

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

МАШРАБОВ ФАРРУХЖОН МУРОД ЎҒЛИ

**ШАРҚИЙ МАГИСТРАЛ ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ТИЗИМИДАГИ
МАВЖУД ИЭМ ЛАРИНИ ЗАМОНАВИЙ АГРЕГАТЛАР БИЛАН
ТАЪМИНЛАШ МУАММОЛАРИ ЕЧИМИНИ ТАДҚИҚОТЛАШ**

“Электр таъминоти” (тармоқлар бўйича) мутахассислиги – 5А310201 бўйича

Магистр даражасини олиш учун

ДИССЕРТАЦИЯ

**«Электр энергетикаси» кафедраси
муdiri доц. Жабборов Т.К.**

“ ” _____ 2013 йил

**Илмий раҳбар
Асқаров С.М.**

“ ” _____ 2013 йил

**Такризчи:
доц. Набиев М.Б.**

ФАРҒОНА–2013

МУНДАРИЖА

МУНДАРИЖА.....	2
МАГИСТРИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯ.....	3
КИРИШ.....	7
I–БОБ.....	11
ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ВА ИСТЕЪМОЛ ҚИЛИШДАГИ МУАМОЛАРНИ ТАҲЛИЛИ.....	11
1.1. Умумий маълумотлар	11
1.2. Электр энергиясининг асосий хоссалари	15
1.3. Электр станцияларининг турлари ва асосий таснифлари.....	17
1.4. Конденсацион иссиқлик электр станциялари	20
1.6. Иссиқлик электр маркази	27
1.7. Атом электр станциялари.....	30
1.8. Гидравлик электр станциялари	31
1.9. Турли хил энергияни электр энергияга айлантиришнинг анъанавий усуллари	34
1.10. Энергияни сақланиш қонунининг электр энергияни ишлаб чиқариш усуллари тушунишдаги аҳамияти.....	36
1.11. Электр таъминотини ташкил қилиш.....	38
1.12. Электр энергияни узатувчи, тақсимловчи, ўзгарувчи.....	39
ва истеъмол қилувчи электр қурилмалар ҳақида асосий маълумот.....	39
II–БОБ.	45
ШАРҚИЙ МАГИСТРАЛ ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ТИЗИМИДАГИ МАВЖУД ИЭМ ЛАРИНИ ИШЛАТИЛАДИГАН ЗАМОНАВИЙ АГРЕГАТЛАРНИ ТАДҚИҚОТЛАШ..	45
2.1.СИНХРОН ГЕНЕРАТОРЛАР	45
2.2. Генераторларнинг совутиш системалари	47
2.3. Генераторларнинг қўзғатиш системалари	48
2.4. Генераторларнинг магнит майдонини сўндириш.....	52
2.5. Генераторларнинг параллел ишлаши	55
2.6. Қўзғатишни автоматик ростлагичлар.	56
2.6.1. Синхрон компенсаторлар.....	57
III–БОБ.	59
ШАРҚИЙ МАГИСТРАЛ ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ТИЗИМИДАГИ МАВЖУД ИССИҚЛИК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИНИНГ ТАБАҚЛАНИШИ.....	59
3.1. Умумий маълумотлар	67
3.2. Асосий ускуналарнинг таҳлили	71
3.2.1. Электр станциясининг принципаал иссиқлик схемаси	71
3.3. Иссиқлик электр станциясини компоновкаси.....	73
3.4. Электр станция асосий корпусининг компоновкаси.....	75
3.5. Конденсацион ва теплофикацией электр станцияларининг иссиқлик тежамлилиги ва энергетик кўрсаткичлари	78
Хулоса	Ошибка! Закладка не определена.
Фойдаланилган адабиётлар:	80
ИЛОВАЛАР	Ошибка! Закладка не определена.

МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯ

Тадқиқотлар мавзусининг долзарблиги. Бизга иқтисодиётнинг муҳим соҳаси ва ҳаракатлантирувчи кучи бўлган кичик бизнес ва хусусий тадбиркорлик бевосита диёримизнинг электр таъминоти билан чамбарчас боғлиқ. Республикамизнинг электр таъминоти тизими ишончли ва узлуксиз ишлаши яратилган кичик корхоналарнинг ривожланишига ўз хиссасини қўшади. Бу эса Республикамизнинг ички бозорида ўзимиз томонимиздан ишлаб чиқарилган маҳсулотлар билан таъминлашга олиб келади. Демак халқ хўжалиги ва ишлаб чиқариш иқтисодиётини электр энергиясиз тасаввур қилиб бўлмайди. Шундай экан электр энергия ишлаб чиқаришда сарф харажатларни камайтириш, ишлаб чиқарилган электр энергияни истеъмолчиларга узатишдаги муаммоларни бартараф қилиш электр энергиясини тан нархини пасайишига, бу эса ишлаб чиқарилган маҳсулот турларини ички бозорда орзон нархлар билан таъминланишига олиб келади. Ҳозирги кунда ишлаб чиқарилаётган электр энергиянинг 80 фоизини иссиқлик электростанцияларида, қолган қисми эса гидроэлектр станциялар орқали ишлаб чиқарилмоқда. Иссиқлик электр станцияларидаги ёқилғи миқдори бўйича 85 фоизи газ қолган қисми эса кўмир ташкил қилади. Бу эса табиий бойликларимизни камайишига ва келажак авлод учун захирани тугашига олиб келади. Шунинг учун табиий бойликларни асраш, борларидан самарали фойдаланиш мақсадида ёқилғи захираларидан оқилона фойдаланиш асосий масала бўлиб қолмоқда. Иссиқлик электр станцияларини қайта реконструкция қилиш, станциялардаги манан эскирган жиҳозларни тубдан янгилаш, янги технологиялар асосида модернизациялаш орқали фойдали иш коэффициентларини ошириш долзарб масалалардан биридир. Шунинг учун ҳам “Шарқий магистрал электр тармоқлари тизимидаги мавжуд ИЭМ ларини замонавий агрегатлар билан таъминлаш муаммолари ечимини тадқиқотлаш” диссертация мавзуси сифатида берилди.

Диссер–тациянинг долзарблиги сифатида ИЭМ ларини замонавий

агрегатлар билан таъминлаш орқали электр энергия ишлаб чиқаришни ва ёқилғи захираларидан оқилона фойдаланиш деб кўрсатиш мумкин.

Диссертациянинг мақсад ва вазифалари. “Шарқий магистрал электр тармоқлари тизимидаги мавжуд ИЭМ ларини замонавий агрегатлар билан таъминлаш муаммолари ечимини тадқиқотлаш” диссертациясининг асосий мақсади сифатида Фарғона иссиқлик электр маркази (Фарғона ИЭМ) ни электр энергияси ва бошқа турдаги энергиясини ишончли ишлаши, истеъмолчиларга узлуксиз электр энергияни ва иссиқлик энергиясини етказиб бериш муоммоларини таҳлилини ўрганиб чиқишдир.

Фарғона ИЭМ асосан биринчи тоифали истеъмолчиларга иссиқ сув, пар ва электр энергияси ишлаб чиқаришга хизмат қилади. Фарғона ИЭМ истеъмолчиларга сифатли пар ва электр энергия етказиб беришда асосий корхона бўлиб хизмат қилади. Чунки парнинг сифати биринчи тоифали истеъмолчиларнинг иш режимида ўз таъсирини ўтказади. Сифатсиз пар бу корхоналарнинг иш режимларига салбий таъсир кўрсатиб корхонанинг технологиясини бузилишига олиб келади.

Фарғона ИЭМ да ишлаб чиқарилиши мумкин бўлган электр энергиянинг қуввати 305 МВтни ташкил қилади бу кўрсаткич биринчи тоифали корхоналарнинг қабул қилиши мумкин бўлган парнинг миқдорига боғлиқ. Ҳозирги кунда ўрнатилган қувватнинг яъни 305 МВтнинг 15–25 фоизи ишлаб чиқарилмоқда. Шундай экан ИЭМ ларини замонавий агрегатлар билан таъминлаш орқали бу муаммоларни ҳал қилиш вазифалари асосий масала бўлиб келмоқда. *ИЭМ даги манан эскирган қурилмаларни янгисига алмаштириш ҳамда пар истеъмол қилувчи истеъмолчиларнинг сонини ва пар истеъмол қилиш кўрсаткичларини орттириш орқали станциянинг электр энергия ишлаб чиқариш қувватини ошириш бу диссертациянинг асосий мақсади ва вазифалари қилиб белгиланди.*

Диссертациянинг амалий аҳамияти. Бизга маълумки электр станцияларда бош схемаларни танлаш электр қисмини лойиҳалашда асосий мезон ҳисобланади, чунки у элементларнинг тўлиқ таркибини ва улар

орасидаги боғланишларни аниқлайди. Иссиқлик электр схемаларида бош тақсимлаш қурилмаси қуриш назарда тутилиб унга яқин жойлашган истеъмолчиларни таъминлайдиган 6–10 кВли линиялар уланади. Узоқроқ жойлашган истеъмолчилар эса 110 кВли линиялар бўйича таъминланиши мумкин. Бу шартлар Фарғона ИЭМда ҳам ўз аксини топган бўлиб 110 кВ томонда 4 секция мавжуд бўлиб улар Л–7–Ф–1,2 ва Л–7–С–1,2 ҳаво тармоқлари орқали мос равишда 220/110/10 кВли Фарғона ва 220/110/10 кВли Сокин нимстанцияларининг 110 кВли шинасига уланган. 10 кВли фидерлар орқали “Фарғона нефтни қайта ишлаш” заводида электр энергия узатилади.

Диссертацияда Фарғона ИЭМдаги асосий қурилмалар жумладан қозонлар, турбиналар, генераторлар ва улар орасидаги автоматикалар ҳамда электр ва пар таъминотининг схемалари тўлиқ ёритилган.

Фарғона ИЭМ нинг асосий иш фаолияти пар билан боғлиқ бўлиб станциянинг электр энергия бўйича қувватини ошириш учун ишлаб чиқараётган парнинг ўз истеъмолчилари бўлиши керак. Ҳозирги кунда Фарғона ИЭМ атрофидаги йирик саноат корхоналари пар истеъмоли бўйича кўрсаткичнинг пасайиб кетганлиги ёки йирик саноат корхонлари банкротлик эълон қилиб фаолиятларини тўхтатганликлари ҳеч кимга сир эмас. Бу эса ўрнатилган қувватнинг 15–25 фоизинигина ишлаб чиқаришга олиб келмоқда.

Диссертацияда пар истеъмолчиларини кўпайтириш орқали ҳамда станциянинг асосий қурилмаларини модернизация қилиш натижасида станциянинг электр энергия ишлаб чиқаришини ўрнатилган қувватларгача олиб чиқиш ва уларнинг таҳлили кўрсатиб ўтилган.

Диссертациянинг илмий–услубий томонлари. Ушбу диссертацияда Фарғона ИЭМ ни тўлиқ принципиал схемаси ўрганиб чиқилган. Бундан ташқари станциядаги автоматлаштиришда қўлланиладиган автоматик қурилмаларни схемалари ҳам ўрганиб чиқилди. Автоматика воситаларини ишлашини ишончлилигини йўқотмаган ҳолда аксинча унинг ишончлилигини

ошириш учун схемани соддалаштириб, унда иштирок этувчи элементларни камайтириш ва программалаштириш назарда тутилади.

Схемадаги релелар ва автоматика воситаларини сонини кўплиги ва улардан баъзи бирларини вазифаларини ўхшашлиги электр схемани мураккаблаштириб уни ишончли ишланишига салбий таъсир кўрсатади. Электр схемадан асоссиз равишда элементларни олиб ташлаш уни кўполлаштириб унга қўйиладиган талабни бажарилишга тўсқинлик қилади. Шунинг учун реле ҳимоясини микрожараёнорли ҳимояларга алмаштириш тавсиялари кўрсатиб ўтилган.

Тадқиқот предмети. Диссертацияда тадқиқот предмети сифатида Фарғона ИЭМ нинг асосий қурилмалари қабул қилинган.

Тадқиқот объекти. Фарғона ИЭМдаги манан эскирган қурилмалар тадқиқот объектидир.

Диссертациянинг тузилиши. Диссертация кириш, тўрт боб, хулосалар, фойдаланилган ҳамда ўрганилган адабиётлар рўйхати, иловалардан ташкил топган.

КИРИШ

Тадқиқотлар мавзусининг долзарблиги. Бизга иқтисодиётнинг муҳим соҳаси ва ҳаракатлантирувчи кучи бўлган кичик бизнес ва хусусий тадбиркорлик бевосита диёримизнинг электр таъминоти билан ҳамбарчас боғлиқ. Республикаимизнинг электр таъминоти тизими ишончли ва узлуксиз ишлаши яратилган кичик корхоналарнинг ривожланишига ўз хиссасини қўшади. Бу эса Республикаимизнинг ички бозорида ўзимиз томонимиздан ишлаб чиқарилган маҳсулотлар билан таъминлашга олиб келади. Демак халқ хўжалиги ва ишлаб чиқариш иқтисодиётини электр энергиясиз тасаввур қилиб бўлмайди. Шундай экан, электр энергия ишлаб чиқаришда сарф харажатларни камайтириш, ишлаб чиқарилган электр энергияни истеъмолчиларга узатишдаги муаммоларни бартараф қилиш электр энергиясини тан нархини пасайишига, бу эса ишлаб чиқарилган маҳсулот турларини ички бозорда орзон нархлар билан таъминланишига олиб келади. Ҳозирги кунда ишлаб чиқарилаётган электр энергиянинг 80 фоизини иссиқлик электростанцияларида, қолган қисми эса гидроэлектр станциялар орқали ишлаб чиқарилмоқда. Иссиқлик электр станцияларидаги ёқилғи миқдори бўйича 85 фоизи газ қолган қисми эса кўмир ташкил қилади. Бу эса табиий бойликларимизни камайтишига ва келажак авлод учун захирани тугашига олиб келади. Шунинг учун табиий бойликларни асраш, борларидан самарали фойдаланиш мақсадида ёқилғи захираларидан оқилона фойдаланиш асосий масала бўлиб қолмоқда. Иссиқлик электр станцияларини қайта реконструкция қилиш, станциялардаги манан эскирган жиҳозларни тубдан янгилаш, янги технологиялар асосида модернизациялаш орқали фойдали иш коэффициентларини ошириш долзарб масалалардан биридир. Шунинг учун ҳам “Шарқий магистрал электр тармоқлари тизимидаги мавжуд ИЭМ ларини замонавий агрегатлар билан таъминлаш муаммолари ечимини тадқиқотлаш” диссертация мавзуси сифатида берилди. *Диссер–тациянинг долзарблиги сифатида ИЭМ ларини замонавий агрегатлар билан*

таъминлаш орқали электр энергия ишлаб чиқаришни ва ёқилғи захираларидан оқилона фойдаланиш деб кўрсатиш мумкин.

Диссертациянинг мақсад ва вазифалари. “Шарқий магистрал электр тармоқлари тизимидаги мавжуд ИЭМ ларини замонавий агрегатлар билан таъминлаш муаммолари ечимини тадқиқотлаш” диссертациясининг асосий мақсади сифатида Фарғона иссиқлик электр маркази (Фарғона ИЭМ) ни электр энергияси ва бошқа турдаги энергиясини ишончли ишлаши, истеъмолчиларга узлуксиз электр энергияни ва иссиқлик энергиясини етказиб бериш муоммоларини таҳлилини ўрганиб чиқишдир.

Фарғона ИЭМ асосан биринчи тоифали истеъмолчиларга иссиқ сув, пар ва электр энергияси ишлаб чиқаришга хизмат қилади. Фарғона ИЭМ истеъмолчиларга сифатли пар ва электр энергия етказиб беришда асосий корхона бўлиб хизмат қилади. Чунки парнинг сифати биринчи тоифали истеъмолчиларнинг иш режимида ўз таъсирини ўтказади. Сифатсиз пар бу корхоналарнинг иш режимларига салбий таъсир кўрсатиб корхонанинг технологиясини бузилишига олиб келади.

Фарғона ИЭМ да ишлаб чиқарилиши мумкин бўлган электр энергиянинг қуввати 305 МВтни ташкил қилади бу кўрсаткич биринчи тоифали корхоналарнинг қабул қилиши мумкин бўлган парнинг миқдорига боғлиқ. Ҳозирги кунда ўрнатилган қувватнинг яъни 305 МВтнинг 15–25 фоизи ишлаб чиқарилмоқда. Шундай экан ИЭМ ларини замонавий агрегатлар билан таъминлаш орқали бу муаммоларни ҳал қилиш вазифалари асосий масала бўлиб келмоқда. *ИЭМ даги манан эскирган қурилмаларни янгисига алмаштириш ҳамда пар истеъмол қилувчи истеъмолчиларнинг сонини ва пар истеъмол қилиш кўрсаткичларини орттириш орқали станциянинг электр энергия ишлаб чиқариш қувватини ошириш бу диссертациянинг асосий мақсади ва вазифалари қилиб белгиланди.*

Диссертациянинг амалий аҳамияти. Бизга маълумки электр станцияларда бош схемаларни танлаш электр қисмини лойиҳалашда асосий мезон ҳисобланади, чунки у элементларнинг тўлиқ таркибини ва улар

орасидаги боғланишларни аниқлайди. Иссиқлик электр схемаларида бош тақсимлаш қурилмаси қуриш назарда тутилиб унга яқин жойлашган истеъмолчиларни таъминлайдиган 6–10 кВли линиялар уланади. Узоқроқ жойлашган истеъмолчилар эса 110 кВли линиялар бўйича таъминланиши мумкин. Бу шартлар Фарғона ИЭМда ҳам ўз аксини топган бўлиб 110 кВ томонда 4 секция мавжуд бўлиб улар Л–7–Ф–1,2 ва Л–7–С–1,2 ҳаво тармоқлари орқали мос равишда 220/110/10 кВли Фарғона ва 220/110/10 кВли Сокин нимстанцияларининг 110 кВли шинасига уланган. 10 кВли фидерлар орқали “Фарғона нефтни қайта ишлаш” заводида электр энергия узатилади.

Диссертацияда Фарғона ИЭМдаги асосий қурилмалар жумладан қозонлар, турбиналар, генераторлар ва улар орасидаги автоматикалар ҳамда электр ва пар таъминотининг схемалари тўлиқ ёритилган.

Фарғона ИЭМ нинг асосий иш фаолияти пар билан боғлиқ бўлиб станциянинг электр энергия бўйича қувватини ошириш учун ишлаб чиқараётган парнинг ўз истеъмолчилари бўлиши керак. Ҳозирги кунда Фарғона ИЭМ атрофидаги йирик саноат корхоналари пар истеъмоли бўйича кўрсаткичнинг пасайиб кетганлиги ёки йирик саноат корхонлари банкротлик эълон қилиб фаолиятларини тўхтатганликлари ҳеч кимга сир эмас. Бу эса ўрнатилган қувватнинг 15–25 фоизинигина ишлаб чиқаришга олиб келмоқда.

Диссертацияда пар истеъмолчиларини кўпайтириш орқали ҳамда станциянинг асосий қурилмаларини модернизация қилиш натижасида станциянинг электр энергия ишлаб чиқаришини ўрнатилган қувватларгача олиб чиқиш ва уларнинг таҳлили кўрсатиб ўтилган.

Диссертациянинг илмий–услубий томонлари. Ушбу диссертацияда Фарғона ИЭМ ни тўлиқ принципиал схемаси ўрганиб чиқилган. Бундан ташқари станциядаги автоматлаштиришда қўлланиладиган автоматик қурилмаларни схемалари ҳам ўрганиб чиқилди. Автоматика воситаларини ишлашини ишончлилигини йўқотмаган ҳолда аксинча унинг ишончлилигини

ошириш учун схемани соддалаштириб, унда иштирок этувчи элементларни камайтириш ва программалаштириш назарда тутилади.

Схемадаги релелар ва автоматика воситаларини сонини кўплиги ва улардан баъзи бирларини вазифаларини ўхшашлиги электр схемани мураккаблаштириб уни ишончли ишланишига салбий таъсир кўрсатади. Электр схемадан асоссиз равишда элементларни олиб ташлаш уни кўполлаштириб унга қўйиладиган талабни бажарилишга тўсқинлик қилади. Шунинг учун реле ҳимоясини микрожараёнорли ҳимояларга алмаштириш тавсиялари кўрсатиб ўтилган.

Тадқиқот предмети. Диссертацияда тадқиқот предмети сифатида Фарғона ИЭМ нинг асосий қурилмалари қабул қилинган.

Тадқиқот объекти. Фарғона ИЭМдаги манан эскирган қурилмалар тадқиқот объектидир.

Диссертациянинг тузилиши. Диссертация кириш, тўрт боб, хулосалар, фойдаланилган ҳамда ўрганилган адабиётлар рўйхати, иловалардан ташкил топган.

I–БОБ.

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ВА ИСТЕЪМОЛ ҚИЛИШДАГИ МУАМОЛАРНИ ТАҲЛИЛИ

1.1. Умумий маълумотлар

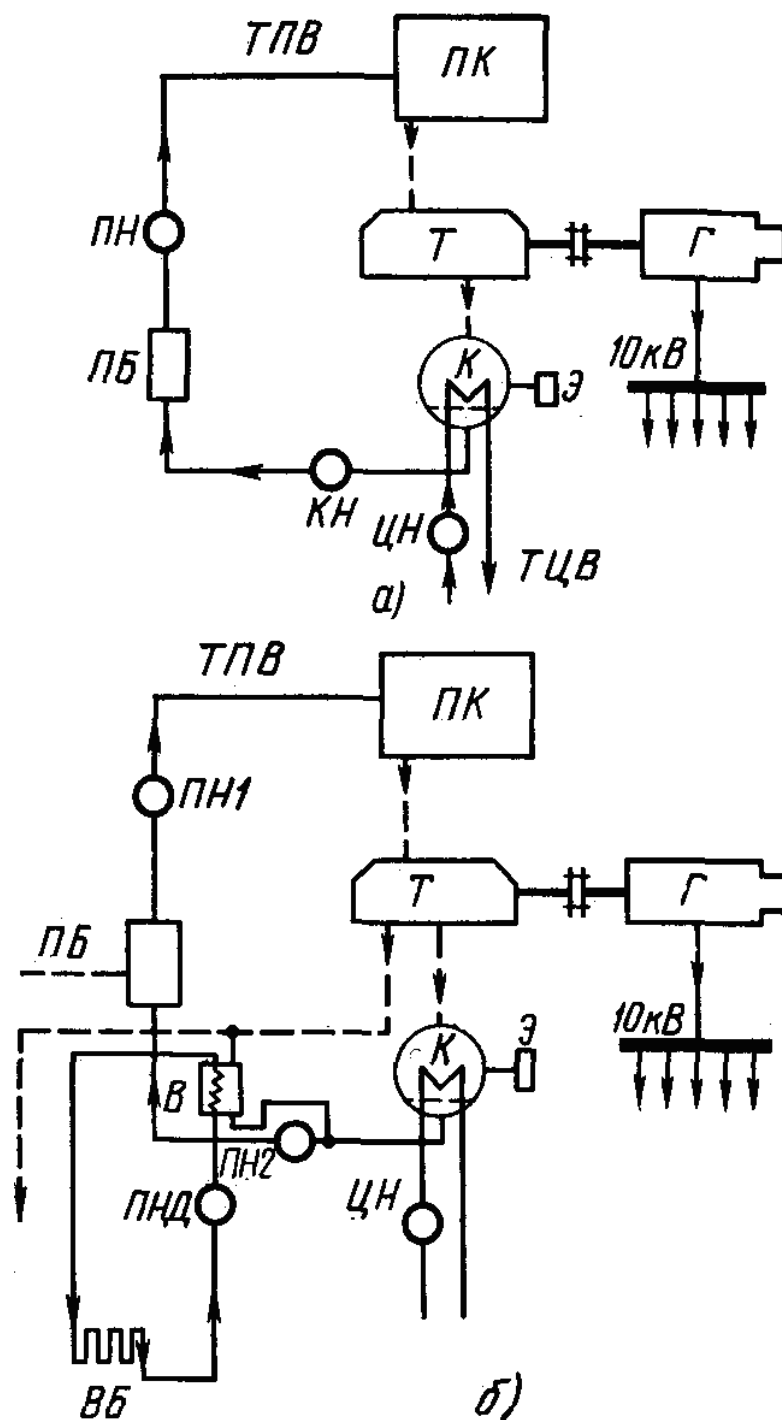
Электр энергияси электр станцияларда ҳосил қилинади, улар электр энергия ҳосил қилиш учун фойдаланиладиган энергия элтувчиларга қараб иссиқлик (буғ турбиналари), атом (реакторли) ва гидроэлектр (гидро–турбинали) станцияларига бўлинади. Шунингдек, шамол энергиясидан ва қуёш нурлари иссиқлигидан фойдаланиладиган электр станциялари ҳам мавжуд, аммо улар кам қувват электр энергия манбалари бўлиб, қувватли электр станциялардан ва тизим тармоғидан узоқда жойлашган айрим кичик қувватли истеъмолчиларнигина, электр энергияси билан таъминлашга мўлжалланган. Иссиқлик электр станцияларида қозонларнинг ўтхоналарида кўмир, торф, ёнувчи сланецлар, мавжуд, ёки, табиий газ ёниб, ҳосил қилинган иссиқлик энергиясидан фойдаланилади.

Иссиқлик электр станциясида (1.1,а–расм) сув қозонларда буғга айланади, буғ эса нов (труба) лардан бориб, буғ турбинасининг роторини шунингдек, буғ турбинаси билан механик бириктирилган генераторда механик энергия электр энергияга айланади ва генератор электр токи манбаи бўлиб қолади. Шундай қилиб, буғнинг иссиқлик энергияси турбина айланишининг механик, механик энергия эса ўз навбатида, электр энергияга айланади.

Энергия бир турдан иккинчи турга ўзгарганда, албатта исрофлар ҳам бўлади. Бу исрофларни катталиги эса асосан ўзгартириш усулига, шунингдек, ўзгартириш қурилмаларининг такомиллашганлигига ва ҳолатига боғлиқдир.

Иш бажарган буғ турбинанинг ҳамма поғоналаридан ўтиб конденсаторга келади (1.1,а–расмга қаранг), у ерда совуқ конденсатга айланиб, насос билан яна қозонга хайдалади.

Тоза конденсатни қайтариш қозонларда чўкинди ҳосил бўлишини камайтиради. Бу эса қозоннинг хизмат қилиш муддатини узайтиради.



1.1–расм. Иссиқлик электр станцияларининг схемалари
а–конденсацион турбинали; б–иссиқлик электр марказлари;

Истеъмолчиларни фақат электр энергия билан таъминловчи иссиқлик (конденсацион) электр станцияси ана шундай берк цикл бўйича ишлайди.

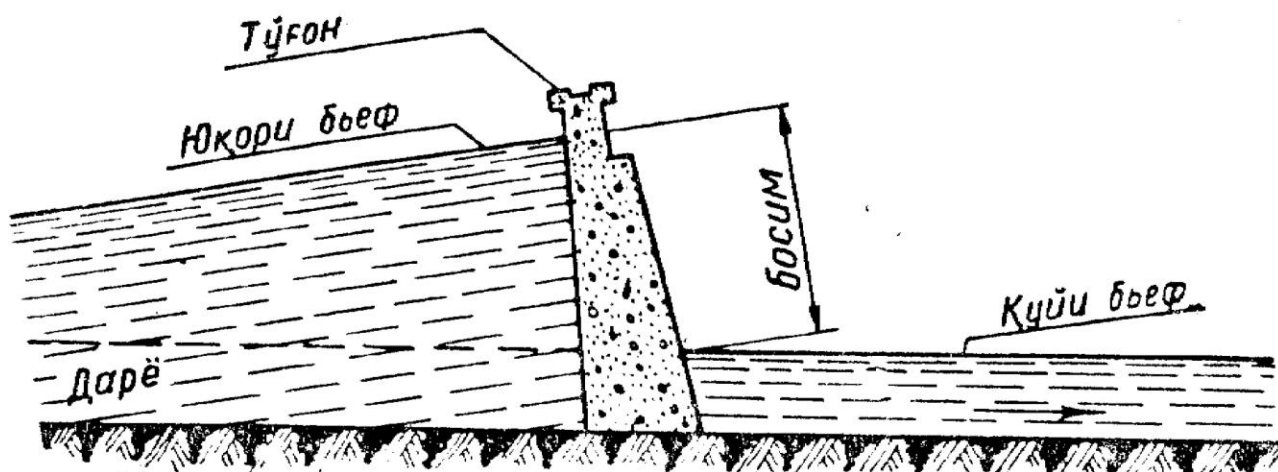
Иссиқлик электр маркази (ИЭМ – русчасига теплоэлектроцентральный ИЭМ) деб аталувчи иссиқлик электр станцияси (1.1,б–расм)

истеъмолчиларни фақат электр билан эмас, балки иссиқлик энергияси билан ҳам таъминлайди. Бунда юқорида баён этилган иссиқлик энергиясининг механик энергияга, сўнгра эса электр энергияга ҳам айланиш цикли содир бўлади. Бундаги фарқ фақат шундан иборатки, иссиқлик энергиясининг анча қисми электр станция яқинида жойлашган истеъмолчиларга иссиқ сув ва буғ тарзида берилади.

Атом электр станцияси (АЭС) ўз моҳияти жиҳатидан иссиқлик электр станциясига ўхшаш бўлиб, ундан қисман фарқи шуки, АЭС да қозон агрегати ўрнига, атом реактори иссиқлик алмаштиргич билан ўрнатилган. Унда буғ ҳосил қилиш учун уран ёки плутоний атомлари ядроларининг бўлиниш жараёнида ҳосил бўлган иссиқликдан фойдаланилади.

Атом электр станциялари бошқа мамлакатларда кенг тарқалмаган бўлиб, бунга сабаб—уларни табиий ёқилғи манбаларидан узоқда жойлашган ёки гидроэнергетик захиралари бўлмаган туманларда қуриш мумкин. АЭС нинг афзалликларидан бири—ишлатиладиган ёқилғисининг ихчамлигидир, бу эса ёқилғи ташиш ҳаражатларини кескин камайтиради.

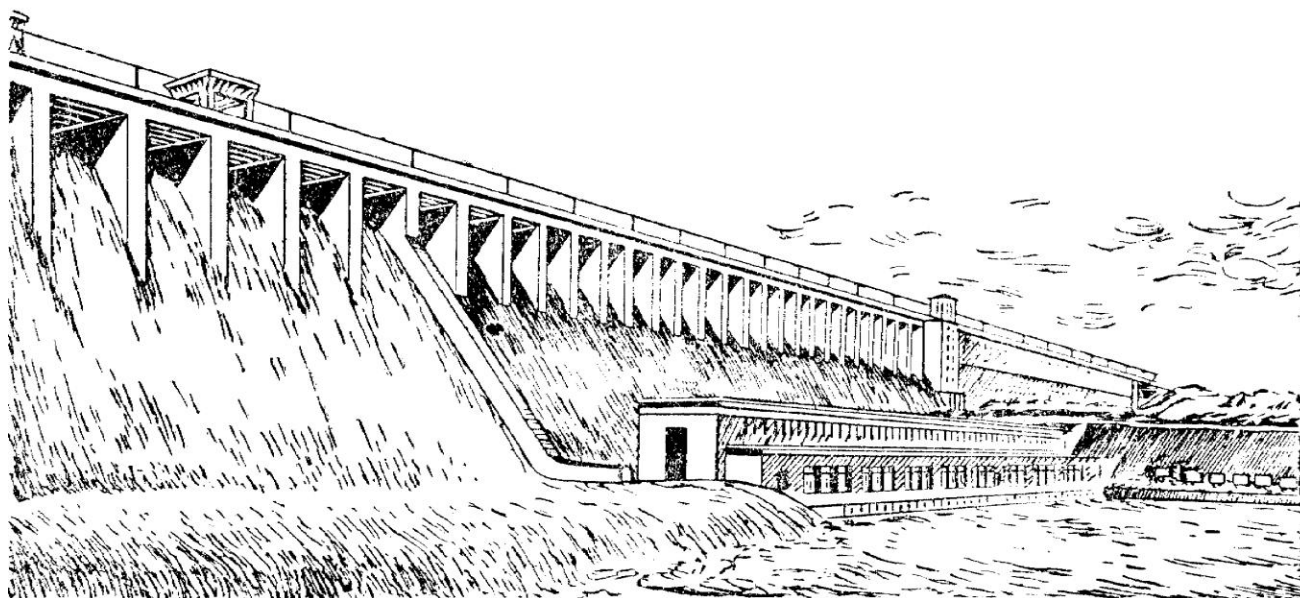
АЭС да ҳосил қилинган электр энергия ҳар киловатт—соатининг нархи ҳозирча нисбатан юқори бўлишига қарамай, улардан фойдаланишнинг истиқболи жуда катта.



1.2–расм. Тўғонли гидроэлектр станциясининг сув босимини ҳосил қилиш.

Гидроэлектр станциялари (1.2–расм) дарёларда қурилади. Уларда сув оқимининг тўғони ёрдамида ҳосил қилинадиган босимдан фойдаланилади, бу босим тўғоннинг икки томонида сув сатҳи турлича бўлганлигидан ҳосил бўлади.

Гидротурбинага маълум босим остида бериладиган сув турбинанинг иш ғилдираги (ротор) ни ва у билан боғланган электр генератор роторини айлантиради. Бунда сув оқимининг энергияси генератор ҳосил қиладиган электр энергияга айланади.



1.3–расм. Тўғонли гидроэлектр станциясининг умумий кўриниши.

Гидроэлектр станцияларнинг фойдали иш коэффиценти иссиқлик электр станцияларникига қараганда юқорироқ, эксплуатацион ҳаражатлари кам ва ҳар бир киловатт–соат энергиянинг нархи иссиқлик электр станциялариникидан бир неча марта арзон электр энергия олишга имкон беради, шунга қарамай, собиқ Совет Иттифоқида кўпроқ иссиқлик электр станциялари қурилган. Бунга сабаб шуки, мамлакатимизда фақат электр станцияларида яроқли паст калорияли ёқилғи захиралари кўп, иссиқлик электр станцияларини андозавий қурилиш конструкцияларидан тез қуриш имкони борлиги, капитал маблағ кам зарур бўлиши, иссиқлик электр станцияларини гидроэлектр станцияларига қараганда қисқа муддатларда қуриш ва фойдаланишга топшириш мумкинлиги ҳисобланади.

Ушбу ўқув қўлланмани ёзишдан мақсад—техника таълими тизимидаги коллежларда таълим олувчилар электр қурилмалари, катта токли электр жиҳозларини тузилиши ва уларни монтаж қилиш, шунингдек, электр монтаж ишларини ташкил қилиш, режалаштириш ва индустрлаштиришга оид зарур ҳажмдаги назарий ва амалий маълумотларни беришдир.

1.2. Электр энергиясининг асосий хоссалари

Инсоният жамияти ва унинг ютуқларининг тараққиёти бевосита ишлаб чиқариш даражаси ва кишилар ҳаёти учун зарур моддий шароитларни яхшилаш билан боғлиқ. Илмий—техникавий ва социал тараққиёти одатда истеъмол қилинаётган энергиянинг ортиши, энергиянинг янги, янада самарали турларидан фойдаланишни ўзлаштиришга боғлиқ.

Ҳозирги замон машиналарида истеъмол қилинадиган энергия миқдори жуда кўп. Буни қуйидаги солиштириш асосида ифодалашимиз мумкин. Жаҳоннинг барча ишга яроқли аҳолиси бир йил мобайнида, ҳар сутканинг 8 соати давомида тўлиқ физик куч билан ишлаган тақдирда ҳам, ҳозирги замон иссиқлик ва гидроэлектр станцияларида ишлаб чиқарилган энергиянинг юздан бири миқдорида энергия чиқара олмайди. Энергияни истеъмол қилиш бундан кейин ҳам ишлаб чиқариш даражасини ўсишини таъминлаган ҳолда ошиб боради.

Иқтисодий тараққиётни фақат физик ва ақлий бўлмаган меҳнатни алмаштирувчи мукамал автоматик бошқариш машиналари асосида тезлаштириш, истеъмол қилинаётган энергияни ва ишлаб чиқариш даражасини ошириш орқалигина эришиш мумкин.

Инсоният ўз тараққиёти давомида тахминан $900 \div 950$ ТВт*соат энергияни сарф қилди. Бунинг учдан икки қисмидан кўпроғи сўнгги 40 йилга тўғри келади. Энергияни истеъмол қилишдаги нотекислик алоҳида тавсифлидир. Бу кўрсаткич, айниқса ҳозирги даврда электр энергия учун жуда каттадир. Масалан, 1983 йилда жон бошига тўғри келадиган электр энергия истеъмоли Норвегияда 21350 кВт*соатни ташкил этган бўлса, Ҳиндистонда 184 кВт*соатни, Бурундида 11 кВт*соатни ташкил этади.

Энергияга эҳтиёж узлуксиз равишда ортиб боради. Бу эса ўз навбатида янги энергия захираларини қидириб топиш, энергияни бир турдан бошқа турга ўзгартиришнинг янги усулини ишлаб чиқиш заруратини яратади. Ҳозирги даврда турли хил энергиялардан—Қуёш энергияси, органик ёқилғининг кимёвий энергияси, дарёлар, денгизлар ва океанлар сувларининг механик энергияси, шамол энергияси, оғир ядроларнинг парчаланишида ҳосил бўлувчи ядро энергиясидан фойдаланиш анъанавийлашган.

Юқори даражадаги техника тараққиёти ва унинг бугунги кундаги эришган ютуқлари сифат жиҳатдан янги турдаги энергиядан фойдаланмасдан мумкин бўлмас эди. Электр энергия ҳозирги даврда инсоният тараққиётида кенг фойдаланилади. Электр энергия саноатда турли механизмларни ҳаракатга келтиришда, бевосита технологик жараёнларда, транспортларда ва маданий—маиший ҳаётда кенг қўлланилади. Замонавий алоқа воситалари—телефон, телеграф, радио, телевидение кабиларнинг ишлаши ҳам электр энергиясидан фойдаланишга асосланган. Электр энергиясиз кибернетика, ҳисоблаш техникаси, космик техника кабиларни ривожлантириш мумкин бўлмас эди. Электр энергиянинг асосий хусусияти шундан иборатки, у узок масофага осон узатилади ва нисбатан содда, кам исроф билан бошқа турдаги энергияларга ўзгартирилиши мумкин.

Бир йил давомида Қуёш космосга жуда кўп миқдорда энергияни нурлантириб, ундан юзаси $5 \cdot 10^8$ км² бўлган Ергача тахминан $7,5 \cdot 10^{17}$ кВт*соат энергия етиб келади.

Бир йил давоми Ер юзи бўйича тахминан $(80 \div 83) \cdot 10^{12}$ кВт*соат миқдорида бирламчи энергия фойдаланилади. Бирламчи энергия захираларини истеъмол қилишдаги ўртача қувват 9–10 млрд кВт ни ташкил этади. Жаҳонда электр энергия ишлаб чиқариш 8360 ТВт*соатни, барча электр станцияларининг ўртача қуввати 2 млрд кВт ни ташкил этди.

Мустақилликнинг бошидаёқ, Республикамизда 46487,4 млн. кВт*соат электр энергияси ишлаб чиқарилиб, шундан 6939 млрд кВт*соати ГЭС ларда

ва 39548 млн кВт*соати ИЭС ларда ишлаб чиқарилди. Блок станцияларда 1254,7 млн кВт*соат электр энергия ишлаб чиқарилди.

Электр ва иссиқлик энергияларини ишлаб чиқарувчи электр станциялар бирламчи энергия билан таъминлаш тизими билан боғлиқдир. Энергетика тизимини қуриш ва унинг иш шароитлари бевосита табиий омиллар (масалан, сув ҳавзаларининг мавжудлиги, энергетика захираларининг географик жойлашуви ва истеъмолчиларнинг жойлашуви) билан боғлиқдир. Биосферанинг ҳолати, уни энергетика қурилмаларининг иши билан боғлиқ ифлосланганлик даражаси энергетика тизимининг техник тавсифлари ва иш ҳолатларига нисбатан маълум чекловларни вужудга келтиради.

Энергетика тизимини бошқариш, фақат унинг биосферага таъсирини эмас, балки, ёқилғи билан таъминлаш тизимининг ижтимоий функциялари, саноат, транспорт ва бошқа факторларнинг ҳам таъсирини эътиборга олиб амалга оширилади.

1.3. Электр станцияларининг турлари ва асосий таснифлари

Энергетика ёки энергетика тизими дейилганда, барча турдаги энергетика захираларни олиш, ўзгартириш, тақсимлаш ва фойдаланиш учун хизмат қилувчи катта табиий ва сунъий (инсон томонидан вужудга келтирилган) тизимлар мажмуаси тушунилади.

Энергия—табиат ҳодисалари, маданият ва инсоният ҳаётининг умумий асосидир. Шу билан бир қаторда энергия – материя ҳаракати турли кўринишларининг миқдорий кўрсаткичидир. Тури бўйича энергия кимёвий, механик, электрик, ядро ва ҳ.к. ларга бўлинади. Инсон томонидан фойдаланиш мумкин бўлган энергия захиралари моддий объектларда мавжуддир.

Барча турдаги энергия захираларидан амалий эҳтиёжларда жуда кўп миқдорда фойдаланувчилари асосий энергия русурслари деб юритилади. Уларга кўмир, нефть, газ каби органик ёқилғилар, шунингдек дарёлар, денгизлар ва океанлар, қуёш, шамол, ер тубининг иссиқлик (геотермал) энергиялари киради.

Энергия захиралари ўз навбатида қайталанувчи ва қайталанмас турларга бўлинади. Қайталанувчи энергия захираларига узлуксиз равишда табиат томонидан тикланиб турувчи энергия захиралари (сув, шамол ва ҳ.к.) киради. Қайталанмас энергия захираларига олдиндан табиатда жамланган, ammo ҳозирги геологик шароитларда пайдо бўлмайдиган энергия захиралари (масалан, кўмир, газ) киради.

Табиатдан бевосита олинувчи энергия (ёқилғи, сув, шамол, ернинг иссиқлик энергияси, ядро энергияси ва ҳ.к.) бирламчи энергия, уни инсон томонидан ўзгартирилиши иккиламчи энергия дейилади.

Ўз номланишида электр станциялари фойдаланувчи бирламчи энергия турини ифодалайди. Масалан, иссиқлик электр станцияси (ИЭС) иссиқлик энергиясини (бирламчи энергия) электр энергиясига (иккиламчи энергия) айлантиради, шунингдек, гидроэлектр станцияси (ГЭС) сув энергиясини электр энергиясига, атом электр станцияси (АЭС) атом энергиясини электр энергиясига айлантиради.

Лозим бўлган турдаги энергияни олиш ва у билан истеъмолчиларни таъминлаш энергетик ишлаб чиқариш жараёнида амалга оширилади. Бу жараёни беш босқичга ажратиш мумкин.

1. Энергия захираларини олиш ва тўплаш: ёқилғи қазиб олиш ва тайёрлаш, гидротехник иншоотлар ёрдамида сув босимни вужудга келтириш ва ҳ.к.
2. Энергия захираларини ўзгартирувчи қурилмаларга узатиш: бу қуруқликда ва сувда ташиш орқали ёки сув, газ ва ҳ.к. ларни новларда хайдаш орқали амалга оширилади.
3. Бирламчи энергияни—керакли шароитларда тақсимлаш ва истеъмол қилиш учун қулай бўлган иккиламчи энергия турига (одатда, электр ва иссиқлик энергияларига) ўзгартириш.
4. Ўзгартирилган энергияни узатиш ва тақсимлаш.
5. Ўзгартирилган ва узатилаётган энергияни истеъмол қилиш.

Агар ИЭС да қўлланиладиган бирламчи энергия захираси энергиясини 100% деб қабул қилсак, унда фойдали иш бажарувчи энергия фақат 35–40% ни ташкил этади, қолган қисми исроф бўлади. Исрофнинг асосий қисми иссиқлик энергиясига тўғри келади.

Энергия исрофи ҳозирги даврда мавжуд бўлган энергетик машиналарнинг техник тавсифлари билан белгиланади.

Турли энергия захиралари Ер шарининг турли минтақаларида нотекис жойлашган. Уларнинг кўп мавжуд бўлган жойлари одатда кўп истеъмол қилиш жойлари билан мос келмайди. Табиатда мавжуд нефть захираларининг ярмидан кўпи Яқин ва Ўрта Шарқ минтақаларида жойлашган бўлиб, истеъмол бу ерларда жаҳондаги ўртача кўрсаткичга нисбатан 4–5 баробар пастдир.

Мамлакатимизда энергетиканинг ривожланиши бевосита халқ хўжалигига боғлиқ. Ушбу курс электр станцияси ва нимстанцияларнинг асбоб ускуналари, (СГ ва СК лар, Т ва АТ лар), ток ўтказувчи қисмлар коммутацион жиҳозлари, ўлчовчи трансформаторлар 6–35, 110–220 кВ ва ундан юқори кучланишли томондаги уланишлар ҳақида батафсил маълумот беради. Бизнинг мамлакатимизда асосан ГЭС, КЭС, ИЭМ лардан фойдаланилади.

Юқори кучланиш эса 500 кВ ни ташкил этади.

Электр энергияси электр станциялари деб аталувчи махсус қурилма ёки корхоналарда ишлаб чиқарилади.

Электр станцияларида ишлаб чиқарилган электр энергиясини ўзгартириш ҳамда тақсимлаш учун эса электр нимстанциялари хизмат қилади.

Электр станцияси бу – бирламчи энергетика захираларни ёқиш ёки сувнинг энергиясидан фойдаланган ҳолда электр, баъзи ҳолларда эса қўшимча иссиқлик энергияси ишлаб чиқариладиган саноат корхонасидир.

Табиий манбанинг турига қараб электр станциялари қуйидагиларга бўлинади:

1. Иссиқлик электр станциялари – ИЭС:
- а). Конденсацион^{*1} электр станциялар – КЭС,
- б). Иссиқлик электр марказлари – ИЭМ,
- в). Газ–турбинали ва буғ–газ қурилмали электр станциялар – ГТҚ ва БГҚЭС.

Катта туман истеъмолчиларига хизмат кўрсатадиган КЭС лар давлат туман электр станциялари – ДТЭС (ГРЭС–Государственная туманная электростанция) деб аталади.

2. Гидроэлектрстанциялар ва гидроаккумуляцион электр станциялар– ГЭС ва ГАЭС.

3. Атом электр станциялари –АЭС.
4. Гелио электр станциялари (Қуёш ЭС) –ҚЭС.
5. Геотермал электр станциялари –ГТЭС.
6. Дизел электр станциялари –ДЭС.
7. Оқим электр станциялари –ОЭС.
8. Шамол электр станциялари –ШЭС.

Дунёда ишлаб чиқариладиган электр энергиянинг кўп қисми ИЭС, АЭС ва ГЭС ларга тўғри келади. Ўзбекистон ҳудудида 85% дан кўпроқ электр энергияси иссиқлик электр станцияларида ишлаб чиқарилади.

1.4. Конденсацион иссиқлик электр станциялари

Иссиқлик электр станцияларида ёндириладиган ёқилғининг кимёвий энергияси, буғ генератори (қозон) да, турбоагрегат (генератор билан бириктирилган буғ турбинаси) ни айлантирувчи сув буғи энергиясига айланади. Айланишнинг механик энергияси генераторда электр энергиясига ўзгаради. Электр станциялари учун ёқилғи сифатида кўмир, торф, ёнувчи сланецлар, шунингдек, газ ва мазутдан фойдаланилади.

Ватанимиз энергетикасида ҳосил қилинадиган электр энергиясининг 60% гача қисми КЭС ҳисобига тўғри келади.

^{*1}–"Конденсация" сўзи энергияни тўплаш маъносини билдиради.

КЭС нинг асосий хусусиятлари қуйидагилар: улар электр энергиясининг бевосита истеъмолчиларидан анча узоқда жойлашган бўлади, шу сабабдан асосан юқори ва ўта юқори кучланишдаги қувват бериш ва станцияни блок принципида қуриш имконини беради. Замонавий КЭС нинг қуввати шундайки, уларнинг ҳар бири мамлакатнинг йирик бир туманини электр энергияси билан таъминлай олади. Бу типдаги электр станциялари давлат туман электр станцияси – "ДРЭС" деб аталиши сабабларидан бири ҳам шундандир.

Конденсацион иссиқлик электр станциялари, одатда, ёқилғи қазиб олинадиган ва сув таъминоти яхши бўлган жойларга қурилади. КЭС агрегатлари катта қувватли бўлиб, уларнинг бошқа станциялардан фарқловчи хусусияти маневрли эмасликларидадир, яъни бу агрегатларни ишга тушириб, синхронлаш учун кетадиган вақт 3–6 соатни ташкил этади. КЭС ларда фақат электр энергияси ишлаб чиқарилади ва ишлатилган буғ конденсаторларга йиғилиб, қайта фойдаланиш учун юборилади. Бу электр станцияларининг фойдали иш коэффициентлари 32–40% дан ортмайди. Улар атроф муҳитга салбий таъсир этади.

КЭС лар органик ёқилғининг энергиясини аввало механик, сўнгра электр энергиясига айлантиради. Валнинг айланишдаги механик энергияси буғ ёки газ молекулалари ҳаракатини ўзгартириш орқали ҳосил қилинади.

Барча иссиқлик моторлари фойдаланиладиган ишчи массанинг тури бўйича буғ ва газ, иссиқлик энергияни механик энергияга айлантириш усули бўйича поршенли ва роторли турларга бўлинади. Поршенли усулда энергияни ўзгартиришда, ишчи массани қиздириш натижасида пайдо бўладиган потенциал энергиядан фойдаланилади. Роторли усулда ўзгартиришда эса, катта тезликда ҳаракатланувчи ишчи масса заррачаларининг кинетик энергиясидан фойдаланилади.

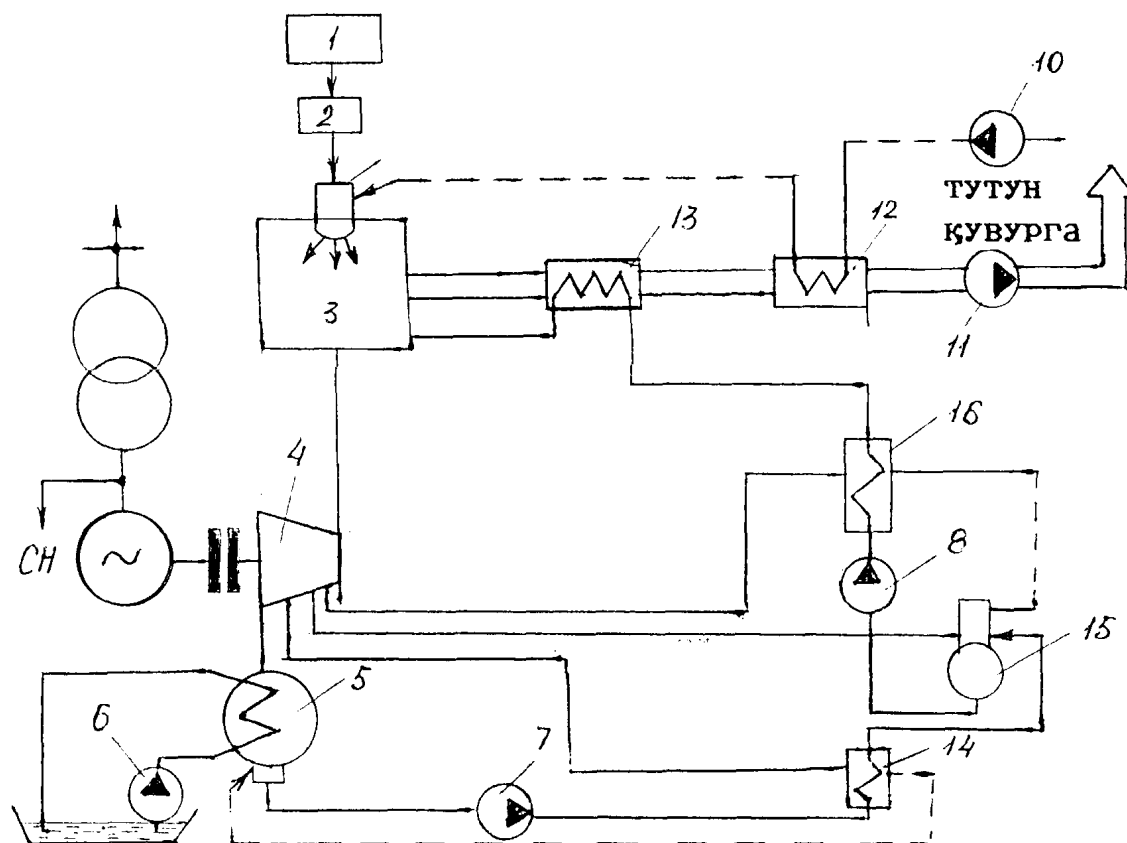
XVII ва XIX асрларда буғ машинаси саноат ва транспортда фойдаланилган ягона мотор тури ҳисобланган. Ҳозирги даврда у амалда

учрамайди, ўтмишда кенг қўлланилган паравоз ва параходларга ишлаб чиқаришдан деярли тўлиқ олиб ташланган.

Ҳозирги даврда, асосан, автомобиль транспортида қўлланиладиган ички ёнув моторлари кенг тарқалган. Стационар энергетикада ички ёнув моторлари чекланган миқдорда қўлланилади.

Замонавий ИЭС ларда буғ турбиналаридан фойдаланилади. Уч фазали генераторларни айлантириш учун хизмат қилувчи биринчи буғ турбина 1899 йилда Эльберфельд электр станциясида ўрнатилган. Шу даврдан катта қувватдаги буғ турбинали электр станциялари тараққиёти бошланди.

Электр станцияларида иссиқлик моторлари сифатида газ турбиналаридан ҳам фойдаланилади.



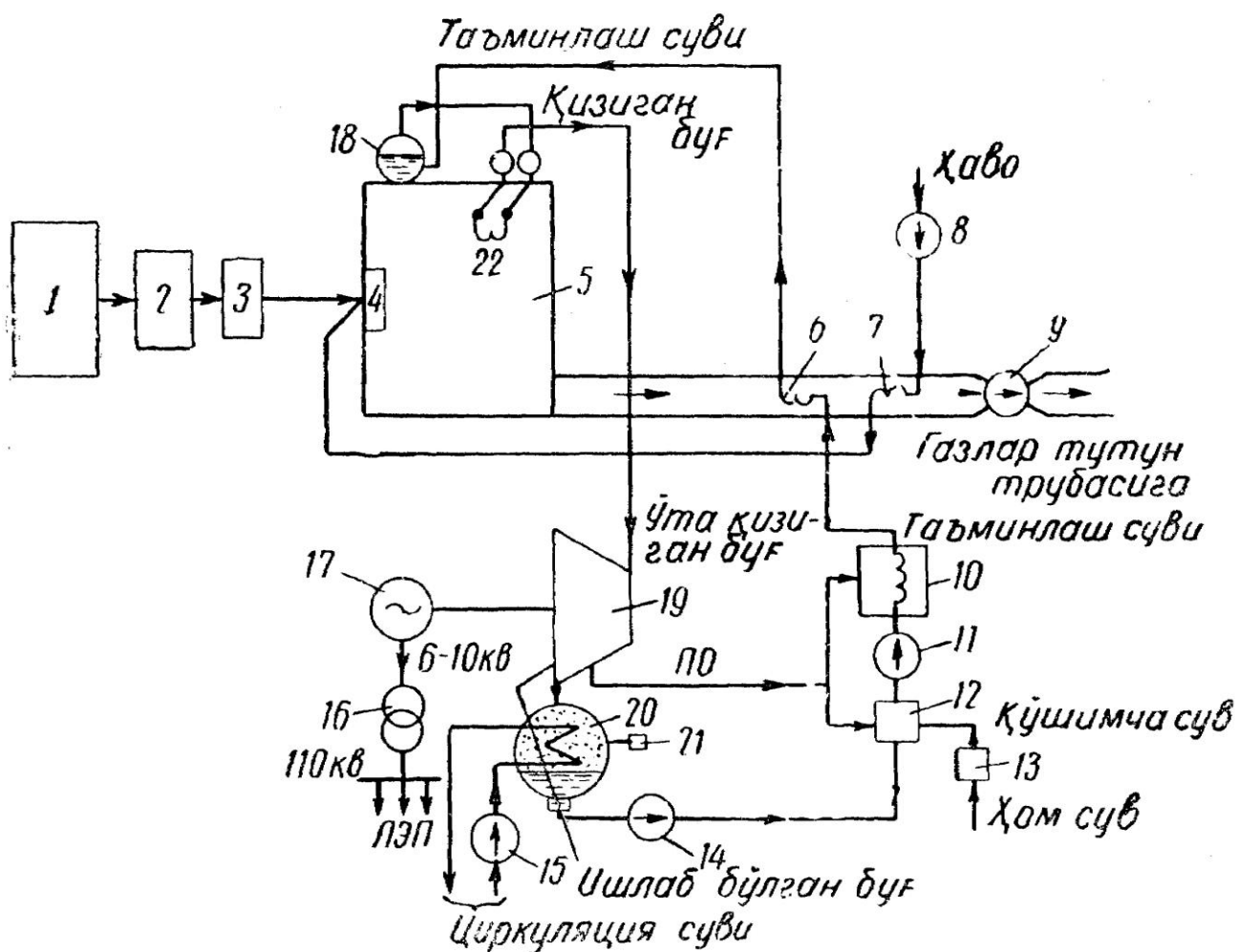
1.4-расм. КЭС нинг принципиал технологик схемаси:

1-ёқилги омбори ва ёқилги узатиш тизими; 2-ёқилги тайёрлаш тизими; 3-буғ генератори; 4-турбина; 5-конденсатор; 6-циркуляцион насос; 7-конденсат насоси; 8-таъминловчи насос; 9-буғ генераторининг ўтхонаси; 10-паррак; 11-туғун тортгич; 12-ҳаво иситгич; 13-сув экономайзери; 14-паст босимли сув иситгич; 15-деаэратор; 16-юқори босимли иситгич.

Иссиқлик моторлари эффективлигини ошириш учун ишчи массанинг ҳарорати ва босимини, конструктив материалларнинг механик мустаҳкамлигини таъминлаш шартларидан келиб чиққан ҳолда, максимал даражагача оширишга ҳаракат қилинади.

Энергетиканинг асосини ташкил этувчи замонавий буғ қурилмаларида ҳарорати 600°C гача ва босими 30 МПа гача бўлган буғдан фойдаланилади. Ишчи массанинг ҳароратини пасайтириш учун совуқ сувдан фойдаланилади ва бунда ҳарорат $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$ гача пасаяди. Натижада буғ босими жуда тез камаяди. 1.4–расмда органик ёқилғининг бирламчи энергиясини электр энергиясига айлантириш босқичлари схематик тарзда ифодаланган.

Юқорида қайд этилгандек, буғ қурилмаларида иссиқлик циклининг асосий жараёнлари қуйидаги элементларда юз беради: буғ генераторида – иссиқликни узатиш, турбинада–буғнинг кенгайиши, конденсаторда– иссиқликни совутиш. Юқори босим насослари ёрдамида конденсат буғ генераторига ҳайдалади.



1.5-расм. Буғ турбинали конденсацион электр станциясида ишлаб чиқариш жараёнини схемаси:

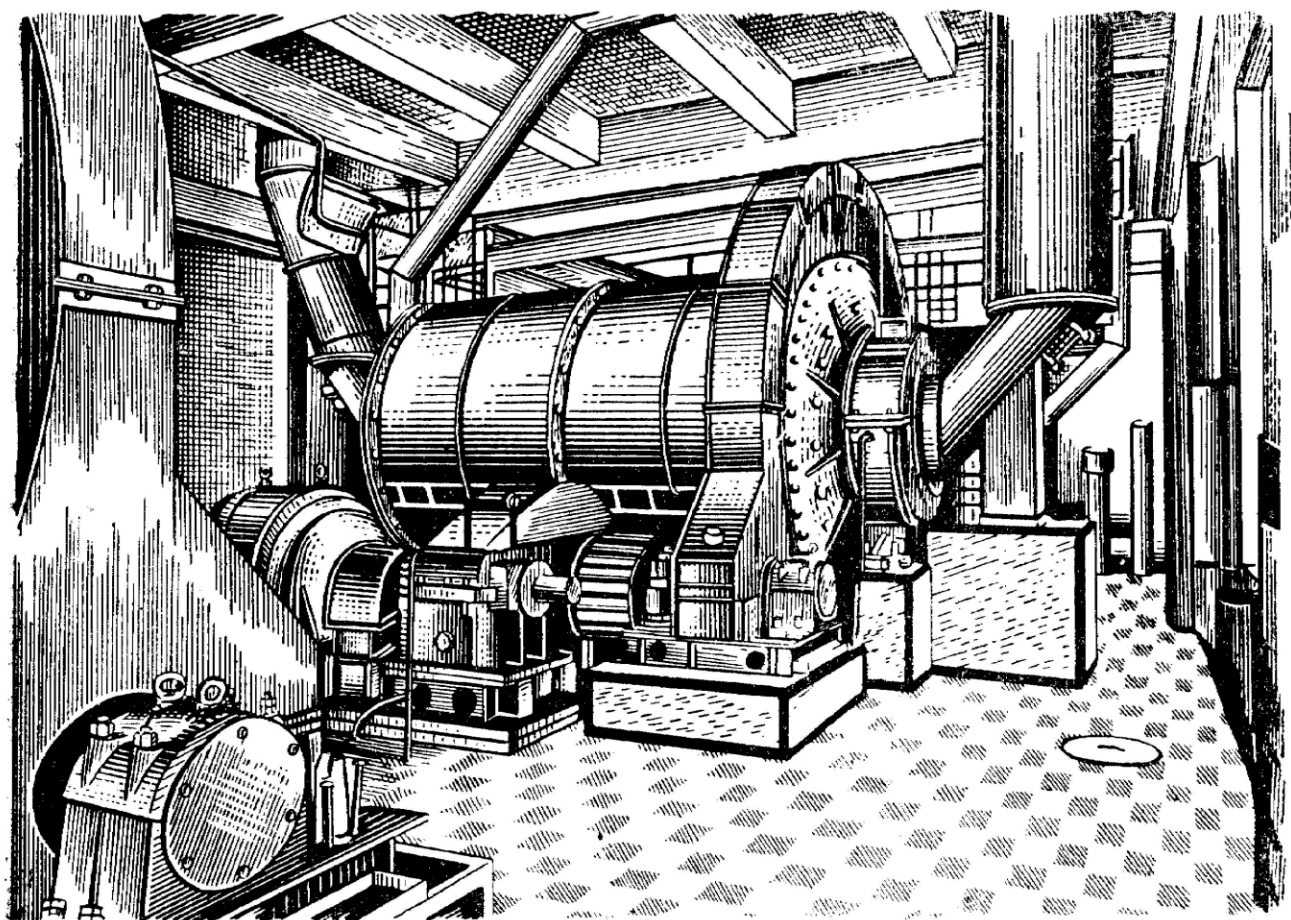
1-кўмир омбори, 2-майдалаш қурилмалари, 3-чанг тайёрлаш бўлими, 4-ўтхона, 5-қозон, 6-экономайзер, 7-ҳаво иситкич, 8-пуркаш вентилятор, 9-тутун сўргич, 10-сув иситкич, 11,14 ва 15-насослар, 12-деаэратор, 13-сувни кимёвий тозалаш қурилмаси, 16-трансформатор, 17-генератор, 18-қозон барабани, 19-турбина, 20-конденсатор, 21-эжектор, 22-буғни ўта киздиргич.

1.5-расмда конденсация буғ турбина станциясида электр энергиясини ишлаб чиқариш жараёнининг схемаси берилган.

Станциянинг ишлаши қуйидаги қоидага асосан (принципда) амалга оширилади. Темир йўл транспорти билан электр станция омбори 1 га келтирилган йирик кўмирлар тасмали транспортерлар ёрдамида майдалаш қурилмаси 2 га юборилади. Майдалаш қурилмаларида майдаланган кўмир станциянинг қозон цехидаги нам кўмир бункерига юборилади. Бункерлардан

нам кўмир аста–секин чанг тайёрлаш бўлими 3 нинг шарли тегирмонларига тўкилади.

Шарли тегирмон (1.6–расм) электр двигатель ёрдамида айлантириладиган пўлат барабандан иборат бўлиб, барабаннинг 25 фоизи чўян шарлар билан тўлдирилган. Шарлар барабан ичида думалаб, майдаланган кўмирни чангга айлантиради. Кўмир чанги тегирмондан махсус вентилятор (экспаустер) ёрдамида сўрилади ва трубалар орқали ёқилғи бункерига, бу ердан қозон 5 ўтхонаси 4 нинг горелкаларига юборилади (1.5–расм).



1.6–расм. Шарли тегирмон.

Кўмир чангини тайёрлаш ва уни тарнспортировка қилиш вақтида чанг тегирмон барабанига келувчи иссиқ ҳаво билан иситилади; сеператор ёрдамида ундан йирик бўлакчалар ажратилади ва улар тегирмонга қайта юборилади; кўмир чанги ҳаводан циклон ёрдамида ажратилади. Бу

элементлар ва бошқа шунга ўхшаш барча элементлар схемани соддалаштириш учун кўрсатилмаган.

Форсункаларда пуркаш–пуркаш вентилятори 8 ёрдамида бажарилади, бу вентилятор ҳавони–ҳаво қиздиргич 7 орқали ҳайдайди. Ҳавони–ҳаво қиздиргичда иситиш учун чиқиб кетувчи газлар иссиқлигидан фойдаланилади. Газларни эса ўтхона 4 дан тутун сўргич 9 сўриб олади. Ёниш жараёни давом эттириб туриш учун исиган ҳаво қозоннинг ўтхонаси 4 га ҳам бериб турилиди.

Кўмир чанги қозон ўтхонаси 4 да муаллақ турган машҳал шаклида ёниб, кўп миқдорда иссиқлик ажратиб чиқаради.

Турбина иш бажариб бўлган буғ конденсатор 20 га келади ва сув ҳавзасидан насос 15 ёрдамида чиқарилаётган циркуляция суви билан совитилади. Иш бажариб бўлган буғ бирга конденсаторга кирган ҳавони буғ аппарати–эжектор 21 сўриб олиб, конденсаторда маълум даражада вакуум ҳосил қилиб туради.

Конденсат конденсатор 20 дан насос 14 ёрдамида деаэратор 12 га ҳайдалади, у ердан эса насос 11 ёрдамида қозоннинг барабани 18 га юборилади. Таъминлаш суви қозонга келиш йўлида сув иситгич 10 ва сув экономайзери 6 да исийди. Сувни деаэратор 12 да ва сув иситгич 10 да турбинанинг оралиқ босқичларидан олинган буғ иситади.

Таъминлаш сувини турбинадан олинган буғ билан регенератив иситиш, уни қозон ўтхонасидан келувчи иссиқ газлар билан қўшимча иситилиши ҳам иссиқлик электр станцияларининг ф.и.к. ни оширади, чунки, иссиқ сув қозонни совитмайди, балки, тезроқ буғга айланади.

Буғ ва конденсат станциянинг турли жойларида қисман исроф бўлиши туфайли конденсат қозонни керакли миқдордаги сув билан таъминлай олмайди. Бу исрофларнинг ўрнини қоплаш учун ҳовуздан ҳам сув олиниб, қурилма 13 да кимёвий усулда тозаланади, тозаланган қўшимча сув конденсат билан бирга деаэратор 12 га келади.

Деаэратор 12 даги сув унинг таркибидаги газлар, жумладан кислород интенсив равишда ажралиб чиқадиган ҳароратгача қиздирилади. Сувдан кислородни ажратиб олиш натижасида қозон ва турбинанинг сув ва буғ новлари (труба) занглашдан сақланади.

Генератор ишлаб чиқарган электр энергияси тақсимлаш қурилмасига ёки тўғридан-тўғри кучайтирувчи трансформатор 16 га келади ва электр узатиш йўллари орасида тақсимланади.

Конденсация буғ турбина станцияларининг ф.и.к. унча катта эмас, чунки, иссиқликнинг анчагина қисмини циркуляция суви ҳавзасига олиб чиқиб кетади.

1.5. Конденсацион иссиқлик электр станциясининг иссиқлик баланси

ИЭС да энергиянинг кўп сонли ўзгартирилиши амалга оширилади ва бунда исрофлар ҳам бўлади. Ёқилғининг кимёвий энергиясини электр энергиясига айлантиришнинг иқтисодийлиги ва ҳар бир босқичдаги исрофни электр станцияси иссиқлик балансидан аниқлаш мумкин. Агар кўмирнинг ёниш камерасида ёниши натижасида ҳосил бўлган кимёвий энергиясини 100% деб олсак, унинг ўрта ҳисобда 30% электр энергияга айлантиради, 50% конденсаторда, 12% қозонда, 2% қувурларда ва 6% турбогенераторда исроф бўлади.

1.6. Иссиқлик электр маркази

Бу турдаги электр станциялари саноат корхоналари ва шаҳарларни иссиқлик ҳамда электр энергияси билан марказлашган усулда таъминлаш учун мўлжалланган. Улар ҳам КЭС лар каби иссиқлик станциялари бўлиб, турбиналарда "ишлатилиб бўлинган" буғнинг иссиқлигидан саноат ишлаб чиқариши эҳтиёжи, шунингдек, иситиш, ҳавони конденционерлаш ва иссиқлик сув билан таъминлаш учун фойдаланилиши билан КЭС лардан фарқ қилади. Электр ва иссиқлик энергияси ҳосил қилишнинг бундай комбинацияланган усулида, энергия билан алоҳида таъминлашдагига қараганда, яъни электр энергияни КЭС да, иссиқликни эса маҳаллий қозон қурилмаларида олишга қараганда, ёқилғидан анча тежалади. Шунинг учун

ИЭМ иссиқлик ва электр энергияси кўп миқдорда истеъмол қилинадиган туман (шаҳар) ларда кенг тарқалган. Умуман олганда мамлакатимизда ҳосил қилинаётган электр энергиясининг 25% гача қисми ИЭМ ларда олинади.

ИЭМ ларни эса истеъмолчиларга яқин жойларга қурилади ва ташиб келтириладиган ёқилғидан фойдаланилади. ИЭМ ларда электр ва иссиқлик энергияси ишлаб чиқарилади. Улар нисбатан тежамли ишлайди ва фойдали иш коэффициентлари 60–70% га етади.

Ҳозирги газ турбинали электр станцияларнинг асосини қуввати 25–100 МВт ли газ турбинлари ташкил этади. Унинг электр станциялари блокнинг соддалаштирилган ишлаш қонунияти (принципиал) схемаси қуйида кўрсатилган.

Ёниш камерасига ёқилғи (газ, дизель ёқилғиси) ташланади, шунингдек, у ерга компрессор орқали сиқилган ҳаво ҳайдалади. Қизиган ёниш маҳсулотлари ўз энергиясини газ турбинасига беради ва у компресс ҳамда синхрон генераторни айлантиради. Шу сабабли газ турбинали қурилмалар юқори маневрликка эга бўлиб, энергетика тизимларидаги юқори (пиковая нагрузка) юкламаларни қоплаш учун ярайди. Қизиган ёниш маҳсулотлари ўз энергиясини газ турбинасига беради ва компрессор, ҳамда синхрон генераторни айлантиради. Қурилма ишга туширувчи электр мотори ёрдамида 1–2 минут давомида ишга туширилади.

Электр энергиясини ИЭМ ларда ишлаб чиқариш катта исрофлар билан боғлиқдир. Шу билан бир қаторда, саноатнинг кимё, тўқимачилик, озиқ–овқат, металлургия каби соҳаларида, иссиқлик, технологик мақсадларда талаб этилади. Яшаш уйларида каттагина миқдорда иссиқлик сув талаб этилади.

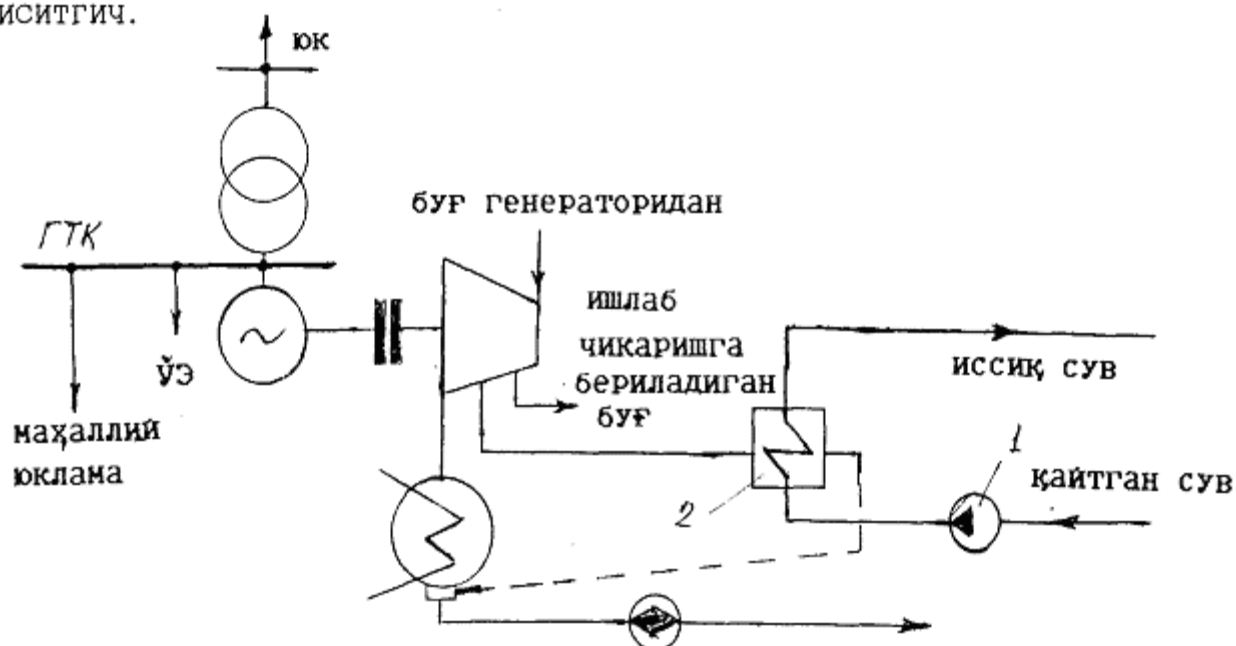
Мамлакатимизда ёқилғининг ярмидан кўпроғи корхоналарнинг иссиқлик эҳтиёжларига сарф қилинади. Саноатда иссиқликни истеъмол қилиш ўлчами ҳақида тахминий хулосани ҳар қандай конкрет корхона мисолида ҳосил қилиш мумкин. Масалан, автомобиль ишлаб чиқариш қурилиши заводида истеъмол қилинувчи иссиқлик энергиясининг $\frac{3}{4}$ қисми

иситиш, вентиляция ҳамда маиший хизматга; $\frac{1}{4}$ қисмигина ишлаб чиқариш мақсадларида фойдаланилади. Кимё саноатининг азот ишлаб чиқариш комбинатида унга тескари ҳолатни кузатамиз. Бу ерда истеъмол қилинувчи иссиқлик энергиясининг тахминан $\frac{3}{4}$ қисми ишлаб чиқариш эҳтиёжлари учун сарф қилинади.

Иссиқлик энергиясига бўлган эҳтиёжни, кичик қувватли қозон қурилмаларини қуриш асосида қондириш, кўп ҳолларда мақсадга мувофиқ эмасдир. Бундай ҳолларда электр ва иссиқлик энергияларини ишлаб чиқарувчи иссиқлик электр станцияларини буғ қозонидан олинувчи буғдан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Бу вазифани бажариш учун хизмат килувчи электр станциялар – *иссиқлик электр марказлари* деб юритилади.

КЭС ларнинг турбиналаридан чиқувчи буғнинг ҳарорати ва босими жуда паст бўлиб, у корхоналарнинг техник жараёнларида фойдаланиш учун яроқли эмас. Кўплаб ишлаб чиқаришларда 0,5–0,9 МПа, баъзан прессларнинг буғ тегирмонларини, турбиналарини ҳаракатга келтириш учун 2 МПа гача босимдаги буғдан фойдаланилади, 70–150°C ҳароратдаги иссиқ сув талаб этилади.

ИСИТГИЧ.



1.7–расм. ИЭМ нинг технологик схемаси:

1–тармоқ насоси; 2–тармоқ иситгичи.

Истеъмолчилар учун лозим бўлган параметрдаги буғни олиш учун махсус турбиналардан фойдаланилади.

Бундай турбиналарда энергияси турбинани ҳаракатга келтиришда фойдаланиб, параметрлари пасайган буғнинг бир қисми истеъмол қилиш учун олинади, қолган қисми эса турбинада, одатдаги усулда фойдаланилади ва турбинадан чиққач, конденсаторга узатилади.

Мамлакатимизда ҳозирги даврда мавжуд бўлган ИЭМ ларининг ФИК 60–65% ни ташкил этади. ИЭМ нинг таъминий иссиқлик баланси куйидагича:

- 12% – электр энергияси,
- 50% – фойдаланиладиган иссиқлик энергияси,
- 12% – қозон қурилмасидаги исрофлар,
- 2% – қувурлардаги исрофлар,
- 4% – электр генераторидаги исрофлар,
- 20% – конденсатордаги исрофлар.

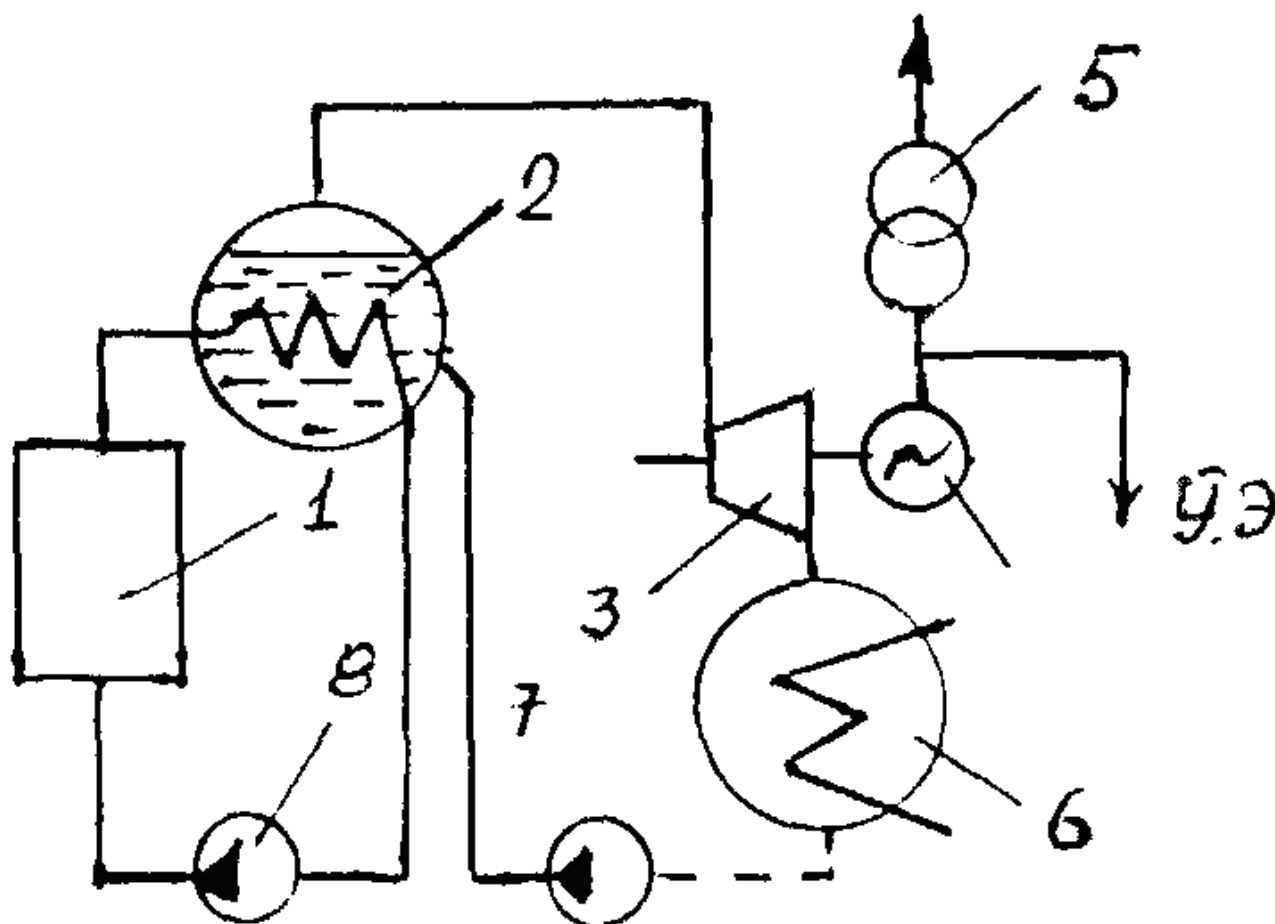
ИЭМ нинг муҳим хусусиятларидан яна бири шундаки, иссиқлик энергияси берилишини ҳисобга олган ҳолда, электр станциясининг электр қувватига нисбатан иссиқлик асбоб–ускуналари қуввати катта бўлади. Бу ИЭМ нинг ўз эҳтиёжлари учун электр энергияси сарфлаши КЭС дагига нисбатан катта бўлишига олиб келади.

1.7. Атом электр станциялари

АЭС–бу моҳияти билан иссиқлик электр станциялари ҳисобланиб, уларда ядро парчаланиши реакциясининг иссиқлик энергиясидан фойдаланилади.

АЭС нинг асосий элементларидан бири реакторлардир. Жаҳондаги кўпгина мамлакатлардаги сингари бизда ҳам, асосан иссиқлик нейтронлари таъсирида U–235 уранининг парчаланиш ядро реакциясидан фойдаланилади. Бу реакцияларни амалга ошириш учун реакторда ёқилғи (U–235) дан ташқари нейтронларни секинлатгич ва табиийки, реактордан иссиқликни олиб кетувчи–иссиқлик элтувчи бўлиши керак.

АЭС ларни ҳар қандай географик туманга қуриш мумкин, фақат сув билан яхши таъминланган бўлиши зарур. АЭС ларнинг ф.и.к.си 35–38%га етади. Бу электр станцияларидан фойдаланишдаги асосий муаммолар уларнинг радиоактив чиқиндиларини йўқотиш ва ишончли, аварияларсиз ишлашларини таъминлаш масалаларидир.



1.8–расм. АЭС нинг технологик схемаси:

1–реактор; 2–буғ генератори; 3–турбина; 4–генератор; 5–трансформатор; 6–турбина конденсатори; 7–конденсат насоси; 8–бош циркуляцион насос.

1.8. Гидравлик электр станциялари

Сув энергиясини электр энергиясига айлантирувчи гидроэлектр станцияларнинг ишлашини ўрганувчи фан *гидравлика* деб юритилади. У икки қисмдан–суюқликлар мувозанатини ўрганувчи гидростатика ва суюқликлар ҳаракатини ўрганувчи гидродинамикадан ташкил топган.



1.9—расм. Деривацион гидроэлектро станцияси.

Ихтиёрий юза бўйлаб оқувчи сувнинг қуввати, унинг Q сарфи, юқори ва қуйи бьефаларидаги сув сатҳлари билан белгиланади. Юқори ва қуйи сув юзаларининг фарқи билан сатҳлари орасидаги фарқ *напор* деб аталади. Оқиб

тушувчи сувнинг қувватини (кВт) унинг сарфи q ($\text{м}^3/\text{с}$) ва напори H (м) орқали ифодаланади:

$$P=9,81 QH$$

ГЭС ларда гидротехник иншоотлар, турбиналар ва генераторларда юз берувчи исрофлар билан боғлиқ равишда, сув оқими қувватини фақат бир қисмидан фойдаланиши мумкин. Шундай қилиб, ГЭС нинг тахминий қуввати қуйидагича ҳисобланиши мумкин.

$$P=9,81 QH\eta.$$

Бу ерда: Q —сув сарфи, H —босим, η —ГЭС нинг ф.и.к.

Текис жойлардаги дарёларда H напор тўғон ёрдамида, тоғли жойларда эса махсус айланиб оқувчи — деравацион каналлар ёрдамида ҳосил қилинади (2.6—расм).

Гидравлик турбиналарда сувнинг энергияси турбина вали айланиши—нинг механик энергиясига айланади. Агар унда сувнинг динамик босимидан фойдаланилса, турбина **актив**, статик босимидан фойдаланилса — **реактив** деб юритилади.

ГЭС лар сув захиралари мавжуд жойларга қурилади ва бунда истеъмолчиларни электр энергияси билан таъминлашдан ташқари экин ерларни суғориш масалалари ҳам ҳал этилади. ГЭС агрегатлари юқори маневрли бўлади. Уларни ишга тушириш, тармоққа улаш ва синхронлаш учун 1–5 дақиқа вақт кетади, холос. ГЭС ларнинг ф.и.к. си 85–90 % ни ташкил этади. Станция қурилган жой иқлимга, ўша жойдаги ўрмон ва қишлоқ хўжалигига салбий таъсир кўрсатиши мумкин.

Нимстанциялар тизимидаги ҳолатларига кўра учта категорияга бўлинади: берк (тупикли), ўтказувчи (транзит) ва тугун нимстанциялари.

Тизим ташкил этувчи тугун нимстанцияларига катта талаблар қўйилади, чунки улар катта туманларга электр энергияни узатиб берганликлари учун бу нимстанциялардаги авариялар оғир аҳволларга олиб келиши мумкин.

Бизнинг мамлакатда электр станциясини ҳосил қилиш ва тақсимлаш учун 50 Гц частотали ва уч фазали ўзгарувчан ток қабул қилинган. Уч фазали ток бир фазали токка қараганда анча тежамли бўлиб, оддий асинхрон двигателни ҳам электр юритма сифатида ишлатиши мумкин.

Саноатнинг баъзи тармоқларида (кимё ва рангли металллар) ўзгарувчан токни тўғрилаш ёрдамида олинadиган доимий токдан ҳам фойдаланилади (ўзгармас токни 800 кВ гача узатилади).

1.9. Турли хил энергияни электр энергияга айлантиришнинг анъанавий усуллари

Энергетика ёки энергетика тизими дейилганда, барча турдаги энергетика захираларни олиш, ўзгартириш, тақсимлаш ва фойдаланиш учун хизмат қилувчи катта табиий ва сунъий (инсон томонидан вужудга келтирилган) тизимлар мажмуаси тушунилади.

Энергия – табиат ҳодисалари, маданият ва инсоният ҳаётининг умумий асосидир. Шу билан бир қаторда, энергия материя харақати турли кўринишларининг миқдорий кўрсаткичидир. Тури бўйича энергия кимёвий, механик, электрик, ядро ва ҳ.к. ларга бўлинади. Инсон томонидан фойдаланиш мумкин бўлган энергия захиралари моддий объектларда мавжуддир.

Барча турдаги энергия захираларидан амалий эҳтиёжларда жуда кўп миқдорда фойдаланувчилари **асосий энергия захиралари** деб юритилади. Уларга кўмир, нефть, газ каби органик ёқилғилар, шунингдек, дарёлар, денгизлар ва океанлар, қуёш, шамол, ер тубининг иссиқлик (геотермал) энергиялари киради.

Энергия захиралари **қайталанувчи** ва **қайталанмас** турларга бўлинади. Янгиланувчи энергия захираларига узлуксиз равишда табиат томонидан тикланиб турувчи энергия захиралари (сув, шамол ва ҳ.к.) киради. Янгиланмас энергия захираларига олдиндан табиатда жамланган, аммо ҳозирги геологик шароитларда пайдо бўлмайдиган энергия захиралари (масалан, кўмир) киради.

Табиатдан бевосита олинувчи энергия (ёқилғи, сув, шамол, ернинг иссиқлик энергияси, ядро энергияси ва ҳ.к.) бирламчи энергия, уни инсон томонидан иккиламчи энергия дейилади.

Ўз номланишида электр станциялари фойдаланувчи бирламчи энергия турини ифодалайди. Масалан, иссиқлик электр станцияси иссиқлик энергиясини (бирламчи энергия) электр энергиясига (иккиламчи энергия) айлантиради, шунингдек, гидроэлектр станцияси сув энергиясини электр энергиясига, атом электр станцияси атом энергиясини электр энергиясига айлантиради.

Лозим бўлган турдаги энергияни олиш ва у билан истеъмолчиларни таъминлаш энергетик ишлаб чиқариш жараёнида амалга оширилади. Бу жараёни беш босқичга ажратиш мумкин:

—энергия захираларини олиш ва концентрациялаш: ёқилғи қазиб олиш ва тайёрлаш, гидротехник иншоотлар ёрдамида сув босимини вужудга келтириш ва ҳ.к.;

—энергия захираларини ўзгартирувчи қурилмаларга узатиш: бу қуруқликда ва сувда ташиш орқали ёки сув, газ ва ҳ.к. ларни новларда хайдаш орқали амалга оширилади;

—бирламчи энергияни – шароитларда тақсимлаш ва истеъмол қилиш учун қулай бўлган иккиламчи энергия турига (одатда электр ва иссиқлик энергияларига) ўзгартириш;

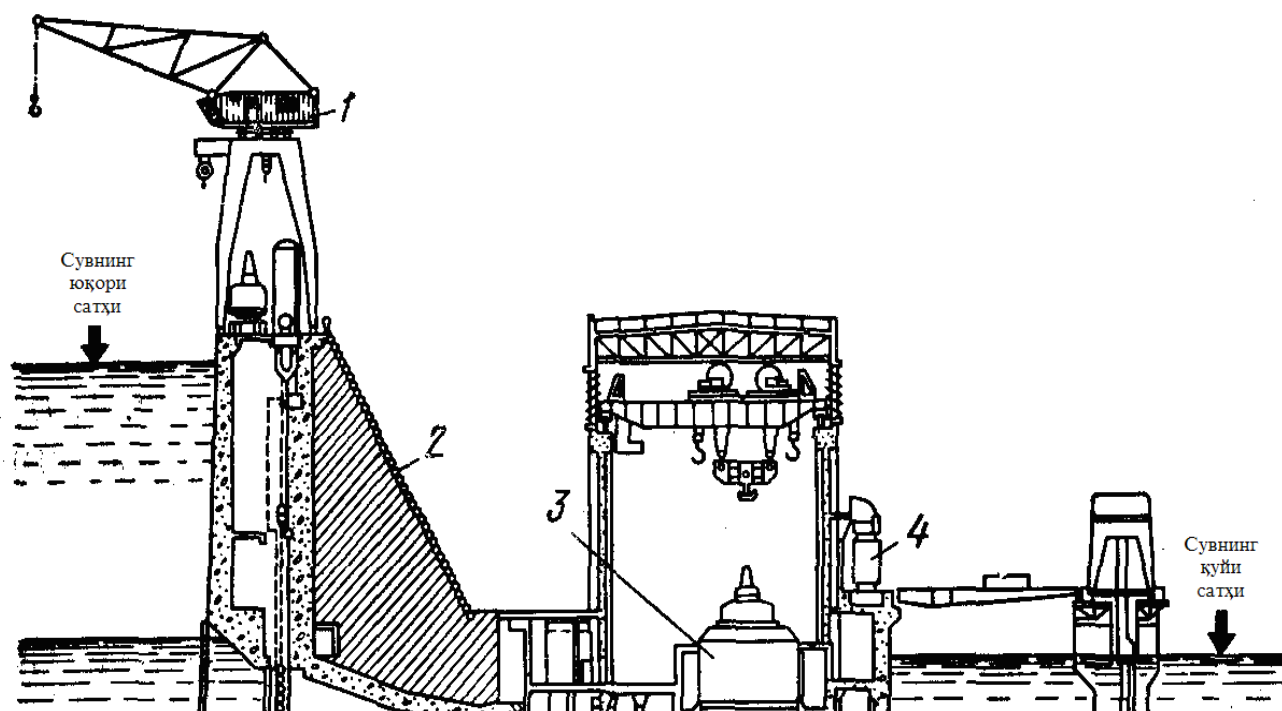
—ўзгартирилган энергияни узатиш ва тақсимлаш;

—узатилган ва ўзгартирилган энергияни истеъмол қилиш.

Агар ИЭС да қўлланиладиган бирламчи энергия захира энергиясини 100% деб қабул қилсак, унда фойдали иш бажарувчи энергия фақат 35–40% ни ташкил этади, қолган қисми исроф бўлади. Исрофнинг асосий қисми иссиқлик энергиясига тўғри келади.

Энергия исрофи ҳозирги даврда мавжуд бўлган энергетик машиналарнинг техник тавсифлари билан белгиланади.

Турли энергия захиралари Ер шарининг минтақалари ва давлатлари ичида нотекис жойлашган. Уларнинг кўп мавжуд бўлган жойлари одатда кўп истеъмол қилиш жойлари билан мос келмайди. Табиатда мавжуд нефть захираларининг ярмидан кўпи Яқин ва Ўрта Шарқ туманларида жойлашган бўлиб, истеъмол бу туманларда жаҳондаги ўртача кўрсаткичга нисбатан 4–5 баробар пастдир.



1.10–расм. Гидроэлектр станцияларининг гидротехник қурилмалари ва биносининг схематик қирқими

- 1–сўвни беркитувчи шитларни кўтарувчи кран; 2–платина; 3–генератор;
4–трансформатор; 5–сурув олувчи нов; 6–спираль камераси;
7–гидротурбинанинг ишчи ғилдираги; 8–сўв беркитувчи шит.

1.10. Энергияни сақланиш қонунининг электр энергияни ишлаб чиқариш усуллари тушунишдаги аҳамияти

Энергиянинг сақланиш қонуни XIX асрнинг ўрталарида кашф этилган. Унга асосан мавжуд энергия ҳеч қачон йўқолмайди, балки бир турдан бошқа бир турга ўтиши мумкин.

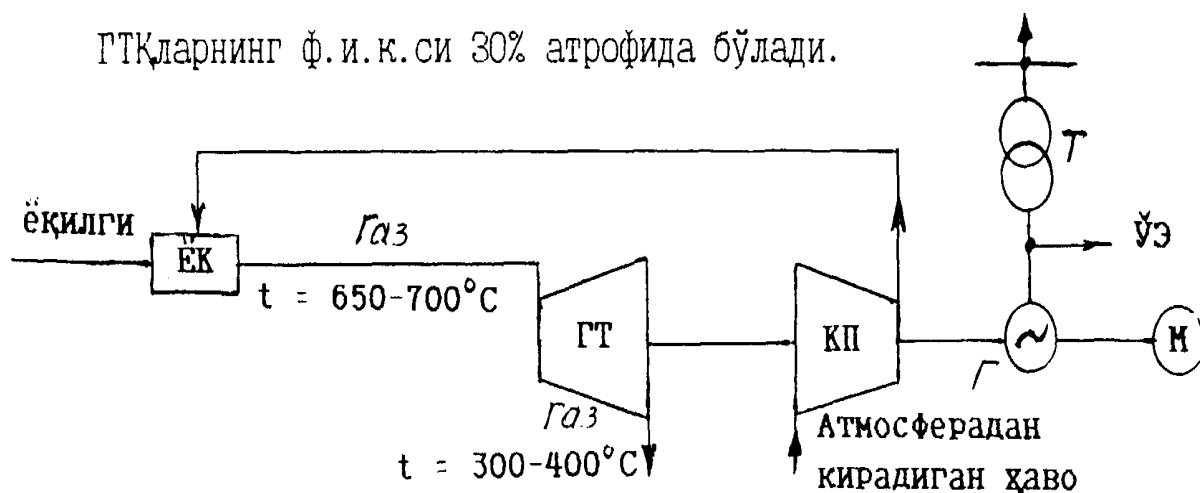
Энергиянинг сақланиш қонуни, жисмларда иссиқлик алмашинувини ўрганишда *термодинамиканинг биринчи қонуни* номини олган. Унинг

маъноси билан иссиқликни механик энергияга айлантирувчи C тизим мисолида танишамиз. Фараз қилайлик, C тизимнинг ҳарорати унинг барча нуқталарида бир хил. Бу тизимга иссиқлик берилганда ҳарорати ортади. Агар тизимга таъсир фақат унга иссиқлик беришдан иборат бўлса, унинг энергияси $\Delta U = Q$ га ортади. Тизим ўз энергиясининг камайиши ва ҳароратининг пасайиши ҳисобига иш бажариши мумкин. Агар тизимга иссиқлик бериш ва у томонидан иш бажарилиши бир вақтда юз берса, у ҳолда тизим энергияси $\Delta U' = Q - A$ га ўзгаради. Агар тизимнинг энергияси ўзгармаса, у ҳолда $A = Q$ бўлади.

Бу тенглама микдорий жиҳатдан термодинамиканинг биринчи қонунини ифодалайди, яъни энергияни ўзгартирмасдан туриб, иш бажариш учун, тизимга иссиқлик бериш лозимлигини кўрсатади. Шу сабабли иссиқлик олмасдан туриб, иш бажарувчи моторни, яъни биринчи тур доимий моторни яратиш мумкин эмас.

Замонавий иссиқлик электр станцияларида (ИЭС), иссиқликни ишга айлантириш, ишчи масса сифатида сувдан фойдаланувчи циклларда амалга оширилади.

ГТҚларнинг ф.и.к.си 30% атрофида бўлади.



1.11–расм. Газ турбинали электр станциянинг технологик схемаси:

ЁК–ёниш камераси; КП–компрессор; ГТ–газ турбина; Г–генератор;
Т–трансформатор; М–ишга туширувчи мотор.

Газ турбинали электр станцияларининг умумий ф.и.к. 30% атрофида бўлади.

Газ турбиналарининг тежамкорлигини ошириш учун буғ–газли қурилмалар (БГҚ) ишлаб чиқилган. Уларда ёқилғи буғ генераторининг ўтхонасида ёқилиб, ҳосил бўлган буғ эса буғ турбинасига йўналтирилади. Буғ генераторидан чиқаётган ёниш маҳсулотлари, тегишли ҳароратгача совўтилгандан сўнг, газ турбинасига йўналтирилади. Ҳозирги пайтда техник–иқтисодий кўрсаткичлари етарли миқдорда бўлган 200–250 мВт ли БГҚ мавжуд.

1.11. Электр таъминотини ташкил қилиш

Мамлакатимизда электр энергия истеъмолчилари кўпроқ бир неча электр станцияни бирлаштирувчи электр тармоқларидан энергия билан таъминланади. Бундай бирлаштиришнинг зарурлигига сабаб, ҳатто бир вилоят ҳудудида жойлашган электр станциялари ҳам бир хил юклама билан ишламайди: бир хил электр станциялар кам юклама билан ишлаётган пайтда бошқа электр станцияларда юклама кўпайиб кетиши мумкин. Электр станцияларнинг юкланиш даражасидаги фарқ айниқса, электр энергиядан фойдаланадиган туманлар бир–биридан шарқдан ғарбга томон йўналишда узоқ жойлашганида анча сезиларли бўлади. Бунга сабаб юкламанинг эрталабки ва кечқурунги максимумлари турли вақтга тўғри келишидир.

Истеъмолчиларни электр билан ишончли таъминлаш ва турли режимларда ишлайдиган электр станциялар қувватидан тўлароқ фойдаланиш учун улар юкори вольтли электр тармоқлари ёрдамида *энергетик ёки электрик тизимларига* бирлаштирилади.

Энергетик тизим электр станциялар, узатишлар, нимстанциялар ва иссиқлик тармоқлари йиғиндисидан иборат бўлиб, улар бир–бирига режимининг умумийлиги, электр ва иссиқлик энергияси ҳосил қилиш, ҳамда тақсимлаш жараёнининг узлуксизлиги билан бир бутун боғланган бўлади.

Электр тизими энергетика тизимининг бир қисми бўлиб, генераторлар, тақсимлаш қурилмалари, электр тармоқлари (турли кучланишли

нимстанциялар ва электр узатиш линиялари) ва электр қабул қилгичлардан иборат.

Энергетика тизимлари таркибига ишлаб чиқариш корхоналари, устахоналар, лабораториялар, тизимнинг ҳамма элементларини ишлатиш билан боғлиқ ва ишларни бажариш учун зарур бўлган кўтариш–ташиш воситалари киради.

Энергетика тизимини муҳандислар, техниклар, усталар ва тегишлича малакаси бўлган ишчилар ишлатади. Энергетика тизимини диспетчерлар оператив бошқарадилар. Электр станция ва нимстанцияларнинг жиҳозларига навбатчи ходимлар, электр узатиш линияларига – линия ходимлари хизмат кўрсатади.

Мамлакатимиз айрим МДХ мамлакатлари минтақаларининг энергетик тизимлари билан ўзаро электр узатишлари орқали боғланган ва бирлашган энергетика тизимини ҳосил қилади. Масалан, улар, Сибирь, Жанубий ва Марказий энергетика тизимлар, Ўрта Осиё, Шимолий–Ғарбий, Кавказ ва бошқа энергетика тизимлари. Бир қанча энергетик тизимлар (Урал, Жанубий, Марказий ва бошқалар) бирлаштирилиб, ягона Европа энергетика тизими яратилган.

1.12. Электр энергияни узатувчи, тақсимловчи, ўзгарувчи ва истеъмол қилувчи электр қурилмалар ҳақида асосий маълумот

Ҳосил қилинган электр энергияси фойдаланиладиган жойига ўзаро боғланган узатувчи, тақсимловчи ва ўзгартирувчи электр қурилмалар тизими орқали келади.

Электр энергияси электр узатиш ҳаво линиялари бўйича бир неча юз вольтдан бир неча юз минг вольтгача кучланиш билан узатилади. Тизим ҳаво тармоқларида электр энергия 35, 110, 150, 220 кВ ва ундан юқори кучланишларда андозада белгиланган номинал кучланишлар шкаласи бўйича узатилади.

Электр энергияни шаҳар чегарасида ва корхона ҳудудида узатиш учун кўпинча кабеллардан фойдаланилади, улар ерга камида 0,7 метр чуқурликда кўмилган бўлади.

Электр энергия **таъминлаш марказлари** (ТМ, русчасига ЦП–центры питания), **тақсимлаш пунктлари** (ТП, русчасига, РП–распределительные пункт) ва **тақсимлаш линиялари** (ТЧ, русчасига РЛ–распределительные линии) ёрдамида тақсимланади.

Таъминлаш маркази деб электр станциянинг генератор кучланишини тақсимловчи қурилмага ёки энергетика тизими пасайтирувчи нимстанциясининг иккиламчи кучланишини тақсимловчи қурилмага айтилади. Бунда энергетик тизим кучланишни ростлайдиган қурилмага эга бўлиб, унга муайян туманнинг тақсимлаш тармоқлари уланган бўлади.

Электр энергияни бир кучланишда ўзгартирмасдан қабул қилиш ва тақсимлаш учун мўлжалланган саноат корхонаси ёки шаҳар электр тармоғининг нимстанцияси **тақсимлаш пункти** деб аталади.

Бир қанча трансформатор нимстанцияларини таъминлаш маркази ёки тақсимлаш пунктдан таъминловчи линия, шунингдек, истеъмолчилар электр қурилмаларида ток келтирувчи линия – **тақсимлаш чизиги** деб аталади.

Электр энергияни ўзгартириш ва тақсимлаш учун хизмат қиладиган, трансформаторлар ёки бошқа электр энергия ўзгартиргичларидан, кучланиши 1000 В гача ва ундан юқори бўлган тақсимлаш қурилмаларидан, аккумуляторлар батареясида, бошқариш аппаратлари ҳамда ёрдамчи иншоотлардан ташкил топган электр қурилма **нимстанция** деб аталади.

Саноат, шаҳар ва қишлоқ электр энергия истеъмолчиларини электр билан таъминлаш трансформатор нимстанцияларидан амалга оширилади. Нимстанцияларнинг асосий элементи бирор кучланишли электр энергияни бошқа (юқори ёки паст) кучланишли электр энергияга ўзгартирадиган (трансформациялайдиган) трансформатордир.

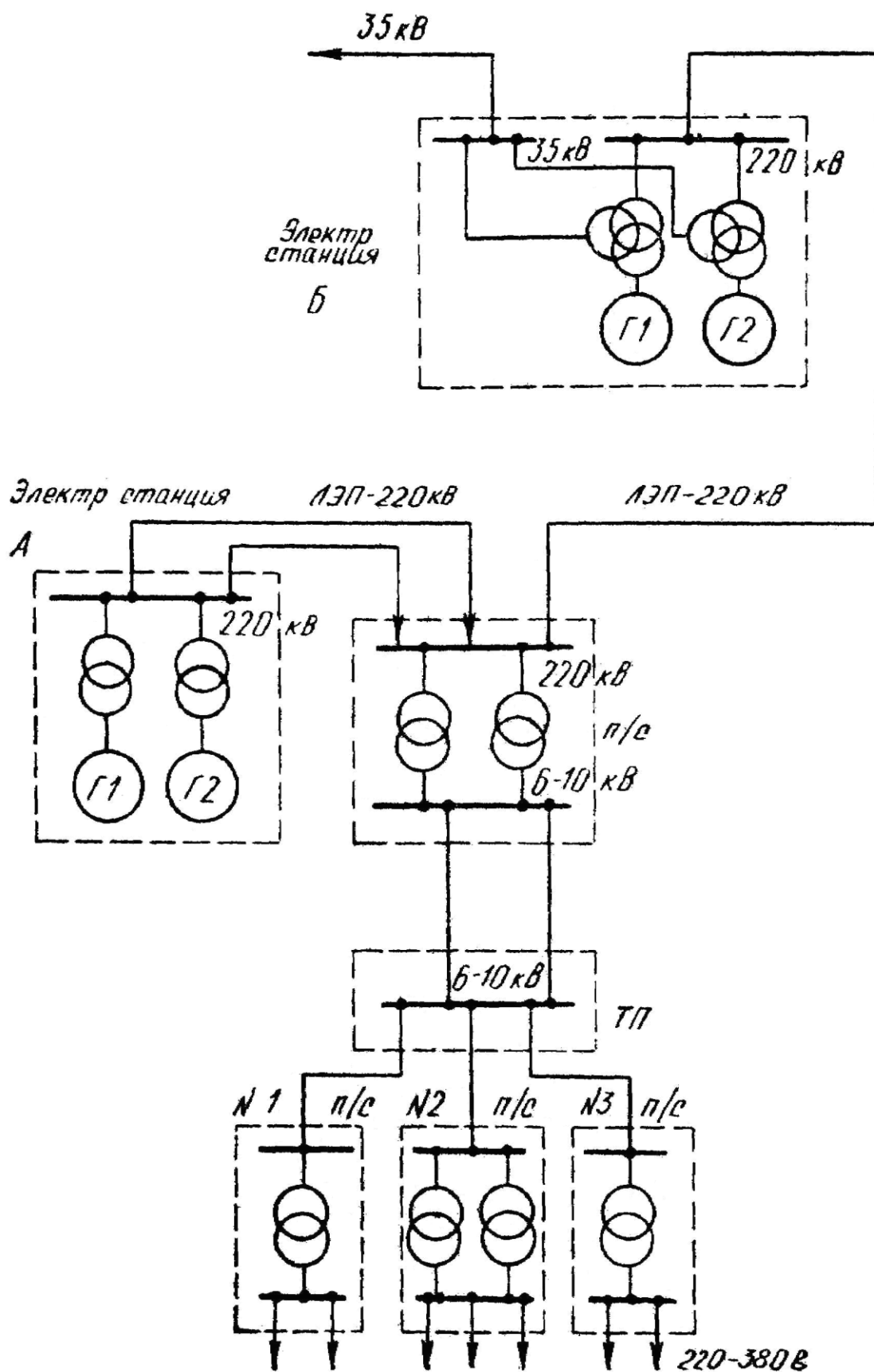
Электр энергия узатиш ва тақсимлашни принципиал схемаси 1.12–расмда кўрсатилган. Генераторда 10–15 кВ номинал кучланиш билан ҳосил

килинадиган электр энергияси А электр станциянинг трансформаторларига келади, у ерда кучланиш 220 кВ гача кўпайтирилади ва очиқ А электр станциянинг йиғиш шиналарига берилади. Бу шиналардан эса 220 кВ ли электр узатиш йўллари – ЭУЙ (русчасига–ЛЭП) ёрдамида пасайтирувчи нимстанциянинг 220 кВ ли шиналарига берилади. Бу нимстанция 220 кВ ли ЭУЙ орқали Б электр станция билан боғланган.

Пасайтирувчи нимстанцияда 220 кВ кучланишли электр энергияни трансформаторлар ёрдамида 10 ёки 6 кВ кучланишгача пасайтирилади ва шу кучланишда тақсимлаш пункти (РП) га, ундан эса трансформатор нимстанциялари (ТП) га берилади.

1, 2 ва 3–трансформатор нимстанцияларида электр энергияни 10 ёки 6 кВ дан 380 ёки 220 В гача пасайтирадиган куч трансформаторлари бўлади. Бу трансформатор нимстанцияларига бирлаштирилган электр энергия истеъ–молчилари 380 ёки 220 В кучланиш билан таъминланади.

Электр энергия электр двигателларини айлантиришга, чўғланма ёки люминисцент лампаларни ёритишга, электр сандонлар, гальваник ванналар ва турли аппаратларда технологик жараёнларга, электр билан пайвандлаш аппаратларида металлларни–пайвандлашга ва бошқа эҳтиёжларга сарфланади.



1.12–расм. Электр энергия узатиш ва тақсимлашнинг қонуниятли (принципиал) схемаси.

Г1 ва Г2–генераторлар, п/с–нимстанциялар, ТП–тақсимлаш пункти.

Электр энергияни истеъмол қилишда унинг қайта ўзгариш жараёни содир бўлади: электр двигателларда—электр энергия механик энергияга, чўлганма лампаларда—аввал иссиқлик, кейин ёруғлик оқими энергиясига, электр билан қиздириш сандонларида—иссиқлик энергиясига ўзгаради. Бу ўзгаришларда ҳам кўпроқ атроф муҳитга нурланадиган иссиқлик тарзидаги иссиқлик бўлади.

Электр энергиясини ҳосил қилиш, узатиш ва истеъмол қилиш давлат андозасида белгиланган маълум кучланишларда амалга оширилади.

Электр двигателлари ва турли электр аппаратлар учун уларнинг изоляциялари (изоляциялари) ҳисобланган кучланишлар **номинал кучланишлар** бўлади ва мана шу кучланишларда уларни тайёрловчи завод томонидан қафолатланган нормал ишлаши таъминланади. Электр жиҳознинг номинал кучланиши, унинг паспорт ёрликчасида (электр двигателларда, аппаратларда) ёки тамғасида (реле, асбоблар ва бошқаларда) албатта кўрсатилади.

Асбоблар ва аппаратларни таъминлаш тармоғига уларнинг номинал кучланишлари мос келгандагина улаш мажбурий талабидир. Бу талаб бажарилганда изоляциянинг бутунлиги ва электр жиҳознинг узоқ муддат нормал ишлаши таъминланади. Электр энергия истеъмолчилари учун номинал кучланишлар қийматлари 1—жадвалда келтирилган.

Электр энергия ҳосил қилиш учун кўп ёқилғи сарфланади, уни узатиш ва тақсимлаш учун эса электр тармоқларини ва нимстанцияларни ишлатиш ҳамда таъмирлашда банд бўлган ишчилар, техникалар ва муҳандисларнинг меҳнати сарф бўлади, шунинг учун электр энергияни тежаб сарфлаш зарур.

Электр энергияни тежашнинг кўп усуллари мавжуд. Масалан, саноатда электр энергия дастгоҳларнинг салт юришини қисқартириш, электр двигателларни нормал юкламалаш, электр жиҳозларига яхши қараб туриш (подшипниклардаги мойни ўз вақтида алмаштириб туриш, электр двигателларини сифатли таъмирлаш), электр энергиядан фойдаланиладиган технологик жараёнларни тўғри олиб бориш ва бошқа йўللار билан тежалади.

Кўпгина корхоналарда ёритгичларнинг тузилишини ва ўрнатиладиган лампаларнинг қувватини тўғри танлаш, арматура ва лампаларни қуриқ ҳамда чангдан ўз вақтида тозалаш йули билан ҳам электр энергияни анча тежаш мумкин.

Амалда ҳар бир корхона электр энергияни тежашда ўз имкониятлари ва резервларига эга. Корхонанинг ўз манфаатлари ва халқ хўжалиги манфаатлари учун бу имконият ҳамда резервларни аниқлаш ва улардан фойдаланиш зарур.

II–БОБ.

ШАРҚИЙ МАГИСТРАЛ ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ТИЗИМИДАГИ МАВЖУД ИЭМ ЛАРИНИ ИШЛАТИЛАДИГАН ЗАМОНАВИЙ АГРЕГАТЛАРНИ ТАДҚИҚОТЛАШ

2.1.СИНХРОН ГЕНЕРАТОРЛАР

Бирламчи моторнинг механик энергиясини электр энергия-сига айлантириб берувчи электр қурилмасига электр генератори деб айтилади. Замонавий электр станцияларида электр энергиясини ишлаб чиқариш учун уч фазали синхрон генераторлардан фойдаланилади.

Синхрон генераторлар (СГ) бирламчи моторларининг турига қараб, турбо ва гидрогенераторларга бўлинади.

Турбогенераторлар (ТГ) бевосита буғ ёки газ турбиналарига улаш учун мўлжалланган, улар тез юрувчан генераторлар деб ҳам айтилади. ТГ ларнинг айланиш даврtezлигини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$n = \frac{60 \bullet f}{p}$$

бу ерда f - саноат давртезлиги;

p - жуфт кутблар сони.

Шундай қилиб, тармоқнинг давртезлиги 50 Гц бўлган бизнинг ва Ғарбий Европа давлатларида ТГларнинг энг юқори айланиш давртезлиги 3000 айл/мин. га тенг.

Баъзи ҳолларда турбоагрегатларнинг чегаравий айланиш давртезлиги турбинага боғлиқ равишда 3000 айл/мин.дан кам бўлади. Турбина валининг айланиш тезлигининг пастлиги турбина лопаткаларини узунроқ қилиб тайёрлаш имконини беради. Бу эса турбинанинг чегаравий қувватини оширилишига олиб келади.

Баъзи ҳолларда кичик қувватли ТГлар турбинага редуктор орқали уланади. Бу турбиналарни ихчам ва тежамли бўлишига олиб келади, чунки,

бунда турбиналарнинг айланиш давртезлиги ортади. Лекин бундай редукторлар одатдаги ИЭСларда қўлланмайди, чунки, улар катта қувватли турбоагрегатларни ишончли ишлашига путур етказади.

Гидрогенераторларнинг айланиш давр тезлиги гидро-турбиналарнинг фойдали айланиш давр тезлигига тенг қилиб олинади.

$$n_{турб} = n_0 \frac{H^{5/4}}{\sqrt{P}}$$

n_0 - тез айланувчанлик коэффиценти, турбинанинг типига боғлиқ бўлади [айл/мин]

чўмичли турбиналар учун 20-40;

радиалр ўқли турбиналар учун 50-450;

бурилувчан лопастли турбиналар учун 400-1200.

H - сув босими , [м].

P - турбинанинг қуввати, [МВт].

Турли ГЭС ларда сув босими ва сув сарфи турлича бўлганлиги учун, гидрогенераторларнинг (ГГ) айланиш давр тезлиги 50 дан 750 айл/мин.гача бўлиши мумкин. ГГларни қуввати қанчалик катта ва сув босими қанчалик кичик бўлса уларнинг айланиш давр тезликлари ҳам шунча кичик бўлади. Ишлаб чиқариладиган машиналарнинг кўпчилиги 50-125 айл/мин. айланиш давр тезлигига эга.

Совутиш системаси нормал ишлаб турган ҳолатдаги синхрон генератор узоқ вақт ишлаши мумкин бўлган фойдали қувват генераторнинг номинал қуввати деб айтилади. Шу қувватдаги машина ишини характерлайдиган барча параметрлар номинал параметрлар дейилади. Буларга статор кучланиши - U_n , статор токи - I_n , ротор кўзғатиш кучланиши - U_k , ротор кўзғатиш токи - I_k , генераторнинг актив, реактив, тўла қуввати- P_n ; Q_n ; S_n , қувват коэффиценти- $\cos\phi$, фойдали иш коэффиценти ва бошқалар киради.

Уч фазали СГ ларнинг номинал кучланиши деб статор чулғамининг линия кучланишига айтилади. ГОСТ бўйича бу кучланишлар қуйидаги стандарт қаторни ташкил этади:

$$U_n = 3.15; 6.3; 10.5; (13.8); (15.78); 18.0; 20.0; 21.0; 24.0 \text{ кВ.}$$

Турбогенераторларнинг қуввати ГОСТ бўйича қуйидаги қаторни ташкил этади:

$$P_n = 2.5; 4; 6; 12; 32; 63; 100; 160; 200; 300; 500; 800; 1200 \text{ МВт.}$$

Гидрогенераторлар учун номинал қувватларнинг стандарт шкаласи йўқ, чунки уларнинг қуввати сув сарфи ва босимига боғлиқ бўлиб ГЭС лойиҳаланаётган пайтда аниқланади.

2.2. Генераторларнинг совутиш системалари

Генераторларни ишлаши мобайнида уларда энергетик исрофлар содир бўлади. Бу исрофлар иссиқликка айланиб генератор элементларининг қизишига олиб келади. Генераторларнинг ф.и.к.лари юқорилиги ва нисбий исрофлар 1,5-2,5% ни ташкил этишига қарамай, абсолют исрофларнинг даражаси анча баланд бўлади. Мисол учун, 800 МВт ли машинада бу исрофлар 10 МВт ни ташкил этади. Бу нарса актив пўлатни, мисни ва изоляцияни қизишига олиб келади.

Генераторларнинг чегаравий қизиши статор ва ротор изоляцияси билан чегараланади, чунки иссиқлик таъсири натижасида уларнинг электр изоляцион характеристикалари ёмонлашади, механик мустаҳкамлиги ва эластиклиги камаяди. Изоляция қуриб майдаланиб кетади ва ўз функциясини бажармай қўяди.

Энергетикада қўлланиладиган 8°C лик қоида бўйича электр жиҳозлари ҳисобланганда, изоляциянинг ҳарорати номинал ҳароратидан 8°C га оширилганда унинг ишлаш муддати 2 марта камаяр экан.

Чулғамларни совутиш усули бўйича совутиш системалари иккига бўлинади:

1. Билвосита (ёки сиртқи) совутиш системаси.
2. Бевосита совутиш системаси.

Билвосита совутиш системасида (бу усул фақат газлар учун қўлланилади) совутувчи газ чулғам ўтказгичларига тегмайди. Ажралиб чиқаётган иссиқлик совутувчи муҳитга изоляция орқали ўтади. Бу эса изоляциянинг иссиқлик жиҳатдан қўп юкланишига олиб келади.

Бевосита совутиш системасида водород, сув ёки мой ўтказгичлар ичидаги махсус каналлар орқали айланиб қизиган чулғамларга бевосита тегиб уни совутади.

Хозирги пайтда билвосита совутиш усули фақат 12 МВт қувватгача бўлган генераторлардагина қўлланади.

ТГлар бевосита совутиш усули бўйича 4 гуруҳга бўлинади:

1. Статорни билвосита ва роторни водород билан бевосита совутиш.
2. Статор ва роторни водород билан бевосита совутиш.
3. Статорни суюқлик билан ва роторни водород билан бевосита совутиш.
4. Статор ва роторни бевосита суюқлик билан совутиш.

Изоляцион материаллар қизишига чидамлилиқ даражаси бўйича еттига синфга бўлинади. Генераторларда булардан учта синфга тегишли изоляцион материаллардан фойдаланилади.

Замонавий генераторларда совутиш муҳити сифатида газлардан (ҳаво, водород) ва суюқликлардан (сув, трансформатор мойи) фойдаланилади.

Совутиш муҳити	Ҳавога нисбатан физик кўрсаткичлари	
	Иссиқни ўтказувчанлик	Совутиш даражаси
Ҳаво	1,0	1,0
97% водород ва 3% ҳаво аралашмаси	5,9	1,33
Водород	7,1	1,44-4,0
Трансформатор мойи	5,3	21,0
Сув	23,0	50,0

2.3. Генераторларнинг қўзғатиш системалари

Генераторнинг қўзғатиш системаси деб қўзғатиш токини ҳосил қилиб уни бошқаришни таоминлаб берувчи электр машина ёки электр аппаратлари

йиғиндисига айтилади (қўзғатгич, ёрдамчи ва ростловчи қурилмалар мажмуи).

Қўзғатгич ротор чулғамлари билан контакт халқалари ва чўткалар орқали электр жиҳатдан уланган бўлади.

Қўзғатиш системалари ишончли, мустаҳкам, тежамли, қўзғатиш токини рухсат этилган чегараларда ростлаш имконини берадиган, тез ишловчи, авария ҳолатларида қўзғатиш токини энг катта қийматини таоминлаб берадиган бўлиши керак.

Қўзғатиш системалари 2 гуруҳга бўлинади:

- 1). Мустақил қўзғатишли,
- 2). Ўз-ўзидан қўзғатишли.

Биринчи гуруҳга ўзгарувчан ва ўзгармас токда ишловчи барча электр машинали қўзғатгичлар киради. Иккинчи гуруҳга бевосита генератор чиқишларига махсус пасайтирувчи трансформатор орқали уланган қўзғатиш системалари киради.

Ишлаши тармоқ ҳолатига боғлиқ бўлмаганлиги учун мустақил қўзғатишли қўзғатиш системалари кенг тарқалган.

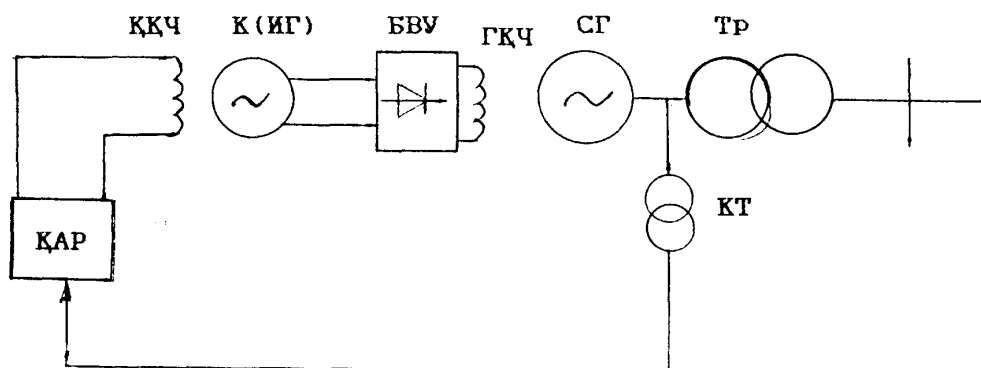
Хозирги пайтда генераторларда қуйидаги қўзғатиш системалари қўлланилади:

- 1). Ўзгармас ток электр машинали;
- 2). Ююқори давртезликли;
- 3). Тиристорли;
- 4). Чўткасиз қ.с.

Ўзгармас ток машинали қўзғатиш системалари 150 МВт қувватгача бўлган генераторларда ишлатилади. Бу қўзғатиш системаларининг камчилиги уларнинг қўзғатиш токини ўсиб бориш тезлигини юқори эмаслиги.

Катта қувватли генераторларда ярим ўтказгичли тўғрилагичли қўзғатиш системаларидан фойдаланилади. Бунда генератор билан битта валга

қўшимча генератор уланган бўлиб, унинг кучланиши тўғрилагичлар орқали ротор чулғамларига узатилади.



ИГ-индукцион генератор;

БВУ-бошқарилмайдиган вентилли ўзгартиргич.

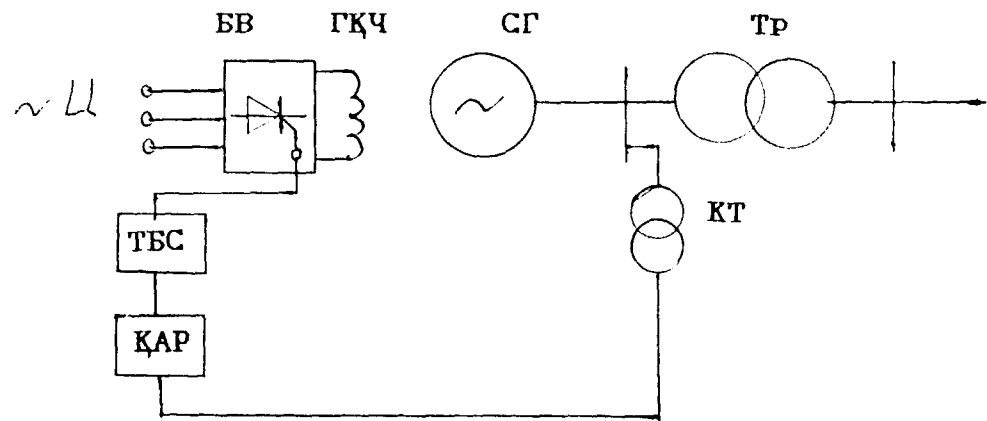
Бу ерда энергия манбаи бўлиб ИГ хизмат қилади.

$$K_{\phi} = \frac{U_{fма}}{U_{fно}}$$

Қўзғатиш системаларида қўзғатиш токини ўсиб бориш тезлигини ошириш учун жадаллаштиришдан (яъни қўзғатиш токини кескин ошириш, форсировкалаш) фойдаланилади.

Электр машинали қўзғатиш системаларида қўзғатиш токини ўсиб бориш тезлиги $t=0,4-0,5$ сек. бўлса, юқори давр тезликли қўзғатиш системаларида $t=0,3-0,4$ сек.га, жадаллаштириш карралиги $K_{\phi}=2$ га тенг.

Юқори давртезликли қўзғатиш системалари 300 Мвт гача бўлган генераторларда қўлланилади.



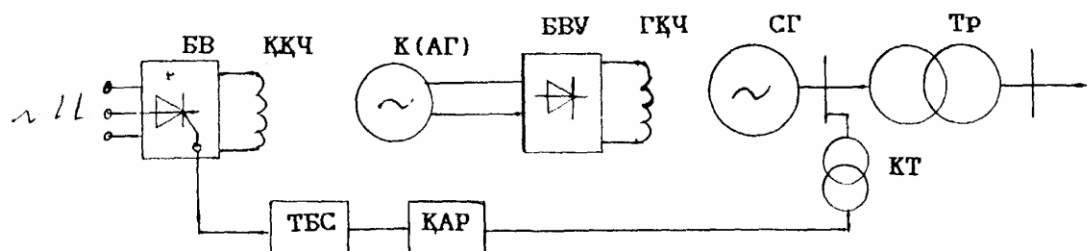
БС-тиристорни бошқариш схемаси;

БВЎ- бошқариладиган вентилли ўзгартиргич.

Тиристорли қўзғатиш системаларида ўзгартиргич сифатида тиристорлардан фойдаланилади. Тиристорни бошқариш схемаси орқали эса қўзғатиш токини қиймати ўзгартирилади. Бу системанинг афзаллиги жадаллаштириш коэффиценти K_f

>2 , қўзғатиш токини ўсиб бориш тезлиги эса $t=0,02-0,04$ сек.ни ташкил этади. Шунинг учун бу қўзғатиш системалари 500 МВтгача бўлган генераторларда қўлланилади.

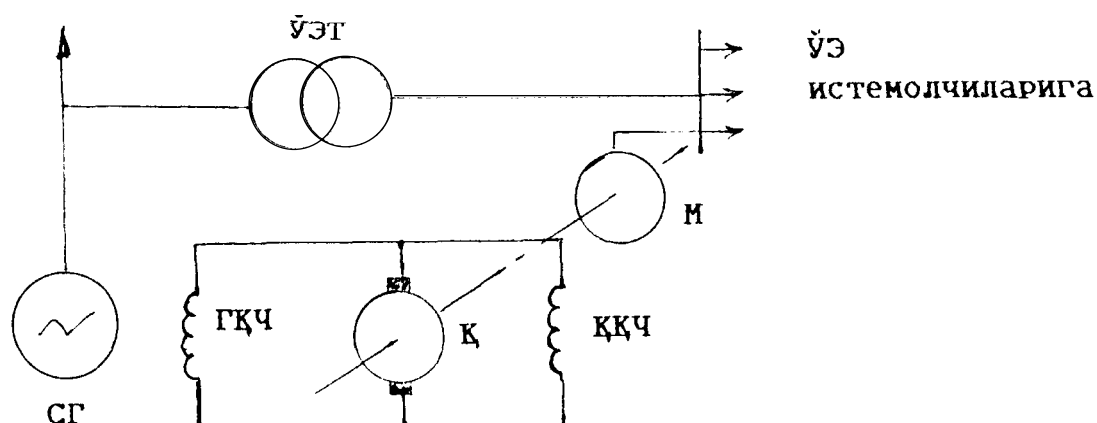
Юқорида кўриб чиқилган қўзғатиш системаларининг умумий камчилиги уларда контакт-чўтка апаратининг мавжудлиги бўлиб бу нарса системаларнинг ишончилигини пасайтириб юборади. Шунинг учун ҳозирги пайтда катта қувватли генераторларда чўткасиз қўзғатиш системалари қўлланилади.



АГ- айлантирилган (қўзғатиш чулғами статорда жойлашган) генератор

Бу қўзғатиш системалари 800-1200 МВт қувватли генераторларда қўлланади. Уларда қўзғатиш токини ўсиб бориш тезлиги $t=0,1$ сек.

Иккинчи гуруҳга кирувчи ўз-ўзидан қўзғатишли системаларнинг ишончилиги камроқ, чунки уларда қўзғатгичнинг ишлаши ўзгарувчан ток тармоқининг ҳолатига боғлиқ бўлади. Тармоқдаги ҳар қандай ўзгариш қўзғатиш системасининг нормал ишлашига путур етказди.



Бу системаларда қўзғатиш аппарати бўлиб ўз эҳтиёж шиналаридан тахминланувчи асинхрон мотор ва ўзгармас ток генератори хизмат қилади. Бу қўзғатиш системаларидан одатда электр станцияларида қўзғатишнинг резерв манбаи сифатида фойдаланилади.

2.4. Генераторларнинг магнит майдонини сўндириш

Генераторларнинг магнит майдонини сўндириш деб, уларнинг қўзғатиш магнит оқимини қийматини нолгача камайтириш жараёнига айтилади. Бунда бир вақтда генераторнинг э.ю.к.си ҳам камаяди.

Магнит майдонини сўндириш айниқса генераторнинг ичида шикастланишлар юз бергандаги авария ҳолатларида катта аҳамиятга эга. Генераторларнинг ичидаги қисқа туташувлар одатда электр ёйи орқали юз беради. Шу сабабдан бундай ҳолларда статор чулғами ва актив пўлат кўп шикастланади. Бу қ.т. токлари генератор чиқишларидаги юз берадиган қ.т.

тоқларига қараганда анча катта бўлади. Бу ҳолатларда генераторнинг магнит майдонини сўндириш авария қўламини камайтириш ва статор чулғами ҳамда пўлатни куйиб кетишдан сақлаш учун зарурдир.

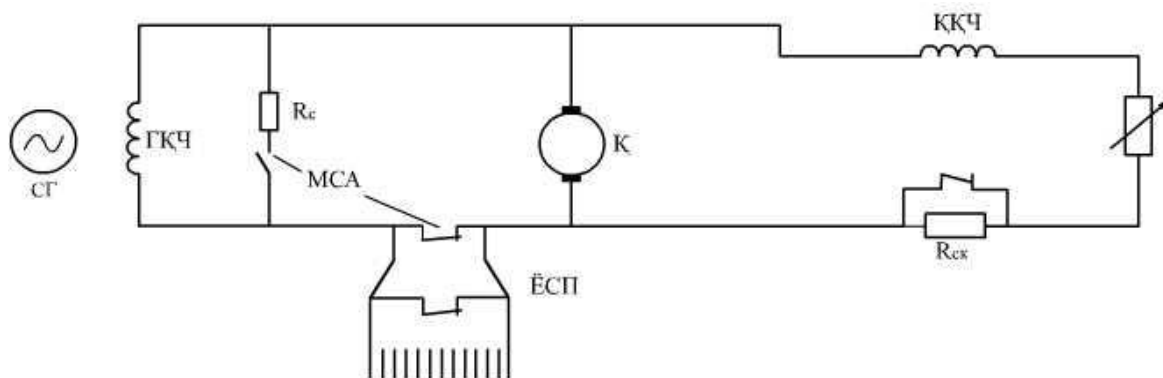
Майдонни сўндириш учун генераторнинг ротор чулғамини қўзғатгичдан узиш керак. Бироқ бунда ротор чулғамини катта индуктивликка эга бўлганлиги сабабли унинг чиқишларида изоляцияни тешилишига олиб келувчи кучланганлик ҳосил бўлиши мумкин. Шунинг учун майдонни шундай сўндириш керакки, натижада қўзғатгични узиш билан бир пайтда генератор ротор чулғамининг магнит майдонини тез сўндиришга эришиш зарур. Бунда чиқишлардаги кучланганлик рухсат этилган қийматлардан ортиб кетмаслиги керак.

Хозирги пайтда генераторнинг қуввати ва унинг қўзғатиш системасининг хусусиятига қараб магнит майдонини сўндиришнинг 3та усулидан фойдаланилади:

1. Ротор чулғамини сўндирувчи (актив) қаршиликка улаш.
2. Ротор чулғами занжирига тез ишловчи автоматнинг ёй сўндирувчи панжарасини улаш.
3. Қўзғатгични тескари улаш.

Биринчи 2та усулда қўзғатиш занжиридаги зарурий улашларни майдонни сўндириш автомати (МСА ёки АГП) деб аталадиган махсус коммутацион аппаратдан фойдаланилади.

Генераторнинг ротор чулғамини сўндирувчи қаршиликка улаб сўндиришда магнит майдонини сўндириш жараёни чўзилиб кетади. Шунинг учун ҳозирги пайтда майдонни тезроқ сўнишига олиб келувчи ёй сўндирувчи панжар орқали сўндириш кенг тарқалган.



Генераторда қ.т. содир бўлганда реле химояси уни тармоқдан узади ва МСАга импулс беради. Биринчи МСАнинг бош контактлари узилади. ғўзғатиш занжирига қаршилиқ уланади. Сўнг МСАнинг ёй сўндирувчи контактлари узилиб ҳосил бўлган ёй панжара орқали ўтади ва бир қанча ёйчаларга бўлиниб кетиб тезда сўнади (сўниш вақти 0,5-1 сек.ни ташкил этади). Ёй сўндирувчи панжара ораси 1,5-3 мм масофага эга бўлган мис пластинкалардан йиғилади. Пластинкалар сони ёйдаги кучланиш тушувининг қийматига қараб танланади. Бунда ёйдаги кучланиш тушуви- U_d қўзғатиш кучланишининг энг катта қиймати U_f дан катта бўлиши керак.

Магнит майдонини қўзғатгични тескари улаш билан сўндириш усули асосан тиристорли қўзғатиш системали генераторларда қўлланилади. Бунда майдонни сўндириш аппарати узилгач, унинг қўзғатиш чулғамидаги тўғрилагичларни тескари улаб майдон сўндирилади. Агар бунда ёй сўнмай қолса занжирдаги ёй сўндирувчи қаршилиқка улаш орқали сўндирилади. Бу усулда майдонни сўндириш вақти жуда оз, лекин қўзғатиш чулғамидаги кучланганлик ортиб кетмаслиги учун бу вақт аввалги усулдагига тенг қилиб олинади.

2.5. Генераторларнинг параллел ишлаши

Генераторларни параллел ишлашга улаш аниқ синхронлаш ва ўз-ўзидан синхронлаш усули билан амалга оширилади.

Генератор аниқ синхронлаш усули билан уланганда қуйидаги шартлар бажарилиши зарур:

1. Генератор кучланиши тармоқ кучланиши билан тенг бўлиши зарур.
2. Генератор ва тармоқ давртезлиги бир хил бўлиши лозим.
3. Фазалар кетма-кетлиги бир хил бўлиши керак.

Бунда генератор кучланишининг тармоқ кучланишидан четлашиши фаза бўйича 155° га, модули бўйича 20%га(одатда 5%), давртезлик бўйича 0,1% (0,05Гц) гача рухсат этилади.

Фазалар кетма-кетлиги генераторнинг биринчи уланиш пайтида, ҳамда таъмирланишдан сўнг унинг бирламчи занжирларида текширилиши керак. Бу нарсa кучланиш трансформаторлари ёрдамида махсус схема орқали амалга оширилади.

Аниқ синхронлаш усули билан генераторларни параллел ишлашга улаш вақти 3-5 соатни ташкил этади.

Ўз-ўзидан синхронлаш усулида генератор қўзғатиш берилмасдан синхрон тезликка яқин тезликкача айлантирилади ва тармоққа уланади, сўнггра унга қўзғатиш берилади. Тармоқ генераторни синхронликка тортиб кетади. Лекин генератор бу усул билан билан уланганда генератор шиналарида қисқа туташув (қ.т) тоқларига тенг тоқлар ҳосил бўлади.

Ўз-ўзидан синхронлаш орқали генераторларни тармоққа улаш вақти 1-5 мин.ни ташкил этади. Бу усул билан билвосита совутиш системали, блок схемасида ишловчи турбогенераторлар ва барча гидрогенераторлар тармоққа уланади. Бошқа генераторлар тармоққа фақат аниқ синхронлаш усули билан уланади.

Авария ҳолатларида ва резерв қувватларни тез ишга тушириш зарур бўлиб қолган пайтларда генераторлар совутиш системаларининг туридан қатҳий назар тармоққа ўз-ўзидан синхронлаш усули билан уланиши мумкин.

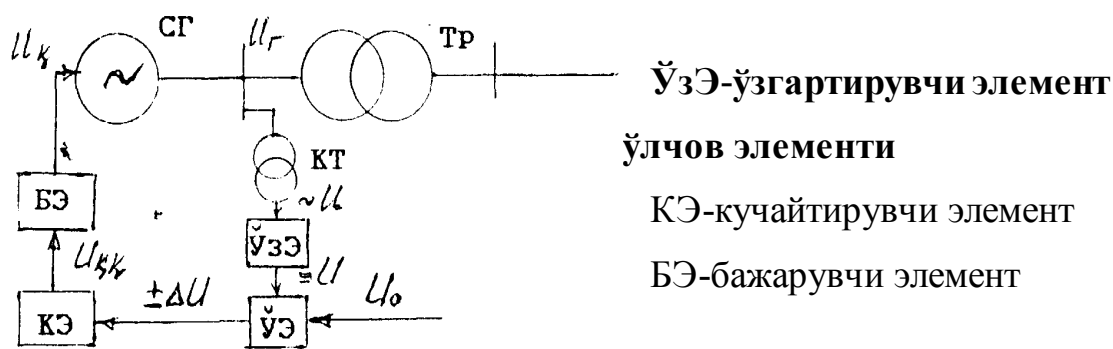
2.6. Қўзғатишни автоматик ростлагичлар.

Қўзғатишни автоматик ростлаш ҳозирги пайтда қуйидаги вазифаларни бажаради:

- 1) генераторларни параллел ишлаш турғунлигини таъминлаш;
- 2) юклама турғунлигини ошириш;
- 3) кучланиш "кўчкисини" олдини олиш;
- 4) қ.т. узилгандан сўнг кучланишни тикланиш тезлигини ошириш;
- 5) электр системаларнинг статик ва динамик турғунлигини ошириш;
- 6) энергетик система тугунларидаги кучланишни нормалғ ва авария ҳолатларида бир хил қилиб таоминлаб туриш.

Назорат қилинаётган параметрларни ўзгаришига қараб таъсир жавоб бериш характериға кўра қўзғатишни автоматик ростлагичлар (ҚАР) иккига бўлинади:

1. Пропорционал таъсир қилувчи (ПТ ҚАР ёки АРВ ПД)
2. Кучли таъсир қилувчи (КТ ҚАР ёки АРВ СД)



ЎзЭ да генератор шинасидан КТ орқали узатилаётган кучланиш тўриланиб, ЎЭда эталон кучланиш – U_0 билан таққосланади. Берилган кучланишдан оғиш қиймати КЭда кучайтирилиб БЭга узатилади. БЭ токни кўшимча ўзгартириш орқали кўзғатиш кучланишини ростлайди.

$\Delta U = U_T - U_0$ - оғиш даражаси.

ПТ ҚАР назорат қилинаётган параметрнинг ишораси ва оғиш қийматининг катталигига қараб ишга тушади.

Замонавий катта қувватли генераторларда ростлаш турғунлигини яхшилаш ва кечикишини камайтириш учун назорат қилинаётган параметрларни берилган қийматидан ташқари унинг ўзгариш тезлигига қараб ҳам ишга тушадиган ростлагичлар қўлланмоқда. Бу ростлагичлар КТ ҚАРлар деб айтилади.

2.6.1. Синхрон компенсаторлар

Кўзгатиш токининг ўзгаришида мотор ҳолатида ишлайдиган валида юкламаси бўлмаган синхрон машина синхрон компенсатор деб аталади. Синхрон компенсатор кўзгатиш токининг қийматига қараб тармоққа реактив қувват бериши ёки тармоқдан уни қабул қилиши мумкин.

Синхрон компенсатор статорнинг номинал токи, кучланиши ва қуввати билан, роторнинг давртезлиги ва номинал токи, ҳамда номинал ҳолатдаги исрофлар билан характерланади.

Хозирги электр юкламалар жуда катта реактив қувват истеҳмол қилиши билан характерланади. Электр қурилмаларида энергияни ўзгартириш учун магнит майдонларидан фойдаланилади (генератор, трансформаторлар ва ҳ.к.). Симобли вентиллар, люминесцентли ёритиш ва бошқа ўзгартиргич қурилмаларининг токлари анча катта реактив ташкил этувчига эга. Шу сабабли электр тармоқлари токнинг реактив ташкил этувчиси билан юкланади, бунинг таъсирида кучланиш пасаяди ва электр энергияни узатиш ҳамда тақсимлашда қувват исрофлари кўпаяди.

Агар юкламалар марказига синхрон компенсатор уланса, у истеъмолчиларга керак бўлган реактив қувватни генерациялаб, электр станцияларни юклама билан боғлайдиган линияларнинг реактив ток юкламасини камайтириш имконини беради, бу эса бутун тармоқ ишини яхшилайти. Синхрон компенсаторлар электр узатувчи подстанцияларда ҳам ўрнатилади, улар ёрдамида линия бўйлаб кучланишни тўғри тақсимлаш ва параллел ишлаш турғунлиги таъминланади.

Электр узатгичнинг иш ҳолатига қараб синхрон компенсатор реактив қувватни генерациялаш ёки уни истеъмол қилиш ҳолатида ишлайди.

III–БОБ.

ШАРҚИЙ МАГИСТРАЛ ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ТИЗИМИДАГИ МАВЖУД ИССИҚЛИК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИНИНГ ТАБАҚЛАНИШИ

Электр станцияларининг турлари. Электр станцияларида электр энергия ҳосил қилиш технологик жараёни

Табиий манбанинг турига қараб электр станциялари қуйидагиларга бўлинади:

1. Иссиқлик электр станциялари –ИЭС.
 - а) конденсацион электр станциялар –КЭС;
 - б) иссиқлик электр марказлари –ИЭМ;
 - в) газ–турбинали ва буғ–газ қурилмали электр станциялар – ГТҚ ва БГҚЭС.

Катта туман истеъмолчиларига хизмат кўрсатадиган КЭСлар давлат туман электр станциялари –ДТЭС (ГРЭС–Государственная районная электростанция) деб аталади.

2. Гидроэлектр станциялар ва гидроаккумуляцион электр станциялар – ГЭС ва ГАЭС.

3. Атом электр станциялари –АЭС.
4. Гелио электр станциялари (куёш ЭС) –КЭС.
5. Геотермал электр станциялари –ГТЭС.
6. Дизел электр станциялари –ДЭС.
7. Оқим электр станциялари –ОЭС.
8. Шамол электр станциялари –ШЭС.

Дунёда ишлаб чиқариладиган электр энергиянинг кўп қисми ИЭС, АЭС ва ГЭСларга тўғри келади. Ўзбекистон ҳудудида 85% дан кўпроқ электр энергияси иссиқлик электр станцияларида ишлаб чиқарилади.

Конденсацион иссиқлик электр станциялари (КЭС). Иссиқлик электр станциялари – иссиқлик электр марказлари

Иссиқлик электр станцияларида ёндириладиган ёқилғининг химиявий энергияси буғ *генератори* (қозон) да *турборегат* (генератор билан бириктирилган буғ турбинаси)ни айлантирувчи сув буғи энергиясига айланади. Айланишнинг механик энергияси генераторда электр энергиясига ўзгаради. Электр станциялари учун ёқилғи сифатида кўмир, торф, ёнувчи сланецлар шунингдек, газ ва мазутдан фойдаланилади.

КЭС нинг асосий хусусиятлари қуйидагилар: улар электр энергиясининг бевосита истеъмолчиларидан анча узоқда жойлашган бўлиб, шу сабабдан асосан юқори ва ўта юқори кучланишдаги қувват бериш ва станцияни блок принципида қуриш имкониятини беради. Замонавий КЭСнинг қуввати шундайки, уларнинг ҳар бири мамлакатнинг йирик бир туманини электр энергияси билан таъминлай олади. Бу типдаги электр станцияларни давлат туман электр станцияси – ГРЭС деб аталиши сабабларидан бири ҳам шундандир.

Станцияни блок принципида қуриш қуйида келтирилган маълум техник–иқтисодий афзалликларни беради: буғ қувурлари тизими энг содда бўлиши туфайли юқори ва ўта юқори параметрли буғдан фойдаланиш осонлашади, бу эса катта қувватли агрегатларни ўзлаштиришда айниқса жуда муҳимдир;

станциянинг технологик схемаси соддалашади ва анча аниқ бўлиб қолади, бунинг натижасида ишлашининг ишончлилиги ортади ва ишлатиш осонлашади;

заҳира ёрдамчи иссиқлик–механик, асбоб–ускуна сони камаяди, айрим ҳолларда эса буткул бўлмаслиги ҳам мумкин;

қурилиш ва монтаж қилиш ишлари ҳажми қисқаради;

электр станциялари қуришга кетадиган капитал харажатлар камаяди;

электр станцияларни блоклар билан қулай ҳолда кенгайтириш таъминланади, бунда янги блоклар заруриятга қараб олдингиларига қараганда ўз параметрлари билан фарқланиши ҳам мумкин.

КЭСнинг технологик схемаси бир неча тизимдан: ёқилғи узатиш; ёқилғи тайёрлаш; буғ генератори в турбина билан биргаликдаги асосий буғ–сув контури; циркуляцион сув билан таъминлаш; сув тайёрлаш; қул тутиш ва уни чиқариб ташлаш тизимларидан ва ниҳоят, станциянинг электр қисмидан ташкил топган (1.4–расм).

Бу элементларнинг ҳаммасининг нормал ишлашини таъминловчи механизм ва тизимлар станция (блок) нинг ўз эҳтиёжлари тизими деб юритиладиган тизим таркибига киради.

КЭСдаги энг катта энергетик исрофлар асосий буғ–сув контурида, хусусан, конденсаторда ҳосил бўлади.

У ерда қозонда буғ ҳосил қилиш учун сарфланган иссиқликнинг анча қисмини ўзида сақлаган ишлаб бўлган буғ уни циркуляцион сувга беради. Иссиқлик циркуляцион сув билан сув ҳавзасига ўтиб кетади, яъни исроф бўлади.

Бу исрофлар асосан электр станциясининг ФИКни аниқлаб, ҳатто энг замонавий КЭСда ҳам кўпи билан 40–42% ни ташкил этади.

Электр станцияси ҳосил қилаётган электр энергияси энергетик тизимга 110–750 кВ кучланишда узатилади ва жуда кам қисмигина станциянинг ўз эҳтиёжи учун шу станциянинг ўзига хизмат қиладиган трансформатор орқали олинади, у генераторнинг чиқишига уланган бўлади.

Генераторлар ва кучайтирувчи трансформаторлар блокларга бирлаштирилиб, одатда очик қилиб тайёрланадиган типдаги юқори кучланишли тақсимлаш қурилмаси (ОТҚ) га уланади.

Иссиқлик электр станциялари – иссиқлик электр марказлари

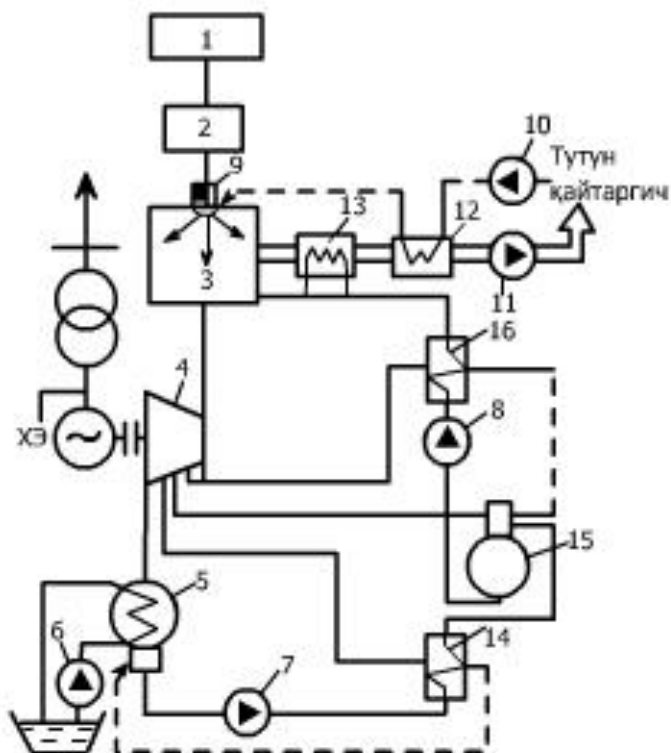
Бу турдаги электр станциялари саноат корхоналари ва шаҳарларни иссиқлик ҳамда электр энергияси билан марказлашган усулда таъминлаш учун мўлжалланган. Улар ҳам КЭСлар каби иссиқлик станциялари бўлиб,

турбиналарда «ишлатиб бўлинган» буғнинг иссиқлигидан саноат ишлаб чиқариши эҳтиёжи, шунингдек, иситиш, ҳавони кондиционерлаш ва иссиқлик сув билан таъминлаш учун фойдаланилиши билан КЭСлардан фарқ қилади.

Электр ва иссиқлик энергияси ҳосил қилишнинг бундай комбинацияланган

усулида энергия билан алоҳида таъминлашдагига қараганда, яъни электр энергияни КЭСда, иссиқликни эса маҳаллий қозон тизилмаларида олишга қараганда ёқилғидан анча тежалади. Шунинг учун ИЭМ иссиқлик ва электр энергияси кўп миқдорда истеъмол қилинадиган

туман (шаҳар)ларда кенг тарқалган. Умуман олганда бизнинг қитъада ҳосил қилинадиган электр энергиясининг 25% гача қисми ИЭМ да олинади.



1.4–расм. КЭС нинг принципиал технологик схемаси:

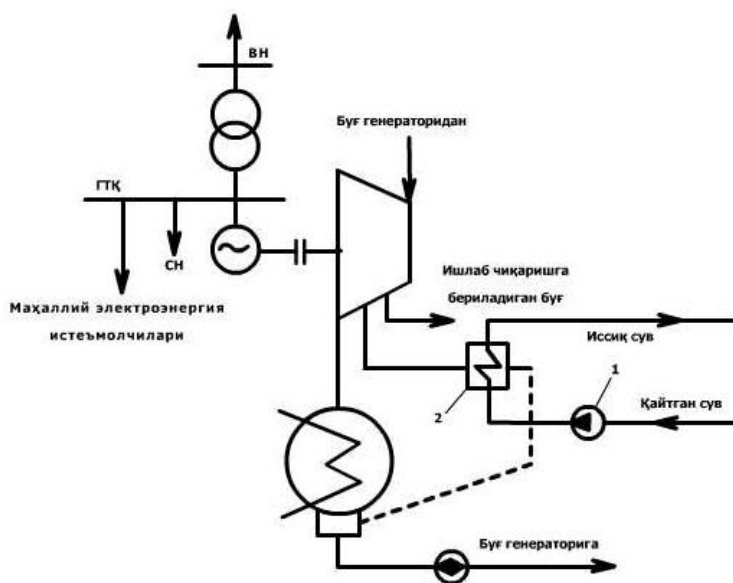
1 –ёқилғи омбори ва ёқилғи узатиш тизими; 2 –ёқилғи тайёрлаш тизими; 3 –буғ генератори; 4 –турбина; 5 – конденсатор; 6 –циркуляцион насос; 7 –конденсат насоси; 8 –таъминловчи насос; 9 –буғ генераторининг

ИЭМ технологик схемасининг хусусиятлари 1.5–расмда кўрсатилган. Бу ерда схеманинг ўз структураси бўйича КЭСникига ўхшаш қисмлари кўрсатилмаган. Схемалардаги асосий фарқ буғ–сув контурининг ўзига хос хусусиятида ва электр энергиясини бериш усулидадир.

ИЭМ электр қисмининг ўзига хос хусусиятини станциянинг электр истеъмол қилинадиган марказлар яқинида жойлашишини аниқлайди. Бундай шароитларда қувватнинг бир қисми тўғридан–тўғри генератор кучланишида

маҳаллий тармоққа берилиши мумкин. Одатда, шу мақсадда станциянинг ўзида генераторли тақсимлаш қурилмаси (ГТҚ) барпо этилади. Ортиқча қувват, КЭС даги сингари, тизимга оширилган кучланишда берилади.

ИЭМ нинг муҳим хусусиятларидан яна бири шундаки, иссиқлик энергияси берилишини ҳисобга олган ҳолда электр станциясининг электр қувватига нисбатан иссиқлик асбоб–ускуналари қуввати катта бўлади. Бу ИЭМ нинг ўз эҳтиёжлари учун электр энергияси сарфлаши КЭСдагига нисбатан катта бўлишига олиб келади.



1.5–расм. ИЭМ нинг технологик схемаси хусусиятлари:

1 –тармоқ насоси; 2 –тармоқ иситкичи.

Атом электр станциялари (АЭС), Газ турбинали электр станциялари

АЭС–бу ўз моҳияти билан иссиқлик станциялари ҳисобланиб, улар ядро реакциясининг иссиқлик энергиясидан фойдаланади.

АЭС нинг асосий элементларидан бири реактордир. Жаҳондаги кўпгина мамлакатлардаги сингари бизнинг қитъада ҳам асосан иссиқлик нейтронлари таъсирида U–235 уранининг парчаланиш ядро реакциясидан фойдаланилади.

Бу реакцияларни амалга ошириш учун реакторда ёқилғи (U–235) дан ташқари нейтронларни секинлатгич ва табиийки, реактордан иссиқликни олиб кетувчи–иссиқлик элтувчи бўлиши керак. ВВЭР типдаги (сув–сувли

энергетик) реакторларда секинлатгич ҳамда иссиқлик элтувчи сифатида босим остидаги одатдаги сув ишлатилади. РБМК типидagi реакторлар (каналли катта қувватли реактор)да иссиқлик элтувчи сифатида сув, секинлатгич сифатида эса графит қўлланилади. Бу икки типдаги реактор бизнинг қитъа АЭС ларида кенг қўлланилмоқда.

Гидроэлектр станциялари (ГЭС).

ГЭСда электр энергияси ҳосил қилиш учун сув оқими (дарё, шаршара ва ҳоказо) ларнинг энергиясидан фойдаланилади.

Ҳозир ҳамма электр энергиясининг 15% га яқини ГЭСда ҳосил қилинади. Бу турдаги станцияларнинг интенсив қурилмаслигига сабаб катта капитал маблағ талаб этиши, қурилиш муддатининг узоқлиги ва гидроресурсларнинг бизнинг қитъа бўйлаб жойлашишининг ўзига хослигидадир (уларнинг кўп қисми мамлакат шарқида жойлашган).

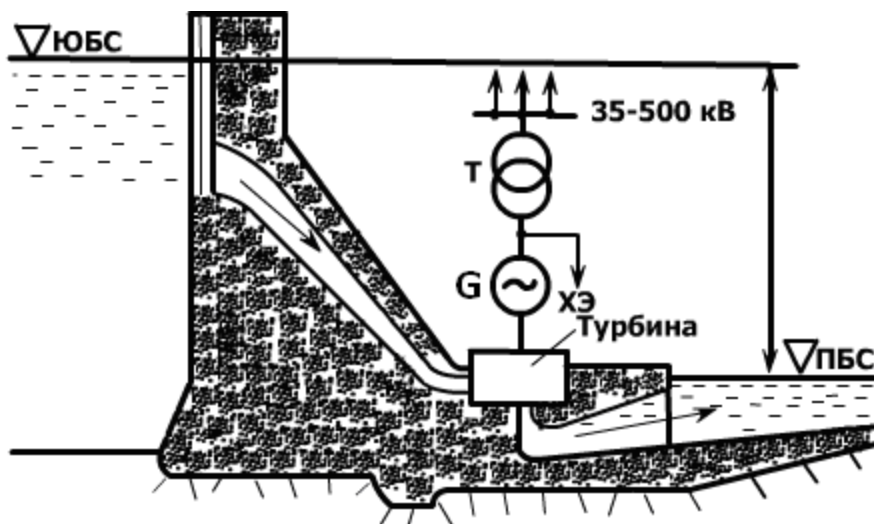
ГЭС нинг бирламчи двигателлари синхрон гидрогенераторларни айлантирувчи гидротурбиналардан иборат. Гидроагрегат ҳосил қиладиган қувват сув босими H ва сув сарфи Q га пропорционал бўлади, яъни

$$P = HQ.$$

Шундай қилиб, ГЭС нинг қуввати сув сарфи ва босими билан аниқланади.

Гидроэлектр станцияларида одатда сув босими тўғон ёрдамида ҳосил қилинади (1.6–расм). Тўғон олдидаги сув сатҳи юқориғи бьеф, тўғондан пасти эса пастки бьеф деб юритилади. Юқориғи бьеф сатҳи (ЮБС) билан пастки бьеф сатҳи (ПБС) орасидаги айирма босим H ни аниқлайди.

Юқориғи бьеф сув омборини ҳосил қилиб, у ерда электр энергия ҳосил қилиш учун кераклигича олиб туриладиган сув йиғилади.



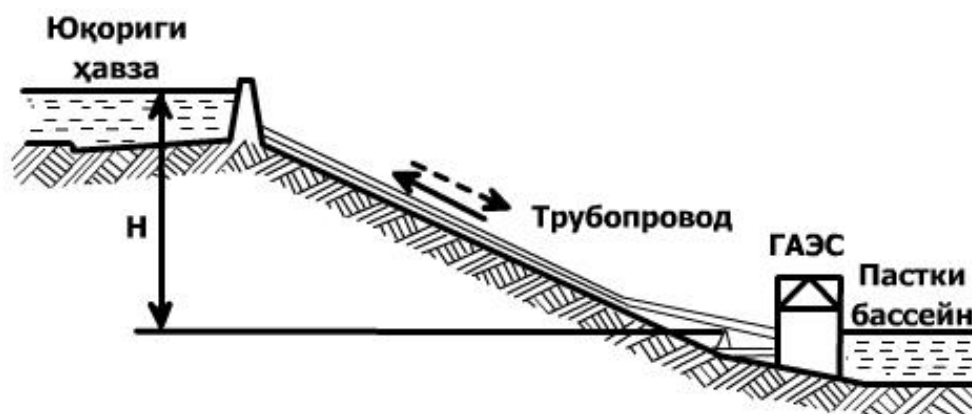
1.6–расм. ГЭС нинг принцинал технологик схемаси.

Текисликда оқадиган дарёдаги гидроузел таркибига: тўғон, электр станция биноси, сув ташлагич, кема ўтказувчи (шлюзлар), балиқ ўтказувчи иншоотлар ва бошқалар кирази.

ГЭС лар қуришда энергетика масаласи билан бир қаторда халқ хўжалигининг муҳим масалалари: ерларни суғориш, кема қатновини ривожлантириш, йирик шаҳар ва саноат корхоналарини сув билан таъминлаш ва ҳоказо масалалар ҳал этилади.

ГЭС да электр энергияси ҳосил қилиш технологияси жуда оддий бўлганлиги учун уни осонгина автоматлаштириш мумкин. ГЭС агрегатини ишга тушириш учун кўпи билан 50 с вақт сарфланади, шунинг учун энергетик тизимдаги захира қувватни фақатгина шу агрегатлар орқали таъминлаш мақсадга мувофиқ бўлади.

ГЭСнинг фойдали иш коэффициентини, одатда, 85–90% га яқин бўлади.



1.7–расм. ГАЭС схемаси.

Эксплуатация харажатлари кам бўлганлиги учун ГЭС электр энергиясининг таннари, одатда, иссиқлик электр станциялариникига қараганда бир неча марта кам бўлади.

Ҳозирги энергетик тизимда гидроаккумуляцион станциялар (ГАЭС) муҳим роль ўйнайди.

Бундай станциялар камида иккита ҳовузга: баландлиги бўйича турли сатҳларда жойлашган юқориги ва пастки ҳовузларга эга бўлади (1.7–расм). ГАЭС биносида қайтар режимда ишлайдиган гидроагрегатлар ўрнатилади. Энергетик тизим юқламаси минимум бўлган соатларда ГАЭС генераторлари двигатель режимида, турбиналар эса насос режимида ўтказилади. Бундай гидроагрегатлар тармоқдан қувват олиб, сувни қувурлар орқали пастки ҳовуздан юқориги ҳовузга ҳайдайди. Энергетик тизимда юқлама максимал бўлиб, генератор қуввати етишмаган даврда ГАЭС электр энергияси ҳосил қилади. Юқориги ҳовуздан сув олган турбина генераторни айлантиради ва у тармоққа қувват беради.

Шундай қилиб, ГАЭСдан фойдаланиш энергетик тизим юқламасини бир меъёрга келтиришга ёрдам беради, натижада иссиқлик ва атом электр станциялари ишининг тежамкорлиги ошади.

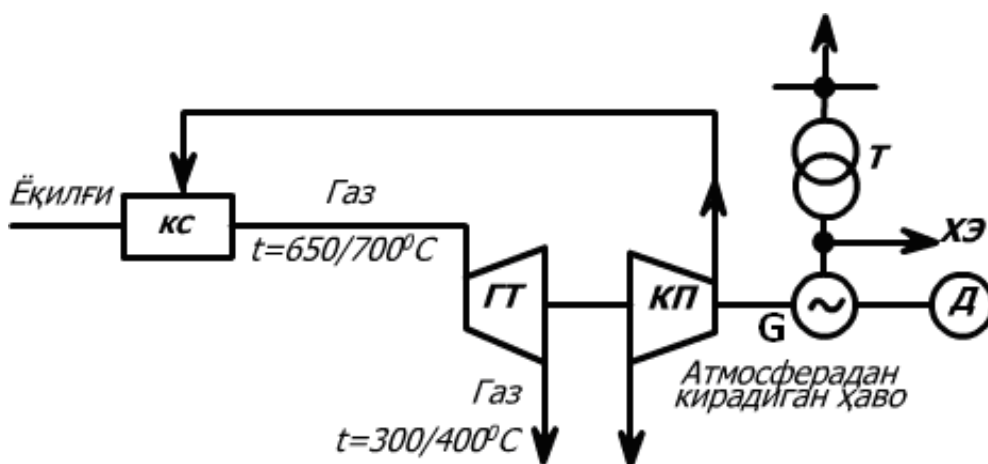
Газ турбинали электр станциялари

Ҳозирги газ турбинали электр станцияларининг асосини қуввати 25–100 мВт ли газ турбиналари ташкил этади. Газ турбинали электр станциялар блокининг соддалаштирилган принципиал схемаси 1.8–расмда келтирилган.

Ёниш камерасига ёқилғи (газ, дизель ёқилғиси) ташланади, шунингдек, у ерга компрессор орқали сиқилган ҳаво ҳайдалади. Қизиган ёниш маҳсулотлари ўз энергиясини газ турбинасига беради ва у компрессор ҳамда синхрон генераторни айлантиради.

Тизилма айлантериш двигатели (разгонный двигатель) ёрдамида ишга туширилади ва у 1–2 минут давом этади. Шу сабабли газ турбинали

қурилмалар юқори маневрликка эга бўлиб, энергетик тизимлардаги долзарб (пик) юкламаларни қоплаш учун ярайди.



1.8–расм. Газ турбинали электростанциянинг принципаал технологик схемаси:

КС –ёниш камераси; КП – компрессор; ГТ – газ турбина; Г – генератор;

Т – трансформатор; Д –ишга туширувчи электр двигателъ.

Газ турбинали электр станцияларининг умумий ФИК 30% атрофида бўлади.

Газ турбиналарининг тежамкорлигини ошириш учун буғ–газли тизимлар (БГУ) ишлаб чиқилган. Уларда ёқилғи буғ генераторининг ўтхонасида ёқилиб, ҳосил бўлган буғ эса буғ турбинасига йўналтирилади. Буғ генераторидан чиқаётган ёниш маҳсулотлари, тегишли ҳароратгача совитилгандан сўнг, газ турбинасига йўналтирилади. Шундай қилиб, БГУ иккита электр генераторларига эга бўлиб, улардан бирини газ турбинаси, иккинчисини турбинаси орқали айлантрилади. Бунда газ турбинасининг қуввати буғ турбинаси қувватининг 20% ини ташкил этади.

Бизнинг қитъада техник–иқтисодий кўрсаткичлари етарли миқдорда бўлган 200–250 мвт қувватли БГУ ишлаб чиқилган.

3.1. Умумий маълумотлар

Иссиқлик электр станциялари тўртта асосий белгисига: 1) бирламчи двигателъ турига; 2) қувватига; 3) буғнинг бошланғич параметрларига; 4)

қандай мақсадда ишлатилишига кўра классификацияланади. Бирламчи двигателнинг турига кўра электр станциялар қуйидагиларга бўлинади: а) буғ турбинали *электростанциялар*н – *буғ турбинали ТЭС*, улар мамлакатимиздаги ва чет эллардаги электр станцияларининг асосий туридир; б) газ турбинали электростанциялар – *газ турбинали ТЭС*; в) буғ–газ қурилмали электр станциялар – газ ва буғ турбиналардан биргаликда фойдаланиладиган *буғ–газ ТЭС*; г) *ички ёнув двигателли* электр станциялари; дизель ёнилғи жуда қиммат бўлганлигидан бундай электр станциялар кенг тарқалмаган. Ички ёнув двигателлари нефтли туманларда, табиий газ қазиб чиқариладиган туманларда ёки қаттиқ ёқилғи қонларидан узоқдаги туманларда жойлашган кичикроқ қувватли электр станцияларида ишлатилади.

Электр станциялари қувватига кўра қуйидагиларга бўлинади:

- а) агрегатлари 25 мВт гача бўлган *кitik чуеватли* электр станциялари;
- б) агрегатлари 50–100 мВт, ли *ўрта қувватли* электр станциялари;
- в) агрегатлари 150, 300, 800 мВтли катта қувватла электр станциялари.

Буғнинг бошланғич параметрларига кўра электр станциялари қуйидагиларга бўлинади:

- а) *паст босимли* – 30 бар гача;
- б) *ўрта босимли*– 30–50 бар;
- в) *юцори босимли*–90–170 бар;
- г) *критик босимидан катта босимли* – 245 бар.

Лекин, станцияларни қувватига ва параметрларига кўра классификациялаш ҳозирча шартлидир, чунки агрегатларнинг қуввати ва буғнинг параметрлари йилдан–йилга ортиб бормокда.

Электр станциялар вазифасига кўра қуйидагиларга бўлинади:

а). *теплофикацияон* электр станциялари, булар иссиқлик ва электр энергияси беради. Улар, одатда, саноат корхоналари яқинида ёки уларнинг территориясида, шаҳарлар ва ИЭМ дан иссиқлик оладиган аҳоли яшайдиган пунктлар яқинида қўрилади.

Иссиқлик энергияси узатиладиган масофани қисқартириш иссиқлик узатмалар кўришга кетадиган харажатларни ва иссиқликни истеъмолчиларга узатишдаги умумий исрофларни камайтиради. Иссиқлик нагрузкалар (истеъмолчи) кам бўлганда ИЭМ кўриш иқтисодий жihatдан ўзини оқламайди, чунки, нисбатан кам қувватларда теплофикацияон двигателлар ишлатиш капитал харажатларни ва эксплуатацион сарфларни ошириб юборади;

б). Конденсация иссиқлик электр станциялари – КЭС, булар фақат электр энергияси беради. Йирик саноат туманларида, одатда, шу туман яқинида жойлашган ИЭМ ишлаб чиқарадиган электр энергиясидан кўпроқ электр энергия истеъмол қилинади. Бу туманлар қўшимча электр энергиясини умумий энергетика системасидан олади.

Умумий энергосистемага электр энергияси берадиган асосий манбалар кучли КЭС лардир. Улар албатта ёқилғи қазиб чиқариладиган жойлар яқинига ва қуввати шунга мос келадиган сув манбаининг бевосита яқинига кўрилади.

Иссиқлик электр станциясидаги асосий технологик жараёнларни—станцияга ёқилғи келтиришдан тортиб то истеъмолчига электр ва иссиқлик энергияси беришгача бўлган барча асосий жараёнларни кўриб чиқамиз.

23.1–расмда ёқилғи сифатида кўмир кукуни ишлатиладиган буғ турбинали электр станциянинг типик технологик схемаси кўрсатилган.

Электр станцияга вагонларда келган ёқилғи тарозида тортилади ва чуқурлар 2 га тўкилади, сўнггра улардан транспортёрлар воситасида кўмир склади 3 га ёки аввал майдалаш қурилмаси 4 дан ўтиб, қозонхона бункерлари 7 га берилади. Бункерлар 7 дан майдаланган кўмир тегирмон 6 га берилади ва у ерда кукун (чанг)га айлантирилади. Тегирмоннинг иш камерасидан муаллақ ҳолдаги кўмир чангги зарралари аралашган ҳаво вентилятор 8 билан горелкалар орқали ўтхона камераси Р нинг радиацион қисмига йўналтирилади ва иккиламчи ҳаво билан аралашиб ёнида. Ёқилғининг тўлиқ

ёниши учун зарурий иккиламчи ҳаво камерага вентилятор 14 ёрдамида ҳаво қиздиргич 13 орқали берилади.

Юқори температурали ёниш маҳсулотлари ўз иссиқлигини дастлаб ўтхонанинг радиацион қисмида жойлашган экранланган трубалар*10 га беради; шундан кейин конвектив қисмига силжиб, иссиқлигини шу қисмда жойлашган исиш сиртларига—буғ қиздиргич, сув экономайзери (2) ва ҳаво қиздиргич (3) га беради.

Конвектив қисмидан ёниш маҳсулотлари кул тутиб қолиш қурилмалари 15 орқали ўтади ва тутун тортгич 16 лар билан тортилиб, тутун труба 17 орқали атмосферага чиқариб юборилади.

Қозон трубаларидаги сув ва буғ—сув аралашмаси ёниш маҳсулотларининг иссиқлигини олади ва дастлаб тўйинган, сўнгра эса ўта қизиган буғга айланади. Берилган параметрли буғ буғ қиздиргичдан буғ трубалари орқали турбина 21 га келади ва кенгайиб иш бажаради. Турбинада ўсил килинган механикавий энергия турбина валидан электрогенератор 22 валига узатилади ва электр энергиясига айлантирилади.

Генераторда олинган электр энергияси икки қўналишда тарқатилади; унинг биринчи асосий қисми кучли подстанцияга келади ва асосий тақсимлаш қурилмаси 26 орқали тармокка, ташқи истеъмолчиларга кетади, электр энергиясининг иккиламчи, кичикрок қисми станциянинг хусусий эҳтиёжларини қондириш учун маҳаллий тақсимлаш қурилмасига йўналтирилади. Истеъмолчиларни иссиқлик билан таъминлаш учун турбинадан олинган буғдан фойдаланилади. Унинг бир қисми истеъмолчига босим остидаги буғ ҳолида юборилади, бошқа I қисми эса иссиқ алмаштиргич 24 га жунатилади, бу ерда буғ уз иссиқлигини сувга беради ва конденсатланади. Конденсаторни совитувчи сув буғнинг конденсатланиши ҳисобига исиб, суяқ иссиқлик ташувчи тарзида истеъмолчига юборилади, конденсатдан эса қозонларни таъминлаш суви сифатида фойдаланилади*.

Ишлаб бўлган тўйинган нам буғ турбинадан конденсатор 30 га йўналтирилади. Конденсаторларни совитадиган сув канал 29 дан насослар 28 ёрдамида берилади. Конденсатордан конденсат насослар 81 ёрдамида паст босимли иситкичлар 20 орқали деаэратор 18 га берилади. Деаэраторда конденсатда эриган ҳаво ажралади, яони конденсат газсизланади. Сўнгра у дастлаб юқори босимли иситкичлар 19 ва сув экономайзери 12 орқали утиб, насослар 82 ёрдамида таъминлаш суви сифатида қозон барабанларига берилади.

Конденсат ва буғнинг исроф бўлиб камигани кимёвий тозаланган сув билан узлуксиз тулдириб турилиши керак. Сув тозалаш аппаратлари 25 га сув насослар 27 ёрдамида берилади, сўнгра деаэраторларда газсизлантирилади ва таъминлаш суви сифатида қозон барабанларига йўналтирилади. Утхона камерасидаги шлак ва култуткичда тупланган кул гидравлик— транспорт воситасида аввал хайдаш қурилмаси 5 . га, сўнгра ардармага узатиб берилади.

Ускуналарни монтаж ва таъмир қилиш учун машина залида ва қозонхонада электр қўприк кранлар 23 урнатилган.

3.2. Асосий ускуналарнинг таҳлили

Ускуналарнинг тайёрловчи заводларнинг каталог ва справочникларида бериладиган айрим турларига тегишли рақамий маълумотлар ускунанинг характеристикаси дейилади. Булар ускуна эгаллайдиган юзанинг катталиги, ускунанинг габаритлари, оғирлиги, қуввати, унумдорлиги, бир минутдаги айланишлар сони, ишлатиладиган ёқилғи тури ва унинг умумий ҳамда солиштирма сарфи, буғ турбиналари учун буғнинг босими ва температураси; қозон агрегатлари учун эса буғ унумдорлиги, ёқилғи ва сувнинг сарфидан иборат.

3.2.1. Электр станциясининг принцинал иссиқлик схемаси

Электр станциясининг иссиқлик ускуналари, аппаратлари ва турли хил иссиқлик қурилмаларининг буғ, сув ҳамда конденсат трубопроводлари билан

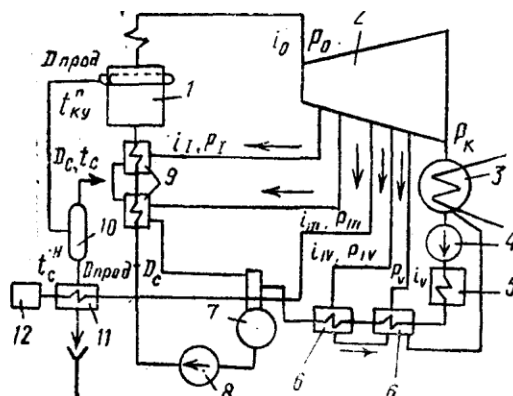
биргаликда график усулда тасвирланиши унинг принципал иссиқлик схемаси дейилади.

Иссиқлик схемаси ТЭС лардаги турли хил ишлаб чиқариш жараёнларини ташкил этншни аниқлайди. У иссиқлик ва электр энергияси ишлаб чиқариш жараёнлари амалга ошириладиган асосий ва ёрдамчи иссиқлик куч агрегатларининг узаро алоқадорлигини белгилаб беради.

Принципал иссиқлик схемасига бошланьич маълумотларнинг ҳаммаси ҳам киритилавермайди, балки иссиқлик ва электр энергияси ишлаб чиқариш жараёнларини кискача ва етарли даражада аниқ тасвирлаб берадиган ҳамда иссиқлик схемасининг ҳисоб—китобини анализ қилиш ва баҳолаш учун етарли бўлган маълумотларгина киритилади.

Бир типдаги агрегатлар уларнинг станциядаги хакикий сонидан катъи назар, принципал иссиқлик схемасида фақат биттадан кўрсатилади (битта турбина, битта насос ва хоказо).

Айрим элементлар схемада муайян система бўйича жойлаштирилади (23.2— расм). Масалан, юқориги чап буғчакда қозон, ўнг буғчакда турбина тасвирланади. Бошқа элементлар соат стрелкасининг ҳаракат цўналиши бўйича, турбинадан ўнгга қарМвайиш жисмининг йули бўйича пастга қараб жойлаштириб чикилади. Бунда унинг параметрлари дастлаб камаяди, қозонга яқинлашган сари яна ортиб боради.



23.2— расмда $K = 100-50$ буғ турбинали электр станциясининг принципал иссиқлик схемаси кўрсатилган. Қозон дан параметрлари p_u , t_o

бўлган буғ турбинаси 2 га угади, турбинанинг беш жойидан буғ олинади. I ва II жойлардан олинган, паракегрлари $1\backslash$, $p\backslash$ ва (ц,

23.2–расм. $K = 100 = 50$ турбинали электрстап– /" бўлган буғ Юқори циянинг принципал иссиқлик схемаси босимли иситкичла) 9 га ўтади, уларда қозонга юбориладиган таъминлаш суви нситилади. Буғ иссиқлигини таъминлаш сувига бериб, конденсатга айланади. Конденсат деаэратор 7 га юборилади, буерда у газсизланади ва таъминлаш насоси 8 воситасида иситкичлар 9 орқали қозонга берилади

Энталпияси $h_{п\backslash}$ ва босими $p_{п\backslash}$ бўлган III жойдан олинган буғ сепаратор 10 билан тўташтирилган иссиқ алмаштиргич 11 га юборилади. Сепараторга қозондан $p_{о} > p_{п\backslash}$ босимли тозалаш суви киради. Сув анча паст босимли сохага киргандан кейин қайнайди ва унинг бир қисми буғ тарзида буғ қиздиргич 5 га узатилади. Сепараторда қолган температураси анча юқори бўлган сув кимёвий тозалаш аппаратлари 12 қўшимча сувни иситиш учун фойдаланилади. Тозалаш суви уз иссиқлигини бериб, техникавий канализацияга тушади.

IV ва V жойлардан олинган буғ паст босимли' иситкичлар б ва 5 га юборилади. Буғнинг қолган қисми турбинада тўлиқ ишлаб булгач, конденсатор 8 га утиб конденсатга айланади. Олинган конденсат насос 4 ёрдамида иссиқ алмаштиргичлар 5 ва 6 орқали деаэратор 7 га, сўнгра насос 8 билан иситкичлар 9 орқали қозонга хайдалади.

3.3. Иссиқлик электр станциясини компоновкаси

Компоновка сўзи муайян мақсадга мўлжаллаб алоҳида қисмлардан (комплектлардан) бир бутун нарсга тузиш деган маънони билдиради.

Электр станциянинг жойлашиш урнини танлаш. Электр станциянинг жойлашиш урнини тугри танлаш муракк–аб техникавий–иктисодий масаладир. Бу масалани хал қилишда қуйидаги шартларга риоя қилиш керак.

1. Электр энергияси ва иссиқлик истеъмолчилари яқин бўлиши лозим. ҳозирги вақтда цайнок сув 35 км гача, буғ эса 10 км гача масофага*

берилмоқда. Электр энергияси узоқ масофаларга (1000 км дан узоқроққа) узатиб берилади, лекин иқтисодий мулохазаларга кўра масофаларни иложи борица қисқартириш мақсадга мувофиқдир.

2. Ёқилғи базаси яқин бўлиши ёки электр станцияси кўриш учун танланган жойга ёқилғи ташиб келтирилиши қулай бўлиши зарур.

3. Сув манбаи яқин бўлиши керак. Электр станциясидан сув манбаигача бўлган масофа минимал бўлиши лозим, чунки конденсацион турбиналар учун ҳам, теплофикацион турбиналар учун ҳам сув жуда-кўп сарфланади ва уни узоқ масофаларга узатиб бериш учун кўп электр энергияси сарфлаш зарур бўлади.

4. *Майдончанинг ўлчамлари.* Катта қувватли туман электр станцияси кўриш учун зарурий участка майдони 0,03–0,06 га/Мвт бўлиши лозим.

Танланган майдончада электр станцияни ташкил этувчи барча бино ва иншоотлар жойлаштирилади. Уларни шундай жойлаштириш керакки, улардан фойдаланишда нормал шартшароитлар яратилган булсин. Электр станциянинг барча бино ва иншоотларига кўриладиган автомобиль йўллари, асосий иншоотларга келтириладиган кенг изли темир йўллар эса шу майдонча ичига сирдирилади.

Электр станциядаги бино ва иншоотларнинг таркиби ҳар бир конкрет ҳолда унинг характериға қараб аниқланади. Электр станция территориясида асосий бино ва хоналарнинг жойлашувини умумий тарзда кўриб чиқамиз.

Асосий корпус. Электр станцияларининг барча асосий ва ёрдамчи ускуналари асосий корпусга жойлаштирилади. У келажакда янада кенгайтириш мўлжали билан кўрилади. Келажакда кенгайтирилиши ҳисобга олинган ҳолда асосий корпуснинг икки чеккаси икки хил бўлади: биринчиси доимий бўлиб корпус бу томондан кенгайтирилмайди; иккинчиси муваккат бўлиб, станция кенгайганда ўзгаради. Асосий корпуснинг муваккат чеккаси олдидаги майдонча буш қолдирилади.

Асосий корпус атрофига қолган барча бино ва иншоотлар жойлаштирилади. Майдончада асосий бино урнини танлашда совитувчи сув

коммуникациялари, теплофикация тармоклари, электр уаатиш линияларидан тортилган симлар, кулни чиқариб ташлаш қувурлари ва бошқаларнинг узунлиги минимал бўлиши лозимлигини ҳисобга олиш керак.

Хизмат корпуси. Бу ерда электр станция бошқармаси, лабораториялар, навбатчи шахслар ва бошқалар жойлаштирилади.

Асосий бошқариш ичители ва асосий тақсимлаш қурилмаси. Кичик қувватли иссиқлик электр станцияларида бошқариш ичители ва тақсимлаш қурилмалари асосий бинонинг ичига, ўрта ва катта қувватли станцияларда эса алоҳида махсус биноларга жойлаштирилади. Бунда махсус бинолар асосий бинога усти ёпик йулақлар билан туташтирилади.

Ёқилғи хўжалиги. Ёқилғи билан иш олиб бориладиган барча бино ва иншоотлар, одатда, омборлар томонга ва ёқилғига ишлов бериш технологик жараёни бўйича ёқилғи келтирилиш йўллари томонга жойлаштирилади. Масалан, ёқилғини майдалаш корпуси ёқилғини тушириш қурилмаси билан асосий корпуснинг қозонхона томони орасига қўрилади.

Сув хўжалиги. Градирнялар, пуркаш ховузлари, циркуляцион сув қувурлари ва бошқа иншоотларни машина зали "Томонга қўриш тавсия этгглади.

Сувни кимёвий тозалаш қурилмаси. Кичик қувватли станцияларда сувни кимёвий усулда тозалаш қурилмаси асосий бинода бўлади. Катта қувватли станцияларда махсус бинога ўрнатилади.

Электр станциянинг иссиқлик–қуч қисмига тегишли бино ва иншоотлардан ташқари, электр қисмига ҳамда бошқа хизматларга тегишли бино ва иншоотлар ҳам бўлади. Уларга масалан, оширувчи электр станцияси, хусусий эҳтиёжларга мўлжалланган тақсимлаш қурилмаси, материаллар омбори, гараж–таъмир устахоналари, маиший бинолар ва бошқалар киради.

3.4. Электр станцияси асосий корпусининг компоновкаси

Электр станция асосий корпусидаги биноларнинг ва улар ичидаги ускуналарнинг бир–бирига нисбатан жойлашуви корпуснинг компоновкаси дейилади.

Электр станциядаги барча иншоотларнинг нархи, уларнинг ишончлилиги ва тежамли ишлаши электр станция асосий корпусининг тугри компоновка килинганига кўп жиҳатдан борлиқдир.

Электр станциянинг асосий корпусини компоновка қилишда баъзи асосий шартларга риоя қилиниши керак:

1. Асосий ва ёрдамчи ускуналар технологик жараён изчиллигига мувофиқ ҳолда жойлаштирилиши лозим. Бунда ускуналар орасидаги коммуникациялар узунлигини иложи борида қисқартириш зарур.

2. Кўтариш–ташиш қурилмалари ва механизмлар, шунингдек, жорий ва капитал таъмирларни иложи борида тез ва сифатли ўтказиш учун монтаж–таъмир жойлари ҳамда майдончалар бўлишини назарда тутиш керак.

3. Қўрилишга кетадиган харажатлар минимал бўлиши лозим. Асосий корпуснинг компоновкасини характерловчи муҳим кўрсаткичлар–белгиланган электр ва буғ қувватларига ҳисобланган алоҳида бино ва хоналарнинг юзаси ҳамда куба турасидан иборатдир. Қаттиқ ёқилғида ишлайдиган ҳозирги замон қувватли ИЭМ ларида асосий корпуснинг солиштирма кубатураси $0,5\text{--}0,55\text{ м}^3/\text{квт}$ ни ташкил этади.

Асосий корпусдаги майдонча ва ҳажмларни кичрайтиришнинг энг мақбул усули электр станцияларининг очик ва ярим ёпик компоновкасини кулладан иборат. Электр станциялар ёпик, ярим ёпик ва очик қилиб қўрилади.

Барча асосий ва ёрдамчи қурилмалар асосий корпусга, яъни усти ёпик хонага жойлаштирилган станциялар *ёпў станциялар* дейилади.

Қозон қурилмалари, турбиналар, деаэраторлар, тутун йўллари, вентиляторлар, култуткичлар, чанг циклонлари, сепараторлар ва бошқа ёрдамчи ускуналар асосий корпусдан ташқарида, очик заводида жойлаштирилган станциялар *очик станциялар* дейилади.

Турбиналар асосий корпусга, қозон агрегатлари билан ёрдамчи ускуналар эса ташқарига бостирмага жойлаштирилган станциялар *ярим ёпик станциялар* дейилади. Шунинг айтиб ўтиш керакки, об–ҳаво шароитлари яхши

бўлган жойларда ёки *очик* заводда тўхтовсиз ишлашга мослашган махсус ускуналар қўлланилгандагина очик ва ярим *ёпиқ* компоновкага рухсат этилади.

4. Электр станциялар кўриш ва улардан фойдаланишга доир мавжуд норма ва коидаларга (кўрилиш майдончасини сув босмаслиги, ер ости сувларининг қанчалик юзадалиги, тупроқнинг мустаҳкамлиги), шунингдек, хавфсизлик техникаси ва ёнғинга қарши нормаларга риоя қилиниши зарур.

5. Қозонхонага ёқилғи келтириш, машина залига совитувчи сув келтириш ва чиқариб юбориш йўллари, шунингдек, асосий корпусдан электр ва иссиқлик энергиясини олиб кетиш, тутун газлари, шлак ва кулни чиқариб юбориш қулай бўлиши керак.

Асосий бино компоновкасини тузиш кўпгина омилларга: электр станциянинг типига, асосий агрегатларнинг бирлик қуввати ва конструкциясига, ёқилғи турига ва электр станциясининг энергосистема билан алоқадорлик характериға боғлиқ бўлади. Ҳозирги вақтда асосий бино компоновкаси — қуйидаги ҳолатлар билан характерланади: а) бош корпуснинг асосий хоналари — машина зали, қозонхона, бункер ва деаэратор этажеркаси бир—бирига параллел жойлаштирилади;

б) бош корпусда энг катта хажмни (60% гача) қозонхона билан бункер этажеркаси эгаллайди, машина залининг хонаси корпус умумий хажмининг 15–20% ини ташкил этади. Агар қозонхонада шар тегирмонлар булса, у ҳолда деаэратор этажеркаси қозонхона билан машина зали орасида, бункер этажеркаси эса қозонхонанинг иккинчи томонида жойлашади. Агар қозонхонада шахта типигаги тегирмонлар булса, бункер ва деаэратор этажеркаси ёнма—ён бўлади ва қозонхона билан машина зали орасига жойлашади: бунда бункер этажеркаси қозонхона ёнида, деаэратор этажеркаси эса машина зали ёнида бўлади,

в) қуввати 25 МВт ли ЦТ–25 типигаги ишига турбогенераторли ва буғ унумдорлиги 170 т/соат ли уч қозонли станция; б) Қуввати 50 МВт ли РК–50 типигаги тўртта трубогенераторли ва буғ унумдорлиги 230 т/соатли беш

қозонли станция

Суюқ ва газ ёқилғида ишлайдиган электр станцияларнинг асосий биноларида бункер этажеркаси ва қозонхона билан машина зали орасида девор бўлмайди.

Қозонхонада қозонлар хонанинг ўқиға перпендикуляр қилиб машина залиға қаратиб бир қатор ўрнатилади. Турбогенераторлар, турбо ҳаво йўллари ва компрессорлар машина залининг ўқи бўйлаб ёки ўнға кўндаланг жойлаштирилади.

Асосий корпуснинг барча хоналари ер сатҳидан баланд қилиб кўрилади. Кулдан тозалаш ускуналари ва тутун тортиш қурилмалари ташқарига кўрилади.

23.5–расмда шар тегирмонлар билан жиҳозланган қозонли Электр станциянинг типовой схемаси келтирилган.

а) қуввати 25 *Мвт* ли ВТ–25 типидаги иккита турбогенераторли ва буғ унумдорлиги 170 *т/соат*ли уч қозонли станция;

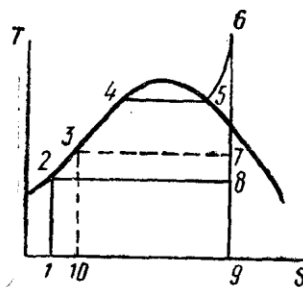
б) қуввати 50 *Мвт* ли ВК–50 типидаги тўртта турбогенераторли ва буғ унумдорлиги 230 *т/соат*ли беш қозонли станция.

3.5. Конденсацион ва иссиқлик электр станцияларининг иссиқлик тежамлилиги ва энергетик кўрсаткичлари

КЭС ва ИЭМ ларнинг иссиқлик тежамлилигини баҳолаш учун конденсацион ва теплофикацион турбиналарда фойдаланиладиган иссиқлик миқдорини T_3 – диаграмма (23.6–расм) ёрдамида кўриб чиқамиз.

Конденсацион турбина парраклари (канотлари)да буғ конденсатордаги босимгача, 0,03–0,05 *бар* гача кенгаяди. Бунда иссиқликнинг фақат бир қисмигина 245682 юза (23.6–расм) билан улчанадиган механикавий ишға айланади. Ишлаб бўлган буғдаги долган иссиқлик сон жиҳатдан 12891 юзага тенг бўлиб, у конденсаторни совитувчи сувға берилади. Конденсаторни совитувчи сув ишлаб бўлган буғнинг иссиқлиги билан бирға оковаға тушириб юборилади

Теплофикацион турбинанинг парракларида буғ атмосфера босимидан юқори босимда кенгайишдан тўхтайди. Шунинг учун механикавий ишга ланган иссиқлик сон жиҳатдан 345673 юзага тенг: бу юза 245682 юзадан кичик, ишлаб бўлган буғнинг (буғ олиш жойлардан ва босимни пасайтириш мақсадида олинган) иссиқлиги эса 10 379 10 юзага тенг: у 12891 юзадан катта. Теплофикацион турбинада ишлаб бўлган буғнинг барча иссиқлиги (10 379 10 юза) ташқи истеъмолчига юборилади.



23.6–расм. Уз–диаграмма Электр станцияларининг иссиқлик тежамлилиги ва энергетик кўрсаткичлари ҳақидаги масалага доир

Айтилганлардан кўриниб турибдики, теплофикацион турбинада электр энергияси ишлаб чиқаришга конденсацион турбинадагига (245682 юза) қараганда кам иссиқлик (345673 юза) сарфланади. Пекин теплофикацион турбинада ишлаб бўлган буғнинг иссиқлиги (10 379 10 юза) конденсацион турбинадаи каби (12891 юза) оковага ташлаб юборилмайди, балки исрофларсиз* тўлиқ ҳолда ташқи истеъмолчиларга юбо–рилади. Шундай қилиб, ИЭМ ва КЭС ларнинг иссиқлик тежамлилиги–муайян мққдор электр энергияси ва иссиқликни алоҳида қурилмаларда (КЭС+қозонхона) олингандагига қараганда комбинациялашган усулда ишлаб чиқаришда (ИЭМ) тежалган ёқилғи миқдори билан аниқланади. Лекин, электр станцияси кўриладиган туманда каттагина иссиқлик истеъмолчилари булмаса, иқтисодий тежамлилиги кам бўлишига карамай барябир КЭС кўрилади ва ушбу тумандаги истеъмолчиларни иссиқлик билан таъминлаш учун алоҳида қозонхона кўрилади. Бунда ёқилғининг умумий сарфи ва капитал кўрилишга кетадиган ҳаражатлар ИЭМ кўришдагига Караганда анча кагта бўлади. Лекин, юқорида айтиб ўтилганидек, йирик иссиқлик электр станциялари

ёқилғи қазиб чиқариладиган жойларга ва қуввати жихатдан мое келадиган сув манбаларига бевосита яқин қилиб кўрилади.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. И.А.Каримов «Наша главная задача дальнейшее развитие страны и повышение благосостояния народа». Ташкент-«Узбекистан», 2010.
2. И.А.Каримов «Модернизация страны и построение сильного гражданского общества- наш главный приоритет». Ташкент-«Узбекистан»,2010.
3. Электрические системы. Режимы работы электрических систем и сетей. Под ред. В.А.Веникова.-М.: Высшая школа, 1975.-344с.
4. И.А.Каримов. “Буюк ва муқаддасан, мустақил ватан”, “О‘QITUVCHI”, нашриёт–матбаа ижодий уйи, Тошкент, 2011 йил.
5. И.А.Каримов. “Ўзбекистон мустақиликка эришиш оstonасида”, “О‘QITUVCHI”, нашриёт–матбаа ижодий уйи, Тошкент, 2012 йил.
6. И.А.Каримов "Узбекистан – устремлений в XXI век". Тошкент, "Узбекистан" 1999.
7. Рожкова Л.Д, Козулин В.С. "Электростанция ва подстанцияларнинг асбоб–ускуналари". Тошкент, "Фан", 1987 й, 619 б.
8. Рожкова Л.Д, Козулин В.С. "Электрооборудования станций и подстанций". М.: Электроатомиздат, 1991.
9. Неклепаев Б.Н. "Электрическая часть станций и подстанций", М.: 1991
- 10.Справочник по электрическим устройствам высокого напряжения, М.: 1998.
- 11.Правила эксплуатации электроустановок потребителей. С. Петербург, "ДЕАН", 2000.
- 12.И.А.Каримов «Баркамол авлод – Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори» Тошкент «Ўзбекистон» 1998 й.
- 13.И.А.Каримов “Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, o‘zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo‘llari va choralari”. Toshkent, 2009 yil.

14. Ўзбекистон республикаси президенти И.А.Каримовнинг «Мамлакатимизни модернизация қилиш ва кучли фуқаролик жамияти барпо этиш – устувор мақсадимиздир» номли маърузаси Тошкент «Халқ сўзи» 2010 й 29 январ
15. Ўзбекистон республикаси президенти И.А.Каримовнинг «Мамлакатимизни модернизация қилиш ва кучли фуқаролик жамияти барпо этиш – устувор мақсадимиздир» ҳамда «Асосий вазифамиз-Ватанимиз тараққиёти ва халқимиз фаровонлигини янада юксалтиришдир» Ўқув-услубий мажмуа. Тошкент. 2010 340 бет
16. В. Б. АТАБЕКОВ, Электр тармоқлари ва куч электр қурилмаларини монтаж қилиш. Т., (таржимон: У. Ибрагимов), "Ўқитувчи", 1995–186.
17. В. Б. АТАБЕКОВ, М. С. ЖИВОВ, Ёритиш электр қурилмалари монтажи, Т., "Ўқитувчи", 1985–248.
18. Г. Е. ПОЛЯКОВ, Электр станциялари, подстанциялари ва электр узатиш линияларининг тузилиши (таржимонлар: А. Паттохов, М.Усмонов), Т., "Ўқитувчи", 1968–335.
19. Л. Д. РОЖКОВА, В. З. КОЗУЛИН, Станция ва подстанцияларнинг электр асбоб–ускуналари (таржимон: К. Неъматжонов), Т., "Ўқитувчи", 1986–592.
20. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций.–М.:Энергия, 1986–552.
21. Боровиков В.А., Косарев В.К., Ходот Г.А. Электрические сети энергетических систем. –М.:Энергия, 1986–432.
22. Воронина А.А., Шибенко Н.Ф. Электр қурилмаларда ишлашда хавфсизлик техникаси (таржимон: Э. Иноғомов), Т., "Ўқитувчи", 1983–232.
23. Федоров А.А., Каменова В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий –М.:Энергия, 1984–432.
24. Мукосеев Ю.Л. Электроснабжения промышленных предприятий–М.:Энергия, 1973–432.

25. Камолов С.К., Жобборов Т.К. Саноат корхоналарининг электр таъминоти. Фарғона, "Фарғона нашриёти", 2002—136
26. Крупович В.И. и другие. Проектирование промышленных электрических сетей. М. Энергия, 1979.
27. Князевский Б.А., Липкин Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий М.: Энергия, 1986.
28. Правила Устройств Электротехнических установок (ПУЭ). М.: Энергоатомиздат, 1987.
29. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети /Под ред. А.А.Федорова и Г.В.Сербиновского, М., Энергия, 1980.
30. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Электрооборудование и автоматизация /Под ред. А.А.Федорова и Г.В.Сербиновского М. Энергоиздат, 1981.
31. Электротехнический справочник: 2-том. Под обьей ред. проф. МЭИ. М. Энергоатомиздат, 1980.
32. Электротехнический справочник: 3 том. Под обьей ред. проф. МЭИ. М. Энергоатомиздат, 1981.
33. Балашов Е.П., Пузанков Д.В. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. —М.: Радио и связь. 1981. —326 с.
34. Брябин В.М. "Програмное обеспечение персональных ЭВМ".
35. Вальвачев Ф.Н., Крисевич В.С. "Программирование на языке ПАСКАЛЬ для персональных ЭВМ".
36. <http://www.prom.lru/> Трансформаторное оборудование.
37. <http://www.news.elteh.ru/> Forum / «Новости Электротехники».
38. Шабат М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. — Л: Энергоатомиздат 1991 г.
39. Energy management and auditing. Aguide to energiy management. European comission 1994 GOPA Written by Dipl Ing. Jurgen Leuchter.

40. Energy technology. The next steps. The demonstration component of the Joule –Thermie Programme. ETSU-ES ECAE. Brussels, 1997
41. [Автоматика электрических станций, и электроэнергетических систем](#) Овчаренко Н.И. Издательство НЦ ЭНАС, 2003-01-01, Книга в переплете, 504 стр., ISBN код 5-93196-020-1
42. [Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов.](#) Быстрицкий Г.Ф. Издательство Академия, 2003-07-10, Книга в переплете, 176 стр., ISBN код 5-7695-1143-5
43. [Монтаж, эксплуатация и таъмир электроустановок](#) Куценко Г.Ф. Издательство Дизайн Про, 2003-05-15, Книга в переплете, 271 стр., ISBN код 985-452-072-2.