клапан;
- 11-аварияли электромой насоси;
- 12-узгармас ток электроюриттичи;
- 13-мой подшибники.

Халкасимон ва гидравлик химоя ростлагичлари.

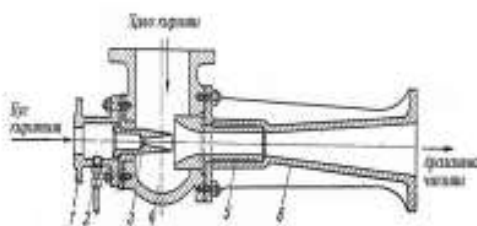


Халкасимон химоя ростлагичи.

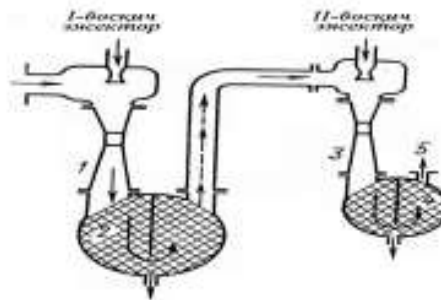


Халкасимон химоя ростлагичи.

ДМЗ ишга тушириш эжектори.

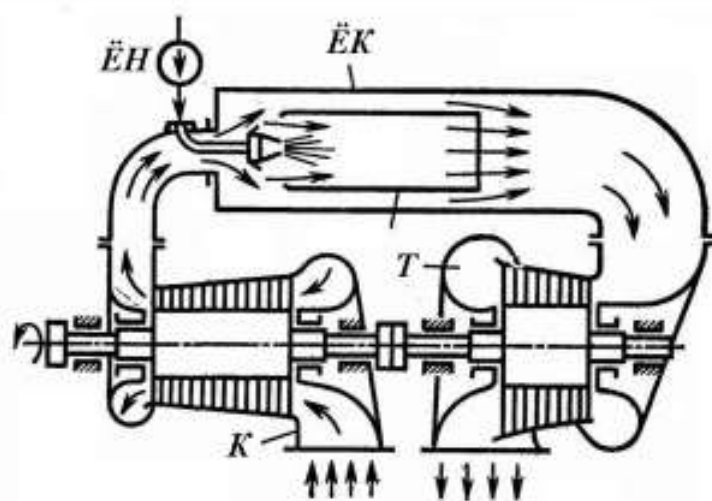


Эжектор.

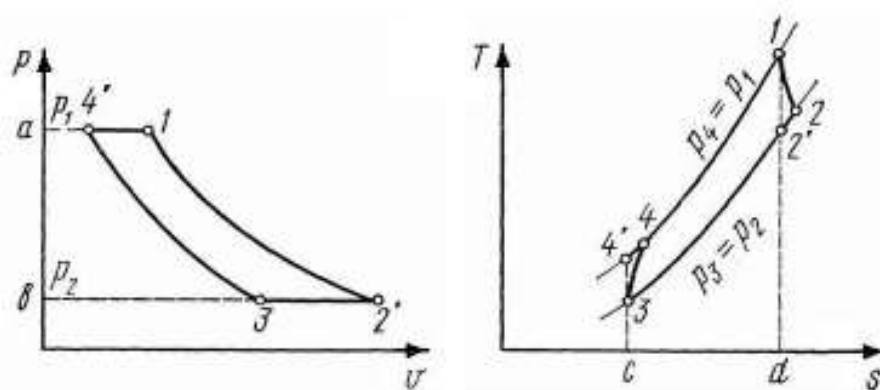


- 1 – I босқич эжектори;**
- 2 – оралик совутгич;**
- 3 – II босқич эжектори;**
- 4 – ташиқ совутгич;**
- 5 – атмосферага чиқариш кубури.**

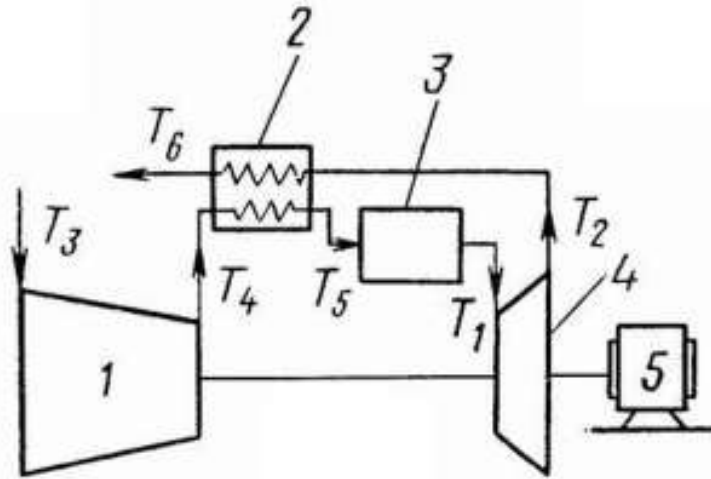
Газ турбинаси қурилмаси схемаси ва иш
цикли.



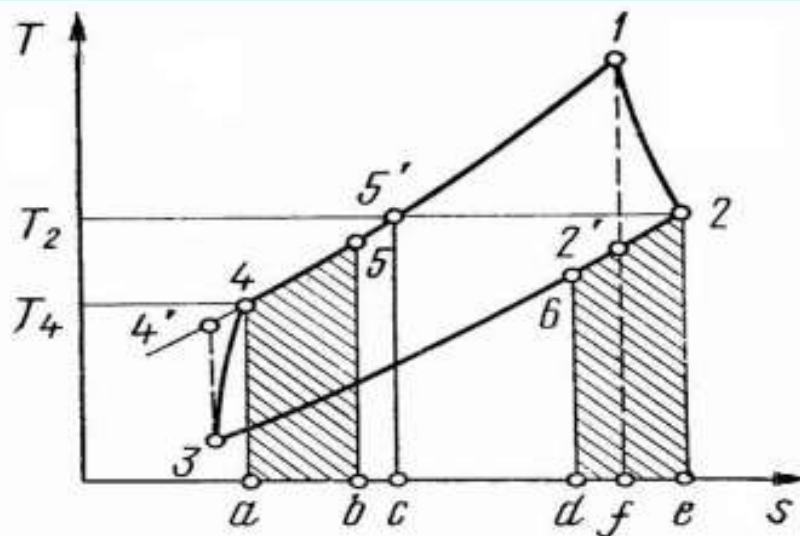
Газ турбина қурилмасининг $P-V$ ва $T-S$ диаграммалари.



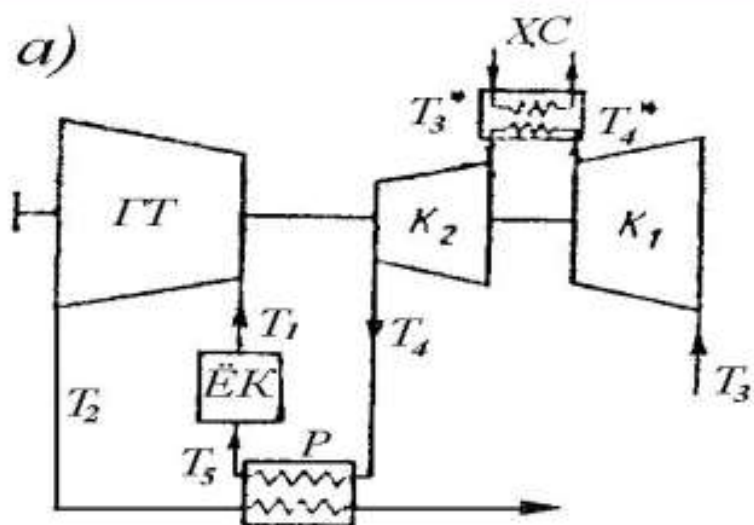
Регенерацияли газ турбина курилмаси схемаси.



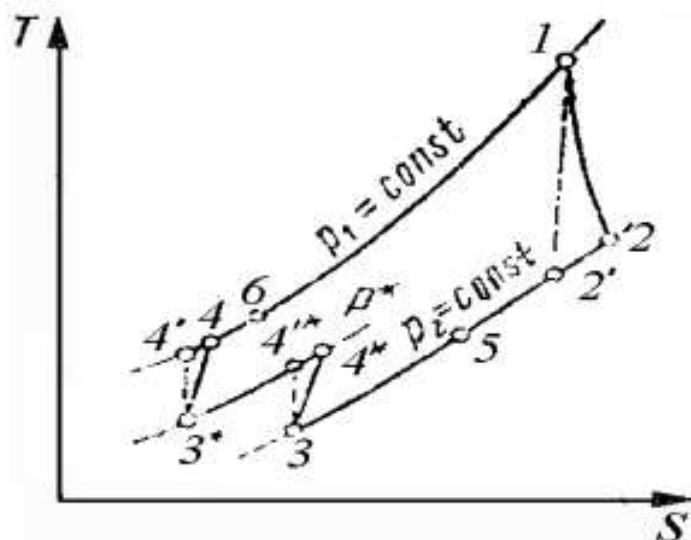
Регенерацияли газ турбина курилмасининг T-S
диограммаси.



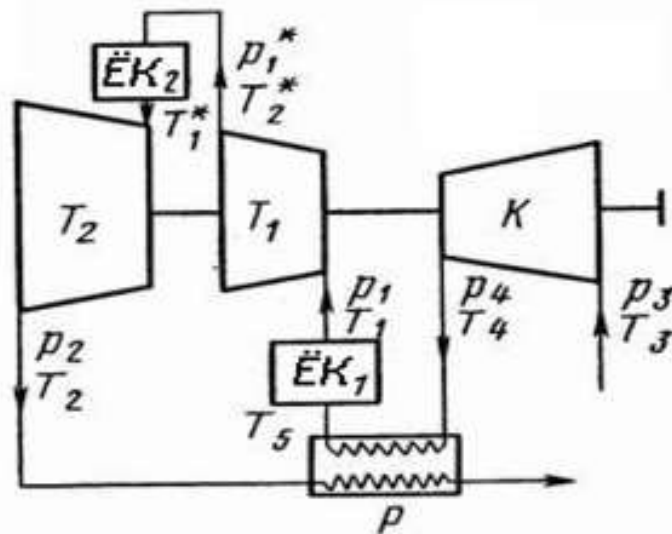
Хавони роганали сиклиги газ турбина курилмасининг схемаси.



Хавони роганали сиклиги газ турбина курилмасининг T-S-диограммаси.



Ўқилгини поганали ёндириши газ турбина курилмаси
схемаси.



Ўқилгини поганали ёндириши газ турбина курилмаси
T-S-диограммаси.

