

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

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

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

## **ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКА**

**йўналиши**

**“ЭНЕРГЕТИКА ВА ЭНЕРГИЯ  
САМАРАДОРЛИК МУАММОЛАРИ”**

**модули бўйича**

**Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А**

**ТОШКЕНТ - 2018**

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

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

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

**ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКА**

**йўналиши**

**“ЭНЕРГЕТИКА ВА ЭНЕРГИЯ  
САМАРАДОРЛИК МУАММОЛАРИ”**

**модули бўйича**

**Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А**

**Тузувчи: проф. Гайибов Т.Ш.**

**Тошкент - 2018**

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 201\_\_ йил “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_даги \_\_\_\_\_ - сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

**Тузувчи:** ТДТУ, “Электр станциялари, тармоқлари ва тизимлари” кафедраси мудири, т.ф.д., проф. Т.Ш Гайибов,

**Такризчи:** ТДТУ, т.ф.д., профессор Н.Пирматов

Ўқув -услугий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 201\_\_ йил \_\_\_\_\_даги \_\_\_\_\_- сонли қарори билан фойдаланишга тавсия қилинган.

## МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР.....	5
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА Фойдаланиладиган ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	11
III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАРИ .....	56
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ .....	81
V. КЕЙСЛАР БАНКИ .....	103
VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ.....	99
VII. ГЛОССАРИЙ (GLOSSARY) .....	101
VIII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ .....	103

# І. ИШЧИ ДАСТУР

## Кириш

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

Ушбу дастурда энергетика тараққиётининг замонавий ҳолати, энергетик ишлаб чиқаришнинг экологик муаммолари ва уларни ҳал этиш йўллари, интеллектуал электр тизимлари, энергияни аккумуляциялаш муаммолари, бирлашган энергетика тизимлари, электр энергиясини узатиш, тақсимлаш ва истеъмол қилиш жараёнида энергетик самарадорликни ошириш усулларини ўрганиш бўйича муаммолар баён этилган.

## Модулнинг мақсади ва вазифалари

Жаҳон ва Ўзбекистон Республикаси миқёсида энергетиканинг замонавий ҳолати; энергия ресурслари ва энергияни ишлаб чиқариш, узтиш, ўзгартириш, тақсимлаш ва истеъмол қилишда самарадорликни ошириш муаммолари ва уларни ҳал этиш йўллари; энергетика экология муаммолари ва уларни ҳал этиш йўллари; интеллектуал электр энергетика тизимларини шакллантириш ва улардан фойдаланиш; электр энергиясини қайта тикланувчан ва алтернатив энергия манъбаридан фойдаланиб ишлаб чиқаришнинг замонавий ҳолати ва истикболлари билим, кўникма ва малакани шакллантиришдир.

## Модулнинг вазифалари:

- энергетика тараққиётининг замонавий ҳолати ва муаммоларини ўрганиш;
- энергетик ишлаб чиқаришнинг экологик муаммолари ва уларни ҳал этиш йўлларини ўрганиш;
- интеллектуал электр тизимлари, уларни ташкил этиш ва уларнинг самарадорлигини ўршаниш;
- энергияни аккумуляциялаш муаммолари ва уларни ҳал этишнинг йўллари ҳақида билимларни шакллантириш;
- бирлашган энергетика тизимларини шакллантириш, уларнинг аҳамияти ва ишлатиш бўйича билимларни ҳосил қилиш;
- электр энергиясини узатиш, тақсимлаш ва истеъмол қилиш жараёнида энергетик самарадорликни ошириш усулларини ўрганишдан иборат.

## **Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар**

“Энергетика ва энергия самарадорлик муаммолари” курсини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

### ***Тингловчи:***

- Жаҳон ва Ўзбекистон Республикаси миқёсида энергетиканинг бугунги кунги ҳолати ва муаммолари;
- энергетик самарадорликни таъминлашнинг замонавий ҳолати ва уни оширишнинг йўллари;
- интеллектуал электр тизимлари, уларни ташкил этиш ва уларнинг аҳамияти;
- электр энергияни аккумуляциялашнинг муаммолари ва уларни ҳал этиш йўллари;
- бирлашган энергетика тизимларини ташкил этишнинг аҳамияти;
- электр энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнида энергетик самарадорликни ошириш усуллари ҳақида **билимларга эга бўлиши;**

### ***Тингловчи:***

- энергетика объектларининг самарадорлигини ва уларни атроф-муҳитга таъсири даражасини аниқлаш;
- интеллектуал электр тизимларининг самарадорлигини аниқлаш;
- бирлашган энергетика тизимларининг режимларини оптимал режалаштириш;
- электр тармоқларида исрофларни ҳисоблаш ва камайтириш **кўникма ва малакаларини эгаллаши;**

### ***Тингловчи:***

- эгаллаган билим ва кўникмаларга асосланган ҳолда энергетика ва энергия самарадорлигини муаммоларини ҳал этиш;
- интеллектуал электр тизимларини ташкил этиш ва уларни ишлатиш;
- энергияни аккумуляциялашнинг самарали усуллари танлаш;
- энергетика тизимларнинг самарали иш ҳолатларини режалаштириш ва таъминлаш;
- электр энергияси узатиш ва тақсимлаш жараёнида юқори самарадорликни таъминаш **компетенцияларни эгаллаши лозим.**

## **Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар**

“Энергетика ва энергия самарадорлик муаммолари” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

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

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

## **Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги**

“Энергетика ва энергия самарадорлик муаммолари” модули ўқув режанинг махсус фанлар блокадаги “Энергияни ишлаб чиқариш ва тақсимлашнинг замонавий технологиялари” ва “Янги энергия тежамкор технологиялар ва усуллар” фанлари билан узвий боғлиқдир. Шу билан бир қаторда модулни ўзлаштиришда ўқув режанинг бошқа блоклари фанлари билан муайян боғлиқлик мавжуддир.

## **Модулнинг олий таълимдаги ўрни**

Ўзбекистон Республикасининг энергетика тизимини замонавий юқори даражадаги самарадорликка эга бўлган жиҳозлар ва қурилмалар ҳисобига ривожлантириш, энергия

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

### Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат					Мустақил таълим
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси				
			жами	Назарий	Амалий машғулот		
1.	Жаҳон энергетикасининг тараққиёти ва замонавий муаммолари.	8	6	2	2	2	2
2.	Ўзбекистон Республикаси энергетикасининг тараққиёти ва замонавий муаммолари	4	4	2	2		
2.	Интеллектуал электр тизимлари ва уларнинг аҳамияти	12	10	2	4	2	2
4.	Энергияни аккумуляциялаш ва унинг аҳамияти.	2	2	2			
5.	Электр энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнида энергетик самарадорликни ошириш	8	8	2	6		
	Жами:	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

#### 1-мавзу: Энергетика тараққиётининг замонавий ҳолати ва муаммолари

Энергия ва энергия ресурси тушунчалари. Жаҳон Энергия ресурсларининг захиралари ва улардан фойдаланиш истиқболлари. Электр энергиясини турли анъанавий ва ноанъанавий электр станциялари ва қурилмаларида ишлаб чиқариш. Электр энергетикаси тараққиётининг истиқболлари.

Энергетик самарадорлик тушунчаси. Энергия ресурсларини олиш ва улардан фойдаланиш, электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлашда энергетик самарадорликни ошириш.

Энергетика ва экология муаммолари. Уларнинг ўзаро боғлиқлиги. Экология муаммоларини ҳал этишнинг йўллари.

#### 2-мавзу: Ўзбекистон Республикаси энергетикасининг тараққиёти ва замонавий муаммолари

Ўзбекистон Республикаси энергетикасининг тараққиёти ва замонавий ҳолати. Ўзбекистон Республикасида энергия ресурсларидан фойдаланиш масштаби.

Ўзбекистон Республикасида электр энергиясини ишлаб чиқариш масштаби.

Ўзбекистон Республикасида энергетика тараққийтининг замонавий муаммолари.  
Ўзбекистон Республикаси энергетикаси тараққийтининг асосий йўналишлари.  
Ўзбекистон Республикасини ривожлантириш бўйича бажарилаётган ва режалаштирилиётган асосий лойиҳалар.

### **3-мавзу: Интеллектуал электр тизимлари ва уларнинг аҳамияти**

Интеллектуал электр тизимларнинг вужудга келиш сабаби ва муаммо тарихи. Интеллектуал электр тизимларининг асосий тушунчалари. Электр энергетик тармоқларини бошқариш учун интеллектуал тизимлари олдида куйилайдиган масалалар. Интеллектуал электр тизимларнинг келажаги.

Электр энергия назоратининг автоматлаштирилган тизими (ЭНАТ) тушунчаси. Погоналари. Электр энергия ресурслари истеъмолини ҳисобга олишнинг автоматлаштирилган тизимларини жорий этиш. ЭНАТнинг техник ва тижорат асосидаги ҳисоблари. Техник асосида ҳисобга олиш тизимида электр энергия истеъмолини ҳисобга олиш.

Ҳисоблагичлар маълумотларини йиғиш канали. Туғри алоқа каналлари. Ҳисоблагичларнинг бирламчи ахборотлари. Маълумотларни йиғиш ва унга ишлов бериш орқали ҳисоблагичларда автоматик сўров утказилиши билан ЭНАТни ташкил этиш имкониятлари. Оптик порт орқали ҳисоблагичларда сўров утказилиши билан ЭНАТни ташкил этиш. Интерфейс узгартиргичлари, мултиплексор ёки модем орқали ҳисоблагичларда сўров утказилиши билан ЭНАТни ташкил этиш. Урта ва йирик қувватли саноат корхоналарида ёки энергетика тизими учун куп поғанали ЭНАТни ташкил этиш. Бир турга мансуб бўлган ЭНАТ.

Саноат корхоналарида электр энергияси назоратининг автоматлаштирилган тизимларини жорий этилишининг мақсадга мувофиқлиги. Автоматлаштирилган тизим ёрдамида бошқариш зарур бўлган шароитлар. Инсон ва ЭХМнинг функционал имкониятлари ва уларни таққослаш.

Саноат корхоналари ЭНАТнинг иктисодий самарадорлиги. Корхона энергия истеъмолини ташкил этувчилари. Энергияни ҳисобга олиш-энергия тежамкорлиги учун восита. Кўп зонали тарифга ўтиш. Дифференциаллашган тарифларнинг тадбиқ этилиши. Ҳисобга олиш аниқлигини ошириш.

Бир ва уч фазага электрон ҳисоблагичлар. Кўп тарифлик. Кўп функциялилиқ. Ҳисоблагичларнинг уланиш схемалари. Ток трансформаторлари. Ҳисоблагичларни ток трансформаторлари орқали улаш. Ток трансформаторларини танлаш. Ток трансформаторларининг иккиламчи занжирларини монтаж қилиш ва ишлатишга талаблар.

### **4-мавзу: Энергияни аккумуляциялаш ва унинг аҳамияти**

Энергияни аккумуляциялаш тушунчаси. Энергияни аккумуляциялашнинг вазифалари. Гидроаккумуляцион электр станцияларининг тузилиши ва ишлаш принципи. Гидроаккумуляцион электр станциялари ёрдамида энергияни аккумуляциялаш. Усулнинг афзаллик ва камчиликлари.

Электр энергиясини аккумулятор қурилмалари ёрдамида аккумуляциялаш. Замонавий электр аккумуляторларининг тузилиши ва самарадорлиги.

Электр энергиясини конденсатор батареялари ёрдамида аккумуляциялаш. Конденсаторли аккумуляция қурилмаларининг тузилиши ва ишлаш принципи. Уларнинг самарадорлиги.

### **5-мавзу: Электр энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнида энергетик самарадорликни ошириш**

Бирлашган энергетика тизимларини ташкил этишнинг мақсад ва вазифалари. Бирлашган Халқаро энерготизимларнинг аҳамияти. Электр энергияси борини ташкил этиш. Бирлашган энергетика тизимларининг фаолиятини ташкил этиш, режимларини режалаштириш ва бошқариш. Энергетика тизимларининг ҳолатларини оптимал режалаштириш.

Электр энергиясини узатиш ва тақсимлашдаги исрофлар ва уларни ҳисоблаш. Электр тармоқларининг ҳолатларини режалаштириш. Электр тармоқларида исрофларни камайтириш тадбирлари. Электр тармоқларининг ҳолатларини оптималлаштириш. Электр тармоқларида



исрофларни реактив қувватни компенсациялаш ва трансформация коэффициентларини ростлаш орқали камайтириш.

## **АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ**

### **1 - амалий машғулот**

#### **Электр станциялари ва қурилмаларининг самарадорлигини ҳисоблаш**

Электр станцияси ва қурилмасининг ишлаб чиқарувчи қуввати ва самарадорлиги бўйича сарфланувчи бирламчи энергия ва энергия ресурсининг миқдорини аниқлаш. Энергияни турли бирликларда ифодалаш.

Электр станцияси ва қурилмасида сарфланувчи бирламчи энергия ресурси ва ишлаб чиқариқарилувчи электр энергияси миқдори бўйича унинг фойдали иш коэффициентини ҳисоблаш.

Электр станциялари ва қурилмаларининг самарадорлигини аниқлаш.

### **2 - амалий машғулот**

#### **Ўзбекистон Республикасидаги электр станциялари ва тармоқларининг энергетик қўрсаткичлари ва самарадорлигини ҳисоблаш**

Ўзбекистон Республикасидаги электр станцияларида сарфланувчи бирламчи энергия ресурсларининг миқдорини ҳисоблаш.

Ўзбекистон Республикасидаги электр станцияларида сарфланувчи бирламчи ресурс миқдори бўйича узатувчи электр энергияси миқдорини аниқлаш.

Электр станциялари ва тармоқларининг самарадорлигини ошириш.

### **3- амалий машғулот**

#### **Электр тармоқларида кучланишни ростлаш**

Электр тармоқларида кучланишни бўйлама компенсациялаш орқали ростлаш. Электр тармоқларида кучланишни кўндаланг компенсациялаш орқали ростлаш. Электр тармоқларини кучланишни ростлаш учун компенсаторнинг қувватини аниқлаш. Конденсатор батареясининг қуввати ва конденсаторлар сонини аниқлаш.

### **4- амалий машғулот**

#### **Электр энергетика тизимининг юкламасини электр станциялари ўртасида оптимал тақсимлаш.**

Электр станциясининг юкламаси ва блокларнинг энергетик характеристикалари бўйича блокларнинг оптимал қувватларини аниқлаш. Электр энергетика тизимининг актив юкламаси ва станцияларнинг энергетик характеристикалари бўйича станцияларнинг оптимал юкламаларини аниқлаш. Электр станциялари қувватлари ба чегаравий шартларни эътиборга олиб юклама қувватини оптимал тақсимлаш.

### **5- амалий машғулот**

#### **Электр тармоқларида қувват ва энергия исрофларини ҳисоблаш.**

Электр узатиш линияларида қувват ва энергия исрофларини юклама графиги ҳамда максимал юклама ва ундан фойдаланиш вақти бўйича ҳисоблаш.

Трансформаторларда қувват ва энергия исрофини юклама графиги ҳамда максимал юклама ва ундан фойдаланиш вақти бўйича ҳисоблаш. Электр тармоқларида исрофларни ҳисоблаш.

## 6- амалий машғулот

### Электр тармоқларида исрофларни камайтириш.

Электр тармоқларида исрофларни минималлаштириш учун компенсаторнинг оптимал реактив қувватини аниқлаш. Ёпиқ электр тармоқларида исрофларни минималлаштириш учун зарур бўлган оптимал трансформациялаш коэффициентини аниқлаш.

### Таълимни ташкил этиш шакллари

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутди.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидадан фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот;
- мустақил таълим.

Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра:

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

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

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

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

## БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

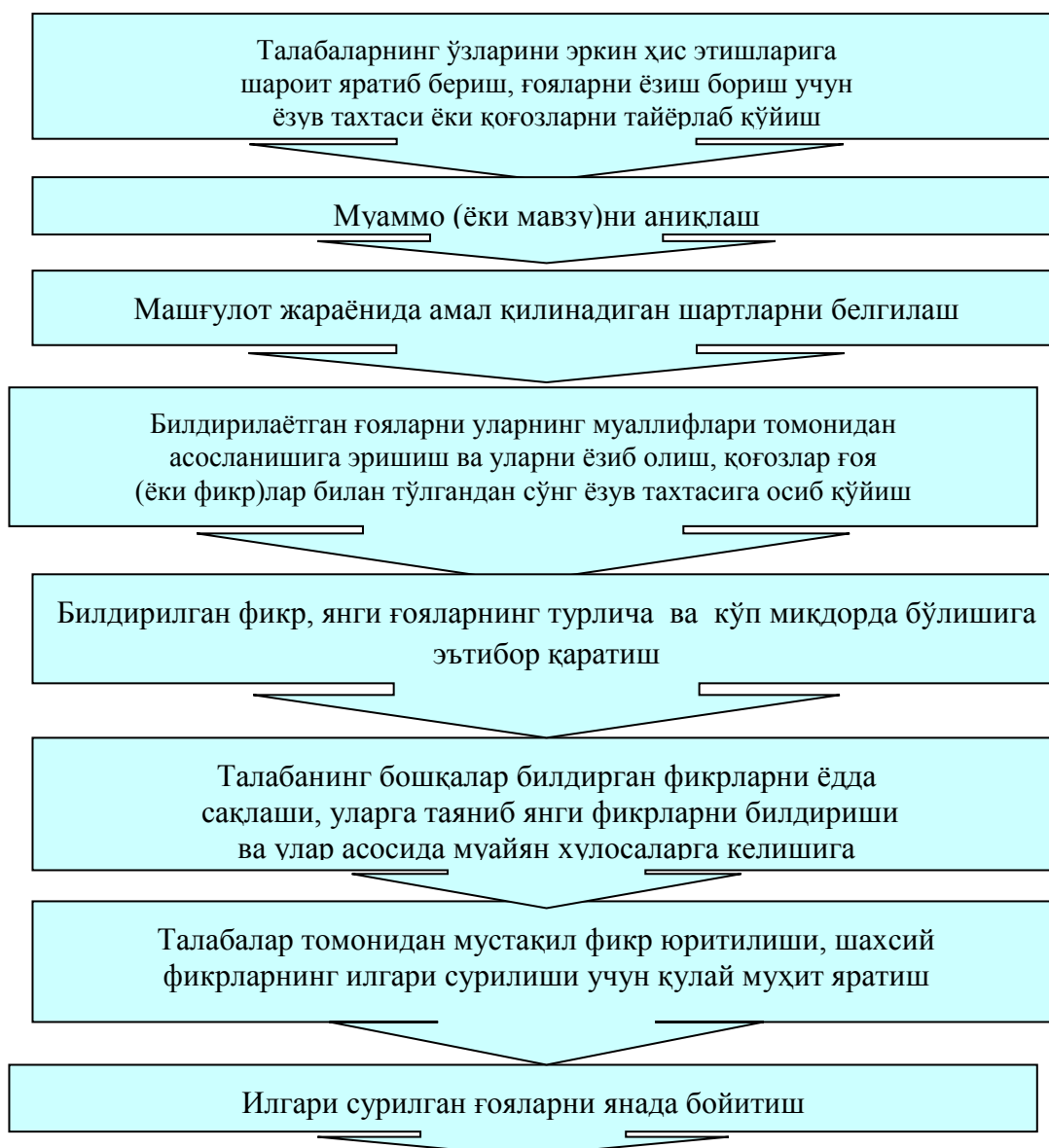
№	Баҳолаш мезони	Балл	Максимал балл
1.	Кейс	1.5 балл	2.5
2.	Мустақил иш	1.0 балл	

## II.МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

### “АҚЛИЙ ҲУЖУМ” МЕТОДИ

Метод талабаларни мавзу хусусида кенг ва ҳар томонлама фикр юритиш, ўз тасаввурлари, ғояларидан ижобий фойдаланишга доир кўникма, малакаларни ҳосил қилишга рағбатлантиради. У ёрдамида ташкил этилган машғулотларда ихтиёрий муаммолар юзасидан бир неча оригинал (ўзига хос) ечимларни топиш имконияти туғилади. Метод мавзу доирасида маълум қарашларни аниқлаш, уларга муқобил ғояларни танлаш учун шароит яратади.

Уни самарали қўллашда қуйидаги қоидаларга амал қилиш лозим:



## Машғулотда методни қўлашда қуйидагиларга эътибор қаратиш лозим:

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

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

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

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

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

1. Туғри алоқа каналлари қандай вазифани бажаради?
2. Хисоблагичларнинг бирламчи ахборотлари қандай аниқланади?
3. Интерфейс узгартиргичларининг ишлаш принципи қандай?
4. Мультиплексор орқали хисоблагичларда сўров ўтказилиши билан ЭНАТни қандай ташкил этилади?
5. Модем орқали хисоблагичларда сўров ўтказилиши билан ЭНАТни қандай ташкил этилади?.

## “ЕЛПИҒИЧ” МЕТОДИ

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

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

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

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

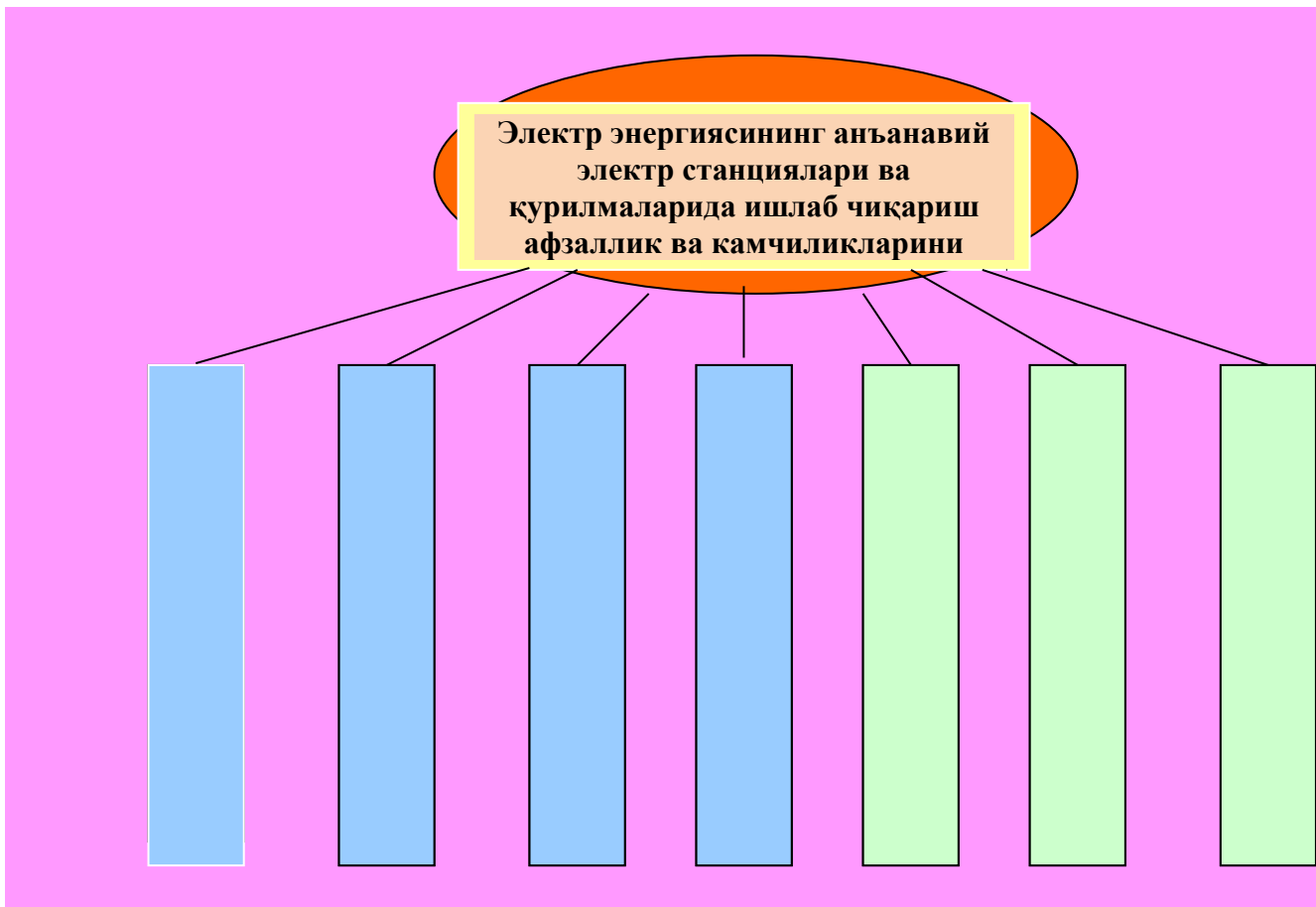
“Елпиғич” методи умумий мавзунинг турли босқичларда қўлланиши мумкин.

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

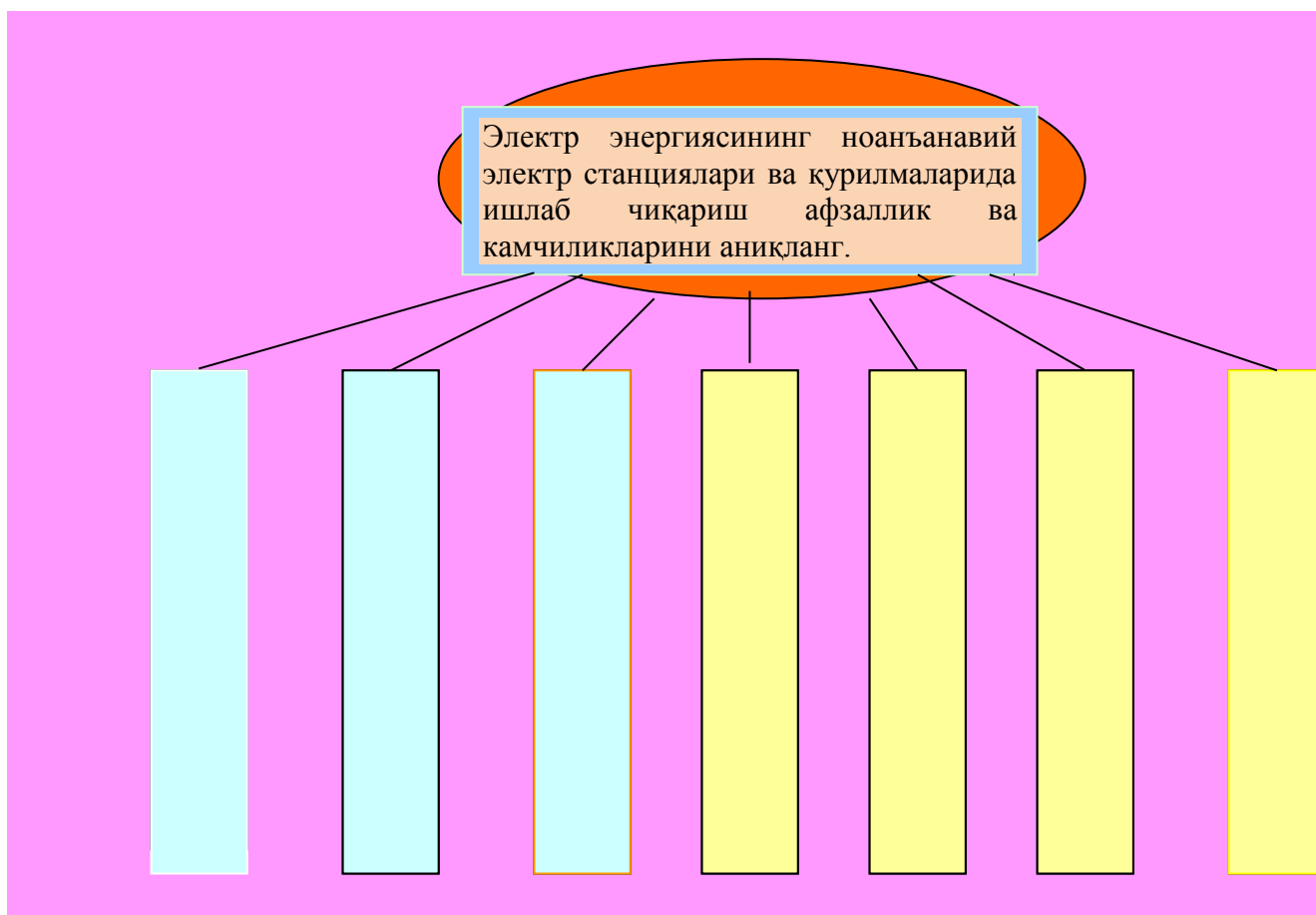
**-мавзунинг ўрганиш жараёнида:** унинг асосларини чуқур фахмлаш ва англаб етиш;

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

### 1-гуруҳга вазифа:



## 2-гурухга вазифа:



Кичик гуруҳлар вазифалари қўйидаги б аҳолаш мезонлари асосида баҳоланилади:

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

### “Резюме” методи

“Резюме” методи- мураккаб, кўп тармоқли мумкин қадар муаммоли мавзуларни ўрганишга қаратилган. Унинг моҳияти шундан иборатки, бунда бир йўла мавзунинг турли тармоқлари бўйича ахборот берилади. Аини пайтда уларнинг ҳар бири алоҳида нукталардан муҳокама этилади. Масалан: ижобий ва салбий томонлари афзаллик ва камчиликлар, фойда ва зарарлар белгиланади. Ушбу методнинг асосий мақсади таълим олувчиларнинг эркин, мустақил, таққослаш асосида мавзудан келиб чиққан ҳолда ўқув муаммосини ечимини топишга ҳам керакли хулоса ёки қарор қабул қилишга, жамоа ўз фикрини билан таъсир этишга, уни

маъқуллашга, шунингдек, берилган муаммони ечишга мавзуга умумий тушунча беришда ўтилган мавзулардан эгалланган билимларни қўллаш олиш ўргатиш.

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

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

- Таълим берувчи таълим олувчиларнинг сонига қараб 3-4 кишидан иборат кичик гуруҳ ажратилади;
- Таълим берувчи машғулотнинг мақсади ва ўтказилиш тартиби билан таништиради ва ҳар бири кичик гуруҳ қоғознинг юқори қисмига ёзув бўлган яъни асосий вазифа, унда ажратилган ўқув вазифалари ва уларни ечиш йўллари белгиланган, хулоса ёзма баён қилинадиган варақларни тарқатади;
- Ҳар бир гуруҳ аъзолари топшириқ бўйича уларнинг афзаллиги ва камчиликларини аниқлаб, ўз фикрларини маркерлар ёрдамида ёзма тарзда баён этадилар. Ёзма баён этилган фикрлар асосида ушбу муаммонинг ечимини топиб, энг мақбул вариант сифатида умумий хулоса чиқарадилар;
- Кичик гуруҳ аъзолари бири тайёрланган материалнинг жамоа номидан тақдимот этади. Гуруҳнинг ёзма баён этган фикрлари ўқиб эшиттиради, лекин хулоса қисми билан таништирилмайди;
- Таълим берувчи бошқа кичик гуруҳлардан тақдимот этган гуруҳнинг хулосасини сўраб, улар фикрини аниқлайди ва ўз хулосалари билан таништиради;
- Таълим берувчи гуруҳлар томонидан берилган фикрлар ёки хулосаларга изоҳ бериб, уларни баҳолайди, сўнги машғулотни яқунлайди.

**Методнинг мавзуга қўлланилиши:**

<b>Электрэнергия турлари</b>					
<b>Қуёш ёрдамида ишлаб чиқарилган электрэнергия</b>		<b>Шамол ёрдамида ишлаб чиқарилган электрэнергия</b>		<b>Сув ёрдамида ишлаб чиқарилган электрэнергия</b>	
Афзаллиги	Камчилиги	Афзаллиги	Камчилиги	Афзаллиги	Камчилиги
<b>Хулоса:</b>					

### Ш. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

#### 1-МАВЗУ: ЖАҲОН ЭНЕРГЕТИКАСИНИНГ ТАРАҚҚИЁТИ ВА ЗАМОНАВИЙ МУАММОЛАРИ (2 соат)

##### Режа:

1. Жаҳон миқёсида энергия ресурсларидан фойдаланиш тенденциялари
2. Жаҳон миқёсида энергия ишлаб чиқариш масштаблари
3. Жаҳон миқёсида энергия ишлаб чиқаришнинг муаммолари ва истиқболлари.

**Таянч сўз ва иборалар:** Энергетика, энергия, энергия ресурси, қайта тикланувчан энергия ресурси, бирламчи ва иккиламчи энергия, экология, энергия ишлаб чиқариш, энергетиканинг ривожланиш тенденцияси, энергетик баланс.

##### 1.1 Энергия ресурсларидан фойдаланиш тенденциялари

Энергия иш бажариш қобилияти ҳисобланади. У захирадаги (потенциал) ва ишлатилаётган (кинетик) энергия турларига ажратилиши мумкин. Потенциал энергия ҳаракатни вужудга келтириш имконияти бўлса, кинетик энергия ҳаракатнинг энергияси ҳисобланади. Энергия ҳаракат (кинетик) энергияси иссиқлик энергияси, ёруғлик энергияси, фотосинтез (биологик) энергияси, батареяларда сақланган (кимёвий) энергия, конденсаторларда сақланган энергия (электр энергияси), атомда сақланган энергия (атом энергияси), гравитацион майдонла сақланган энергия (гравитацион энергия) каби турларга бўлинади<sup>1</sup>.

Энергиянинг манбаларига умумий мисол сифатида биомасса (ёғоч), қазилма ёқилғилари (кўмир, нефть, табиий газ), сув оқими (гидроэлектр тўғонлари), атом материаллари (уран), қуёш нури ва геотермал иссиқлик кабиларни кўрсатиш мумкин.

Энергия манбалари қайта тикланувчан ва қайта тикланмайдиган манбаларга бўлинади. Қайта тикланмайдиган энергия манбаларига ўз вақтида муайян геологик шароитларда шаклланиб, ҳозирги геологик шароитларда шаклланмайдиган энергия ресурслари киради. Бундай манбаларнинг энергияси улардан олинаётган энергиядан ортиқча бўладди. Уларга мисол қилиб қазилма ёқилғилари ва атом энергияси материалларини олиш мумкин. Қайта тикланувчан энергия манбаларига улардан олинувчи энергия манбада мавжуд энергиядан кам ёки кўпи билан унга тенг бўлувчи энергия манбалари киради. Уларга қуёш энергияси, шамол энергияси, биомасса энергияси кабиларни мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Қайта тикланмайдиган ва қайта тикланувчан энергия манбалари таркибидаги энергия бирламчи энергия ҳисобланади. Чунки улардан олинувчи энергия бевосита ҳам ашёдан олинувчи энергия ҳисобланади. Ёқилғининг энергияси бирламчи энергия ҳисобланиб, зарур бўлганда у бошқа турдаги энергияга айлантирилиши мумкин. Бирламчи энергия бирор антропоген усулда олинмаган ёки ўзгартирилмаган энергиядир. Бу ерда “антропоген” атамаси инсон фаолияти мавжудлигини билдиради. Бирламчи энергия энергия одатда кишиларнинг фойдаланиши учун қулай бўлган иккиламчи энергияга ўзгартирилади. Водород энергияси ва электр энергияси иккиламчи энергия ёки энергия ташувчиси ҳисобланади. Иккиламчи энергия манбалари бирламчи энергиядан фойдаланиб, шакллантирилади. Иккиламчи энергияни сақлаш ва уни кейинчалик ундан керак бўлган формада фойдаланиш мумкин.

##### *Электрэнергиянинг бизнес муаммолари.*

Энергияни ўзгартириш коммерциал энергия ишлаб чиқариш учун талаб этилади. Бунинг маъносини тушуниш учун кўмир ёқувчи электр станциясини олайлик. Кўмир ўз таркибида кимёвий энергияга эга. У ёқилганда кимёвий энергия иссиқлик энергиясига айланади. Иссиқлик энергияси сувни буғга айлантириб, унинг ҳаракат энергияси, яъни кинетик энергияни оширади. Оқиб борувчи буғнинг энергияси турбина ва генератор роторини

<sup>1</sup> John R. Fanchi with Christopher J. Fanchi. Energy in the 21<sup>st</sup> Century. 2<sup>nd</sup> Edition. World Scientific Publishing Co. New Jersey..., 2011. p.1-2



айлантируди. Генераторда механик энергия электр энергиясига айлантирилади. Реал тизимларда энергия исрофи юз беради ва шу сабабли ушбу мисолда ҳам генераторнинг самарадорлиги 100% дан кам бўлади.

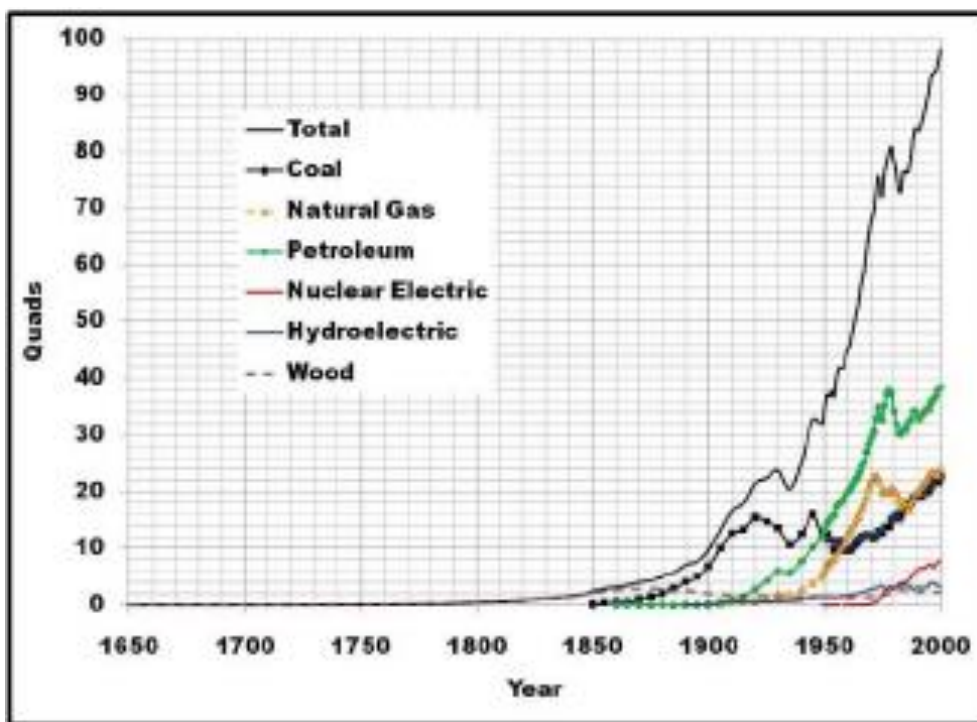
Реал энергетика тизимларида бирламчи энергия фойдали ишга айлантирилади ва бунда бирламчи энергиянинг бир қисми исроф бўлади. Тизимнинг эжнергетик самарадорлиги у томонидан фойдали иш бажаришга сарфланган энергияси унга берилган бирламчи эжнергияга нисбатидир. Шу сабабли умумий ҳолатда энергетик самарадорлик 0% дан 100% гача бўлиши мумкин. Мисол тариқасида иккита А ва В ёритиш лампаларини олайлик<sup>2</sup>. Ҳар иккала лампа бир хил миқдордаги ёруғлик бергани ҳолда лампа В лампа А га нисбатан камроқ энергия сарфлайди. Бунинг сабаби лампа В нинг лампа А га нисбатан камроқ иссиқлик чиқаришидир. Ушбу ҳолатда лампа В нинг самарадорлиги лампа А никига нисбатан юқориқдир, чунки у керак бўлган ёруғликни бериш учун нисбатан кам энергияни сарфлайди.

Ушбу мисол кўпроқ энергетик самарадор технологияларини жорий этиш асосида энергия истеъмолини камайтириш мумкинлигини кўрсатади.

### Юклама ўсиши

Аҳоли мавжуд минтақаларда технологик ютуқлар ва иқтисодиёт ўсди. XX асрнинг сўнги ўн йили давомида амалда, АҚШ да талаб учун имкониятлар 18%, электр **35%** ортди. Бу талаблар кўпроқ аҳоли зиж жойлашган жойларда ортиб боради.

1.1- Расмда 1650-2000 йиллар оралиғида бугунги кунда Жаҳоннинг ривожланган мамлакатларидан бири ҳисобланган АҚШда энергия истеъмолининг ўзгариб бориши тасвирланган<sup>3</sup>. У ерда узоқ вақт давомида ёғоч асосий бирламчи ёқилғи бўлганлигини кўрамиз. Бу турдаги энергия манбасидан қазилма ёқилғиларига ўтиш 19- асрнинг ўқрталаридан бошланган. 19-асрнинг иккинчи ярмидан 20- асрнинг охирилларигача қазилма ёқилғилардан фойдаланиш асосий ўринни эгаллаган. Бошқа ривожланган мамлактларда ҳам турли энергия ресурсларидан фойдаланиш тенденцияси худди шунга ўхшаш.



1.1- Расм. АҚШда энергия истеъмолининг ўзгариш динамикаси.

1.1- жадвалда 2008 йилда АҚШда энергия истеъмоли ва тўртта энергия ресурсларидан энергия ишлаб чиқариш даражаси квад бирлигида келтирилган. Ундан тахминан жами 74 квад

<sup>2</sup> John R. Fanchi with Christoper J. Fanchi. Energy in the 21<sup>st</sup> Century. 2<sup>nd</sup> Edition. World Scientific Publishing Co. New Jersey..., 2011. p.3

<sup>3</sup> John R. Fanchi with Christoper J. Fanchi. Energy in the 21<sup>st</sup> Century. 2<sup>nd</sup> Edition. World Scientific Publishing Co. New Jersey..., 2011. p.8-9

миқдорида энергия ишлаб чиқарилган бўлса, 99 квад энергия истеъмол қилинганлигини кўради. Бунда АҚШда ишлаб чиқарилмаган энергия миқдори импорт қилинган.

Ушбу жадвалда келтирилган маълумотлар Қўшма Штатларнинг энергетика бўлимининг энергетик маълумотлар администрацияси томонидан эълон қилинган.

1.1- жадвал. 2008 йилда АҚШда энергия ишлаб чиқариш ва истеъмол қилиш.

Energy Source	Production (quads)	Consumption (quads)
Total	73.71	99.30
Fossil Fuels	57.94	83.44
Electricity Net Imports		0.11
Nuclear Electric Power	8.46	8.46
Renewable Energy	7.32	7.30

### ***Инфраструктуранинг эскириши***

Дунёнинг кўплаб минтақаларида амортизация даражаси сервис қурилиш харажатларидан йуқорилаган. Бинобарин сервис қурилишига ажратилган харажатлар амортизация активларидан ортда қолган. Натижада сусайтирмасдан "амортизация" электр тармоғи кучланишга тобора боғлиқ бўлади ва унинг мустақамлик захираси мавжудлигига қандай таъсир этади.

### ***Билимларнинг камайиши***

Билимдон ва малакали инсон ресурслари таълим талаб ва ривожлантириш учун вақт ажратишни талаб этади. Энергетика кучи камайиши билан, электр энергетика саноати олдидаги асосий бўлиб турган муаммо олдинги авлодни алмаштиришдан иборат. Бу вазият электр муҳандислик таълим йўналишлари ёрдам емас, электр муҳандислик оқими неъмат йўқ.

### ***Сифат талаблари***

Электр энергиянинг технологик истеъмолчилари ва шу билан бирга рақамли компьютер ҳисоблаш машиналари электр токининг жуда йуқори бўлган сифати талаб қилади. Баъзи мутахассислар ишончилиги **99,9%** дан йуқори бўлиш керак бўлади, деб кўрсатади **99.99999999%** ишончилиги учун (электр исрофлар йилига тахминан **8** соат) (32 сония электр исрофи). Шунингдек, саноатга авария ва бузилишлардан сақлаш мақсадида янги асбоб-ускуналарга муҳтож бўлади.

### ***Тармоқнинг мураккаблиги***

Энерготизим кўплаб бир-бирига боғлиқ бўлган тугунларни ўз ичига олади (операторни, электр истеъмолчиларни ва генераторлар, электр станциялар каби бир қанча қатламлари, бошқарув марказлари, узатиш бўйича тарқатиш ва корпоратив тармоқлар). Қўшимча мураккаблик, ушбу элементларнинг ўзаро алоқа натижасида мумкин бўлган бирикма сонининг кўплиги ҳисобига вужудга келади.

### ***Норматив ёки қонун масалалари***

Энергетик тизим билан боғлиқ бўлган мураккабликларни ҳисобга олган ҳолда, қўшни энергетик тизимлар орасида катта ҳажмдаги қувватларни узатиш учун, ҳамда узатаётган тармоқлар дастлаб ишлаб чиқарилмаганлиги сабабли уларнинг сўровлари вужудга келиши мумкин.

Режалаштирилаётган ва ишлатилаётган стандартлар учун бошқарилаётган фармойиш талаблари электр энергияси тижоратидаги давр ўзгаришлари билан мос келмаган.

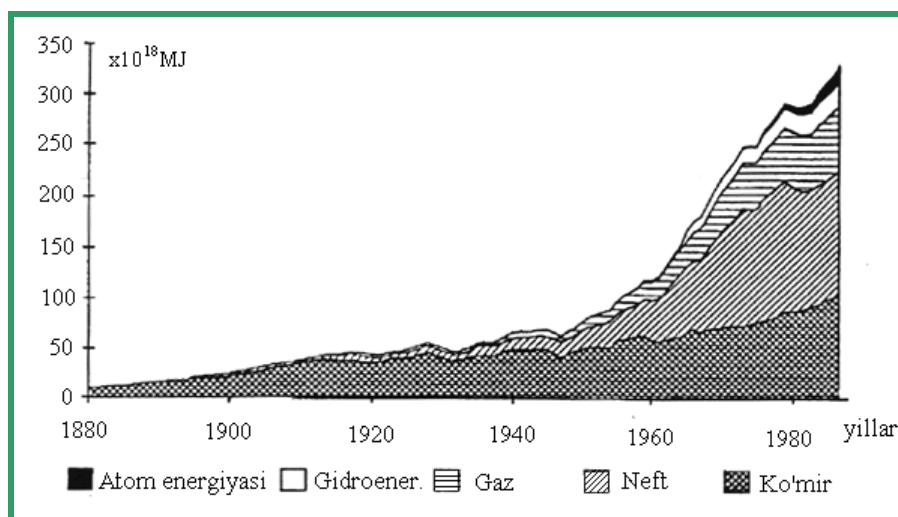
### ***Жамият тараққиётида энергиядан фойдаланишнинг аҳамияти***

Инсоният жамияти ва унинг ютуқлари тараққиёти бевосита ишлаб чиқариш даражаси ва кишилар ҳаёти учун зарур моддий шароитларни яратиш билан боғлиқдир. Илмий-техникавий ва социал тараққиёт одатда истеъмол қилинувчи энергиянинг ортиши, энергиянинг янги – янада самарали турларидан фойдаланишни ўзлаштириш билан бир вақтда амалга ошади.

Ҳозирги замон машиналарида истеъмол қилинувчи энергия жуда кўп миқдорни ташкил этади. Буни куйидаги таққослаш асосида ифодалаш мумкин. Жаҳоннинг барча ишга яроқли аҳолиси бир йил давомида ҳар суткада 8 соат тўлиқ физик куч билан ишлаган тақдирда ҳам ҳозирги замон иссиқлик ва гидроэлектр станцияларида ишлаб чиқарилувчи энергиянинг юздан бири миқдоридagi энергияни ишлаб чиқара олмайди. Энергияни истеъмол қилиш бундан кейин ҳам ишлаб чиқариш даражасини ўсишини таъминлагани ҳолда ошиб боради.

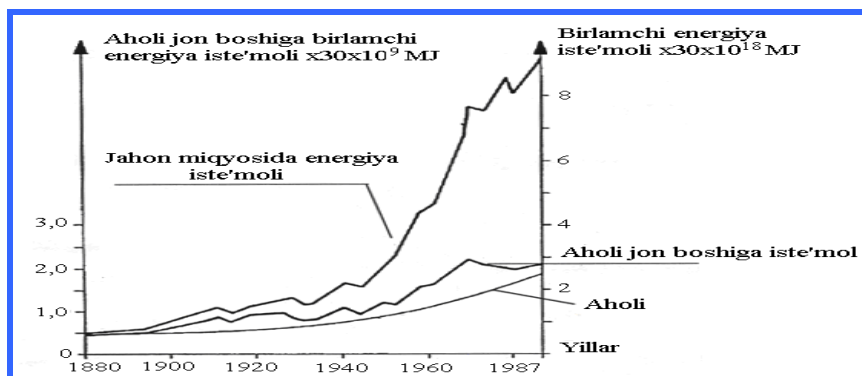
Иқтисодий тараққиётни физик ва ақлий бўлмаган ишларни бажарувчи мукамал автоматик бошқарилувчи машиналар асосида фақат истеъмол қилинувчи энергияни ва ишлаб чиқариш даражасини ошириш орқалигина тезлаштириш мумкин.

Энергияга эҳтиёж узлуксиз равишда ортиб борди. Бу ўз навбатида янги энергия ресурсларини қидириб топиш, энергияни бир турдан бошқа турга ўзгартиришнинг янги усулларини ишлаб чиқиш заруратини яратди. 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 анъанавий ҳисобланади. 1.2- расмда 19- асрнинг сўнгги 20 йили ва 20- аср давомида жаҳон миқёсида инсоният фаолиятининг турли жабҳаларида энергия ресурсларидан фойдаланишнинг динамикаси тасвирланган. Ундан барча турдаги энергия ресурсларидан фойдаланиш интенсив ортиб борганлигини кузатамиз. Бунда кўмирдан фойдаланишнинг нисбий ўсиб бориши йилдан-йилга нисбатан бир текис бўлиб, 20- асрнинг охирида умумий фойдаланилган энергия ресурсларининг тахминан 30% қисмини ташкил этса, газ ва нефтдан фойдаланишнинг нисбий ўсиши кескин ортиб борганлигини кўраемиз. Бунинг асосий сабаби уларни масофага узатиш ва ишлатишнинг кам харажатларни талаб этишидир.



1.2-расм. Жаҳон миқёсида энергия ресурсларидан фойдаланиш динамикаси.

Сўнгги икки аср давомида ер юзида аҳоли сони ва энергияга бўлган талаб шиддат билан ортиб борди. Бунда ер қуррасининг аҳолиси тахминан олти марта, энергияга бўлган талаб эса, аҳоли жон бошига беш марта ўсди. 1.3- расмда 19- асрнинг охири ва 20- аср давомида жаҳон миқёсида бирламчи энергия истеъмоли унинг аҳоли жон бошига тўғри келувчи миқдорининг ўзгариши тасвирланган.



1.3- расм. Жаҳон миқёсида бирламчи энергия истеъмоли ва унинг аҳоли жон бошига тўғри келиш миқдорининг ўзгариши.

Энергияга бўлган талабнинг бундай тарзда интерсив ўсиб бориши янги энергия ресурсларининг янги захираларини қидириб топиш, улардан самарали фойдаланиш, муқобил энергия манбаларини аниқлаш каби вазифаларни бажаришни тақозо этади.

Ҳозирги даврда ер қуррасида мавжуд барча энергия ресурсларининг потенциали шартли ёқилғи бирлигида қуйидаги миқдорларда баҳоланган (т.ш.ё.):

- органик ёқилғининг кимёвий энергияси –  $1,77 \cdot 10^{13}$ ;
- ядро энергияси –  $0,67 \cdot 10^{14}$ ;
- термоядро энергияси –  $1,22 \cdot 10^{17}$ ;
- геотермал энергия –  $1,0 \cdot 10^{14}$ ;
- қуёшнинг ер қуррасига тушувчи энергияси –  $0,82 \cdot 10^{14}$ ;
- дарёларнинг энергияси (бир йиллик) –  $0,4 \cdot 10^{10}$ ;
- шамол энергияси (бир йиллик) –  $2,1 \cdot 10^{11}$ ;
- ўрмонларнинг биоэнергияси (бир йиллик) –  $0,5 \cdot 10^{10}$ ;
- оқим энергияси (бир йиллик) –  $0,86 \cdot 10^{14}$ .

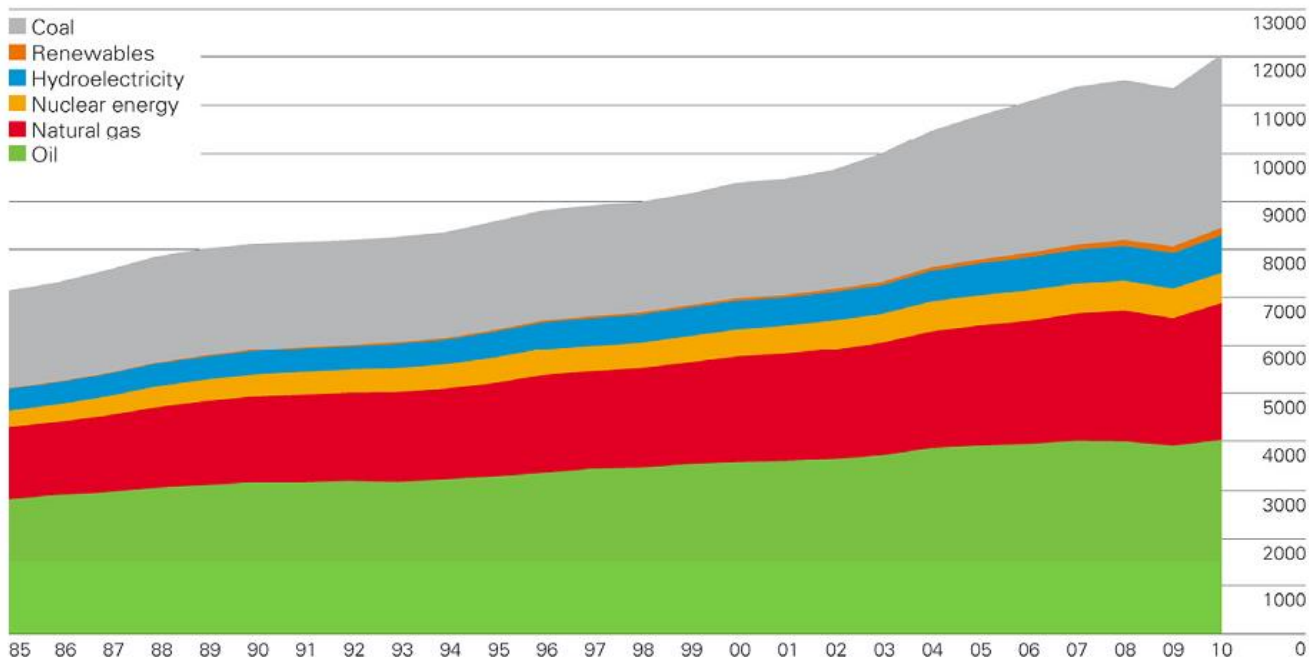
Электр ва иссиқлик энергияларини ишлаб чиқарувчи энергетика тизими ўз тараққиёти жараёнида бошқа бир қатор тизимларнинг таъсирида бўлади ва аксинча, уларга таъсир этади.

1.4- расмда Жаҳон миқёсида 1985-2010 йиллар оралиғида турли энергия ресурсларидан фойдаланиш динамикаси келтирилган<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Energy Efficiency – a Bridge to Low Carbon Economy/ Edited by Zoran Morvaj/ Published by InTech. Rijeka Croatia. 2012. p. 255-256.

## World consumption

Million tonnes oil equivalent



World primary energy consumption grew by 5.6% in 2010, the strongest growth since 1973. Growth was above average for oil, natural gas, coal, nuclear, hydroelectricity, as well as for renewables in power generation. Oil remains the dominant fuel (33.6% of the global total) but has lost share for 11 consecutive years. The share of coal in total energy consumption continues to rise, and the share of natural gas was the highest on record.

### 1.4- расм. Жаҳон миқёсида турли хилдаги энергия ресурслари истеъмолнинг ўзгариш динамикаси.

Ҳозирги даврда Жаҳон миқёсида электр энергиясига бўлган талаб ҳар йили 2,6% га ошиб бораётганлигини эътиборга олсак, у ҳолда 2030 йилга бориб, талаб ҳозирги даврдагига нисбатан икки баравар ошади. Электр энергияси ишлаб чиқаришда кўмир ёқувчи электр станцияларнинг улуши 2006 йилда 40% бўлган бўлса, 2030 йилга бориб бу кўрсаткич 44% гача ошиши кутилмоқда. 1.4- расмда бошқа турдаги энергия ресурслари сингари кўмирнинг жамият фаолиятининг барча соҳаларида фойдаланиш миқдорини ўзгариш динамикаси ҳам келтирилган. Кўмирдан фойдаланишнинг ҳамон ошиб боришига асосий сабаб ҳозирги даврда Осиёда газнинг нархини юқорилиги ва кўмир захирасининг кўплиги ҳисобланади. 1976 йилдан буён бир Британ иссиқлик бирлигига тўғри келувчи ёқилғининг нархи бўйича кўмир энг қиммат қазилма ёқилғи ҳисобланар эди.

Хистой 2005 йилдан кўмирдан фойдаланишни 11% миқдорга ошириб бориб, 2009 йилда АҚШни ортда қолдириб, бу кўрсаткич бўйича Жаҳонда 1- ўринга чиқиб олди. 2005- йилнинг охиридаги баҳолашга кўра кўмир захираси энг ёқилғи сифатида 909 млрд. кубометр тонна ҳисобланиб, ундан фойдаланишнинг ҳозирги даражаси сақланиб қолганда 164 йилга етадиган ёқилғи тури сифатида баҳоланган (Халқаро энергетика агентлиги, 2006).

АҚШда ҳозирги даврда кўмир ёқувчи электр станциялари умумий истеъмолнинг 45% қисмини қоплайди. Бир неча илгари бу кўрсаткич 51% ёки тахминан 400 ГВт бўлиб, у 600 та станцияда ишлаб чиқарилган. (Вудруф, 2005). 2030 йилга бориб электр энергия ишлаб чиқаришда кўшимча умумий қувват 750 ГВтга етиши кутилмоқда (Халқаро энергетика агентлиги, 2006). Бу кўшимча қувватнинг 156 ГВт қисми кўмир ёқувчи станцияларнинг улушига тўғри келади. Бошқача баҳолашлар бўйича 2030 йилга бориб, кўшимча 280 та 500 МВт қувватли кўмир ёқувчи станциялар мавжуд бўлади.

Шимолий Америкада табиий газнинг нархини пасайиб бориши яна кўпроқ энергетик жиҳатдан самарали ва паст эмиссияли (атроф муҳитга чиқарилувчи зарарли чиқиндилар) станцияларни қуриш ананасини яратмоқда. Ҳозирги даврда бу анъана 2020 йилгача давом этиши кутилмоқда. Комбинацияланган циклда ишловчи газ турбиналарига эга бўлган газ ёқувчи станцияларда 5-7 цент/кВт.соат кўмир ёқувчи станцияларда эса 4-6 цент/кВт.соат оралиғида

(Халқаро энергетика агентлиги, 2006). Интеграллашган газлаширилган циклда ишловчи электр станцияларини ҳозирча солиштириш мумкин эмас, чунки улардан фойдаланишга асосланган кўплаб проектларга давлат томонидан субсиди ажратилган. Электр энергия ишлаб чиқаришнинг нисбатан паст нархи АҚШда кўмир ёқувчи станцияларни бошқа турдаги марказлашган генерацияловчи станцияларга нисбатан афзалроқ қилади.

Энергетика системасини куриш ва унинг иш шароитлари бевосита табиий факторлар (масалан, сув хавзаларининг мавжудлиги, энергетика ресурсларининг географик жойлашуви ва истеъмолчиларнинг жойлашуви) билан боғлиқдир. Биосферанинг ҳолати, уни энергетика қурилмаларининг иши билан боғлиқ ифлосланганлик даражаси энергетика системасининг техник характеристикалари ва иш ҳолатларига нисбатан маълум чекловларни вужудга келтиради.

Энергетика системасини бошқариш фақат унинг биосферага таъсирини эмас, балки ёқилги билан таъминлаш системасининг социал функциялари, саноат, транспорт ва бошқа факторларнинг ҳам таъсирини эътиборга олиб амалга оширилади.

Энергетика атроф-муҳит ва инсон саломатлигига салбий таъсир этувчи манбалардан бири ҳисобланади. Шу сабабли унинг таъсирини камайтириш технологияларини ишлаб чиқиш ва жорий этиш бугунги кунда ушбу соҳа олим ва мутахассислари олдида турган энг долзарб масалалардан биридир.

### **Энергия ресурсларидан фойдаланиш**

*Энергия* - табиат ҳодисалари, маданият ва инсоният ҳаётининг умумий асосидир. Шу билан бир қаторда энергия материя ҳаракати турли кўринишларининг миқдорий кўрсаткичидир. Тури бўйича энергия химиявий, механик, электрик, ядро ва ҳ.к. ларга бўлинади. Инсон томонидан фойдаланиш мумкин бўлган энергия *энергия ресурслари* деб аталувчи моддий объектларда мавжуддир.

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

Энергия ресурслари *қайта тикланувчи* ва *қайта тикланмайдиган* турларга бўлинади. Янгиланувчи энергия ресурсларига узлуксиз равишда табиат томонидан тикланиб турувчи энергия ресурслари (сув, шамол ва ҳ.к.) киради. Янгиланмас энергия ресурсларига олдиндан табиатда жамланган, аммо ҳозирги геологик шароитларда пайдо бўлмайдиган энергия ресурсларига (масалан, кўмир) киради.

Табиатда бевосита олинувчи энергия (ёқилги, сув, шамол, Ернинг иссиқлик энергияси, ядро энергияси ва ҳ.к.) *бирламчи энергия*, уни инсон томонидан махсус қурилмаларда ўзгартириш натижасида пайдо бўлган энергия *иккиламчи энергия* дейилади.

Ўз номланишида электр станциялари фойдаланувчи бирламчи энергия турини ифодалайди. Масалан, иссиқлик электр станцияси (ИЭС) иссиқлик энергияси (бирламчи энергия)ни электр энергияси (иккиламчи энергия)га 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 жараённи беш босқичга ажратиш мумкин.

1. Энергия ресурсларини олиш ва концентрациялаш: ёқилгини қазиб олиш ва тайерлаш, гидротехник иншоатлар ердамида напорни вужудга келтириш ва ҳ.к.

2. Энергия ресурсларини уларни ўзгартирувчи қурилмаларга узатиш: бу қуракликда ва сувда ташиш орқали ёки сув, газ ва ҳ.к. ларни трубаларда ҳайдаш орқали амалга оширилади.

3. Бирламчи энергияни иккиламчи – мавжуд шароитларда тақсимлаш ва истеъмол қилиш учун қулай бўлган энергия турига (одатда электр ва иссиқлик энергияларига) ўзгартириш.

4. Ўзгартирилган энергияни узатиш ва тақсимлаш.

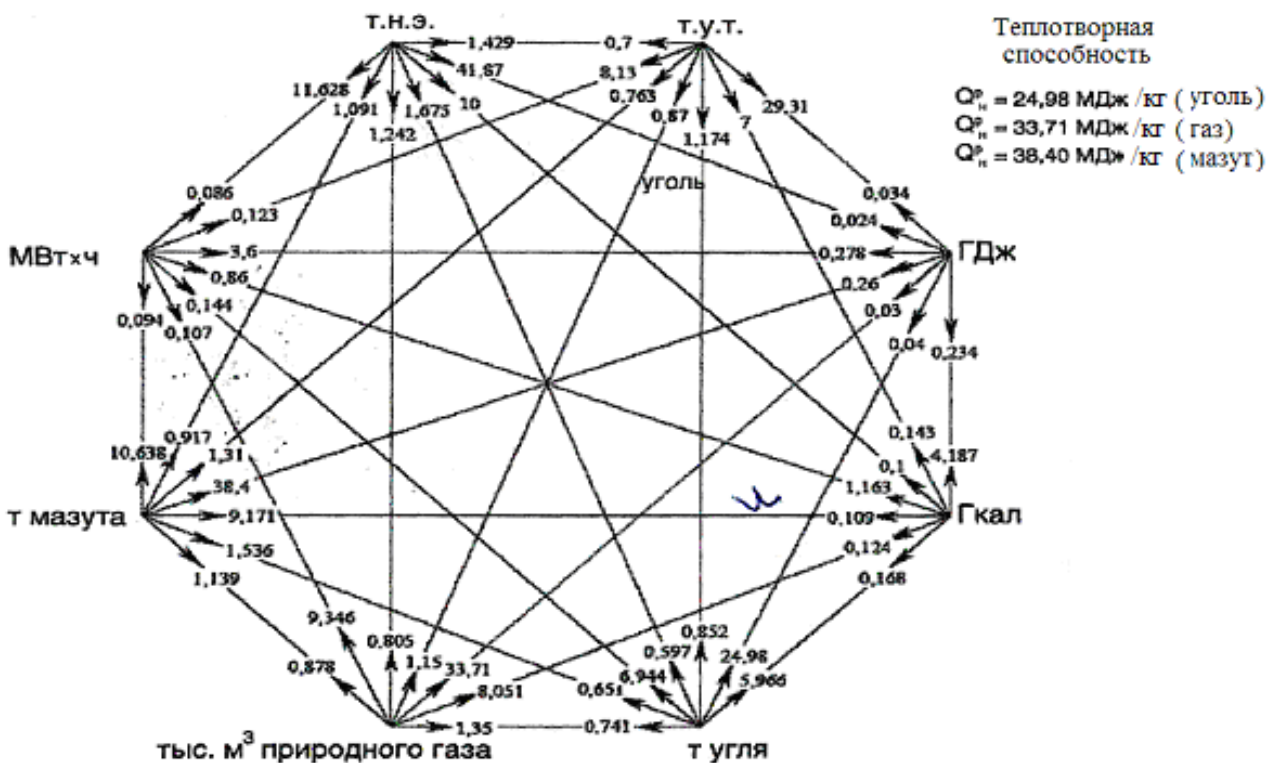
5. Энергияни у узатилган ва ўзгартирилган кўринишларда истеъмол қилиш.

Агар қўлланилувчи бирламчи энергия ресурслари 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 характикалари билан белгиланади.

Турли энергия ресурслари Ер шарининг районлари, давлатлар ва давлатлар ичида ножинсли жойлашган. Уларнинг кўп мавжуд бўлган жойлари кўп истеъмол қилиш жойлари билан мос келмайди. Масалан Жаҳонда мавжуд нефт захираларининг ярмидан кўпи Яқин ва Ўрта Шарқ районларида жойлашган бўлиб, истеъмол бу районларда жаҳондаги ўртача кўрсаткичга нисбатан 4-5 баравар пастдир.

### Энергетик катталикларнинг эквивалентлик диаграммаси



### Энергетик ишлаб чиқариш жараёнининг босқичлари

1. Энергия ресурсларини олиш ва концентрациялаш: ёқилғини қазиб олиш ва тайёрлаш, гидротехник иншоотлар ёрдамида напорни вужудга келтириш ва ҳ.к.
2. Энергия ресурсларини уларни ўзгартирувчи қурилмаларга узатиш: бу қуруқликда ва сувда ташиш орқали ёки сув, газ ва ҳ.к. ларни қувурларда ҳайдаш орқали амалга оширилади.
3. Бирламчи энергияни иккиламчи – мавжуд шароитларда тақсимлаш ва истеъмол қилиш учун қулай бўлган энергия турига (одатда электр ва иссиқлик энергияларига) ўзгартириш.
4. Ўзгартирилган энергияни узатиш ва тақсимлаш.
5. Энергияни у узатилган ва ўзгартирилган кўринишларда истеъмол қилиш.

## 1.2. Кўмирдан фойдаланиш асосида электр энергияси ишлаб чиқариш

Кўмир Жаҳонда энг муҳим ва электр энергиясини ишлаб чиқаришда энг кенг фойдаланилувчи ёқилғи ҳисобланади. Жаҳон энергетика Косулининг маълумотиغا кўра у талаб этилувчи бирламчи умумий энергиянинг 23% қисмини ва электр энергияси ишлаб чиқаришда фойдаланилувчи бирламчи энергиянинг 38% қисмини ташкил этади. 1999 йилда умумий кўмир ишлаб чиқариш 434315100 тоннани ва уни истеъмол қилиш 4409815000 тоннани ташкил этган.

Кўмирнинг муҳимлиги асосий глобал истеъмолчилардан олинган маълумотлар асосида аниқланган. АҚШда ишлаб чиқарилувчи электр энергиянинг 51% қисми кўмир ёқувчи станциялар улушига тўғри келади. Бу суратни 21- асрда ҳам давом этиши кутилмоқда. Хитойда 1988 йилда ишлаб чиқарилга электр энергиянинг 65% қисми кўмир ёқувчи станциялар улушига тўғри келган бўлса, 21- асрнинг бошланишида мамлакатда ишлаб чиқарилувчи электр энергиянинг 75% қисми қазилма ёқилғилар, асосан кўмир ёқувчи станцияларнинг улушига тўғри келган. Ҳиндистонда ҳам электр энергиянинг асосий қисми қазилма ёқилғилардан фойдаланиш асосида ишлаб чиқарилиб, ўрнатилган қувватнинг 71% қисми кўмир ёқувчи станцияларнинг улушига тўғри келади.

Кўмирнинг асосий жалб этувчи томони унинг кўп миқдорда мавжудлигидир. Унинг салмоқли конлари Жаҳоннинг кўплаб қисмларида – АҚШдан Жанубий Африкагача, Европа бўйлаб, Осиёнинг кўплаб қисмлари ва Австралияда топилиши мумкин. Япония ва Тайванни бу рўйхатга киритиб бўлмайди. Бу давлатлар худудидида захиралар чекланган. Улар жуда кўп миқдорда кўмирни импорт қилади. Қитъалар орасида фақат Жанубий Америка ва Африка (Жанубий Африкани ҳисобга олмаганда) чекланган ресурсга эга.

Халқаро Энергетик Консулнинг 2001 йилги энергия ресурсларини ўраниш натижаларига кўра битумли, ярим-битумли кўмир ва лигнитнинг қазиб олиш имкони бўлган захираси 984453 миллион тонна (бошқа муқобиллари мавжуд бўлганлиги сабабли антрацит, тошкўмир нисбатан камроқ фойдаланилади)ни ташкил этган. 1.2- жадвалда Жаҳон миқёсида кўмирнинг турлари (кўринишлари) бўйича мавжуд захираларининг миқдори ҳақида маълумот келтирилган<sup>5</sup>.

1.2-жадвал. Жаҳон миқёсида мавжуд кўмир захираларининг миқдори ҳақида маълумот.

	<i>Bituminous (Mtonnes)</i>	<i>Sub-bituminous (Mtonnes)</i>	<i>Lignite (Mtonnes)</i>	<i>Total</i>
Africa	55,171	193	3	55,367
North America	120,222	102,375	35,369	257,966
South America	7738	13,890	124	21,752
Asia	179,040	38,688	34,580	252,308
Europe	112,596	119,109	80,981	312,686
Middle East	1710	–	–	1710
Oceania	42,585	2046	38,033	82,664
Total	519,062	276,301	189,090	984,453

1.2-жадвалда келтирилган миқдорлар мавжуд кузатиш имкониятларидан келиб чиқиш асосида аниқланган бўлиб, унинг ҳақиқий миқдори ундан ҳам ортиқдир. Ҳозирги даврда кўмирдан фойдаланишнинг нисбий ўсиб бориши сақланиб қолган ҳолатда бу миқдордаги кўмир яна таъминан 200йилга етиши баҳоланган.

Кўмир энг арзон қазилма ёқилғи ҳисобланади ва бошқа томондан электр энергияни ишлаб чиқаришда фойдаланиш учун қулайдир. Бироқ, уни транспортда ташиш қиммат ҳисо-

<sup>5</sup> Paul Breeze. Power Generation Technologies. Elsevier, Amsterdam and etc., 2005. p. 18-19



бланади. Шу сабабли, кўмир ёқувчи станцияларни қуриш учун энг яхши жой бўлиб уларни ёқилғи билан таъминловчи конларга яқин жой саналади.

Кўмир шунингдек энг ифлос қазилма ёқилғи ҳисобланади. У ёқилганда, жумладан, кўп миқдорда сульфат эмиссияси, азот оксидли эмиссияси ва углевод оксиди ҳосил бўлади. Натижада кўмирни ёқиш натижасида атроф муҳитга ката зарар етказилиши мумкин.

Шу сабабларга кўра кўмирнинг атроф-муҳитга ёмон таъсири ривожланиб борди. Бирок 1980 йиллардан бошлаб, кўмир ёқувчи станцияларда ҳосил бўлувчи эмиссияни назорат қилиш кўзда туила бошланди. Жаҳоннинг барча жойида янги кўмир ёқиш технологияларидан фойдаланилгани ҳолда атроф-муҳит ҳимояси бўйича қатъий қоидаларнинг талабларига жавоб берадиган кўмирдан фойдаланувчи электр станцияларини қуриш мумкин бўлди. Сульфат, азот эмиссиялари ва кислоталарни чеклаш технологияларидан кегн ва самарали фойдаланиш йўлга қуйилди. Навбатдаги муаммо бирча қазилма ёқилғилар учун ёнишда ҳосил бўлувчи углевод икки оксидини ажратиб олиш ва сақлашнинг арзон усулларини ишлаб чиқишдан иборат бўлди. Кўмирни ёқишда бундай газлар энг кўп миқдорда ҳосил бўлади.

Замонавий эмиссияни назорат қилувчи кўмир ёқувчи электр станциялари 1980 йилларнинг ўрталаридан олдинги эски усулда кўмирни ёқишга асосланган станцияларга нисбатан қимматроқ ҳисобланади. Шунга қарамадан кўмирдан фойдаланиш ер шарининг барча жойларида электр энергияни ишлаб чиқаришда энг арзонлигича қолмоқда. Атроф-муҳит муҳофазаси бўйича чекловларнинг мавжуд бўлишига қарамадан яна кўплаб асрлар давомида электр энергия ишлаб чиқаришда қазилма ёқилғилардан фойдаланишнинг улуши салмоқчилигича қолиши кутилмоқда.

### **1.3. Кўмирдан фойдаланиб электр энергияси ишлаб чиқаришнинг иқтисодий кўрсаткичлари**

Кўмир ёқиувчи электр станцияларини қуриш ҳақида қарор ёқилғининг мавжудлиги, лойиҳага илова қилинган атроф-муҳит муҳофазаси бўйича талаблар ва электр энергиясини ишлаб чиқаришнинг муқобил усуллари каби кўплаб факторларга боғлиқ бўлади<sup>6</sup>. Кўмир ёқувчи электр станциялари кўп ҳолларда базавий юкламани қоплаш мақсадида қурилган. Шунга қарамадан ҳозирги даврда бир қатор замонавий станциялар ва технологиялар иқтисодий жарималарни киритмасдан туриб, юклагамага мос ҳолда қувватини ўзгартириш имконини беради. Умуман, иқтисодийлик кўрсаткичи бошқа базавий юклагамада ишловчи генерациялаш технологиялари – гидроэлектр станциялари, атом электр станциялари ва комбинацияланган циклда ишловчи газ ёқувчи электр станциялари кабилар билан солиштириш асосида аниқланиши зарур.

Барча қазилма ёқилғиларини ёқиш технологияларидаги сингари электр энергиянинг нархи генерацияловчи станцияни қуриш нархига ва ёқилғининг нархига боғлиқ бўлади. Кўмир ёқувчи станцияларнинг нархи газ турбинали станцияларнинг нархига нисбатан қиммат бўлсада, бироқ кўмир одатда газга нисбатан арзон ҳисобланади. 1.3- жадвалда турли хил кўмир ёқиш технологияларидан фойдаланувчи электр станцияларининг учта манъбадан олинган нахлари келтирилган. Эмиссияни назорат қилувчи тизимга эга бўлган янги одатдаги станциянинг нархи тозалашнинг самарадорлигига боғлиқ равишда ўзгаради. 1.3- жадвалда келтирилган баҳолар азот оксидлари, сульфат икки оксиди ва ва бошқа зарраларни АҚШда қабул қилинган меёрий талаблар даражасида бўлган ҳолат учун кўрсатилган. Албатта, ушбу меёр талаблари бўйича қўйилган чекловларнинг қатъийлини пастроқ бўлганда нархлар ҳам пасайиши мумкин.

1.3- жадвал. Турли хил кўмир ёқиш технологияларидан фойдаланувчи электр станцияларининг учта манбадан олинган нархлари.

---

<sup>6</sup> Paul Breeze. Power Generation Technologies. Elsevier, Amsterdam and etc., 2005. p. 40-41

	<i>CEED</i>	<i>World Bank</i>	<i>EIA</i>
Conventional plant with emission control	1400	–	1079
Atmospheric fluidised bed	1500–1800	1300–1600	–
Pressurised fluidised bed	1250–1500	1200–1500	–
IGCC	1500–1800	1500–1800	1200–1800

*Source: Center for Energy and Economic Development (CEED), World Bank Technical Paper No. 286, US EIA.*

Жадвалда одатдаги кўмир ёқиш технологияси асосидаги станциянинг нархи атмосфера босимида қайновчи қатлам ҳосил қилиб ёқувчи станциянинг нархидан пасроқ эканлигини кўрсатади. Босим остида қайновчи қатлам ҳосил қилиб ёқувчи станциянинг нархини солиштириш қийинроқ, бироқ унинг самарадорлигини ҳисобга олсак, босим остида қатлам ҳосил қилиб ёқувчи станция афзалроқ ҳисобланади. Интеграллашган газлаштирилган комбинациялашган циклдаги электр станцияси ҳам одатдаги станцияларга нисбатан қимматроқ бўлсада, бу ерда узоқ вақт давомида ишлаб чиқарилувчи электр энергиянинг даражаланган нархи эътиборга олинганда самарадорлик салмоқли ўринни эгаллайди.

Энергетик маълумотлар администрацияси (EIA) кўмир ёқувчи станциялар учун йиллик ишлатиш ва таъмирлаш харажатларини баҳолаш натижаларини эълон қилган. Унинг пурковчи станциялар учун ишлатиш ва таъмирлаш харажатларининг ўрнатилган баҳоси \$22/кВт ва ўзгарувчан баҳоси \$3,25/кВт.соат эканлигини кўрсатади. Интеграллашган газлаштирилган комбинацияланган циклда ишловчи электр станциялари учун йиллик ишлатиш ва таъмирлаш харажатларининг ўрнатилган баҳоси \$24,2/кВт ва ўзгарувчан баҳоси \$1,87/кВт.соат ни ташкил этади.

Кўплаб ривожланган ва ривожланаётган мамлакатларда электр энергиясини ишлаб чиқариш учун пурковчи кўмир ёқувчи қозонлар ишлаб чиқарилади. Энг самарали буғ турбиналари ҳамон АҚШ, Европа ва Япониядаги таниқли ишлаб чиқарувчилар томонидан ишлаб чиқилсада, бугунги кунда уни ишлаб чиқариш ҳам кўплаб мамлакатларда йўлга қўйилган.

Кўмир захираларига эга бўлмаган давлатлар уларни импорт қилишга мажбурдир. Жаҳон миқёсида кўмирнинг нархи 994 йилдан оша бошлади ва 1995 йилнинг учинчи кварталда пик даражасига эришиб, \$45/тонна ни ташкил этди. 1997 йилнинг ўрталарига келиб у туша бошлаб \$40/тонна га келди ва 2000 йилда \$33/тонна атрофида эди. Баҳолашлар \$45-50/тонна миқдоридagi нарх янги конларда очиш учун зарур бўлишини кўрсатади. Бироқ сотиб олувчилар нисбатан кам ва таъминловчилар кўп бўлган шароитда кўмирнинг нархида салмоқли даражада ўзгариш бўлиши мумкин.

#### **1.4 Табiiй газдан фойдаланиш асосида электр энергияси ишлаб чиқариш**

Кўмир ва мазут ёқувчи электр станцияларидан табiiй газ ёқувчи электр станцияларига ўтиш глобал феноминон даражага эришди<sup>7</sup>. Бу газ ишлаб чиқариш ва истеъмол статистикасида ўз аксини топди. Жаҳон Энергетик Косулининг маълумотида кўра 1996 ва 1999 йиллар орасида табiiй газ ишлаб чиқариш 4,1%га ошган. 1999 йилда Хитойда газдан фойдаланиш 10,9% га, Осиё-Тинч Окени худудида эса 6,5% га ошган. Африканинг газ истеъмоли 9,1% га ошган.

Энергетик маълумотлар администрацияси (EIA)нинг маълумотларига кўра 2001 йилда табiiй газ истеъмоли бўйича АҚШ жаҳонда биринчи ўринга кўтирилиб, ундан кейинги ўринларда Россия, Германия, Буюк Британия ва Канада бўлди. Газнинг асосий ишлаб чиқарувчилари Россия ва АҚШ бўлиб, 2001 йилда уларнинг биргаликдаги улуши йиллик ишлаб чиқарилган

<sup>7</sup> Paul Breeze. Power Generation Technologies. Elsevier, Amsterdam and etc., 2005. p. 44-45

газнинг 44% қисмини ташкил этди. Бу кўрсаткич бўйича улардан кейинги ўринарни Канада, Буюк Британия ва Жазоир эгаллади.

Европада табиий газдан фойдаланиш кейинги икки декада давомида драматик тарзда ошиб борди Еврогаз маълумотларига кўра бутун Европа бўйича 2000 йилда 332 млн. тонна нефть эквиваленти миқдорида газ истеъмол қилган бўлиб, 2020 йилга бориб бу кўрсаткич 471 млн. тонна нефть эквивалентига етиши, яъни 42%га ошиши кутилмоқда. 2000 йилда Европада асосий истеъмолчилар бўлиб Буюк Британия, Германия, Италия, Франция ва Недерландия ҳисобланди. Улардан фақат Буюк Британия ва Недерландия салмоқли миқдорда газ ишлаб чиқарган. Қолган давлатлар истеъмол қилган газнинг асосий қисмини импорт қилишган.

Албатта, бу газнинг ҳаммаси электр станцияларида ёқилмаган бўлсада, унинг улуши салмоқли миқдорни ташкил этган. Масалан, АҚШда 2001 йилда истеъмол қилинган газнинг 20% қисми электр станцияларида ёқилган. Юқорида айтиб ўтилганидек, газ турбиналари арзон ва улар тез ишга туширилиши мумкин бўлиб, атроф-муҳитга таъсир нисбатан кам. Табиий газ ёқилганда атмосферанинг ифлосланиши кўмир ёки мазут ёқилган ҳолатлагига нисбатан кам бўлади.

Газ саноатида газни тоза ёқилғи сифатида баҳолаб, бироқ ундан тўхташ ораликларида фойдаланиш энг яхши деб баҳолашган эди. Келажак энергетикаси қайта тикланувчан энергия манбаларига асосланиши зарур, бироқ газ қайта тикланувчан эмас. Муҳим жиҳати, жаҳонда газ билан таъминлаш имконияти чекланганлигидир.

1.4-жадвал келтирилган маълумотлар кўрсатадики, ҳозирги даврдаги газдан фойдаланишнинг ошиб бориш даражаси сақланиб қолган ҳолатда унинг жаҳонда мавжуд захираси яна 60 йилга етади.

1.4-жадвалда Жаҳон энергетика консулининг 2001 йилда амалга оширган энергия ресурсларини баҳолашига кўра аниқланган турли ҳудудларда табиий газнинг олиш мумкин бўлган захирасининг миқдорлари келтирилган.

1.4-жадвал. Жаҳоннинг турли ҳудудларида табиий газ захирасининг баҳоланган миқдори.

	<i>Reserve (billion m<sup>3</sup>)</i>	<i>Estimated reserve life (years)</i>
Africa	11,400	69
North America	7943	9
South America	6299	63
Asia	17,106	52
Europe	53,552*	58
Middle East	53,263	>100
Oceania	1939	46
Total	151,502	58

\*The Russian Federation contributes 47,730 billion m<sup>3</sup> to this total.

Source: World Energy Council.

Шимолий Америка ва Ғарбий Европа ўзларининг аниқланган захираларини авайлаб ишлатади. 1999 йилда газ ишлаб чиқариш даражаси сақланиб қолган тақдирда АҚШ ўз захирасини 9 йилда тугатиб улгуради. Бироқ баҳоланган захиралар нормаллигича қолгани ҳолда бу унчалик тез содир бўлмайди деган хулосага асос бўлиши мумкин. Ғарбий Европада Недерландия ва Норвегияда етарича захира мавжуд. Бунинг устига Ғарбий Европа ўзидаги газ истеъмолини қоплаш учун газни Россия ва Жазоирдан импорт қилади. Энергетик хавфсизлик нуқтаи назаридан ушбу ҳолат келажакда хавфли бўлиши мумкин деб баҳоланган.

## 1.5 Табиий газдан фойдаланиб электр энергияси ишлаб чиқаришнинг иқтисодий кўрсаткичлари

Электр энергиясини ишлаб чиқариш учун табиий газдан фойдаланиш критик жиҳатдан газнинг нархига боғлиқ<sup>8</sup>. Табиий газ кўмир ва бошқа электр энергияси ишлаб чиқаришда фойдаланилувчи қазилма ёқилгига нисбатан қиммат ёқилги ҳисобланади. Бироқ кўмир ёқувчи станциянинг капитал нархи газ ёқувчи станцияникига нисбатан салмоқли даражада катта ҳисобланади. Ушбу ҳолатларни эътиборга олган ҳолда ҳар бир станция учун бутун фаолияти давомида ёқилгининг умумий нархи кўмир ёки газ арзон электр энергиясини ишлаб чиқариш учун арзонлиги билан белгиланади.

Амалдаги газ нархи тез-тез нефтнинг нархига жуда яқин аълоқада бўлади, газ саноатини бошқаришнинг ўзгариши Буюк Британия сингари айрим давлатларда бундай аълқани бузган бўлишига қарамасдан. Бундай аълоқа мавжудлигининг сабабларидан бири кўплаб газ ёқувчи электр станцияларида мазут ёқилиши мумкинлиги ва газ қиммат бўлиб қолган тақдирда уларнинг газга ўтиш имкониятининг мавжудлигидир. Бу табиий газнинг нархида юқори чегарани белгилайди.

1.5-жадвалда айрим давлатларда 1997 ва 2002 йиллар оралиғида электр энергияси ишлаб чиқаришда фойдаланлувчи газнинг йиллик ўртача нархи келтирилган. Бу ер шарида газнинг нархи қандай эканлигини кўрсатади. Жадвалдаги охири баҳо (нарх) бутун 6 йил давомидаги стабил ҳисобланади. Бироқ АҚШ 2000 ва 2001 йилларда электр энергияси ишлаб чиқарувчи газнинг нархининг даражаси энг юқори эканлигини кўрсатади.

1.5-жадвал. Электр энергияси ишлаб чиқариш учун газнинг нархи (\$/ГЖ бирлигида).

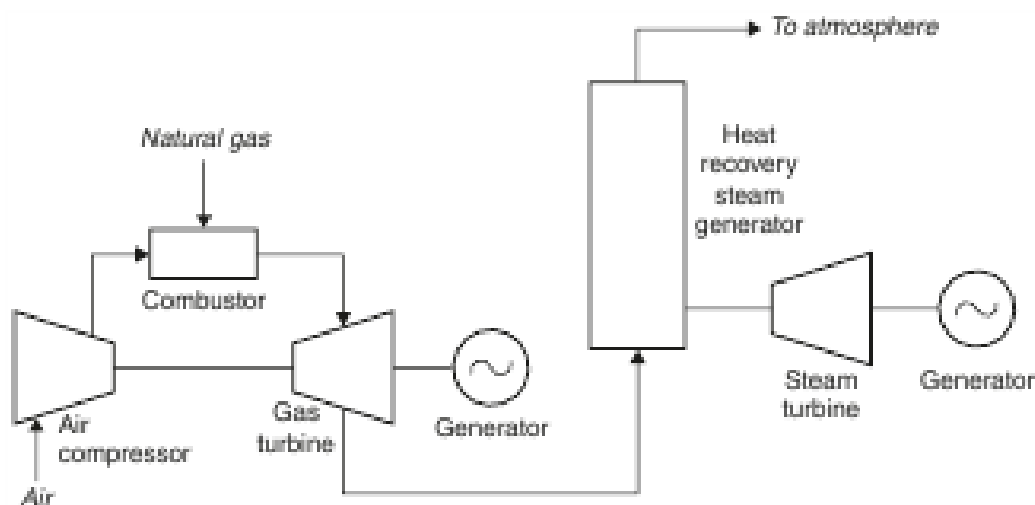
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Finland	3.06	2.87	2.58	2.70	2.61	2.61
Germany	3.78	3.51	3.35	3.66	–	–
Taiwan	6.10	5.23	4.83	5.88	5.86	–
UK	2.94	3.01	2.75	2.51	2.65	1.94
USA	2.63	2.25	2.44	4.11	4.42	3.42

Source: US Energy Information Administration.

Бу ерда газ билан таъминлашнинг пастлиги суюлтирилган табиий газнинг импорт қилиш имкониятини чекланганлигидир. Султирилган табиий газнинг нархи қувурлаштирилган газнинг нархидан юқори ҳисобланади. Чунки бунда султириш, транспортировка ва қайд этиш харajatлари эътиборга олинади. Бу 1.5- жадвалда Тайван учун газнинг нархи мисолида тасвирланган. Нарх шундай юқори бўлишига қарамасдан у Япония, Тайван ва Жанубий Корея сингари давлатларда қўлланилиб келинмоқда. 1999 йилда экспорт қилинган табиий газнинг 25% қисми суюлтирилган табиий газ бўлгани ҳолда унинг ҳам 75% қисми Осиё-Тинч океани худудига жўнатирилган.

<sup>8</sup> Paul Breeze. Power Generation Technologies. Elsevier, Amsterdam and etc., 2005. p. 45-46

**Комбинацияланган циклда ишловчи буг-газ ИЭСларнинг принципиал схемаси ва нархлари**



	<i>Capacity (MW)</i>	<i>Cost (US\$ million)</i>	<i>Cost/kW (US\$)</i>	<i>Start-up</i>
UK (Teeside)	1875	1200	640	1993
Bangladesh (Sylhet)	90	100	1110	1995
India (Jegurupadu)	235	195	830	1996/1997
Malaysia (Lumet)	1300	1000	770	1996/1997
Indonesia (Muara Tawar)	1090	733	670	1997
UK (Sutton Bridge)	790	540	680	1999
Vietnam (Phu My 3)	715	360	500	2002
USA (Possum Point)	550	370	670	2003
Algeria	723	428	590	2006
Pakistan	775	543	700	—

**Source: Modern Power Systems**

**Когенерацион циклда ишловчи ИЭСларнинг солиштирма нархлари**

	<i>Capital cost (\$/kW)</i>	<i>O&amp;M costs (\$/kWh)</i>
Diesel engine	800–1500	0.005–0.008
Gas engine	800–1500	0.007–0.015
Steam turbine	800–1000	0.004
Gas turbine	700–900	0.002–0.008
Micro turbine	500–1300	0.002–0.010
Fuel cell	>3000	0.003–0.015

Source: California Energy Commission.<sup>4</sup>

<i>Project</i>	<i>Capacity (MW)</i>	<i>Cost (\$million)</i>	<i>Cost/kW (\$)</i>	<i>Start-up</i>
Kohinoor Energy, Pakistan	120	140	1167	1997
Gul Ahmed Energy Co, Pakistan, Jamaica	125	138	1104	1997
Energy Partners	76	96	1263	–
APPL, Sri Lanka	51	63	1235	1998
IP, Tanzania	100	114	1140	1998
Kipevu 2, Kenya	74	84	1135	2002

Source: Modern Power Systems.

### Турли ИЭСлариди энергияни ўзгартириш самарадорлиги

<b>ИЭСнинг тури</b>	<b>Самарадорлиги, %</b>
Кўмир одатдаги усулда ёқилувчи ИЭС	38-47
Кўмир юқори босим остида қайновчи қатлам ҳосил қилиб ёқилувчи ИЭС	45
Газ турбинали ИЭС	30-39
Буғ-газ турбинали ИЭС	59

### ЖАҲОН МИҚЁСИДА ГИДРОЭНЕРГИЯ ЗАХИРАЛАРИ ГЭСЛАРНИНГ УРНАТИЛГАН КУВВАТЛАРИ

	<i>Gross theoretical capability (TWh/year)</i>	<i>Technically exploitable capability (TWh/year)</i>
Africa	>3876	>1888
North America	6818	>1668
South America	6891	>2792
Asia	16,443	>4875
Europe	5392	>2706
Middle East	688	<218
Oceania	596	>232
<b>Total</b>	<b>&gt;40,704</b>	<b>&gt;14,379</b>

	<i>Capacity (MW)</i>
Africa	20,170
North America	160,133
South America	106,277
Asia	174,076
Europe	214,368
Middle East	4185
Oceania	13,231
<b>Total</b>	<b>692,420</b>

Source: World Energy Council.

## ЖАҲОН МИҚЁСИДА ШАМОЛ ЭНЕРГИЯ РЕСУРСИНИНГ ТАҚСИМЛАНИШИ

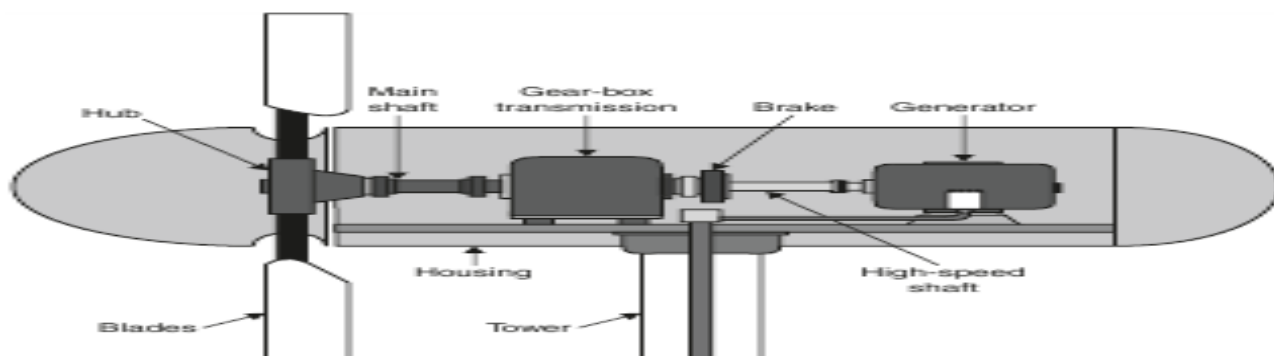
	<i>Available resource (TWh/year)</i>
Western Europe	4800
North America	14,000
Australia	3000
Africa	10,600
Latin America	5400
Eastern Europe and Former Soviet Union	10,600
Asia	4600
<b>Total</b>	<b>53,000</b>

## ЕВРОПАДА ШАМОЛ ЭНЕРГИЯСИ РЕСУРСИНИНГ ТАҚСИМЛАНИШИ

	<i>Annual resource (TWh)</i>	<i>Potential capacity (MW)</i>
Austria	3	1500
Belgium	5	2500
Denmark	10	4500
Finland	7	3500
France	85	42,500
Germany	24	12,000
Great Britain	114	57,000
Greece	44	22,000
Ireland	44	22,000
Italy	69	34,500
Luxembourg	—	—
Holland	7	3500
Norway	76	38,000
Portugal	15	7500
Spain	86	43,000
Sweden	41	20,500

Source: The figures in this table are taken from Windforce 12.<sup>9</sup>

### ШАМОЛ ТУРБИНАСИ БЛОКИНИНГ УМУМИЙ КУРИНИШИ



### ШАМОЛ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИНИНГ НАРҲИ

Шамол электр станцияларининг солиштирма нарҳи:  
1300-1800 \$/кВт;

Шамол электр станцияларида ишлаб чиқарилувчи электр энергиянинг тан нарҳи:

- шамолнинг тезлиги 10 м/с бўлганда: 0,03 \$/кВт.соат
- шамолнинг тезлиги 5 м/с бўлганда: 0,08 \$/кВт.соат

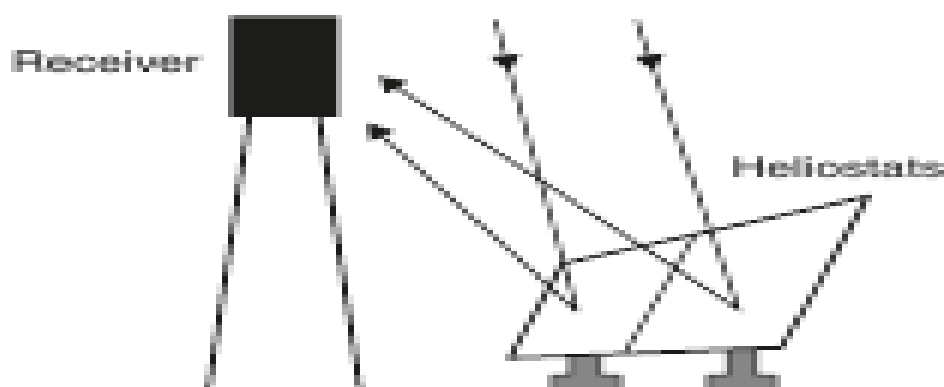
Прогнозларга кўра 2020 йилга бориб тан нарҳнинг бу қийматини 24% га камайиши кутилмоқда.

### КУЁШ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ ВА КУРИЛМАЛАРИ

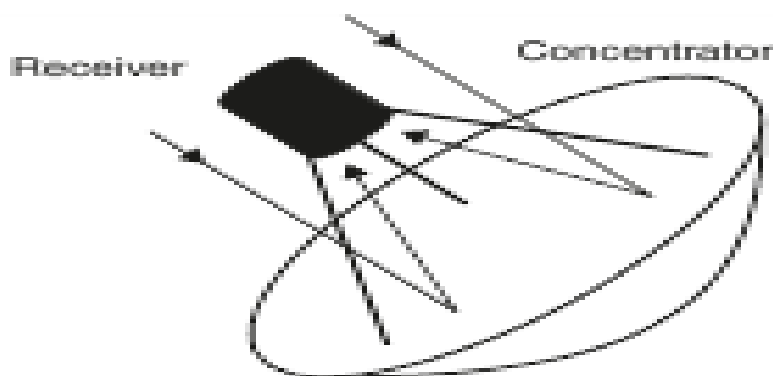
Электр энергияси ишлаб чиқариш учун қуёш энергиясидан фойдаланиш технологиялари



## Минорали иссиқлик алмаштиргичлардан фойдаланиб электр энергияси ишлаб чиқариш



## Ботик коллекторлардан фойдаланиб электр энергияси ишлаб чиқариш



### Фойдаланилган адабиётлар:

1. John R. Fanchi with Christopher J. Fanchi. Energy in the 21<sup>st</sup> Century. 2<sup>nd</sup> Edition. World Scientific Publishing Co. New Jersey....., 2011.
2. Energy Efficiency – a Bridge to Low Carbon Economy/ Edited by Zoran Morvaj/ Published by InTech. Rijeka Croatia. 2012.
3. Paul Breeze. Power Generation Technologies. Elsevier, Amsterdam and etc., 2005.
4. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, Energy managementsystems. Published by InTech. JanezaTrdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech.
5. Frank Kreith D.Yogi Goswami. Energy management and conservation handbook. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. CRCP resisan imprint of Taylor & Francis Group, anInforma business.
6. Zoran Morvaj. Energy efficiency –a bridge tolow carbon economy. Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2012 InTech
7. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.

### Назорат саволлари:

1. Бутун Жаҳон миқёсида энергетика тараққиётининг замонавий ҳолати ва муаммоларини айтиб беринг;
2. Жаҳон миқёсида турли энергия ресурсларидан фойдаланиш тенденциялари ва муаммоларини айтиб беринг.

3. Жаҳон миқёсида кумир ёқувчи станцияларнинг иқтисодий кўрсаткичларини баҳоланг.
4. Жаҳон миқёсида табиий газ ёқувчи станцияларнинг иқтисодий кўрсаткичларини баҳоланг.
5. Жаҳон миқёсида қайта тикланувчан энергия манъбаларидан фойдаланиб ишловчи электр станциялари ва қурилмаларининг техник ва иқтисодий кўрсаткичларини баҳоланг.
6. Электр энергиясини узатиш, тақсимлаш ва истеъмол қилиш жараёнида энергетик самарадорликни ошириш усулларини айтиб беринг.

## **2-МАВЗУ: ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ЭНЕРГЕТИКАСИНING ТАРАҚҚИЁТИ ВА ЗАМОНАВИЙ МУАММОЛАРИ (2 соат)**

### **Режа:**

1. Ўзбекистон Республикасида энергия ресурсларидан фойдаланиш тенденциялари
2. Ўзбекистон Республикасида энергия ишлаб чиқариш масштаблари
3. Ўзбекистон Республикасида энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлашнинг замонавий муаммолари ва истиқболлари.
4. Ўзбекистон Республикасида энергетика тараққиётининг асосий йўналишлари.

**Таянч сўз ва иборалар:** Энергетика, энергия, энергия ресурси, қайта тикланувчан энергия ресурси, бирламчи ва иккиламчи энергия, экология, энергия ишлаб чиқариш, энергетиканинг ривожланиш тенденцияси, энергетик баланс.

### **2.1. Ўзбекистон Республикасида электр энергиясини ишлаб чиқаришнинг масштаблари ва кейинги истиқболлари**

Юқори даражадаги техник тараққиёт ва у бугунги кунда эришган ютуқларни сифат жиҳатидан янги турдаги энергиядан, хусусан электр энергиясидан фойдаланмасдан таъминлаб бўлмас эди. Электр энергияси ҳозирги даврда инсоният ҳаётида кенг фойдаланилмоқда. У саноатда ва қишлоқ хўжалигида турли механизмларни ҳаракатга келтиришда, бевосита технологик жараёнларда, транспортда ва маданий-маиший ҳаётда кенг қўлланилади. Замонавий аълоқа воситалари – телефон, телеграф, радио, телеведиия кабиларнинг ишлаши ҳам электр энергиясидан фойдаланишга асосланган. Электр энергиясисиз кибернетика, ҳисоблаш техникаси, космик техникаси кабиларни ривожлантириш мумкин бўлмас эди. Электр энергиянинг асосий самарали хусусияти шундан иборатки, у узоқ масофага осон узатилиши ва нисбатан содда ва кам исроф билан бошқа турдаги энергияларга ўзгартирилиши мумкин. Электр энергияси ҳозирги даврда инсонлар томонидан энг кўп фойдаланиладиган энергия туридир.

Юқоридаги сабабларга кўра электр энергетикасининг тараққиётига бутун жаҳонда, шу жумладан бизнинг мамлакатимизда жуда катта эътибор қаратилган.

Ўзбекистон энергетикасининг ривожланиш тарихи. 1914 йилда Туркистон энергетика хўжалигининг қуввати 20 минг от кучидан ортиқроқ бўлиб, мавжуд 51 та электр станциялардаги умумий электр моторларининг сони 500 тадан ошмас эди.

1917 йилга келиб ҳозирги Ўзбекистон Республикаси худудидаги электр станцияларнинг умумий қуввати 3 минг кВт ни ташкил қилиб, уларда бир йилда 3,3 млн. кВт.соат электр энергияси ишлаб чиқарилган.

Ўзбекистон энергетикаси тараққиётида Туркистон ўлкасини электрлаштириш режасининг тузилиши қатта аҳамият касб этди. 1923 йил Тошкент шаҳри чеккасидан ўтувчи Бўзсув каналида гидроэлектр станцияси (ГЭС)нинг қурилиши бошланди. 1926 йил Ўзбекистон энергетикасида биринчи – ўша вақтда Ўрта Осиёда энг катта бўлган 2 минг кВт қувватли Бўзсув ГЭСининг биринчи навбати ишга туширилди.

Ўзбекистон энергетика тизими тузилган пайтда (1934 й.) Республикада электр энергияси қувватининг ўсиши асосан Чирчиқ-Бўзсув йўналишидаги умумий қуввати 180 минг кВт бўлган кетма-кет қурилган гидроэлектр станциялари ҳисобига тўғри келди.

1939 йилда Қизилқия кўмир ҳавзаси негизида Қувасой Давлат район электр станцияси (ДРЭС)нинг 12 МВт қувватли конденсацион турбина агрегати ва Тошкент тўқимачилик комбинати иссиқлик электр станциясининг 6 МВт қувватли иккита турбинаси ишга туширилди.

Электр станцияларининг қурилши ва саноат корхоналарининг ривожланиши магистрал электр тармоқларини қуриш заруратини келтириб чиқарди. Қодир ГЭС ининг ишга туширилиши билан бир вақтнинг ўзида Республикада биринчи бўлиб ундан Тошкент шаҳрига электр энергиясини узатувчи 35 кВ кучланишли икки занжирли линия фойдаланишга топширилди.

1939-1940 йилларда 110 кВ кучланишли ҳаво линиялари Қувасой ДРЭСини Андижон шаҳри билан, Тавоксой ГЭСини Чирчиқ шаҳри билан боғлади.

Ватан уруши йилларида Тошкент шаҳри атрофини боғловчи 35 кВ кучланишли халқасимон ҳаво линияси қуриб битказилди, шимолий саноат районини электр энергия билан таъминлаш учун катта қувватли "Северная" подстанцияси қурилди.

1943 йилда Сирдарё дарёсида қурила бошлаган 125 минг кВт қувватли Фарход ГЭСи кимё саноатини ривожлантириш ва суғориладиган ерларни сув билан таъминлаш имконини берди. Ўзбекистон ва қўшни республикаларнинг 700 минг гектардан ортиқроқ ерларини ўзлаштиришга имкон берувчи сув тўғонлари қурилди.

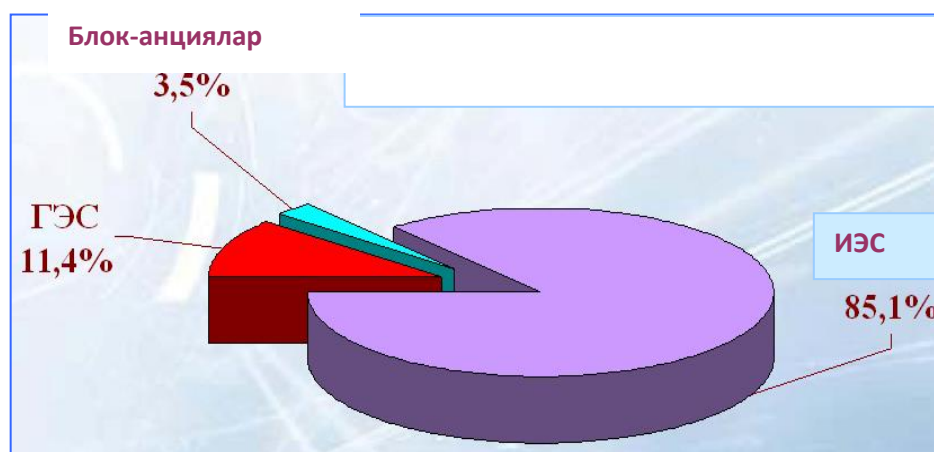
Ангрен кўмир ҳавзасини ўзлаштирилиши иккита иссиқлик электр станцияси – 600 минг кВт қувватли Ангрен ИЭС ва Олмалиқ иссиқлик электр маркази (ИЭМ)ни қуришга асос бўлди.

1972 йил Сирдарё ИЭСида Ўрта Осиёда биринчи энг катта критик параметрларда (буғ босими 240 атм., ҳарорати 545<sup>0</sup>С) ишловчи 300 минг кВт қувватли энергетика блоки ишга туширилди. Ҳозирги пайтда Сирдарё ИЭСда 10 та шундай қувватли блоклар ишламоқда.

Ҳозирги пайтга келиб ўрнатилган ускуналар қувватларининг йиғиндиси 12,0 млн. кВтдан ортиқроқ бўлган 37 иссиқлик ва гидроэлектр станцияларни ўз ичига олган Ўзбекистон энергетика тизими асосини йирик электр станциялари, шу жумладан, Сирдарё (3,0 млн. кВт), Янги-Ангрен (2,1 млн. кВт), Тошкент (1,86 млн. кВт) ва Навоий (1,25 млн. кВт) иссиқлик электр станциялари ташкил этади (1.3- расм). Ушбу электр станцияларда бирлик қуввати 150 – 300 минг кВт бўлган 30 дан ортиқ замонавий энергетика блоклари ўрнатилган. Бирлик қуввати Марказий Осиёда энг катта 800 минг кВт бўлган Толлимаржон иссиқлик электр станцияси мустақиллик йилларида ишга туширилиб, уни янада кенгайтириш ишлари давом этмоқда. Ўзбекистон Республикасида бугунги кунда ишлаётган иссиқлик электр станциялари ва уларнинг ўрнатилган қувватлари ҳақида маълумотлар 2.1- жадвалда келтирилган.

## 2.2. Ўзбекистон Республикасида электр энергиясини ишлаб чиқаришнинг масштаблари

Ҳозирги даврда Ўзбекистон Республикасидаги мавжуд электр станцияларининг ўрнатилган қуввати: 12950,2 МВт  
шу жумладан:  
Иссиқлик электр станциялари 11097,0 МВт  
Гидроэлектр станциялар: 1419,7 МВт  
Блок-станциялар: 433,5 МВт  
ЎзР энергетика тизимида ҳозирги даврда мавжуд электр станциялари ўрнатилган қувватларининг тузилмаси 2.1- расмда тасвирланган.



2.1.- расм. Ўзбекистон Республикасида мавжуд электр станциялари ўрнатилган қувватларининг тузилмаси

2.1-жадвал

**Ўзбекистон Республикасининг иссиқлик электр станциялари**

Станция	Ўрнатилган қувват, МВт
Сирдарё ИЭС	3000,0
Янги-Ангрен ИЭС	2100,0
Тошкент ИЭС	1860,0
Навои ИЭС	1250,0
Тахиатош ИЭС	730,0
Фарғона ИЭМ	330,0
Ангрен ИЭС	484,0
Муборак ИЭМ	60,0
Тошкент ИЭМ	30,0
Толлимаржон ИЭС (1- блок)	800
Жами:	10644,0

Гидроэлектр энергетикаси Ўзбекистон Республикаси энергетика вазирлиги тизимидаги бир неча унчалик катта бўлмаган қувватли ГЭС каскадлари билан белгиланади. Булардан Ўрта-Чирчиқ ГЭСлар каскади таркибига кириб, сув омборларига эга бўлган 600 минг кВт қувватли Чорбоғ ва 165 минг кВт қувватли Ҳожикент ГЭСлари асосан қувват балансини ростловчи станциялар сифатида фаолият кўрсатади. Қолган ГЭСларнинг иш ҳолатлари эса хавзадан оқиб ўтувчи сув миқдори билан белгиланади. Бугунги кунда Ўзбекистон Республикасида мавжуд ГЭСларнинг умумий ўрнатилган қуввати 1419 кВтни ташкил этади.

Ўзбекистоннинг энергетика тизими Туркменистон, Тожикистон, Қирғизистон ва Жанубий Қозоғистон энергетика тизимлари билан туташган бўлиб, Марказий Осиё халқаро Бирлашган энергетика тизимининг асосий таркибий қисми ҳисобланади.

Кўп миқдорда ишлаб чиқарилувчи электр энергияни масофага самарали узатиш ва истеъмолчиларга тақсимлаш турли кучланишдаги электр узатиш линияларидан фойдаланишни тақозо этади. Ҳозирги даврда Ўзбекистон Республикасидаги барча номинал кучланишли электр узатиш линияларининг умумий узунлиги тахминан 240 минг км бўлиб, жумладан, 500 кВ кучланишли линиялар 2,1 минг км, 220 кВ кучланишли линиялар 4,6 минг км ва 0,4-10 кВ кучланишли линиялар 170 минг км ни ташкил этади.

Келажакда халқ хўжалигининг тараққий этиб бориши билан ҳамоҳанг тарзда Республикамиз энергетикаси ҳам янада юқори жадалликда ривожланиб боради. 2.2- жадвалда ЎЗРда 2020 йилгача электр энергияни ишлаб чиқариш ва истеъмол қилиш баланси динамикасининг сценарийси тасвирланган.

2.2-жадвал.

**ЎЗРда электр энергияни ишлаб чиқариш ва истеъмоли балансининг сценарийси (МВт.соат)**

Балансининг ташкил этувчиси	2010 й., амалда	2015 й.	2020 й.
1. ЭЭ истеъмоли	50747,0	56000,0	64900,0
2. ЭЭ экспорти	1164,0	900,0	1800,0
3. ЭЭ ишлаб чиқариш шу жумладан:	51911,0	56900,0	66700,0
3.1. «Ўзбекэнерго» ДАК	50057,0	52315,0	62115,0

шу жумладан			
3.1.1. ИЭС	43508,0	46568,0	53442,0
3.1.2. ГЭС	6549,0	5746,0	8352,0
3.1.3. НҚТЭ	-	-	321,0
3.2. Блокстанциялар	1834,0	4585,0	4585,0

Электр энергия балансини ушбу жадвалда келтирилган даражада бўлишини таъминлаш электр станцияларида кўшимча, самарали блокларни ўрнатиб, ишга тушириш, мавжудларини модернизациялаш, кўшимча электр тармоқларини қуришни назарда тутати.

2015 йилгача бўлган вақт давомида иссиқлик энергетикаси соҳасида Навои ИЭСни 478 МВт қувватли буғ-газ қурилмаси (БГҚ)ни ўрнатиш ҳисобига кенгайтириш, Тошкент иссиқлик электр марказини 3 та 27 МВт қувватли газ-турбина қурилмаси (ГТҚ)ни ўрнатиш ҳисобига модернизациялаш, Толлимаржон ИЭСни 2 та 450 МВт қувватли БГҚни ўрнатиш ҳисобига кенгайтириш, Тошкент ИЭСни 370 МВт қувватли БГҚни ўрнатиш ҳисобига модернизациялаш, Ангрен кўмир ҳавзасини модернизациялаш орқали Янги-Ангрен ИЭСнинг 1-5 блокларини бутун сутка давомида кўмир ёқишга ўтказиш бўйича инвестиция лойиҳаларининг бажарилиши кўзда тутилган. Гидроэнергетика соҳасида эса, ушбу вақт давомида модернизациялаш ишларини амалга ошириш ҳисобига Чорбоғ ГЭСнинг қувватини 45 МВтга, Тошкент ГЭСлари каскадининг қувватини 8,3 МВтга, Қуйи Бўзсув ГЭСларининг қувватини 2,5 МВтга оширишга оид инвестиция лойиҳалари бажарилади.

#### **Ўзбекистон Республикасида мавжуд электр узатиш линияларининг узунлиги**

##### **Барча номинал кучланишли**

**линияларнинг умумий узунлиги: 240 минг км**

**шу жумладан**

**500 кВ кучланишли линиялар: 2,3 минг км**

**220 кВ кучланишли линиялар: 4,7 минг км**

**35-110 кВ кучланишли линиялар: 63 минг км**

**0,4-10 кВ кучланишли линиялар: 170 минг км**

#### **Ўзбекистон Республикаси энергетикасининг замонавий муаммолари**

1. Электр энергияси истеъмолининг катта аниқликдаги назоратини ташкил қилиш;
2. Иссиқлик электр станцияларида ишловчи блокларни замонавий юқори самарадорликка эга бўлганларига алмаштириш;
3. Иссиқлик электр станцияларининг жиҳозларини модернизациялаш ҳисобига самарадорлигини ошириш (ш.ж., ёқилғини самарали ёқиш);
4. Қайта тикланувчан энергия манъбаларидан кенг фойдаланиш (ГЭСлар, Қуёш ва шамол станциялари ва қурилмалари);
5. Мавжуд ГЭСларнинг блокларини модернизациялаш ҳисобига ўрнатилган қувватларини ва самарадорлигини ошириш;
6. Электр тармоқларини ривожлантириш: электр энергиясини узатиш ишончлилигини ошириш, электр энергияси бозорини ташкил этиш ва тармоқларнинг ҳолатларини иқтисодий самарадорлигини ошириш;
7. Энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнларини оптималлаштириш;
8. Энергияни истеъмол қилишда самарадорликни ошириш;
9. Электр юкламаларини бошқариш ва юклама графигини текислаш.

10. Юқори даражада автоматлаштирилган электр энергетика тизимини ташкил этиш.

**Ўзбекистон Республикасида электр энергетикасини ривожлантириш бўйича амалга оширилаётган йирик лойиҳалар**

1. 100 МВт қувватли қуёш электр станциясини қуриш;
2. Толлимаржон ИЭСни 2 та 450 МВт қувватли буғ – газ қурилмаси (БГҚ) ҳисобига кенгайтириш;
3. Тошкент ИЭСни 370 МВт қувватли БГҚ ҳисобига модернизациялаш;
4. Тошкент ИЭМни 3 та 27 МВт қувватли ГТҚ ҳисобига модернизациялаш;
5. 2 та 450 МВт қувватли БГҚга эга бўлган Тўрақўрғон ИЭСни қуриш;
6. Янги Ангрен ИЭСнинг 1-5 блокларини бутун сутка давомида қўмир ёқишга ўтказиш;
7. Модернизациялаш ҳисобига Чорбоғ ГЭСнинг ўрнатилган қувватини 45 МВт га ошириш;
8. Модернизациялаш ҳисобига Тошкент ГЭСлари каскадининг ўрнатилган қувватини 8,3 МВт га ошириш;
9. Модернизациялаш ҳисобига Қуйи Бўзсув ГЭСлари каскадининг ўрнатилган қувватини 2,5 МВт га ошириш;
10. Тўрақўрғон-500 подстанциясини қуриш;
11. Янги Ангрен – Тўрақўрғон 500 кВ ҲЛни қуриш;
12. Тўрақўрғон - Ўзбекистон 500 кВ ҲЛни қуриш.

**Назорат саволлари:**

1. ЎЗРда энергетика тараққиётининг замонавий ҳолати ва муаммоларини айтиб беринг;
2. Энергетик ишлаб чиқаришнинг экологик муаммолари ва уларни ҳал этиш йўлларини айтиб беринг;
3. Бирлашган энергетика тизимларини шакллантириш, уларнинг аҳамияти ва ишлатиш бўйича муаммоларини айтиб беринг;
4. Электр энергиясини узатиш, тақсимлаш ва истеъмол қилиш жараёнида энергетик самарадорликни ошириш усулларини айтиб беринг.

**Фойдаланилган адабиётлар:**

1. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, Energy managementsystems. Published by InTech. JanezaTrdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech.
2. Frank Kreith D.Yogi Goswami.Energy management and conservation handbook. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. CRCP ressisan imprint of Taylor & Francis Group, anInforma business.
3. Zoran Morvaj. Energy efficiency –a bridge tolow carbon economy. Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2012 InTech
4. John r. Fanchi. Energy in the 21st century. (2nd edition) Texas Christian University, USA. With christoper j. Fanchi. Copyright © 2011 by world scientific publishing co. Pte. Ltd.
5. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.
6. К.Р. Аллаев. Электроэнергетика Узбекистана и мира. Т. «Фан ва технология», 2009.- 464 с.
7. К.Р. Аллаев Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор. Т. Издательство «Молия» 2007. 388 с.

### 3-МАВЗУ: ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ЭЛЕКТР ТИЗИМЛАРИ ВА УЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ (2 соат)

#### Режа:

1. Интеллектуал электр тизими тушунчаси ва унинг тузилмаси
2. Электр энергиясини назоратининг автоматлаштирилган ахборот тизимлари (ЭЭНААТ)
3. Ҳисоблагичлардан маълумотларни йиғиш ва уларга ишлов бериш бўйича автоматик сўров ўтказилиш
4. Саноат корхоналарида ЭНАТ ташкил этишнинг иқтисодий самарадорлиги

**Таянч сўз ва иборалар:** Электр тизими, интеллектуал электр тизими, электр энергияси назорати, энергия назоратининг автоматлаштирилган тизимлари (ЭНАТ), электр ўлчаш, электр ҳисоблагич, ЭНАТнинг пағоналари, маълумотларни узатиш тармоғи, дастурий таъминот, мультиплексер, маълумотлар базаси, ўлчаш асбоблари, тиорат ва техник ЭНАТ.

#### 3.1. Интеллектуал электр тизими тушунчаси ва унинг тузилмаси

**Интеллектуал электр тизими** – электр энергиясига булган талабни тула кондириш имконияти таъминланган электр энергияни ишлаб чиқариш, узатиш, тақсимлаш ва истеъмол қилиш қурилма ва жиҳозларининг юқори даражада автоматлаштирилган, умумий оптимал иш режими мустақил тарзда таъминланувчи тизим.

Электр энергияни ишлаб чиқарилиш ва истеъмоли доимо бир балансда бўлиши лозим. Бу баланс одатда энергетика тизимининг ҳолатини қисқа муддатли режалаштиришда бир кун олдин тузилувчи режа ва диспетчерлик бошқаруви асосида амалга оширилади.

Юкламанинг режалаштирилганидан фарқ қилиши натижасида тизим ҳолатининг узгариши оператив бошқариш жараёнида ростланади.

Тўсатдан истеъмол қилинувчи қувватнинг ўзгариши ва содир бўлувчи авариялар натижасида тизим ҳолатининг ўзгариши ҳам шу тарзда оператив бошқариш жараёнида ростланади.

Тарихдан энергия нисбатан қиммат бўлмаган. Электр энергияни эффектив ишлатишда бошқариш тизими муҳимлиги иккиламчи даражали бўлган, шунинг учун конструктив ва архитектур жихатдан кўриб чиқилмаган. Энергияни қиммат бўлмаганлиги ва кенг тарқалган оммабоплиги кескин иқтисодий ўсишга олиб келди, аммо сарф харажатлар ва атроф-муҳитга таъсири кучайиб кетди: кўмир ёқилғиларни сарфлари, атроф муҳитга салбий таъсири ва бошқалар. Энергетик мустақиллик ва қиммат баҳо қоғозлар ҳақида қонунни 2007, қўшма штатларида электр тармоқларни ақилли тармоқ -XIII ўз йўлида эришиш ва модернизация қилишга олиб келди.

Тахминан 2005 йилдан буён Интеллектуал тизимларга қизиқиш жуда ошиб борди. Ахборот коммуникация технологиялари (АКТ) электр тармоқларини ишлатишни замонавийлаштириш бўйича катта имкониятларни яратишини тан олиш энергетик секторда декарбонлаш реалистик нархларда амалга оширилиши ва самарали назорат қилинишига ишонч ҳосил қилинди<sup>9</sup>. Ундан ташқари интеллектуал тизимни стимуллаш зарурлигига ишонч ҳосил қилишга яна бир қатор сабаблар ойдинлаштирилди.

*Хизмат кўрсатиш даврини баҳолаш ва занжирнинг имкониятларини қисқариши*

Жаҳоннинг кўплаб қисмида (масалан АҚШ ва Европанинг кўплаб давлатларида) энергетика тизими 1950 йиллардан бошлаб кескин кенгайди ва ўша вақтда ишга туширилган узатиш ва тақсимлаш жиҳозлари ҳозирги вақтга келиб меёрий хизмат кўрсатиш муддатларини ўтаб

<sup>9</sup> Janaka Ekanayake, Kithiri Liyanage, Jianzhong Wu and others. Smart Grid Technology and Application. John Wiley and Sons. UK, 2012. p. 2-3

бўлганлиги сабабли уларни алмаштириш талаб этилади. Энергетик жиҳозларни бундай тартибда алоҳида-алоҳида алмаштириш катта капатал маблағни талаб этишидан ташқари айрим пайтларда улар айна пайтда ишлаб чиқариладими ёки умуман уни ишлаб чиқариш учун мутахассислар мавжудми деган саволлар туғилади.

Кўплаб давлатларда ҳаво линияларининг занжирлари орқали оқувчи қувватлар юкланишига ошиб бориши ёки қайта тикланувчан генерациянинг ошиши билан ортиб боради. Шу сабабли ўзларининг қувват узатиш чегараларида ишлаётган айрим линиялар орқали қўшимча қувватни узатиб бўлмайди ёки уларга қайта тикланувчан генерацияни улаб бўлмайди. Бундай қийинчиликларни бартараф этиш учун бундай юкланиш чегарасида ишловчи линияларда узатилувчи қувватни оширмасдан қувват узатиш учун захирага эга бўлган линиялардан фойдаланишни таъминловчи интеллектуал тизим алоҳида аҳамиятга эга.

#### *Қизиш бўйича чегаралар*

Мавжуд узатиш ва тақсимлаш линиялари ва жиҳозларида қизиш бўйича чегаралар уларда чексиз вақт давомида узатиш мумкин бўлган энг катта қувват билан белгиланади. Энергетик жиҳоз орқали ўтувчи ток унинг қизиш гартларидан келиб чиқиб аниқланувчи токдан катта бўлганда у ўта даражада қизийди ва унинг изоляцияси кескин қурийдди. Бу жиҳознинг иш даврини қисқартиради ва шикастланиш хавфини оширади. Ҳаводаги электр узатиш линиясининг таянчлари орасидаги масофа катта бўлган жойларда бундай қизиш натижасида ўтказгичларнинг кенгайиб салқилигини ошиши уларни чалкашиб қолиш ёки улар билан ер орасидаги масофани хавфли даражагача камайишига олиб келиши мумкин.

#### *Ишлатиш бўйича чегаравий шартлар*

Ҳар қандай электр энергетика тизими руҳат этилган ҳолат параметрларида, жумладан руҳат этилган кучланиш ва частотада ишлайди. Параметрларнинг чегарадан чиқиб кетиши электр жишишлар муддатини кескин қисқаришига, уларнинг шикастланишига, тармоқдаги исрофларни кескин ошиб кетишига ва шу каби номаъқул ҳолатларни келтириб чиқариши мумкин. Бундай ҳолатларнинг олдини олиш ёки бартараф этишда интеллектуал тизим алоҳида ўринни эгаллайди.

#### *Таъминотнинг хавсизлиги (узлуксизлиги)*

Замонавий жамият юқори даражада ишончли бўлган электр таъминотини талаб этади. Анъанавий ишончлиликни ошириш усули қўшимча қурилмаларни ишга туширишни вამ ос ҳолда кўп миқдорда капитал мабғағни талаб этади. Интеллектуал тизим эса, электр тармоқнинг схемасини автоматик тарзда оптимал танлаш ва таъминлаш ҳисобига бундай қўшимча мабғағни бартараф этади.

#### *Миллий тақлифлар*

Кўплаб мамлакатларда Интеллектуал тизимларга уларни жорий этиш янги маҳсулот ишлаб чиқариш ва хизматларни ташкил этиш учун муҳим иқтисодий/тижорий имкониятларни очади деб қаралади.

### **3.2. Электр энергиясини назоратининг автоматлаштирилган ахборот тизимлари (ЭЭНАТ)**

Энергия ресурсларининг ривожланган савдоси маълумотларни ўлчаш, йиғиш ва қайта ишлаш босқичларида инсон иштирокини минимумга олиб келадиган ва энергия ресурсларини етказиб берувчи томонидан ҳам, истеъмолчи томонидан ҳам турли тариф тизимларига ишончли, аниқ ва ихчам мослаштирилган автоматлаштирилган тизимли энергияни ҳисоблашдан фойдаланишга асосланган тизимларни тадбиқ этишни талаб қилмоқда. Шу мақсадда истеъмолчилар ҳамда таъминотчи корхоналар ўз объектларида ЭНАТни ташкил қиладилар.

**ЭНАТ бу** – назорат-ўлчов қурилмалари, алоқа коммуникациялари (маълумотларни узатиш тармоғи), ЭХМ ва дастурий таъминот (ДТ) дан ташкил топган энергия истеъмоли жараёнини автоматик бошқариш ва автоматик ҳисобга олишни ташкил этиш учун мўлжалланган техник ва дастурий воситалар мажмуидир.

**ЭНАТ қуйидагиларга имкон беради:**

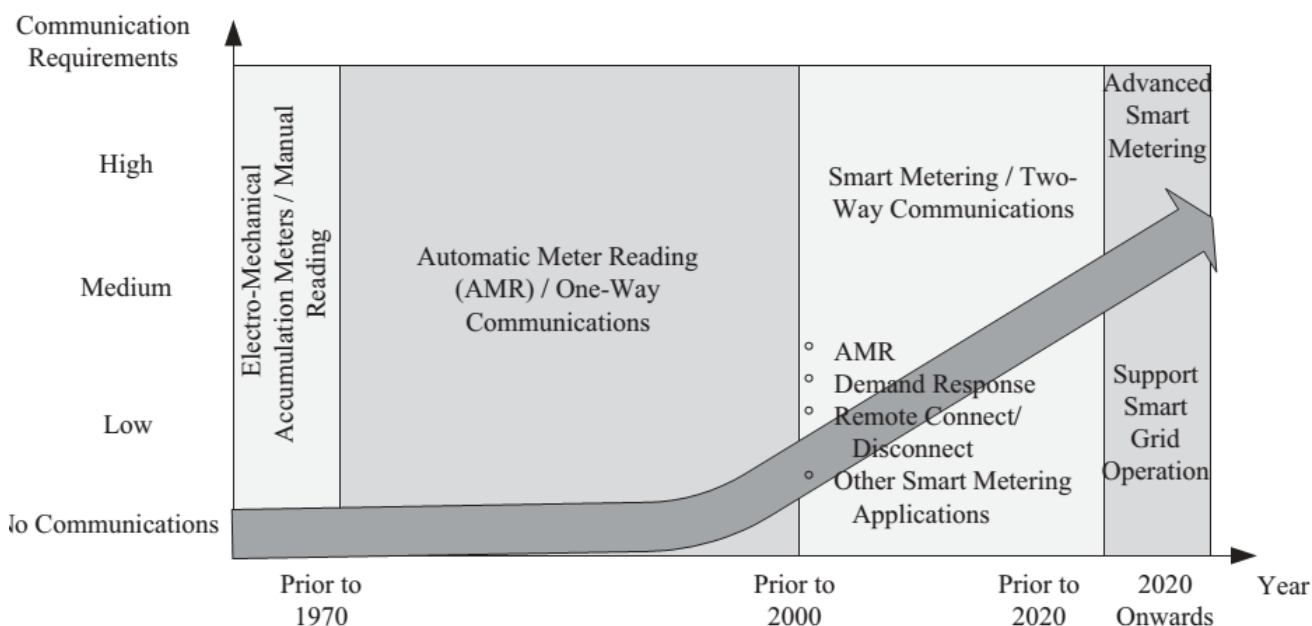
электр энергияси бозори субектлари билан маълумотлар алмашинувини автоматлаштириш;



электр энергияси бозори субъектлари ва истеъмолчилари билан ҳисоб-китобларни автоматлаштириш;  
 электр энергиясини ҳисобга олишнинг ишончлилигини ва тезкорлигини оширишга эришиш;  
 электр энергетик тизимларнинг техник ҳолатларининг автоматик назорат қилинишини таъминлаш;  
 истеъмолчилар ўртасида энергия ва қувват тақсимланишининг турли бошқариш схемаларини ишлатиш;  
 корхонанинг иш самарадорлигини ошириш.

### Интеллектуал ўлчов асбоблари<sup>10</sup>

Электр энергияни ўлчагичлари истеъмолчиларга узатиувчи энергияни сифатини ўлчаш ҳамда уни узатувчилар ва операторлар учун энергияни ҳисоблаш ва тўловни аниқлаш учун фойдаланилади. Энг кенг тарқалган ўлчагич типи бўлиб бутун вақт давомида энергия исеъмолини ёзиб олувчи аккумуляцион ўлчагич ҳисобланади. Кейинги йилларда катта юклагичи саноат ва тижорат истеъмолчилари янада ривожланган ўлчов асбоблари, масалан бутун қисқа давр давомида (ҳар ярим соатда) электр энергияси истеъмолини ёзиб боровчи интервалли ўлчаш асбобларидан фойдаланишмоқда. Бундай асбоблар истеъмолчиларга кўтара савдо нархини билиш, узларининг электр энергияга бўлган талабини тушуниш ва бошқаришда ёрдам берувчи тарифларни аниқлаш ва тўлов тузилмаларини ишлаб чиқиш имконини беради. Интеллектуал ўлчов асбоблари янада мураккаб бўлиб, улар иккита йўналишда аълоқага эга ва фойдаланилувчи энергия ва нарх маълумотлари, динамик тарифни реал вақт давомида таъминлайди ҳамда электрик қўлланишларни автоматик бошқаришни амалга оширади. 3.1а-расмда электр ўлчовни оддий электр-механик аккумуляцион ўлчовдан ривожланган интеллектуал ўлчовга ўтиш таракқиёти тасвирланган.



3.1а- расм. Электр энергияни ўлчашнинг таракқиёти

### ЭНАТ таркибига қуйидагилар киради:

электр энергия ва қувват ҳисоблагичлари (рақамли, интерфейсли ёки импульс чиқишли);  
 маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (мультиплексорлар, телесумматорлар ва бошқалар);

<sup>10</sup> Janaka Ekanayake, Kithiri Liyanage, Jianzhong Wu and others. Smart Grid Technology and Application. John Wiley and Sons. UK, 2012. p. 84-85

коммуникациялар (коммутицияланадиган телефон каналлари, ажратилган телефон каналлари, GSM, GPRS, радиоканаллар ва бошқалар);  
алоқа аппаратуралари (модемлар, радиомодемлар, мультимплексорлар ва бошқалар);  
махсус ДТ ўрнатилган ЭХМ (истеъмолчилар ҳисоблагичларидан маълумотларни йиғиш ва таҳлил қилиш ҳамда бошқа корхоналар ёки электр энергиясини етказиб берувчи билан ўлчов маълумотларини алмаштириш учун).

### ЭНАТнинг ДТи қуйидаги тизимлардан иборат:

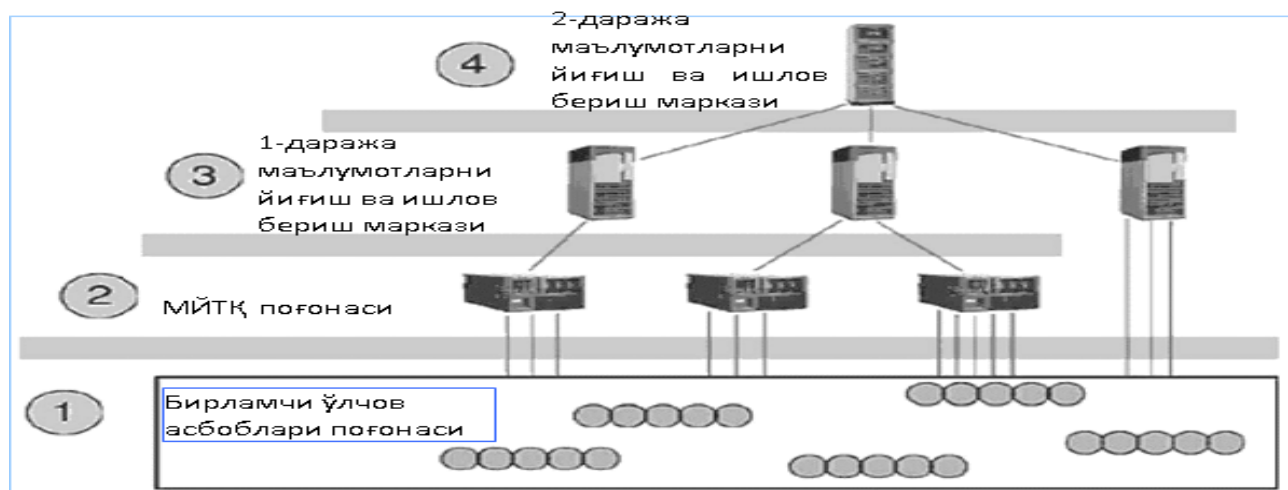
маълумотлар базасини (МБ) ва ҳисоблагичлар кўрсаткичларини бошқариш тизими;  
алоқа ва куч истеъмолчилари линияси бўйича ҳисоблагичларни автоматик сўров тизими;  
электр ҳисоблагичларнинг параметрларини график кўринишда акс эттириш тизими;  
маълумотларни таҳлил қилиш тизими;  
комплекс маълумотлар базасининг автоматлаштирилган тизими.

### ЭНАТ функциясига қуйидагилар киради:

- электр энергияси ҳақида маълумотларни ёзиш;
- ҳисоблагичлардаги архив ёзувлар ва тизимнинг ўз-ўзини автоматик текшириш маълумотларини сақлаш ва назорат қилиш;
- концентратор, терминал ва ҳисоблагич параметрларини ўрнатиш;
- масофадан ўқиш, электр таъминотини узиш/улашни назорат қилиш ва истеъмол даражасини назорат қилиш;
- автоматик ва автоматик бўлмаган сўров;
- линиялардаги исрофлар ва электр энергияси ўғирланишларининг олдини олиш;
- оператор ваколатларини чеклаш;
- нормал бўлмаган жараёнлар ҳақида ҳисобот;
- тақсимлаш тармоғининг схемасини акс эттириш;
- ҳар бир фаза маълумотларини ҳисобга олиш ва ҳар бир фаза бўйича мувозанатнинг бузилиш ҳолатларини аниқлаш;
- кўп тарифлилик;
- турли ҳодисалар ҳақида автоматик огоҳлантириш;
- истеъмол қуввати даражасини назорат қилиш;
- барча маълумотларни излаш ва чиқариш.

### 3.3. Электр энергияси назоратининг автоматлаштирилган тизимини поғоналари

#### Электр энергияси назоратининг автоматлаштирилган тизимини поғоналари



1.1-расм. ЭНАТ поғоналари

Умумий ҳолда ЭНАТ тузилмасини қуйидаги тўртта поғонага ажратиш мумкин (3.1-расм):

**биринчи поғона** – ҳисобга олиш нуқталари бўйича истеъмолчиларнинг электр энергияси параметрларини (электр энергияси, қуввати истеъмоли ва бошқалар) ўлчашни ўртача минимал интервалли ёки узлуксиз амалга ошириладиган телеметрик ёки рақамли бирламчи ўлчаш асбоблари (БЎА) (ҳисоблагичлар);

**иккинчи поғона** – берилган сиклда бутун сутка давомида ҳудудий тақсимланган БЎА дан ўлчаш маълумотларини йиғиш, қайта ишлаш ва юқори поғоналарга узатишни амалга оширадиган махсус ўлчов тизимлари ёки энергияни ҳисобга олишни ўрнатилган ДТ кўп функцияли дастурланадиган ўзгартиргичлари бўлган маълумотларни йиғиш ва тарқатиш қурилмалари (МЙТҚ);

**учинчи поғона** – МЙТҚ дан (ёки МЙТҚ гуруҳидан) ахборотларни йиғиш, бу ахборотларни ҳисобга олиш нуқталари бўйича ҳамда уларнинг гуруҳлари бўйича, яъни корхона бўлинмалари ва объектлари бўйича якуний қайта ишлаш, бош энергетик хизмати оператив персонали ва корхона раҳбарияти маълумотларни таҳлил этиши ва ечимни қабул қилиши (бошқариши) учун қулай бўлган кўринишда ҳисобга олиш маълумотларини акс эттирилиши ва ҳужжатлаштирилишини амалга оширадиган поғона. Бунда ЭНАТ махсус ДТ маълумотларини йиғиш ва қайта ишлаш маркази сервери ёки персонал компютери (ПК) ёрдамида амалга оширилади.

**тўртинчи поғона** – учинчи поғона маълумотларини йиғиш ва қайта ишлаш марказлари ПК дан ёки серверлар гуруҳидан ахборотларни йиғишни, ҳисобга олиш объектлари гуруҳлари бўйича ахборотларни тизимлаштириш ва бирлаштиришни, бош энергетик хизмати оператив персонали ва ҳудудий тақсимланган ўрта ва йирик қувватли корхоналар ёки энергия таъминоти корхоналари раҳбарияти таҳлил этиши ва ечимни қабул қилиши (бошқариши) учун қулай бўлган кўринишда ҳисобга олиш маълумотларининг акс эттирилиши ва ҳужжатлаштирилишини, энергия ресурсларини етказиб беришга шартномаларни олиб бориш ва энергия ресурсларига ҳисоблаш учун тўлов ҳужжатларини шакллантиришни амалга оширадиган поғона. Бунда ЭНАТ ДТи маълумотларни йиғиш ва қайта ишлашнинг марказий сервери ёрдамида амалга оширилади.

ЭНАТнинг барча поғоналари ўзаро алоқа каналлари ёрдамида боғланган. БЎА, МЙТҚ ёки маълумотларни йиғиш марказлари (МЙМ), поғоналари алоқалари учун стандарт интерфейслар (RS турдаги, ИРПС ва бошқалар) бўйича тўғридан- тўғри боғланиш ишлатилади. Учинчи поғона маълумотларини йиғиш марказий МЙТҚ лар, учинчи ва тўртинчи поғоналар маълумотларини йиғиш марказлари ажратилган коммутатсияланадиган алоқа каналлари бўйича ёки локал тармоқ бўйича уланиши мумкин.

Автоматлаштирилган иш жойига (АИЖ) қўйиладиган талаблар:

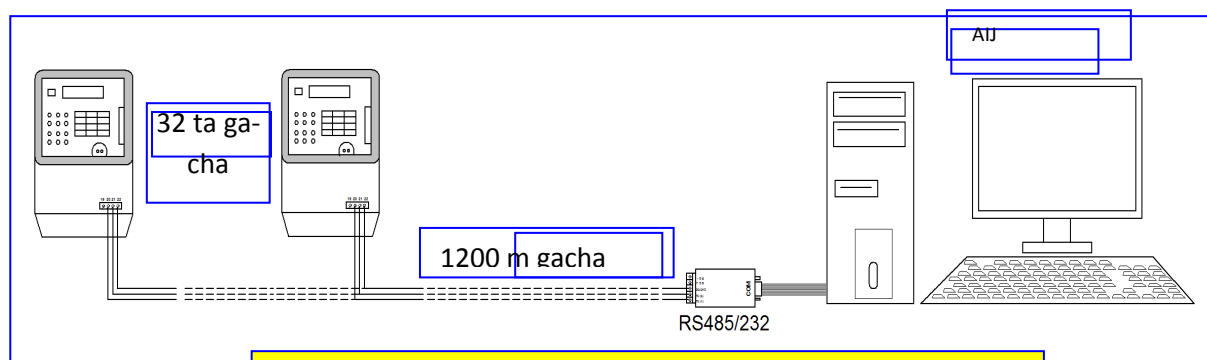
- Процессор Pentium 4
- Оператив хотира ҳажми - 256 Мб
- Қаттиқ диск ҳажми - 40 Гб
- CD-ROM нинг бўлиши
- Мониторнинг бўлиши
- Бўш СОМ портнинг бўлиши
- Операцион тизим - Windows 2000/XP ва ундан юқори
- Маълумотлар базаси дастури - MS SQL 2000

### 3.4. ЭНАТ поғоналарининг алоқа турлари

#### Тўғри симли алоқали ЭНАТ

Тўғри симли алоқа қўлланиладиган ЭНАТ схемаси энг содда ва энг кўп тарқалган ҳисобланади. Қурилмаларга кам сарф-харажат бўлганда корхона энергетиги реал вақт оралиғида барча сеҳлар ва бўлимлардаги электр энергия истеъмолини кузатиш имкониятига эга бўлади. Бундай схемалар асосан ўрта ва кичик қувватли корхоналар электр энергиясини техник ҳисобга олишни автоматлаштириш учун қўлланилди. Ҳисоблагичларни компютерга улаш РС232/485 адаптер орқали стандарт ташқи таъсирлардан ҳимояланган УТП5сат тармоқ кабели ёрдамида

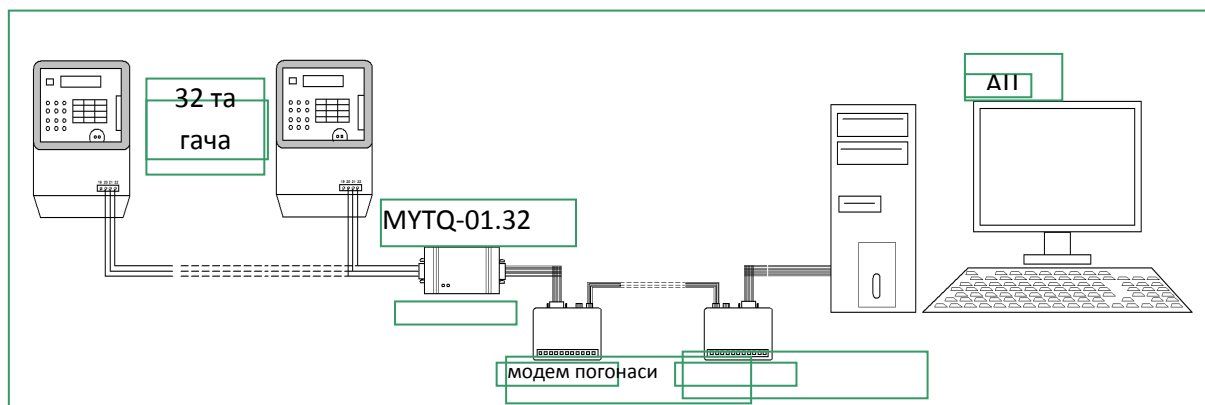
амалга оширилади. Бунда 32 тагача ҳисоблагичларни битта гуруҳда бирлаштириш мумкин, линиянинг узунлиги 1200 м гача, маълумотларни узатиш тезлиги 115200 кБ/с гача бўлиши мумкин.



3.1-расм. Тўғри симли алоқали ЭНАТ

### Модем алоқали ЭНАТ

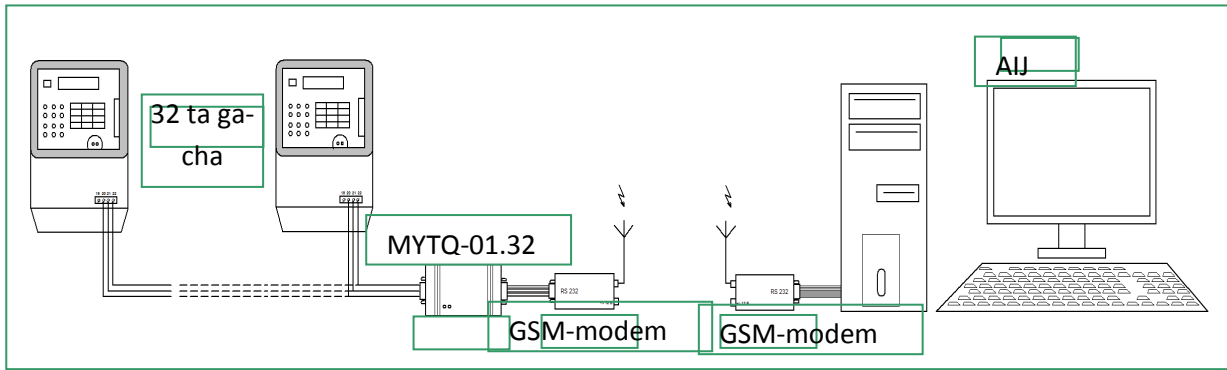
Модем алоқали ЭНАТни куришда ҳар доим ҳам самарали ишлатилмайдиган АИЖ ҳамда электр энергияси ҳисоблагичи атрофида сифатли рақамли телефон линиясини бўлиши кўзда тутилади.



3.2-расм. Модем алоқали ЭНАТ

### GSM модемли ЭНАТ

GSM модемларда ЭНАТни куриш жуда қулай ва бу схемалар осон ишлатилади. Бундай схема АИЖ дан ҳисоблагичлар қандай масофада бўлишидан қатъий назар, электр энергиясини ҳисобга олишнинг автоматлаштирилган тизимини яратиш имкониятини беради. “Алтаир Жр” ДТ ҳамда GSM модем ўрнатилган исталган АИЖ ҳисоблагичларидан маълумотларни олиш имконини беради. Шундай қилиб, маълумотларни корхона энергетигининг ҳамда юқори поғоналардаги АИЖлардан маълумотларни олиш ва таҳлил қилиш имконияти яратилади.

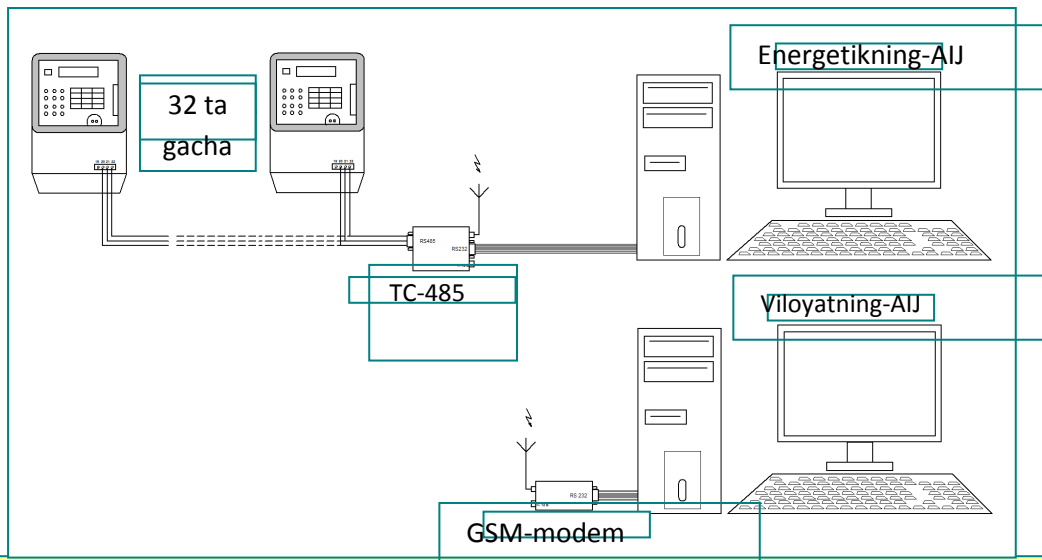


3.3-расм. GSM модемли ЭНАТ

### Маълумотларни узатиш модули асосидаги ЭНАТ

ТС-485 маълумотларни узатиш модули асосидаги ЭНАТни қуриш корхона энергетиги локал АИЖдан тўғри симли алоқали ЭНАТ бўйича ва вилоят энергия таъминоти корхонаси АИЖ дан GSM канали орқали ҳисоблагичларда сақланаётган ахборотлар тўғрисида маълумотларни олиш зарур бўлган ҳолларда оптимал ечим ҳисобланади.

Бундай ҳолларда корхонага замонавий GSM модемларни сотиб олиш зарурати ва GSM алоқага сарфларни қилиши керак бўлмайди.



3.4-расм. Маълумотларни узатиш модули асосидаги ЭНАТ

Бундан ташқари, ТС-485 маълумотларни узатиш модули “Энергия-9” маркали ҳисоблагичлари билан ишлаш учун мослаштирилган ва қўшимча сошлаш ишларини ва ДТни талаб қилмайди. Бу эса ўз навбатида бу схемадаги ЭНАТни ишга тушириш харажатларини камайтиради.

### Назорат соволлари:

1. Электр энергияси назоратининг автоматлаштирилган тизимининг тушунчасини ифодаланг
2. Электр энергияси назоратининг автоматлаштирилган тизимининг поғоналарига тушанча беринг.
3. ЭНАТ поғоналарининг алоқа турлари келтиринг
4. ЭНАТ ни жорий этиш – энергия ишлаб чиқариш самарадорлигининг зарурий шартини ифодаланг
  5. Электр энергияси ҳисоблагичлари нима учун мўлжалланган?
  6. Бир ва уч фазали электр энергияси ҳисоблагичларининг қўлланилиш соҳалари?
  7. Бир ва уч фазали электр энергияси ҳисоблагичларининг ДТи нималардан иборат?
  8. Ҳисоблагич схемасида қандай белгиланишлар қабул қилинади?

9. Бир ва уч фазали ҳисоблагичнинг техник характеристикаларини санаб ўтинг?
10. Ҳисоблагич клавиатураси орқали қандай ишлар бажарилади?
11. Электр энергияси ҳисоблагичларининг қандай иш режимлари бор?
12. Электр энергияси ҳисоблагичлари клеммаларининг вазифаси нималардан иборат?
13. ЭНАТ тизимларини ишлаб чиқишда қандай автоматлаштириш даражаси танланиши керак?
14. Корхона энергия истеъмолини нималар ташкил этади?
15. Саноат корхоналари ЭНАТ тизимларининг иқтисодий самарадорлиги нималардан иборат?
16. Энергияни ҳисобга олиш – энергия тежамкорлиги учун восита эканлигини таърифланг.

#### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Janaka Ekanayake, Kithiri Liyanage, Jianzhong Wu and others. Smart Grid Technology and Application. John Wiley and Sons. UK, 2012.
2. Mohamed E. El-Hawary. Introduction to Electrical Power Systems. Copyright 2008 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. All rights reserved. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada
3. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.
4. Janeza Trdine Energy Storage in the Emerging Era of Smart Grids. Edited by Rosario Carbone. Published by InTech. 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech
5. Janaka Ekanayake Cardiff University, UK Kithsiri Liyanage University of Peradeniya, Sri Lanka Jianzhongwu Cardiff University, Uk Akihiko Yokoyama University of Tokyo, Japan Nick Jenkins Cardiff University, UK. Smart Grid Technology and Applications. © 2012 John Wiley & Sons, Ltd
6. Markus Hotakainen, Jacob Klimstra & Wdrtsild Finland Oy Smart power generation Printing house: Arkmedia, Vaasa 2011 Publisher: Avain Publishers, Helsinki
7. Prof. P. S. R. MURTY B.Sc. (Engg.) (Hons.) M.E., Dr. - Ing (Berlin), F.I.E. (India). Life Member – ISTE Operation and Control in Power Systems
8. Leslie A. Solmes. Energy Efficiency Real Time Energy Infrastructure Investment and Risk Management. Springer Science+Business Media B.V. 2009

## 4-МАВЗУ: ЭНЕРГИЯНИ АККУМУЛЯЦИЯЛАШ ВА УНИНГ АҲАМИЯТИ

Режа:

1. Энергияни аккумуляциялаш тушунчаси
2. Энергияни аккумуляциялашнинг аҳамияти
3. Электр энергиясини аккумуляциялаш усуллари

**Таянч сўз ва иборалар:** энергияни аккумуляциялаш, гидроаккумуляцион электр станцияси, электр батареялари, конденсатор батареялари

### 4.1 Энергияни аккумуляциялаш тушунчаси

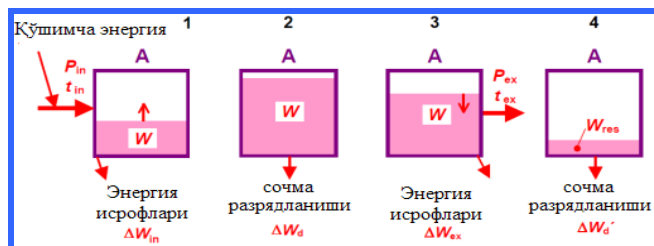
Энергияни аккумуляцияланиши (тўпланиши) деганда қайсидир бир тур энергияни қурилмага, жихозга, ускуна ёки иншоатга – аккумуляторга (тўплагичга) йиғиб, керак бўлган пайтда бу энергияни тўғридан-тўғри ёки қайта ўзгартириб истеъмол қилиш тушунилади.

Куёш ва шамол сингари қайти тикланувчан энергия манъбалари асосида электр энергиясини ишлаб чиқариш келажакда энергияга бўлган талабни қоплаш учун катта имкониятларни очади. Бироқ, бундай ўтканчи қайта тикланувчан манъбалардан электр энергияси ишлаб чиқаришда фойдаланиш самарали электр энергия аккумуляторларни талаб этади. Самарали ва ишончли электр энергия аккумуляторлари қайта тикланувчан энергия манъбаларидан кенг фойдаланишни йўлга қўйишда асосий чекловчи факторлардан бири ҳисобланади. Шу сабабли куёш ва шамол энергиясидан фойдаланиб электр энергиясини генерациялаш ҳамда энергия манъбаларининг даражали циклик табиатини самарадорлигини оширишда электр энергияни аккумуляциялашнинг аҳамияти критик даражада муҳимдир<sup>11</sup>.

#### Энергияни аккумуляциялашнинг вазифалари

1. Қуввати ўзгариб турувчи бирламчи энергия ресурсларидан самарали фойдаланиш.
2. Қуввати ўзгариб турувчи бирламчи энергия ресурсларидан фойдаланувчи қурилмалардан узлуксиз энергия таъминотини амалга ошириш.
3. Электр станцияларининг юклама графикларини ростлаш (текислаш).

Аккумуляторни энергия билан зарядлаш вақтларда гоҳида қўшимча энергия талаб қилинади, чунки зарядлаш жараёнида энергия исрофлари кузатилади. Аккумулятор зарядлангандан сўнг тайёр ишчи ҳолатда туриши лозим (зарядланган ҳолат), зарядланган ҳолатда турганда (сақланганда) кичик сочма ва сизиш, ўз-ўзидан разрядланиш ёки бошқа намоёнликлар кузатилиши мумкин. Аккумулятордан энергия олиниши жараёнида ҳам исрофлар кузатилади; ундан ташқари барча тўпланган энергияни тўла тўккис қайтариб олиш имкони бўлмайди. Айрим аккумуляторлар шундай тузилганки, уларда албатта қолдиқ энергия заряди қолиши керак. Аккумуляторнинг қуйдаги иш ҳолатлари схемада кўрсатилган: аккумуляторни энергия қабул қилиш, ишлашга тайёр ҳолати, энергияни узатиш ҳолати. (4.1-расм).



Расм. 4.1. Энергия аккумуляторнинг ҳолатлари (А) (соддалаштирилган). 1 энергияни қабул қилиш, 2 ишга тайёр ҳолати, 3 энергияни узатиш, 4 разрядланган ҳолати.

<sup>11</sup> Large energy storage systems handbook./ Edited by Frank S. Barnes, Jonah G. Levine. CRC Press Taylor and Francos Group. NW. 2011.p. 153-154.

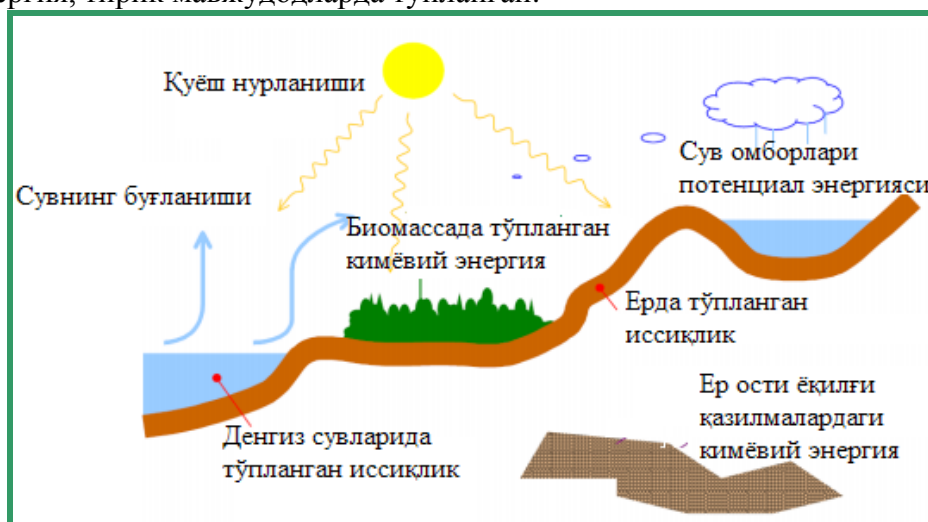
у ерда:  $P_{in}$  - истеъмол қилинаётган қувват,  $P_{ex}$  – берилаётган қувват,  $t_{in}$  – зарядланиш давомийлиги,  $t_{ex}$  – энергияни бериш давомийлиги,  $W$  – аккумуляцияланган энергия,  $W_{res}$  - қолдиқ энергия,  $W_{in}$  – зарядлаш вақтидаги исрофлар,  $W_{ex}$  – энергияни узатишдаги исрофлар,  $W_d$  – сочма разрядланиш эвазига келадиган исрофлар.

#### 4.2 Энергияни аккумуляциялашнинг аҳамияти

Энергияни аккумуляциялаш одатда мақсадли ҳаракат ҳисобланади. Аммо энергия аккумуляцияланиши (тўпланиши) фақат инсоннинг ҳаракати ёки мақсадига боғлиқ бўлмаганда, балки физик ва табиат жараёнлар ёки сунъий қурилмаларда ҳам бўлади.

Мисол тариқасида Расм 4.2 да айрим табиатдаги кузатиладиган жараёнлар кўрсатилган. Улардан ташқари қуйдагиларни кўрсатиб ўтиш лозим.

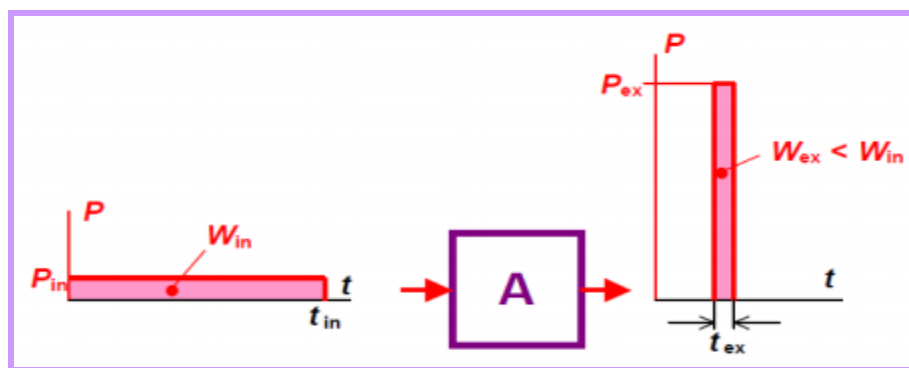
- Жуда катта иссиқлик энергияси,  $E_p$  ости суюқ қатламларида жойлашган;
- Ернинг қуёш ўқи атрофида айланиши эвазига ҳосил бўладиган кинетик энергия;
- Шамолнинг кинетик энергияси, сув оқими ва ҳаракатланувчи жисмлар;
- Кимёвий энергия, тирик мавжудотларда тўпланган.



Расм 4.2. Табиатда энергияни аккумуляцияланишига мисоллар

Энергияни сунъий аккумуляцияланишида қуйдаги мақсадлар кўзда тутилиши мумкин<sup>12</sup>:

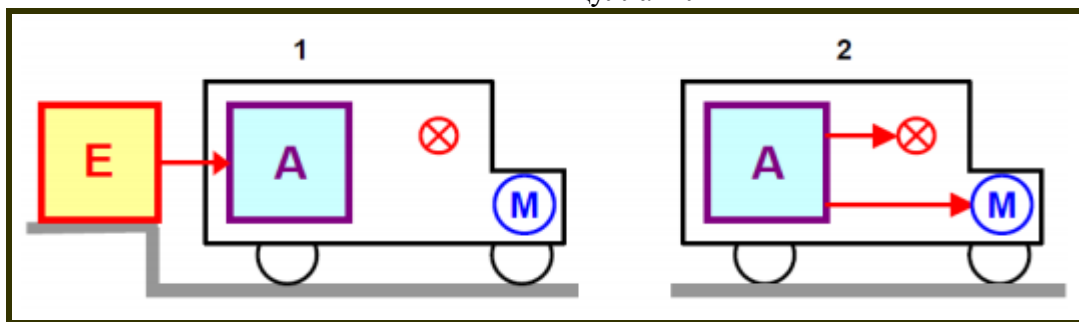
- энергиядан захира қилиш (одатда ёқилғи захиралари кўринишида) мақсадида, ҳамда қисқа муддатли энергияни билан таъминлаш узилишларда, кризис ҳолатларда ва бошқалада;
- қисқа муддатли катта қувватлар керак бўлганда (чекланган қувватли манбаларда), масалан чакнаш лампаларни ёқишда ёки нуқтали пайванд қурилмаларда (расм 4.3);
- электр таъминот тизимини мустақил, яъни ташқи манбаларга боғлиқ бўлмаган, автоном ёки ҳаракатланувчан қурилмаларда ишлатилади (Расм 4.4),
- ўзгарувчан юкламалар ишлатилганда, масалан поршенли механизмларда, пневматик асбоб ускуналарда, юклама графиги кескин ўзгарувчан бўлганида ва бошқа ўхшаш ҳолатларда (Расм 4.5).



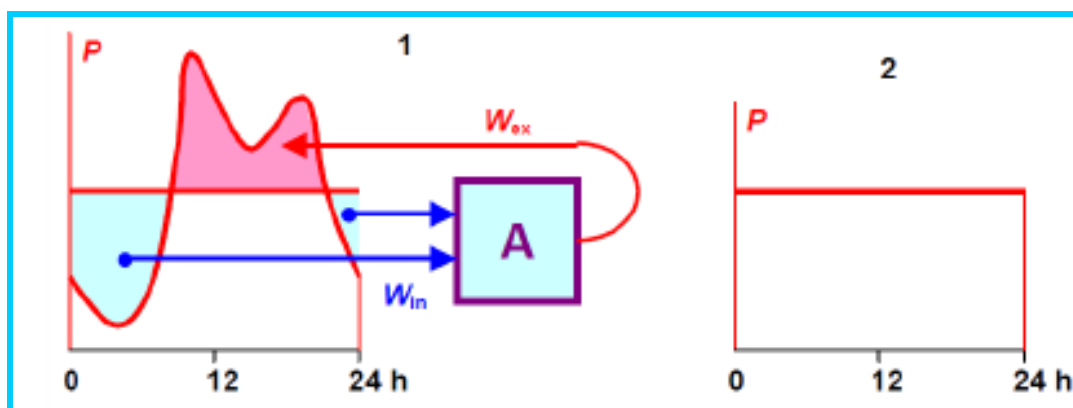
<sup>12</sup> Frank Kreith D.Yogi Goswami. **Energy management and conservation handbook**. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. CRC Press imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. (p. 123)



Расм 4.3. Энергия аккумуляторининг (А) катта қувватли энергия импульсини хосил қилишда қўлланилиши



Расм 4.4. Ҳаракатланувчи энергия истемолчиларида аккумулятор энергиясини қўллашда намуна. 1) стационар электр энергия манбаидан аккумуляторни қувватлаш, 2) тўпланган электр энергияни ишлатиш.



Расм 4.5. 1) Тунги минимал юкламада тўпланган энергия  $W_{in}$  орқали кунлик юкламани те-  
кислаш ва тўпланган энергияни  $W_{ex}$  кундузги энг катта юкламаларни қоплаш учун қўллаш.

Аккумулятор энергиялари одатда қўйидагича характерланади:

- тўпланаётган энергия тури (электр энергияси, иссиқлик, механик энергия, химик энергия ва х.к.);
- тўпланаётган энергиянинг сони;
- узатаётган ва истемол қилаётган қуввати;
- энергиянинг тўпланиш ва узатиш давомийлиги;
- аккумуляциялаш ф.и.к.  $\eta = \frac{W_{ex}}{W_{in}}$ , бу ерда  $W_{ex}$  - аккумулятордан узатилаётган энергия,  $W_{in}$  -

аккумулятор истемол қилаётган энергия;

- бирлик оғирлик ёки ҳажмда солиштирма аккумуляциялаш қобиляти;
- аккумуляторнинг тўлиқ ва солиштирма нархи;
- аккумулятордан олинаётган энергиянинг солиштирма нархи.

#### Кўп миқдорда энергия аккумуляциялаш усуллари

1. Гидроаккумуляцион электр станциялари ёрдамида аккумуляциялаш (ГАЭС – PHES)
2. Ҳаво аккумуляцион электр станциялари ёрдамида аккумуляциялаш (ҲАЭС – CAES)
3. Электр батареялари ёрдамида аккумуляциялаш
4. Иссиқлик сақлагич қурилмалар ёрдамида аккумуляциялаш
5. Табиий газни сақлаш орқали аккумуляциялаш

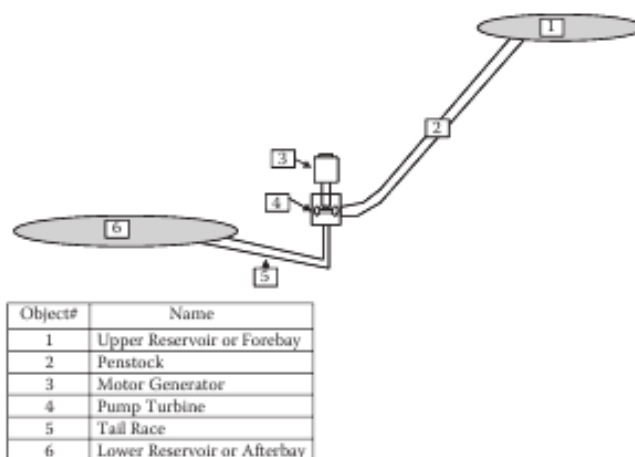
#### 4.3 Гидроэнергияни аккумуляцияланиши.

Гидроэнергия моҳияти бўйича механик энергиянинг бир тури бўлиб, бошқа турдагилар билан жуда катта миқдорда аккумуляциялаш ва энергосистеманинг ўзгарувчан юкмасини сезиларли даражада шундай вақт оралиғида шундай қувват билан ростлаш имконини (4.5- расм)

хамда иссиқлик электр станцияларнинг (шунингдек атом электр станцияларни) иш ҳолатларини бир меъёрда таъминлайди.

Аккумуляциялаш ҳамда гидроэнергияни ишлатиш учун гидроаккумуляцияловчи электр станциялари (ГАЭС) дан фойдаланиш мумкин.

ГАЭС генерацияланувчи энергияни сақлаш учун белгиланган чегараларда юклама сифатида ишлаш имкониятига эга<sup>13</sup>. Сақланган (аккумуляцияланган) энергия юқорига кўтарилган сувнинг потенциал энергиясидир. Пастки сув омборидан сувни турбина орқали юқори сув омборига ҳайдаш ишига энергия сарфланади. Ушбу сарфланган энергия зарур бўлган вазиятда юқориги сув омборидан сув пастки сув омборига томонга оқизилади. Ушбу жараён давом эттирилади. 4.6а- расмда ГАЭСнинг содда принципиал схемаси келтирилган.



4.6а- расм. ГАЭСнинг принципиал схемаси.

Ушбу станцияларнинг ишлаш тамоили 4.6б-расмда кўрсатилган. Сув омборларининг сатхлари орасидаги масофа одатда 50 метрдан 500 метргача етади. Машина залида мотор-насос ҳамда турбина-генератор иш режимларида ишловчи агрегатлар мавжуд, катта босимларда (тахминан 500 метр ва ундан катта) бошқа алоҳида насосли ва турбинали агрегатлар ишлатилади. Энерготизимнинг юкламаси минимал бўлган вақтда (мисол учун тунда) ушбу агрегатлар юқори сув омборини сув билан тўлдиради. Тизимнинг катта юкламали вақтида тўпланган гидроэнергияни электр энергияга айлантиради. Бундай аккумуляциялашнинг ф.и.к. 70÷85 % бўлиши ҳамда бундай усулда электр энергияни олиш таннархи иссиқлик электр станцияларникига нисбатан анча қиммат бўлишига қарамай электр юкламалар графигини текислаши ва иссиқлик электр станцияларнинг қувватини камайтириши энергия тизимнинг чиқимларини камайтиради ва ўз навбатида ГАЭС ларни бутунлай оқлайди.

Аккумуляторларникидек бўлгани каби ГАЭС ларда ҳам энергияни аккумуляциялаш қўйидаги формула орқали топилади:

$$W = mgh \quad (\text{Дж})$$

бу ерда,  $m$  - юқори сув омборидаги ишлатилган сувнинг оғирлиги, кг

$g$  - оғирликни тездашиши,  $\text{м/с}^2$  ( $g=9.81 \text{ м/с}^2$ )

$h$  - ГАЭС нинг генератор режимидаги сувниг ўртача босими.

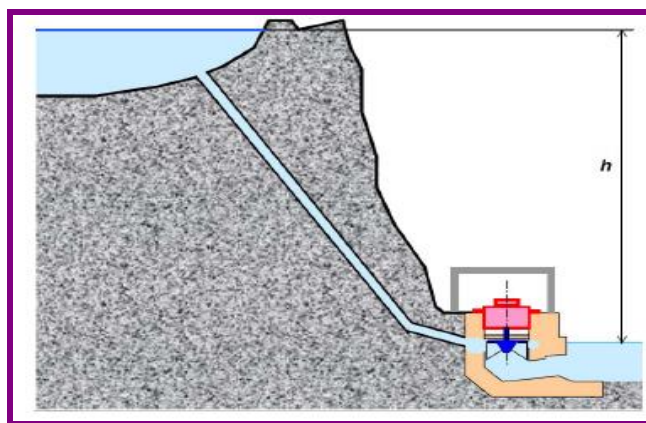
Солиштирма аккумуляцияловчи қобилияти қўйидагича аниқланади:

$$w = \frac{W}{m} = gh$$

50÷500 м босимдаги, сувнинг таркибидаги солиштирма энергия миқдори

$w = (0.5 \div 50) \text{ кДж/кг ёки } (0,14 \div 14) \text{ кВт} \cdot \text{с/кг}$ . Катта ГАЭС ларнинг сув омбори 1÷10 ГВт·с миқдордаги энергияни аккумуляциялаши мумкин.

<sup>13</sup> Large energy storage systems handbook./ Edited by Frank S. Barnes, Jonah G. Levine. CRC Press Taylor and Francos Group. NW. 2011. p. 51-52.



4.66- расм. Гидроаккумуляцияловчи электр станциянинг тузилиши.

Бутун дунёда 300 дан ортиқ ГАЭС лар мавжуд.

АҚШдаги Bath County гидроаккумуляцион электр станциясининг параметрлари қуйида келтирилган<sup>14</sup>:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. Қуввати                   | 2100 МВт   |
| 2. Ишга туширилган йили      | 1985 йил, декабр   |
| 3. Қуришга сарфланган маблағ | 1,7 млрд. \$ (ёки 810 \$/кВт)  |
| 4. Қуйи тўғон                | баланлиги 41 м; узунлиги 732 м.  |
| 5. Қуйи сув омбори           | юзаси 2,25 кв. км; ҳажми 3,1 млн. куб. м;<br>сув сатҳининг тебраниш диапазони 18 м.  |
| 6. Юқори тўғон               | баланлиги 140 м; узунлиги 671 м.   |
| 7. Юқори сув омбори          | юзаси 1,27 кв. км; ҳажми 13,8 млн. куб. м;<br>сув сатҳининг тебраниш диапазони 32 м. |

ГАЭСларда сувни қуйи омбордан юқори омборга ҳайдаш ва сўнгра уни тескари йўналишда оқизиб, электр энергияси ишлаб чиқаришда умумий самарадорлик 100% бўлмайди<sup>15</sup>. Сувни юқорига ҳайдашда сарфланган энергия, уни тескари томонга оқизишда ишлаб чиқарилган электр чиқаришда тўла қийтариб олинмайди. Чунки, бу ерда қувурлардаги турбулентлик, уларнинг қаршилиги, насос ва генераторда энергия исрофи юз беради. Ушбу исрофлар эътиборга олинганда ГАЭСнинг умумий самарадорлиги унинг конструктив характеристикаларига боғлиқ ҳолда 70-80% оралиғида бўлади. Масалан, агар ГАЭСнинг самарадорлиги 80% бўлса, бу сақланган ҳар 10 бирлик энергия талаб этилганда 8 бирлик энергияни қайтариб беради деб тушуниш мумкин. 5.1- жадвалда 70- йилларнинг охиридан кейин қурилган ГАЭСларнинг умумий цикл бўйича самарадорлиги келтирилган.

5.1- жадвал. ГАЭСнинг бутун цикл бўйича самарадорлиги

Самарадорликнинг ташкил этувчилари	Қуйи қиймати, %	Юқори қиймати, %
<i>Генерациялаш режимда</i>		
Сув қувурлари	97,4	98,5
Насос-турбина	91,5	92,0
Генератор-мотор	98,5	99,0
Трансформатор	99,5	99,7
Умумий	87,35	89,44

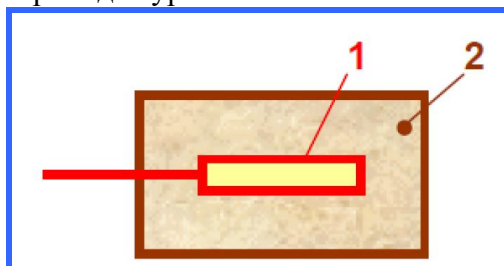
aylor and Francos

aylor and Francos

<i>Насос режимида</i>		
Сув қувурлар	97,6	98,5
Насос-турбина	91,6	92,0
Генератор-мотор	98,7	99,0
Трансформатор	99,5	99,8
Умумий	87,80	90,02
<b>Цикл бўйича натижавий</b>	<b>75,15</b>	<b>80,15</b>

### 4.3 Иссиқликни аккумуляциялаш

Иссиқликни аккумуляциялаш нисбатан содда. Бунда қаттиқ ёки суюқ жисмларни қизитиш орқали эришилади. Бундай аккумуляторларда иссиқликни йиғиш табиий ёки мажбурий, нурлантириши ёки бирор бир иссиқлик ташувчи орқали эришиш мумкин. Содда иссиқлик аккумуляторининг тузулиши 4.7- расмда кўрсатилган.



**Расм.4.7. Иссиқлик аккумуляторнинг тузулиш принципи. 1- электр ёки бошқа иситгич, 2- иссиқликни аккумуляцияловчи модда.**

Аккумуляцияловчи иссиқлик қиймати кўйидаги формула орқали аниқланади:

$W = mc(v_2 - v_1)$ .  $W$  – аккумуляцияловчи иссиқлик, Дж;  $m$  – аккумуляцияловчи модданинг оғирлиги, кг;  $c$  – аккумуляцияловчи модданинг солиштирма иссиқлик сифими, Дж/(кг К);  $v_2$  – иссиқликни охириги (чегаравий) температураси, °С;  $v_1$  – иссиқликни бошланғич температураси ёки совитишнинг чегаравий температураси, °С.

Солиштирма аккумуляция қобилияти шундай қилиб:

$$w = W/m = c(v_2 - v_1).$$

Иссиқликни энг яхши аккумуляцияловчи модда бири сув ҳисобланади, унинг арзон нарх, атроф мухити безарарлиги ҳамда катта солиштирма иссиқлик сифими (4,2 кДж / (кг К)) туфайли. Аммо атмосфера босимида сувни қайнатишини хавотирланишсизда фақат 95°С температурагача иситиш мумкин, агар совитиш охиридаги температурасини мисол учун 45°С қабул қилсак унда  $w = 4,2(95 - 45) \approx 200 \text{ кДж/кг} \approx 60 \text{ Вт} \cdot \text{соат/кг}$ .

Иссиқликни аккумуляция қилиш учун металлар, табиий ва суъний тош ҳиллари, кимёвий бирикмалар билан фойдаланса бўлади. Уларнинг солиштирма иссиқлик сифими сувга қараганда камроқ ва одатда 0,5 кДж/(кг К) микдордан 2 кДж/(кг К) микдоргачага, аммо уларни каттароқ температурагача иситиш мумкин (мисол учун 750 °С гача). Шунақа моддаларнинг солиштирма аккумуляцияловчи қобилияти, солиштирма иссиқлик сифими ва мумкин бўлган иситиш температурасига қараб, одатда 50 Вт·соат/кг дан 400 Вт·соат/кг гача бўлади. Электр аккумуляцияловчи иситиш ускуналарда аккумуляцияловчи модда сифатида магнезит ишлатилади (тош породаси, асосан магний оксиди таркибида), солиштирма иссиқлик сифими 1,3 кДж / (кг К) га тенг, унинг зичлиги 3500 кг/м<sup>3</sup> ва иссиқбардоши 2000 °С. Унинг иситиш температураси, иссиқлик сифимини ва иссиқлик аккумулятордаги материалларнинг мумкин бўлган температурасини

хисобга олганда, одатда 800 °C дан ошмиди, чегаравий совитиш температураси  $v_1=150$  °C бўлса, 230 Вт·соат/кг солиштирма қобилятини беради.

Бир қанча материалларнинг эритиш иссиқлиги эффектив аккумуляцияланади. Бу ҳолда аккумуляцияловчи энергияси қуйидаги формула бўйича топилади

$$W=m[c_1(v_s-v_1)+C+c_s(v_2-v_s)]$$

$W$  – аккумуляцияланган энергия, Дж;  $m$  – аккумуляцияловчи модданинг оғирлиги, кг;  $c_1$  – қаттиқ ҳолатидаги солиштирма иссиқлик сиғими Дж / (кг К);  $c_s$  – суюқлик ҳолатидаги иссиқлик сиғими Дж / (кг К);  $v_s$  – эритиш температураси °C;  $v_2$  – иситиш температураси °C. Тез-тез ушбу мақсадда натрийнинг гидроокиси фойдалиниди (NaOH, каустик содаси, аччик натр), солиштирма иссиқлик сиғими  $c_1 \approx c_2 \approx 2,1$  кДж / (кг К), эритиш иссиқлиги  $C=180$  кДж/кг ва эритиш температураси  $v_s=322$  °C. 600 °C гача қизиганда ва 150°C гача совитишда унинг солиштирма аккумуляцияловчи қобиляти 310 Вт·соат/кг га тенг. Агар натрий фторидлар, магний ва литий билан фойдаланиб, ундан ҳам катта аккумуляцияловчи қобилятига 600 Вт·соат/кг гача эришиш мумкин.

Иссиқликни аккумуляциялашда печли иситиш асосланган, бунда аккумуляцияловчи модда сифатида печнинг материаллар (олов бардошланган ғиш, кафел ғиш, керамик плиткалар ва бошқалар). Иссиқликни аккумуляциялаш электр иситишида фойдаланилиши маъқул, шу мақсадда электр иситгичлар фойдаланилиши мумкин, ҳамда биноларнинг қурилиш конструкциялар, олдинга пол ва қаватлараро бостирмалар.

Электр станцияларида иссиқликни катта миқдорда аккумуляциялаш мақсадга мувофиқдир, масалан:

1) қизиган буғ аккумуляторлари, булар турбогенераторнинг юқламаси вақт бўйича жуда нотекис бўлганда, қозон ва турбина ўртасидаги қизиган буғ исрофларини текислаш учун хизмат қилади;

2) иссиқлик электр марказларидаги (ИЭМ) иссиқ сув аккумуляторлари, булар иссиқлик истеъмолидаги кунлик тебранишларда иссиқлик электр марказларидаги (ИЭМ) юқламани текис таъминлаш учун хизмат қилади;

#### 4.4 Электр энергиясини аккумуляциялаш усуллари

Бугунги кунда кимёвий энергияни аккумуляциялаш қурилмалари (батареялар) ва электрохимик конденсаторлар электр энергияни аккумуляциялашда етакчи ўринни эгаллайди<sup>16</sup>. Уларнинг ҳар иккаласи электрокимёга асосланган бўлиб, улар орасидаги фарқ энергиянинг сақланишида. Батареяларда энергия кимёвий реактивларда заряд ишлаб чиқарувчи сифатида сақланса, электрокимёвий конденсаторларда бевосита заряд сифатида сақланади. Электрокимёвий конденсаторлар электр энергияни катта миқдорда сақлай оладиган келажакда асосий аккумуляторлардан бири бўлиши башорат қилинаётган бўлсада, ҳозирги даврда уларда энергия зичлиги катта энергия аккумуляторлари сифатида фойдаланиш учун ўйлаб кўриладиган даражада жуда паст ҳисобланади.

Электр энергия қуйидагича аккумуляцияланиши мумкин:

- 1) конденсаторларда (энергияни энергетик майдон кўринишида)
- 2) индуктив ўрамларда (магнит майдон кўринишида)
- 3) бирламчи ва иккиламчи гальваник элементларда (химик энергия кўринишида)

Ҳозирги даврда электр энергиясини аккумуляциялашда кенг фойдаланилувчи қуйидаги типдаги аккумуляторлар мавжуд:

1. Кургошинли-кислотали аккумуляторлар;
2. Натрий-сульфат аккумуляторлари;
3. Литий – Ион аккумуляторлари;
4. Ванадий оксидли аккумуляторлари.

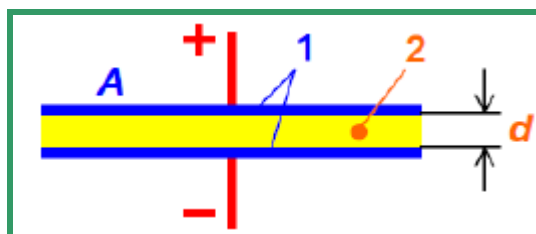
<sup>16</sup> Large energy storage systems handbook./ Edited by Frank S. Barnes, Jonah G. Levine. CRC Press Taylor and Francos Group. NW. 2011.p. 154.

Тўрт хил иккиламчи батарея тизимларининг миқдорий кўрсаткичларини солиштириш 5.2- жадвалда келтирилган<sup>17</sup>.

5.2- жадвал. Иккиламчи батарея тизимларининг миқдорий кўрсаткичлари.

	Lead-Acid	NaS	Li Ion	Vanadium Redox
<i>Chemistry:</i>				
Anode	Pb	Na	C	V <sup>3+</sup> ↔ V <sup>5+</sup>
Cathode	PbO <sub>2</sub>	S	LiCoO <sub>2</sub>	V <sup>5+</sup> ↔ V <sup>3+</sup>
Electrolyte	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	β-alumina	Organic solvent	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
<i>Cell voltage:</i>				
Open circuit	2.1	2.1	4.1	1.2
Operating	2.0 to 1.8	2.0 to 1.8	4.0 to 3.0	
<i>Specific energy and energy density:</i>				
Wh/kg	10 to 35	133 to 202	150	20 to 30
Wh/L	50 to 90	285 to 345	400	30
Discharge profile	Flat	Flat	Sloping	Flat
Specific power (W/kg)	Moderate 35 to 50	High 36 to 60	Moderate 80 to 130	High 110
Cycle life (cycles)	200 to 700	2,500 to 4,500	1,000	12,000
Advantages	Low cost, good high rate	Potential low cost, high cycle life, high energy, good power density, high efficiency	High specific energy and energy density, low self discharge, long cycle life	High energy, efficiency, and charge rate, low replacement cost
Limitations	Limited energy density, hydrogen evolution	Thermal management, safety, seal and freeze-thaw durabilities	Lower rate (compared to aqueous systems)	Cross mixing of electrolytes

Содда конденсаторнинг тузилиши 4.8- расмда кўрсатилган.



4.8-расм. Ясси конденсаторнинг тузилиши тамоили: 1-қопламаси, 2-диэлектрик.

Бундай аккумуляторнинг сифими қўйидаги формула орқали аниқланади:

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

, бу ерда, C- конденсатор сифими, Ф; A-қоплама майдони, м<sup>2</sup>;

d-диэлектрикнинг қалинлиги, м;  $\epsilon$  - диэлектрик ўтказувчанлик, Ф/м.

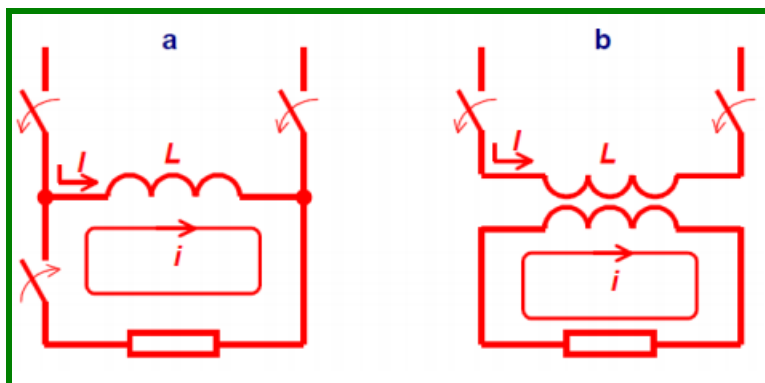
Конденсаторда захираланган энергия қўйидаги формула орқали аниқланади:

$$W = \frac{CU^2}{2}$$

Бу ерда, W- захираланган энергия, Дж; C-конденсаторнинг сифими, Ф; U-конденсаторга берилган қучланиш, В.

<sup>17</sup> Large energy storage systems handbook./ Edited by Frank S. Barnes, Jonah G. Levine. CRC Press Taylor and Francos Group. NW. 2011.p. 155-156.

4.9а – расмда электр қабул қилгич индуктив ғалтакга уланиши ва бир вақтнинг ўзида чулғам манбаси ўзгармас ток манбаидан ажралиш ҳолати кўрсатилган. Бундай амаллар, хусусан, ўткинчи жараён пайтида хавфли ўтакучланиш пайдо бўлмаслиги сабабли, электр машинанинг кўзғатиш чулғами ажралгандаги магнит майдонни сўндириш учун фойдаланилади. 4.9б- расмда индуктив ғалтак магнит майдонида тўпланган, ғалтак таъминловчи манбаадан ажралгандаги, ғалтакнинг иккиламчи чулғами орқали электр қабул қилгич занжирига энергия узатилиши кўрсатилган. Иккиламчи занжирда электр энергияси бошқа энергия кўринишида (масалан, иссиқлик ёки механик энергия) бўлиши мумкин.



**Расм. 4.9. Индуктив ғалтакда тўпланган, ғалтак орқали электр қабул қилгичга кетма-кет улаш ёки ғалтакни узишдаги ҳолат (а), иккиламчи чулғам билан таъминланган ҳолат (б).**

$I$  - ғалтак чулғамида оқувчи доимий ток,  $L$  - индуктивлик,  $i$  – электр қабул қилгичдаги токнинг сўнувчи импульси.

Индуктив ғалтакдаги тўпланувчи энергия маълум формула орқали ифодаланилади:

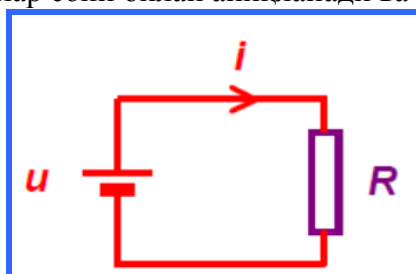
$$W = L \cdot \frac{I^2}{2}$$

Бу ерда  $W$  – тўпланган энергия, Дж;  $L$  - ғалтак индуктивлиги, Гн;  $I$  – ғалтакда оқувчи ток, А.

Индуктив ғалтакдаги тўпланувчи солиштирма энергия одатда ниҳоятда кам (0,1...1) Дж/кг, ёки (0,03...0,3) мВт/кг бўлади. Фақатгина етарлича фойдаланиш учун, масалан, электр юкламалари тез ўзгаришига дучор бўлган энергия тизимларда ўтаўтказувчан индуктив ғалтак чулғамида энергия тўплаш мумкин.

Агар индуктив ғалтак чулғами ўтаўтказувчан бўлмаса у ҳолда ток оқими магнит оқимни ушлаб туриш учун зарур бўлган, ғалтакнинг захираланган магнит майдонидаги энергияни оширувчи истофлар билан кузатилади.

Бирламчи гальваник элементларнинг ишлаш принципи бир биридан фаркланувчи моддалар электродлари орасида пайдо бўлувчи, улар орасида жойлашган электролитлар билан электрохимик реакцияга киришувчи ЭЮКдан фойдаланишга асосланган. Бунда эришилган электр энергия ростловчи моддалар сони билан аниқланади ва характерланади.



**Расм. 4.10. R юклама қаршиликли гальваник элементнинг уланиш схемаси.**

$i$ -юклама токи, -лемент қискичларидаги кучланиш.

Разряд пайтида хосил бўладиган энергия, аккумуляцияловчи элементнинг қобилиятига тенг деб

караш мумкин, у қуйдаги формула орқали аниқланиши мумкин  $W = \int u i dt$ , бу ерда  $u$  – “В”

элементининг қисмаларидаги кучланиш,  $i$  – юклама токи (А),  $t$  –вақт (соат),  $W$  хосил бўладиган қувват (Вт)

Мисол сифатида Расм 4.11 да кенг қўлланиладиган кўмир-рухли бирламчи элементни ишлаш принципи кўрсатилган. Ташқи занжир берк бўлганда элементда қуйдаги кимёвий жараёнлар содир бўлади, уларнинг натижасида

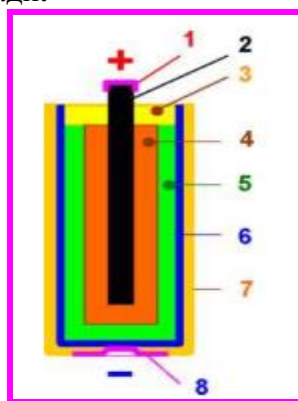
■ анодда рух атомлари эрийди, иккита электронни беради ва электролитга хлорли-аммоний рухга бирикади,

■ катодда двоокись марганец  $MnO_2$  уч валентлик окись марганецга ўтади  $Mn_2O_3$ .

Графит ўзак ва двоокись марганец чегарасида водородли қатлам пайдо бўлади, у элементнинг ички қаршилигини оширади ва у ЭЮКни камайтиради.

Кўмир-рухли бирламчи элементни бошланғич ЭЮКси тахминан 1,5 Вольтни, бирлик энергия массасига 0.8 Вт\*с/кг разрядланганда одатда 60-80 Вт\*с/кг ораликда бўлади.

Гальваник элементларда кимёвий реакциялар ташқи занжир уланмаган бўлса ҳам кузатиб турилади. Бундай жараён ўз-ўзидан разрядланиш деб аталади, кўмир-рухли бирламчи элементни тахминан 1.5 йилда тўлиқ разрядланади.



**Расм. 4.11. Кўмир-рух қурилмали бирламчи элементнинг ишлаш принципи.**

1 контакт қалпоқча(мисол учун,латунли), 2 графит ўзак, 3 изоляция, 4 катод(марганец икки окиси),5 электролит(аммоний хлорид пастаси), 6 анод(стақан кўринишидаги рух), 7 изоляцияли қобик, 8 остки контакт ҳалқа(мисол учун латунли)

Бирламчи элементлардан электролит сифатида кўмир-рухларга нисбатан ишқорли марганец-рухлилари самаралироқ ҳисобланади ва уларда калий гидроксиди қўлланилади.Ташқи кўринишидан бундай элемент кўмир-рухга ўхшаш,лекин уни қобиғи металлдан тайёрланган ва мусбат қутбга уланган; ундан ташқари, графитли ўзак ўрнига латун қўлланилади.Бошланғич ЭЮК шунингдек 1,5 В га тенг, лекин солиштирма энерго сифими кўпроқ-одатда 120 дан 130 Вт\*ч/кг.

Энергия янада самаралироқ бошланғич ЭЮК си 3 га тенг бўлган литийли бирламчи элементларда сақланиши мумкин, солиштирма тўплаш имконияти эса аниқ турларига боғлиқ бўлган ҳолда 250 дан 600 Вт\*ч/кг гача бўлади.Бу элементларда 10 дан ортиқ турли хил катод материаллари қўлланилмоқда ва улар ҳам цилиндрсимон, ҳам диск кўринишида тайёрланади. Кичиклаштирилган дискли элементлар, хусусан, кўл соатларида, чўнтак калькуляторларида, ўчмайдиган видеокамера тармоқларида ва бошқа микроэлектрон қурилмаларида кенг қўлланилмоқда.

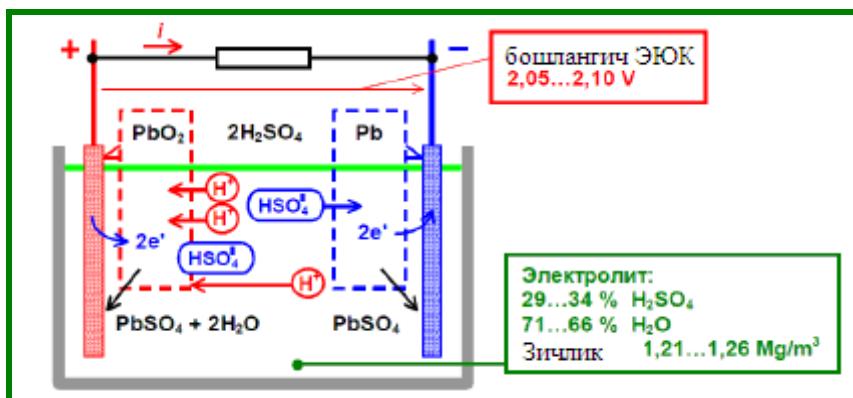
Шунингдек бошқа бирламчи элементлар ҳам мавжуд, масалан, симоб-рухли(улар ҳозирги вақтда симобнинг ташқи муҳитга чиқиб кетиш хавфи булганлиги учун қўлланилмайди), кумуш-рухли ва бошқалар. Улар ҳам юқори тўплаш имконияти билан тавсифланади, лекин ўта махсус соҳаларда қўлланилади.

Гальваник элементлар талаб қилинган кучланиш ва сифимда батарея кўринишида кетма-кет, параллел ёки аралаш уланади. Масалан, 9 В кучланишли, 6 та кўмир-рух ёки марганец-рухли элементлардан тузилган кичик компакт батареялар жуда кенг қўлланилади.

Иккиламчи гальваник элемент ёки аккумулятор разрядлангандан сўнг, аниқ турига боғлиқ ҳолда, бир неча 10 дан бир неча 1000 гача қайта зарядлаш мумкин. Қўрғошинли(кислотали)



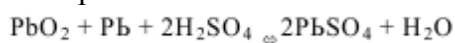
аккумулятор жуда кенг тарқалганлардан бири ҳисобланиб, уни тузилиш принципи 4.12-расмда кўрсатилган.



**Расм. 4.12. Қўрғошинли аккумулятор тузилиш принципи ва разрядланиш жараёнини электрохимёвий схемаси**

Бундай аккумуляторнинг зарядланган ҳолати аноди(манфий электрод) қўрғошиндан, катод(мусбат электрод)и эса, қўрғошин икки оксидан  $PbO_2$  иборат<sup>18</sup>. Иккала электрод ҳам электролит билан таъсирлашиш юзаси катта бўлиши учун серғовак қилиб тайёрланган. Электродларнинг конструктив тузилиши уларнинг фойдаланилиши ва аккумулятор сиғимига қараб турлича бўлиши мумкин.

Аккумуляторнинг зарядланиш ва разрядланиш кимёвий реакцияси қуйидаги формулада келтирилган:

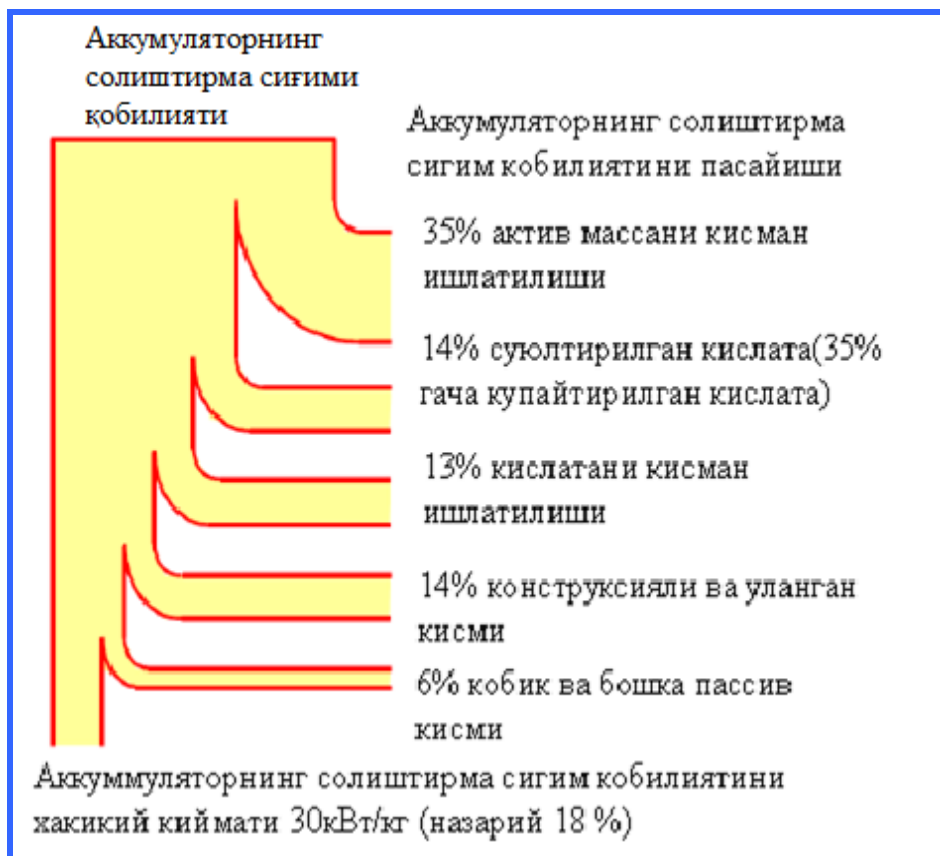


Аккумуляторни зарядлаш учун назария бўйича 167 Вт/кг энергия керак бўлади. Бундан келиб чиқадики, солиштира тўплаш имконияти чегараси ҳам шу сонга тенг.

Бироқ ҳақиқий зарядлаш қобилияти кичик, шуниси маълумки аккумуляторнинг зарядлашда одатда тахминан 30 Вт/кг электр энергия олинади.

4.13- расмда аккумулятсияловчи қобилияти пасайиши кўрсатилган. Аккумуляторнинг ФИК (зарядлаш пайтидаги энергиянинг ҳолатини зарядлашга кетган энергия) одатда 70 % дан 80 % гача ташкил этади.

<sup>18</sup>Large energy storage systems handbook./ Edited by Frank S. Barnes, Jonah G. Levine. CRC Press Taylor and Francos Group. NW. 2011.p. 157-158



**Расм 4.13. Қурғошинли аккумуляторнинг ҳақиқий ва назарий солиштирма сизим қобилияти.**

Турли махсус усуллар (кислота миқдорини ошириши 39%, мис ва пластмасса конструкция қисимларини улаш орқали) сўнги вақтларда солиштирма сизим қобилиятини 40 Вт·с/кг ва ундан юқори.

Юқорида келтирилган маълумотлар шуни кўрсатадики, қурғошинли аккумуляторнинг солиштирма сизим қобилияти(ундан ташқари кейинчалик кўрсатиладиган бошқа турдаги аккумулятор турлари) амалда кичик, бирламчи гальваник элементга нисбатан. Лекин бу камчилик одатда компетсацияланади.

■ кўп маротабалик зарядлаш имконияти, тахминан аккумулятордан олинadиган электр энергия нархини 10 марта арзонлаштиради.

■ аккумулятор батареясини катта ҳажмда энергосизимини ташкил қилиш (ехтиёжга кўра 100 МВт·с)

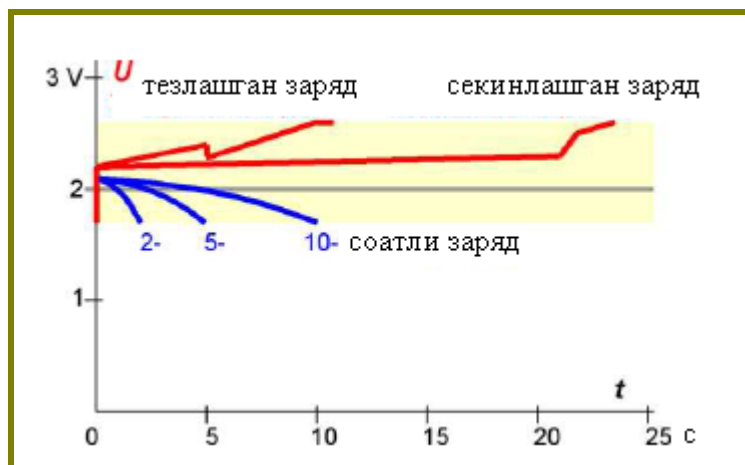
Қурғошинли аккумуляторни ФИК электролитни зичлигига боғлиқ ва у экспериментал формула орқали топилади:

$$E = 0,84 + \gamma,$$

Бу ерда  $E$  – ФИК В,

$\gamma$  – электролит зичлиги кг/м<sup>3</sup>

формулага асосан аккумуляторни бошланғич ФИК, аниқ турига боғлиқ ва 2.05÷2.1 в оралиғида бўлади. Аккумулятор қисқичларидаги кучланиш разряд охирида 1.7 в гача пасайиши заряд охирида 2.6 в га кўтарилиши мумкин (4.14- расм)



**Рис. 4.14. Кўрғошинли аккумуляторни кучланишини турли заряд ва разрядда ўлчаи.**

Ҳар заряд-разряд циклида электродларни такрорланмас жараёнлари кузатилади, шу билан бирга электродга қайта тикланмас кўрғошинли олтингугурт кислотасини аста томизилади. Шу сабабли аккумулятор сиклларини сонини аниқлаш яхши зарядлаш қобилиятини ёқотади (одатда тахминан 1000).

Бу аккумуляторни узоқ вақт ишлатилмаслигида содир бўлади, шунингдек электрохимий разрядлаш жараёни (аста ўз-ўзини разрядлаш) аккумулятордан ўқиб ўтади қачонки у ташқи электр занжирга уланмаган бўлса.

Кўрғошинли аккумулятор сутка давомида умумий зарядининг 0,5 % дан 1 % гача қисмини ўзини-ўзи разряд қилиш ҳисобига йўқотади. Бу жараённи компенсация қилиш учун қурилмада керакли турғун кучланишда ўзгармас нимзаряд қўлланилади (аккумуляторларнинг типидан келиб чиқиб, кучланиши 2,15 В дан 2,20 В гача).

Бошқа қайтисиз жараён сувнинг электролизи бўлиб (аккумуляторнинг «қайнаши»), зарядланиш жараёни охирида ҳосил бўлади. Сув исрофини қайта тўлдириш орқали қоплаш мумкин, аммо ажралиб чиқаётган водород, ҳаво билан бирга аккумулятор ичида ёки қисмида портловчи аралашмани вужудга келтиради. Портлаш хавфидан холос бўлиш учун, мос ишончли вентиляция қўйиш назарда тутилади.

Охириги 20 йилликда суюқ бўлмаган шилимшоксимон (желе) электролитли герметик ёпик кўрғошинли аккумуляторлар пайдо бўлди. Бундай аккумуляторларни хоҳлаган вазиятларда ўрнатиш мумкин. Бундан ташқари, зарядланиш вақтида ўлар водород ажратиб чиқармаганлиги учун ҳархил биноларга жойлаштириш мумкин.

Кўрғошинли аккумулятордан ташқари, ҳархил электрохимик тизимга асосланган 50 хилдан ортиқ тури ишлаб чиқарилади. Электр қурилмаларда ишқор (электролит билан бирга, калий гидроксидли КОН) никел-темирли ва никел-кадмили, ЭЮК 1,35 В дан 1,45 В гача ва нисбий аккумуляция қобилияти 15 Вт·с/кг дан 45 Вт·с/кг гача бўлган аккумуляторлардан жуда кенг фойдаланилади. Улар атроф муҳит ҳароратига ва ишлатиш қоидаларига кам сезгир. Улар яна узоқ хизмат кўрсатиш хусуиятига эга (одатда заряд-разряд цикли 1000 дан 4000 гача), аммо, разрядланиш вақтида уларнинг кучланиши кўрғошинли аккумуляторларга нисбатан кенг чегарада ўзгаради ва ф.и.к ҳам анча кичик (50 % дан 70 % гача).

Аккумулятор батареялари дастлаб (19- асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб) силжитиш воситаларида қўлланилиб бошлади. Бунда аккумулятордан истеъмол қилинадиган электр юритма ички ёнув двигателлига нисбатан анча афзалликларга эга эди. Масалан:

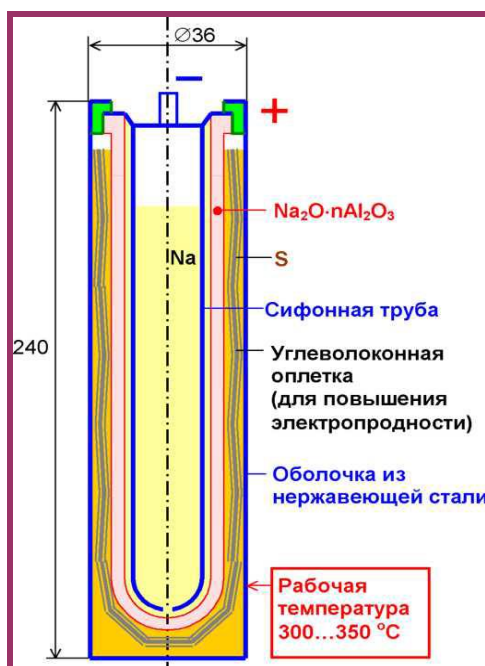
- тортувчи двигателнинг (ёки двигателларнинг) бир қанча оддий ва ихчам конструкцияланишига,
- кўпдвигателли юритмаларни қўллаш имконияти (ҳар бир ғилдиракни алоҳида двигател билан таъминлаш орқали),
- юритманинг юқори ф.и.к (80 % дан 90 % гача),
- редуктор қўлламасдан, барча рухсат этилган ораликларда тезликни силлиқ ростлаш,

- махсус ишга тушириш тизимининг йўқлиги (аккумулятор ва стартер),
- торможланиш вақтида энергия аккумуляция қилиш имкони,
- автоматлаштирилган бошқариш тизимлари ва ростлашни оддий қўллаш имкони (яна симсиз тизимни),
- юритманинг анча юқори ишончилиги ва хизмат кўрсатиш муддатиниғузқлиги,
- Олик ҳисобига),
- атроф муҳитга зарарли таъсир қилувчи ишлатилган газлар бошқа чиқиндиларнинг бўлмаслиги,
- қўшимча энергия манбаларнинг бўлмаслиги (масалан, генератор),
- шовқинсиз,

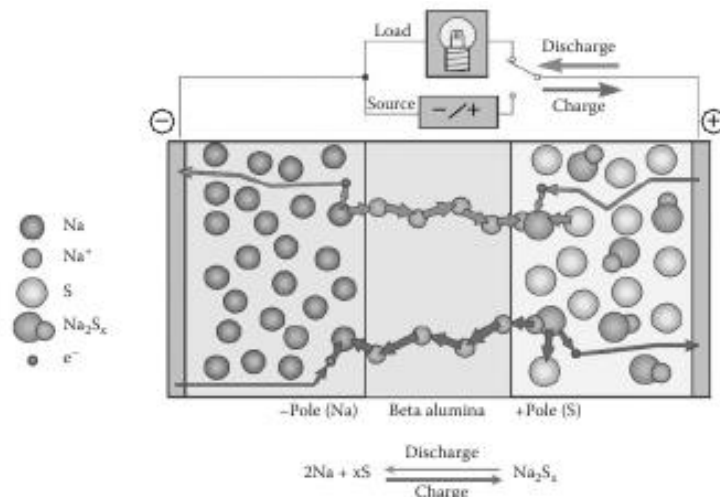
Силжитиш воситасида (автомобилларда, кемаларда, поездларда ва ҳ.) қўрғошинли аккумуляторларни ишлатиш нисбатан массаси катта бўлгани учун, одатда ички ёнув двигателларининг массаси ошиши ҳисобига уларни қўллаш қийинлик туғдиради. Туғри келадиган оғирликда эса, зарядтан кейин жуда кичик ораликга ҳаракатланади (одатда тахминан 100 км).

Заряд (одатда 100 км).

1960- йилларда Форд мотор компанияси  $\beta$ -алюминий га асосланган ( $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) олтингугурт-сульфид қаттиқ электролитли батареяларини ишлаб чиқариш устида тадқиқотларга кредит ажратди<sup>19</sup>. Бундай батарея ячайкасининг тузилмаси ва ва мос NaS ячайкасининг электрохимёвий рекация жараёнининг тузилиши 4.15- расмда тасвирланган. Бу мақсадлар учун, масалан, ЭЮК 2 В дан 2,1 В оралиғида бўлган натрий-олтингугурт батарея, ва назарий хос хотира ҳажми 1,29 кВт\*с / кг га тенг бўлган аккумуляторлар ишлаб чиқилган. Уларда сақлаш имкониятлари қўрғошинли аккумуляторлардагига нисбатан деярли икки марта катта бўлиб, 80 Вт\*с / кг ташкил этди.



<sup>19</sup> Large energy storage systems handbook./ Edited by Frank S. Barnes, Jonah G. Levine. CRC Press Taylor and Francos Group. NW. 2011. p.158-159



**Расм. 4.15. Натрий-сульфит батареянинг қурилма тамойили. Натрий сульфидни шакллантириш пайтида, натрий ионлари олтингугурт иони билан мембрана орқали кириб алмашади ва унга боғланади.**

Олтингугурт (119<sup>0</sup>С бошланғич эриш нуқтаси) ва натрий (98 <sup>0</sup>С эриш нуқтаси), аккумуляторлардан бир эриган ҳолатда бўлиши керак ва эриган олтингугурт етарлича яхши натрий сўлфиди (1180 <sup>0</sup>С эриш нуқтаси), батарея иш ҳарорати эриган бўлиши керак яъни бу 300 <sup>0</sup>С дан 350 <sup>0</sup>С оралиғида бўлиши керак. Қўрғошинли аккумуляторлар нисбатан Бироқ, бу қобилиятлар, баргараф этилади.

юқори ўзига хос сақлаш даражаси

қуввати кичик,

узоқ хизмат муддати (1500 заряд-зарядсизлашдан)

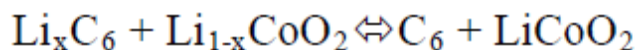
ўз-ўзини разряди ходисанинг тўлиқ йўқлиги ,

зарядлаш ишончсизлик

Батарея герметик ва ҳар қандай ҳолатда ўрнатилган бўлиши мумкин. Унинг самарадорлиги тахминан (75% дан 80% гача) кўрғошин батарея бир хил бўлади. Аккумулятор батареянинг сифими 17-расмда кўрилган, 42А\*с, ва вазни 0,4 кг.

Юқори оператсион ҳарорат натрий-олтингугурт батарея ишлатишдан олдин самарали иссиқлик изолятсия ва олдиндан иситиш талаб қилади. Шу сабабларга кўра, батарея бу турдаги аккумулятор қўллаш топилмади. Аккумулятор воситалари учун янада ривожланиш 1998- йилда пайдо бўлди никел металл гидрит ва литий-ион кучи батарея, муҳрланган деб ҳисобланади (шундай батарея кичик электр истеъмолчилар етказиб бериш бўйича ишлаб чиқарилди олдин - Уяли телефонлар, камералар, кичик компьютер, ва хоказо). батареялар ҳар икки турдаги нормал ҳароратларда амалга оширилмоқда. никел металл гидрит элементи эюК 1,25 В ва ўзига хос хотира ҳажми 60 дан 120 ВтСоат/кг оралиғида, лекин айна пайтда литий-ион элементларни олиб келиши алоҳида қизиқиш қайси бу параметрларни оралиғида навбатида 3,6 дан 3,7 В гача ва 100 дан 200 Вт\*с / кг.

Литий-ионли аккумулятор аноди углероддан ташкил топган бўлади, таркибида зарядланган карбид литийнинг Li<sub>x</sub>C<sub>6</sub> зарядланган таркибидан, катода эса литий ва кобальт оксидан ташкил топган бўлади. Электролит сифатида эса суяқ органик эритмага (масалан эфирга) эритилган ҳолда, қаттиқ тузли литий қўлланилади (LiPF<sub>6</sub> LiBF<sub>4</sub> LiClO<sub>4</sub> ва бошқалар). Электролитга одатга қуюлтиргич қўшилади ( масалан, кремний органик бирикма), шунинг учун ҳам у қаттиқ кўришни эгаллайди. Разрядланиш ва зарядланишда электромеханик реакциялар куйидаги формула бўйича литий ионларининг бир электродидан бошқа электродга ўтиши билан яқунланади.



Литий ионли аккумулятор элементларининг ташки формаси ( тўртбурчак пластинага ўхшаш)ясси ёки цилиндрик ( рулонли электрод) кўринишда бўлиши мумкин. Аноди ва катода

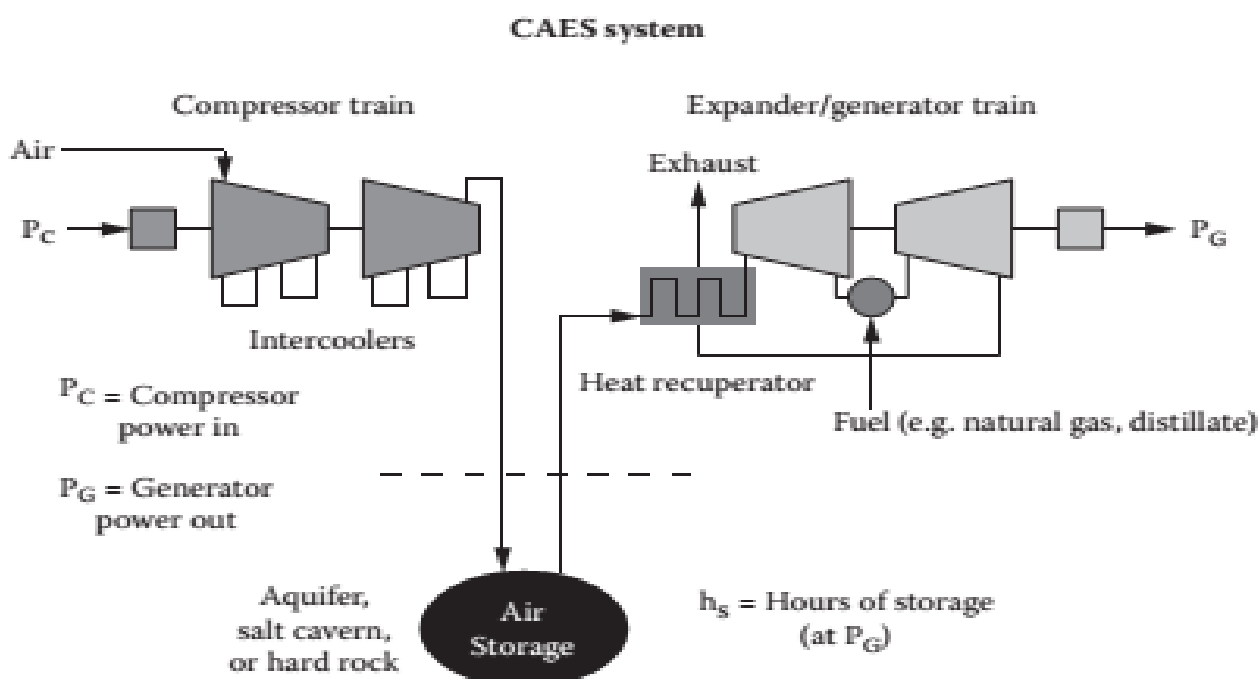
бошқа материаллардан тайёрланган аккумуляторлар ҳам ишлаб чиқарилади. Тез зарядланадиган аккумуляторлар асосий ривожланиш йўналишларидан бири саналмоқда. Кўпгина бошқа турдаги аккумуляторлар ҳам мавжуд ( 100 га яқин). Масалан, қурилмаларнинг массаси иложи борича камайтираладиган, самолётларнинг электр таъминоти тизимида, ўртача 100Вт\*ч/кг солиштирма аккумуляциялаш хусусиятига эга бўлган кумуш-рухли аккумуляторларни қўллаш ўйлаб топилган. Энг юқори ЭЮК (6.1 В) ва энг юқори солиштирма аккумуляциялаш хусусиятига (6270 Вт\*ч/кг) фтор-литий аккумуляторлар эга, бироқ уларни ишлаб чиқариш серияси хозирча йўқ.

Бирламчи галваник элементлар узок муддатли ишлаш режимига жуда мос тушади, аккумуляторларни эса узок муддатли иш режимига ҳам қисқа муддатли ва силтанувчи юкларга ҳам қўлланилади. Конденсаторлар ва индуктив ғалтаклар, асосан импульсли юкларни ва юкларни тез ўзгарадганда кувватни тўғрилаш учун қўлланилади. Энерготизимга кувват узатувчи шамол ва қуёш электростанцияларида кувватларни тўғрилашда, ултраконденсаторли аккумулятор комбинацияси қўлланилиши мумкин. Бир неча аккумуляцияловчи қурилмаларнинг юкларни узунлиги ва узатиладиган кувват бўйича қўлланиш худуди характеристикаси 4.16- расмда келтирилган.



Расм. 4.16. Бир неча аккумуляцияловчи қурилмаларнинг (келтирилган) солиштирма аккумуляциялаш хусусияти ва солиштирма кувватининг чегараси.

### Ҳаво аккумуляцион электр станциясининг принципиал схемаси



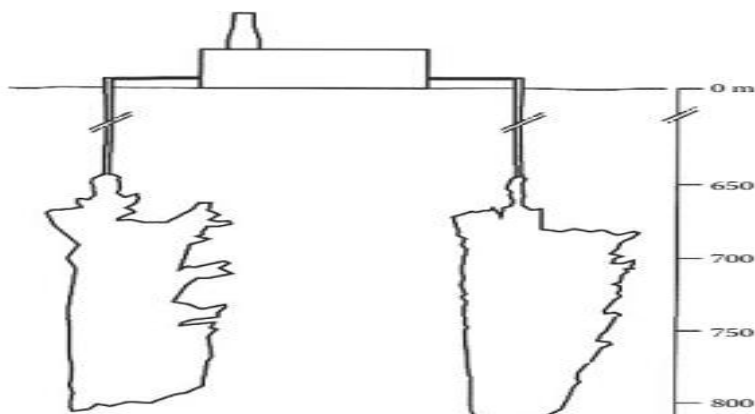
## Хунторф ҲАЭСнинг умумий кўриниши (Бремен, Германия)



Қуввати: 290 МВт

Шимолий Денгиз яқинидаги АЭСни қайта ишга тушириш ва юклама пикини қоплаш учун 1978 йилда қурилган.

**Хунторф ҲАЭСнинг тузли қатламни тозалаш орқали ҳосил қилинган сиқилган ҳавони сақлаш омборларининг тузилмаси**



**Омборни ҳосил қилиш учун сарфланган солиштирма капитал маблағ: 2 \$/кВт.соат**

**ҲАЭСнинг самардорлиги (Ф.И.К.) ни аниқлаш**

$$\eta_1 = \frac{E_T}{E_M + \eta_F E_F}$$

$$\eta_2 = \frac{E_T - \eta_F E_F}{E_M}$$

$E_T$  – Электр генераторидан олинувчи энергия;

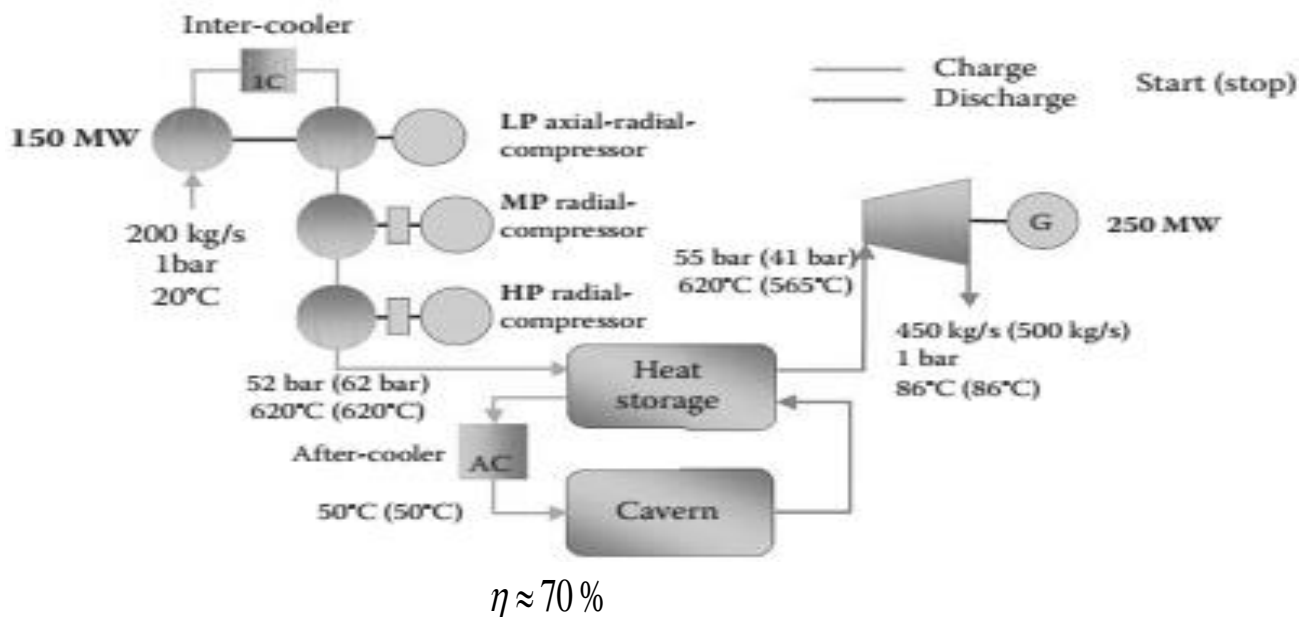
$E_M$  – Компрессорга берилувчи энергия;

$E_F$  – Ёқилғининг бирламчи энергияси;

$\eta_F$  – муайян турдаги ёқилғидан фойдаланувчи қурилманинг фойдали иш коэффициенти.

$$\eta = 75 - 85 \%$$

## Муस्ताқил ишловчи илғор адиабатик ҲАЭСнинг принцииал схемаси (AA CAES)



### КЕНГ ТАРКИЛГАН ЭЛЕКТР АККУМУЛЯТОРЛАРИНИНГ ТУРЛАРИ

1. Кургошинли-кислотали аккумуляторлар;
2. Натрий-сульфат аккумуляторлари;
3. Литий – Ион аккумуляторлари;
4. Ванадий оксидли аккумуляторлари.

#### Назорат саволлари:

1. Энергияни тўплаш деганда ним а тушунилади.
2. Табиатда қандай аккумуляциялаш жараёни сизга маълум.
3. ГАЭС ларнинг ишлаш принципини айтиб беринг.
4. Иссиқликни қандай қилиб тўплаш мумкин.
5. Электрэнергияни қаерда тўплаш мумкин.

#### Фойдаланилган адабиётлар:

1. Frank Kreith D.Yogi Goswami. Energy management and conservation handbook. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. CRC Press imprint of Taylor & Francis Group, an informa business.
2. Janeza Trdine Energy Storage in the Emerging Era of Smart Grids. Edited by Rosario Carbone. Published by InTech. 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech
3. Zoran Morvaj. Energy efficiency –a bridge to low carbon economy. Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2012 InTech
4. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, Energy managementsystems. Published by InTech. JanezaTrdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech.
5. Moustafa Eissa. Energy efficiency –the innovative ways for smart energy, the future towards modern utilities. <http://dx.doi.org/10.5772/2590> Edited by Moustafa Eissa. Electric Power Distribution Handbook, T. A. Short. Taylor & Francis Group. 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300.
6. Energy in the 21st century. (2nd edition) John r. Fanchi. Texas Christian University, USA. With christoper j. Fanchi. Copyright © 2011 by world scientific publishing co. Pte. Ltd.
7. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.
8. Janaka Ekanayake Cardiff University, UK Kithsiri Liyanage University of Peradeniya, Sri Lanka Jianzhongwu Cardiff University, Uk Akihiko Yokoyama University of Tokyo, Japan Nick Jenkins Cardiff University, UK. Smart Grid Technology and Applications. © 2012 John Wiley & Sons, ltd



9. Markus Hotakainen, Jacob Klimstra & Wdrtsild Finland Oy Smart power generation Printing house: Arkmedia, Vaasa 2011 Publisher: Avain Publishers, Helsinki
10. Leslie A. Solmes. Energy Efficiency Real Time Energy Infrastructure Investment and Risk Management. Springer Science+Business Media B.V. 2009

## 5-МАВЗУ: ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ, УЗАТИШ ВА ТАҚСИМЛАШ ЖАРАЁНЛАРИДА ЭНЕРГЕТИК САМАРАДОРЛИКНИ ОШИРИШ (2 соат)

### Режа:

1. Бирлашган энергетика тизимлари ва уларнинг аҳамияти
2. Бирлашган энергетика тизимларининг иш режимларини режалаштириш ва бошқариш
3. Электр энергияси узатиш ва тақсимлашда исрофларни ҳисоблаш
4. Электр энергиясини узатиш ва тақсимлашда исрофларни камайтириш тадбирлари

**Таянч сўз ва иборалар:** энергетика тизимим, бирлашган энергетика тизими, Халқаро энерготизим, электр тизмининг режимини оптималлаштириш, режимни оптимал режалаштириш, электр тармоғи, тармоқдаги исроф, исрофни ҳисоблаш, электр тармоғининг режимини оптималлаштириш, реактив қувватни компенсациялаш, трансформация коэффициенти.

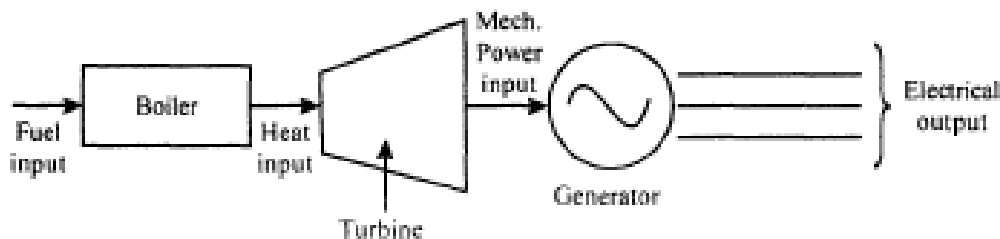
### 1.1 Бирлашган энергетика тизимлари ва уларнинг аҳамияти.

#### БИРЛАШГАН ЭНЕРГЕТИКА ТИЗИМЛАРИНИНГ АФЗАЛЛИКЛАРИ

1. Электр энергия билан таъминлашда ишончилиқнинг ошиши;
2. Энергетика тизимининг ҳолатини иқтисодий жиҳатдан оптималлаш имкониятларининг ошиши;
3. Электр станцияларида ишловчи агрегатларнинг бирлик қувватларини ошириш имконининг пайдо бўлиши;
4. Бирлашган тизимга кирувчи алоҳида энерготизимларда захирадаги қувват миқдорини камайтириш имконининг пайдо бўлиши;
5. Электр энергияси бозорини ташкил этиш учун шароитнинг ҳосил бўлиши.

Бирлашган энергетика тизимларини ишлатиш, ва бошқаришни режалаштиришда кўплаб турли хил масалалар пайдо бўлади<sup>20</sup>. Бу ерда энг муҳим масала бўлиб тизимни иқтисодий ишлатиш масаласи ҳисобланади. Иқтисодий ишлатиш дейилганда режалаштирилганда ҳар бир кадам, тизимни графиклаштириш ва ишлатиш, блоklarнинг иш ҳолатлари, станцияларнинг иш ҳолатлари ва уларни туташтироувчи линияларнинг иш ҳолатлари абсолют иқтисодийликни берувчи оптимал бўлиши тушунилади. Бунда электр энергиясини узатишдаги исрофлар ҳам муҳим рол ўйнайди. Ушбу мавзуди энергетик тизимларни иқтисодий ишлатиш (ҳар иккала иссиқлик ва гидро тизимларни) мос келувчи аналитик моделлардан фойдаланилгани ҳолда кўриб чиқилади.

Иссиқлик тизимларининг иқтисодийлик томонларини таҳлил этишда уларнинг кириш-чиқиш характеристикалари салмоқли ўринни эгаллайди. Ушбу мақсадларда қозон, турбина ва генератордан иборат бўлган ягона блок (5.1- расм)нинг характеристикасидан фойдаланиш мумкин. Блок ўзининг 2-5% ни ташкил этувчи шахсий эҳтиёжини ҳам таъминлайди.

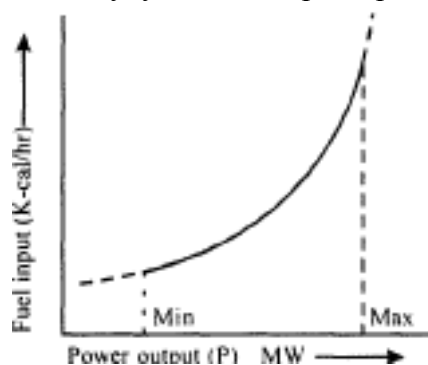


5.1- расм. Қозон, турбина ва генератор блоқи.

Юқорида эслатиб ўтилганидек, ҳар қандай иссиқлик блоқи учун кириш-чиқиш характеристикаси уни ишлатиш характеристикасидан олинishi мумкин. Кириш ҳар соатига

<sup>20</sup> P S R Murty. Operation and Control In Power Systems/ B S Publications. Hyderabad. 2008. p. 86-87

тўғри келувчи килокалория ёки килограмм шартли ёқилғи ва чиқиш киловаттларда бўлиши мумкин. 5.1- расмда тасвирланган блок учун типик характеристика 5.2- расмда тасвирланган.



5.2- расм. Иссиқлик блокиннинг кириш-чиқиш характеристикаси.

## 1.2 Бирлашган энергетика тизимларининг иш режимларини режалаштириш ва бошқариш

### Энергетика тизимининг ҳолатларини оптимал режалаштириш

Агар блокларнинг нисбий ўсиш характеристикалари (НЎХ) кенг диапазонда ишлатилган ҳам ўзгармас бўлса ва энергияни узатишдаги исрофлар ҳамда захира бўйича талаб эътиборга олинмаса, у ҳолда бундай характеристикалар блокларнинг самарадорлигининг нисбий ўсиши бўйича ҳосил қилиш мумкин<sup>21</sup>. Бундай усулда ҳосил қилинувчи характеристикалар хизмат жадваллари деб юритилади. Хизмат жадваллари нисбий самарадорликка асосланиб тайёрланади ва ҳар бир блок энг юқори нисбий самарадорликка эга бўлиши учун даражаланган қувватга юкланган бўлади. Ёқилғи нархи, станциянинг цикл самарадорлиги, станциянинг ишга яроқлилиги сингари кўрсаткичларнинг ўзариши бундай жадваллардан фойдаланиш асосида амалга оширилади. Бундай усулда тайёрланган жадвалларга қараш орқали блокнинг бошқа блокдан фарқловчи генерация графигини тузиш мумкин.

Энергетика тизимларининг оптимал ҳолатларини ҳисоблаш ва жорий этиш уларни диспетчерлик бошқариш пурқтларида амалга оширилади. Диспетчерлик пунктида масалаларни ечиш учун зарурий дастлабки маълумотларни олиш, қайти ишлаш, улар асосида ҳисоблашларни амалга ошириш, натижаларни узатиш ва уларга мувофиқ ҳолда энерготизимни бошқариш фақат замонавий автаматлаштирилган бошқариш тизимлари ва ҳисоблаш воситалари ёрдамида амалга оширилади.

Автоматлаштирилган бошқариш тизимлари (АБТ) кибернетиканинг барча сифат жихатидан турлича булган тизимларни бошқаришнинг асоси булиб, бошқаришнинг усул ва техникасидаги умумий хусусиятлар ва усулларни белгиловчи конунлар ҳисобланишини курсатувчи таркибий қисми ҳисобланади.

Ҳозирги даврда АБТ сифатида бошқарувчи тизимда масалани қўйиш ва асосий қарорни қабул қилиш одам, бунинг учун зарур бўлган маълумотни қайта ишлаш эса – махсус қурилмалар мажмуи – ЭҲМ, телемеханика, аълоқа ва бошқа воситалар томонидан бажарилувчи одам-машина тизими тушунилади.

АБТда одамнинг ҳал этувчи роли шу билан белгиланадики, бу тизимларнинг ўта даражада мураккаблиги сабабли уларни математика ёрдамида ҳам, моделлаштирувчи қурилмалар ёрдамида ҳам формаллаштириб бўлмайди.

Автоматлаштирилган бошқариш тизимларида ЭҲМ математик усуллар ва алгоритмларнинг ягона комплексидан фойдаланиш асосида маълумотларни қайта ишлашнинг барча жараёнларида асосий восита ҳисобланади.

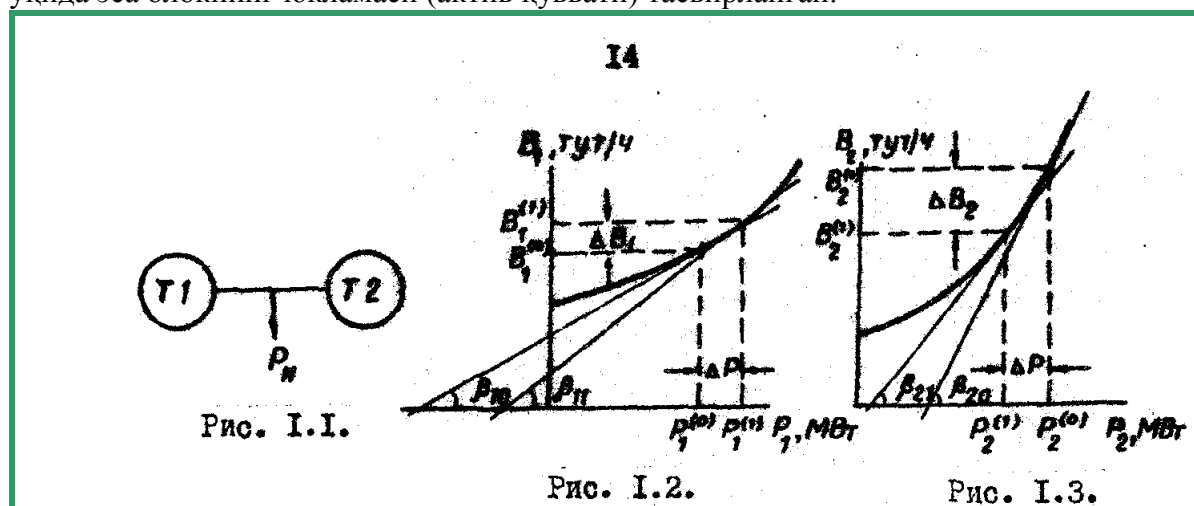
<sup>21</sup> P S R Murty. Operation and Control In Power Systems/ B S Publications. Hyderabad. 2008. p. 97

Шундай қилиб, энергетика тизимининг автоматлаштирилган бошқарув тизимида уларнинг ҳолатларини оптималлаш алоҳида ўринни эгаллайди. Бунда турли усул ва алгоритмлар бўйича оптималлаш дастурларидан фойдаланади.

Энергетика тизимининг ҳолатини актив қувват бўйича оптималлаш электр энергетика тизими (ЭЭТ)нинг юкмасини электр станциялари ўртасида оптимал тақсимлашдан иборатдир.

Энерготизим юкмасини иссиқлик электр станциялари ўртасида оптимал тақсимлаш шартини ҳосил қилиш учун оддий мисол кўриб ўтаемиз.

ИЭСнинг иккита блоки битта умумий юкмага ишлаётган бўлсин (1.1.а-рasm). Блокларнинг ёқилғи сарфи характеристикалари силлиқ (квадратик) бўлсин. Бу характеристикалар 1.1.б-рasmда келтирилган бўлиб, ордината ўқида бир соат давомидаги шартли ёқилғи сарфи, абсцисса ўқида эса блокнинг юкмаси (актив қуввати) тасвирланган.



Блокларнинг  $P_1$  ва  $P_2$  қувватлари йиғиндиси юклама қуввати  $P_N$  га тенг бўлиши зарур:

$$P_1 + P_2 = P_N$$

Бошланғич ҳолатда блокларнинг қувватлари  $P_1^{(0)}$  ва  $P_2^{(0)}$  бўлиб, сарф хараakterистикалари бўйича уларга  $B_1^{(0)}$  ва  $B_2^{(0)}$  ёқилғи сарфлари мос келади. Бу тақсимланишнинг оптималлигини аниқлаш учун уни 1-блок қувватини шу миқдорга камайтириб ўзгартирамиз, яъни:

$$P_1^{(1)} = P_1^{(0)} + \Delta P;$$

$$P_2^{(1)} = P_2^{(0)} - \Delta P;$$

$$P_1^{(1)} + P_2^{(1)} = P_N.$$

Бундай қайта тақсимлаш натижасида биринчи блокда сарф бўлувчи шартли ёқилғи миқдори  $\Delta B_1$  ошиб, иккинчи блокда сарф бўлувчи шартли ёқилғи миқдори  $\Delta B_2$  га камаяди.  $\Delta B_1 < \Delta B_2$ , яъни қайта тақсимланиши натижасида иқтисод сарфга нисбатан катта бўлганлиги сабабли қайта тақсимланишдан кейинги ҳолат оптимал ҳисобланади.

Албатта, яқуний оптимал қайта тақсимланишни олиш учун блокларнинг қувватларини қабул қилинган йўналишда ўзгартириб бориш зарур. Бу жараёни  $\Delta B_1 = \Delta B_2$  шарт бажарилгунга қадар давом эттириш лозим.

$\Delta P_1 = \Delta P_2$  бўлганлиги сабабли бу шартни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\frac{\Delta B_1}{\Delta P_1} = \frac{\Delta B_2}{\Delta P_2} \quad \text{ёки} \quad \text{tg} \beta_1 = \text{tg} \beta_2$$

Юқоридаги нисбатнинг  $\Delta P_i$  nolга интилгандаги лимити, яъни

$$\lim_{\Delta P_i \rightarrow 0} \frac{\Delta B_i}{\Delta P_i} = \frac{dB_i}{dP_i} = \epsilon_i$$

i-блокда ёқилғи сарфининг нисбий ўсиши (нисбий ўсиш) деб юритилади.

Шундай қилиб, оптимал тақсимланиш шarti бўлиб қувват баланси таъминланган ҳолда нисбий ўсишларнинг тенглиги ҳисобланади:

$$\frac{dB_1}{dP_1} = \frac{dB_2}{dP_2} \quad \text{ёки} \quad \epsilon_1 = \epsilon_2 \quad (1.1)$$

Агар блоклар турли нархдаги ёқилғиларда ишлаётган бўлса, у ҳолда оптималлик шарти (суммавий харажатларнинг минималлиги) қуйидаги кўринишда ифодаланади:

$$c_1 B_1 = c_2 B_2. \quad (1.2)$$

Бу ерда  $c_i$ -i блокда ёқилувчи ёқилғининг нархи. Оптималлик мезони (1.1) ни (баланс таъминланган ҳолда) суммавий ёқили сарфининг минималлиги шартидан ҳам ҳосил қилиш мумкин:

$$B = B_1(P_1) + B_2(P_2) \rightarrow \min, \quad (1.3)$$

$$W = P_1 + P_2 - P_H = 0 \quad (1.4)$$

(1.4) шарт мавжуд бўлганда (яъни уни ҳисобга олиб) мақсад функцияси (1.3) ни минималлаштиришни Лангранж функциясининг экстремуми (стационар нуқтаси)ни топиш орқали амалга ошириш мумкин:

$$L = B + \mu W = B_1(P_1) + B_2(P_2) + \mu(P_1 + P_2 - P_H) \rightarrow \min \quad (1.5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial P_1} = \frac{\partial B_1}{\partial P_1} + \mu \frac{\partial W}{\partial P_1} = \frac{\partial B_1}{\partial P_1} + \mu = \epsilon_1 + \mu = 0, \quad (1.6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial P_2} = \frac{\partial B_2}{\partial P_2} + \mu \frac{\partial W}{\partial P_2} = \frac{\partial B_2}{\partial P_2} + \mu = \epsilon_2 + \mu = 0. \quad (1.7)$$

(1.4), (1.6) ва (1.7) тенгламаларни биргаликда олиб, система қилиб ечиш барча номаълумлар  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $\mu$  ларни топиш имконини беради. Бироқ бунда муаммолар ҳосил бўлиши мумкин, чунки блокларнинг  $B_i = f_i(P_i)$  сарф характеристикалари, одатда, узик ёки синик чизикли ҳисобланади. Бу характеристикаларни аналитик кўринишда ифодалаш уларни юқори даражали полиномлар билан аппроксимациялаш билан боғлиқдир. Шу сабабли қўйилган масалани ечиш, умумий ҳолда, юқори даражали ва катта ўлчамли эгри чизикли тенгламалар системасини ечиш ва ундан келиб-чиқувчи қийинчиликлар билан боғлиқ.

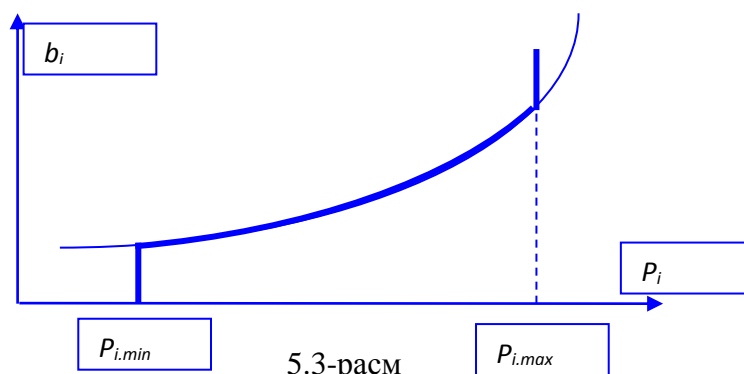
Бошқача интерпретацияда (тасвирда) масаланинг ечилишини соддалаштириш мумкин. Бунинг учун (1.4), (1.6) ва (1.7) тенгламалардан қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_1 = \epsilon_2 = -\mu \\ P_1 + P_2 = P_H \end{array} \right\} \quad (1.8)$$

(1.8) асосида юклама қувватини иккита блок орасида оптимал тақсимлашни кўриб ўтамиз. 1 ва 2 блокларнинг НЎХлари берилган бўлсин. Блоклар учун умумий бўлган нисбий ўсиш  $v_c = v_1 = v_2$  учун турли қийматларни қабул қилиб мос  $P_1$ ,  $P_2$  ва  $P_1 + P_2$  ларни топиш асосида  $v_c = f(P_1 + P_2)$  боғланишни кўрамиз. Бу боғланиш бўйича  $P_H$  нинг ҳар қандай қиймати учун мос  $v_c = v_1 = v_2$  ни ва блокларнинг НЎХлари бўйича оптимал тақсимланишда ҳосил бўлувчи  $P_1$  ва  $P_2$  ларни топишимиз мумкин. Булар асосида 1 ва 2 блокларнинг оптимал юклама графиклари аниқланади. Эквивалент НЎХ ни ҳосил қилиш учун блокларнинг НЎХларида берилган барча нуқталарни эътиборга олиш лозим.

Кўриб чиқилган усул тенгламалар системасини ечмасдан тақсимлаш имконини бериб, у бевосита ёки нисбий ўсишларнинг тенглиги усули деб юритилади. Ушбу усул бошқаларидан ўта соддаллиги билан ажратиб туради. Бундан ташқари бу усулда энергетик характеристикалардаги мавжуд узилишлар қийинчиликсиз ҳисобга олинади. Шунингдек, блок ва станцияларнинг минимал ва максимал қувватлари бўйича чегаравий шартлар осон – характеристика тўсиқ кириши орқали ҳисобга олинади. Блокларнинг қувватни ошириш ва камайтириш тезлиги бўйича чегаравий шартлар ҳам ушбу усулда осон эътиборга олинади.

Блок ёки станциянинг минимал ва максимал қувватлари бўйича чегаравий шартларни ҳисобга олишнинг тўсиқлар усулида НЎХ 5.3-расмда кейинги оптималлаш қайта қуришда пайдо бўлган НЎХлар бўйича амалга оширилади.



5.3-расм

ИЭСнинг иккита блоки учун ёзилган оптималлик шarti (1.8)  $N$  та иссиқлик блокларининг параллел ишлаган ҳолатлари учун ҳам осон умумлаштирилади:

$$\left\{ \begin{array}{l} \vartheta_1 = \vartheta_2 = \dots = \vartheta_N = -\mu, \\ P_1 + P_2 + \dots + P_N = P_n \end{array} \right\} \quad (1.9)$$

Охирги (1.9) шартни таъминлаш юқоридаги тартибда амалга оширилади. У шунингдек ИЭСлар тўплами учун ҳам осон умумлаштирилади. Бунда ҳар бир ИЭС ундаги алоҳида блокларнинг НЎХ ларини қўшиш орқали ҳосил қилинувчи эквивалент НЎХ билан тасвирланади.

Юклама қувватини иккита блок ўртасида оптимал тақсимлаш шартини умумлаштириш учун фақат олинган натижа ҳақиқатдан ҳам минимум ҳаражат таъминлашини аниқлаш қолмоқда. Иккинчи тартибли ҳосиланинг ишорасини таҳлил қилиш буни аниқлаш имконини беради. Агар

$$\frac{d^2 B}{dP_i^2} = \frac{d\vartheta_i}{dP_i} > 0 \quad (1.10)$$

бўлса,  $v_i = f_i(P_i)$  боғланиш силлиқ бўлган ҳолатда мақсад функциясининг минималлиги таъминланади.

Реал электр энегетика тизимларида оптималлаш масаласини ҳал этишда барча станцияларнинг ҳам юкламалари номаълумлар сифатида қатнашмайди. ЭЭТ юклама графигининг базисида ишловчи ростланмайдиган АЭС, ИЭМ ва ГЭС лар тугунлардаги манфий юкламалар билан алмаштирилиши мумкин. Юклама графигининг ўзгариб турувчи қисмида қатнашувчи электр станциялари ҳисобий станциялар деб юритилади.

### *Энергетика тизимларининг ҳолатларини номаълум Лагранж қўнайтувчилари усулида оптималлаш<sup>22</sup>*

Энергетика тизимининг ҳолатини актив қувват бўйича оптималлаш масаласининг маъноси барча станцияларнинг барча чегаравий шартларнинг бажарилгани ҳолда иссиқлик станцияларидаги ёқилғи сарфи билан боғлиқ бўлган умумий ҳаражатлар<sup>23</sup>

$$I = \sum_{i=1}^n I_i B_i(P_i) \rightarrow \min \quad (1.11)$$

ёки бу станциялардаги умумий шартли ёқилғи сарфининг

$$B = \sum_{i=1}^n B_i(P_i) \rightarrow \min \quad (1.12)$$

минимал бўлишини таъминловчи қувватларини топишдан иборатдир.

<sup>22</sup> Operation and Control In Power Systems... p. 97-98

<sup>23</sup> P S R Murty. Operation and Control In Power Systems/ B S Publications. Hyderabad. 2008. P. 97-98.

Бунда барча электр станцияларининг қувватлари  $P_i$  энерготизимда қувват балансини таъминлаши зарур:

$$\sum_{i=1}^n (P_i) - \sum_{j=1}^m P_j = 0. \quad (1.13)$$

Бу ерда  $n, m$  — мос ҳолда энерготизимдаги станция ва юклама тугунларининг сони;  $P_i, P_j$  —  $i$ -чи электр станцияси ва  $j$ -чи юклама тугунининг қувватлари.

Номаълум Лагранж кўпайтувчилари усулида кўрилатган (1.2) — (1.3) шартли минималлаш масаласи қуйидаги Лагранж функциясини шартсиз минималлаш масаласига келтирилади:

$$L = \sum_{i=1}^n B_i(P_i) + \mu \left( \sum_{i=1}^n P_i - \sum_{j=1}^m P_j \right) \rightarrow \min \quad (1.14)$$

Бу ерда  $\mu$  - номаълум Лагранж кўпайтувчиси. Қуйилган масаланинг ечим нуқтасида (1.13) шарт бажарилганлиги сабабли (1.14) функциясининг минимуми (1.12) функциянинг минимуми билан устма-уст тушади.

(1.14) функциясининг минимумини аниқлаш учун  $L$  функциясидан барча ўзгарувчилар бўйича ҳосилани нолга тенглашда ҳосил бўлган тенгламалар системасини ечиш лозим:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \alpha} = \frac{\partial \hat{A}_i(P_i)}{\partial P_i} + \mu = 0, i = \overline{1, n} & \quad b_i + \mu = 0, i = \overline{1, m} \\ \frac{\partial L}{\partial \mu} = \sum_{i=1}^n P_i - \sum_{j=1}^m P_j = 0 & \quad \text{ёки} \quad \sum_{i=1}^n P_i - \sum_{j=1}^m P_j = 0 \end{aligned} \quad (1.15)$$

Бу ерда  $b_i$  —  $i$ -ч ИЭСда шартли ёқилғи сарфининг нисбий ўсиши.

Шундай қилиб, кўриладётган масалани ечиш  $n$  та станцияларнинг номаълум қувватлари ва битта номаълум Лагранж кўпайтувчиларига эга бўлган  $n+1$  та тенгламадан иборат бўлган (1.15) системани ечишга келтирилади.

Умумий ҳолатда тенгламалар системаси (1.15) ни ечишда электр станцияларининг сарф характеристикалари  $B_i(P_i)$  ларнинг узлукли эканлиги билан боғлиқ бўлган муаммолар пайдо бўлади. Аммо, уларни қандайдир аниқликда юқори даражали қаторлар, масалан квадратик қаторлар, билан аппроксимациялаб олиш мумкин. Бундай ҳолатда (1.15) тенгламалар системаси тўғри чизиқли тенгламалар системасига айланади ва у осонгина ечилади.

Ушбу усулнинг ҳисоблаш сифатларини энерготизимнинг актив юкламаси  $P_n=500$  МВт ни қуйидаги шартли ёқилғи сарфи характеристикаларига эга бўлган иккита иссиқлик электр станциялари ўртасида оптимал тақсимлаш масаласига қўллаб ўрганамиз:

$$B_1 = 100 + 0,2P_1 + 0,001P_1^2 \quad \text{т.ш.ё./соат},$$

$$B_2 = 60 + 0,2P_2 + 0,002P_2^2 \quad \text{т.ш.ё./соат},$$

Масаланинг математик ифодасини ёзамиз:

$$B = B_1(P_1) + B_2(P_2) \rightarrow \min,$$

$$P_1 + P_2 - P_i = 0.$$

Лагранж функциясини тузамиз:

$$L = B_1(P_1) + B_2(P_2) + \mu(P_1 + P_2 - P_i) \rightarrow \min.$$

Бу функция минимумлигининг зарурий шартидан қуйидаги тенгламалар системасини ҳосил қиламиз:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial P_1} = 0,2 + 0,002P_1 + \mu = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial P_2} = 0,2 + 0,004P_1 + \mu = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial \mu} = P_1 + P_2 - 500 = 0. \end{cases}$$

Ҳосил бўлган чизикли тенгламалар системасини уни ечишнинг бирор усули, масалан Крамер усули, ёрдамида ечамиз:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 0,002 & 0 & 1 \\ 0 & 0,004 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{vmatrix} = -0,006,$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} -0,2 & 0 & 1 \\ -0,2 & 0,004 & 1 \\ 500 & 1 & 0 \end{vmatrix} = -2,$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 0,002 & -0,2 & 1 \\ 0 & -0,2 & 1 \\ 1 & 500 & 0 \end{vmatrix} = -1,$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 0,002 & 0 & -0,2 \\ 0 & 0,004 & -0,2 \\ 1 & 1 & 500 \end{vmatrix} = 0,0052,$$

$$P_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{-2}{-0,006} = 333,33 \text{ МВт},$$

$$P_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-1}{-0,006} = 166,67 \text{ МВт},$$

$$\mu = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{0,0052}{-0,006} = -0,86 .$$

Шундай қилиб, станцияларнинг оптимал юкламалари  $P_1=333,33$  МВт,  $P_2=166,67$  МВт бўлиб, бунда улардани умумий шартли ёқилғи сарфи  $B = 426,667$  т.ш.ё./соат.

### 1.3 Электр энергияси узатиш ва тақсимлашда исрофларни ҳисоблаш

#### Электр тармоқларида энергия исрофларини юклама графиги ва максимал исрофлар вақти бўйича ҳисоблаш

Электр тармоқнинг ҳар қандай элементида электр энергия исрофи юкламанинг характери ва кўрилатган вақт жараёнида унинг ўзгаришига боғлиқ. Ўзгармас юклама билан ишлаб,  $\Delta P$  актив қувват исрофига эга бўлган ЭУЛда  $t$  вақт давомида исроф бўлувчи энергия қуйидагича аниқланади:

$$\Delta W = \Delta P t . \quad (6.1)$$

Юкламаси йил давомида ўзгариб турувчи электр тармоғида йиллик энергия исрофини турли усуллар ёрдамида ҳисоблаш мумкин. Мавжуд барча усулларни уларда фойдаланилувчи математик моделга боғлиқ равишда иккита катта гуруҳга бўлиш мумкин. Булар – аниқ ва эҳти-молий-статистик усуллардир.



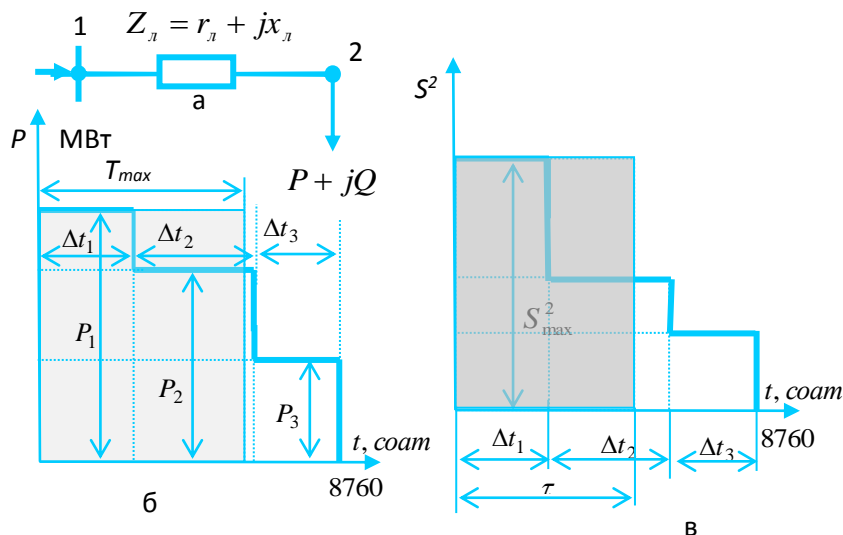
Электр энергия исрофини ҳисоблашнинг энг аниқ усули бу шохобчаларнинг юклама графиклари бўйича ҳисоблашга асосланган. Бунда ҳисоблаш юклама графигининг ҳар бир поғонаси учун қувват исрофларини аниқлаш ва уларнинг йиғиндисини топишни кўзда тутати. Бу усул баъзан график интерполяциялаш усули деб ҳам юритилади.

Юклама графиклари суткалик ва йиллик бўлиши мумкин.

Суткалик графиклар юклама қувватларини сутка давомида, йиллик графиклар эса йил давомида ўзгаришини ифодалайди. Йиллик график баҳорги-ёзги ва кузги-қишки даврлар учун характерли суткалик графиклар асосида қурилади. Йиллик энергия исрофини ҳисоблашда давомийлик бўйича юклама графикларидан фойдаланилади. Бундай графикни ҳосил қилиш қуйидаги тартибда амалга оширилади. Бу графикнинг бошланғич ординатаси максимал юкламага тенг қилиб қабул қилинади. Суткалик графиклар бўйича турли типдаги суткалар сонини ҳисобга олиб (шанба, якшанба, душанба, иш куни) юкламанинг ҳар бир қиймати учун бир йил давомидаги соатлар сони аниқланади. Аввало, юклама максимал бўлган вақт давомийлиги, сўнгра юклама қувватининг бошқа қийматлари учун (камайиб бориш тартибида) вақт давомийликлари аниқланади.

Йиллик юклама графиги бўйича йиллик энергия исрофини аниқлаш мумкин. Бунинг учун ҳар бир ҳолат учун қувват ва энергия исрофлари аниқланиб, улар қўшилади. Мисол тариқасида схемаси 6.1,а-расмда келтирилган электр тармоқнинг уч поғонали юклама графигини (6.1,б-расм) оламиз. Юклама  $P_1$  бўлган ҳолатда ЭУЛдаги қувват исрофи қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta P_1 = \frac{S_1^2}{U_1^2} r_n \quad (6.2)$$



6.1-расм. Электр энергия исрофини юклама графиги ва максимал исрофлар вақти бўйича аниқлаш

а – ЭУЛнинг схемаси; б – уч поғонали юклама графиклари; в – уч поғонали  $S^2$  графиги

Электр энергия исрофини ушбу ҳолат учун қувват исрофини шу ҳолатнинг давомийлик вақтига кўпайтириш орқали топамиз:

$$\Delta W_1 = \Delta P_1 \Delta t_1 \quad (6.3)$$

Қолган ҳолатлар учун ҳам электр энергия исрофи шу тартибда топилади. Юклама  $P_2$  бўлган ҳолат учун

$$\Delta P_2 = \frac{S_2^2}{U_2^2} r_n \quad (6.4)$$

$$\Delta W_2 = \Delta P_2 \Delta t_2 \quad (6.5)$$

юклама  $P_3$  бўлган ҳолат учун

$$\Delta P_3 = \frac{S_3^2}{U_3^2} r_n . \quad (6.6)$$

$$\Delta W_3 = \Delta P_3 \Delta t_3 . \quad (6.7)$$

Юқоридагилардан келиб чиқиб,  $N$  та поғонага эга бўлган кўп поғонали юклама графигининг  $i$ -поғонаси учун қувват ва энергия исрофлари қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

$$\Delta P_i = \frac{S_i^2}{U_i^2} r_n, \quad i = 1, \dots, N, \quad (6.8)$$

$$\Delta W = \sum_{i=1}^N \Delta P_i \Delta t_i . \quad (6.9)$$

Бу ерда  $\Delta t_i$ -юклама графигининг  $i$ -поғонаси давомийлиги.

$\Delta t_i$  вақт давомида икки чулғамли трансформатордаги қувват ва энергия исрофлари қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta P_i = \Delta P_{\kappa} \left( \frac{S_{2i}}{S_{ном}} \right)^2 + \Delta P_c ; \quad (6.10)$$

$$\Delta W_i = \left[ \Delta P_{\kappa} \left( \frac{S_{2i}}{S_{ном}} \right)^2 + \Delta P_c \right] \Delta t_i . \quad (6.11)$$

Бу ерда  $\Delta P_s$ ,  $\Delta P_c$  - мос равишда трансформаторнинг қисқа туташув ҳолатида чулғамларида (ми-сида) ва салт ишлаш ҳолатида ўзагида (пўлатида) исроф бўлувчи актив қувватлар;  $S_{2i}$  - трансформаторнинг иккиламчи томонида графикнинг  $i$ - поғонаси юкламаси;  $S_{ном}$  - трансформаторнинг номинал қуввати.

$\kappa$  та бир хил трансформаторлар параллел ишлаганда  $N$  та поғонали юклама графигининг  $i$ -поғонасида исроф бўлувчи қувват ва йиллик энергия исрофи мос равишда қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

$$\Delta P_i = \frac{1}{\kappa} \Delta P_s \left( \frac{S_i}{S_{ном}} \right)^2 + \kappa \Delta P_c ; \quad (6.12)$$

$$\Delta W = \left[ \Delta P_s \left( \frac{S_i}{S_{ном}} \right)^2 + \Delta P_c \right] \Delta t_i . \quad (6.13)$$

*Исрофларни юклама графиги бўйича аниқлаш* усулининг афзаллиги – катта аниқликдир. Аммо электр тармоқнинг барча шохобчаларини юкламалари ҳақида маълумотлар етарли бўлмаганда ушбу усулни қўллаб бўлмайди.

Исрофларни аниқлашнинг энг содда усулларида бири *максимал исрофлар вақти* дан фойдаланишга асосланган. Бу усулга мувофиқ, тармоқнинг барча ҳолатлари ичидан қувват исрофи энг катта бўлган ҳолати аниқланади. Бу ҳолатни ҳисоблаб, унга мос келувчи максимал қувват исрофи  $\Delta P_{\max}$  топилади. Йил давомидаги энергия исрофи максимал қувват исрофини максимал исрофлар вақти  $\tau$  га кўпайтириб топилади:

$$\Delta W = \Delta P_{\max} \tau . \quad (6.14)$$

Максимал исрофлар вақти шундай вақтки, агар бу вақт давомида ўзгармас максимал юклама билан ишланганда исроф бўлувчи энергия йил давомида юклама графиги бўйича ишланганда исроф бўлувчи энергияга тенг бўлади, яъни,

$$\Delta W = \Delta P_1 \Delta t_1 + \Delta P_2 \Delta t_2 + \dots + \Delta P_N \Delta t_N = \Delta P_{\max} \tau , \quad (6.15)$$

бу ерда  $N$  - юклама графиги поғоналари сони.

Электр энергия исрофи ва истеъмолчи томонидан қабул қилинган электр энергия орасида қуйидаги тартибда боғланишни ўрнатиш мумкин.

Истеъмолчи                      томонидан                      қабул                      қилинган                      энергия:

$$W = P_1 \Delta t_1 + P_2 \Delta t_2 + \dots + P_N \Delta t_N = \sum_{i=1}^N P_i \Delta t_i = P_{\max} T_{\max}, \quad (6.16)$$

бу ерда  $P_{\max}$  -юкламанинг максимал қуввати.

Максимал юклама вақти  $T_{\max}$  шундай вақтки, бу вақт давомида максимал юклама билан ишловчи истеъмолчи тармоқдан олган энергияси бир йил давомида у юклама графиги бўйича ишлаб тармоқдан олган энергияга тенг бўлади, яъни

$$P_{\max} T_{\max} = \sum_{i=1}^N P_i \Delta t_i, \quad T_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i \Delta t_i}{P_{\max}}. \quad (6.17)$$

$S^2 = f(t)$  графикни кураимиз (6.1,в-расм). Фараз қилайлик, юклама графигининг  $i$ -поғонасида қувват исрофининг тахминий қиймати номинал кучланиш бўйича топилади, яъни (6.8) нинг ўрнига қуйидаги ифодадан фойдаланамиз:

$$\Delta P_i = \frac{S_i^2}{U_{\text{ном}}^2} r_l.$$

Агар  $r_l / U_{\text{ном}}^2 = \text{const}$  эканлигини эътиборга олсак,  $\Delta t_i$  вақт давомида исроф бўлувчи энергия маълум масштабда  $S_i^2 \Delta t_i$  га, яъни томонлари  $\Delta t_i$  ва  $S_i^2$  га тенг бўлган тўғри тўртбурчакнинг юзасига тенг бўлади. Демак, кўрилатган ҳолатда электр энергия исрофи маълум масштабда 6.1,в- расмдаги ажратиб кўрсатилган фигуранинг юзасига тенгдир.

$\tau$  учун юкорида келтирилган таърифга мувофиқ

$$S_{\max}^2 \tau = \sum_{i=1}^N S_i^2 \Delta t_i, \quad \tau = \frac{\sum_{i=1}^N S_i^2 \Delta t_i}{S_{\max}^2}. \quad (6.18)$$

Пик қурилишидаги юклама графиклари учун  $\tau$  нинг қиймати қуйидаги эмперик формула бўйича топилиши мумкин:

$$\tau = \left( 0,124 + \frac{T_{\max}}{10000} \right)^2 \cdot 8760. \quad (6.19)$$

(6.19) формуладан йил учун максимал исрофлар вақтини топишда (яъни  $T = 8760$  соат бўлганда) фойдаланиш мумкин. Бунга нисбатан кичик вақт давоми учун ҳисоблаш аниқлигини ошириш мақсадида (6.19) ўрнига қуйидаги ифодадан фойдаланиш мақсадга мувофиқ:

$$\tau = 2T_{\max} - T + \frac{T - T_{\max}}{1 + \frac{T_{\max}}{T} - \frac{2P_{\min}}{P_{\max}}} \left( 1 - \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^2. \quad (6.20)$$

Шунингдек  $\tau$  ни аниқлашда кўплаб турли характердаги юклама графиклари учун ҳисоблаш йўли билан аниқланган  $\tau = f(T_{\text{экат}}, \cos \varphi)$  типик боғланишлардан ҳам фойдаланиш мумкин.

**1.4 Электр энергиясини узатиш ва тақсимлашда исрофларни камайтириш тадбирлари**  
Электр тармоқларида исрофларни камайтириш ёқилгини иқтисод қилишнинг муҳим манбаларидан биридир.

Электр энергия исрофларини таҳлил қилишда исроф қуйидаги турларга ажратилади:

исрофнинг ҳисобот қиймати;

исрофнинг ҳисобий ёки техник қиймати;

тижорий исрофлар.

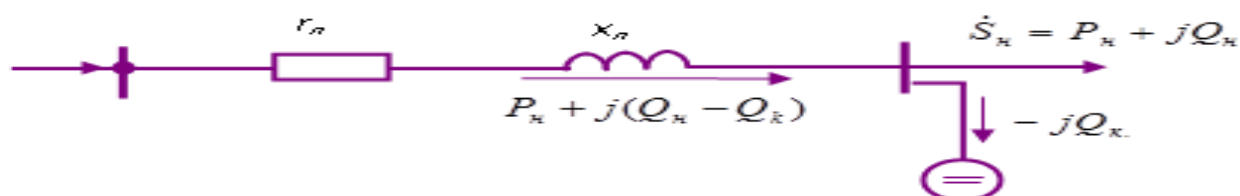
Электр энергия исрофини камайтириш учун кўплаб тадбирлар ишлаб чиқилган бўлиб, улардан энг оптималини танлаш масаласи мураккаб бўлганлиги учун уларни классификациялаш, яъни турларга ажратишга эҳтиёж ҳосил қилди. Бундай тидбирлар асосан уч гуруҳга бўлинади: ташкилий, техник ва электр энергияни ҳисобий ва техник ҳисобга олиш тизимларини такомиллаштириш тадбирлари.

Ташкилий тадбирларни жорий қилиш ҳеч қандай қўшимча капитал харажатларни талаб этмайди. Техник тадбирлар эса капитал харажатларни талаб этади.

**Таъминловчи электр тармоқ ҳолатини реактив қувват, кучланиш ва трансформациялаш коэффициентлари бўйича оптималлаш**

Ушбу параметрлар бўйича оптималлаш электр энергия исрофини камайтиришнинг асосий ташкилий тадбирларидан биридир. Оптималлаш масаласи электр тармоқнинг, барча техник шартлар бажарилгани ҳолда, исроф энг кичик бўлувчи барқарор ҳолатини аниқлашдан иборатдир.

**Таксимловчи электр тармоқларда қувват исрофини камайтириш**



Реактив қуввати компенсацияланмаган тармоқда қувват исрофи  $\Delta P = \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_n^2} \cdot r_n$

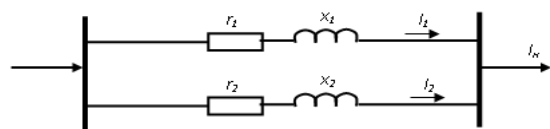
Реактив қуввати компенсацияланган тармоқда қувват исрофи:  $\Delta P = \frac{P_n^2 + (Q_n - Q_k)^2}{U_n^2} \cdot r_n$

Компенсаторнинг оптимал реактив қувватини аниқлаш:  $\frac{\partial \Delta P}{\partial Q_k} = -\frac{2(Q_n - Q_k)}{U_n^2} \cdot r_n = 0,$

$Q_{k,opt.} = Q_n$

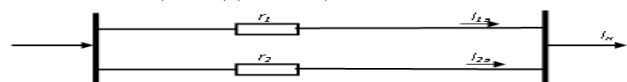
**Ёпиқ электр тармоқларида қувват исрофини камайтириш**

Токнинг табиий тақсимланиши:



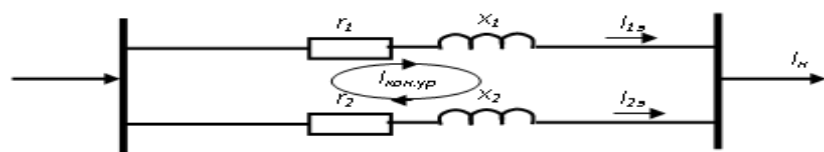
$I_1 = I_n \cdot \frac{r_2 + jx_2}{r_1 + r_2 + j(x_1 + x_2)}$        $I_2 = I_n \cdot \frac{r_1 + jx_1}{r_1 + r_2 + j(x_1 + x_2)}$

Токнинг иқтисодий тақсимланиши:



$I_{1o} = I_n \cdot \frac{r_2}{r_1 + r_2}$        $I_{2o} = I_n \cdot \frac{r_1}{r_1 + r_2}$

**Контурда тенглаштирувчи токларни компенсациялаш усуллари**



3. Бўлама компенсациялаш ҳисобига контурни бир жинсли контурга келтириш орқали:

$\frac{x_1}{r_1} = \frac{x_2 - x_{2k}}{r_2}$

Бу масалани ечишда барқарор ҳолатнинг тенгламаси кўринишидаги ва назорат қилинувчи катталикларнинг ўзгариш ораликларига қўйилган тенгсизлик кўринишидаги чегаравий шартлар ҳисобга олинади. Мақсад (оптималлаштирилувчи) функция бўлиб, тармоқдаги актив қувват исрофи функцияси  $\Delta P$  ҳисобланади.

Оптималлаш масаласини ечишда барча тугунларнинг, шу жумладан ростлаш воситаларига эга бўлмаган юклама тугунларининг кучланишлари, генерацияловчи манбаларнинг реактив қувватлари, трансформаторларнинг трансформациялаш коэффициентлари, шунингдек, назорат қилинувчи линияларнинг тоқлари бўйича чегаравий шартлар ҳисобга олинади. Шундай қилиб, ушбу масала математик кўринишда, умумий ҳолда, қуйидагича ифодаланади:

$$\Delta P \rightarrow \min \quad (8.1)$$

$$\left. \begin{aligned} W_i' &= P_i - P_{i3} = 0, \quad i \in \Gamma + H; \\ W_i'' &= Q_i - Q_{i3} = 0, \quad i \in \Gamma_1 + H \end{aligned} \right\} \quad (8.2)$$

$$U_{i,\min} \leq U_i \leq U_{i,\max}, \quad i \in \Gamma + H; \quad (8.3)$$

$$Q_{i,\min} \leq Q_i \leq Q_{i,\max}; \quad i \in \Gamma - \Gamma_1; \quad (8.4)$$

$$K_{Tl,\min} \leq K_{Tl} \leq K_{Tl,\max}; \quad l \in T_a; \quad (8.5)$$

$$\left. \begin{aligned} K'_{Tl,\min} &\leq K'_{Tl} \leq K'_{Tl,\max} \\ K''_{Tl,\min} &\leq K''_{Tl} \leq K''_{Tl,\max} \end{aligned} \right\} \quad l \in T_K; \quad (8.6)$$

$$P_{l,\min} \leq P_l \leq P_{l,\max} \quad l \in L_P; \quad (8.7)$$

$$I_{l,\min} \leq I_l \leq I_{l,\max} \quad l \in L_I; \quad (8.8)$$

Бу ерда  $P_i, Q_i, P_{i3}, Q_{i3} - i$  – тугуннинг ҳисобланувчи ва берилган актив ва реактив қувватлари;  $U_i, U_{i,\min}, U_{i,\max} - i$  – тугундаги кучланиш, ҳамда унинг берилган минимал ва максимал чегаравий қийматлари;  $K_{Tl}, K'_{Tl}, K''_{Tl} - l$  – шохобчадаги трансформатор комплекс трансформациялаш коэффициентининг модули, ҳақиқий ва мавҳум қисмлари;  $P_l, I_l$  – актив қувват оқими ва токи назорат қилинувчи  $l$  – шохобчанинг ҳисобланувчи актив қуввати ва токи;  $\Gamma, H$  – генерация ва юклама тугунлари тўпламлари;  $\Gamma_1$  – реактив қуввати ростланмайдиган генерация тугунлари тўплами;  $T_a, T_K$  – ростланадиган ҳақиқий ва комплекс трансформациялаш коэффициентларига эга бўлган шохобчалар тўпламлари;  $L_P, L_I$  – актив қувват оқими ва токи назорат қилинувчи шохобчалар тўпламлари.

(8.1)-(8.8) масалани ечишнинг энг қулай усули уни Лагранж функциясини тузиш орқали шартсиз оптималлаш масаласига келтиришга асосланган. Бунда эрксиз номаълумлар бўйича ва функционал чегаравий шартларни жарима функцияси ёрдамида, тенглик кўринишидаги чегаравий шартларни эса, номаълум Лагранж кўпайтувчилари орқали ҳисобга олиб, қуйидаги шартсиз оптималлаш масаласи ҳосил қилинади:

$$L = \Delta P + \sum_{i \in \Gamma + H} \lambda_i' W_i' + \sum_{i \in \Gamma_1 + H} \lambda_i'' W_i'' \quad (8.9)$$

Бу ерда  $\sum_{i \in \Gamma + H} \lambda_i' W_i' + \sum_{i \in \Gamma_1 + H} \lambda_i'' W_i''$  бўлиб, у мос чегаравий шарт бажарилганда

нолга тенг ва бузилганда бузилиш даражасига пропорционал тарзда тез ортувчи жарима функцияларининг йиғиндиси;  $\lambda_i', \lambda_i''$  – номаълум Лагранж кўпайтувчилари.

Оптималланувчи параметрларнинг қийматлари, масалан оптимал кучланишлар, (8.9) функция минимумлигининг зарурий шартидан ҳосил қилинган қуйидаги тенгламалар системасини ечиш асосида топилади:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = W_i' = P_i - P_{i3} = 0; \quad i \in \Gamma + H, \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = W_i'' = Q_i - Q_{i3} = 0; \quad i \in \Gamma_1 + H, \end{array} \right. \quad (8.10)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial \delta_i} = \frac{\partial F}{\partial \delta_i} + \sum_{j \in \Gamma + H} \lambda_j' \frac{\partial W_j'}{\partial \delta_i} + \sum_{j \in \Gamma_1 + H} \lambda_j'' \frac{\partial W_j''}{\partial \delta_i} = 0; \quad i \in \Gamma + H, \\ \frac{\partial L}{\partial U_i} = \frac{\partial F}{\partial U_i} + \sum_{j \in \Gamma + H} \lambda_j' \frac{\partial W_j'}{\partial U_i} + \sum_{j \in \Gamma_1 + H} \lambda_j'' \frac{\partial W_j''}{\partial U_i} = 0; \quad i \in \Gamma_1 + H, \end{array} \right. \quad (8.11)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial U_t} = \frac{\partial F}{\partial U_t} + \sum_{j \in \Gamma + H} \lambda_j' \frac{\partial W_j'}{\partial U_t} + \sum_{j \in \Gamma_1 + H} \lambda_j'' \frac{\partial W_j''}{\partial U_t} = 0; \quad i \in \Gamma - \Gamma_1. \end{array} \right. \quad (8.12)$$

Бу ерда  $P_i, Q_i, P_{i3}, Q_{i3}$  –  $i$ -тугуннинг ҳисобий ва берилган актив ва реактив қувватлари;  $U_i, \delta_i$  –  $i$ -тугун комплекс кучланишининг модули ва фазаси.

Ҳисоблашларни қулайлаштириш мақсадида ҳар бир яқинлашишда юқоридаги системани ечиш учта – (8.10), (8.11), (8.12) подсистемаларни кетма-кет тарзда ечиш асосида амалга оширилади. (8.10) подсистемани ечиш натижасида барча тугунлар кучланишларининг фазалари ва модуллари (кучланиши оптималланувчи тугундан ташқари); (8.11) подсистемани ечиш натижасида номаълум Лагранж кўпайтувчилари ва (8.12) подсистемани ечиш натижасида реактив қувват манбаига эга бўлган тугунларнинг оптимал кучланишлари модуллари топилади.

**Ёпиқ контурларнинг ножинслилигини камайтириш.** Электр истеъмолчиларини таъминлашда юқори ишончликни таъминлаш мақсадида ёпиқ тармоқлардан фойдаланилади. Бундан ташқари ёпиқ тармоқлардан фойдаланилганда, исрофларни очик тармоқлардагига нисбатан камайтириш имкониятлари пайдо бўлиши мумкин.

Ёпиқ тармоқ бир жинсли бўлганда улардан истеъмолчиларга қувват узатиш энг кам исрофларда амалга ошади. Бундай тармоқлар контурни ташкил этувчи шохобчаларнинг актив ва реактив қаршиликларининг нисбатлари бир хиллиги билан характерланади, яъни

$$\frac{x_i}{r_i} = const.$$

Ножинсли (бир жинсли бўлмаган) ёпиқ электр тармоқларда контурни ташкил этувчи шохобчаларнинг қаршиликлари нисбатлари турличадир. Бундай тармоқларда қувватларнинг табиий тақсимланиши тўла қаршилик  $z=r+jx$  бўйича амалга ошади.

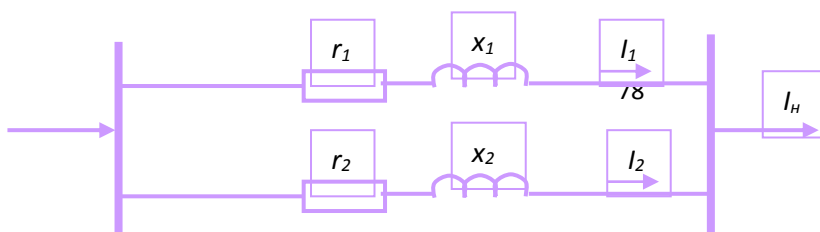
Ёпиқ тармоқда қувватнинг ундаги исрофни энг кам бўлиш ҳолатига мос келувчи иқтисодий тақсимланиши уни фақат актив қаршилик бўйича тақсимланиши билан бир хил бўлади.

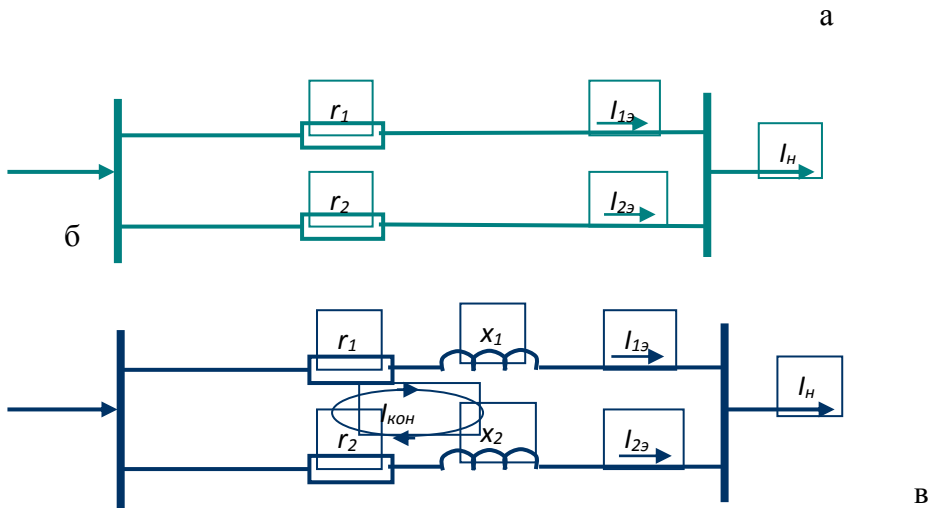
Ножинсли ёпиқ электр тармоқда қувватлар оқимининг иқтисодий тақсимлаш имкониятларини ўрганиш учун бир контурли ёпиқ тармоқни кўриб ўтамиз (8.1,а-расм).

Схемаларда кўрсатилган  $I_1, I_2, I_{13}, I_{23}$  тоқлар контурда қувватлар табиий ва иқтисодий тақсимланган ҳолатларга мос келиб, мазкур тармоқ учун уларнинг қийматлари Кирхгофнинг биринчи ва иккинчи қонунларидан фойдаланиб, қуйидагича ҳисобланиши мумкин:

$$I_1 = I_n \cdot \frac{r_2 + jx_2}{r_1 + r_2 + j(x_1 + x_2)}, \quad I_2 = I_n \cdot \frac{r_1 + jx_1}{r_1 + r_2 + j(x_1 + x_2)},$$

$$I_{13} = I_n \cdot \frac{r_2}{r_1 + r_2}, \quad I_{23} = I_n \cdot \frac{r_1}{r_1 + r_2}.$$





8.1-расм

Агар 8.1,а-расмда тасвирланган контурда тармоқнинг ножинслилиги туфайли тенглаштирувчи ток  $I_{кон}$  оқади деб ҳисобласак (8.1,в-расм), у ҳолда табиий ва иқтисодий тақсимланиш ҳолатлари учун тоқлар қуйидаги ифодалар билан боғланган:

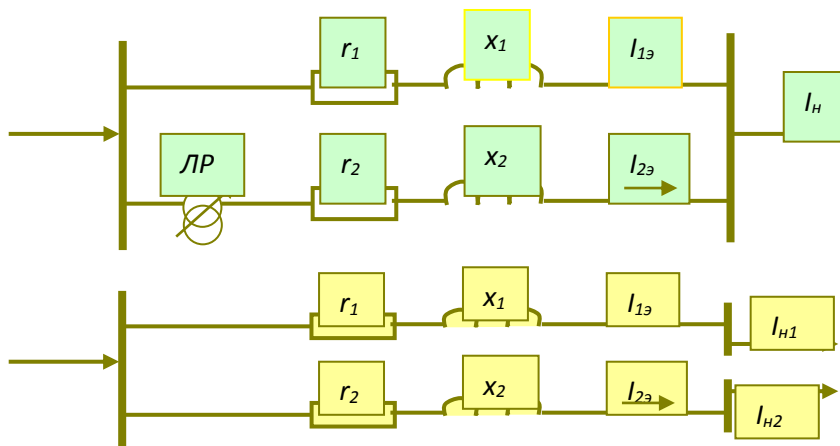
$$I_1 = I_{1э} + I_{кон}; I_2 = I_{2э} - I_{кон}.$$

Шундай қилиб, ёпиқ электр тармоқларда қувват исрофини минималлаш учун уларда тенглаштирувчи тоқларни нолга келтириш лозим. Бу тармоқнинг ножинслилигини камайтириш ёки тенглаштирувчи тоқларни компенсациялаш орқали амалга оширилади.

Тармоқнинг ножинслилигини камайтириш ўтказгичларнинг кесим юзаларини ўзгартириш ва БКҚ (бўйлама компенсацияловчи қурилма) улаш орқали амалга оширилиши мумкин.

Тенглаштирувчи контур тоқларини компенсациялаш икки йўл билан амалга оширилиши мумкин:

- 1) компенсацияловчи тенглаштирувчи тоқларни ҳосил қилиш орқали (контурда қувват оқимини ростлаш);
- 2) тенглаштирувчи тоқларнинг йўлини узиш орқали (тармоқ контурларини очиш орқали) (8.2,б-расм).



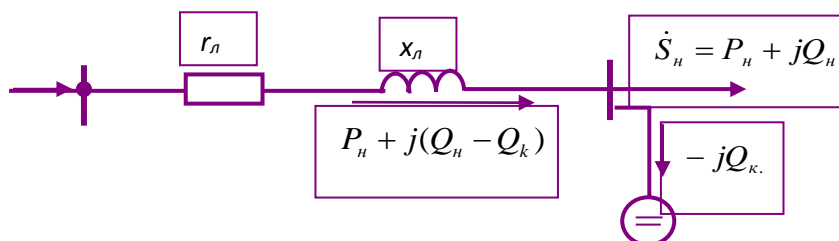
## 8.2-расм

Компенсацияловчи тенглаштирувчи тоқларни ҳосил қилиш контурларга қўшимча ЭЮК киритиш орқали амалга оширилади. 13 навбатида қўшимча ЭЮК линия ростлагичлари ҳисобига, яъни кучланишни бўйлама-кўндаланг ростлаш ёки мувозанатлашмаган трансформациялаш коэффициентлари ҳисобига ҳосил қилинади (8.2,а-расм).

Таъминловчи электр тармоқларда қўшимча ЭЮКнинг қийматини ёки контурни очиш нуқтасини аниқлаш учун унинг ҳолатини оптималлаш масаласи ечилади. Бунинг учун юқорида келтирилган алгоритмдан фойдаланиш самаралидир.

### Тақсимловчи электр тармоқларда қувват ва энергия исрофини камайтириш

Тақсимловчи электр тармоқлар таъминловчи тармоқлардан фарқли равишда доимо очиқ ҳолда ишлайди. Шу сабабли уларда исрофни камайтиришнинг энг самарали ва кенг фойдаланилувчи усули реактив қувватни компенсациялашга асосланган. Ушбу усул бўйича исрофни камайтириш имкониятлари билан схемаси 8.3-расмда тасвирланган битта линиядан иборат бўлган тармоқ мисолида танишамиз.



8.3-расм

Маълумки, реактив қуввати компенсацияланмаган линияда актив қувват исрофи куйидагича аниқланади:

$$\Delta P = \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_n^2} \cdot r_l.$$

Линиянинг охирида уланган истеъмолчиларнинг ёнида компенсацияловчи қурилма улангандан сўнг юкларнинг умумий (компенсатор билан бирга ҳисобланганда) актив қувват коэффициенти  $\cos\varphi$  ошади ва линиядаги актив қувват исрофи камаяди:

$$\Delta P = \frac{P_n^2 + (Q_n - Q_k)^2}{U_n^2} \cdot r_l.$$

Компенсаторнинг тармоқдаги қувват исрофини энг кам бўлишини таъминловчи оптимал қувватни исроф функцияси минимумлигининг зарурий шарти, яъни у бўйича хусусий ҳосиланинг нолга тенглигидан фойдаланиб топиш қулайдир:

$$\frac{\partial \Delta P}{\partial Q_k} = -\frac{2(Q_n - Q_k)}{U_n^2} \cdot r_l = 0.$$

Шундай қилиб, қўрилаётган тармоқ учун  $Q_{k, \text{opt}} = Q_n$ . Демак, ушбу ҳолатда юкларнинг реактив қуввати компенсатор ёрдамида тўла компенсацияланганда (линия орқали истеъмолчига фақат актив қувват узатилганда) тармоқдаги актив қувват исрофи минимал бўлади.

### Назорат саволлар:

1. Бирлашган энергетика тизимини ифодасини беринг;
2. Бирлашган энергетика тизимларининг иш режимларини режалаштириш ва бошқариш учун тушунча беринг;
3. Электр энергияси узатиш ва тақсимлашда исрофларни ҳисоблаш йулларини келтиринг;
4. Электр энергиясини узатиш ва тақсимлашда исрофларни камайтириш тадбирларини айтиб беринг.

### Фойдаланилган адабиётлар:



1. P S R Murty. Operation and Control In Power Systems/ B S Publications. Hyderabad. 2008.
2. Mohamed E. El-Hawary. Introduction to Electrical Power Systems. Copyright 2008 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. All rights reserved. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada
3. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.
4. Janeza Trdine Energy Storage in the Emerging Era of Smart Grids. Edited by Rosario Carbone. Published by InTech. 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech
5. Janaka Ekanayake Cardiff University, UK Kithsiri Liyanage University of Peradeniya, Sri Lanka Jianzhongwu Cardiff University, Uk Akihiko Yokoyama University of Tokyo, Japan Nick Jenkins Cardiff University, UK. Smart Grid Technology and Applications. © 2012 John Wiley & Sons, ltd
6. Markus Hotakainen, Jacob Klimstra & Wдрtsилд Finland Oy Smart power generation Printing house: Arkmedia, Vaasa 2011 Publisher: Avain Publishers, Helsinki
7. Prof. P. S. R. MURTY B.Sc. (Engg.) (Hans.) ME., Dr. - lng (Berlin), F.I.E. (India). Life Member – ISTE Operation and Control in Power Systems
8. Leslie A. Solmes. Energy Efficiency Real Time Energy Infrastructure Investment and Risk Management. Springer Science+Business Media B.V. 2009

## IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

### 1- амалий машғулот:

#### *Электр станциялари ва қурилмаларининг самарадорлигини ҳисоблаш (4 соат)*

**Ишдан мақсад:** электр станцияси ва қурилмасининг ишлаб чиқарувчи қуввати ва самарадорлиги бўйича сарфланувчи бирламчи энергия ва энергия ресурсининг миқдорини аниқлаш; энергияни турли бирликларда ифодалаш; электр станцияси ва қурилмасида сарфланувчи бирламчи энергия ресурси ва ишлаб чиқариқарилувчи электр энергияси миқдори бўйича унинг фойдали иш коэффициентини ҳисоблаш га оид бўлган амалий масалаларни ечишни ўргатиш.

**Масаланинг қуйилиши:** Тошкент иссиқлик электр станциясида бир сутка давомида ишлаб чиқарилган электр энергияси миқдори 23000000 кВт.соатни ташкил этди. Ушбу станциянинг сутка давомида ўртача самарадорлиги 32% ни ташкил этган бўлса, станцияда сутка давомида қанча миқдорда шартли ёқилғи сарфланган? Бу миқдор қанча нефт эквивалентига тенг?

**Ишни бажариш учун намуна:** Масалани ечиш учун аввало сутка давомида ишлаб чиқарилган электр энергияни Жоуль бирлигига ўтказамиз:

$$23000000 \text{ кВт.соат} = 23 \cdot 10^6 \cdot 10^3 \cdot 3600 \text{ Дж} = 82,8 \cdot 10^{12} \text{ Дж.}$$

Электр станциясининг самарадорлигини эътиборга олиб, сутка давомида ёқилғини ёқишдан ҳосил бўлган бирламчи иссиқлик энергиясининг миқдорини ҳисоблаймиз:

$$82,8 \cdot 10^{12} \text{ Ж} / 0,32 = 258,75 \cdot 10^{12} \text{ Дж.}$$

1 кг шартли ёқилғи тўлиқ ёнганда 29300 к Дж иссиқлик энергияси беришини эътиборга олиб, ёқилғи миқдорини ҳисоблаймиз:

$$258,75 \cdot 10^9 \text{ кЖ} / (29300 \text{ к Дж}) = 8831058 \text{ кг.ш.ё.} \approx 8831,0 \text{ т.ш.ё.}$$

Ушбу миқдорни нефт эквивалентига ўтказиш учун 1 тонна нефт эквиваленти 1,428 тонна шартли ёқилғига тенг эканлигидан фойдаланамиз:

$$8831,058 / 1,428 \approx 6184,2 \text{ т.н.э.}$$

Шундай қилиб, иссиқлик электр станциясида сутка давомида 8831,0 т.ш.ё ёқи 6184,2 т.н.э миқдоридаги ёқилғи ёқилган.

### **Назорат саволлари:**

1. Конденсацион иссиқлик электр станциясида бир сутка давомида 20000 тонна кўмир ёқилиб, электр энергияси ишлаб чиқарилди. Агар ёқилган кўмирнинг 1 килограми ёнганда 3500 ккал иссиқлик ажралган бўлса, шунингдек КЭСнинг фойдали иш коэффициенти 0,34 га тенг бўлса, сутка давомида қанчи миқдорда электр энергияси ишлаб чиқарилган. Уни кВт.соат бирлигида ифодаланг.

2. Чорбоғ ГЭСида сутка давомида сув напори 120 м бўлгани ҳолда 7500000 кВт.соат электр энергияси ишлаб чиқарилди. Сутка давомида ГЭСнинг ўртача самарадорлиги 95% ни ташкил этган бўлса, қанча миқдорда сув сарфланган? Сарфланган сув миқдорини м<sup>3</sup> бирлигида ифодаланг.

### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, Energy managementsystems. Published by InTech. JanezaTrdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech.
2. Frank Kreith D.Yogi Goswami. Energy management and conservation handbook. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. CRCP resisan imprint of Taylor & Francis Group, anInforma business.

## 2-амалий машғулот:

### **Ўзбекистон Республикасидаги электр станциялари ва тармоқларининг энергетик кўрсаткичлари ва самарадорлигини ҳисоблаш (2 соат)**

**Ишдан мақсад:** Электр станцияларининг самарадорлигини аниқлаш; бирламчи сарфланувчи энергия ресурси миқдори ва станциянинг самарадорлиги бўйича ишлаб чиқарилувчи энергия миқдорини аниқлаш ва ишлаб чиқарилувчи энергия миқдори ва станциянинг саарадорлиги бўйича бирламчи сарфланувчи энергия ресурси миқдорини аниқлаш масалалари билан танишиш.

#### **Масаланинг қуйилиши:**

Напор 100 м га тенг булган ГЭС да сувнинг сарфи 720000 куб.м/соат га тенг. ГЭСнинг ф.и.к. 0,9 га тенг булса, унинг кувватини аниқланг. Агар ушбу ГЭС сутка давомида узгармас напор ва сув сарфи билан ишласа, канча микдорда электр энергиясини ишлаб чиқаради?

#### **Масалани ечиш:**

Қўйилган масалани ечиш учун сув сарфи, напор ва фойдали иш коэффициентини маълум бўлган ГЭСнинг кувватини топиш формуласидан фойдаланамиз:

$$P_{ГЭС} = \eta \rho Q g H$$

Демак,  $P_{ГЭС} = 0,9 * 1000 * 9,81 * 100 * 720000 / 3600 = 176400000 \text{ Вт} = 176400 \text{ кВт} = 176,4 \text{ МВт}$ .

Сутка давомида сув сарфи, напор ва ГЭСнинг фойдали иш коэффициентини ўзгармас бўлганлиги сабабли унинг куввати ҳам ўзгармас бўлади. Бундай ҳолатда Сутка давомида ГЭСда ишлаб чиқарилувчи электр энергия миқдорини топиш учун ушбу кувватни суткадаги соатлар сони, яъни 24 соатга кўпайтирамиз:

$$W = 176400 * 24 = 4233600 \text{ кВт.соат}$$

#### **Назорат саволлари:**

1. ГЭС сутка давомида узгармас юклама билан ишлаб, 16000000 куб. м. сувни сарфлаган. Сутка давомида напор узгармас булиб 120 м. ни, самарадорлик эса 90% ни ташкил этган. ГЭСнинг сутка давомида ишлаб чиқарган электр энергияси миқдори ва уртача кувватини топинг.
2. ГАЭС сутканинг 5 соати давомида насос режимида ишлаб, 10000000 куб. м. сувни куйи сув омборидан юкори сув омборига хайдайди ва 3 соати давомида ГЭС режимида ишлаб, шу микдордаги сувдан тулик фойдаланади. Сутка давомида напор узгармас булиб 100 м. ни, самарадорлик эса насос режимида 90% ни ва генерация режимида 88% ни ташкил этади. Хар иккала режимда ишлагандаги электр кувватларини ва ГАЭСнинг бутун цикл бўйича ф.и.к. ни аниқланг.
3. ГАЭС сутканинг 4 соати давомида насос режимида ишлаб, 7000000 куб. м. сувни куйи сув омборидан юкори сув омборига хайдайди ва 3 соати давомида ГЭС режимида ишлаб, шу микдордаги сувдан тулик фойдаланади. Сутка давомида напор узгармас булиб 120 м. ни ташкил этади. ГАЭСнинг насос ва ГЭС режимларида ишлаган латларидаги уртача фойдали иш коэффициентлари ва бутун цикл бўйича фйдали иш коэффициентини топинг.

#### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, **Energy managementsystems**. Published by InTech. JanezaTrdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech.
2. John r. Fanchi. Energy in the 21st century. (2nd edition) Texas Christian University, USA. With christoper j. Fanchi. Copyright © 2011 by world scientific publishing co. Pte. Ltd.
3. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.

### 3-амалий машғулот:

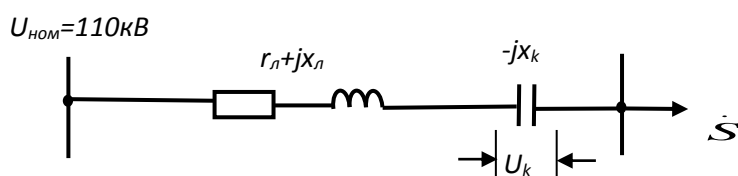
#### Электр тармоқларида кучланишни ростлаш (4 соат)

**Ишдан мақсад:** электр станциялари кучланишни ростлашнинг усуллари ўрганиш; электр тармоқларида кучланишни ростлаш учун зарур бўлган компенсаторнинг реактив қувватини аниқлаш; кучланишни ростлаш учун конденсатор батареясини йиғиш ва танлаш усуллари ўрганиш.

**Масаланинг қуйилиши:** Пасайтирувчи подстанция таъминлаш маркази билан узунлиги 20 км бўлган 35 кВ кучланишли АС 95/15 маркали ўтказгичдан тайёрланган бир занжирли линия орқали боғланган. Подстанциянинг ҳисобий максимал юкламаси  $S_2=12+6 \text{ МВ}\cdot\text{А}$ .

Истеъмолчиларнинг ишлаш шартлари бўйича бу юкламада линиядаги кучланиш исрофи 7% дан ортиқ бўлмаслиги шарт. Кучланиш исрофини камайтириш учун линиянинг ҳар бир фазасига кетма-кет тарзда 40 квар қувватли 0,66 кВ кучланишли бир фазали стандарт конденсаторлардан (КС2А-0,66-40) иборат бўлган конденсаторлар батареясини улаш кўзда тутилган (расм).

Конденсаторлар батареясида талаб этилган конденсаторлар сони, батареянинг номинал кучланиши ва ўрнатилган қувватини аниқланг.



#### Масалани ечиш:

Кўрилатган ҳаво линияси алмаштириш схемасининг солиштирма ва ҳисоб параметрларини аниқлаймиз:

$$r_0 = 0,314 \text{ Ом/км}; \quad r_l = r_0 l = 0,314 \cdot 20 = 6,28 \text{ Ом};$$

$$x_0 = 0,42 \text{ Ом/км}; \quad x_l = x_0 l = 0,42 \cdot 20 = 8,4 \text{ Ом}.$$

Конденсаторларсиз линиядаги кучланиш исрофини топамиз:

$$\Delta U = \frac{P \cdot r_l + Q \cdot x_l}{U_{ном}} = \frac{12 \cdot 6,28 + 6 \cdot 8,4}{35} = \frac{125,76}{35} = 3,6 \text{ кВ}.$$

Масаланинг шarti бўйича рухсат этилган кучланиш исрофи:

$$\Delta U_{рух} = \frac{7}{100} \cdot 35 = 2,35 \text{ кВ}.$$

Линияда кучланиш исрофини 2,35 кВ гача камайтирувчи конденсаторларнинг қаршичилигини қуйидаги тенгламадан топамиз:

$$2,35 = \frac{12 \cdot 6,28 + 6 \cdot (8,4 - x_k)}{35},$$

$$x_k = 7,22 \text{ Ом}.$$

Берилган ҳисобий юкламада линия токи:

$$I_{л} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{\sqrt{12^2 + 6^2}}{\sqrt{3} \cdot 35} \cdot 10^3 = 221 \text{ A.}$$

КС2А-0,66-40 типдаги конденсаторнинг номинал токи

$$I_{к.НОМ} = \frac{S_{к.НОМ}}{U_{к.НОМ}} = \frac{40000}{660} = 60,6 \text{ A,}$$

Бундан ҳар бир фазада параллел ҳолда уланувчи конденсаторли шохобчаларнинг сони  $m=221/60,6=3,6$  дан катта бўлиши лозимлиги келиб чиқади.

Демак, уларнинг сонини 4 та қабул қиламиз.

КС2А-0,66-40 типдаги конденсаторнинг қаршилигини аниқлаймиз:

$$x_{к.НОМ} = \frac{U_{к.НОМ}}{I_{к.НОМ}} = \frac{660}{60,6} = 10,9 \text{ Ом.}$$

Ҳар бир конденсаторли шохобчада кетма-кет уланувчи конденсаторлар сони  $n$  ни шохобчалар сони ва битта конденсаторнинг қаршилиги бўйича топамиз:

$$\frac{10,9n}{4} = 7,22, \quad \text{демак} \quad n = \frac{4 \cdot 7,22}{10,9} = 2,6.$$

$n=3$  та этиб танлаймиз.

Шундай қилиб, линиянинг учта фазасидаги конденсаторларнинг умумий сони

$$n_{\Sigma} = 3 \cdot 4 \cdot 3 = 36 \text{ та;}$$

конденсаторлар батареясининг ўрнатилган қуввати

$$Q_{б.к.НОМ} = 36 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 1,44 \text{ МВАР;}$$

конденсаторлар батареясининг номинал кучланиши

$$U_{б.к.НОМ} = 0,66 \cdot 3 = 1,98 \text{ кВ;}$$

конденсаторлар батареясининг номинал токи

$$I_{б.к.НОМ} = 60,6 \cdot 4 = 242,4 \text{ A.}$$

Конденсаторлар батареясининг умумий қаршилиги:

$$x_k = (10,9 \cdot 3) / 4 = 8,175 \text{ Ом.}$$

Бунда линиядаги кучланиш исрофи

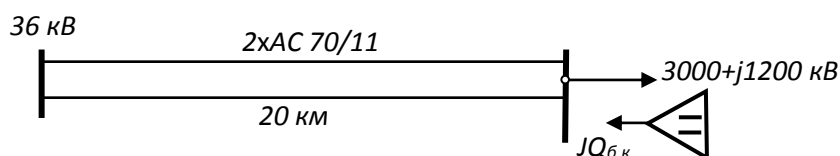
$$\Delta U = \frac{12 \cdot 6,28 + 6 \cdot (8,4 - 8,175)}{35} = 2,19 \text{ кВ,}$$

бўлиб, у максимал рухсат этилган қийматдан кичикдир.

### Назорат саволлари:

1. Кучланишни пасайтирувчи асосий подстанциядан 40 км масофада жойлашган постанция АС70/11 маркали ўтказгичдан тайёрланган 35 кВ кучланишли икки занжирли ҳаво линияси орқали таъминланади. Линия орқали истеъмолчига узатилувчи қувват  $3200+j1700$  кВ·А (расм).

Агар таъминлаш пунктидаги кучланиш 36 кВ бўлса, у ҳолда истеъмолчи пунктида 35 кВ кучланишни таъминлаш учун юклагага параллел тарзда уланиши лозим бўлган конденсатор батареясининг қувватини аниқланг.



2.. Кучланишни пасайтирувчи асосий подстанциядан 10 км масофада жойлашган подстанция АС50/8 маркали ўтказгичдан тайёрланган 6 кВ кучланишли ҳаво линияси орқали таъминланади. Линия орқали истеъмолчига узатилувчи қувват  $500+j200$  кВ·А.

Электр тармоқда кучланиш исрофини 5% гача камайтириш учун истеъмолчига параллел тарзда уланиши лозим бўлган конденсатор батареясининг қувватини аниқланг.

### Фойдаланилган адабиётлар:

1. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, Energy managementsystems. Published by InTech. JanezaTrdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech.
2. Frank Kreith D.Yogi Goswami. Energy management and conservation handbook. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. CRCP ressisan imprint of Taylor & Francis Group, anInforma business.
3. Zoran Morvaj. Energy efficiency –a bridge tolow carbon economy. Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2012 InTech

#### 4-амалий машғулот:

### Электр энергетика тизимининг юкламасини электр станциялари ўртасида оптимал тақсимлаш (2 соат)

**Ишдан мақад:** электр энергетика тизимининг юкламасини электр станциялари ўртасида оптимал тақсимлаш.

**Масаланинг қуйилиши:**

Ушбу машғулотла электр энергетика тизимининг актив юкламасини электр станциялари ўртасида чегаравий шартларни эътиборга олиб ва олмасдан оптимал тақсимлашга оид масалалар ечилади. Қуйида масла ечиш наъмуналари ва мустақил бажариш учун топшириқлар берилган.

**Ишни бажариш учун намуна:**

Ўхшаш масалаларда куриб чиқилган. Энерготизим юкламаси  $P_{н2}=200$  МВт ни қуйидаги нисбий ўсиш характеристикаларига (сўм/(МВт·соат)) эга бўлган учта ИЭС ўртасида оптимал тақсимланг:

$$\varepsilon_1 = 3 + 0,2P_{Г1} + 0,004P_{Г1}^2; \quad \varepsilon_2 = 2 + 0,4P_{Г2} + 0,002P_{Г2}^2;$$

$$\varepsilon_3 = 4 + 0,15P_{Г2} + 0,003P_{Г2}^2.$$

Станцияларнинг генерацияловчи қувватлари бўйича қуйидаги чегаравий шартлар мавжуд:, МВт:  $P_{Г1\max}=62$ ;  $P_{Г1\min}=40$ ;  $P_{Г2\max}=100$ ;  $P_{Г2\min}=60$ ;  $P_{Г3\max}=90$ ;  $P_{Г3\min}=30$ .

**Ечиш:** Номаълумларни қуйидагича эркли  $Y$  ва эрксиз  $X$  ўзгарувчиларга ажратамиз:

$Y = \|P_{Г1}, P_{Г3}\|$ ;  $X = \|P_{Г2}\|$ . Бошланғич қийматларни қуйидагича қабул қиламиз, МВт:

$$P_{Г1}^{(0)} = 60, P_{Г3}^{(0)} = 45.$$

Энерготизимда актив қувват баланси шартидан аниқлаймиз:

$$P_{Г2}^{(0)} = 200 - 60 - 45 = 95 \text{ МВт}.$$

1. Дастлабки нуқта рухсат этилган соҳанинг ичида ётганлигига ишонч ҳосил қиламиз:

$$P_{Г1}^{(0)} = 60 \text{ МВт}; P_{Г3}^{(0)} = 45 \text{ МВт}; P_{Г2}^{(0)} = 95 \text{ МВт},.$$

2. Ушбу нуқтада келтирилган градиент усулидан келиб чиқиб, градиентни ҳисоблаймиз:

$$\frac{\partial I}{\partial P_{Г1}} = \varepsilon_1^{(0)} - \varepsilon_2^{(0)}; \quad \frac{\partial I}{\partial P_{Г3}} = \varepsilon_3^{(0)} - \varepsilon_2^{(0)}.$$

Дастлабки нуқтага мос келувчи қувватлар учун нисбий ўсишларва сўнгра градиентнинг ташкил этувчиларини аниқлаймиз:

$$\varepsilon_1^{(0)} = 3 + 0,2 \cdot 60 + 0,004 \cdot 60^2 = 29,40 \text{ сўм} / (\text{МВт} \cdot \text{соат});$$

$$\varepsilon_2^{(0)} = 2 + 0,4 \cdot 95 + 0,002 \cdot 95^2 = 58,05 \text{ сўм} / (\text{МВт} \cdot \text{соат});$$

$$\varepsilon_3^{(0)} = 4 + 0,15 \cdot 45 + 0,003 \cdot 45^2 = 16,83 \text{ сўм} / (\text{МВт} \cdot \text{соат}),$$

$$\left. \frac{\partial I}{\partial P_{Г1}} \right|_{t=0} = 29,40 - 58,05 = -28,65 \text{ сўм} / (\text{МВт} \cdot \text{соат});$$

$$\left. \frac{\partial I}{\partial P_{Г3}} \right|_{t=0} = 16,83 - 58,05 = -41,22 \text{ сўм} / (\text{МВт} \cdot \text{соат}).$$

Юқорида келтирилганига мувофиқ рухсат этилган йўналиш антиградиент билан устма-уст тушади, чунки дастлабки нуқта рухсат этилган соҳада ётибди.

3. Оптималлашнинг рухсат этилган қадамини аниқлаймиз. Градиентнинг ҳар иккала ташкил этувчилари манфий бўлганлиги сабабли  $P_{Г1}$  ва  $P_{Г3}$  ортади. Бунга мос ҳолда уларнинг рухсат этилган ўзгаришларини юқори чегаралари белгилайди. Рухсат этилган қадамларни қуйидагича аниқлаймиз:

$$t_{1pyx} = \frac{P_{\Gamma 1max} - P_{\Gamma 1}}{-\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 1}}|_{t=0}} = \frac{-60 + 62}{28,65} = 0,0698;$$

$$t_{3pyx} = \frac{P_{\Gamma 3max} - P_{\Gamma 3}}{-\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 3}}|_{t=0}} = \frac{-45 + 90}{41,22} = 1,0917.$$

Ушбу масалада эрксиз ўзгарувчи  $X=P_{\Gamma 2}$  эркили ўзгарувчи  $Y=\|P_{\Gamma 1}, P_{\Gamma 3}\|$  ларга чизиқли боғлиқ бўлиб, бу ёзилган тенгламалардан кўриниб турибди. Шу сабабли  $P_{\Gamma 2}$  бўйича тенгсизлик кўринишидаги чегаравий шартларни ҳисобга олишда  $Y$  учун ёзилган ифодалардан фойдаланиш мумкин.

$P_{\Gamma 2}$  кувватнинг ўзгариши қуйидагича аниқланади:

$$\Delta P_{\Gamma 2} = -(\Delta P_{\Gamma 1} + \Delta P_{\Gamma 3}) = \left( \frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 1}}|_{t=0} + \frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 3}}|_{t=0} \right) t.$$

Бу ерда  $-\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 2}} = V_2 = \frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 1}} + \frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 2}} < 0$  бўлганлиги сабабли  $P_{\Gamma 3}$  камаяди. Бундай ҳолда  $P_{\Gamma 3}$  бўйича рухсат этилган қадамнинг қиймати унинг минимал чегараси билан белгиланади:

$$t_{3pyx} = \frac{P_{\Gamma 2min} - P_{\Gamma 2}}{\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 1}} + \frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 3}}} = \frac{60 - 95}{-28,65 - 41,22} = 0,5009.$$

Рухсат этилган қадамларнинг барчасидан минималини танлаймиз:

$$t_{pyx} = \min(0,0698; 1,0917; 0,5009) = 0,0698.$$

1. Бошланғич синов қадамни амалга оширамыз.  $t_0$  сифатида  $t_{pyx}$  ни қабул қилиш қулай. Агар бунда қадамни амалга ошириш натижасида ҳосила  $\frac{\partial I}{\partial t}|_{t=t^*}$  ҳосила  $\frac{\partial I}{\partial t}|_{t=0}$  га нисбатан ишорасини алмаштира, демак минимум ўтилган оралиқнинг ичида ётибди. Бундай ҳолда  $t^*$  қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$t_* = \frac{\frac{\partial I}{\partial t}|_{t=t_0}}{\frac{\partial I}{\partial t}|_{t=0} - \frac{\partial I}{\partial t}|_{t=t_0}} t_0.$$

2. Кўрилатган ҳолатда  $t^*$  нинг ишораси манфийдир, чунки доимо  $t_0 > 0$ . Бу ерда  $\frac{\partial I}{\partial t}|_{t=0} < 0$

ва  $\frac{\partial I}{\partial t}|_{t=t_0} > 0$ . Бу оптимум нуқтадан ўтиб кетилганлиги ва орқага қайтиш лозимлигидан ҳам тушунарли. Агар  $\frac{\partial I}{\partial t}|_{t=t_0} < 0$  бўлса, яъни ҳосила ишорасини алмаштирмаса, бу оптимум ушбу йўналишда рухсат этилган соҳадан ташқаридалигини билдиради ( $t^* > t_{pyx}$ ). Бунда биз  $t_0 = t_{pyx}$  қадамни амалга ошириб, ушбу йўналишда қанча мумкин бўлса шунчага минималлаштирган ҳисобланамиз.

Шундай қилиб,  $t_0 = t_{pyx} = 0,0698$ ;

$$\Delta P_{\Gamma 1}^{(1)} = -\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma 1}}|_0 \cdot t_0 = 28,65 \cdot 0,0698 = 1,9998 \text{ MBm};$$

3.  $P_{\Gamma 1}^{(1)} = 60 + 1,9998 = 61,9998 \text{ MBm},$



$$\Delta P_{Г3}^{(1)} = -\frac{\partial I}{\partial P_{Г3}} \Big|_0 \cdot t_0 = 41,22 \cdot 0,0698 = 2,8772 \text{ MBm};$$

4.  $P_{Г3}^{(1)} = 45 + 2,8772 = 47,8772 \text{ MBm}.$

5. Янги нуқтада  $P_{Г2}^{(1)}$  ни топамиз:

$$P_{Г2}^{(1)} = 200 - 61,9998 - 47,8772 = 90,123 \text{ MBm}.$$

6. Янги нуқтада градиентни аниқлаймиз:

$$\varepsilon_1^{(1)} = 30,7759; \quad \varepsilon_2^{(0)} = 54,2935; \quad \varepsilon_3^{(1)} = 18,0583;$$

$$\frac{\partial I}{\partial P_{Г1}} \Big|_{t=t_0} = -23,5176; \quad \frac{\partial I}{\partial P_{Г3}} \Big|_{t=t_0} = -36,2352.$$

7.  $\frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{t=0}$  ва  $\frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{t=t_0}$  ҳосилаларни  $\frac{\partial \Psi}{\partial t} \Big|_{t=0} = -\sum_{k=1}^N \frac{\partial \Psi}{\partial X_k} \Big|_{t=t_0} \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial X_k} \Big|_{t=0}$  ифодадан фойдаланиб ҳисоблаймиз:

$$\frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{t=0} = -\left(\frac{\partial I}{\partial P_{Г1}} \Big|_{t=0}\right)^2 - \left(\frac{\partial I}{\partial P_{Г3}} \Big|_{t=0}\right)^2 = -(-28,65)^2 - (-41,22)^2 = -2519,9109;$$

$$\frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{t=t_0} = -\left(\frac{\partial I}{\partial P_{Г1}} \Big|_{t=0} \cdot \frac{\partial I}{\partial P_{Г1}} \Big|_{t=t_0}\right) - \left(\frac{\partial I}{\partial P_{Г3}} \Big|_{t=0} \cdot \frac{\partial I}{\partial P_{Г3}} \Big|_{t=t_0}\right) =$$

$$-(-28,65)(-23,5176) - (-41,22)(-36,2352) = -2167,3941.$$

Ҳосила  $\frac{\partial I}{\partial t}$  ишорасини ўзгартирмади, демак оптимал қадам рухсат этилганидан катта:  $t^* > t_{\text{доп}}$ .

Шу сабабли навбатдаги қадамни  $t=t_0=t_{\text{доп}}$  нуқтадан амалга ошираемиз. 6- пунктда ҳисобланган антиградиентни йўналтирувчи вектор сифатида қабул қилиб, оптималлаш йўналишини ўзгарираемиз:

$$\frac{\partial I}{\partial P_{Г1}} \Big|_{t=0} = -23,5176; \quad \frac{\partial I}{\partial P_{Г3}} \Big|_{t=0} = -36,2352.$$

Биринчи қадамнинг сўнгги нуқтаси иккинчи қадамнинг биринчи нуқтаси ҳисобланади. Шу сабабли 6- пунктда градиентнинг бу ташкил этувчилари  $t=t_0$  га, 7- пунктда эса  $t=0$  га мос келади.

8. Янги йўналтирувчи вектор ташкил этувчиларининг қийматлари  $P_{Г1}$  ва  $P_{Г3}$  ларни яна ортиши лозимлигини кўрсатади. Бироқ  $P_{Г1}$  ўзининг юқори чегарасида турибди. Шу сабабли йўналтирувчи вектор сифатида

$$V = \|V_1, V_3\|$$

векторни қабул қиламиз.

Бу ерда:  $V_1 = 0; \quad V_3 = -\frac{\partial I}{\partial P_{Г3}} = 36,2352.$

9. Рухсат этилган қадамни фақат  $P_{Г3}$  учун аниқлаймиз, чунки  $P_{Г1}$  бу йўналишда ўзгармайди. 3- пунктдаги ифодалардан фойдаланамиз.  $P_{Г3}$  ортади,  $P_{Г2}$  камаяди:

$$t_{3\text{рух}} = \frac{90 - 47,8772}{36,2352} = 1,1625;$$

$$t_{2\text{рух}} = \frac{-60 + 90,1230}{36,2352} = 0,8313.$$

Минимал рухсат этилган қадамни қабул қиламиз:

$$t_{\text{рух}} = \min(t_{3\text{рух}}, t_{2\text{рух}}) = \min(1,1625; 0,8313) = 0,8313.$$

10. Қувватларнинг қийматлари, МВт:

$$P_{\Gamma_1}^{(2)} = 61,9998; \quad P_{\Gamma_3}^{(2)} = 47,8772 + 36,2352 \times 0,8313 = 77,9995;$$

$$P_{\Gamma_2}^{(2)} = 200 - 61,9998 - 77,9995 = 60,0007.$$

9- пунктдан келиб чикканидек  $P_{\Gamma_2}$  минимал қийматига эришади.

11. Янги нуқтада градиентни ҳисоблаймиз (иккинчи қадамнинг охиридаги қадам  $t=t_0$  да):

$$\frac{\partial I}{\partial Y} = \left\| \frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma_1}} \Big|_{t=t_0}; \frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma_3}} \Big|_{t=t_0} \right\|;$$

$$\varepsilon_1^{(2)} = 30,7759; \quad \varepsilon_2^{(2)} = 33,2004; \quad \varepsilon_3^{(2)} = 33,9517;$$

$$\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma_1}} \Big|_{t=t_0} = 30,7759 - 33,2004 = -2,4245;$$

$$\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma_3}} \Big|_{t=t_0} = 33,9517 - 33,2004 = 0,7513,$$

12.  $\frac{\partial I}{\partial Y}$  нинг ўрнига  $\mathbf{V}$  векторни қўйиб, ҳосилани аниқлаймиз:

$$\begin{aligned} \frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{t=t_0} &= \left( V_1 \frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma_1}} \Big|_{t=t_0} + V_3 \frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma_3}} \Big|_{t=t_0} \right) = \\ &= [0(-2,2245) + (36,2352)(0,7513)] = 27,2235. \end{aligned}$$

Ҳосила  $\frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{t=0} = -(-36,2352)^3 = -1312,9897$  га нисбатан ишорасини алмаштирди.

13. Оптимал қадамни ҳисоблаймиз:

$$t_* = \frac{\frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{t=t_0}}{\frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{t=0} - \frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{t=t_0}} t_0 = \frac{27,2235}{-1312,9897 - 27,2235} - 0,8313 = -0,0169.$$

14. Янги нуқтага ўтамиз:

$$P_{\Gamma_1}^{(3)} = 61,9998 \text{ MBm}; \quad P_{\Gamma_3}^{(1)} = 77,9995 + (36,2352)(-0,0169) = 77,3871 \text{ MBm};$$

$$P_{\Gamma_2}^{(3)} = 200 - 61,9998 - 77,3871 = 60,6131 \text{ MBm};$$

$$\varepsilon_1^{(3)} = 30,77759 \text{ сум} / (\text{MBm} \cdot \text{coam}); \quad \varepsilon_2^{(3)} = 33,5931 \text{ сум} / (\text{MBm} \cdot \text{coam});$$

$$\varepsilon_3^{(3)} = 33,5744 \text{ сум} / (\text{MBm} \cdot \text{coam});$$

$$\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma_1}} \Big|_{t=0} = 30,7759 - 33,5931 = -2,872;$$

$$\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma_3}} \Big|_{t=0} = 33,5744 - 33,5931 = -0,0187.$$

$P_{\Gamma_1}$  ўзининг юқори чегаравий қийматига тенг ва  $\frac{\partial I}{\partial P_{\Gamma_1}} \Big|_{t=0} < 0$  бўлганлигидан ўсишга интилган-

лиги сабабли рухсат этилган векторда  $V_1=0$  ва  $V_3=0,0187$ . Демак йўналтирувчи векторнинг модули етарлича кичик бўлиб қолганлиги сабабли ҳисоблаш жараёнини тугалланди деб ҳисоблаш мумкин. Шундай қилиб, станцияларнинг оптимал қувватлари қуйидагича:

$P_{\Gamma_1}=61,9998$  МВт;  $P_{\Gamma_2}=60,6131$  МВт;  $P_{\Gamma_3}=77,3871$  МВт.

### 11.1- жадвал. Энерготизимнинг ҳисобий параметрлари

№ вар.	P <sub>н</sub> , МВт	ТЭС – 1			ТЭС -2			ТЭС -3		
		a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>23</sub>	a <sub>31</sub>	a <sub>32</sub>	a <sub>33</sub>
1	300	2	0,2	0,002	3	0,15	0,0025	4	0,2	0,002
2	350	3	0,18	0,0022	4	0,17	0,0022	5	0,22	0,0017
3	400	4	0,16	0,0024	2	0,19	0,0019	3	0,24	0,0014
4	450	5	0,14	0,0026	1	0,21	0,0016	2	0,26	0,0011
5	500	6	0,12	0,0028	2,5	0,23	0,0013	3,5	0,28	0,0008
6	550	5	0,14	0,002	3,5	0,21	0,0015	4,5	0,26	0,001
7	600	4	0,16	0,0022	4,5	0,23	0,0017	2,5	0,29	0,0012
8	650	3	0,18	0,0024	3	0,25	0,0019	5	0,3	0,0014
9	700	2	0,2	0,0026	4	0,27	0,0021	6	0,32	0,0016
10	750	1	0,22	0,0028	5	0,29	0,0022	7	0,34	0,0017

Станцияларнинг генерацияловчи қувватлари бўйича қуйидаги чегаравий шартлар мавжуд:

1-5- вариантлар учун, МВт: P<sub>г1max</sub>=140; P<sub>г1min</sub>=60; P<sub>г2max</sub>=180; P<sub>г2min</sub>=80; P<sub>г3max</sub>=200; P<sub>г3min</sub>=110;

6-10- вариантлар учун, МВт: P<sub>г1max</sub>=280; P<sub>г1min</sub>=120; P<sub>г2max</sub>=230; P<sub>г2min</sub>=90; P<sub>г3max</sub>=290; P<sub>г3min</sub>=100.

#### Назорат саволлари:

1. Оптималлаш деганда нимани тушунади?
2. Электр энергияни оптималлаштириш масалалари қурилганда нималар назарда қурилади?
3. Электр тимни оптималлаш масалаларида қайси электр параметрларга таликли?

#### Фойдаланилган адабиётлар:

1. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, Energy managementsystems. Published by InTech. JanezaTrdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech.
2. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.

### 5-амалий машғулот:

#### Электр тармоқларида қувват ва энергия исрофларини ҳисоблаш (2 соат)

**Ишдан мақсад:** электр тармоқларида қувват ва энергия исрофларини ҳисоблаш.

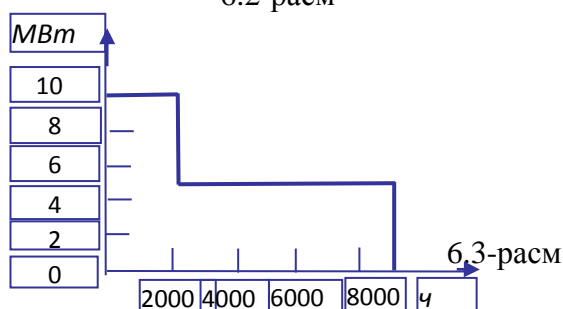
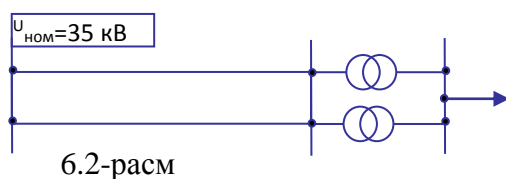
**Масаланинг қуйилиши:**

Ушбу машғулотда электр узатиш линиялари, трансформаторлар ва электр тармоқларида қувват ва энергия исрофларини юклама графиги ҳамда максимал юклама ва ундан фойдаланиш вақти бўйича ҳисоблашга оид масалалар ечилади. Қуйида масалалар ечиш наъмунали ва мустақил ечиш учун масалалар келтирилган.

**Ишни бажариш учун намуна:**

Расмда келтирилган 35 кВ кучланишли электр узатмада йиллик энергия исрофини берилган юклама графиги (6.3-расм) ва максимал исрофлар вақти  $\tau$  бўйича ҳисобланг.

Электр узатиш линиясининг узунлиги 15 км, солиштирма параметрлари  $r_0=0,28$  Ом/км,  $x_0=0,43$  Ом/км. Ҳар бир трансформаторнинг номинал қуввати 6300 кВ·А ( $\Delta P_c=9,2$  кВт,  $\Delta P_k=46,5$  кВт).  $\cos\varphi=0,9$ .



**Ечиш.** Юклама максимал бўлган ҳолатдаги қувватлар исрофини ҳисоблаймиз:

$$\Delta P_T = 0,5 \cdot \Delta P_k \cdot \left( \frac{P_{\max}}{S_{\text{ном}} \cos} \right)^2 + 2 \cdot \Delta P_x = 0,5 \cdot 46,5 \cdot \left( \frac{10}{6,3 \cdot 0,9} \right)^2 + 2 \cdot 9,2 = 72,17 + 18,4 = 90,57 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_L = \frac{S_{\max}^2}{U_{\text{ном}}^2} \cdot r_L = \frac{\left( \frac{10}{0,9} \right)^2}{35^2} \cdot 0,28 \cdot 15 \cdot 10^3 = 211 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_T + \Delta P_L = 90,57 + 211 = 301,57 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{\Sigma}^* = \frac{\Delta P_{\Sigma}}{P_n} = \frac{301,57 \cdot 100}{10000} = 3\%.$$

Бу ерда  $\Delta P_T, \Delta P_L$  - трансформаторлар ва линиялардаги актив қувват исрофлари;  $\Delta P_{\Sigma}, \Delta P_{\Sigma}^*$  -

электр тармоқдаги ҳақиқий ва фоиз бирлигидаги умумий актив қувват исрофи.

1) Йиллик энергия исрофини юклама графиги бўйича аниқлаймиз:

$$\Delta W = (72,17 + 211) \cdot 2000 + 0,5^2 (72,17 + 211) \cdot 6760 + 18,4 \cdot 8760 = 1200 \cdot 10^3 \text{ кВт·соат}.$$

Йил давомида истеъмолчига узатилувчи энергия:

$$W = 10 \cdot 2000 + 5 \cdot 6760 = 53,8 \cdot 10^3 \text{ МВт·соат}.$$

Йиллик энергия исрофининг узатилувчи энергияга нисбатини аниқлаймиз:

$$\Delta W^* = \frac{1200 \cdot 10^3 \cdot 100}{53800 \cdot 10^3} = 2,23\%.$$

Шундай қилиб, ушбу ҳолатда энергия исрофи узатиловчи энергияга нисбатан 2,23% ни ташкил этади.

2) Йиллик энергия исрофини максимал исрофлар вақти  $\tau$  бўйича аниқлаймиз. Бунда  $\tau$  нинг қийматини содалаштирилган формула бўйича топамиз:

$$T_{\text{макс}} = \frac{W}{P_{\text{макс}}} = \frac{53,8 \cdot 10^3}{10} = 5380 \text{ соат.};$$

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_{\text{макс}}}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{5380}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 3840 \text{ соат.};$$

$$\Delta W = (71,17 + 211)3840 + 18,4 \cdot 8760 = 1248 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{соат};$$

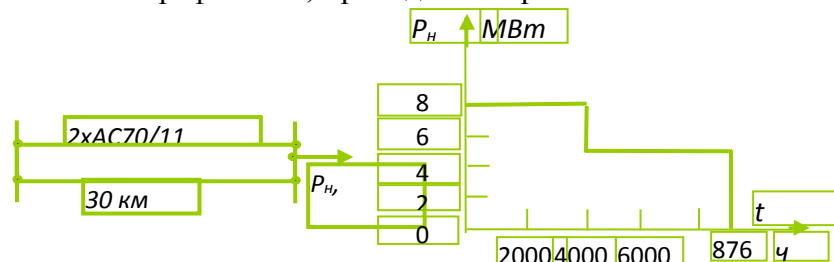
$$\Delta W^* = \frac{1248 \cdot 10^3 \cdot 100}{53800 \cdot 10^3} = 2,32\%.$$

3)  $\tau$  нинг қийматини типик эгри чизиқлар бўйича ҳам топиш мумкин. Биз кўриб чиқаётган – максимал юклардан фойдаланиш вақти  $T_{\text{макс}}=5380 \text{ соат}$  ва  $\cos\varphi=0,9$  бўлган ҳолат учун ушбу эгри чизиқлар бўйича  $\tau=3650 \text{ соат}$  эканлигини аниқлаймиз (қўлланмадан). У ҳолда йиллик энергия исрофи қуйидаги миқдорни ташкил этади:

$$\Delta W = (72,17 + 211) \cdot 3650 + 18,4 \cdot 8760 = 1195 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

$$\Delta W^* = \frac{1195 \cdot 10^3 \cdot 100}{53800 \cdot 10^3} = 2,22\%.$$

1. АС70/11 маркали ўтказгичдан тайёрланган 30 км узунликдаги 35 кВ номинал кучланишли икки занжирли линиядан таъминланувчи истеъмолчининг (6.4,а-расм) давомийлик бўйича йиллик юклар графиги 6.4,б-расмда келтирилган.



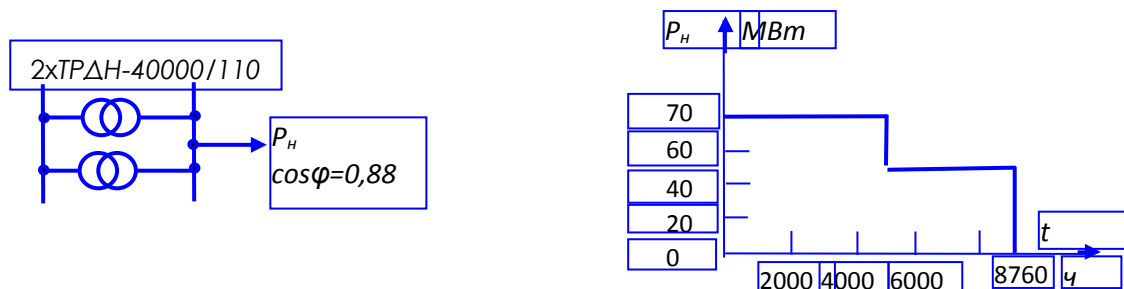
6.4-расм

Истеъмолчининг максимал юклардан фойдаланиш вақти, линияда йиллик энергия исрофи ва максимал исрофлар вақтини топинг. Ўхшаш масалаларда куриб чиқилган.

Линиянинг 1 км узунлиги учун ҳисоб параметрлари қўлланма жадвалдан олинсин.

2. Подстанцияда иккита ТРДН-40000/110 типдаги трансформаторлар параллел ҳолда ишлаб (6.5,а-расм), давомийлик бўйича йиллик юклар графиги 6.5,б-расмда тасвирланган истеъмолчини таъминлайди.

Трансформаторларда исроф бўлувчи йиллик энергия исрофи ва максимал исрофлар вақтини топинг. Трансформаторнинг каталог параметрлари қўлланма жадвалдан олинсин.



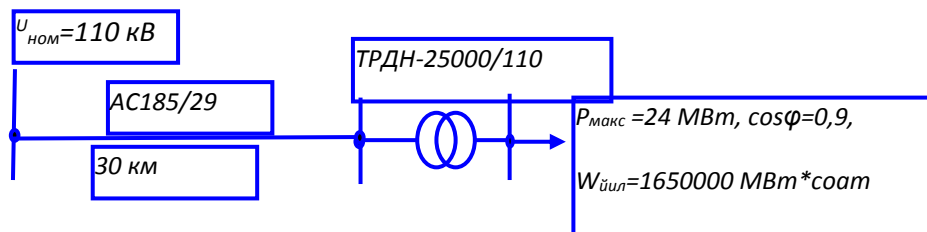
6.5-расм

3. Схемаси 6.6-расмда келтирилган электр тармоқдан таъминланувчи истеъмолчининг максимал юкламаси  $24 \text{ MВт}$  бўлиб, у йил давомида  $1650000 \text{ MВт} \cdot \text{соат}$  электр энергияни истеъмол қилади.

Электр тармоқда йиллик энергия исрофини топинг.

Линиянинг солиштирма ҳисоб параметрлари ва трансформаторнинг каталог параметрлари қўлланма жадвалдан олинсин.

Линиянинг сиғим ўтказувчанлиги ҳисобга олинмасин.

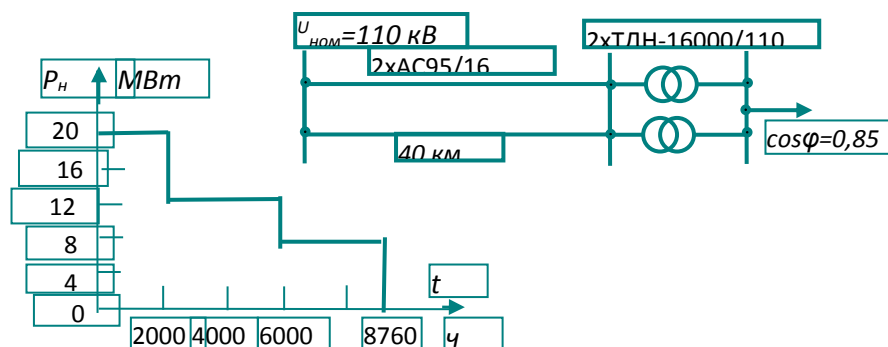


6.6-расм

4. Схемаси 6.7,а-расмда келтирилган электр тармоқдан таъминланувчи истеъмолчининг юклама графиги 6.7,б-расмда тасвирланган.

Бир йил давомида истеъмол қилинувчи ва тармоқда исроф бўлувчи электр энергиялар, максимал юкламадан фойдаланиш вақти ва максимал исрофлар вақтини топинг.

Линиянинг сиғим ўтказувчанлиги ҳисобга олинмасин.



### Назорат саволлар:

1. Электр тизимлардаги мавжуд булган исроф тушунчаси нимани англатади?
2. максимал исрофлар вақти  $\tau$  нимани англатади?
3. Электр тармоқда йиллик энергия исрофи қандай топилади?

### Фойдаланилган адабиётлар:

1. Frank Kreith D.Yogi Goswami. Energy management and conservation handbook. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. CRC Press imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business.
2. Zoran Morvaj. Energy efficiency – a bridge to low carbon economy. Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2012 InTech

### 6-амалий машғулот:

#### Электр тармоқларида исрофларни камайтириш (2 соат)

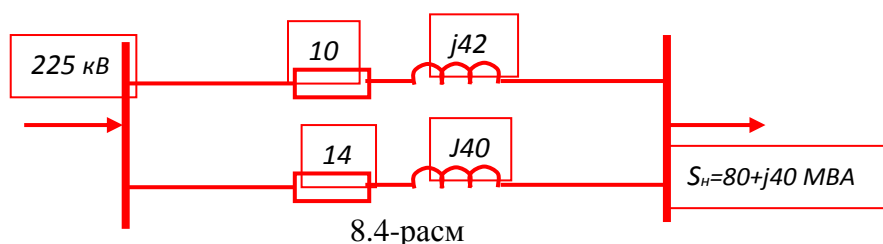
**Ишдан мақсад:** Электр тармоқларида исрофларни реактив қувватни компенсациялаш орқали камайтириш. Электр тармоқларида исрофларни трансформациялаш коэффициентини ростлаш орқали камайтириш.

#### Масаланинг қуйилиши:

Ушбу машғулотда электр тармоқларида исрофларни минималлаштириш учун компенсаторнинг оптимал реактив қувватини аниқлаш; ёпиқ электр тармоқларида исрофларни минималлаштириш учун зарур бўлган оптимал трансформациялаш коэффициентини аниқлашга оид масалалар ечилади. Қуйида масалалар ечиш наъмуналари ва мустақил ечиш учун масалалар келтирилган.

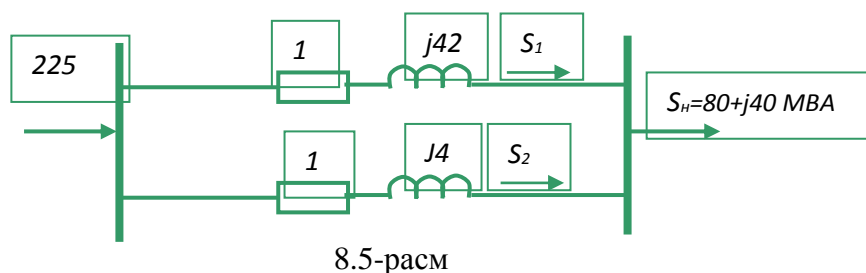
#### Ишни бажариш учун намуна:

Схемаси 8.4-расмда келтирилган ёпиқ электр тармоқда қувватлар оқимининг табиий ва иқтисодий тақсимланишини ҳисобланг. Тармоқнинг минимал исрофлар билан ишлаш ҳолатини контурни очиш орқали таъминланг. Ўқшаш масалаларда қуриб чиқилган.



**Ечиш.** Тармоқнинг шохобчаларида қувват оқимининг тақсимланишини Кирхгофнинг биринчи ва иккинчи қонунларидан фойдаланиб топамиз.

Табиий тақсимланишни ва бу ҳолатдаги актив қувват исрофини ҳисоблаймиз (8.5-расм):



$$\dot{S}_1 = \frac{\hat{Z}_2}{\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2} \cdot \dot{S}_n = \frac{14 - j40}{10 - j42 + 14 - j40} \cdot (80 + j40) = 38,6 + j21,86 \text{ MVA},$$

$$\dot{S}_2 = \frac{\hat{Z}_1}{\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2} \cdot \dot{S}_n = \frac{10 - j42}{10 - j42 + 14 - j40} \cdot (80 + j40) = 41,4 + j18,14 \text{ MVA},$$

$$\begin{aligned} \Delta P &= \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_n^2} \cdot r_1 + \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_n^2} \cdot r_2 = \\ &= \frac{38,6^2 + 21,86^2}{220^2} \cdot 10 + \frac{41,6^2 + 18,14^2}{220^2} \cdot 14 = 1,007 \text{ MBm} \end{aligned}$$

Иқтисодий тақсимланишни ва бу ҳолатдаги актив қувват исрофини ҳисоблаймиз:

$$\dot{S}_{1\sigma} = \frac{r_2}{r_1 + r_2} \cdot \dot{S}_n = \frac{14}{24} \cdot (80 + j40) = 46,67 + j23,33 \text{ MVA},$$

$$\dot{S}_{2\sigma} = \frac{r_1}{r_1 + r_2} \cdot \dot{S}_n = \frac{10}{24} \cdot (80 + j40) = 33,33 + j16,67 \text{ MVA},$$

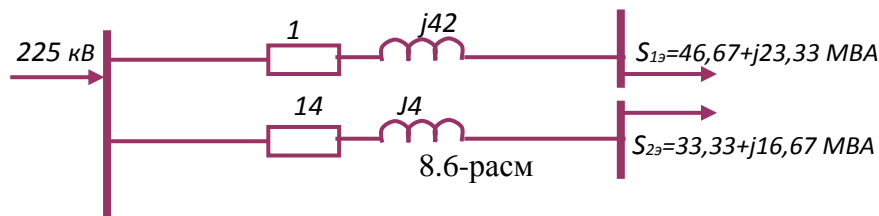
$$\Delta P_s = \frac{P_{1s}^2 + Q_{1s}^2}{U_n^2} \cdot r_1 + \frac{P_{2s}^2 + Q_{2s}^2}{U_n^2} \cdot r_2 =$$

$$= \frac{46,67^2 + 23,33^2}{220^2} \cdot 10 + \frac{33,33^2 + 16,67^2}{220^2} \cdot 14 = 0,962 \text{ MBm}$$

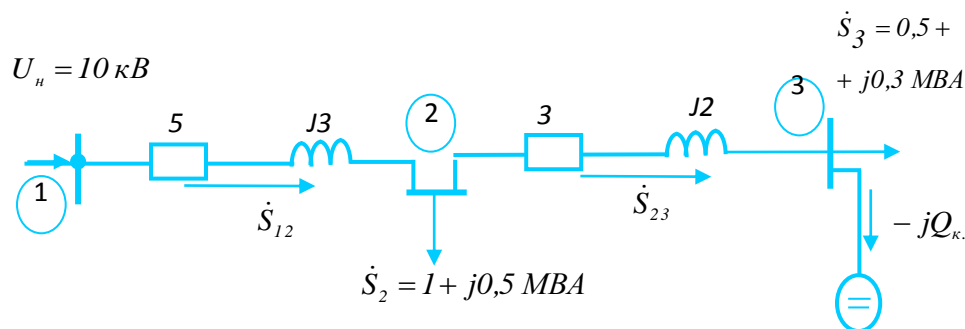
Шундай қилиб, ушбу электр тармоғида қувват оқимининг иқтисодий тақсимланиши натижасида актив қувват исрофи

$$\Delta \Delta P = \Delta P - \Delta P_s = 1,007 - 0,962 = 0,045 \text{ MBm} \text{ га, яъни } 4,5\% \text{ га камаяди.}$$

Ушбу иқтисодий ҳолатни таъминлаш учун контурни юклама тугунида 8.6-расмда тасвирланган кўринишда очамиз.



**2-масала.** Схемаси 8.7-расмда келтирилган очик электр тармоқнинг чекка пунктидаги истеъмолчисида уланувчи реактив қувват компенсаторнинг тармоқдаги исрофнинг минимал бўлишини таъминловчи оптимал қувватини топинг.



8.7-расм

**Ечиш.** 1-2 ва 2-3 шохобчалардаги қувватлар оқимларини 2- ва 3- тугунлар учун Кирхгофнинг биринчи қонунидан фойдаланиб ифодаalayмиз:

$$\dot{S}_{12} = 1,5 + j(0,8 - Q_k),$$

$$\dot{S}_{23} = 0,5 + j(0,3 - Q_k).$$

Электр тармоқдаги актив қувват исрофини компенсаторнинг номаълум қуввати орқали ифодаalayмиз:

$$\Delta P = \frac{P_{12}^2 + Q_{12}^2}{U_n^2} \cdot r_{12} + \frac{P_{23}^2 + Q_{23}^2}{U_n^2} \cdot r_{23} =$$

$$= \frac{1,5^2 + (0,8 - Q_k)^2}{10^2} \cdot 5 + \frac{0,5^2 + (0,3 - Q_k)^2}{10^2} \cdot 3$$

Компенсаторнинг оптимал реактив қувватини актив қувват исрофи функцияси минимумлигининг зарурий шартидан фойдаланиб топамиз:

$$\frac{\partial \Delta P}{\partial Q_k} = -\frac{2(0,8 - Q_k)}{100} \cdot 5 - \frac{2(0,3 - Q_k)}{100} \cdot 3 = 0,$$

$$Q_{k, \text{opt}} = \frac{0,08 + 0,018}{0,1 + 0,06} = 0,612 \text{ MBAP} = 612 \text{ кВАР.}$$



Реактив қувватни компенсациялашдан олинувчи самарани баҳолаш учун дастлабки ва компенсаторни улашдан кейинги ҳолатлардаги актив қувват исрофларини солиштирамиз.

Дастлабки тармоқ учун:

$$\Delta P = \frac{1,5^2 + 0,8^2}{10^2} \cdot 5 + \frac{0,5^2 + 0,3^2}{10^2} \cdot 3 = 0,155 \text{ MBm};$$

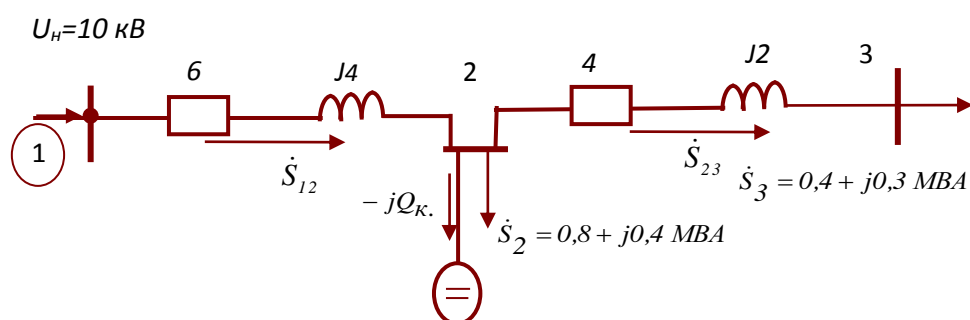
Реактив қуввати компенсацияланган тармоқ учун:

$$\Delta P_s = \frac{1,5^2 + (0,8 - 0,612)^2}{10^2} \cdot 5 + \frac{0,5^2 + (0,3 - 0,612)^2}{10^2} \cdot 3 = 0,117 \text{ MBm}.$$

Шундай қилиб тармоқ охирида реактив қувватни оптимал компенсациялаш натижасида ундаги исроф

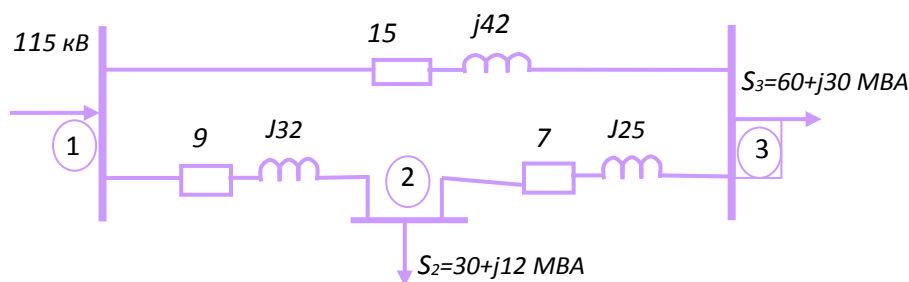
$$\Delta \Delta P = \Delta P - \Delta P_s = 0,155 - 0,117 = 0,038 \text{ MBm} = 38 \text{ кВт га, яъни } 24,5\% \text{ га камаяди.}$$

1. Схемаси 8.8-расмда келтирилган электр тармоқда компенсаторнинг реактив қувватини исрофни минимал бўлиш шarti бўйича аниқланг.



8.8-расм

2. Схемаси 8.9-расмда келтирилган ёпиқ электр тармоқда қувватлар оқимининг табиий ва иқтисодий тақсимланишини ҳисобланг. Тармоқнинг минимал исрофлар билан ишлаш ҳолатини контурни очиш орқали таъминланг.



8.9-расм

### Назорат саволлар:

1. Электр тизимлардаги мавжуд булган исроф тушунчаси нимани англатади?
2. максимал исрофлар вақти  $\tau$  нимани англатади?
3. Электр тармоқда йиллик энергия исрофи қандай топилади?

### Фойдаланилган адабиётлар:

1. Frank Kreith D.Yogi Goswami. Energy management and conservation handbook. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. CRCP resisan imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business.
2. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.

## **V.КЕЙСЛАР БАНКИ**

1. 2012 йилда Навои ИЭС да урнатилган 478 МВт Парогаз установкасиди ишга туширганда Ўзбекистон Бирлашган Электр Тизимидаги узгариш холатлири ва унинг генераторлар тургун ишлашларига тасири. Ўзбекистон электр тизими тургун еки тургунмас ишлашига шу Парогаз установкасиди тасир курсатиши бахолаш. Замонавий кулланиладиган программалардан шу масалаларни куриб чикиш учун фойдаланиш.
2. Навои ИЭС да урнатилган 478 МВт Парогаз установкасиди 2014 йилда аварий учирилиши. Бу урнатилган 478 МВт Парогаз установкасиди учирилишига сабаб булган ходисаларни урганиб чикиш ва шу вазиятларни кайтарилмасликка канака чора тадбирлар куриш кераклигини тахлил килиш.
3. 500 кВ Сирдаре ИЭС- Согдиана электр узатув линиясининг аварий учирилиши.1 (2015 йил). Бу электр узатув линиясининг аварий учирилиши сабаб булган ходисаларни урганиб чикиш ва шу вазиятларни кайтарилмасликка канака чора тадбирлар куриш кераклигини тахлил килиш.
4. Талимарджан ИЭС генераторини аварий учирилишининг сабаблари (2014 йил). Бу урнатилган Парогаз установкасиди учирилишига сабаб булган ходисаларни урганиб чикиш ва шу вазиятларни кайтарилмасликка канака чора тадбирлар куриш кераклигини тахлил килиш.
5. Самарканд вилоятида лайхалаштирилган куеш электр станциядаги электр энергиясини саклаш муамолари ва бирлашган тизим билин паралел ишлаш муамоси. Ўзбекистон электр тизими тургун еки тургунмас ишлашига шу лайхалаштирилган куеш электр станцияси тасир курсатишини бахолаш. Замонавий кулланиладиган программалардан шу масалаларни куриб чикиш учун фойдаланиш.

## VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

Тингловчи мустақил ишни муайян модулни хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда куйидаги шакллардан фойдаланиб тайёрлаши тавсия этилади:

- меъёрий ҳужжатлардан, ўқув ва илмий адабиётлардан фойдаланиш асосида модул мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи дастурлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлар бўйича модул бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- тингловчининг касбий фаолияти билан боғлиқ бўлган модул бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш.

### Мустақил таълим мавзулари:

1. Жаҳон энергетикасининг тараққиёт тенденциялари.
2. Ўзбекистон энергетикасининг тараққиёт тенденциялари.
3. Ўзбекистон энергетикасининг замонавий муаммолари ва уларни ҳал этиш йўллари.
4. Ўзбекистон энергетикасининг жорий ҳолати ва унинг тараққиёт истикболлари
5. Жаҳон давлатлари ва Ўзбекистоннинг энергетика ресурслари ва уларнинг заҳиралари.
6. Анъанавий энергетиканинг тараққиёт истикболлари.
7. Жаҳон миқёсида кўмирдан фойдаланиш тенденциялари ва ва истикболлари.
8. Ўзбекистон Республикасида кўмирдан фойдаланиш тенденциялари ва истикболлари.
9. Нефть заҳиралари ва ва ундан фойдаланиш истикболлари.
10. Табиий газ заҳиралари ва ва ундан фойдаланиш истикболлари.
11. Атом энергетикаси ва ундан фойдаланиш истикболлари.
12. Жаҳон миқёсида қуёш энергиясидан фойдаланишнинг тараққиёти ва истикболлари.
13. Жаҳон миқёсида шамол энергиясидан фойдаланишнинг тараққиёти ва истикболлари.
14. Жаҳон миқёсида геотермал энергиядан фойдаланишнинг тараққиёти ва истикболлари.
15. Ўзбекистон Республикасида қуёш энергиясидан фойдаланишнинг тараққиёти ва истикболлари.
16. Ўзбекистон Республикасида шамол энергиясидан фойдаланишнинг замонавий ҳолати ва истикболлари.
17. Ўзбекистон Республикасида гидроэнергиядан фойдаланишнинг ҳозирги ҳолати ва истикболлари.
18. Интеллектуал энергетика тизими.
19. Марказий Осиё энергетикаси.
20. Энергетика ва экология.
21. Ўзбекистон Республикасининг энергетика фаолиятини тартибга солувчи Қонунлари.
22. Ўзбекистон энергосистемасида электр энергияси назоратини автоматлаштирилган тизими.
23. Энергияни аккумуляциялашнинг аҳамияти ва истикболлари.
24. Энергияни гидроаккумуляцион электр станциялари ёрдамида аккумуляциялаш.
25. Энергияни сиқилган газ ҳосил қилиш орқали аккумуляциялаш.
26. Электр энергиясини аккумуляциялаш усуллари.
27. Иссиқлик энергиясини аккумуляциялаш усуллари.
28. Ўзбекистон энергетикасининг тараққиёт истикболлари.
29. Ўзбекистон энергетикасини ривожлантириш учун амалга оширилаётган асосий лойиҳалар.
30. Бирлашган Халқаро энергетика тизимлари фаолиятини ташкил этиш.
31. Бирлашган энергетика тизимларнинг аҳамияти ва уларнинг фаолият кўрсатиш принциплари.
32. Жаҳоннинг йирик Халқаро бирланган энергетика тизимлари ва уларнинг фаолият кўрсатиш принциплари.
33. Энергетика тизимларининг режимларини оптимал режалаштиришда исрофларни эътиборга олиш.

34. Ёпиқ электр тармоқларида исрофларни камайтириш тадбирлари.
35. Электр тармоқларида исрофларни камайтириш ва кучланишни ростлаш масалаларини биргаликда ҳал этиш.
36. Очиқ электр тармоқларида исрофларни камайтириш тадбирлари.
37. Электр тармоқларида параллел ишловчи трансформаторларнинг оптимал иш режимлари.
38. Хорижий мамлакатларда энергияни тежаш сиёсатини амалга ошириш йўналишлари.
39. Ўзбекистоннинг ёқилғи-энергетик мажмуаси ва уни тежаш сиёсатини амалга ошириш йўналишлари.
40. Қуёш энергиясини иссиқлик ва электр энергиясига ўзгартиришнинг замонавий техноогиялари.

## VII. ГЛОССАРИЙ

Availability	A condition in which a machine is ready to perform the duty for which it is intended.	<b>Мавжудлиги</b> - бир машина учун мўлжалланган бурчини бажариш учун тайёр бўлган бир ҳолати.
Balancing	Controlling electricity production so that it fully matches electricity demand.	<b>Мувозанат</b> - бу тўлиқ электр талабни ва электр ишлаб чиқаришни назорат қилиш.
Base load	A constant demand level for electric energy that is present during a prolonged time period.	<b>Асосий юклама</b> - узоқ вақт давомида мавжуд электр энергияси учун доимий талаб даражасида болган.
Coefficient of performance	The ratio of the amount of heat or cold produced by a heat pump and the amount of energy needed to drive the heat pump.	<b>Бажариш коэффитсиенти</b> - бир иссиқлик насоси ва иссиқлик насос хайдовчи учун зарур бўлган энергия миқдори томонидан ишлаб чиқарилган иссиқлик ёки совуқ миқдори нисбати.
Cogeneration	An effective method to utilize the heat released during the production of electric energy for process heating, space heating or cooling.	<b>Генерасия</b> - жараён иситиш ёки совутиш учун электр энергиясини ишлаб чиқариш давомида озод иссиқлик фойдаланиш учун самарали усул.
Common cause fault	A fault in a process that negatively affects the whole process.	<b>Сабаб айби</b> - салбий бутун жараёнини таъсир жараёнида бир айби.
Common mode fault	A fault in a process that affects only one unit in a process with several identical units in parallel without affecting the others.	<b>Умумий тартиб айби</b> - бошқаларга таъсир ҳолда параллел бир неча хил бирликлари билан бир жараёнда фақат битта бирлигидан таъсир жараёнида бир айби.
Demand management	A method to decrease electricity demand by switching of part of electricity consumption.	<b>Талаб бошқариш</b> - электр истеъмоли қисми коммутатсия томонидан электр эҳтиёжни камайтириш учун бир усул.
Discount rate	The fraction of an invested capital that is desired as an annual yield.	<b>Чегирма даражаси</b> - бир йиллик ҳосилдорлиги сифатида исталган бир капиталнинг улуши.
Distribution grid	The system that distributes electricity or gas to households, commercial users and small industries.	<b>Тарқатиш тармоқ</b> - уй, тижорат фойдаланувчилар ва кичик саноат электр ёки газ тарқатадиган тизими.
Electricity intensity	The amount of electric energy needed to create a certain gross domestic product, often expressed in kwh/€ or kwh/\$	<b>Электр интенсивлиги</b> - муайян ялпи ички маҳсулотни яратиш учун зарур бўлган электр энергия миқдори, тез-тез
Energy	Amount of physical work stored or delivered to a process	<b>Энергия</b> - жисмоний иш ёки жараён учун етказиладиган миқдор
Energy storage	Storage of energy for later use, often in pumped hydro, batteries, flywheels, and compressed air but primarily in fuels	<b>Энергия сақлаш</b> - кейинчалик фойдаланиш учун, тез-тез шимиб гидроэнергия, батареялар, 1 ва сиқилган ҳаво, балки, биринчи навбатда

Final energy use	Energy use by the consumers, such as industries, commercials and households. It does not include the energy consumption needed for processing fuels and the energy losses of power plants	<b>Охириги энергиядан фойдаланиш</b> - масалан, саноат, реклама ва уй каби истеъмолчилар томонидан энергия фойдаланиш. Бу қайта ишлаш ёқилғи учун зарур бўлган энергия истеъмолини ва қувват ўсимликлар энергия йўқотишларни ўз ичига олмайди
Fixed charge rate	The rate of capital costs resulting from a given discount rate and the given life of an installation	<b>Белгиланган заряд тезлиги</b> - берилган чегирма ставка натижасида капитал харажатларнинг даражаси ва ўрнатиш берилганлиги
Frequency	The number of repetitive cycles of a process per second, with unit Hz (hertz).	<b>Частота</b> - бирлиги Ҳз (Гертз) билан сонияда бир жараённинг такрорланадиган сони.
Gas engine	A machine that converts the chemical energy stored in fuel gas into mechanical energy.	<b>Газ-мотор</b> - механик энергияга айланишига ёқилғи газ сақланади кимёвий энергия айлантирган машинаси.
Gross domestic product (GDP)	– The total monetary value of the amount of goods and services produced per year in a country. Often, the gdp is expressed in the local purchasing power parity (ppp) of the us\$, since the buying power of the us\$ differs from country to country.	<b>Ялпи ички маҳсулот (ЯИМ)</b> - бир мамлакатда йилига ишлаб чиқарилган товарлар ва хизматлар миқдори умумий пул қиймати. АҚШ доллари сотиб олиш кучи, мамлакатдан мамлакатга фарқ бўён тез-тез, ялпи ички маҳсулот, АҚШ доллари, маҳаллий харид қобилияти паритети ифода этилади.
Highvoltage AC	A three wire system for transporting electric energy at high voltage (> 35 kv) as alternating current.	<b>Юқори кучланиш УТ</b> - юқори кучланиш электр энергия ташиш учун уч сим тизими (> 35 кВ) муқобил оқим сифатида.

## VIII. Фойдаланилган адабиётлар:

### Махсус адабиётлар:

1. Mohamed E. El-Hawary. Introduction to Electrical Power Systems. Copyright 2008 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. All rights reserved. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada
2. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, Energy managementsystems. Published by InTech. JanezaTrdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech.
3. Frank Kreith D.Yogi Goswami.Energy management and conservation handbook. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. CRCP ressisan imprint of Taylor & Francis Group, anInforma business.
4. Zoran Morvaj. Energy efficiency –a bridge tolow carbon economy. Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2012 InTech
5. Moustafa Eissa. Energy efficiency –the innovative ways for smart energy, the future towards modern utilities. <http://dx.doi.org/10.5772/2590> Edited by Moustafa Eissa. Electric Power Distribution Handbook, T. A. Short. Taylor & Francis Group. 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300.
6. Energy in the 21st century. (2nd edition) John r. Fanchi. Texas Christian University, USA. With christoper j. Fanchi. Copyright © 2011 by world scientific publishing co. Pte. Ltd.
7. Mohamed E. El-Hawary. Introduction to Electrical Power Systems. Copyright 2008 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. All rights reserved. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada
8. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.
9. Janeza Trdine Energy Storage in the Emerging Era of Smart Grids. Edited by Rosario Carbone. Published by InTech. 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech
10. Janaka Ekanayake Cardiff University, UK Kithsiri Liyanage University of Peradeniya, Sri Lanka Jianzhongwu Cardiff University, Uk Akihiko Yokoyama University of Tokyo, Japan Nick Jenkins Cardiff University, UK. Smart Grid Technology and Applications. © 2012 John Wiley & Sons, ltd
11. Markus Hotakainen, Jacob Klimstra & Wдртсйлд Finland Oy Smart power generation Printing house: Arkmedia, Vaasa 2011 Publisher: Avain Publishers, Helsinki
12. Prof. P. S. R. MURTY B.Sc. (Engg.) (Hans.) ME., Dr. - Ing (Berlin), F.I.E. (India). Life Member – ISTE Operation and Control in Power Systems
13. Leslie A. Solmes. Energy Efficiency Real Time Energy Infrastructure Investment and Risk Management. Springer Science+Business Media B.V. 2009
14. Электр қурилмаларини тузилиш қоидалар, ДИ Ўздавэнергоназорат, Тошкент, 2007.
15. Арипов М. Интернет ва электрон почта асослари. - Т.; 2000 й. 218 б.
16. Электр қурилмаларини тузилиш қоидалар, ДИ Ўздавэнергоназорат, Тошкент, 2007.
17. Электротехнический справочник: Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии./Под общ.ред. профессоров МЭИ. – М.: Издательство МЭИ, 2004, 964 с
18. К.Р. Аллаев Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор. Т. Издательство «Молия» 2007. 388 с.

### ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЛАРИ:

1. <https://www.ziyonet.uz>
2. <https://www.edu.uz>
3. <https://www.Lifeaftertheoilcrashnet.net>
4. <https://www.Theoil Drum.com>
5. <https://www.researchgate.net>
6. <http://www.sciencedirect.com>
7. <http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-electrical-power-and-energy-systems>
8. <http://onlinelibrary.wiley.com/journal>
9. <http://iris.elf.stuba.sk>
10. <http://www.degruyter.com>
11. <http://www.epri.com/search/Pages>
12. <http://izvestia.tugab.bg/en>
13. <http://www.nfpa.org/newsandpublications>
14. <http://journals.tubitak.gov.tr>
15. <http://jeen.fei.tuke.sk/en>
16. <https://ecce-journals.rtu.lv/>
17. <http://www.elekt.polsl.pl>
18. <http://www.wydawnictwo.pk.edu.pl/>
19. <http://www.epe.tuiasi.ro>
20. <http://www.rtu.lv/en>
21. <https://www.labview.ru>
22. <https://www.matlab.com>
23. <https://www.energystrategy.ru>
24. <https://www.uzenergy.uzpak.ru>
25. <https://www.matlab.com>
26. <https://www.uzenergy.uzpak.uz>
27. <https://www.ziyonet.uz>
28. <https://www.edu.uz>