

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

**OLY TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL  
ETISH BOSH ILMY-METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG  
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI  
OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

## **ELEKTR ENERGETIKA**

**yo‘nalishi**

**“ENERGIYA SAMARADORLIGI MUAMMOLARI”**

**moduli bo‘yicha**

# **O‘QUV–USLUBIY MAJMUUA**

**TOSHKENT -2022**

Mazkur o‘quv-uchubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2021yil 25 dekabrda 538 sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv dastur asosida tayyorlandi

**Tuzuvchi:** TDTU, “Elektr stansiyalari, tarmoqlari va tizimlari” kafedrasini mudiri, t.f.d., prof. T.SH Gayibov

**Taqrizchi:** TDTU, t.f.d., professor A.Taslimov

Ishchi o‘quv-uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2021 yil 29 dekabrda 4 sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilib, foydalanishga tavsiya etildi.

## MUNDARIJA

<b><u>I. ISHCHI DASTUR</u></b> .....	4
<b><u>II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI</u></b> .....	9
<b><u>III. NAZARIY MATERIALLAR</u></b> .....	15
<b><u>IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI</u></b> .....	92
<b><u>V. GLOSSARIY</u></b> .....	103
<b><u>VI. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR</u></b> .....	105

## I. ISHCHI DASTUR

### Kirish

- Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgust “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktabr “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmonlari hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentabr “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli Qarorida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish hamda oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

- Ushbu ishchi o‘quv dasturda energetika taraqqiyotining zamonaviy holati, energetik ishlab chiqarishning ekologik muammolari va ularni hal etish yo‘llari, intellektual elektr tizimlari, energiyani akkumulyatsiyalash muammolari, birlashgan energetika tizimlari, elektr energiyasini uzatish, taqsimlash va iste‘mol qilish jarayonida energetik samaradorlikni oshirish usullarini o‘rganish bo‘yicha muammolar bayon etilgan.

- Modulning maqsadi va vazifalari

- Jahon va O‘zbekiston Respublikasi miqyosida energetikaning zamonaviy holati; energiya resurslari va energiyani ishlab chiqarish, uztish, o‘zgartirish, taqsimlash va iste‘mol qilishda samaradorlikni oshirish muammolari va ularni hal etish yo‘llari; energetika ekologiya muammolari va ularni hal etish yo‘llari; intellektual elektr energetika tizimlarini shakllantirish va ulardan foydalanish; elektr energiyasini qayta tiklanuvchan va alternativ energiya man‘baridan foydalanib ishlab chiqarishning zamonaviy holati va istiqbollari bilim, ko‘nikma va malakani shakllantirishdir.

- Modulning vazifalari:

- energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolarini o‘rganish;

- energetik ishlab chiqarishning ekologik muammolari va ularni hal etish yo‘llarini o‘rganish;

- intellektual elektr tizimlari, ularni tashkil etish va ularning samaradorligini o‘rganish;

- energiyani akkumulyatsiyalash muammolari va ularni hal etishning yo‘llari haqida bilimlarni shakllantirish;

- birlashgan energetika tizimlarini shakllantirish, ularning ahamiyati va ishlatish bo‘yicha bilimlarni hosil qilish;

- elektr energiyasini uzatish, taqsimlash va iste‘mol qilish jarayonida energetik samaradorlikni oshirish usullarini o‘rganishdan iborat.

### **Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar**

“Energetika va energiya samaradorlik muammolari” kursini o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

**Tinglovchi:**

- Jahon va O‘zbekiston Respublikasi miqyosida energetikaning bugungi kungi holati va muammolari;
  - energetik samaradorlikni ta‘minlashning zamonaviy holati va uni oshirishning yo‘llari;
  - intellektual elektr tizimlari, ularni tashkil etish va ularning ahamiyati;
  - elektr energiyani akkumulyatsiyalashning muammolari va ularni hal etish yo‘llari;
  - birlashgan energetika tizimlarini tashkil etishning ahamiyati;
- elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash jarayonida energetik samaradorlikni oshirish usullari haqida **bilimlarga ega bo‘lishi**;

#### **Tinglovchi:**

- energetika obyektlarining samaradorligini va ularni atrof-muhitga ta‘siri darajasini aniqlash;
- intellektual elektr tizimlarining samaradorligini aniqlash;
- birlashgan energetika tizimlarining rejimlarini optimal rejalashtirish;
- elektr tarmoqlarida isroflarni hisoblash va kamaytirish **ko‘nikma va malakalarini egallashi**;

#### **Tinglovchi:**

- egallagan bilim va ko‘nikmalarga asoslangan holda energetika va energiya samaradorgini muammolarini hal etish;
- intellektual elektr tizimlarini tashkil etish va ularni ishlatish;
- energiyani akkumulyatsiyalashning samarali usullarini tanlash;
- energetika tizimlarning samarali ish holatlarini rejalashtirish va ta‘minlash;
- elektr energiyasi uzatish va taqsimlash jarayonida yuqori samaradorlikni ta‘minash **kompetensiyalarni egallashi lozim**.

#### **Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar**

- “Energiya samaradorligi muammolari” kursi ma‘ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.
- Kursni o‘qitish jarayonida ta‘limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:
- ma‘ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va boshqa interaktiv ta‘lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

#### **Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi**

“Energiya samaradorligi muammolari” moduli o‘quv rejaning maxsus fanlar blokidagi “Qayta tiklanuvchan va muqobil energiya man‘balari”, “Elektr tarmoqlarida isroflarni hisoblash va kamaytirish tadbirlari” va “Elektr energiya nazorati va hisobining avtomatlashtirilgan axborot-o‘lchov tizimlari” fanlari bilan uzviy bog‘liqdir. Shu bilan bir qatorda modulni o‘zlashtirishda o‘quv rejaning boshqa bloklari fanlari bilan muayyan bog‘liqlik mavjuddir.

## Modulning oliy ta'limdagi o'rni

O'zbekiston Respublikasining energetika tizimini zamonaviy yuqori darajadagi samaradorlikka ega bo'lgan jihozlar va qurilmalar hisobiga rivojlantirish, energiya resurslaridan foydalanish, elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash, o'zgartirish va iste'mol qilishda yuqori samaradorlikka erishish o'ta dolzarb masala hisoblanadi. Ushbu muammoni hal etishda birinchi navbatdagi vazifa zamonaviy talablarga javob beruvchi mutaxassislarni tayyorlash hisoblanadi. Shu sababli bunday mutaxassislarni tayyorlash uchun ushbu soha bo'yicha ta'lim beruvchi oliy ta'lim tizimi o'qituvchilarining malakasini oshirishda "Energiya samaradorligi muammolari" moduli alohida o'rinni egallaydi.

## Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul maruzalari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat			
		Jami	Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chma mashg'ulot
1.	Jahon energetikasi va energiya samaradorligi muammolari	2	2		
2.	O'zbekiston Respublikasi energetikasining holati va muammolari	8	2	2	4
3.	Energiya samaradorligini oshirishda akkumulyatsiyalashning o'rni	4	2	2	
4.	Energetika tizimlarining optimal ish holatlarini ta'minlash	4	2	2	
	<b>Jami:</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

## NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

### 1-mavzu: Jahon energetikasi va energiya samaradorligi muammolari.

Energiya va energiya resursi tushunchalari. Jahon miqyosida energiya resurslarining zahiralari, ulardan foydalanish tendensiyalari va istiqbollari. Elektr energiyasini turli an'anaviy va noan'anaviy elektr stansiyalari va qurilmalarida ishlab chiqarish ko'rsatkichlari. Elektr energetikasi taraqqiyotining istiqbollari.

Energiya samaradorligi tushunchasi. Energiya resurslarini olish va ulardan foydalanish, elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlashda energiya samaradorligini oshirish.

Energetika va ekologiya muammolari. Ularning o'zaro bog'liqligi. Ekologiya muammolarini hal etishning yo'llari.

### 2-mavzu: O'zbekiston Respublikasi energetikasining holati va muammolari.

O'zbekiston Respublikasi energetikasining zamonaviy holati. O'zbekiston Respublikasida elektr energiyasini ishlab chiqarish masshtablari.

O‘zbekiston Respublikasida energetika taraqqiyotining zamonaviy muammolari. O‘zbekiston Respublikasi energetikasi taraqqiyotining asosiy yo‘nalishlari. O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirish bo‘yicha bajarilayotgan va rejalashtirilayotgan asosiy loyihalar.

### **3-mavzu: Energiya samaradorligini oshirishda akkumulyatsiyalashning o‘rni.**

Elektr energetik tarmoklarini boshqarish uchun intellektual tizimlari oldiga kuyiladigan masalalar. Intellektual elektr tizimlarning kelajagi.

Energiyani akkumulyatsiyalash tushunchasi. Energiyani akkumulyatsiyalashning ahamiyati. Energiyani akkumulyatsiyalash usullari. Energiya samaradorligini oshirishda energiyani akkumulyatsiyalashning o‘rni.

### **4-mavzu: Energetika tizimlarining optimal ish holatlarini ta‘minlash.**

Energetika tizimining holati va uni optimallashtirish tushunchasi. Energetika tizimi yuklamasini optimal qoplash masalasi. Energetika tizimi holatini optimallashtirish masalasining qo‘yilishi. Energetika tizimi holatini optimallashtirish usullari.

Energetika tizimining holatini kompleks optimallashtirish. Elektr tarmoqlarining holatlarini optimallashtirish masalasi. Elektr tarmoqlarining holatlarini optimallashtirish masalasini yechish usullari.

## **AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI**

### **1-amaliy mashg‘ulot: O‘zbekiston Respublikasi energetikasining holati va muammolari.**

O‘zbekiston Respublikasidagi elektr stansiyalarida sarflanuvchi birlamchi energiya resurslarining miqdorini hisoblash.

O‘zbekiston Respublikasidagi elektr stansiyalarida sarflanuvchi birlamchi resurs miqdori bo‘yicha uzatuvchi elektr energiyasi miqdorini aniqlash. Elektr stansiyalari va tarmoqlarining samaradorligini oshirish.

### **2- amaliy mashg‘ulot: Energiya samaradorligini oshirishda akkumulyatsiyalashning o‘rni.**

Elektr energiyasini akkumulyatsiyalash orqali yuklama grafigini tekislash. Yuklama grafigini tekislash orqali iqtisodiy samaradorlikni oshirish. Akkumulyatsiyalash orqali IESlarning yuklama grafiklarini tekislash. IES yuklama grafigining tekislanishi hisobiga olinuvchi samaradorlikni oshirish.

### **3- amaliy mashg‘ulot: Energiya samaradorligini oshirishda akkumulyatsiyalashning o‘rni .**

Energetika tizimining aktiv yuklamasini issiqlik elektr stansiyalari o‘rtasida optimal taqsimlash. GESlarning optimal ish rejimlarini aniqlash.

Elektr tarmoqlarining ish holatlarini optimallashtirish usullari. Elektr tarmoqlarining holatlarini reaktiv quvvat bo‘yicha optimallashtirish. Yopiq elektr tarmoqlarida quvvat oqimini optimallashtirish usullari.

## **KO‘CHMA MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI**

### **Mavzu: O‘zbekiston Respublikasi energetikasining holati va muammolari**

Ko'chma mashg'ulotda tinglovchilarni Magistral elektr tarmoqlari korxonasi va Elektron xisoblagich QK MCHJga olib borish ko'zda tutilgan. Mavzu yuzasidan yangi texnika texnologiyalar va amaliy ishlarni bajarish rejalashtirilgan.

### **TA'LIMNI TASHKIL ETISH SHAKLLARI**

- Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv materialini mazmuni ustida ishlayotganda o'qituvchini tinglovchilar bilan o'zaro harakatini tartiblashtirishni, yo'lga qo'yishni, tizimga keltirishni nazarda tutadi.
- Modulni o'qitish jarayonida quyidagi ta'limning tashkil etish shakllaridan foydalaniladi:
  - ma'ruza;
  - amaliy mashg'ulot.
  - O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:
    - jamoaviy;
    - guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda);
    - yakka tartibda.

**Jamoaviy ishlash** – Bunda o'qituvchi guruhlarning bilish faoliyatiga rahbarlik qilib, o'quv maqsadiga erishish uchun o'zi belgilaydigan didaktik va tarbiyaviy vazifalarga erishish uchun xilma-xil metodlardan foydalanadi.

**Guruhlarda ishlash** – bu o'quv topshirig'ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o'quv jarayonida kichik guruhlarda ishlashda (3 tadan – 7 tagacha ishtirokchi) faol rol o'ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan ta'limni tashkil etish shaklidir. O'qitish metodiga ko'ra guruhni kichik guruhlarga, juftliklarga va guruhlarga shaklga bo'lish mumkin.

Bir turdagi guruhli ish o'quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.

Tabaqalashgan guruhli ish guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

**Yakka tartibdagi shaklda** - har bir ta'lim oluvchiga alohida- alohida mustaqil vazifalar beriladi, vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

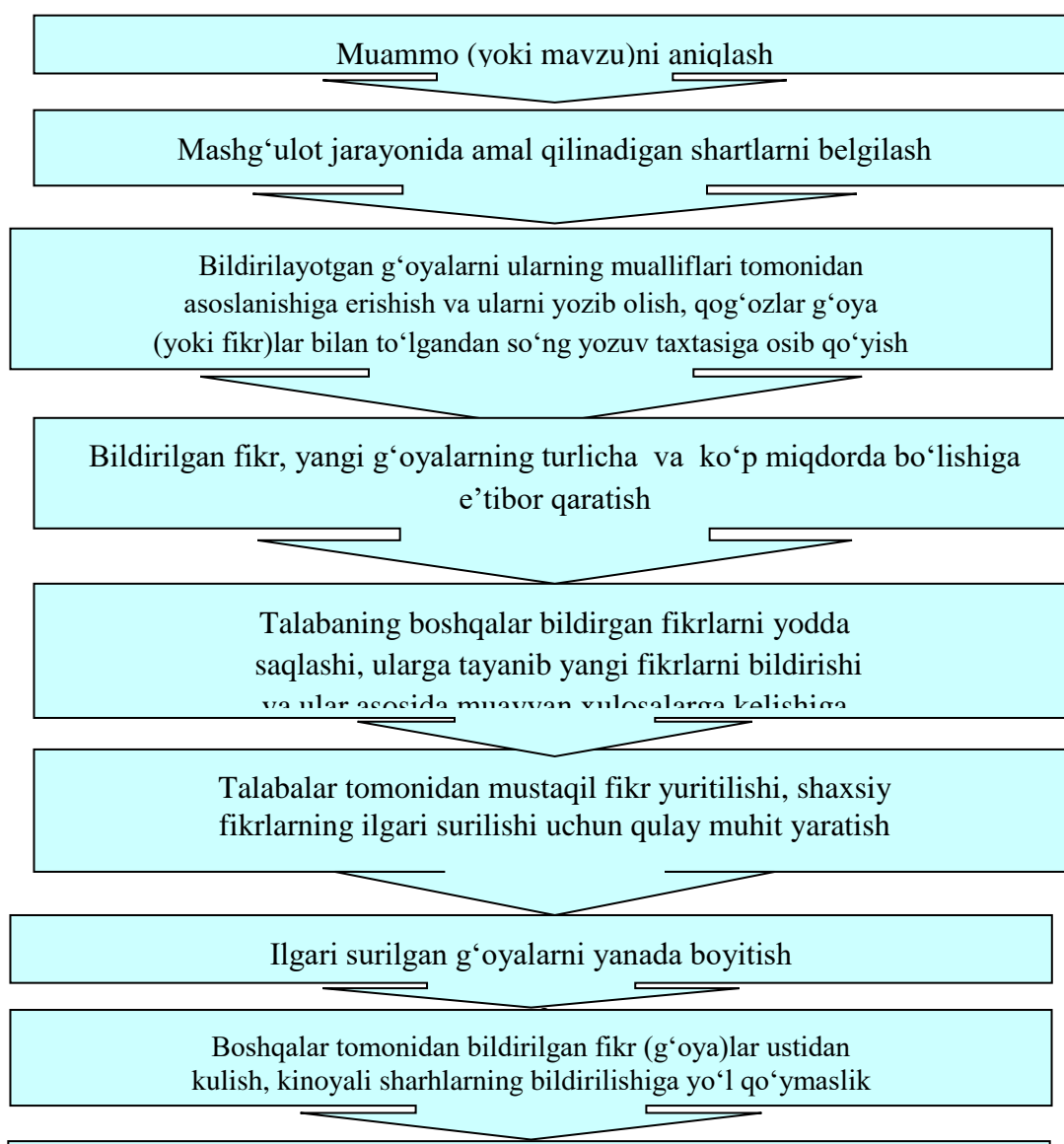


## II.MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

### “AQLIY HUJUM” METODI

Metod talabalarni mavzu xususida keng va har tomonlama fikr yuritish, o‘z tasavvurlari, g‘oyalariidan ijobiy foydalanishga doir ko‘nikma, malakalarni hosil qilishga rag‘batlantiradi. U yordamida tashkil etilgan mashg‘ulotlarda ixtiyoriy muammolar yuzasidan bir necha original (o‘ziga xos) yechimlarni topish imkoniyati tug‘iladi. Metod mavzu doirasida ma’lum qarashlarni aniqlash, ularga muqobil g‘oyalarni tanlash uchun sharoit yaratadi.

Uni samarali qo‘llashda quyidagi qoidalarga amal qilish lozim:



**Mashg‘ulotda metodni qo‘llashda quyidagilarga e‘tibor qaratish lozim:**

**Aqliy hujum metodining mavzuga qo‘llanilishi:  
Fikrlash chun beriladigan savollar:**

1. Tug‘ri aloqa kanallari qanday vazifani bajaradi?
2. Xisoblagichlarning birlamchi axborotlari qanday aniqlanadi?
3. Interfeys uzgartirgichlarining ishlash prinsipi qanday?
4. Multipleksor orqali xisoblagichlarda so‘rov o‘tkazilishi bilan ENATni qanday tashkil etiladi?
5. Modem orqali xisoblagichlarda so‘rov utkazilishi bilan ENATni qanday tashkil etiladi?.

### **“YELPIG‘ICH” METODI**

Bu metodi murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammo xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan.

Metodining mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir yo‘la axborot beriladi. Ayni paytda, ularning har biri alohida nuqtalardan muhokama etiladi. Masalan, ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari belgilanadi.

Bu interfaol metodi tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘z g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda ixcham bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi.

“Yelpig‘ich” metodi umumiy mavzuning ayrim tarmoqlarini muhokama qiluvchi kichik guruhlarining, har bir qatnashuvchining, guruhning faol ishlashiga qaratilgan.

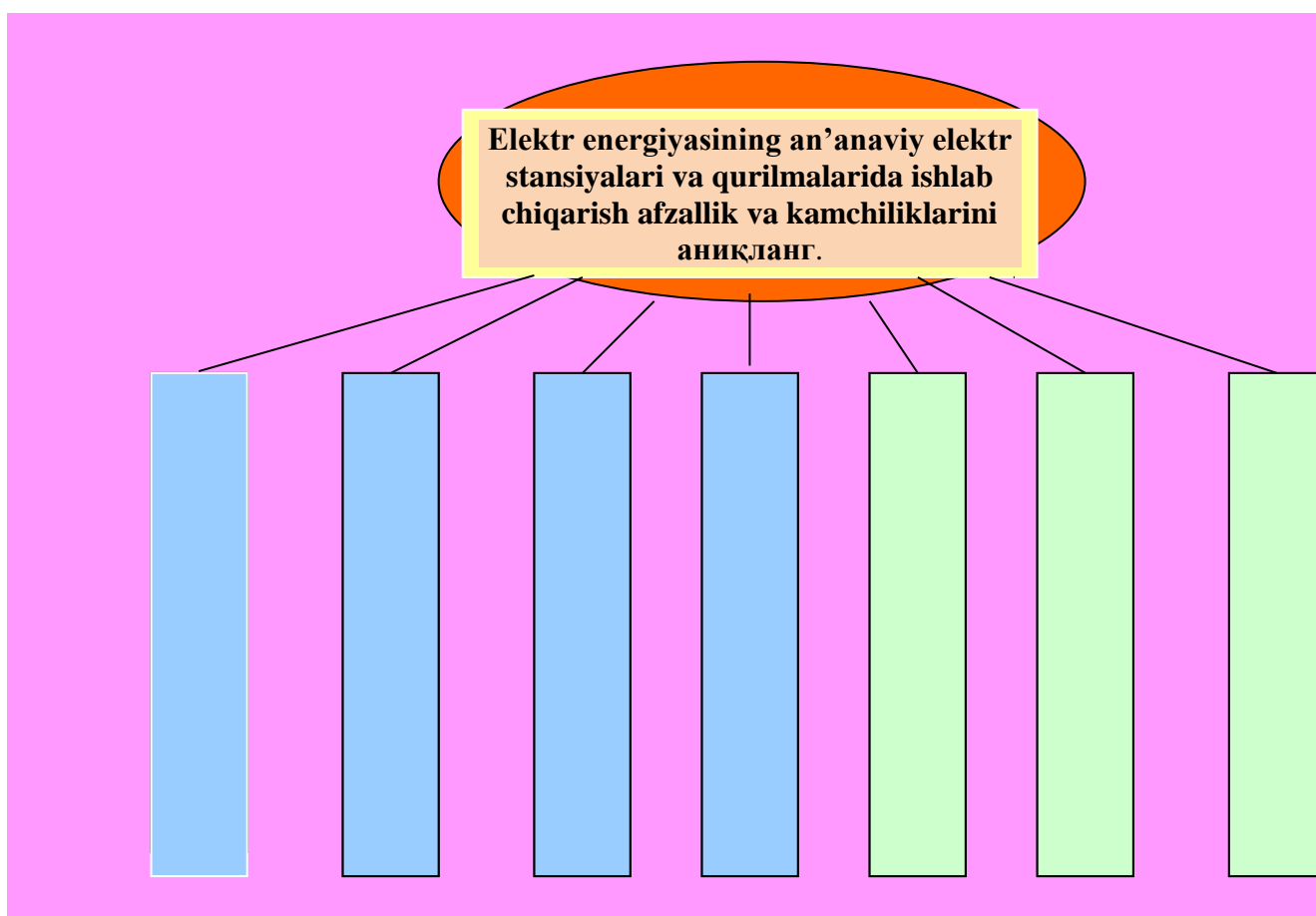
“Yelpig‘ich” metodi umumiy mavzuni o‘rganishning turli bosqichlarda qo‘llanishi mumkin.

**-boshida:** o‘z bilimlarini erkin faolashtirish;

**-mavzuni o‘rganish jarayonida:** uning asoslarini chuqur fahmlash va anglab yetish;

**-yakunlash bosqichida:** olingan bilimlarni tartibga solish.

### 1-guruhga vazifa:



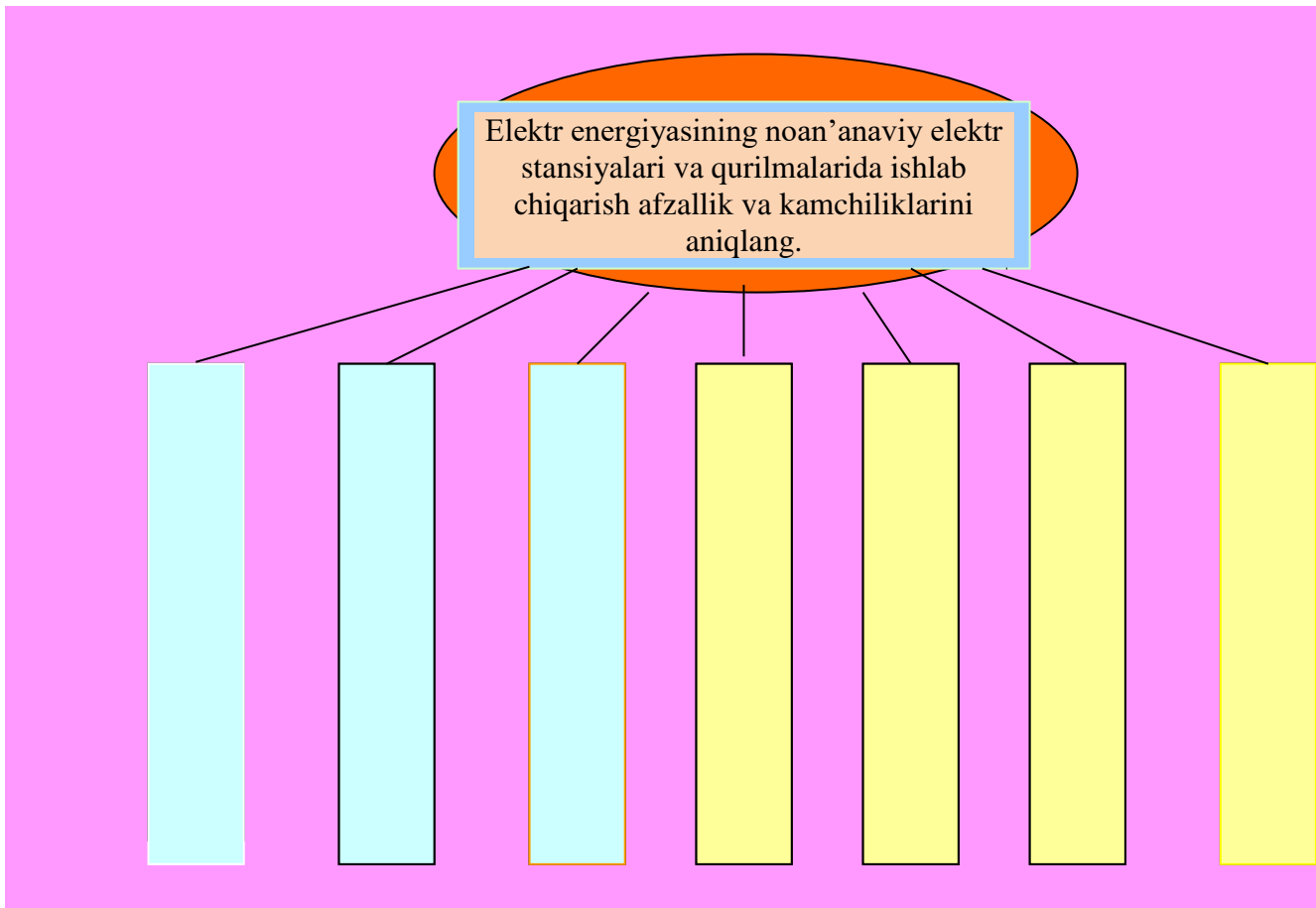
O'quvchi (talaba)larni muammo doirasida keng fikr yuritishga undash, ular tomonidan mantiqiy fikrlarning bildirilishiga erishish

Har bir o'quvchi (talaba) tomonidan bildirilayotgan fikrlar rag'batlantirilib boriladi, bildirilgan fikrlar orasidan eng maqbullari tanlab olinadi; fikrlarning rag'batlantirilishi navbatdagi yangi fikrlarning tug'ilishiga olib keladi

Har bir o'quvchi (talaba) o'zining shaxsiy fikrlariga asoslanishi va ularni o'zgartirishi mumkin; avval bildirilgan fikrlarni umumlashtirish, turkumlashtirish yoki ularni o'zgartirish ilmiy asoslangan fikrlarning shakllanishiga zamin hozirlaydi

Mashg'ulotda o'quvchi (talaba)lar faoliyatini standart talablar asosida nazorat qilish, ular tomonidan bildiriladigan fikrlarni baholashga yo'l qo'yilmaydi (zero, fikrlar baholanib borilsa, o'quvchi (talaba)lar diqqatlarini shaxsiy fikrlarni himoya qilishga qaratadi, oqibatda yangi fikrlar ilgari surilmaydi; metodni qo'llashdan ko'zlangan asosiy maqsad o'quvchi (talaba)larni muammo bo'yicha keng fikr yuritishga undash ekanligini yodda tutib, ularni baholab borishdan voz kechishdir)

## **2-guruhga vazifa:**



### “Rezyume” metodi

**“Rezyume” metodi**- murakkab, ko‘p tarmoqli mumkin qadar muammoli mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Uning mohiyati shundan iboratki, bunda bir yo‘la mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha axborot beriladi. Ayni paytda ularning har biri alohida nuqtalardan muhokama etiladi. Masalan: ijobiy va salbiy tomonlari afzallik va kamchiliklar, foyda va zararlar belgilanadi. Ushbu metodning asosiy maqsadi ta’lim oluvchilarning erkin, mustaqil, taqqoslash asosida mavzudan kelib chiqqan holda o‘quv muammosini yechimini topishga ham kerakli xulosa yoki qaror qabul qilishga, jamoa o‘z fikrini bilan ta’sir etishga, uni ma’qullashga, shuningdek, berilgan muammoni yechishga mavzuga umumiy tushuncha berishda o‘tilgan mavzulardan egallangan bilimlarni qo‘llay olish o‘rgatish.

**Mavzuga qo‘llanilishi:** Ma’ruza darslarida, seminar, amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlarni yakka yoki kichik guruhlar ajratilgan tartib o‘tkazish, shuningdek, o‘yga vazifa berishda ham qo‘llash mumkin. Mashg‘ulot foydalaniladigan vositalar: A-

3, A-4 formatdagi qog‘ozlarida (guruh soniga qarab) tayyorlangan tarqatma materiallar markerlar yoki rangli qalamlar.

### **“Rezyume” metodini amalga oshirish bosqichlari:**

- Ta’lim beruvchi ta’lim oluvchilarning soniga qarab 3-4 kishidan iborat kichik guruh ajratiladi;
- Ta’lim beruvchi mashg‘ulotning maqsadi va o‘tkazilish tartibi bilan tanishtiradi va har biri kichik guruh qog‘ozning yuqori qismiga yozuv bo‘lgan ya’ni asosiy vazifa, unda ajratilgan o‘quv vazifalari va ularni yechish yo‘llari belgilangan, xulosa yozma bayon qilinadigan varaqlarni tarqatadi;
- Har bir guruh a’zolari topshiriq bo‘yicha ularning afzalligi va kamchiliklarini aniqlab, o‘z fikrlarini markerlar yordamida yozma tarzda bayon etadilar. Yozma bayon etilgan fikrlar asosida ushbu muammoning yechimini topib, eng maqbul variant sifatida umumiy xulosa chiqaradilar;
- Kichik guruh a’zolari biri tayyorlangan materialning jamoa nomidan taqdimot etadi. Guruhning yozma bayon etgan fikrlari o‘qib eshittiradi, lekin xulosa qismi bilan tanishtirilmaydi;
- Ta’lim beruvchi boshqa kichik guruhlardan taqdimot etgan guruhning xulosasini so‘rab, ular fikrini aniqlaydi va o‘z xulosalari bilan tanishtiradi;
- Ta’lim beruvchi guruhlar tomonidan berilgan fikrlar yoki xulosalarga izoh berib, ularni baholaydi, so‘ngi mashg‘ulotni yakunlaydi.

### **Metodning mavzuga qo‘llanilishi:**

<b>Elektroenergiya turlari</b>					
<b>Quyosh yordamida ishlab chikarilgan elektroenergiya</b>		<b>Shamol yordamida ishlab chiqarilgan elektroenergiya</b>		<b>Suv yerdamida ishlab chiqarilgan elektroenergiya</b>	
<b>Afzalligi</b>	<b>Kamchiligi</b>	<b>Afzalligi</b>	<b>Kamchiligi</b>	<b>Afzalligi</b>	<b>Kamchiligi</b>
	gi				

<b>Xulosa:</b>					

### III. NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

#### 1.1-mavzu: Jahon energetikasi va energiya samaradorligi muammolari

##### 2. Reja:

3. Jahon miqyosida energiya resurslaridan foydalanish tendensiyalari
4. Ko‘mirdan foydalanish asosida elektr energiyasi ishlab chiqarish
5. Ko‘mirdan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarishning iqtisodiy ko‘rsatkichlari
6. Tabiiy gazdan foydalanish asosida elektr energiyasi ishlab chiqarish

**Tayanch so‘z va iboralar:** Energetika, energiya, energiya resursi, qayta tiklanuvchan energiya resursi, birlamchi va ikkilamchi energiya, ekologiya, energiya ishlab chiqarish, energetikaning rivojlanish tendensiyasi, energetik balans.

##### 1.1. Jahon miqyosida energiya resurslaridan foydalanish tendensiyalari.

Energiya ish bajarish qobiliyati hisoblanadi. U zahiradagi (potensial) va ishlatilayotgan (kinetik) energiya turlariga ajratilishi mumkin. Potensial energiya harakatni vujudga keltirish imkoniyati bo‘lsa, kinetik energiya harakatning energiyasi hisoblanadi. Energiya harakat (kinetik) energiyasi issiqlik energiyasi, yorug‘lik energiyasi, fotosintez (biologik) energiyasi, batareyalarda saqlangan (kimyoviy) energiya, kondensatorlarda saqlangan energiya (elektr energiyasi), atomda saqlangan energiya (atom energiyasi), gravitatsion maydonla saqlangan energiya (gravitatsion energiya) kabi turlarga bo‘linadi□.

Energiyaning man‘balariga umumiy misol sifatida biomassa (yog‘och), qazilma yoqilg‘ilari (ko‘mir, neft, tabiiy gaz), suv oqimi (gidroelektr to‘g‘onlari), atom materiallari (uran), quyosh nuri va geotermal issiqlik kabilarni ko‘rsatish mumkin.

Energiya manbalari qayta tiklanuvchan va qayta tiklanmaydigan manbalarga bo‘linadi. Qayta tiklanadigan energiya manbalariga o‘z vaqtida muayyan geologik sharoitlarda shakllanib, hozirgi geologik sharoitlarda shakllanmaydigan energiya resurslari kiradi. Bunday manbalarning energiyasi ulardan olinayotgan energiyadan ortiqcha bo‘ladli. Ularga misol qilib qazilma yoqilg‘ilari va atom energiyasi materiallarini olish mumkin. Qayta tiklanuvchan energiya manbalariga ulardan olinuvchi energiya manbada mavjud energiyadan kam yoki ko‘pi bilpn unga teng



bo'luvchi energiya manbalari kiradi. Ularga quyosh energiyasi, shamol energiyasi, biomassa energiyasi kabilarni misol qilib ko'rsatish mumkin.

Qayta tiklanmaydigan va qayta tiklanuvchan energiya manbalari tarkibidagi energiya birlamchi energiya hisoblanadi. Chunki ulardan olinuvchi energiya bevosita xom ashyodan olinuvchi energiya hisoblanadi. Yoqilg'ining eneyergiyasi birlamchi energiya hisoblanib, zarur bo'lganda u boshqa turdagi energiyaga aylantirilishi mumkin. Birlamchi energiya biror antropogen usulda olinmagan yoki o'zgartirilmagan energiyadir. Bu yerda "antopogen" atamasi inson faoliyati mavjudligini bildiradi. Birlamchi energiya energiya odatda kishilarning foydalanishi uchun qulay bo'lgan ikkilamchi energiyaga o'zgartiriladi. Vodorod energiyasi va elektr energiyasi ikkilamchi energiya yoki energiya tashuvchisi hisoblanadi. Ikkilamchi energiya manbalari birlamchi energiyadan foydalanib, shakllantiriladi. Ikkilamchi energiyani saqlash va uni keyinchalik undan kerak bo'lgan formada foydalanish mumkin.

### **Elektrenergiyaning biznes muammolari.**

Energiyanit o'zgartirish kommersial energiya ishlab chiqarish uchun talab etiladi. Buning ma'nosini tushunish uchun ko'mir yoquvchi elektr stansiyasini olaylik. Ko'mir o'z tarkibida kimyoviy energiyaga ega. U yoqilganda kimyoviy energiya issiqlik energiyasiga aylanadi. Issiqlik energiyasi suvni bug'ga aylantirib, uning harakat energiyasi, ya'ni kinetik energiyani oshiradi. Oqib boruvchi bug'ning energiyasi turbina va generator rotorini aylantiradi. Generatorada mexanik energiya elektr energshiyasiga aylantiriladi. Real tizimlarda energiya isrofi yuz beradi va shu sababli ushbu misolda ham generatorning samaradorligi 100% dan kam bo'ladi.

Reaal energetika tizimlarida birlamchi energiya foydali ishga aylantiriladi va bunda birlamchi energiyaning bir qismi isrof bo'ladi. Tizimning ejnergetik samaradorligi u tomonidan foydali ish bajarishga sarflangan energiyasi unga berilgan birlamchi ejnergiyaga nisbatidir. Shu sababli umumiy holatda energetik samaradorlik 0% dan 100% gacha bo'lishi mumkin. Misol tariqasida ikkita A va V yoritish lampalarini olaylik. Har ikkala lampa bir xil miqdordagi yorug'lik bergani holda lampa V lampa A ga nisbatan kamroq energiya sarflaydi. Buning sababi lampa V ning lampa A ga nisbatan kamroq issiqlik chiqarishidir. Ushbu holatda lampa V ning

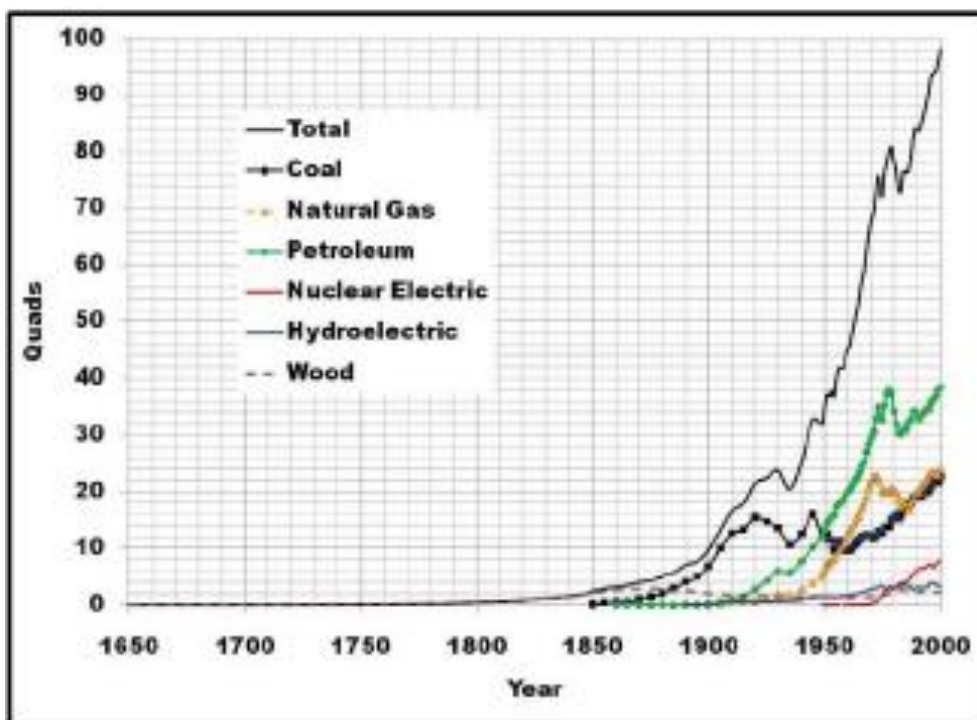
samaradorligi lampa A nikiga nisbatan yuqoriroqdir, chunki u kerak bo'lgan yorug'likni berish uchun nisbatan kam energiyani sarflaydi.

Ushbu misol ko'proq energetik samarador texnologiyalarini joriy etish asosida energiya iste'molini kamaytirish mumkinligini ko'rsatadi.

### Yuklama o'sishi

1.1- Aholi mavjud mintaqalarda texnologik yutuqlar va iqtisodiyot o'sdi. XX asrning so'nggi o'n yili davomida amalda, AKSH da talab uchun imkoniyatlar 18%, elektr energiya iste'moni 35% ortdi. Bu talablar ko'proq aholi zif joylashgan joylarda ortib boradi.

1.2- rasmda 1650-2000 yillar oralig'ida bugungi kunda Jahonnig rivojlangan mamlakatlaridan biri hisoblangan AQShda energiya iste'molining o'zgarib borishi tasvirlangan. U yerda uzoq vaqt davomida yog'och asosiy birlamchi yoqilg'i bo'lganligini ko'ramiz. Bu turdagi energiya manbasidan qazilma yoqilg'ilariga o'tish 19- asrning o'qrtalaridan boshlangan. 19-asrning ikkinchi yarmidan 20- asrning oxirllarigacha qazilma yoqilg'ildan foydalanish asosiy o'rinni egallagan. Boshqa rivojlangan mamalaktlarda ham turli energiya resurslaridan foydalanish tendensiyasi xuddi shunga o'xshash.



Rasm. AQShda energiya iste'molining o'zgarish dinamikasi.

jadvalda 2008 yilda AQShda energiya iste'moli va to'rtta energiya resurslaridan energiya ishlab chiqarish darajasi kvad birligida keltirilgan. Undan taxminan jami 74 kvad miqdorida energiya ishlab chiqarilgan bo'lsa, 99 kvad energiya iste'mol qilinganligini ko'ramiz. Bunda AQShda ishlab chiqarilmagan energiya miqdori import kilingan.

Ushbu jadvalda keltirilgan ma'lumotlar Qo'shma Shtatlarning energetika bo'limining energetik ma'lumotlar administratsiyasi tomonidan e'lon qilingan.

jadval. 2008 yilda AQShda energiya ishlab chiqarish va iste'mol qilish.

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

### **Infrastrukturaning eskirishi**

Dunyoning ko'plab mintaqalarida amortizatsiya darajasi servis qurilish xarajatlaridan yuqorilagan. Binobarin servis qurilishiga ajratilgan xarajatlar amortizatsiya aktivlaridan ortda qolgan. Natijada susaytirmasdan "amortizatsiya" elektr tarmog'i kuchlanishga tobora bog'liq bo'ladi va uning mustahkamlik zahirasi mavjudligiga qanday ta'sir etadi.

### **Bilimlarning kamayishi**

Bilimdon va malakali inson resurslari talim talab va rivojlantirish uchun vaqt ajratishni talab etadi. Energetika kuchi kamayishi bilan, elektr energetika sanoati oldidagi asosiy bo'lib turgan muammo oldingi avlodni almashtirishdan iborat. Bu vaziyat elektr muhandislik ta'lim yo'nalishlari yordam emas, elektr muhandislik oqimi ne'mat yo'q.

### **Sifat talablari**

Elektr energiyaning texnologik iste'molchilari va shu bilan birga raqamli kompyuter hisoblash mashinalari elektr tokining juda yuqori bo'lgan sifati talab qiladi. Ba'zi mutaxassislar ishonchliligi **99,9%** dan yuqori bo'lish kerak bo'ladi, deb ko'rsatadi **99.99999999%** ishonchliligi uchun (elektr isroflar yiliga taxminan 8 soat) (32 soniya elektr isrofi). Shuningdek, sanoatga avariya va buzilishlardan saqlash maqsadida yangi asbob-uskunalarga muhtoj bo'ladi.

### **Tarmoqning murakkabligi**

Energotizim ko'plab bir-biriga bog'liq bo'lgan tugunlarni o'z ichiga oladi (operatorni, elektr iste'molchilarni va generatorlar, elektr stansiyalar kabi bir qancha qatlamlari, boshqaruv markazlari, uzatish bo'yicha tarqatish va korporativ tarmoqlar). Qo'shimcha murakkablik, ushbu elementlarning o'zaro aloqa natijasida mumkin bo'lgan birikma sonining ko'pligi hisobiga vujudga keladi.

### **Normativ yoki qonun masalalari**

Energetik tizim bilan bog'liq bo'lgan murakkabliklarni hisobga olgan holda, qo'shni energetik tizimlar orasida katta hajmdagi quvvatlarni uzatish uchun, hamda uzatayotgan tarmoqlar dastlab ishlab chiqarilmaganligi sababli ularning so'rovlari vujudga kelishi mumkin.

Rejalashtirilayotgan va ishlatilayotgan standartlar uchun boshqarilayotgan farmoyish talablari elektr energiyasi tijoratidagi davr o'zgarishlari bilan mos kelmagan.

### **Jamiyat taraqqiyotida energiyadan foydalanishning ahamiyati**

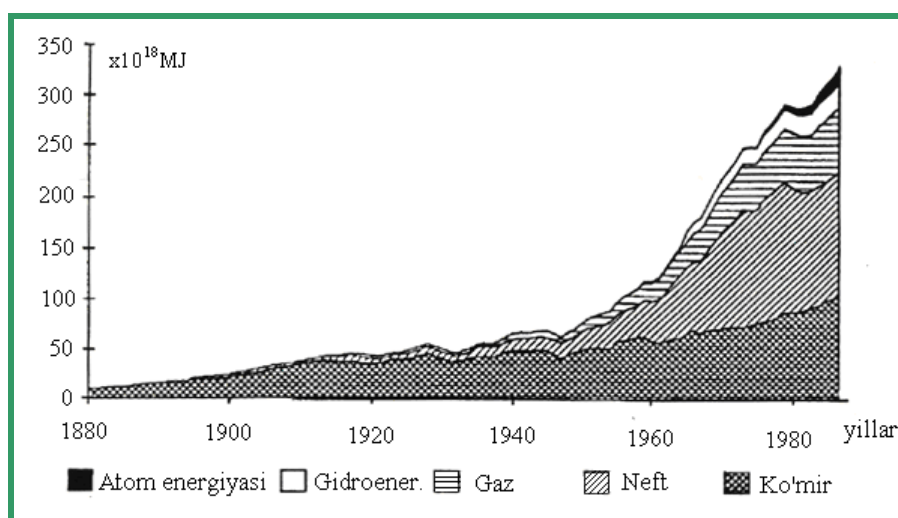
Insoniyat jamiyati va uning yutuqlari taraqqiyoti bevosita ishlab chiqarish darajasi va kishilar hayoti uchun zarur moddiy sharoitlarni yaratish bilan bog'liqdir. Ilmiy-texnikaviy va sotsial taraqqiyot odatda iste'mol qilinuvchi energiyaning ortishi, energiyaning yangi – yanada samarali turlaridan foydalanishni o'zlashtirish bilan bir vaqtda amalga oshadi.

Hozirgi zamon mashinalarida iste'mol qilinuvchi energiya juda ko'p miqdorni tashkil etadi. Buni quyidagi taqqoslash asosida ifodalash mumkin. Jahonning barcha ishga yaroqli aholisi bir yil davomida har sutkada 8 soat to'liq fizik kuch bilan ishlagan taqdirda ham hozirgi zamon issiqlik va gidroelektr stansiyalarida ishlab chiqariluvchi energiyaning yuzdan biri miqdoridagi energiyani ishlab chiqara olmaydi. Energiyani

iste'mol qilish bundan keyin ham ishlab chiqarish darajasini o'sishini ta'minlagani holda oshib boradi.

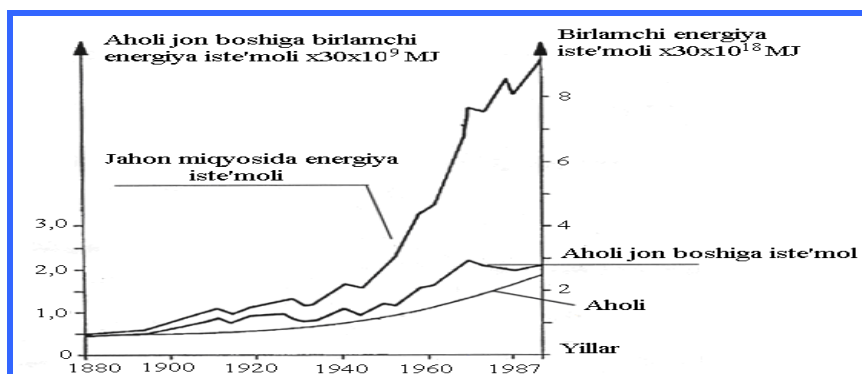
Iqtisodiy taraqqiyotni fizik va aqliy bo'lmagan ishlarni bajaruvchi mukammal avtomatik boshqariluvchi mashinalar asosida faqat iste'mol qilinuchi energiyani va ishlab chiqarish darajasini oshirish orqaligina tezlashtirish mumkin.

Energiyaga ehtiyoj uzluksiz ravishda ortib bordi. Bu o'z navbatida yangi energiya resurslarini qidirib topish, energiyani bir turdan boshqa turga o'zgartirishning yangi usullarini ishlab chiqish zaruratini yaratdi. Hozirgi davrda turli xil energiyalardan – Quyosh energiyasi, organik yoqilg'ining kimyoviy energiyasi, daryolar, dengizlar va okeanlar suvlarining mexanik energiyasi, shamol energiyasi, og'ir yadrolarning parchalanishida hosil bo'luvchi yadro energiyasidan foydalanish an'anaviy hisoblanadi. 1.2- rasmda 19- asrning so'nggi 20 yili va 20- asr davomida jahon miqyosida insoniyat faoliyatining turli jabhalarida energiya resurslaridan foydalanishning dinamikasi tasvirlangan. Undan barcha turdagi energiya resurslaridan foydalanish intensiv ortib borganligini kuzatamiz. Bunda ko'mirdan foydalanishning nisbiy o'sib borishi yildan-yilga nisbatan bir tekis bo'lib, 20- asrning oxirida umumiy foydalanilgan energiya resurslarining taxminan 30% qismini tashkil etsa, gaz va neftdan foydalanishning nisbiy o'sishi keskin ortib borganligini ko'ramiz. Buning asosiy sababi ularni masofaga uzatish va ishlatishning kam xarajatlarni talab etishidir.



1.2-rasm. Jahon miqyosida energiya resurlaridan foydalanish dinamikasi.

So‘nggi ikki asr davomida yer yuzida aholi soni va energiyaga bo‘lgan talab shiddat bilan ortib bordi. Bunda yer kurrasining aholisi taxminan olti marta, energiyaga bo‘lgan talab esa, aholi jon boshiga besh marta o‘ydi. 1.3- rasmda 19- asrning oxiri va 20- asr davomida jahon miqyosida birlamchi energiya iste‘moli uning aholi jon boshiga to‘g‘ri keluvchi miqdorining o‘zgarishi tasvirlangan.



1.3- rasm. Jahon miqyosida birlamchi energiya iste‘moli va uning aholi jon boshiga to‘g‘ri kelish miqdorining o‘zgarishi.

Energiyaga bo‘lgan talabning bunday tarzda intensiv o‘sib borishi yangi energiya resurslarining yangi zahiralarini qidirib topish, ulardan samarali foydalanish, muqobil energiya manbalarini aniqlash kabi vazifalarni bajarishni taqozo etadi.

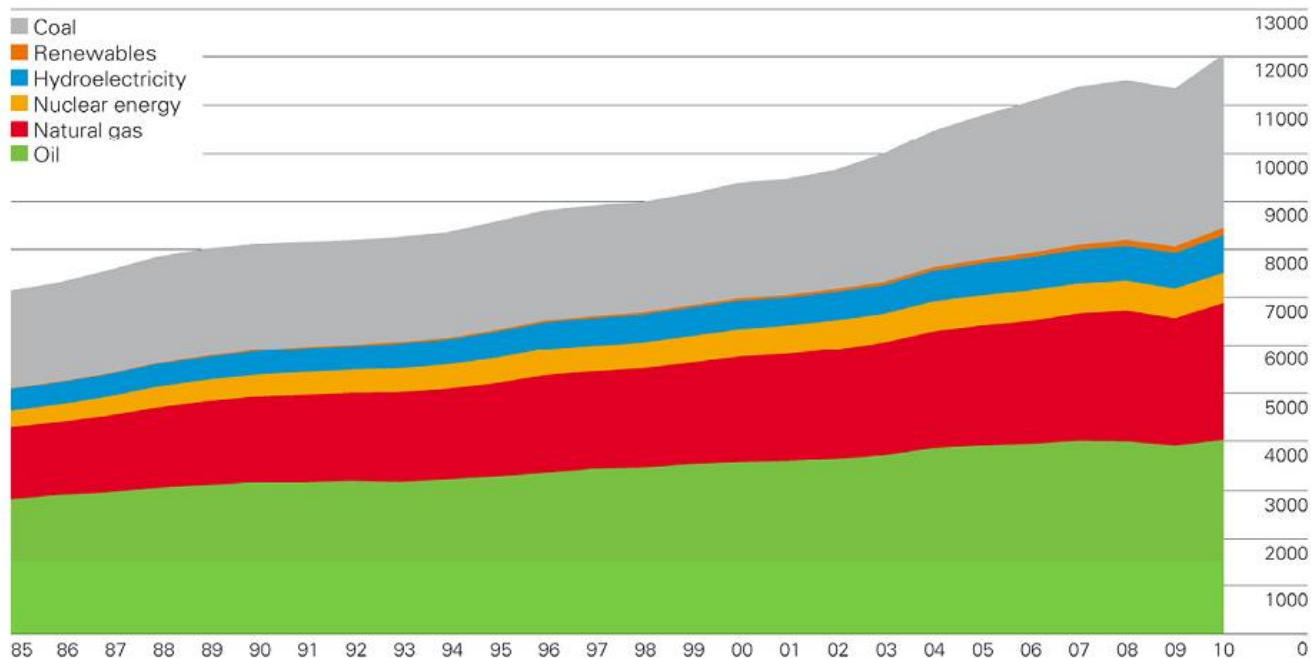
Hozirgi davrda yer kurrasida mavjud barcha energiya resurslarining potentsiali shartli yoqilg‘i birligida quyidagi miqdorlarda baholangan (t.sh.yo.):

- organik yoqilg‘ining kimyoviy energiyasi –  $1,77 \cdot 10^{13}$ ;
- yadro energiyasi –  $0,67 \cdot 10^{14}$ ;
- termoyadro energiyasi –  $1,22 \cdot 10^{17}$ ;
- geotermal energiya –  $1,0 \cdot 10^{14}$ ;
- quyoshning yer kurrasiga tushuvchi energiyasi –  $0,82 \cdot 10^{14}$ ;
- daryolarning energiyasi (bir yillik) –  $0,4 \cdot 10^{10}$ ;
- shamol energiyasi (bir yillik) –  $2,1 \cdot 10^{11}$ ;
- o‘rmonlarning bioenergiyasi (bir yillik) –  $0,5 \cdot 10^{10}$ ;
- oqim energiyasi (bir yillik) –  $0,86 \cdot 10^{14}$ .

Elektr va issiqlik energiyalarini ishlab chiqaruvchi energetika tizimi o‘z taraqqiyoti jarayonida boshqa bir qator tizimlarning ta‘sirida bo‘ladi va aksincha, ularga ta‘sir etadi.

1.4- rasmda Jahon miqyosida 1985-2010 yillar oralig'ida turli energiya resurslaridan foydalanish dinamikasi keltirilgan .

**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- rasm. Jahon miqyosida turli xildagi energiya resurslari iste'molining o'zgarish dinamikasi.

Hozirgi davrda Jahon miqyosida elektr energiyasiga bo'lgan talab har yili 2,6% ga oshib borayotganligini e'tiborga olsak, u holda 2030 yilga borib, talab hozirgi davrdagiga nisbatan ikki baravar oshadi. Elektr energiyasi ishlab chiqarishda ko'mir yoquvchi elektr stansiyalarining ulushi 2006 yilda 40% bo'lgan bo'lsa, 2030 yilga borib bu ko'rsatkich 44% gacha oshishi kutilmoqda. 1.4- rasmda boshqa turdagi energiya resurslari singari ko'mirning jamiyat faoliyatining barcha sohalarida foydalanish miqdorini o'zgarish dinamikasi ham keltirilgan. Ko'mirdan foydalanishning hamon oshib borishiga asosiy sabab hozirgi davrda Osiyoda gazning narxini yuqoriligi va ko'mir zahirasining ko'pligi hisoblanadi. 1976 yildan buyon bir Britan issiqlik birligiga to'g'ri keluvchi yoqilg'ining narxi bo'yicha ko'mir eng qimmat qazilma yoqilg'i hisoblanar edi.

Xitoy 2005 yildan ko‘mirdan foydalanishni 11% miqdorga oshirib borib, 2009 yilda AQShni ortda qoldirib, bu ko‘rsatkich bo‘yicha Jahonda 1- o‘ringa chiqib oldi. 2005-yilning oxiridagi baholashga ko‘ra ko‘mir zahirasi eng ko‘p yoqilgi sifatida 909 mlrd. tonna hisoblanib, undan foydalanishning hozirgi darajasi saqlanib qolganda 164 yilga yetadigan yoqilg‘i turi sifatida baholangan (Xalqaro energetika agentligi, 2006).

AQShda hozirgi davrda ko‘mir yoquvchi elektr stansiyalari umumiy iste‘molning 45% qismini qoplaydi. Bir necha yil ilgari bu ko‘rsatkich 51% yoki taxminan 400 GVt bo‘lib, u 600 ta stansiyada ishlab chiqarilgan. (Vudruf, 2005). 2030 yilga borib elektr energiya ishlab chiqarishda qo‘shimcha umumiy quvvat 750 GVtga yetishi kutilmoqda (Xalqaro energetika agentligi, 2006). Bu qo‘shimcha quvvatning 156 GVt qismi ko‘mir yoquvchi stansiyalarning ulushiga to‘g‘ri keladi. Boshqacha baholashlar bo‘yicha 2030 yilga borib, qo‘shimcha 280 ta 500 MVt quvvatli ko‘mir yoquvchi stansiyalar mavjud bo‘ladi.

Shimoliy Amerikada tabiiy gazning narxini pasayib borishi yana ko‘proq energetik jihatdan samarali va past emissiyali (atrof muhitga chiqariluvchi zararli chiqindilar) stansiyalarni qurish ananasini yaratmoqda. Hozirgi davrda bu an‘ana 2020 yilgacha davom etishi kutilmoqda. Kombinatsiyalangan siklda ishlovchi gaz turbinalariga ega bo‘lgan gaz yoquvchi stansiyalarda 5-7 sent/kVt.soat ko‘mir yoquvchi stansiyalarda esa 4-6 sent/kVt.soat oralig‘ida (Xalqaro energetika agentligi, 2006). Integrallashgan gazlashirilgan siklda ishlovchi elektr stansiyalarini hozircha solishtirish mumkin emas, chunki ulardan foydalanishga asoslangan ko‘plab projeklarga davlat tomonidan subsidi ajratilgan. Elektr energiya ishlab chiqarishning nisbatan past narxi AQShda ko‘mir yoquvchi stansiyalarni boshqa turdagi markazlashgan generatsiyalovchi stansiyalarga nisbatan afzalroq qiladi.

Energetika sistemasini qurish va uning ish sharoitlari bevosita tabiiy faktorlar (masalan, suv xavzalarining mavjudligi, energetika resurslarining geografik joylashuvi va iste‘molchilarning joylashuvi) bilan bog‘liqdir. Biosferaning holati, uni energetika qurilmalarining ishi bilan bog‘liq ifloslanganlik darajasi energetika sistemasining texnik xarakteristikalari va ish holatlariga nisbatan ma‘lum cheklovlarni vujudga keltiradi.



Energetika sistemasini boshqarish faqat uning biosferaga ta'sirini emas, balki yoqilgi bilan ta'minlash sistemasining sotsial funksiyalari, sanoat, transport va boshqa faktorlarning ham ta'sirini e'tiborga olib amalga oshiriladi.

Energetika atrof-muhit va inson salomatligiga salbiy ta'sir etuvchi manbalardan biri hisoblanadi. Shu sababli uning ta'sirini kamaytirish texnologiyalarini ishlab chiqish va joriy etish bugungi kunda ushbu soha olim va mutaxassislari oldida turgan eng dolzarb masalalardan biridir.

### **Energiya resurslaridan foydalanish**

Energiya - tabiat hodisalari, madaniyat va insoniyat hayotining umumiy asosidir. Shu bilan bir qatorda energiya materiya harakati turli ko'rinishlarining miqdoriy ko'rsatkichidir. Turi bo'yicha energiya ximiyaviy, mexanik, elektrik, yadro va h.k. larga bo'linadi. Inson tomonidan foydalanish mumkin bo'lgan energiya resurslari deb ataluvchi moddiy obyektlarda mavjuddir.

Barcha turdagi energiya resurslaridan amaliy ehtiyojlarda juda ko'p miqdorda foydalanuvchilari asosiy energiya resurslari deb yuritiladi. Ularga ko'mir, neft, gaz ka-bi organik yoqilgilar, shuningdek daryolar, dengizlar va okeanlar, quyosh, shamol, yer tubining issiqlik (geotermal) energiyalari kiradi.

Energiya resurslari qayta tiklanuvchi va qayta tiklanmaydigan turlarga bo'linadi. Yangi-lanuvchi energiya resurslariga uzluksiz ravishda tabiat tomonidan tiklanib turuvchi en-ergiya resurslari (suv, shamol va h.k.) kiradi. Yangilanmas energiya resurslariga oldindan tabiatda jamlangan, ammo hozirgi geologik sharoitlarda paydo bo'lmaydigan energiya resurslariga (masalan, ko'mir) kiradi.

Tabiatda bevosita olinuvchi energiya (yoqilgi, suv, shamol, Yerning issiqlik energiyasi, yadro energiyasi va h.k.) birlamchi energiya, uni inson tomonidan maxsus qurilmalarda o'zgartirish natijasida paydo bo'lgan energiya ikkilamchi energiya deyiladi.

O'z nomlanishida elektr stansiyalari foydalanuvchi birlamchi energiya turini ifodalaydi. Masalan, issiqlik elektr stansiyasi (IES) issiqlik energiyasi (birlamchi ener-giya)ni elektr energiyasi (ikkilamchi energiya)ga aylantiradi, shuningdek, gidroelektr stansiyasi (GES) suv energiyasini elektr energiyasiga, atom elektr stansiyasi (AES) atom energiyasini elektr energiyasiga aylantiradi.

Lozim bo'lgan turdagi energiyani olish va u bilan iste'molchilarni ta'minlash energetik ishlab chiqarish jarayonida amalga oshiriladi. Bu jarayonni besh bosqichga ajratish mumkin.

1. Energiya resurslarini olish va konsentratsiyalash: yoqilg'ini qazib olish va tayyerlash, gidrotexnik inshootlar yordamida naporni vujudga keltirish va h.k.

2. Energiya resurslarini ularni o'zgartiruvchi qurilmalarga uzatish: bu quraqlikda va suvda tashish orqali yoki suv, gaz va h.k. larni trubalarda haydash orqali amalga oshiriladi.

3. Birlamchi energiyani ikkilamchi – mavjud sharoitlarda taqsimlash va iste'mol qilish uchun qulay bo'lgan energiya turiga (odatda elektr va issiqlik energiyalariga) o'zgartirish.

4. O'zgartirilgan energiyani uzatish va taqsimlash.

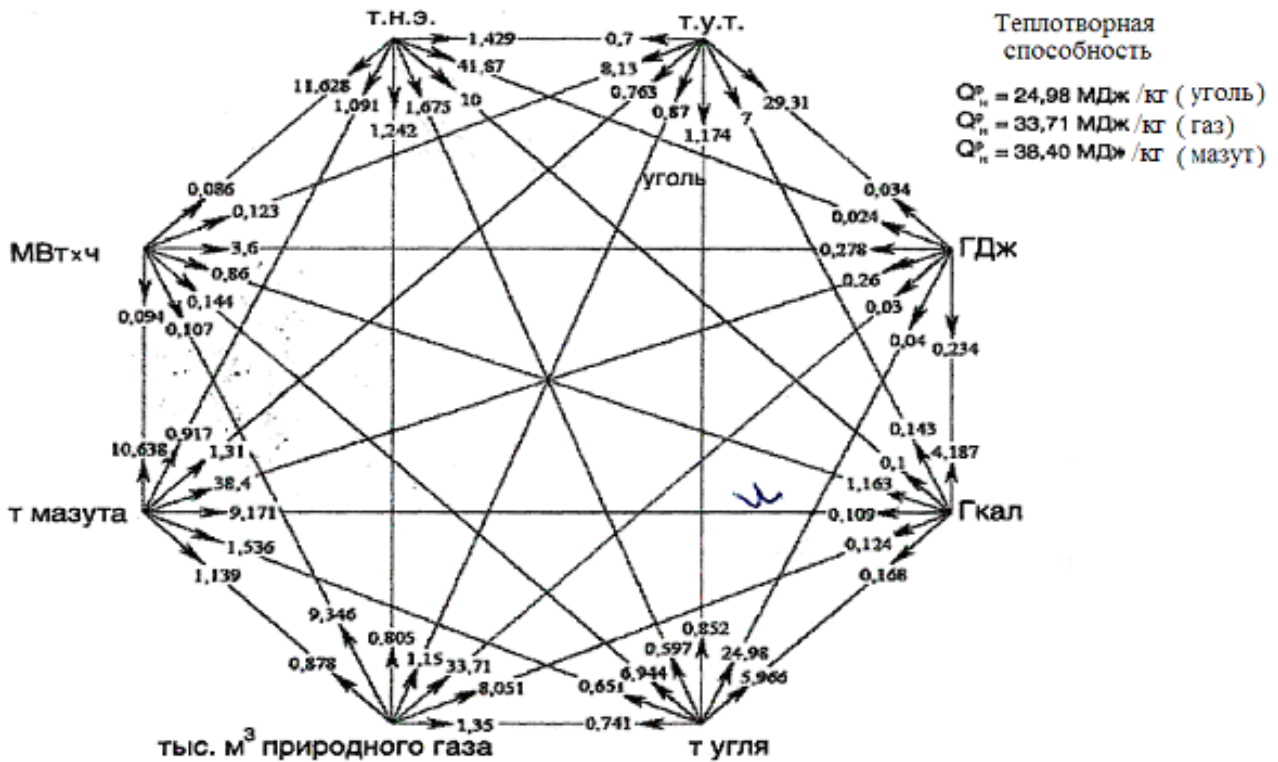
5. Energiyani u uzatilgan va o'zgartirilgan ko'rinishlarda iste'mol qilish.

Agar qo'llaniluvchi birlamchi energiya resurslari energiyasini 100% deb qabul qilsak, unda foydali ish bajaruvchi energiya faqat 35-40% ni tashkil etadi, qolgan qismi isrof bo'ladi. Isrofning asosiy qismi issiqlik energiyasiga to'g'ri keladi.

Energiya isrofi hozirgi davrda mavjud bo'lgan energetik mashinalarning texnik xarakteristikalarini bilan belgilanadi.

Turli energiya resurslari Yer sharining rayonlari, davlatlar va davlatlar ichida nojinsli joylashgan. Ularning ko'p mavjud bo'lgan joylari ko'p iste'mol qilish joylari bilan mos kelmaydi. Masalan Jahonda mavjud neft zahiralarning yarmidan ko'pi Yaqin va O'rta Sharq rayonlarida joylashgan bo'lib, iste'mol bu rayonlarda jahondagi o'rtacha ko'rsatkichga nisbatan 4-5 baravar pastdir.

### **Energetik kattaliklarning ekvivalentlik diagrammasi**



### Energetik ishlab chiqarish jarayonining bosqichlari

7. Energiya resurslarini olish va konsentratsiyalash: yoqilg'ini qazib olish va tayyorlash, gidrotexnik inshootlar yordamida naporni vujudga keltirish va h.k.
8. 2. Energiya resurslarini ularni o'zgartiruvchi qurilmalarga uzatish: bu quruqlikda va suvda tashish orqali yoki suv, gaz va h.k. larni quvurlarda haydash orqali amalga oshiriladi.
9. 3. Birlamchi energiyani ikkilamchi – mavjud sharoitlarda taqsimlash va iste'mol qilish uchun qulay bo'lgan energiya turiga (odatda elektr va issiqlik energiyalariga) o'zgartirish.
10. O'zgartirilgan energiyani uzatish va taqsimlash.
11. Energiyani u uzatilgan va o'zgartirilgan ko'rinishlarda iste'mol qilish.

#### 1.2. Ko'mirdan foydalanish asosida elektr energiyasi ishlab chiqarish

Ko'mir Jahonda eng muhim va elektr energiyasini ishlab chiqarishda eng keng foydalaniluvchi yoqilg'i hisoblanadi. Jahon energetika Kosulining ma'lumotiga ko'ra u talab etiluvchi birlamchi umumiy energiyaning 23% qismini va elektr energiyasi ishlab

chiqarishda foydalaniluvchi birlamchi energiyaning 38% qismini tashkil etadi. 1999 yilda umumiy ko‘mir ishlab chiqarish 434315100 tonnani va uni iste‘mol qilish 4409815000 tonnani tashkil etgan.

Ko‘mirning muhimligi asosiy global iste‘molchilardan olingan ma‘lumotlar asosida aniqlangan. AQShda ishlab chiqariluvchi elektr energiyaning 51% qismi ko‘mir yoquvchi stansiyalar ulushiga to‘g‘ri keladi. Bu suratni 21- asrda ham davom etishi kutilmoqda. Xitoyda 1988 yilda ishlab chiqarilgan elektr energiyaning 65% qismi ko‘mir yoquvchi stansiyalar ulushiga to‘g‘ri kelgan bo‘lsa, 21- asrning boshlanishida mamlakatda ishlab chiqariluvchi elektr energiyaning 75% qismi qazilma yoqilg‘ilar, asosan ko‘mir yoquvchi stansiyalarning ulushiga to‘g‘ri kelgan. Hindistonda ham elektr energiyaning asosiy qismi qazilma yoqilg‘ilardan foydalanish asosida ishlab chiqarilib, o‘rnatilgan quvvatning 71% qismi ko‘mir yoqovchi stansiyalarning ulushiga to‘g‘ri keladi.

Ko‘mirning asosiy jalb etuvchi tomoni uning ko‘p miqdorda mavjudligidir. Uning salmoqli konlari Jahonning ko‘plab qismlarida – AQShdan Janubiy Afrikagacha, Yevropa bo‘ylab, Osiyoning ko‘plab qismlari va Avstraliyada topilishi mumkin. Yaponiya va Tayvanni bu ro‘yxatga kiritib bo‘lmaydi. Bu davlatlar xududida zahiralari cheklangan. Ular juda ko‘p miqdorda ko‘mirni import qiladi. Qit‘alar orasida faqat Janubiy Amerika va Afrika (Janubiy Afrikani hisobga olmaganda) cheklangan resursga ega.

Xalqaro Energetik Konsulning 2001 yilgi energiya resurslarini o‘ranish natijalariga ko‘ra bitumli, yarim-bitumli ko‘mir va lignitning qazib olish imkoni bo‘lgan zahirasi 984453 million tonna (boshqa muqobillari mavjud bo‘lganligi sababli antratsit, toshko‘mir nisbatan kamroq foydalaniladi)ni tashkil etgan. 1.2- jadvalda Jahon miqyosida ko‘mirning turlari (ko‘rinishlari) bo‘yicha mavjud zahiralarning miqdori haqida ma‘lumot keltirilgan□.

**1.2-jadval. Jahon miqyosida mavjud ko‘mir zahiralarning miqdori haqida ma’lumot.**

<b>Xududlar</b>	<b>Bitumli (Bituminozniy)</b>	<b>Yarim-bitumli (polu-bituminozniy)</b>	<b>Tosh ko‘mir (buriy uqol)</b>	<b>Jami</b>
<b>Afrika</b>	55171	193	3	<b>55367</b>
<b>Shimoliy Amerika</b>	120222	102375	35369	<b>257966</b>
<b>Janubiy Amerika</b>	7738	13890	124	<b>21752</b>
<b>Osiyo</b>	179040	38688	34580	<b>252308</b>
<b>Yevropa</b>	112596	119109	80981	<b>312686</b>
<b>O‘rta Sharq</b>	1710	-	-	<b>1710</b>
<b>Okeaniya</b>	42585	2046	38033	<b>82664</b>
<b>Jami</b>	<b>519062</b>	<b>276301</b>	<b>189090</b>	<b>984453</b>

1.2-jadvalda keltirilgan miqdorlar mavjud kuzatish imkoniyatlaridan kelib chiqish asosida aniqlangan bo‘lib, uning haqiqiy miqdori undan ham ortiqdir. Hozirgi davrda ko‘mirdan foydalanishning nisbiy o‘sib borishi saqlanib qolgan holatda bu miqdordagi ko‘mir yana ta’minan 200yilga yetishi baholangan.

Ko‘mir eng arzon qazilma yoqilg‘i hisoblanadi va boshka tomondan elektr energiyani ishlab chiqarishda foydalanish uchun qulaydir. Biroq, uni transportda tashish qimmat hisoblanadi. Shu sababli, ko‘mir yoqo‘vchi stansiyalarni qurish uchun eng yaxshi joy bo‘lib ularni yoqilg‘i bilan ta’minlovchi konlarga yaqin joy sanaladi.

Ko‘mir shuningdek eng iflos qazilma yoqilg‘i hisoblanadi. U yoqilganda, jumladan, ko‘p miqdorda sulfat emissiyasi, azot oksidli emissiyasi va uglerod oksidi

hosil bo‘ladi. Natijada ko‘mirni yoqish natijasida atrof muhitga kata zarar yetkazilishi mumkin.

Shu sabablarga ko‘ra ko‘mirning atrof-muhitga yomon ta‘siri rivojlanib bordi. Biroq 1980 yillardan boshlab, ko‘mir yoquvchi stansiyalarda hosil bo‘luvchi emissiyani nazorat qilish ko‘zda tuila boshlandi. Jahonning barcha joyida yangi ko‘mir yoqish texnologiyalaridan foydalanilgani holda atrof-muhit himoyasi bo‘yicha qat‘iy qoidalarning talablariga javob beradigan ko‘mirdan foydalanuvchi elektr stansiyalarini qurish mumkin bo‘ldi. Sulfat, azot emissiyalari va kislotalarni cheklash texnologiyalaridan kegn va samarali foydalanish yo‘lga quyildi. Navbatdagi muammo bircha qazilma yoqilg‘ilar uchun yonishda hosil bo‘luvchi uglerod ikki oksidini ajratib olish va saqlashning arzon usullarini ishlab chiqishdan iborat bo‘ldi. Ko‘mirni yoqishda bunday gazlar eng ko‘p miqdorda hosil bo‘ladi.

Zamonaviy emissiyani nazorat qiluvchi ko‘mir yoquvchi elektr stansiyalari 1980 yillarning o‘rtalaridan oldingi eski usulda ko‘mirni yoqishga asoslangan stansiyalarga nisbatan qimmatroq hisoblanadi. Shunga qaramasdan ko‘mirdan foydalanish yer sharining barcha joylarida elektr energiyani ishlab chiqarishda eng arzonligicha qolmoqda. Atrof-muhit muhofazasi bo‘yicha cheklovlarning mavjud bo‘lishiga qaramasdan yana ko‘plab asrlar davomida elektr energiya ishlab chiqarishda qazilma yoqilg‘ilardan foydalanishning ulushi salmoqliligicha qolishi kutilmoqda.

### **1.3. Ko‘mirdan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarishning iqtisodiy ko‘rsatkichlari.**

Ko‘mir yoqivchi elektr stansiyalarini qurish haqida qaror yoqilg‘ining mavjudligi, loyihaga ilova qilingan atrof-muhit muhofazasi bo‘yicha talablar va elektr energiyasini ishlab chiqarishning muqobil usullari kabi ko‘plab faktorlarga bog‘liq bo‘ladi. Ko‘mir yoquvchi elektr staniyalari ko‘p hollarda bazaviy yuklamani qoplash maqsadida qurilgan. Shunga qaramasdan hozirgi davrda bir qator zamonaviy stansiyalar va texnologiyalar iqtisodiy jarimalarni kiritmasdan turib, yuklamaga mos holda quvvatini o‘zgartirish imkonini beradi. Umuman, iqtisodiylik ko‘rsatkichi boshqa bazaviy yuklamada ishlovchi generatsiyalash texnologiyalari – gidroelektr stansiyalari,

atom elektr stansiyalari va kombinatsiyalangan siklda ishlovchi gaz yokuvchi elektr stansiyalari kabilar bilan solishtirish asosida aniqlanishi zarur.

Barcha qazilma yoqilg'ilarini yoqish texnologiyalaridagi singari elektr energiyaning narxi generatsiyalovchi stansiyaning qurish narxiga va yoqilg'ining narxiga bog'liq bo'ladi. Ko'mir yoquvchi stansiyalarning narxi gaz turbinali stansiyalarning narxiga nisbatan qimmat bo'lsada, biroq ko'mir odatda gazga nisbatan arzon hisoblanadi. 1.3- jadvalda turli xil ko'mir yoqish texnologiyalaridan foydalanuvchi elektr stansiyalarining uchta man'badan olingan naxlari keltirilgan. Emissiyani nazorat qiluvchi tizimga ega bo'lgan yangi odatdagi stansiyaning narxi tozalashning samaradorligiga bog'liq ravishda o'zgaradi. 1.3- jadvalda keltirilgan baholar azot oksidlari, sulfat ikki oksidi va va boshqa zarralarni AQShda qabul qilingan meyoriy talablar darajasida bo'lgan holat uchun ko'rsatilgan. Albatta, ushbu meyor talablari bo'yicha qo'yilgan cheklovlarning qat'iyilini pastroq bo'lganda narxlar ham pasayishi mumkin.

1.1- jadval. Turli xil ko'mir yoqish texnologiyalaridan foydalanuvchi elektr stansiyalarining uchta manbadan olingan narxlari (\$).

<b>Xududlar</b>	<b>Energetik va iqtisodiy taraqqiyot markazi</b>	<b>Jahon banki</b>	<b>Energetik ma'lumotlar administratsiyasi</b>
<b>Odatdagi IES</b>	1400	-	1079
<b>Atmosfera bosimida qaynovchi qatlam hosil qilib yoqish orqali</b>	1500-1800	1300-1600	-
<b>Yuqori bosimda qaynovchi qatlam hosil qilib yoqish orqali</b>	1250-1500	1200-1500	-

Jadvalda odatdagi ko‘mir yoqish texnologiyasi asosidagi stansiyaning narxi atmosfera bosimida qaynovchi katlam hosil qilib yoquvchi stansiyaning narxidan pasroq ekanligini ko‘rsatadi. Bosim ostida qaynovchi qatlam hosil qilib yoquvchi stansiyaning narxini solishtirish qiyinroq, biroq uning samaradorligini hisobga olsak, bosim ostida qatlam hosil qilib yoquvchi stansiya afzalroq hisoblanadi. Integrallashgan gazlashtirilgan kombinatsiyalashgan sikldagi elektr stansiyasi ham odatdagi stansiyalarga nisbatan qimmatroq bo‘lsada, bu yerda uzoq vaqt davomida ishlab chiqariluvchi elektr energiyaning darajalangan narxi e‘tiborga olinganda samaradorlik salmoqli o‘rinni egallaydi.

Energetik ma‘lumotlar administratsiyasi (EIA) ko‘mir yoquvchi stansiyalar uchun yillik ishlatish va ta‘mirlash xarajatlarini baholash natijalarini e‘lon qilgan. Uning purkovchi stansiyalar uchun ishlatish va ta‘mirlash xarajatlarining o‘rnatilgan bahosi \$22/kVt va o‘zgaruvchan baxosi \$3,25/kVt.soat ekanligini ko‘rsatadi. Integrallashgan gazlashtirilgan kombinatsiyalangan siklda ishlovchi elektr stansiyalari uchun yillik ishlatish va ta‘mirlash xarajatlarining o‘rnatilgan bahosi \$24,2/kVt va o‘zgaruvchan bahosi \$1,87/kVt.soat ni tashkil etadi.

Ko‘plab rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlarda elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun purkovchi ko‘mir yoquvchi qozonlar ishlab chiqariladi. Eng samarali bug‘ turbinalari hamon AQSH, Yevropa va Yaponiyadagi taniqli ishlab chiqaruvchilar tomonidan ishlab chiqilsada, bugungi kunda uni ishlab chiqarish ham ko‘plab mamlakatlarda yo‘lga qo‘yilgan.

Ko‘mir zaxiralariga ega bo‘lmagan davlatlar ularni import qilishga majburdir. Jahon miqyosida ko‘mirning narxi 994 yildan osha boshladi va 1995 yilning uchinchi kvartalida pik darajasiga erishib, \$45/tonna ni tashkil etdi. 1997 yilning o‘rtalariga kelib u tusha boshlab \$40/tonna ga keldi va 2000 yilda \$33/tonna atrofida edi. Baholashlar \$45-50/tonna miqdoridagi narx yangi konlarda ochish uchun zarur bo‘lishini ko‘rsatadi. Biroq sotib oluvchilar nisbatan kam va ta‘minlovchilar ko‘p bo‘lgan sharoitda ko‘mirning narxida salmoqli darajada o‘zgarish bo‘lishi mumkin.



#### **1.4 Tabiiy gazdan foydalanish asosida elektr energiyasi ishlab chiqarish**

Ko'mir va mazut yoquvchi elektr stansiyalaridan tabiiy gaz yoquvchi elektr stansiyalariga o'tish global fenomenon darajastga erishdi. Bu gaz ishlab chiqarish va iste'mol statistikasida o'z aksini topdi. Jahon Energetik Kosulining ma'lumotiga ko'ra 1996 va 1999 yillar orasida tabiiy gaz ishlab chiqarish 4,1%ga oshgan. 1999 yilda Xitoyda gazdan foydalanish 10,9% ga, Osiyo-Tinch Okeni xududida esa 6,5% ga oshgan. Afrikaning gaz iste'moli 9,1% ga oshgan.

Energetik ma'lumotlar administratsiyasi (EIA)ning ma'lumotlariga ko'ra 2001 yilda tabiiy gaz iste'moli bo'yicha AQSH jahonda birinchi o'ringa ko'tirilib, undan keyingi o'rinlarda Rossiya, Germaniya, Buyuk Britaniya va Kanada bo'ldi. Gazning asosiy ishlab chiqaruvchilari Rossiya va AQSH bo'lib, 2001 yilda ularning birgalikdagi ulushi yillik ishlab chiqarilgan gazning 44% qismini tashkil etdi. Bu ko'rsatkich bo'yicha ulardan keyingi o'rinarni Kanada, Buyuk Britaniya va Jazoir egalladi.

Yevropada tabiiy gazdan foydalanish keyingi ikki dekada davomida dramatik tarzda oshib bordi Yevrogaz ma'lumotlariga ko'ra butun Yevropa bo'yicha 2000 yilda 332 mln. tonna neft ekvivalenti miqdorida gaz iste'mol qilgan bo'lib, 2020 yilga borib bu ko'rsatkich 471 mln. tonna neft ekvivalentiga yetishi, ya'ni 42%ga oshishi kutilmoqda. 2000 yilda Yevropada asosiy iste'molchilar bo'lib Buyuk Britaniya, Germaniya, Italiya, Fransiya va nederlandiya hisoblandi. Ulardan faqat Buyuk Britaniya va Niderdandiya salmoqli miqdorda gaz ishlab chiqargan. Qolgan davlatlar iste'mol qilgan gazning asosiy qismini import qilishgan.

Albatta, bu gazning hammasi elektr stansiyalarida yoqilmagan bo'lsada, uning ulushi salmoqli miqdorni tashkil etgan. Masalan, AQShda 2001 yilda iste'mol qilingan gazning 20% qismi elektr stansiyalarida yoqilgan. Yuqorida aytib o'tilganidek, gaz turbinalari arzon va ular tez ishga tushirilishi mumkin bo'lib, atrof-muhitga ta'sir nisbatan kam. Tabiiy gaz yoqilganda atmosferaning ifloslanishi ko'mir yoki mazut yoqilgan holatlagiga nisbatan kam bo'ladi.

Gaz sanoatida gazni toza yoqilg'i sifatida baholab, biroq undan to'xtash oraliqlarida foydalanish eng yaxshi deb baholashgan edi. Kelajak energetikasi qayta

tiklanuvchan energiya manbalariga asoslanishi zarur, biroq gaz qayta tiklanuvchan emas. Muhim jihati, jahonda gaz bilan ta'minlash imkoniyati cheklanganligidir.

1.4-jadval keltirilgan ma'lumotlar ko'rsatadiki, hozirgi davrdagi gazdan foydalanishning oshib borish darajasi saqlanib qolgan holatda uning jahonda mavjud zahirasi yana 60 yilga yetadi.

1.4-jadvalda Jahon energetika konsulining 2001 yilda amalga oshirgan energiya resurslarini baholashiga ko'ra aniqlangan turli xududlarda tabiiy gaznang olish mumkin bo'lgan zahirasi miqdorlari keltirilgan.

#### **1.4-jadval. Jahonning turli xududlarida tabiiy gaz zahirasi baholangan miqdori.**

Shimoliy Amerika va G'arbiy Yevropa o'zlarining aniqlangan zahiralarini avaylab ishlatadi. 1999 yilda gaz ishlab chiqarish darajasi saqlanib qolgan taqdirda AQSH o'z zahasini 9 yilda tugatib ulguradi. Biroq baholangan zahiralar nonormalligicha qolgani holda bu unchalik tez sodir bo'lmaydi degan xulosaga asos bo'lishi mumkin. G'arbiy Yevropada Niderlandiya va Norvegiyada yetaricha zahira mavjud. Buning ustiga G'arbiy Yevropa o'zidagi gaz iste'molini qoplash uchun gazni Rossiya va Jazoidan import qiladi. Energetik xavfsizlik nuqtai nazaridan ushbu holat kelajakda xavfli bo'lishi mumkin deb baholangan.

#### **Tabiiy gazdan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarishning iqtisodiy ko'rsatkichlari**

<b>Xududlar</b>	<b>Gaz zahirasi (mlrd. kub. m.)</b>	<b>Zahirani yetish vaqti (yil)</b>
<b>Afrika</b>	11400	69
<b>Shimoliy Amerika</b>	7943	9
<b>Janubiy Amerika</b>	6299	63
<b>Osiyo</b>	17106	52
<b>Yevropa</b>	53552*	58
<b>O'rta Sharq</b>	53263	>100
<b>Okeaniya</b>	1939	46
<b>Jami</b>	151552	58

Elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun tabiiy gazdan foydalanish kritik jihatdan gazning narxiga bogʻliq. Tabiiy gaz koʻmir va boshqa elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalaniluvchi qazilma yoqilgʻiga nisbatan qimmat yoqilgʻi hisoblanadi. Biroq koʻmir yoquvchi stansiyaning kapital narxi gaz yoquvchi stansiyanikiga nisbatan salmoqli darajada katta hisoblanadi. Ushbu holatlarni eʼtiborga olgan holda har bir stansiya uchun butun faoliyati davomida yoqilgʻining umumiy narxi koʻmir yoki gaz arzon elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun arzonligi bilan belgilanadi.

Amaldagi gaz narxi tez-tez neftning narxiga juda yaqin aʼloqada boʻladi, gaz sanoatini boshqarishning oʻzgarishi Buyuk Britaniya singari ayrim davlatlarda bunday aʼlqani buzgan boʻlishiga qaramasdan. Bunday aʼloqa mavjudligining sabablaridan biri koʻplab gaz yoquvchi elektr stansiyalarida mazut yoqilishi mumkinligi va gaz qimmat boʻlib qolgan taqdirda ularning gazga oʻtish imkoniyatining mavjudligidir. Bu tabiiy gazning narxida yuqori chegarani belgilaydi.

1.5-jadvalda ayrim davlatlarda 1997 va 2002 yillar oraligʻida elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalaniluvchi gazning yillik oʻrtacha narxi keltirilgan. Bu yer sharida gazning narxi qanday ekanligini koʻrsatadi. Jadvaldagi oxirgi baho (narx) butun 6 yil davomidagi stabil hisoblanadi. Biroq AQSH 2000 va 2001 yillarda elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun gazning narxining darajasi eng yuqori ekanligini koʻrsatadi.

1.5-jadval. Elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun gazning narxi (\$/GJ birligida).

<b>Davlatlar</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
Finlandiya	3,06	2,87	2,58	2,70	2,61	2,61
Germaniya	3,78	3,51	3,35	3,66	-	-
Tayvan	6,10	5,23	4,83	5,88	5,86	-
Buyuk Britaniya	2,94	3,01	2,75	2,51	2,65	1,94
AQSH	2,63	2,25	2,44	4,11	4,42	3,42

Bu yerda gaz bilan taʼminlashning pastligi suyultirilgan tabiiy gazning import qilish imkoniyatini cheklanganligidir. Sultirilgan tabiiy gazning narxi quvurlashtirilgan

gazning narxidan yuqori hisoblanadi. Chunki bunda sultirish, transportirovka va qayd etish xarajatlari e'tiborga olinadi. Bu 1.5- jadvalda Tayvan uchun gazning narxi misolida tasvirlangan. Narx shunday yuqori bo'lishiga karamasdan u Yaponiya, Tayvan va Janubiy Koreya singari davlatlarda qo'llanilib kelinmoqda. 1999 yilda eksport qilingan tabiiy gazning 25% qismi suyultirilgan tabiiy gaz bo'lgani holda uning ham 75% qismi Osiyo-Tinch okeani xududiga jo'natilgan.

### Kombinatsiyalangan siklda ishlovchi bug-gaz IESlarning va narxlari

Davlatlar (IESlar)	Quvvati (MVt)	Umumiy narxi (mln. \$)	Solishtirma narxi (\$/kVt)	Ishga tushirilgan yili
Buyuk Britaniya (Tesayd)	1875	1200	640	1993
Bangladesh (Selhet)	90	100	1110	1995
Hindiston (Jegurupadu)	235	195	830	1996/1997
Malayziya (Lumet)	1300	1000	770	1996/1997
Indoneziya (Muara tavar)	1090	733	670	1997
Buyuk Britaniya (Satton Bridj)	790	540	680	1999
Vyetnam (Fu May 3)	715	360	500	2002
AQSH (Posam point)	550	370	670	2003
Jazoir	723	428	590	2006
Pokiston	775	543	700	-

### Kogeneratsion siklda ishlovchi IESlarning solishtirma narxlari

Blokning turi	Solishtirma narxi (\$/kVt)	EEni tan narxi(\$/kVt.soat)
Dizel motorli	800-1500	0,005-0,008
Gaz motorli	800-1500	0,007-0,015
Bug' turbinali	800-1000	0,004
Gaz turbinali	700-900	0,002-0,008
Mikro turbinali	500-1300	0,002-0,010
Yoqilg'i panelli	3000 dan ortiq	0,003-0,015

### Yirik dizel motorli elektr stansiyalarining iqtisodiy ko'rsatkichlari

Loyoxa ,davlat	Quvvati (MVt)	Umumiy narxi (mln. \$)	Solishtirma narxi (\$/kVt)	Ishga tushirilgan yili
Ko'hinur energiya, Pokiston	120	140	1167	1997
Gul Ahmed energiya, Pokiston, Yamayka	125	138	1104	1997
Energiya hamkorlar	76	96	1263	-
APPL, Shri Lanka	51	63	1235	1998
AyPi, Tanzaniya	100	114	1140	1998
Kipeyu, Keniya	74	84	1135	2002

### Turli IESlarda energiyani o'zgartirish samaradorligi

IESning turi	Samaradorligi, %
Ko'mir odatdagi usulda yoqiluvchi IES	38-47
Ko'mir yuqori bosim ostida qaynovchi qatlam hosil qilib yoqiluvchi IES	45
Gaz turbinali IES	30-39
Bug'-gaz turbinali IES	59

## Jahon miqyosida gidroenergiya zahiralari

Xududlar	Nazariy maksimal energiya (TVt.soat/yil)	Texnik foydalanish mumkin bo'lgan energiya (TVt.soat/yil)
Afrika	3876 dan ortiq	1888 dan ortiq
Shimoliy Amerika	6818	1668 dan ortiq
Janubiy Amerika	6891	2792 dan ortiq
Osiyo	16443	4875 dan ortiq
Yevropa	5392	2706 dan ortiq
O'rta Sharq	688	218 dan oshmaydi
Okeaniya	596	232 dan ortiq
Jami	40704 dan ortiq	14379 dan ortiq

## GESlarning umumiy quvvati

Xududlar	Umumiy quvvat (MVt)
Afrika	20170
Shimoliy Amerika	160133
Janubiy Amerika	106277
Osiyo	174076
Yevropa	214368
O'rta Sharq	4185
Okeaniya	13231
Jami	692420

## Jahon miqyosida shamol energiya resursining taqsimlanishi

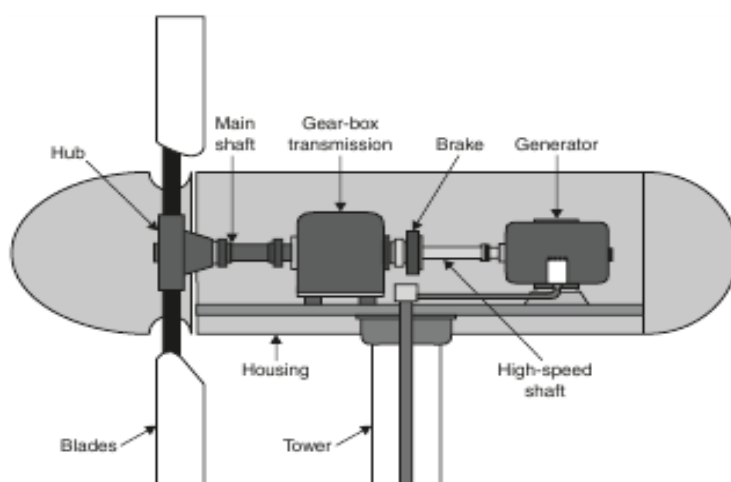
Xududlar	Foydalanish mumkin bo'lgan zahira (TVT.soat/yil)
G'arbiy Yevropa	4800

Shimoliy Amerika	14000
Avstraliya	3000
Afrika	10600
Lotin Amerikasi	5400
Sharqiy Yevropa va MDH xududi	10600
Osiyo	4600
Jami	53000

### Yevropada shamol energiyasi resursining taksimlanishi

Davlatlar	Yillik resurs (TVt.soat)	Potensial quvvati (MVt)
<b>Avstriya</b>	<b>3</b>	<b>1500</b>
<b>Belgiya</b>	<b>5</b>	<b>2500</b>
<b>Daniya</b>	<b>10</b>	<b>4500</b>
<b>Finlandiya</b>	<b>7</b>	<b>3500</b>
<b>Fransiya</b>	<b>85</b>	<b>42500</b>
<b>Germaniya</b>	<b>24</b>	<b>12000</b>
<b>Buyuk Britaniya</b>	<b>114</b>	<b>57000</b>
<b>Gretsiya</b>	<b>44</b>	<b>22000</b>
<b>Irlandiya</b>	<b>44</b>	<b>22000</b>
<b>Italiya</b>	<b>69</b>	<b>34500</b>
<b>Lyuksemburg</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Gollandiya</b>	<b>7</b>	<b>3500</b>
<b>Norvegiya</b>	<b>76</b>	<b>38000</b>
<b>Portugaliya</b>	<b>15</b>	<b>7500</b>
<b>Ispaniya</b>	<b>86</b>	<b>43000</b>
<b>Shvetsiya</b>	<b>41</b>	<b>20500</b>

## Shamol turbinasi blokining umumiy kurinishi



## Shamol elektr stansiyalarining iqtisodiy ko'rsatkichlari

Shamol elektr stansiyalarining solishtirma narhi:

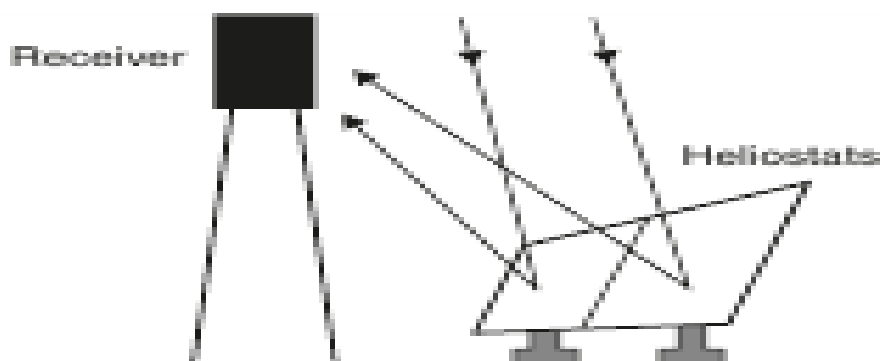
1300-1800 \$/kVt;

Shamol elektr stansiyalarida ishlab chiqariluvchi elektr energiyaning tan narhi:

- shamolning tezligi 10 m/s bo'lganda: 0,03 \$/kVt.soat
- shamolning tezligi 5 m/s bo'lganda: 0,08 \$/kVt.soat

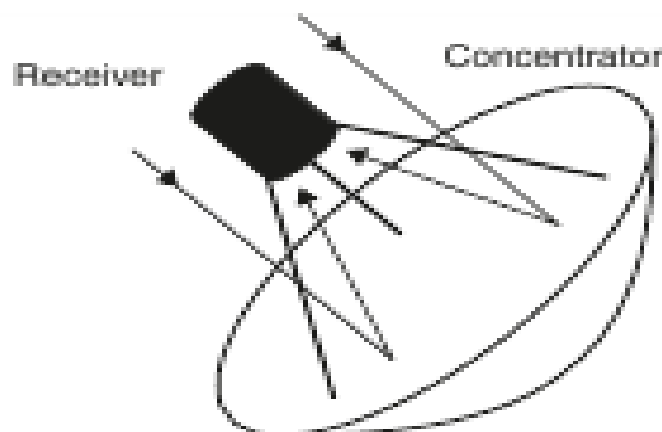
Prognozlarga ko'ra 2020 yilga borib tan narxning bu qiymatini 24% ga kamayishi kutilmoqda.

## Minorali issiqlik almashtirgichlardan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarish



## Botik kollektorlardan foydalanib elektr energiyasi ishlab chikarish





### **Nazorat savollari:**

1. Butun Jahon miqyosida energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolarini aytib bering;
2. Jahon miqyosida turli energiya resurslaridan foydalanish tendensiyalari va muammolarini aytib bering.
3. Jahon miqyosida qumir yoquvchi stansiyalarning iqtisodiy ko'rsatkichlarini baholang.
4. Jahon miqyosida tabiiy gaz yoquvchi stansiyalarning iqtisodiy ko'rsatkichlarini baholang.
5. Jahon miqyosida qayta tiklanuvchan energiya man'alaridan foydalanib ishlovchi elektr stansiyalari va qurilmalarining texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlarini baholang.
6. Elektr energiyasini uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish jarayonida energetik samaradorlikni oshirish usullarini aytib bering.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. John R. Fanchi with Christoper J. Fanchi. Energy in the 21st Century. 2nd 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. Janeza Trdine 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 ressisan 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.

## **2-mavzu: O‘zbekiston Respublikasi energetikasining holati va muammolari.**

### **Reja:**

1. O‘zbekiston Respublikasida elektr energiyasini ishlab chiqarishning masshtablari va keyingi istiqbollari
2. O‘zbekiston Respublikasida elektr energiyasini ishlab chiqarishning masshtablari.

**Tayanch so‘z va iboralar:** Energetika, energiya, energiya resursi, qayta tiklanuvchan energiya resursi, birlamchi va ikkilamchi energiya, ekologiya, energiya ishlab chiqarish, energetikaning rivojlanish tendensiyasi, energetik balans.

### **O‘zbekiston Respublikasida elektr energiyasini ishlab chiqarishning masshtablari va keyingi istiqbollari.**

Yuqori darajadagi texnik taraqqiyot va u bugungi kunda erishgan yutuqlarni sifat jihatidan yangi turdagi energiyadan, xususan elektr energiyasidan foydalanmasdan ta’minlab bo‘lmas edi. Elektr energiyasi hozirgi davrda insoniyat hayotida keng foydalanilmoqda. U sanoatda va qishloq xo‘jaligida turli mexanizmlarni harakatga keltirishda, bevosita texnologik jarayonlarda, transportda va madaniy-maishiy hayotda keng qo‘llaniladi. Zamonaviy a’loqa vositalari – telefon, telegraf, radio, televediiya kabilarning ishlashi ham elektr energiyasidan foydalanishga asoslangan. Elektr energiyasiz kibernetika, hisoblash texnikasi, kosmik texnikasi kabilarni rivojlantirish mumkin bo‘lmas edi. Elektr energiyaning asosiy samarali xususiyati shundan iboratki, u uzoq masofaga oson uzatilishi va nisbatan sodda va kam isrof bilan boshqa turdagi energiya-

larga o'zgartirilishi mumkin. Elektr energiyasi hozirgi davrda insonlar tomonidan eng ko'p foydalaniladigan energiya turidir.

Yuqoridagi sabablarga ko'ra elektr energetikasining taraqqiyotiga butun jahonda, shu jumladan bizning mamlakatimizda juda katta e'tibor qaratilgan.

### **O'zbekiston energetikasining rivojlanish tarixi**

1914 yilda Turkiston energetika ho'jaligining quvvati 20 ming ot kuchidan ortiqroq bo'lib, mavjud 51 ta elektr stansiyalardagi umumiy elektr motorlarining soni 500 tadan oshmas edi.

1917 yilga kelib hozirgi O'zbekiston Respublikasi xududidagi elektr stansiyalarning umumiy quvvati 3 ming kVt ni tashkil qilib, ularda bir yilda 3,3 mln. kVt.soat elektr energiyasi ishlab chiqarilgan.

O'zbekiston energetikasi taraqqiyotida Turkiston o'lkasini elektrlashtirish rejasi-ning tuzilishi qatta ahamiyat kasb etdi. 1923 yil Toshkent shahri chekkasidan o'tuvchi Bo'zsuv kanalida gidroelektr stansiyasi (GES)ning qurilishi boshlandi. 1926 yil O'zbekiston energetikasida birinchi – o'sha vaqtda O'rta Osiyoda eng katta bo'lgan 2 ming kVt quvvatli Bo'zsuv GESining birinchi navbati ishga tushirildi.

O'zbekiston energetika tizimi tuzilgan paytda (1934 y.) Respublikada elektr energiyasi quvvatining o'sishi asosan Chirchiq-Bo'zsuv yo'nalishidagi umumiy quvvati 180 ming kVt bo'lgan ketma-ket qurilgan gidroelektr stansiyalari hisobiga to'g'ri keldi.

1939 yilda Qizilqiya ko'mir havzasi negizida Quvasoy Davlat rayon elektr stansiyasi (DRES) ning 12 MVt quvvatli kondensatsion turbina agregati va Toshkent to'qimachilik kombinati issiqlik elektr stansiyasining 6 MVt quvvatli ikkita turbinasi ishga tushirildi.

Elektr stansiyalarining qurilishi va sanoat korxonalarining rivojlanishi magistral elektr tarmoqlarini qurish zaruratini keltirib chiqardi. Qodir GES ining ishga tushirilishi bilan bir vaqtning o'zida Respublikada birinchi bo'lib undan Toshkent shahriga elektr energiyasini uzatuvchi 35 kV kuchlanishli ikki zanjirli liniya foydalanishga topshirildi.

1939-1940 yillarda 110 kV kuchlanishli havo liniyalari Quvasoy DRESini Andijon shahri bilan, Tavoqsoy GESini Chirchiq shahri bilan bog'ladi.

Vatan urushi yillarida Toshkent shahri atrofini bog'lovchi 35 kV kuchlanishli xalqasimon havo liniyasi qurib bitkazildi, shimoliy sanoat rayonini elektr energiya bilan ta'minlash uchun katta quvvatli "Severnaya" podstansiyasi qurildi.

1943 yilda Sirdaryo daryosida qurila boshlagan 125 ming kVt quvvatli Farxod GESi kimyo sanoatini rivojlantirish va sug'oriladigan yerlarni suv bilan ta'minlash imkonini berdi. O'zbekiston va qo'shni respublikalarning 700 ming gektardan ortiqroq yerlarini o'zlashtirishga imkon beruvchi suv to'g'onlari qurildi.

Angren ko'mir havzasini o'zlashtirilishi ikkita issiqlik elektr stansiyasi – 600 ming kVt quvvatli Angren IES va Olmaliq issiqlik elektr markazi (IEM)ni qurishga asos bo'ldi.

1972 yil Sirdaryo IESida O'rta Osiyoda birinchi eng katta kritik parametrlarda (bug' bosimi 240 atm., harorati 5450S) ishlovchi 300 ming kVt quvvatli energetika bloki ishga tushirildi. Hozirgi paytda Sirdaryo IESda 10 ta shunday quvvatli bloklar ish-lamoqda.

Hozirgi paytga kelib o'rnatilgan uskunalar quvvatlarining yig'indisi 14,0 mln. kVtdan ortiqroq bo'lgan 37 ta issiqlik va gidroelektr stansiyalarni o'z ichiga olgan O'zbekiston energetika tizimi asosini yirik elektr stansiyalari, shu jumladan, Sirdaryo (3,0 mln. kVt), Yangi-Angren (2,1 mln. kVt), Toshkent (2.07 mln. kVt) va Navoiy (1,68 mln. kVt) issiqlik elektr stansiyalari tashkil etadi (1.3- rasm). Ushbu elektr stansiyalarda birlik quvvati 150 – 300 ming kVt bo'lgan 30 dan ortiq zamonaviy energetika bloklari o'rnatilgan. Birlik quvvati Markaziy Osiyoda eng katta 800 ming kVt bo'lgan Tollimarjon issiqlik elektr stansiyasi mustaqillik yillarida ishga tushirilib, keyinchalik yana ikkita 450 ming kVt quvvatli bug'-gaz qurilmali bloklar hisobiga umumiy quvvati 1700 ming kVtga yetkazildi. O'zbekiston Respublikasida bugungi kunda ishlayotgan issiqlik elektr stansiyalari va ularning o'rnatilgan quvvatlari haqida ma'lumotlar 2.1-jadvalda keltirilgan.

## 2.2. O‘zbekiston Respublikasida elektr energiyasini ishlab chiqarishning masshtablari.

Hozirgi davrda O‘zbekiston Respublikasidagi mavjud

elektr stansiyalarining o‘rnatilgan quvvati: 14278,2 MVt

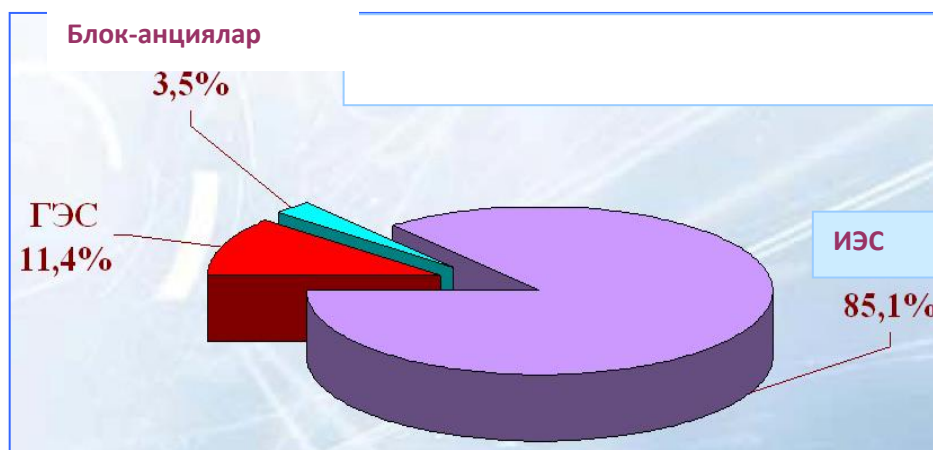
shu jumladan:

Issiqlik elektr stansiyalari 12400,0 MVt

Gidroelektr stansiyalar: 1444,7 MVt

Blok-stansiyalar: 433,5 MVt

O‘zR energetika tizimida hozirgi davrda mavjud elektr stansiyalari o‘rnatilgan quvvatlarining tuzilmasi 2.1- rasmda tasvirlangan.



2.1.- rasm. O‘zbekiston Respublikasida mavjud elektr stansiyalari o‘rnatilgan quvvatlarining tuzilmasi

2.1-jadval

### O‘zbekiston Respublikasining issiqlik elektr stansiyalari

Stansiya	O‘rnatilgan quvvat, MVt
Sirdaryo IES	3000,0
Yangi-Angren IES	2100,0
Toshkent IES	1860,0
Navoi IES	1850,0
Taxiatosh IES	730,0
Farg‘ona IEM	330,0
Angren IES	484,0

Muborak IEM	60,0
Toshkent IEM	30,0
Tollimarjon IES	1700

Gidroelektr energetikasi O‘zbekiston Respublikasi energetika vazirligi tizimidagi bir nechta unchalik katta bo‘lmagan quvvatli GES kaskadlari bilan belgilanadi. Bulardan O‘rta-Chirchiq GESlar kaskadi tarkibiga kirib, suv omborlariga ega bo‘lgan 620 ming kVt quvvatli Chorbog‘ va 165 ming kVt quvvatli Hojikent GESlari asosan quvvat balansini rostlovchi stansiyalar sifatida faoliyat ko‘rsatadi. Qolgan GESlarning ish holatlari esa xavzadan oqib o‘tuvchi suv miqdori bilan belgilanadi. Bugungi kunda O‘zbekiston Respublikasida mavjud GESlarning umumiy o‘rnatilgan quvvati 1419 kVtni tashkil etadi.

O‘zbekistonning energetika tizimi Turkmaniston, Tojikiston, Qirgiziston va Janubiy Qozog‘iston energetika tizimlari bilan tutashgan bo‘lib, Markaziy Osiyo xalqaro Birlashgan energetika tizimining asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi.

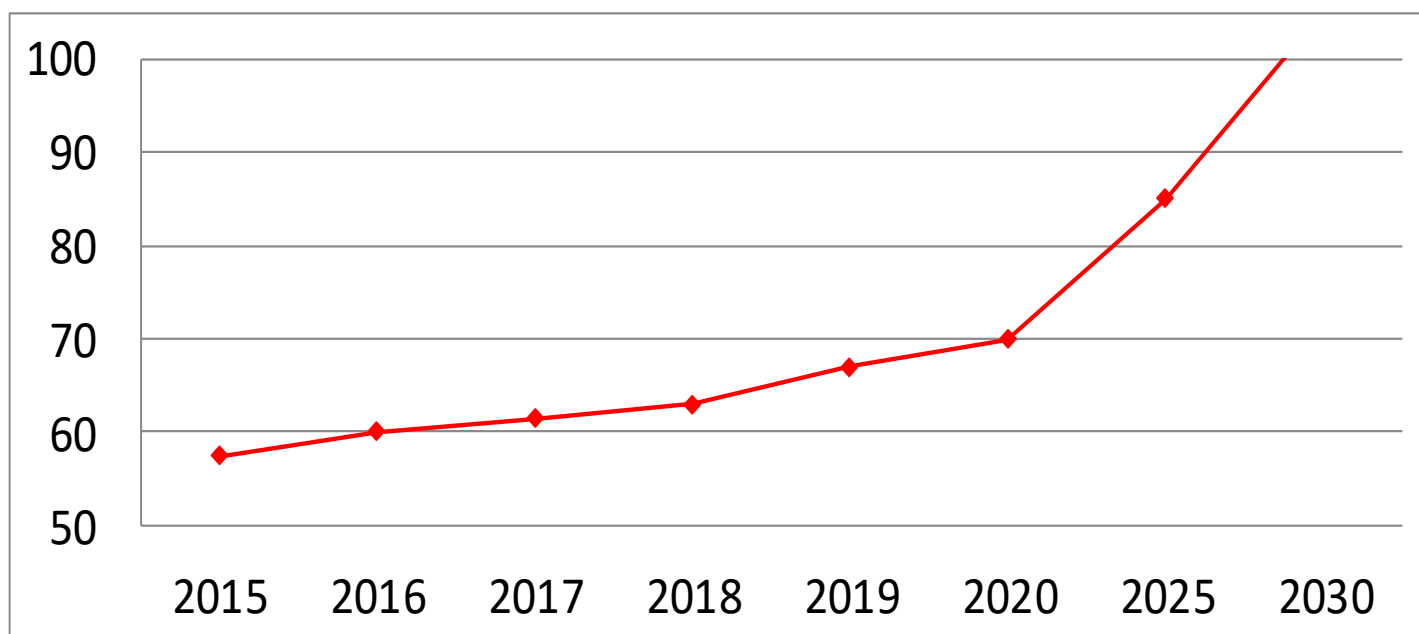
Ko‘p miqdorda ishlab chiqariluvchi elektr energiyani masofaga samarali uzatish va iste‘molchilarga taqsimlash turli kuchlanishdagi elektr uzatish liniyalaridan foydalanishni taqazo etadi. Hozirgi davrda O‘zbekiston Respublikasidagi barcha nominal kuchlanishli elektr uzatish liniyalarining umumiy uzunligi taxminan 243 ming km bo‘lib, jumladan, 500 kV kuchlanishli liniyalar 2,5 ming km, 220 kV kuchlanishli liniyalar 5,1 ming km, 35-110 kV kuchlanishli liniyalar 64 ming km va 0,4-10 kV kuchlanishli liniyalar 171,4 ming km ni tashkil etadi.

Kelajakda xalq xo‘jaligining taraqqiy etib borishi bilan hamohang tarzda Respublikamiz energetikasi ham yanada yuqori jadallikda rivojlanib boradi. 2.2- jadvalda O‘zRda 2020 yilgacha elektr energiyani ishlab chiqarish va iste‘mol qilish balansi dinamikasining ssenariysi tasvirlangan.

**O‘zRda elektr energiyani ishlab chiqarish va iste’moli balansining ssenariysi**  
(MVt.soat)

Balansning tashkil etuvchisi	2010 y., amalda	2015 y.	2020 y.
1. EE iste’moli	50747,0	56000,0	64900,0
2. EE eksporti	1164,0	900,0	1800,0
3. EE ishlab chiqarish shu jumladan:	51911,0	56900,0	66700,0
3.1. «O‘zbekenergo» DAK shu jumladan	50057,0	52315,0	62115,0
3.1.1. IES	43508,0	46568,0	53442,0
3.1.2. GES	6549,0	5746,0	8352,0
3.1.3. NQTE	-	-	321,0
3.2. Blokstansiyalar	1834,0	4585,0	4585,0

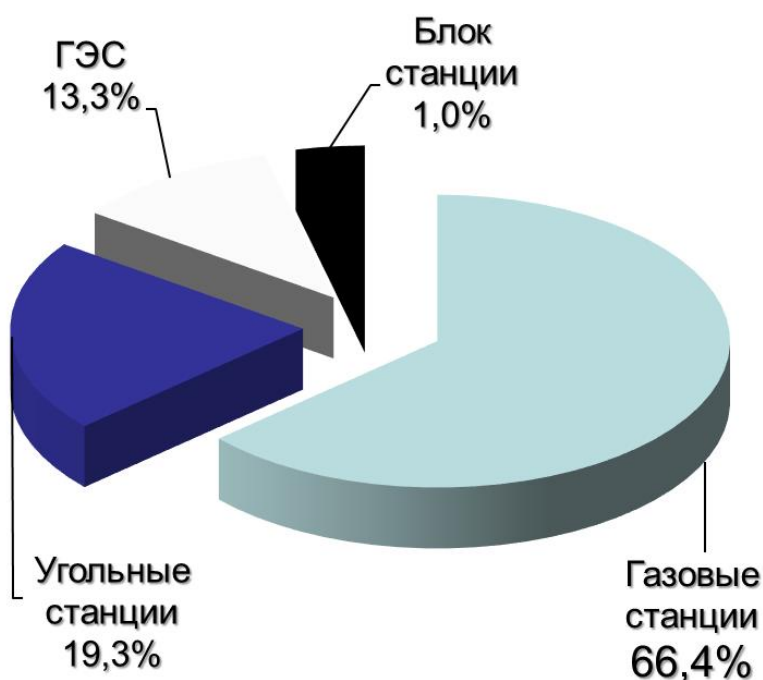
**2015-2030 yillarga O‘zRda elektr energiya iste’molining bashorati**



O'zbekiston Respublikasining elektr stansiyalari	O'rnatilgan quvvat, %	2017 yilning I yarmida elektr energiyasi ishlab chiqarish, %
O'zbekiston bo'yicha:	100	100
1. «Uzbekenergo» AJ (7 ta IES i 3 ta IEM) shu jumladan: - IESlar (7 ta IES) - IEMlar (3 ta IEM)	85,7 82,8 2,9	85,6 83,8 1,8
2. «Uzgidroenergo» AJ (37 ta GES)	13,3	13,3
3. Blok-stansiyalar (UGXK i AGMK)	1,0	1,1

O'rnatilgan quvvat

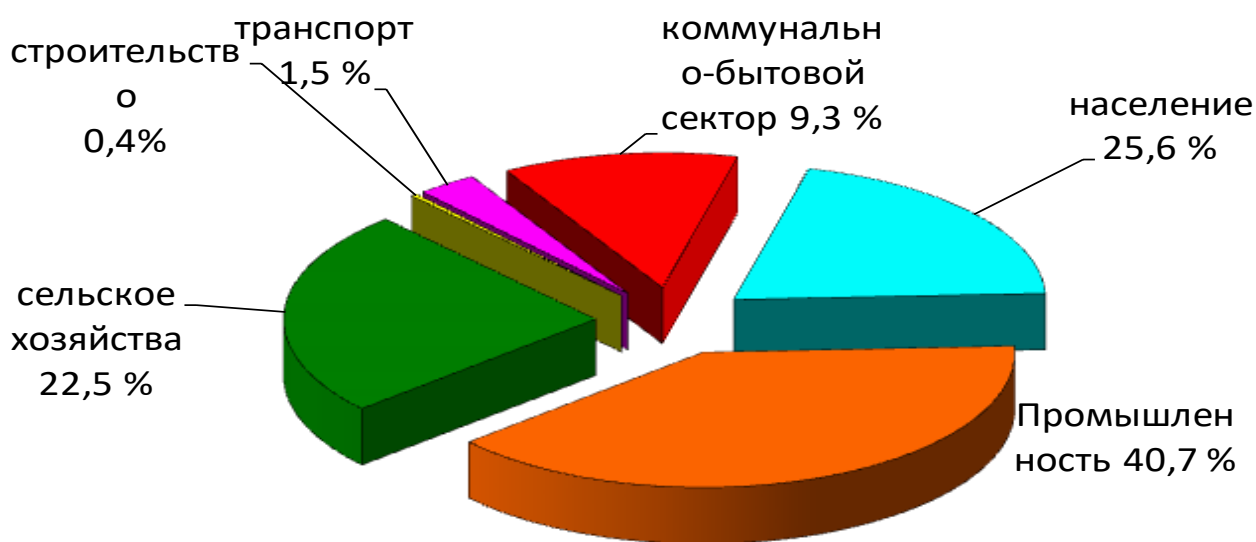
Elektr energiya ishlab chiqarish



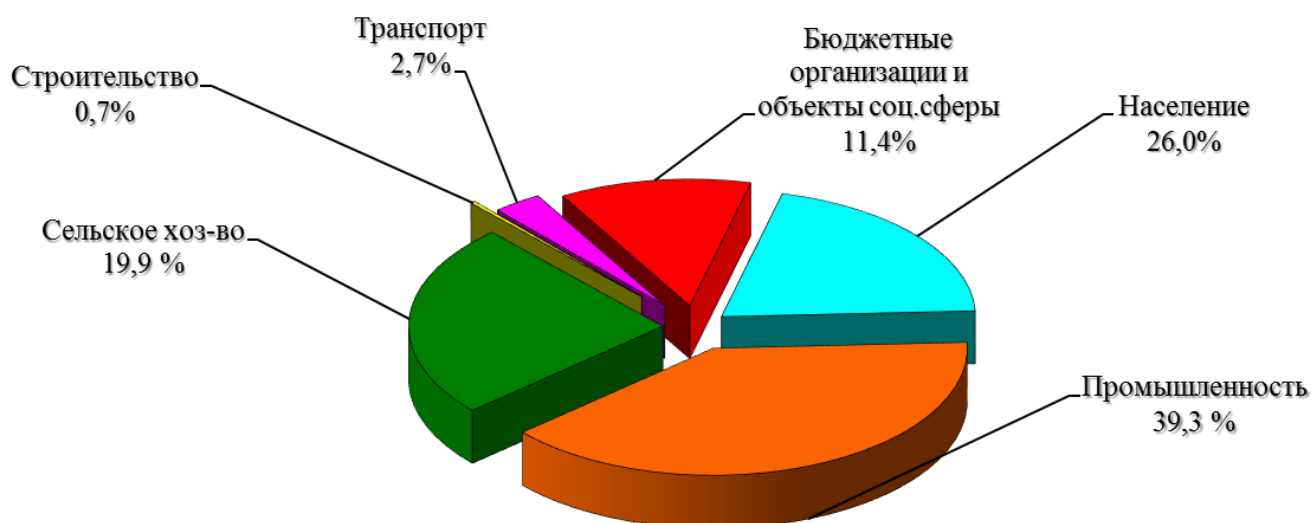
Elektr energiya balansini ushbu jadvalda keltirilgan darajada bo'lishini ta'minlash elektr stansiyalarida qo'shimcha, samarali bloklarni o'rnatib, ishga tushirish, mavjudlarini modernizatsiyalash, qo'shimcha elektr tarmoqlarini qurishni nazarda tutadi.



## Iqtisodiyot tarmoqlari va aholi tomonidan elektr energiya iste'moli

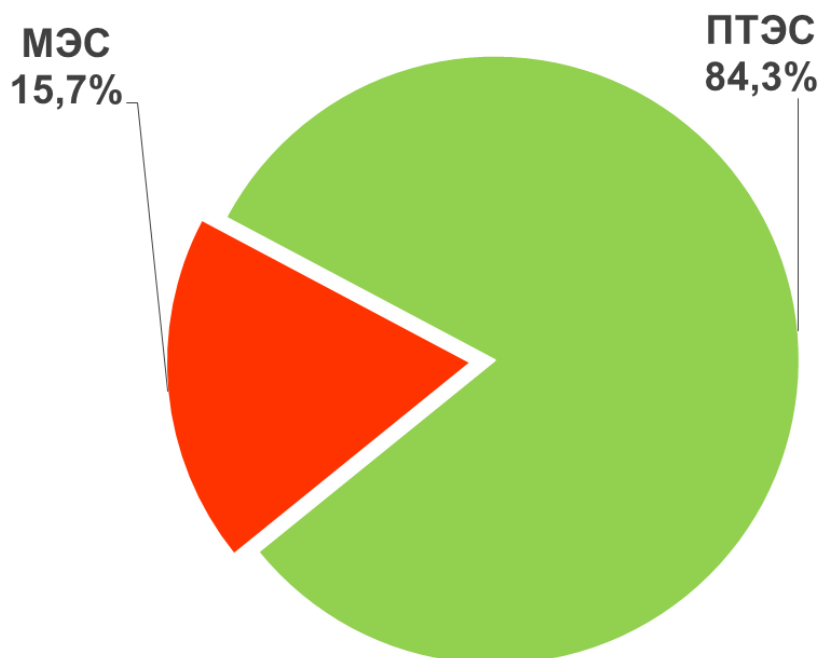


## 2017 yilning 1- yarmida iqtisodiyot tarmoqlari va aholati tomonidan elektr energiya iste'moli



<b>Iqtisodiyot tarmoqlari va aholi</b>	<b>%</b>
<b>Sanoat</b>	<b>39,3</b>
<b>Qurilish</b>	<b>0,7</b>
<b>Transport</b>	<b>2,7</b>
<b>Ishloq hujaligi</b>	<b>19,9</b>
<b>Aholi</b>	<b>26,0</b>
<b>Budjettashkilotlar va ijtimoiy obyektlar</b>	<b>11,4</b>

**2017 yilning 1- yarmida elektr energiyani uzatishda tarmoqlardagi isroflar**



<b>Ishlab chiqarish nomi</b>	<b>%</b>
<b>Jami:</b>	<b>100</b>
sh.j. XETK (PTES)	84,3
sh.j. MET	15,7

<b>T/r</b>	<b>Nomi PTES</b>	<b>%</b>
1	Andijan	23,77
2	Djizaq	21,86
3	Namanganskoye	20,91
4	Xorezm	20,10
5	Sirdaryo	19,38
6	Farg‘ana	19,03
7	Surxandaryo	18,08
8	Qaraqalpag‘iston	17,94
9	Samarkand	14,86
10	Buxaro	14,60
11	Qashqadaryo	11,89
12	Tashkent viloyati	9,74
13	Tashkent shahri	8,47
14	Navoi	4,54

**2017 yilning 1- yarmida «O‘zbekenergo»AJ IES va IEMlarining texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari**

<b>ИЭС va ИЭМ nomi</b>	<b>Shartli yoqilg'i sarfi, g.sh.yo./kVt.soat</b>
Navoiy IES	435,0
<b>sh.j. BGQ-478</b>	229,8
Tashkent IES	433,6
Taxiatash IES	429,3
Yangi-Angren IES	428,0
Angren IES	368,0
<b>sh.j energoblok №10</b>	323,2
Sirdaryo IES	358,4
Talimardjon IES	310,0
<b>sh.j BGQ № 1</b>	220,8
<b>sh.j BGQ № 2</b>	247,4
Ferg'ona IEM	189,0
Mubarak IEM	164,0
Toshkent IEM	159,0
<b>«Uzbekenergo» AJ</b>	<b>352,7</b>

So'nggi yillarda issiqlik energetikasi sohasida Navoi IESda 478 MVt quvvatli bug'-gaz qurilmasi (BGQ) o'rnatildi, Tollimarjon IES 2 ta 450 MVt quvvatli BGQni o'rnatish hisobiga kengaytirildi, Toshkent issiqlik elektr markazida 3 ta 27 MVt quvvatli gaz-turbina qurilmasi (GTQ) o'rnatildi, Toshkent IES 370 MVt quvvatli BGQni o'rnatish hisobiga modernizatsiyalandi, Angren ko'mir havzasini modernizatsiyalash orqali Yangi-Angren IESning 1-5 bloklarini butun sutka davomida ko'mir yoqishga o'tkazish bo'yicha investitsiya loyihalari bajarildi.

Gidroenergetika sohasida esa, ushbu vaqt davomida modernizatsiyalash ishlarini amalga oshirish hisobiga Chorbog' GESning quvvatini 45 MVtga, Toshkent GESlari

kaskadining quvvatini 8,3 MVtga, Quyi Bo‘zsuv GESlarining quvvatini 2,5 MVtga oshirishga oid investitsiya loyihalari bajarildi.

### **O‘zbekiston Respublikasida mavjud elektr uzatish liniyalarining uzunligi**

Barcha nominal kuchlanishli liniyalarning umumiy uzunligi: 243 ming km  
shu jumladan

500 kV kuchlanishli liniyalar:	2,5 ming km
220 kV kuchlanishli liniyalar:	5,1 ming km
35-110 kV kuchlanishli liniyalar:	64 ming km
0,4-10 kV kuchlanishli liniyalar:	171,4 ming km

### **O‘zbekiston Respublikasi energetikasining zamonaviy muammolari.**

1. Elektr energiyasi iste’molining katta aniqlikdagi nazoratini tashkil qilish;
2. Issiqlik elektr stansiyalarida ishlovchi bloklarni zamonaviy yuqori samaradorlikka ega bo‘lganlariga almashtirish;
3. Issiqlik elektr stansiyalarining jihozlarini modernizatsiyalash hisobiga samaradorligini oshirish (sh.j., yoqilg‘ini samarali yoqish);
4. Qayta tiklanuvchan energiya man‘balaridan keng foydalanish (GESlar, Quyosh va shamol stansiyalari va qurilmalari);
5. Mavjud GESlarning bloklarini modernizatsiyalash hisobiga o‘rnatilgan quvvatlarini va samaradorligini oshirish;
6. Elektr tarmoqlarini rivojlantirish: elektr energiyasini uzatish ishonchliligini oshirish, elektr energiyasi bozorini tashkil etish va tarmoqlarning holatlarini iqtisodiy samaradorligini oshirish;
7. Energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash jarayonlarini optimallashtirish;
8. Energiyani iste’mol qilishda samaradorlikni oshirish;
9. Elektr yuklamalarini boshqarish va yuklama grafigini tekislash.
10. Yuqori darajada avtomatlashtirilgan elektr energetika tizimini tashkil etish.

### **O‘zbekiston Respublikasida elektr energetikasini rivojlantirish bo‘yicha amalga oshirilayotgan yirik loyihalar**

1. To‘raqo‘rg‘on-500 podstansiyasini qurish;

2. Yangi Angren – To‘ra qo‘rg‘on 500 kV HLni qurish;
3. To‘ra qo‘rg‘on - O‘zbekiston 500 kV HLni qurish;
4. Atom elektr stansiyasini loyihalash va qurish.

#### **Nazorat savollari:**

1. O‘zRda energetika taraqqiyotining zamonaviy holati va muammolarini aytib bering;
2. Energetik ishlab chiqarishning ekologik muammolari va ularni hal etish yo‘llarini aytib bering;
3. Birlashgan energetika tizimlarini shakllantirish, ularning ahamiyati va ishlatish bo‘yicha muammolarini aytib bering;
4. Elektr energiyasini uzatish, taqsimlash va iste‘mol qilish жараёнида энергетик самарадорликни ошириш усулларини айтиб беринг.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, Energy managementsystems. Published by InTech. Janeza Trdine 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. Allayev Energetika mira i Uzbekistana. Analiticheskiy obzor. Т. Izdatelstvo «Moliya» 2007. 388 s.

### **3-mavzu: Energiya samaradorligini oshirishda akkumulyatsiyalashning o‘rni.**

#### **Reja:**

1. Energiyani akkumulyatsiyalash tushunchasi
2. Energiyani akkumulyatsiyalashning ahamiyati.
3. Hidroenergiyani akkumulyatsiyalash .
4. Issiqlikni akkumulyatsiyalash.

**Tayanch so‘z va iboralar:** energiyani akkumulyatsiyalash, gidroakkumulyatsion elektr stansiyasi, elektr batareyalari, kondensator batareyalari

#### **3.1 Energiyani akkumulyatsiyalash tushunchasi.**

Energiyani akkumulyatsiyalanishi (to‘planishi) deganda qaysidir bir tur energiyani qurilmaga, jixozga, uskuna yoki inshootga – akkumulyatorga (to‘plagichga) yig‘ib, kerak bo‘lgan paytda bu energiyani to‘g‘ridan-to‘g‘ri yoki qayta o‘zgartirib iste‘mol qilish tushuniladi.

Quyosh va shamol singari qayti tiklanuvchan energiya man‘balari asosida elektr energiyasini ishlab chiqarish kelajakda energiyaga bo‘lgan talabni qoplash uchun katta imkoniyatlarni ochadi. Biroq, bunday o‘tkanchi qayta tiklanuvchan man‘balardan elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanish samarali elektr energiya akkumulyatorlarni talab etadi. Samarali va ishonchli elektr energiya akkumulyatorlari qayta tiklanuvchan energiya man‘balaridan keng foydalanishni yo‘lga qo‘yishda asosiy cheklovchi faktorlardan biri hisoblanadi. Shu sababli quyosh va shamol energiyasidan foydalanib elektr energiyasini generatsiyalash hamda energiya man‘balarining darajali siklik tabiatini samaradorligini oshirishda elektr energiyani akkumulyatsiyalashning ahamiyati kritik darajada muhimdir .

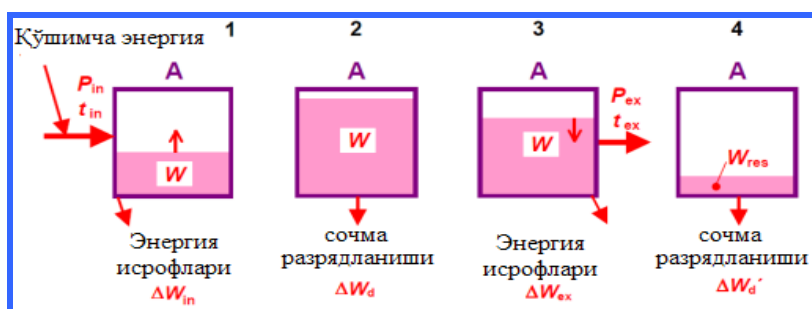
#### **Energiyani akkumulyatsiyalashning vazifalari.**

Quvvati o‘zgarib turuvchi birlamchi energiya resurslaridan samarali foydalanish.

Quvvati o‘zgarib turuvchi birlamchi energiya resurslaridan uzluksiz energiya ta‘minotini amalga oshirish.

3. Elektr stansiyalarining yuklama grafiklarini rostdash (tekislash).

Akkumulyatorni energiya bilan zaryadlash vaqtlarda goxida qo‘shimcha energiya talab qilinadi, chunki zaryadlash jarayonida energiya isroflari kuzatiladi. Akkumulyator zaryadlangandan so‘ng tayyor ishchi xolatda turishi lozim (zaryadlangan xolat), zaryadlangan xolatda turganda (saqlanganda) kichik sochma va sizish, o‘z-o‘zidan razryadlanish yoki boshqa namoyonliklar kuzatilishi mumkin. Akkumulyatordan energiya olinishi jarayonida xam isroflar kuzatiladi; undan tashqari barcha to‘plangan energiyani to‘la to‘kkis qaytarib olish imkoni bo‘lmaydi. Ayrim akkumulyatorlar shunday tuzilganki, ularda albatta qoldiq energiya zaryadi qolishi kerak. Akkumulyarning quydagi ish xolatlari sxemada ko‘rsatilgan: akkumulyatorni energiya qabul qilish, ishlashga tayyor xolati, energiyani qaytarish xolati. (4.1- rasm).



4.1- rasm. Energiya akkumulyatorning xolatlari (A) (soddalashtirilgan). 1 energiyani qabul qilish, 2 ishga tayyor xolati, 3 energiyani uzatishi, 4 razryadlangan xolati.

**u yerda:**  $P_{in}$  - iste'mol qilinayotgan quvvat,  $P_{ex}$  – berilayotgan quvvat,  $t_{in}$  – zaryadlanish davomiyligi,  $t_{ex}$  – energiyani berish davomiyligi,  $W$  – akkumulyatsiyalangan energiya,  $W_{res}$  - qoldiq energiya,  $\Delta W_{in}$  – zaryadlash vaqtidagi isroflar,  $\Delta W_{ex}$  – energiyani uzatishdagi isroflar,  $\Delta W_d$  – sochma razryadlanish evaziga keladigan isroflar.

### 3.2 Energiyani akkumulyatsiyalashning ahamiyati.

Energiyani akkumulyatsiyalash odatda maqsadli xarakat hisoblanadi. Ammo energiya akkumulyatsiyalanishi (to‘planishi) faqat insonning xarakati yoki maqsadiga bog‘liq bo‘lmaganda, balki fizik va tabiat jarayonlar yoki sun‘iy qurilmalarda xam bo‘ladi.

Misol tariqasida Rasm 4.2 da ayrim tabiatdagi kuzatiladigan jarayonlar ko‘rsatilgan. Ulardan tashqari quydagilarni ko‘rsatib o‘tish lozim.

- Juda katta issiqlik energiyasi, Yer osti suyuq qatlamlarida joylashgan;



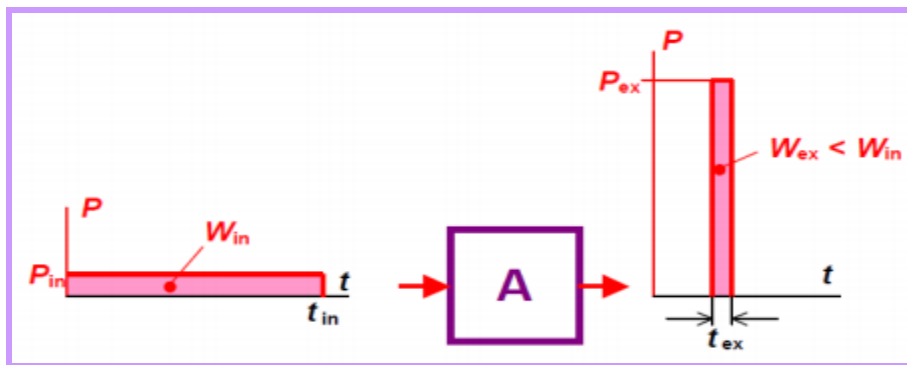
- Yerning quyosh o‘qi atrofida aylanishi evaziga xosil bo‘ladigan kinetik energiya;
- Shamolning kinetik energiyasi, suv oqimi va xarakatlanuvchi jismlar;
- Kimyoviy energiya, tirik mavjudodlarda to‘plangan.



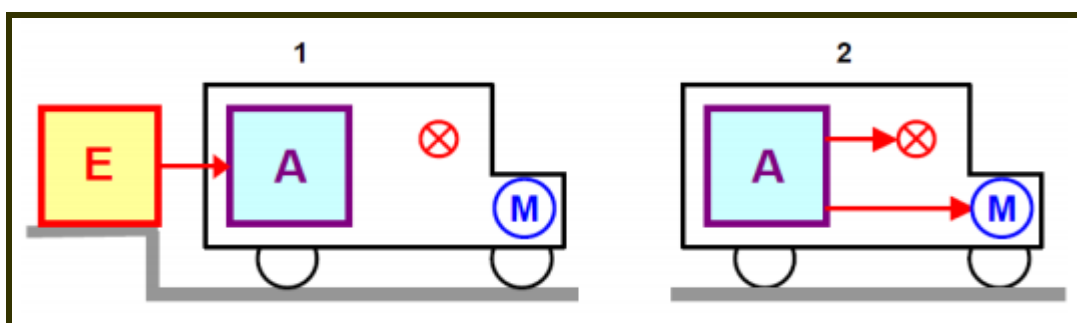
4.2- rasm. Tabiatda energiyani akkumulyatsiyalanishiga misollar

Energiyani sun‘iy akkumulyatsiyalanishida quydagi maqsadlar ko‘zda tutilishi mumkin :

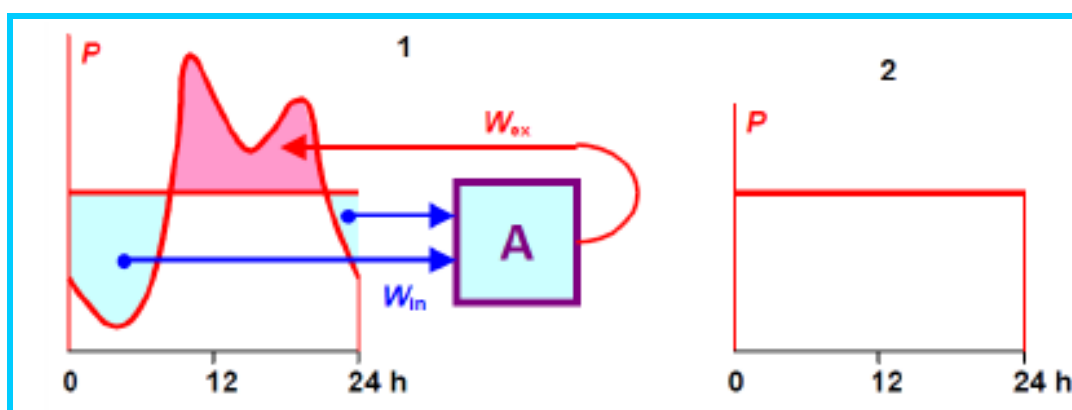
- energiyadan zaxira qilish (odatda yoqilg‘i zaxiralari ko‘rinishida) maqsadida, xamda qisqa muddatli energiyani bilan ta‘minlash uzilishlarda, krizis xolatlarda va boshqalarda;
- qisqa muddatli katta quvvatlar kerak bo‘lganda (cheklangan quvvatli manbalarda), masalan chaqnash lampalarni yoqishda yoki nuqtali payvand qurilmalarda (rasm 4.3);
- elektr ta‘minot tizimini mustaqil, ya‘ni tashqi manbalarga bog‘liq bo‘lmagan, avtonom yoki xarakatlanuvchan qurilmalarda ishlatiladi (Rasm 4.4),
- o‘zgaruvchan yuklamalar ishlatilganda, masalan porshenli mexanizmlarda, pnevmatik asbob uskunalarda, yuklama grafigi keskin o‘zgaruvchan bo‘lganida va boshqa o‘xshash xolatlarda (Rasm 4.5).



4.3- rasm. Energiya akkumulyatorining (A) katta quvvatli energiya impulsini xosil qilishda qo‘llanilishi



4.4- rasm. Harakatlanuvchi energiya istemolchilarida akkumulyator energiyasini qo‘llash namunalari: 1) stasionar elektr energiya manбайдan akkumulyatorni quvvatlash, 2) to‘plangan elektr energiyani ishlatish.



Расм 4.5. 1) Тунги минимал юкламада тўпланган энергия  $w_{in}$  орқали кунлик юкламани текислаш 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,

- ximik energiya va h.k.);
- to‘planayotgan energiyaning soni;
- uzatayotgan va istemol qilayotgan quvvati;
- energiyaning to‘planish va uzatish davomiyligi;
- akkumulyatsiyalash f.i.k.  $\eta = \frac{W_{ex}}{W_{in}}$ , bu yerda  $W_{ex}$  - akkumulyatordan uzatilayotgan energiya,  $W_{in}$  - akkumulyator istemol qilayotgan energiya;
- birlik og‘irlik yoki hajmda solishtirma akkumulyatsiyalash qobiliyati;
- akkumulyatorning to‘liq va solishtirma narxi;
- akkumulyatordan olinayotgan energiyaning solishtirma narxi.

### **Ko‘p miqdorda energiya akkumulyatsiyalash usullari.**

3. Hidroakkumulyatsion elektr stansiyalari yordamida akkumulyatsiyalash (GAES – PHES)
4. Havo akkumulyatsion elektr stansiyalari yordamida akkumulyatsiyalash (HAES – CAES)
5. Elektr batareyalari yordamida akkumulyatsiyalash
6. Issiqlik saqlagich qurilmalar yordamida akkumulyatsiyalash
7. Tabiiy gazni saqlash orqali akkumulyatsiyalash

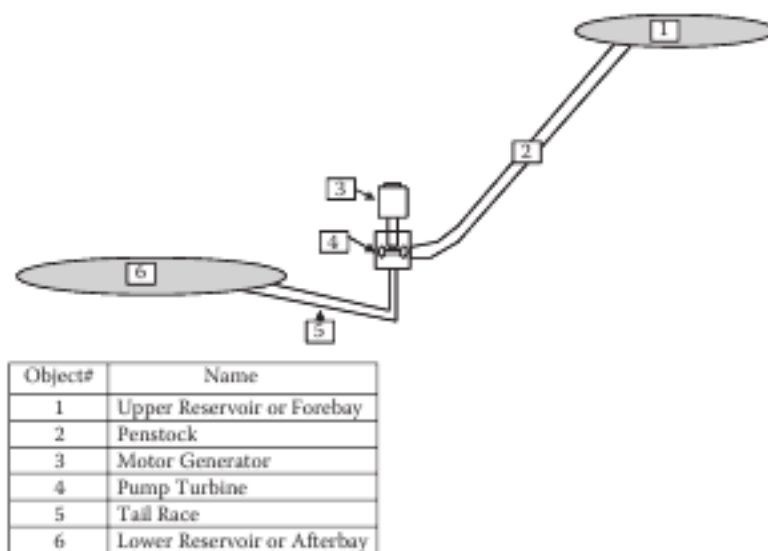
### **3.3. Hidroenergiyani akkumulyatsiyalash.**

Gidroenergiya mohiyati bo‘yicha mexanik energiyaning bir turi bo‘lib, boshqa turdagilar bilan juda katta miqdorda akkumulyatsiyalash va energosistemaning o‘zgaruvchan yuklamasini sezilarli darajada shunday vaqt oralig‘ida shunday quvvat bilan rostlash imkonini (4.5- rasm) hamda issiqlik elektr stansiyalarning (shuningdek atom elektr stansiyalarni) ish holatlarini bir meyorda ta’minlaydi.

Akkumulyatsiyalash hamda gidroenergiyani ishlatish uchun gidroakkumulyatsiyalovchi elektr stansiyalari (GAES) dan foydalanish mumkin.

GAES generatsiyalanuvchi energiyani saqlash uchun belgilangan chegaralarda yuklama sifatida ishlash imkoniyatiga ega . Saqlangan (akkulyatsiyalangan) energiya yuqoriga ko‘tarilgan suvning potensial energiyasidir. Pastki suv omboridan suvni turbi-na orqali yuqori suv omboriga haydash ishiga energiya sarflanadi. Ushbu sarflangan en-

ergiya zarur bo‘lgan vaziyatda yuqorigi suv omboridan suv pastki suv omboriga tomonga oqiziladi. Ushbu jarayon davom ettiriladi. 4.6a- rasmda GAESning sodda prinsipial sxemasi keltirilgan.



4.6a- rasm. GAESning prinsipial sxemasi.

Ushbu stansiyalarning ishlash tamoyili 4.6b-rasmda ko‘rsatilgan. Suv omborlarining satxlari orasidagi masofa odatda 50 metrdan 500 metrgacha yetadi. Mashina zalida motor-nasos hamda turbina-generator ish rejimlarida ishlovchi agregatlar mavjud, katta bosimlarda (taxminan 500 metr va undan katta) boshqa alohida nasosli va turbinali agregatlar ishlatiladi. Energotizimning yuklamasi minimal bo‘lgan vaqtda (misol uchun tunda) ushbu agregatlar yuqori suv omborini suv bilan to‘ldiradi. Tizimning katta yuklamali vaqtda to‘plangan gidroenergiyani elektr energiyaga aylantiradi. Bunday akkumulyatsiyalashning f.i.k. 70÷85 % bo‘lishi hamda bunday usulda elektr energiyani olish tannarxi issiqlik elektr stansiyalarnikiga nisbatan ancha qimmat bo‘lishiga qaramay elektr yuklamalar grafigini tekislashi va issiqlik elektr stansiyalarning quvvatini kamaytirishi energiya tizimning chiqimlarini kamaytiradi va o‘z navbatida GAES larni butunlay oqlaydi.

Akkumulyatorlarnikidek bo‘lgani kabi GAES larda ham energiyani akkumulyatsiyalash qo‘yidagi formula orqali topiladi:

$$W = mgh \text{ (Dj)}$$

bu yerda,  $m$ - yuqori suv omboridagi ishlatilgan suvning og'irligi,  $kg$

$g$  - og'irlikni tezdashishi,  $m/s^2$  ( $g=9.81 m/c^2$ )

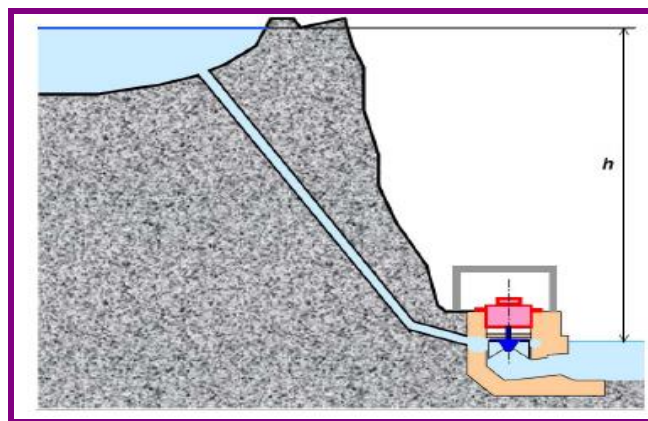
$h$  - GAES ning generator rejimidagi suvning o'rtacha bosimi.

Solishtirma akkumulyatsiyalovchi qobiliyati qo'yidagicha aniqlanadi:

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

50÷500 m bosimdagi, suvning tarkibidagi solishtirma energiya miqdori

$w = (0.5 \div 50) kDj/kg$  yoki  $(0,14 \div 14) \kappa BT \cdot c/\kappa T$ . Katta GAES larning suv ombori 1÷10 GVt·s miqdordagi energiyani akkumulyatsiyalashi mumkin.



6. 4.6b- rasm. Hidroakkumulyatsiyalovchi elektr stansiyaning tuzilishi.

7. Butun dunyoda 300 dan ortiq GAES lar mavjud.

8. AQShdagi Bath County gidroakkumulyatsion elektr stansiyasining parametrlari quyida keltirilgan :

9. Quvvati 2100 MVt

10. Ishga tushirilgan yili 1985 yil, dekabr

11. Qurishga sarflangan mablag' 1,7 mlrd. \$ (yoki 810 \$/kVt)

12. Quyi to'g'on balanligi 41 m; uzunligi 732 m.

13. Quyi suv ombori yuzasi 2,25 kv. km; hajmi 3,1 mln. kub. m;

14. suv sathining tebranish diapazoni 18 m.

15. Yuqori to'g'on balanligi 140 m; uzunligi 671 m.

16. Yuqori suv ombori yuzasi 1,27 kv. km; hajmi 13,8 mln. kub. m;  
suv sathining tebranish diapazoni 32 m.

GAESlarda suvni quyi ombordan yuqori omborga haydash va soʻngra uni teskari yoʻnalishda oqizib, elektr energiyasi ishlab chiqarishda umumiy samaradorlik 100% boʻlmaydi. Boshqacha aytganimizda suvni yuqoriga xaydashda sarflangan energiya, uni teskari tomonga oqizishda ishlab chiqarilgan elektr energiyada toʻla qiytarib olinmaydi. Chunki, bu yerda quvurlardagi turbulentlik, ularning qarshiligi, nasos va generatorda energiya isrofi yuz beradi. Ushbu isroflar eʼtiborga olinganda GAESning umumiy samaradorligi uning konstruktiv xarakteristikalariga bogʻliq holda 70-80% oraligʻida boʻladi. Masalan, agar GAESning samaradorligi 80% boʻlsa, bu saqlangan har 10 birlik energiya talab etilganda 8 birlik energiyani qaytarib beradi deb tushunish mumkin. 5.1-jadvalda 70- yillarning oxirida qurilgan GAESlarning umumiy sikl boʻyicha samaradorligi keltirilgan.

**5.1- jadval. GAESning butun sikl boʻyicha samaradorligi**

Самарадорликнинг ташкил этувчилари	Қуйи қиймати, %	Юқори қиймати, %
<i>Генерацйялаи 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
<i>Насос режимда</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

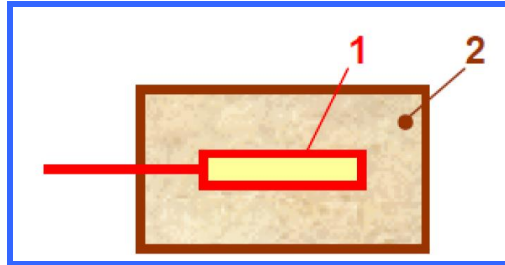
**Цикл бўйича натижавий**

**75,15**

**80,15**

### 3.4. Issiqlikni akkumulyatsiyalash.

Issiqliqni akkumulyatsiyalash nisbatan sodda. Bunda qattiq yoki suyuq jismlarni qizitish orqali erishiladi. Bunday akkumulyatorlarda issiqliqni yig'ish tabiiy yoki majburiy, nurlantirishi yoki biror bir issiqlik tashuvchi orqali erishish mumkin. Sodda issiqlik akkumulyatorining tuzulishi 4.7- rasmda ko'rsatilgan.



4.7- rasm. Issiqlik akkumulyatorning tuzilish prinsipi. 1- elektr yoki boshqa isitgich, 2- issiqlikni akkumulyatsiyalovchi modda.

Akkumulyatsiyalovchi issiqlik qiymati qo'yidagi formula orqali aniqlanadi:

$W$  – akkumulyatsiyalovchi issiqlik,  $D_j$ ;  $m$  – akkumulyatsiyalovchi moddaning og'irligi, kg;  $s$  – akkumulyatsiyalovchi moddaning solishtirma issiqlik sig'imi,  $D_j/(kg\ K)$ ;  $v_2$  – issiqlikni oxirgi (chegaraviy) temperaturasi,  $oS$ ;  $v_1$  – issiqlikni boshlang'ich temperaturasi yoki sovitishning chegaraviy temperaturasi,  $oS$ .

Solishtirma akkumulyatsiya qobiliyati shunday qilib:

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

Issiqlikni eng yaxshi akkumulyatsiyalovchi modda biri suv hisoblanadi, uning arzon narx, atrof muxiti bezararlighi xamda katta solishtirma issiqlik sigimi ( $4,2\ kDj / (kg\ K)$ ) tufayli. Ammo atmosfera bosimida suvni qaynatishini xavotirlanishsizda faqqat  $95oS$  temperaturagacha isitish mumkin, agar sovitish oxiridagi temperaturasini misol uchun  $45oS$  qabul qilsak unda

$$w=4,2(95-45)\approx 200kDj/kg\approx 60Vt\cdot soat/kg.$$

Issiqlikni akkumulyatsiya qilish uchun metallar, tabiiy va su'niy tosh hillari, kimyoviy birikmalar bilan foydalansa bo'ladi. Ularning solishtirma issiqlik sig'imi suvga qaraganda kamroq va odatda  $0,5\ kDj/(kg\ K)$  miqdordan  $2\ kDj/(kg\ K)$  miqdorigacha, ammo ularni kattaroq temperaturagacha isitish mumkin (misol uchun  $750\ oS$  gacha). Shunaqa moddalarning solishtirma akkumulyatsiyalovchi qobiliyati, solishtirma issiqlik sig'imiga va mumkin bo'lgan isitish temperaturasiga qarab, odatda  $50$

Vt·soat/kg dan 400 Vt·soat/kg gacha bo‘ladi. Elektr akkumulyatsiyalovchi isitish uskunalarda akkumulyatsiyalovchi modda sifatida magnezit ishlatiladi (tosh porodasi, asosan magniy oksidi tarkibida), solishtirma issiqlik sig‘imi 1,3 kDj / (kg K)ga teng, uning zichligi 3500 kg/m<sup>3</sup> va issiqbardoshi 2000 oS. Uning isitish temperaturasi, issiqlik sig‘imini va issiqlik akkumulyatoridagi materiallarning mumkin bo‘lgan temperaturasini hisobga olganda, odatda 800 oS dan oshmide, chegaraviy sovitish temperaturasi  $v_1=150$  oC bo‘lsa, 230 Vt·soat/kg solishtirma qobiliyatini beradi.

Bir qancha materiallarning eritish issiqligi effektiv akkumulyatsiyalanadi. Bu holda akkumulyatsiyalovchi energiyasi quyidagi formula bo‘yicha topiladi

$W=m[c_1(v_s-v_1)+C+cs(v_2-v_s)]$ , W – akkumulyatsiyalangan energiya, Dj; m – akkumulyatsiyalovchi moddaning og‘irligi, kg;  $s_1$  – qattiq xolatidagi solishtirma issiqlik sig‘imi Dj / (kg K);  $s_s$  – suyuqlik xolatidagi issiqlik sig‘imi Dj / (kg K);  $v_s$  – eritish temperaturasi oS;  $v_2$  – isitish temperaturasi oS. Tez-tez ushbu maqsadda natriyning gidrooksi foydalanadi (NaOH, kaustik sodasi, achchik natr), solishtirma issiqlik sig‘imi  $c_1 \approx c_2 \approx 2,1$  kDj / (kg K), eritish issiqligi  $S=180$  kDj/kg va eritish temperaturasi  $v_s=322$  oS. 600 oS gacha qiziganda va 150oS gacha sovitishda uning solishtirma akkumulyatsiyalovchi qobiliyati 310 Vt·soat/kg ga teng. Agar natriy floridlar, magniy va litiy bilan foydalanib, undan xam katta akkumulyatsiyalovchi qobiliyatiga 600 Vt·soat/kg gacha erishish mumkin.

Issiqlikni akkumulyatsiyalashda pechli issitish asoslangan, bunda akkumulyatsiyalovchi modda sifatida pechning materiallar (olov bardoshlangan g‘ish, kafel g‘ish, keramik plitkalar va boshqalar). Issiqlikni akkumulyatsiyalash elektr isitishida foydalanilishi ma’qul, shu maqsadda elektr isitgichlar foydalinalishi mumkin, xamda binolarning qurilish konstruksiyalar, oldiniga pol va qavatlararo bostirmalar.

Elektr stansiyalarida issiqlikni katta miqdorda akkumulyatsiyalash maqsadga muvofiqdir, masalan:

1) qizigan bug‘ akkumulyatorlari, bular turbogeneratorning yuklamasi vaqt bo‘yicha juda notekis bo‘lganda, qozon va turbina o‘rtasidagi qizigan bug‘ isroflarini tekislash uchun xizmat qiladi;



2) issiqlik elektr markazlaridagi (IEM) issiq suv akkumulyatorlari, bular issiqlik iste'molidagi kunlik tebranishlarda issiqlik elektr markazlaridagi (IEM) yuklamani tekis ta'minlash uchun xizmat qiladi;

### **Elektr energiyasini akkumulyatsiyalash usullari.**

1. Bugungi kunda kimyoviy energiyani akkumulyatsiyalash qurilmalari (bataryalar) va elektroximik kondensatorlar elektr energiyani akkumulyatsiyalashda yetakchi o'rinni egallaydi<sup>1</sup>. Ularning har ikkalasi elektrokimyoga asoslangan bo'lib, ular orasidagi farq energiyaning saqlanishida. Bataryalarda energiya kimyoviy reaktivlarda zaryad ishlab chiqaruvchi sifatida saqlansa, elektrokimyoviy kondensatorlarda bevosita zaryad sifatida saqlanadi. Elektrokimyoviy kondensatorlar elektr energiyani katta miqdorda saqlay oladigan kelajakda asosiy akkumulyatorlardan biri bo'lishi bashorat qilinayotgan bo'lsada, hozirgi davrda ularda energiya zichligi katta energiya akkumulyatorlari sifatida foydalanish uchun o'ylab ko'riladigan darajada juda past hisoblanadi.
2. Elektr energiya quyidagicha akkumulyatsiyalanishi mumkin:
3. 1) kondensatorlarda (energiyani energetik maydon ko'rinishida)
4. 2) induktiv o'ramlarda (magnit maydon ko'rinishida)
5. 3) birlamchi va ikkilamchi galvanik elementlarda (ximik energiya ko'rinishida)
6. Hozirgi davrda elektr energiyasini akkumulyatsiyalashda keng foydalaniluvchi quyidagi tipdagi akkumulyatorlar mavjud:
7. Kurgoshinli-kislotali akkumulyatorlar;
8. Natriy-sulfat akkumulyatorlari;
9. Litiy – Ion akkumulyatorlari;
10. Vanadiy oksidli akkumulyatorlari.

To'rt xil ikkilamchi bataryaya tizimlarining miqdoriy ko'rsatkichlarini solishtirish

5.2- jadvalda keltirilgan<sup>1</sup>.

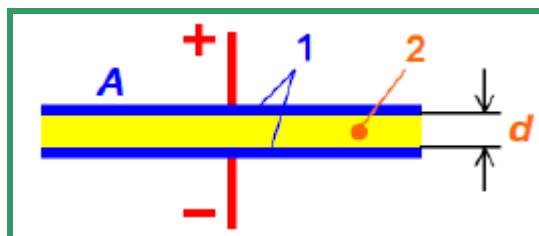
---

<sup>1</sup> Large energy storage systems handbook./ Edited by Frank S. Barnes, Jonah G. Levine. CRC Press Taylor and Francis Group. NW. 2011.p. 155-156.

## 5.2- jadval. Ikkilamchi batareya tizimlarining miqdoriy ko'rsatkichlari.

	Lead-Acid	NaS	Li Ion	Vanadium Redox
<i>Chemistry:</i>				
Anode	Pb	Na	C	$V^{2+} \leftrightarrow V^{3+}$
Cathode	PbO <sub>2</sub>	S	LiCoO <sub>2</sub>	$V^{3+} \leftrightarrow V^{5+}$
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

Sodda kondensatorning tuzilishi 4.8- rasmda ko'rsatilgan.



4.8-rasm. Yassi kondensatorning tuzilish tamoili: 1-qoplama, 2-dielektrik.

Bunday akkumulyatorning sig'imi qo'yidagi formula orqali aniqlanadi:

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

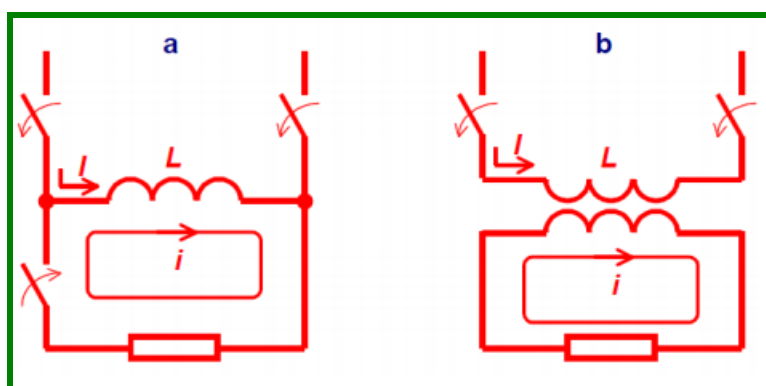
bu yerda, S- kondensator sig'imi, F; A-qoplama maydoni, m<sup>2</sup>; d-dielektrikning qalinligi, m; ε- dielektrik o'tkazuvchanlik, F/m.

Kondensatorda zahiralangan energiya qo'yidagi formula orqali aniqlanadi:

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

Bu yerda, W- zahiralangan energiya, Dj; S-kondensatorning sig'imi, F; U-kondensatorga berilayotgan kuchlanish, V.

4.9a – rasmda elektr qabul qilgich induktiv g‘altakga ulanishi va bir vaqtning o‘zida chulg‘am manbasi o‘zgarish tok manbaidan ajralish holati ko‘rsatilgan. Bunday amallar, xususan, o‘tkinchi jarayon paytida xavfli o‘takuchlanish paydo bo‘lmasligi sababli, elektr mashinaning qo‘zg‘atish chulg‘ami ajralgandagi magnit maydonni so‘ndirish uchun foydalaniladi. 4.9b- rasmda induktiv g‘altak magnit maydonida to‘plangan, g‘altak ta‘minlovchi manbaadan ajralgandagi, g‘altakning ikkilamchi chulg‘ami orqali elektr qabul qilgich zanjiriga energiya uzatilishi ko‘rsatilgan. Ikkilamchi zanjirda elektr energiyasi boshqa energiya ko‘rinishida (masalan, issiqlik yoki mexanik energiya) bo‘lishi mumkin.



4.9- rasm. Induktiv g‘altakda to‘plangan, g‘altak orqali elektr qabul qilgichga ketma-ket ulash yoki g‘altakni uzishdagi holat (a), ikkilamchi chulg‘am bilan ta‘minlangan holat (b).

$I$  - g‘altak chulg‘amida oquvchi doimiy tok,  $L$  - induktivlik,  $i$  – elektr qabul qilgichdagi tokning so‘nuvchi impulsi.

Induktiv g‘altakdagi to‘planuvchi energiya ma‘lum formula orqali ifodalaniladi:

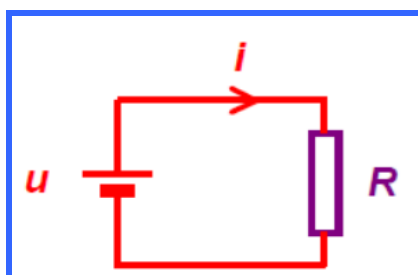
$$W = L \cdot \frac{I^2}{2}$$

Bu yerda  $W$  – to‘plangan energiya, Dj;  $L$  - g‘altak induktivligi, Gn;  $I$  – g‘altakda oquvchi tok, A.

Induktiv g‘altakdagi to‘planuvchi solishtirma energiya odatda nihoyatda kam (0,1...1) Dj/kg, yoki (0,03...0,3) mVt/kg bo‘ladi. Faqatgina yetarlicha foydalanish uchun, masalan, elektr yuklamalari tez o‘zgarishiga duchor bo‘lgan energiya tizimlarda o‘tao‘tkazuvchan induktiv g‘altak chulg‘amida energiya to‘plash mumkin.

Agar induktiv g'altak chulg'ami o'tao'tkazuvchan bo'lmasa u holda tok oqimi magnit oqimni ushlab turish uchun zarur bo'lgan, g'altakning zaxiralangan magnit maydonidagi energiyani oshiruvchi istoflar bilan kuzatiladi.

Birlamchi galvanik elementlarning ishlash prinsipi bir biridan farqlanuvchi moddalar elektrodleri orasida paydo bo'luvchi, ular orasida joylashgan elektrolitlar bilan elektroximik reaksiyaga kirishuvchi EYKdan foydalanishga asoslangan. Bunda erishilgan elektr energiya rostlovchi moddalar soni bilan aniqlanadi va xarakterlanadi.



4.10- rasm. R yuklama qarshilikli galvanik elementning ulanish sxemasi.

$i$ -yuklama toki,  $u$ -element qisqichlaridagi kuchlanish.

Razryad paytida xosil bo'ladigan energiya, akkumulyatsiyalovchi elementning qobiliyatiga teng deb qarash mumkin, u quydagi formula orqali aniqlanishi mumkin

$W = \int u i dt$ , бу ерда  $u$  – “V” elementining qismalaridagi kuchlanish,  $i$  – yuklama toki (A),  $t$  –vaqt (soat),  $W$  xosil bo'ladigan quvvat (Vt)

Misol sifatida Rasm 4.11 da keng qo'llaniladigan ko'mir-ruxli birlamchi elementni ishlash prinsipi ko'rsatilgan. Tashqi zanjir berk bo'lganda elementda quydagi kimyoviy jarayonlar sodir bo'ladi, ularning natijasida

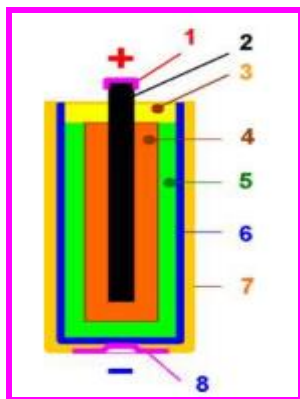
- anodda rux atomlari eriydi, ikkita elektronni beradi va elektrolitga xlorli-ammoniy ruxga birikadi,

- katodda dnuokis marganets  $MnO_2$  uch valentlik okis marganetsga o'tadi  $Mn_2O_3$ .

Grafit o'zak va dnuokis marganets chegarasida vodorodli qatlam paydo bo'ladi, u elementning ichki qarshiligini oshiradi va u EYKni kamaytiradi.

Qo'mir-ruxli birlamchi elementni boshlang'ich EYKsi taxminan 1,5 Voltni, birlik energiya massasiga 0.8 Vgacha razryadlanganda odatda 60-80 Vt\*s/kg oraliqda bo'ladi.

Galvanik elementlarda kimyoviy reaksiyalar tashqi zanjir ulanmagan bo'lsa xam kuzatib turiladi. Bunday jarayon o'z-o'zidan razryadlanish deb ataladi, ko'mir-ruxli birlamchi elementi taxminan 1.5 yilda to'liq razryadlanadi.



#### 4.11- rasm. Ko'mir-rux qurilmali birlamchi elementning ishlash prinsipi.

1 kontakt qalpoqcha(misol uchun,latunli), 2 grafit o'zak, 3 izolyatsiya, 4 katod(marganets ikki okisi),5 elektrolit(ammoniy xlorid pastasi), 6 anod(stakan ko'rinishidagi rux), 7 izolyatsiyali qobiq, 8 ostki kontakt halqa(misol uchun latunli)

Birlamchi elementlardan elektrolit sifatida ko'mir-ruxlarga nisbatan ishqorli marganets-ruxlilari samaraliroq hisoblanadi va ularda kaliy gidrokisi qo'llaniladi.Tashqi ko'rinishidan bunday element ko'mir-ruxga o'xshash,lekin uni qobig'i metall dan tayyorlangan va musbat qutbga ulangan; undan tashqari, grafitli o'zak o'rniga latun qo'llaniladi.Boshlang'ich EYK shuningdek 1,5 V ga teng, lekin solishtirma energo sig'imi ko'proq-odatda 120 dan 130 Vt\*ch/kg.

Energiya yanada samaraliroq boshlang'ich EYK si 3 ga teng bo'lgan litiyli birlamchi elementlarda saqlanishi mumkin, solishtirma to'plash imkoniyati esa aniq turlariga bog'liq bo'lgan holda 250 dan 600 Vt\*ch/kg gacha bo'ladi.Bu elementlarda 10 dan ortiq turli xil katod materiallari qo'llanilmoqda va ular ham silindirsimon, ham disk ko'rinishida tayyorlanadi. Kichiklashtirilgan diskli elementlar, xususan, ko'l soatlarida, cho'ntak kalkulyatorlarida, o'chmaydigan videokamera tarmoqlarida va boshqa mikroelektron qurilmalarida keng qo'llanilmoqda.

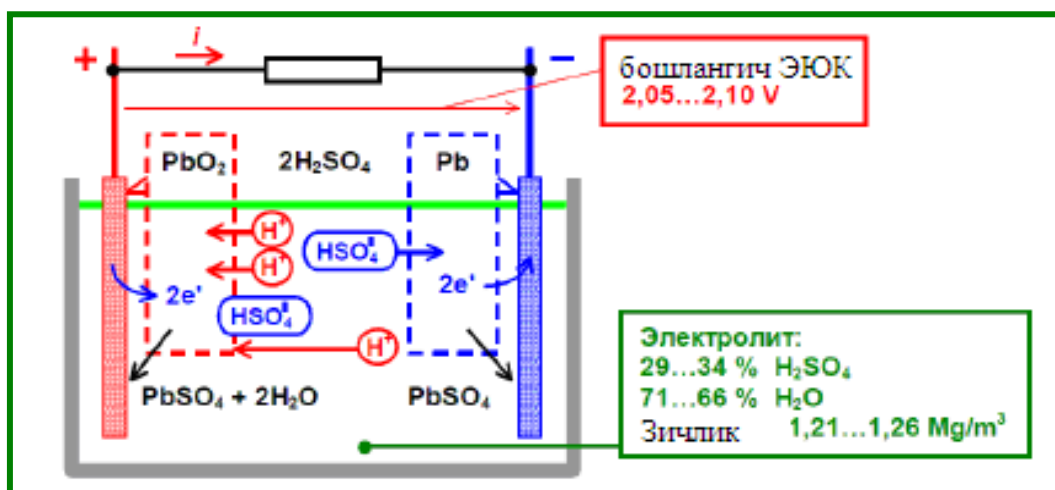
Shuningdek boshqa birlamchi elementlar ham mavjud, masalan, simob-ruxli(ular xozirgi vaqtda simobning tashqi muxitga chiqib ketish xavfi bulganligi uchun

qo‘llanilmaydi), kumush-ruxli va boshqalar. Ular ham yuqori to‘plash imkoniyati bilan tavsiflanadi, lekin o‘ta maxsus sohalarda qo‘llaniladi.

Galvanik elementlar talab qilingan kuchlanish va sig‘imda batareya ko‘rinishida ketma-ket, parallel yoki aralash ulanadi. Masalan, 9 V kuchlanishli, 6 ta ko‘mir-rux yoki marganets-ruxli elementlardan tuzilgan kichik kompakt batareyalar juda keng qo‘llaniladi.

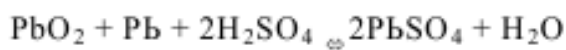
Ikkilamchi galvanik element yoki akkumulyator razryadlangandan so‘ng, aniq turiga bog‘liq holda, bir necha 10 dan bir necha 1000 gacha qayta zaryadlash mumkin. Qo‘rg‘oshinli(kislotali) akkumulyator juda keng tarqalganlardan biri hisoblanib, uni tuzilish prinsipi 4.12-rasmda ko‘rsatilgan.

**Rasm. 4.12. Qurg‘oshinli akkumulyator tuzilish prinsipi va razryadlanish jarayonini elektrokimyoviy sxemasi**



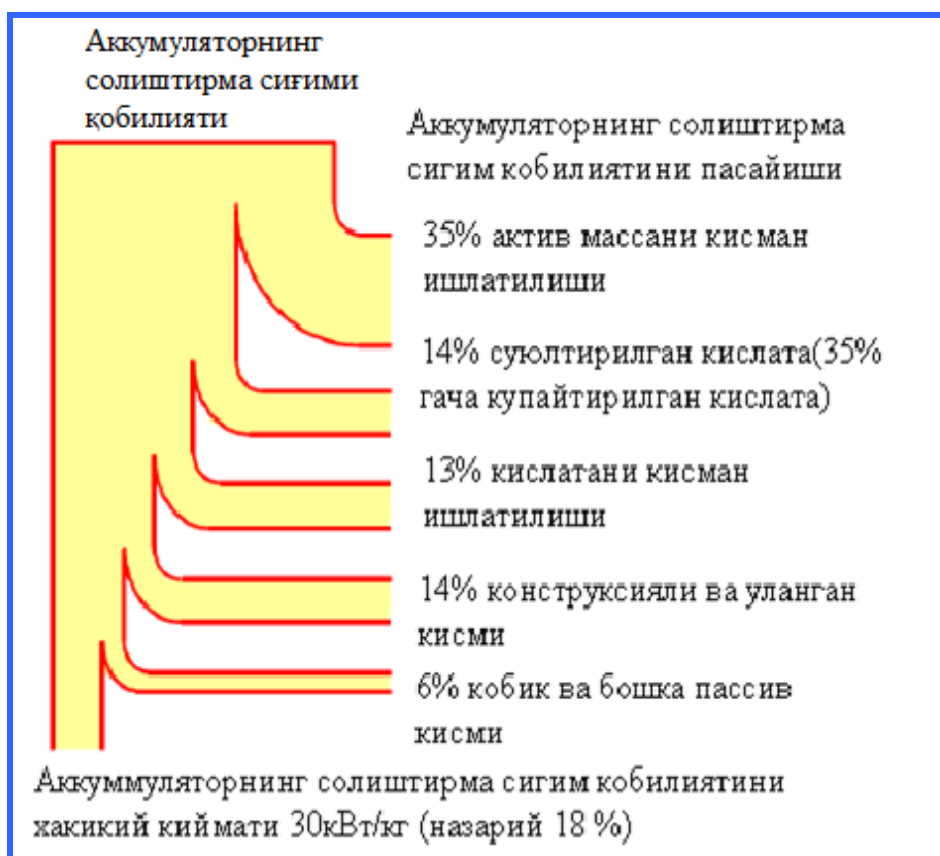
Bunday akkumulyatorning zaryadlangan holati anodi(manfiy elektrod) qo‘rg‘oshindan, katod(musbat elektrod)i esa, qo‘rg‘oshin ikki oksidan PbO2 iborat. Ikkala elektrod ham elektrolit bilan ta’sirlashish yuzasi katta bo‘lishi uchun serg‘ovak qilib tayyorlangan. Elektrodlarning konstruktiv tuzilishi ularning foydalanilishi va akkumulyator sig‘imiga qarab turlicha bo‘lishi mumkin.

Akkumulyatorning zaryadlanish va razryadlanish kimyoviy reaksiyasi quyidagi formulada keltirilgan:



Akkumulyatorni zaryadlash uchun nazariya bo'yicha 167 Vt/kg energiya kerak bo'ladi. Bundan kelib chiqadiki, solishtirma to'plash imkoniyati chegarasi ham shu songa teng. Biroq haqiqiy zaryadlash qobiliyati kichik, shunisi ma'lumki akkumulyatorning zaryadlashda odatda tahminan 30 Vt/kg elektr energiya olinadi.

4.13- rasmda akkumulyatsiyalovchi qobiliyati pasayishi ko'rsatilgan. Akkumulyatorning FIK (zaryadlash paytidagi energiyaning holatini zaryadlashga ketgan энергия) odatda 70 % dan 80 % gacha tashkil etadi.



4.13- rasm. Qurg'oshinli akkumulyatorning haqiqiy va nazariy solishtirma sig'im qobiliyati.

Turli maxsus usullar (kislota miqdorini oshishi 39%, mis va plastmassa konstruksiya qisimlarini ulash orqali) so'ngi vaqtlarda solishtirma sig'im qobiliyatini 40 Vt·s/kg va undan yuqori.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, qurg'oshinli akkumulyatorning solishtirma sig'im qobiliyati (undan tashqari keyinchalik ko'rsatiladigan boshqa turdagi

akkumulyator turlari) amalda kichik, birlamchi galvanik elementga nisbatan. Lekin bu kamchilik odatda kompensatsiyalanadi.

- ko'p marotabalik zaryadlash imkoniyati, taxminan akkumulyatordan olinadigan elektr energiya narxini 10 marta arzonlashtiradi.

- akkumulyator batareyasini katta hajmda energosig'imini tashkil qilish (yextiyojga ko'ra 100 Mvt·s)

Qo'rg'oshinli akkumulyatorni FIK elektrolitni zichligiga bog'liq va u eksperimental formula orqali topiladi:

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

Bu yerda YE – FIK V,

$\gamma$  – elektrolit zichligi kg/m<sup>3</sup>

formulaga asosan akkumulyatorni boshlang'ich FIK, aniq turiga bog'liq va 2.05÷2.1 v oralig'ida bo'ladi. Akkumulyator qisqichlaridagi kuchlanish razryad oxirida 1.7 v gacha pasayishi zaryad oxirida 2.6 v ga ko'tarilishi mumkin (4.14- rasm)



4.14- rasm. Qo'rg'oshinli akkumulyatorni kuchlanishini turli zaryad va razryadda o'lchash.

Har zaryad-razryad siklida elektrodslarni takrorlanmas jarayonlari kuzatiladi, shu bilan birga elektrodga qayta tiklanmas qo'rg'oshinli oltingugurt kislotasini asta tomiziladi. Shu sababli akkumulyator sikllarini sonini aniqlash yaxshi zaryadlash qobiliyatini yoqotadi (odatda taxminan 1000).



Bu akkumulyatorni uzoq vaqt ishlatilmasligida sodir bo'ladi, shuningdek elektrokimyoviy razryadlash jarayoni (asta o'z-o'zini razryadlash) akkumulyatordan o'qib o'tadi qachonki u tashqi elektr zanjirga ulanmagan bo'lsa.

Qo'rg'oshinli akkumulyator sutka davomida umumiy zaryadining 0,5 % dan 1 % gacha qismini o'zini-o'zi razryad qilish hisobiga yo'qotadi. Bu jarayonni kompensatsiya qilish uchun qurilmada kerakli turg'un kuchlanishda o'zgarmas nimzaryad qo'llaniladi (akkumulyatorlarning tipidan kelib chiqib, kuchlanishi 2,15 V dan 2,20 V gacha).

Boshqa qaytimsiz jarayon suvning elektrolizi bo'lib (akkumulyatorning «qaynashi»), zaryadlanish jarayoni oxirida hosil bo'ladi. Suv isrofini qayta to'ldirish orqali qoplash mumkin, ammo ajralib chiqayotgan vodorod, havo bilan birga akkumulyator ichida yoki qismida portlovchi aralashmani vujudga keltiradi. Portlash xavfidan xolos bo'lish uchun, mos ishonchli ventilyatsiya qo'yish nazarda tutiladi.

Ohirgi 20 yillikda suyuq bo'lmagan shilimshoqsimon (jele) elektrolitli germetik yopiq qo'rg'oshinli akkumulyatorlar paydo bo'ldi. Bunday akkumulyatorlarni xohlagan vaziyatlarda o'rnatish mumkin. Bundan tashqari, zaryadlanish vaqtida o'lar vodorod ajratib chiqarmaganligi uchun harxil binolarga joylashtirish mumkin.

Qo'rg'oshinli akkumulyatordan tashqari, harxil elektroximik tizimga asoslangan 50 xildan ortiq turi ishlab chiqariladi. Elektr qurilmalarda ishqor (elektrolit bilan birga, kaliy gidrooksidli KON) nikel-temirli va nikel-kadmili, EYK 1,35 V dan 1,45 V gacha va nisbiy akkumulyatsiya qobiliyati 15 Vts/kg dan 45 Vts/kg gacha bo'lgan akkumulyatorlardan juda keng foydalaniladi. Ular atrof muhit haroratiga va ishlatish qoidalariga kam sezgir. Ular yana uzoq xizmat ko'rsatish xususiyatiga ega (odatda zaryad-razryad sikli 1000 dan 4000 gacha), ammo, razryadlanish vaqtida ularning kuchlanishi qo'rg'oshinli akkumulyatorlarga nisbatan keng chegarada o'zgaradi va f.i.k ham ancha kichik (50 % dan 70 % gacha).

Akkumulyator batareyalari dastlab (19- asrning ikkinchi yarmidan boshlab) siljitish vositalarida qo'llanilib boshladi. Bunda akkumulyatordan iste'mol qilinadigan elektr yuritma ichki yonuv dvigatelleriga nisbatan ancha afzalliklarga ega edi. Masalan:

tortuvchi dvigatelning (yoki dvigatellarning) bir qancha oddiy va ixcham konstruksiyalanishiga,

ko'pdvigatelli yuritmalarni qo'llash imkoniyati (har bir g'ildirakni alohida dvigatel bilan ta'minlash orqali),

yuritmaning yuqori f.i.k (80 % dan 90 % gacha),

reduktor qo'llamasdan, barcha ruxsat etilgan oraliqlarda tezlikni silliq rostdash,

maxsus ishga tushirish tizimining yo'qligi (akkumulyator va starter),

tormojlanish vaqtida energiya akkumulyatsiya qilish imkoni,

avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari va rostdashni oddiy qo'llash imkoni (yana simsiz tizimni),

yuritmaning ancha yuqori ishonchliligi va xizmat ko'rsatish muddatiniguzoqligi,

Olik hisobiga),

atrof muhitga zararli ta'sir qiluvchi ishlatilgan gazlar boshqa chiqindilarning bo'lmasligi,

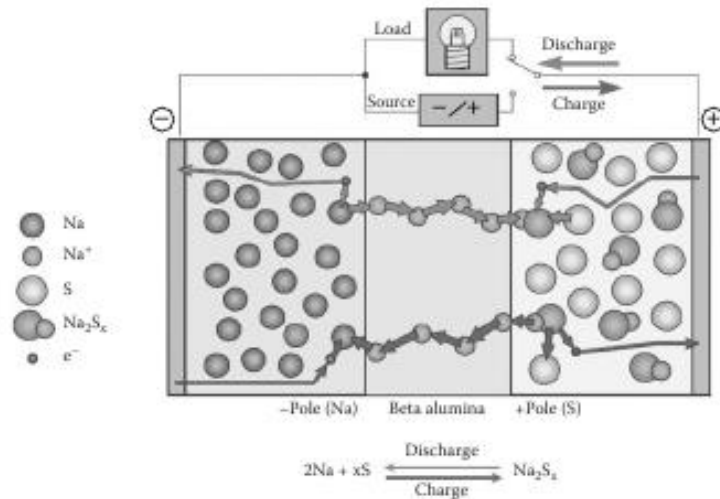
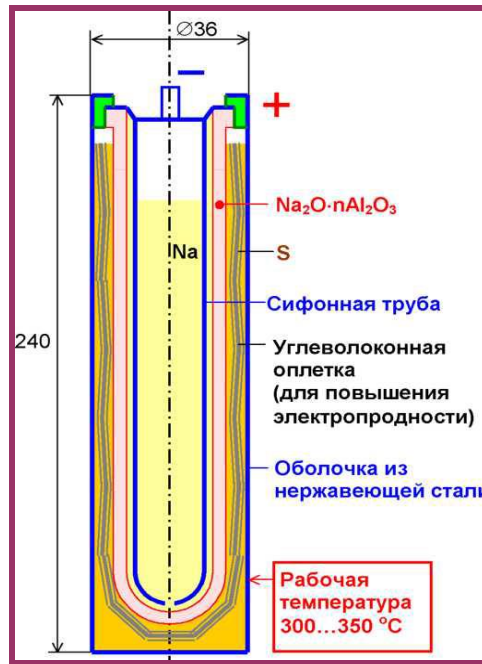
qo'shimcha energiya manbalarning bo'lmasligi (masalan, generator),

shovqinsiz,

Siljitish vositasida (avtomobillarda, kemalarda, poyezdlarda va h.) qo'rg'oshinli akkumulyatorlarni ishlatish nisbatan massasi katta bo'lgani uchun, odatda ichki yonuv dvigtellarining massasi oshishi hisobiga ularni qo'llash qiyinlik tug'diradi. Tug'ri keladigan og'irliqda esa, zaryadtan keyin juda kichik oraliqqa harakatlanadi (odatda taxminan 100 km).

Zaryad (odatda 100 km).

1960- yillarda Ford motor kompaniyasi  $\beta$ -alyuminiy ga asoslangan ( $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) oltingugurt-sulfid qattiq elektrolitli batareyalarini ishlab chiqarish ustida tadqiqotlarga kredit ajratdi . Bunday batareya yachaykasining tuzilmasi va va mos NaS yachaykasining elektrokimyoviy rekatsiya jarayonining tuzilishi 4.15- rasmda tasvirlangan. Bu maqsadlar uchun, masalan, EYK 2 V dan 2,1 V oralig'ida bo'lgan natriy-oltingugurt batareya, va nazariy xos xotira hajmi 1,29 kVt\*s / kg ga teng bo'lgan akkumulyatorlar ishlab chiqilgan. Ularda saqlash imkoniyatlari qo'rg'oshinli akkumulyatorlardagiga nisbatan deyarli ikki marta katta bo'lib, 80 Vt\*s / kg tashkil etdi.



4.15- rasm. Natriy-sulfit batareyaning qurilma tamoyili. Natriy sulfidni shakllantirish paytida, natriy ionlari oltingugurt ioni bilan membrana orqali kirib almashadi va unga bog‘lanadi.

Oltingugurt (1190C boshlang‘ich erish nuqtasi) va natriy (98 0C erish nuqtasi), akkumulyatorlardan bir erigan holatda bo‘lishi kerak va erigan oltingugurt yetarlicha yaxshi natriy sulfidi (1180 0C erish nuqtasi), batareya ish harorati erigan bo‘lishi kerak ya’ni bu 300 0C dan 350 0C oralig‘ida bo‘lishi kerak. Qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlar nisbatan Biroq, bu qobiliyatlar, bartaraf etiladi.

yuqori o‘ziga xos saqlash darajasi

quvvati kichik,

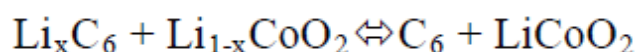
uzoq xizmat muddati (1500 zaryad-zaryadsizlashdan)

o‘z-o‘zini razryadi hodisaning to‘liq yo‘qligi ,  
zaryadlash ishonchsizlik

Batareya germetik va har qanday holatda o‘rnatilgan bo‘lishi mumkin. Uning samaradorligi taxminan (75% dan 80% gacha) qo‘rg‘oshin batareya bir xil bo‘ladi. Akkumlyator batereyaning sig‘imi 17-rasmda ko‘rilgan, 42A\*s, va vazni 0,4 kg.

Yuqori operatsion harorat natriy-oltingugurt batareya ishlatishdan oldin samarali issiqlik izolyatsiya va oldindan isitish talab qiladi. Shu sabablarga ko‘ra, batareya bu turdagi akkumlyator qo‘llash topilmadi. Akkumlyator vositalari uchun yanada rivojlanish 1998- yilda paydo bo‘ldi nikel metall gidrit va litiy-ion kuchi batareya, muhrlangan deb hisoblanadi (shunday batareya kichik elektr iste‘molchilar yetkazib berish bo‘yicha ishlab chiqarildi oldin - Uyali telefonlar, kameralar, kichik kompyuter, va hokazo). batareyalar har ikki turdagi normal haroratlarda amalga oshirilmoqda. nikel metall gidrit elementi  $E_{0K} = 1,25 \text{ V}$  va o‘ziga xos xotira hajmi 60 dan 120  $\text{VtSoat/kg}$  oralig‘ida, lekin ayni paytda litiy-ion elementlarni olib kelishi alohida qiziqish qaysi bu parametrlarni oralig‘ida navbatida 3,6 dan 3,7 V gacha va 100 dan 200  $\text{Vt*s / kg}$ .

Litiy-ionli akkumulyator anodi uglerodan tashkil topgan bo‘ladi, tarkibida zaryadlangan karbid litiyning  $\text{Li}_x\text{S}_6$  zaryadlangan tarkibidan, katodi esa litiy va kobalt oksidan tashkil topgan bo‘ladi. Elektrolit sifatida esa suyuq organik eritmaga (masalan efirga) eritilgan holda, qattiq tuzli litiy qo‘llaniladi ( $\text{LiPF}_6$   $\text{LiVF}_4$   $\text{LiClO}_4$  va boshqalar). Elektrolitga odatga quyultirgich qo‘shiladi ( masalan, kremniy organik birikma), shuning uchun ham u qattiq ko‘rishni egallaydi. Razryadlanish va zaryadlanishda elektromexanik reaksiyalar quyidagi formula bo‘yicha litiy ionlarining bir elektrodidan boshqa elektrodga o‘tishi bilan yakunlanadi.

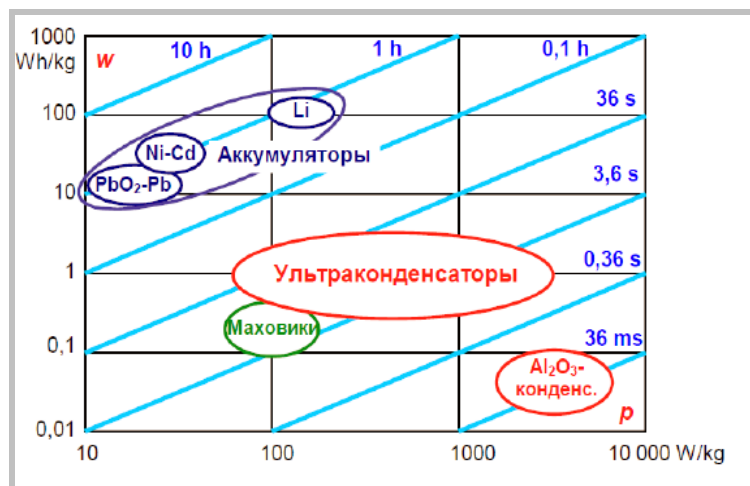


Litiy ionli akkumulyator elementlarining tashki formasi ( to‘rtburchak plastinaga o‘xshash)yassi yoki silindrik ( rulonli elektrod) ko‘rinishda bo‘lishi mumkin. Anodi va katodi boshqa materiallardan tayyorlangan akkumulyatorlar ham ishlab chiqariladi. Tez zaryadlanadigan akkumulyatorlar asosiy rivojlanish yo‘nalishlaridan biri sanalmoqda.

Ko‘pgina boshqa turdagi akkumulyatorlar ham mavjud ( 100 ga yaqin).

Masalan, qurilmalarning massasi iloji boricha kamaytiriladigan, samolyotlarning elektr ta'minoti tizimida, o'rtacha 100Vt\*ch/kg solishtirma akkumulyatsilash xususiyatiga ega bo'lgan kumush-ruxli akkumulyatorlarni qo'llash o'ylab topilgan. Eng yuqori EYK (6.1 V) va eng yuqori solishtirma akkumulyatsilash xususiyatiga (6270 Vt\*ch/kg) ftor-litiy akkumulyatorlar ega, biroq ularni ishlab chiqarish seriyasi hozircha yo'q.

Birlamchi galvanik elementlar uzoq muddatli ishlash rejimiga juda mos tushadi, akkumulyatorlarni esa uzoq muddatli ish rejimiga ham qisqa muddatli va siltanuvchi yuklamalarga ham qo'llaniladi. Kondensatorlar va induktiv g'altaklar, asosan impulsli yuklamalarni va yuklamalari tez o'zgaradganda quvvatni to'g'rilash uchun qo'llaniladi. Energotizimga quvvat uzatuvchi shamol va quyosh elektrostansiyalarida quvvatlarni to'g'rilashda, ultrakondensatorli akkumulyator kombinatsiyasi qo'llanilishi mumkin. Bir necha akkumulyatsiyalovchi qurilmalarning yuklamalar uzunligi va uzatiladigan quvvat bo'yicha qo'llanish xududi xarakteristikasi 4.16- rasmda keltirilgan.

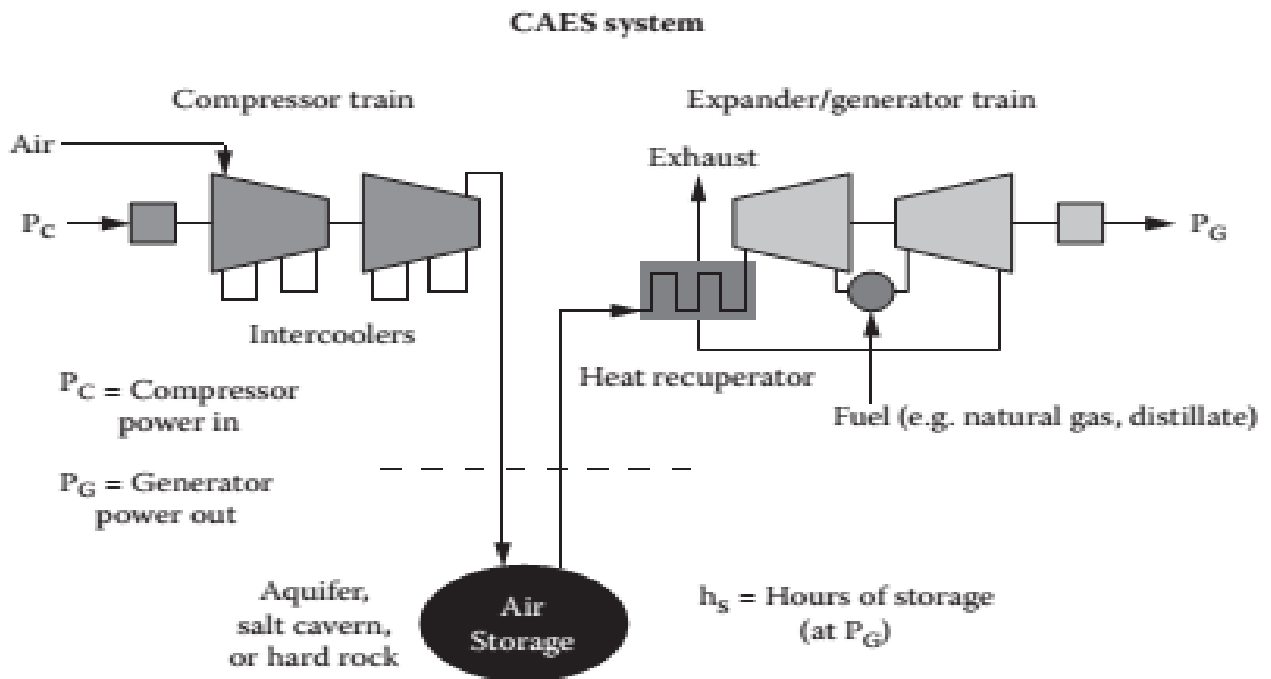


4.16- rasm. Bir necha akkumulyatsiyalovchi qurilmalarning (keltirilgan) solishtirma akkumulyatsiyalash xususiyati va solishtirma quvvatining chegarasi.

**Keng tarqalgan elektr akkumulyatorlarining turlari:**

1. Kurgoshinli-kislotali akkumulyatorlar;
2. Natriy-sulfat akkumulyatorlari;
3. Litiy – Ion akkumulyatorlari;
4. Vanadiy oksidli akkumulyatorlari.

## Havo akkumulyatsion elektr stansiyasining prinsipial sxemasi



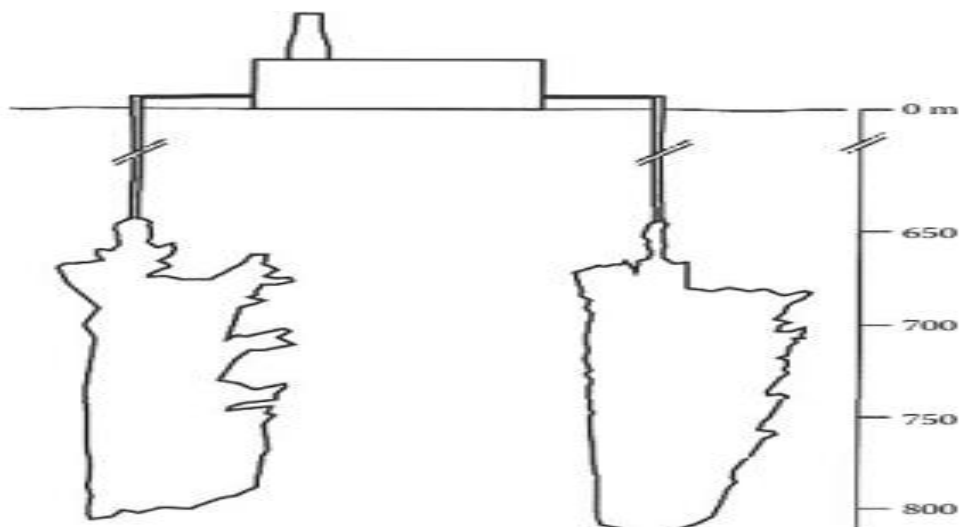
Huntorf HAESning umumiy ko‘rinishi (Bremen, Germaniya)



Quvvati: 290 MVt

Shimoliy Dengiz yaqinidagi AESni qayta ishga tushirish va yuklama pikini qoplash uchun 1978 yilda qurilgan.

## Huntorf HAESning tuzli qatlamni tozalash orqali hosil qilingan siqilgan havoni saqlash omborlarining tuzilmasi



**Omborni hosil qilish uchun sarflangan solishtirma kapital mablag‘: 2 \$/kVt.soat  
HAESning samaradorligi (F.I.K.) ni aniqlash**

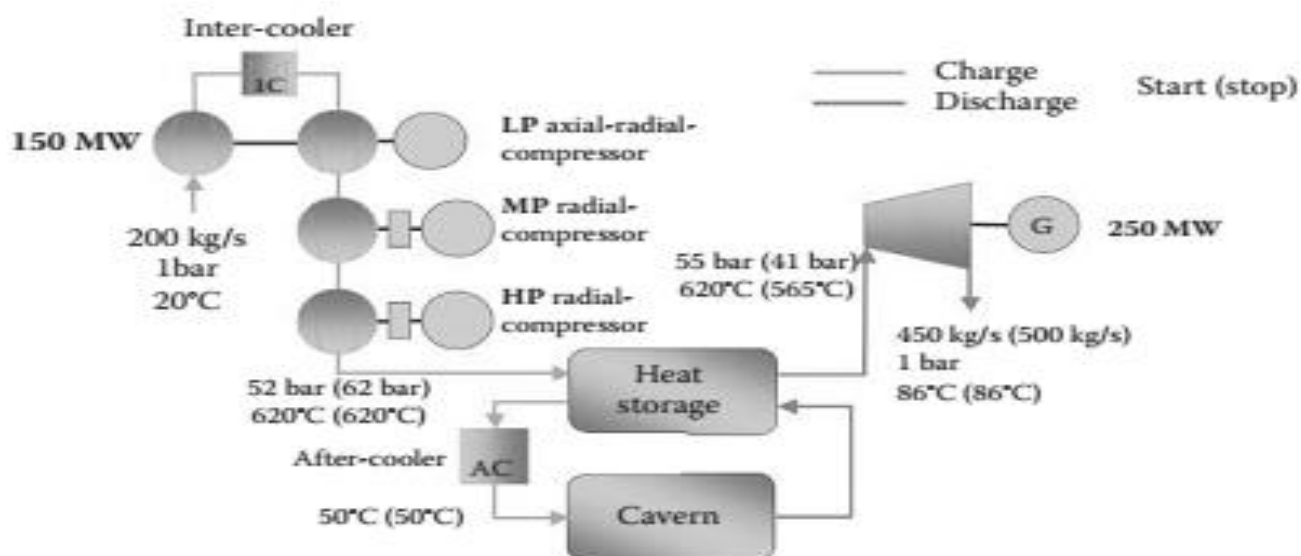
$$\eta_1 = \frac{E_T}{E_M + \eta_F E_F}$$

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

1.  $E_T$  – Elektr generatoridan olinuvchi energiya;
2.  $E_M$  – Kompresorga beriluvchi energiya;
3.  $E_F$  – Yoqilg‘ining birlamchi energiyasi;
4.  $\eta_F$  – muayyan turdagi yoqilg‘idan foydalanuvchi qurilmaning foydali ish koefitsiyenti.

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

## Mustaqil ishlovchi ilg'or adiabatik HAESning prinsipial sxemasi (AA CAES)



$$\eta \approx 70 \%$$

### Nazorat savollari:

1. Energiyani to'plash deganda nim a tushuniladi.
2. Tabiatda qanday akkumilyatsilash jarayoni sizga ma'lum.
3. GAES larning ishlash prinsipini aytib bering.
4. Issiqlikni qanday qilib to'plash mumkin.
5. Elektroenergiyani qayerda to'plash mumkin.

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. 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. 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 tolow 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 fu-



ture 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

#### **4-mavzu: Energetika tizimlarining optimal ish holatlarini ta'minlash.**

##### **Reja:**

1. Birlashgan energetika tizimlari va ularning ahamiyati.
2. Birlashgan energetika tizimlarining ish rejimlarini rejalashtirish va boshqarish.

Energetika tizimlarining holatlarini noma'lum Lagranj ko'paytuvchilari usulida optimallashtirish.

**Tayanch so'z va iboralar:** energetika tizimi, birlashgan energetika tizimi, Xalqaro energotizim, elektr tizimining rejimini optimallashtirish, rejimni optimal rejalashtirish, elektr tarmog'i, tarmoqdagi isrof, isrofnı hisoblash, elektr tarmog'ining rejimini optimallashtirish, reaktiv quvvatni kompensatsiyalash, transformatsiya koeffitsiyenti.

##### **Birlashgan energetika tizimlari va ularning ahamiyati.**

##### **Birlashgan energetika tizimlarining afzalliklari:**

Elektr energiya bilan ta'minlashda ishonchlilikning oshishi;

Energetika tizimining holatini iqtisodiy jihatdan optimallashtirish imkoniyatlarining oshishi;

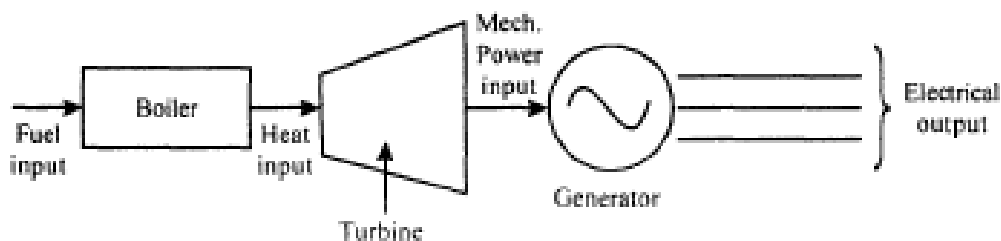
Elektr stansiyalarida ishlovchi agregatlarning birlik quvvatlarini oshirish imkonining paydo bo'lishi;

Birlashgan tizimga kiruvchi alohida energotizimlarda zahiradagi quvvat miqdorini kamaytirish imkonining paydo bo'lishi;

Elektr energiyasi bozorini tashkil etish uchun sharoitning hosil bo'lishi.

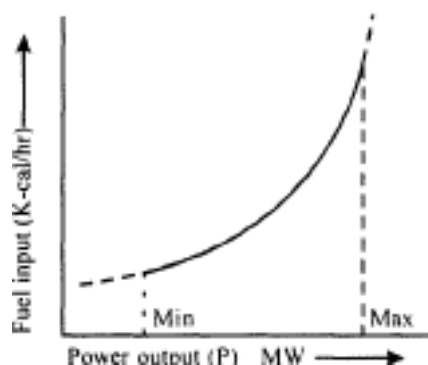
Birlashgan energetika tizimlarini ishlatish, va boshqarishni rejalashtirishda ko'plab turli xil masalalar paydo bo'ladi. Bu yerda eng muhim masala bo'lib tizimni iqtisodiy ishlatish masalasi hisoblanadi. Iqtisodiy ishlatish deyilganda rejalashtirilganda har bir qadam, tizimni grafiklashtirish va ishlatish, bloklarning ish holatlari, stansiyalarning ish holatlari va ularni tutashtiruvchi liniyalarning ish holatlari absolyut iqtisodiylikni beruvchi optimal bo'lishi tushuniladi. Bunda elektr energiyasini uzatishdashi isroflar ham muhim rol o'ynaydi. Ushbu mavzudi energetik tizimlarni iqtisodiy ishlatish (har ikkala issiqlik va gidro tizimlarni) mos keluvchi analitik modellardan foydalanilgani holda ko'rib chiqiladi.

Issiqlik tizimlarining iqtisodiylik tomonlarini tahlil etishda ularning kirish-chiqish xarakteristikalari salmoqli o‘rinni egallaydi. Ushbu maqsadlarda qozon, turbina va generatoridan iborat bo‘lgan yagona blok (5.1- rasm)ning xarakteristikasidan foydalanish mumkin. Blok o‘zining 2-5% ni tashkil etuvchi shaxsiy ehtiyojini ham ta‘minlaydi.



**5.1- rasm. Qozon, turbina va generator bloki.**

Yuqorida eslatib o‘tilganidek, har qanday issiqlik bloki uchun kirish-chiqish xarakteristikasi uni ishlatish xarakteristikasidan olinishi mumkin. 5.1- rasmda tasvirlangan blok uchun tipik energetik xarakteristika 5.2- rasmda tasvirlangan.



**5.2- rasm. Issiqlik blokining kirish-chiqish xarakteristikasi.**

**Birlashgan energetika tizimlarining ish rejimlarini rejalashtirish va boshqarish.**

**Energetika tizimining holatlarini optimal rejalashtirish.**

Agar bloklarning nisbiy o‘sish xarakteristikalari (NO‘X) keng diapazonda ishlatilgan ham o‘zgarmas bo‘lsa va energiyani uzatishdagi isroflar hamda zahira bo‘yicha talab e‘tiborga olinmasa, u holda bunday xarakteristikalar bloklarning samaradorligining nisbiy o‘sishi bo‘yicha hosil qilish mumkin. Bunday usulda hosil qilinuvchi xarakteristikalar xizmat jadvallari deb yuritiladi. Xizmat jadvallari nisbiy samaradorlikka asoslanib tayyorlanadi va har bir blok eng yuqori nisbiy samaradorlikka ega bo‘lishi uchun darajalangan quvvatga yuklangan bo‘ladi. Yoqilg‘i narxi,

stansiyaning sikl samaradorligi, stansiyaning ishga yaroqliligi singari ko'rsatkichlarning o'zarishi bunday jadvallardan foydalanish asosida amalga oshiriladi. Bunday usulda tayyorlangan jadvallarga qarash orqali blokning boshqa blokdan farqlovchi generatsiya grafigini tuzish mumkin.

Energetika tizimlarining optimal holatlarini hisoblash va joriy etish ularni dispetcherlik boshqarish punktlarida amalga oshiriladi. Dispetcherlik punktida masalalarni yechish uchun zaruriy dastlabki ma'lumotlarni olish, qayti ishlash, ular asosida hisoblashlarni amalga oshirish, natijalarni uzatish va ularga muvofiq holda energotizimni boshqarish faqat zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari va hisoblash vositalari yordamida amalga oshiriladi.

Avtomatlasihtirilgan boshqarish tizimlari (ABT) kibernetikaning barcha sifat jixatidan turlicha bulgan tizimlarni boshkarishning asosi bulib, boshkarishning usul va texnikasidagi umumiy xususiyatlar va usullarni belgilovchi konunlar xisoblanishini kursatuvchi tarkibiy qismi xisoblanadi.

Hozirgi davrda ABT sifatida boshqaruvchi tizimda masalani qo'yish va asosiy qarorni qabul qilish odam, buning uchun zarur bo'lgan ma'lumotni qayta ishlash esa – maxsus qurilmalar majmuyi – EHM, telemexanika, a'loqa va boshqa vositalar tomonidan bajariluvchi odam-mashina tizimi tushuniladi.

ABTda odamning hal etuvchi roli shu bilan belgilanadiki, bu tizimlarning o'ta darajada murakkabligi sababli ularni matematika yordamida ham, modellashtiruvchi qurilmalar yordamida ham formallashtirib bo'lmaydi.

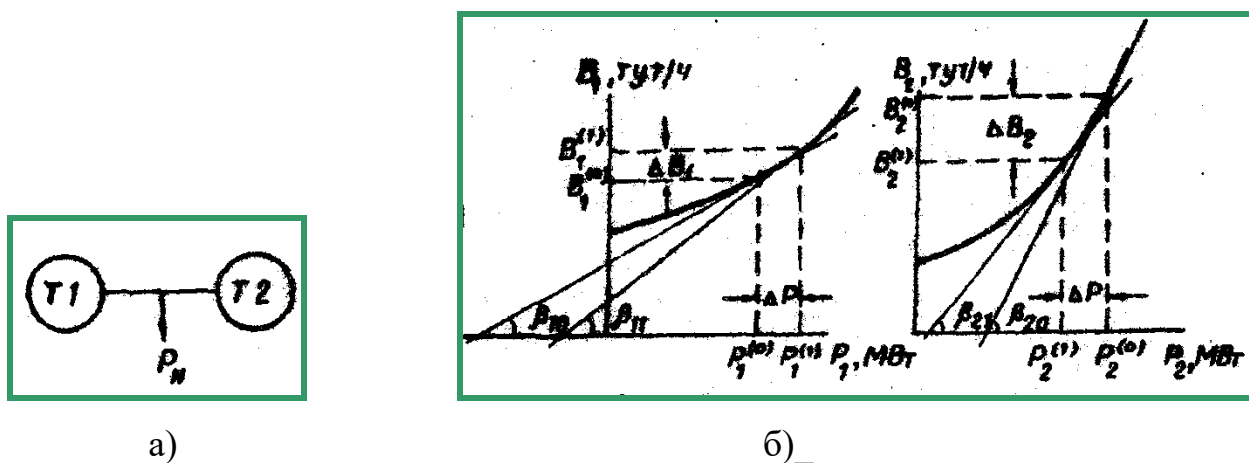
Avtomatlasihtirilgan boshqarish tizimlarida EHM matematik usullar va algoritmlarning yagona kompleksidan foydalanish asosida ma'lumotlarni qayta ishlashning barcha jarayonlarida asosiy vosita hisoblanadi.

Shunday qilib, energetika tizimining avtomatlasihtirilgan boshqaruv tizimida ularning holatlarini optimallashtirish alohida o'rinni egallaydi. Bunda turli usul va algoritmlar bo'yicha optimallashtirish dasturlaridan foylaniladi.

Energetika tizimining holatini aktiv quvvat bo'yicha optimallashtirish elektr energetika tizimi (EET)ning yuklamasini elektr stansiyalari o'rtasida optimal taqsimlashdan iboratdir.

Energotizim yuklamasini issiqlik elektr stansiyalari o'rtasida optimal taqsimlash shartini hosil qilish uchun oddiy misol ko'rib o'tamiz.

IESning ikkita bloki bitta umumiy yuklamaga ishlayotgan bo'lsin (5.3.a-rasm). Bloklarning yoqilg'i sarfi xarakteristikalari silliq (kvadratik) bo'lsin. Bu xarakteristikalar 5.3.b-rasmda keltirilgan bo'lib, ordinata o'qida bir soat davomidagi shartli yoqilg'i sarfi, absissa o'qida esa blokning yuklamasi (aktiv quvvati) tasvirlangan.



1.1- rasm. IESning umumiy yuklamasini bloklar o'rtasida optimal taqsimlash.

Bloklarning  $R_1$  va  $R_2$  quvvatlari yig'indisi yuklama quvvati  $R_N$  ga teng bo'lishi zarur:

$$R_1 + R_2 = R_N.$$

Boshlang'ich holatda bloklarning quvvatlari  $R_1(0)$  va  $R_2(0)$  bo'lib, sarf xarakteristikalari bo'yicha ularga  $V_1(0)$  va  $V_2(0)$  yoqilg'i sarflari mos keladi. Bu taqsimlanishning optimalligini aniqlash uchun uni 1-blok quvvatini shu miqdorga kamaytirib o'zgartiramiz, ya'ni:

$$R_1(1) = R_1(0) - R;$$

$$R_2(1) = R_2(0) + R;$$

$$R_1(1) + R_2(1) = R_N.$$

Bunday qayta taqsimlash natijasida birinchi blokda sarf bo'luvchi shartli yoqilg'i miqdori ( $V_1$ ) oshib, ikkinchi blokda sarf bo'luvchi shartli yoqilg'i miqdori ( $V_2$ ) kamayadi. ( $V_1 < V_2$ , ya'ni qayta taqsimlanishi natijasida iqtisod sarfga nisbatan katta bo'lganligi sababali qayta taqsimlanishdan keyingi holat optimal hisoblanadi.

Albatta, yakuniy optimal qayta taqsimlanishni olish uchun bloklarning quvvatlarini qabul qilingan yo'nalishda o'zgartirib borish zarur. Bu jarayonni ( $V_1 = V_2$  shart bajarilgunga qadar davom ettirish lozim.

$\Delta P_1 = \Delta P_2$  bo'lganligi sababli bu shartni quyidagicha ifodalash mumkin:

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

Yuqoridagi nisbatning (Ri nolga intilgandagi limiti, ya'ni

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

i-blokda yoqilg'i sarfining nisbiy o'sishi (nisbiy o'sish) deb yuritiladi.

Shunday qilib, optimal taqsimlanish sharti bo'lib quvvat balansi ta'minlangan holda nisbiy o'sishlarning tengligi hisoblanadi:

$$\frac{dB_1}{dP_1} = \frac{dB_2}{dP_2} \quad \text{ёку} \quad \epsilon_1 = \epsilon_2 \quad (5.1)$$

Agar bloklar turli narxdagi yoqilg'ilarida ishlayotgan bo'lsa, u holda optimallik sharti (summaviy xarajatlarning minimalligi) quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$C_1 B_1 = C_2 B_2. \quad (5.2)$$

Bu yerda si-i blokda yoqiluvchi yoqilg'ining narxi. Optimallik mezoni (5.1) ni (balans ta'minlangan holda) summaviy yoqili sarfining minimalligi shartidan ham hosil qilish mumkin:

$$B = B_1(P_1) + B_2(P_2) \rightarrow \min, \quad (5.3)$$

$$W = P_1 + P_2 - P_H = 0 \quad (5.4)$$

(5.4) shart mavjud bo'lganda (ya'ni uni hisobga olib) maqsad funksiyasi (5.3) ni minimallashtirishni Langranj funksiyasining ekstremumi (statsionar nuqtasi)ni topish orqali amalga oshirish mumkin:

$$L = B + \mu W = B_1(P_1) + B_2(P_2) + \mu(P_1 + P_2 - P_H) \rightarrow \min \quad (5.5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial P_1} = \frac{\partial B_1}{\partial P_1} + \mu \frac{\partial W}{\partial P_1} = \frac{\partial B_1}{\partial P_1} + \mu = \epsilon_1 + \mu = 0, \quad (5.6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial P_2} = \frac{\partial B_2}{\partial P_2} + \mu \frac{\partial W}{\partial P_2} = \frac{\partial B_2}{\partial P_2} + \mu = \epsilon_2 + \mu = 0. \quad (5.7)$$

(5.4), (5.6) va (5.7) tenglamalarni birgalikda olib, sistema qilib yechish barcha noma'lumlar  $R_1, R_2, (\dots)$  larni topish imkonini beradi. Biroq bunda muammolar hosil bo'lishi mumkin, chunki bloklarning  $V_i=f_i(P_i)$  sarf xarakteristikalari, odatda, uziq yoki siniq chiziqli hisoblanadi. Bu xarakteristikalarni analitik ko'rinishda ifodalash ularni yuqori darajali polinomlar bilan approksimatsiyalash bilan bog'liqdir. Shu sababli qo'yilgan masalani yechish, umumiy holda, yuqori darajali va katta o'lchamli egri chiziqli tenglamalar sistemasini yechish va undan kelib-chiquvchi qiyinchiliklar bilan bog'liq.

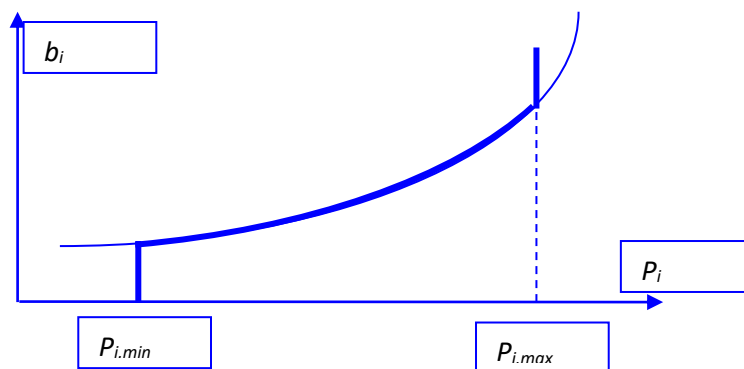
Boshqacha interpretatsiyada (tasvirda) masalaning yechilishini soddalashtirish mumkin. Buning uchun (5.4), (5.6) va (5.7) tenglamalardan quyidagini hosil qilamiz:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_1 = \theta_2 = -\mu_1 \\ P_1 + P_2 = P_H \end{array} \right\} \quad (5.8)$$

(5.8) asosida yuklama quvvatini ikkita blok orasida optimal taqsimlashni ko'rib o'tamiz. 1 va 2 bloklarning NO'Xlari berilgan bo'lsin. Bloklar uchun umumiy bo'lgan nisbiy o'sish  $v_s=v_1=v_2$  uchun turli qiymatlarni qabul qilib mos  $R_1, R_2$  va  $R_1+R_2$  larni topish asosida  $v_s=f(R_1+R_2)$  bog'lanishni ko'ramiz. Bu bog'lanish bo'yicha  $R_N$  ning har qanday qiymati uchun mos  $v_s=v_1=v_2$  ni va bloklarning NO'Xlari bo'yicha optimal taqsimlanishda hosil bo'luvchi  $R_1$  va  $R_2$  larni topishimiz mumkin. Bular asosida 1 va 2 bloklarning optimal yuklama grafiklari aniqlanadi. Ekvivalent NO'X ni hosil qilish uchun bloklarning NO'Xlarida berilgan barcha nuqtalarni e'tiborga olish lozim.

Ko'rib chiqilgan usul tenglamalar sistemasini yechmasdan taqsimlash imkonini berib, u bevosita yoki nisbiy o'sishlarning tengligi usuli deb yuritiladi. Ushbu usul boshqalaridan o'ta soddaligi bilan ajratib turadi. Bundan tashqari bu usulda energetik xarakteristikalardagi mavjud uzilishlar qiyinchiliksiz hisobga olinadi. Shuningdek, blok va stansiyalarning minimal va maksimal quvvatlari bo'yicha chegaraviy shartlar oson – xarakteristika to'siq kiritish orqali hisobga olinadi. Bloklarning quvvatni oshirish va kamaytirish tezligi bo'yicha chegaraviy shartlar ham ushbu usulda oson e'tiborga olinadi.

Blok yoki stansiyaning minimal va maksimal quvvatlari bo'yicha chegaraviy shartlarni hisobga olishning to'siqlar usulida NO'X 5.3-rasmda keyingi optimallashtirish qayta qurishda paydo bo'lgan NO'Xlar bo'yicha amalga oshiriladi.



### 5.3-pacm

IESning ikkita bloki uchun yozilgan optimallashtirish sharti (5.8) N ta issiqlik bloklarining parallel ishlagan holatlari uchun ham oson umumlashtiriladi:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_N = -\mu, \\ P_1 + P_2 + \dots + P_N = P_H \end{array} \right\} \quad (5.9)$$

Oxirgi (1.9) shartni ta'minlash yuqoridagi tartibda amalga oshiriladi. U shuningdek IESlar to'plami uchun ham oson umumlashtiriladi. Bunda har bir IES undagi alohida bloklarning NO'X larini qo'shish orqali hosil qilinuvchi ekvivalent NO'X bilan tasvirlanadi.

Yuklama quvvatini ikkita blok o'rtasida optimal taqsimlash shartini umumlashtirish uchun faqat olingan natija haqiqatdan ham minimum harajat ta'minlashini aniqlash qolmoqda. Ikkinchi tartibli hosilaning ishorasini tahlil qilish buni aniqlash imkonini beradi. Agar

$$\frac{d^2 B}{dP_i^2} = \frac{d\theta_i}{dP_i} > 0 \quad (5.10)$$

bo'lsa,  $v_i = f_i(P_i)$  bog'lanish silliq bo'lgan holatda maqsad funksiyasining minimalligi ta'minlanadi.

Real elektr enegetika tizimlarida optimallashtirish masalasini hal etishda barcha stansiyalarning ham yuklamalari noma'lumlar sifatida qatnashmaydi. EET yuklama grafigininng bazisida ishlovchi rostlanmaydigan AES, IEM va GES lar tugunlardagi manfiy yukla-



malar bilan almashtirilishi mumkin. Yuklama grafigining o'zgarib turuvchi qismida qatnashuvchi elektr stansiyalari hisobiy stansiyalar deb yuritiladi.

### **10.1. Energetika tizimlarining holatlarini noma'lum Lagranj ko'paytuvchilari usulida optimallashtirish<sup>2</sup>**

Energetika tizimining holatini aktiv quvvat bo'yicha optimallashtirish masalasining ma'nosi barcha stansiyalarning barcha chegaraviy shartlarning bajarilgani holda issiqlik stansiyalaridagi yoqilg'i sarfi bilan bog'liq bo'lgan umumiy xarajatlar □

$$H = \sum_{i=1}^n H_i B_i(P_i) \rightarrow \min \quad (5.11)$$

yoki bu stansiyalardagi umumiy shartli yoqilg'i sarfining

$$B = \sum_{i=1}^n B_i(P_i) \rightarrow \min \quad (5.12)$$

minimal bo'lishini ta'minlovchi quvvatlarini topishdan iboratdir.

Bunda barcha elektr stansiyalarining quvvatlari  $R_i$  energotizimda quvvat balansini ta'minlashi zarur:

$$\sum_{i=1}^n (P_i) - \sum_{j=1}^m P_j = 0. \quad (5.13)$$

Bu yerda  $n, m$  — mos holda energotizimdagi stansiya va yuklama tugunlarining soni;  $R_i, R_j$  —  $i$ -chi elektr stansiya va  $j$ -chi yuklama tugunining quvvatlari.

Noma'lum Lagranj ko'paytuvchilari usulida ko'rilayotgan (5.2) — (5.3) shartli minimallashtirish masalasi quyidagi Lagranj funksiyasini shartsiz minimallashtirish masalasiga keltiriladi:

$$L = \sum_{i=1}^n B_i(P_i) + \mu \left( \sum_{i=1}^n P_i - \sum_{j=1}^m P_j \right) \rightarrow \min \quad (5.14)$$

---

<sup>2</sup> Operation and Control In Power Systems... p. 97-98

Bu yerda  $\mu$  - noma'lum Lagranj ko'paytuvchisi. Quyilgan masalaning yechim nuqtasida (5.13) shart bajarilganligi sababli (5.14) funksiyasining minimumi (5.12) funksiyaning minimumi bilan ustma-ust tushadi.

(5.14) funksiyasining minimumini aniqlash uchun L funksiyasidan barcha o'zgaruvchilar bo'yicha hosilani nulgga tenglashda hosil bo'lgan tenglamalar sistemasini yechish lozim:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \alpha} = \frac{\partial \hat{A}_i(P_i)}{\partial P_i} + \mu = 0, i = \overline{1, n} & \quad b_i + \mu = 0, i = \overline{1, n} \\ \frac{\partial L}{\partial \mu} = \sum_{i=1}^n P_i - \sum_{j=1}^m P_j = 0 & \quad \text{ëкн} \quad \sum_{i=1}^n P_i - \sum_{j=1}^m P_j = 0 \end{aligned} \quad (5.15)$$

Bu yerda  $b_i$  — i-ch IESda shartli yoqilg'i sarfining nisbiy o'sishi.

Shunday qilib, ko'riladyotgan masalani yechish n ta stansiyalarning noma'lum quvvatlari va bitta noma'lum Lagranj ko'paytuvchilariga ega bo'lgan n+1 ta tenglamadan iborat bo'lgan (5.15) sistemani yechishga keltiriladi.

Umumiy holatda tenglamalar sistemasi (5.15) ni yechishda elektr stansiyalarining sarf xarakteristikalarini  $V_i(R_i)$  larning uzlukli ekanligi bilan bog'liq bo'lgan muammolar paydo bo'ladi. Ammo, ularni qandaydir aniqlikda yuqori darajali qatorlar, masalan kvadratik qatorlar, bilan approksimatsiyalab olish mumkin. Bunday holatda (5.15) tenglamalar sistemasi to'g'ri chiziqli tenglamalar sistemasiga aylanadi va u osongina yechiladi.

Ushbu usulning hisoblash sifatlarini energotizimning aktiv yuklamasi  $R_n=500$  MVt ni quyidagi shartli yoqilg'i sarfi xarakteristikalariga ega bo'lgan ikkita issiqlik elektr stansiyalari o'rtasida optimal taqsimlash masalasiga qo'llab o'rganamiz:

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

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

Masalaning matematik ifodasini yozamiz:

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

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

Laganj funksiyasini tuzamiz:

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

Bu funksiya minimumligining zaruriy shartidan quyidagi tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

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

Hosil bo'lgan chiziqli tenglamalar sistemasini uni yechishning biror usuli, masalan Kramer usuli, yordamida yechamiz:

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

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

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

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

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

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

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

Shunday qilib, stansiyalarning optimal yuklamalari  $P_1=333,33$  MBт,  $P_2=166,67$  MBт bo‘lib, bunda ulardagi umumiy shartli yoqilg‘i sarfi  $B = 426,667$  т.sh.yo./soat.

### **Nazorat savollari**

1. Birlashgan energetika tizimini ifodasini bering;
2. Birlashgan energetika tizimlarining ish rejimlarini rejalashtirish va boshqarish uchun tushuncha bering;
3. Energetika tizimining aktiv yuklamasini elektr stansiyalari o‘rtasida optimal taqsimlash masalasi.
4. Energetika tizimining aktiv yuklamasini issiqlik stansiyalari o‘rtasida optimal taqsimlash sharti.

### **Adabiyotlar**

1. Насиров Т.Х., Гайибов Т.Ш. Теоретические основы оптимизации режимов энергосистем. – Т.: «Фан ва технология», 2014, 184 с.
2. Гайибов Т.Ш. Методы и алгоритмы оптимизации режимов электроэнергетических систем. – Т.: Изд. ТашГТУ, 2014, 188 с.
3. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике/Под общ. ред. Й.Н.Руденко и В.А.Семенова. –М.: Издательство МЕИ, 2000.
4. Фазилов Х.Ф., Насиров Т.Х. Установившиеся режимы электроэнергетических систем и их оптимизация. – Т.: Молия, 2002.
5. P S R Murty. Operation and Control In Power Systems/ B S Publications. Hyderabad. 2008.
6. 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
7. 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

## IV.AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

### 1-amaliy mashg‘ulot: Elektr stansiyalari va tarmoqlarining energetik ko‘rsatkichlari va samaradorligini hisoblash (2 soat)

**Ishdan maqsad:** Elektr stansiyalarining samaradorligini aniqlash; birlamchi sarflanuvchi energiya resursi miqdori va stansiyaning samaradorligi bo‘yicha ishlab chiqariluvchi energiya miqdorini aniqlash va ishlab chiqariluvchi energiya miqdori va stansiyaning samaradorligi bo‘yicha birlamchi sarflanuvchi energiya resursi miqdorini aniqlash masalalari bilan tanishish.

#### Masalaning quyilishi:

Napor 100 m ga teng bulgan GES da suvning sarfi 720000 kub.m/soat ga teng. GESning f.i.k. 0,9 ga teng bulsa, uning kuvvatini aniklang. Agar ushbu GES sutka davomida uzgarmas napor va suv sarfi bilan ishlasa, kancha mikdorda elektr energiyasini ishlab chikaradi?

#### Masalani yechish:

Qo‘yilgan masalani yechish uchun suv sarfi, napor va foydali ish koeffitsiyenti ma’lum bo‘lgan GESning quvvatini topish formulasidan foydalanamiz:

$$P_{r\text{GC}} = \eta \rho Q g H$$

Demak,  $R_{GES} = 0,9 * 1000 * 9,81 * 100 * 720000 / 3600 = 176400000$  Vt=176400 kVt=176,4 MVt.

Sutka davomida suv sarfi, napor va GESning foydali ish koeffitsiyenti o‘zgarmas bo‘lganligi sababli uning quvvati ham o‘zgarmas bo‘ladi. Bunday holatda Sutka davomida GESda ishlab chiqariluvchi elektr energiya miqdorini topish uchun ushbu quvvatni sutkadagi soatlar soni, ya’ni 24 soatga ko‘paytiramiz:

$$W = 176400 * 24 = 4233600 \text{ kVt.soat}$$

#### Mustaqil yechish uchun masalalar

1. GES sutka davomida o'zgarmas yuklama bilan ishlab, 16000000 kub. m. suvni sarflagan. Sutka davomida napor uzgarmas bulib 120 m. ni, samaradorlik esa 90% ni tashkil etgan. GESning sutka davomida ishlab chikargan elektr energiyasi mikdori va urtacha kuvvatini toping.

2. GAES sutkaning 5 soati davomida nasos rejimida ishlab, 10000000 kub. m. suvni kuyi suv omboridan yukori suv omboriga xaydaydi va 3 soati davomida GES rejimida ishlab, shu mikdordagi suvdan tulik foydalanadi. Sutka davomida napor uzgarmas bulib 100 m. ni, samaradorlik esa nasos rejimida 90% ni va generatsiya rejimida 88% ni tashkil etadi. Xar ikkala rejimda ishlagandagi elektr kuvvatlarini va GAESning butun sikl buyicha f.i.k. ni aniklang.

3. GAES sutkaning 4 soati davomida nasos rejimida ishlab, 7000000 kub. m. suvni kuyi suv omboridan yukori suv omboriga xaydaydi va 3 soati davomida GES rejimida ishlab, shu mikdordagi suvdan tulik foydalanadi. Sutka davomida napor uzgarmas bulib 120 m. ni tashkil etadi. GAESning nasos va GES rejimlarida ishlagan latlaridagi urtacha foydali ish koeffitsiyentlari va butun sikl buyicha fydali ish koeffitsiyentini toping.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

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.

#### **2-amaliy mashg'ulot: Energiya samaradorligini oshirishda akkumulyatsiyalashning o'rni. (2 soat)**

**Ishdan maqsad:** elektr energiyani ishlab chiqarish va iste'mol qilishda akkumulyatsiyalashning o'rni va samaradorligini aniqlash; energiyani

akkumulyatsiyalashning turli usullarining mohiyatini o'rganish; energiyani akkumulyatsiyalash hisobiga olinuvchi samaradorlikni hisoblashni o'rganish.

**Masalaning quyilishi:** GES sutka davomida o'zgarmas napor bilan ishlagani holda 20 mln. kVt.soat elektr energiyasi ishlab chiqaradi. Sutka davomida GESnin o'rtacha samaradorligi 90%. Sutka uchun o'рта soatlik suv sarfini aniqlash talab etiladi.

### Masalani yechish:

GESning sutka davomidagi o'rtacha quvvatini topamiz:

$$P_{\Gamma\text{ЭC}} = \frac{W_{\text{yr}}}{24} = \frac{20000000}{24} = 833333,33 \text{ kBm} = 833,33 \text{ MBm}$$

GESning quvvatini aniqlash formulasi

$$P_{\Gamma\text{ЭC}} = \eta Q g H$$

dan foydalanib, o'rtacha soatlik suv sarfini aniqlaymiz:

$$Q = \frac{P_{\Gamma\text{ЭC}}}{\eta g H} = \frac{833333,33}{0,9 \cdot 9,81 \cdot 80} = 1179,82 \text{ m}^3/\text{чч}$$

### Mustaqil yechish uchun masalalar

**1 masala.** GAES 4 soat davomida generatsiya rejimida ishlab 9000 kub. m. suvni sarflaydi. So'ngra 5 soat davomida nasos rejimida ishlab shu miqdordagi suvni quyi suv omboridan yuqori suv omboriga haydaydi.

Napor har ikkala rejimda ishlashda o'zgarmas bo'lib, 100 m ni tashkil etadi. Samaradorlik generatsiya rejimida 89%, nasos rejimida esa 91% ni tashkil etadi.

Generatsiya va nasos rejimlarida o'rtacha elektr quvvatni hamda GAESning butun sikl bo'yicha foydali ish koeffitsiyentini topish talab etiladi.

**2 masala.** GES sutka davomida o'zgarmas yuklama bilan ishlab, 8000 kub. m. suvni sarflaydi. Bunda napor o'zgarmas va 140 m bo'lib, GESning samaradorligi 90% ni tashkil etadi.

GESning sutka davomidagi o'rtacha quvvati va ishlab chiqargan elektr energiyasi miqdorini topish talab etiladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar:

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.

### **3-amaliy mashg‘ulot: Elektr energetika tizimining yuklamasini elektr stansiyalari o‘rtasida optimal taqsimlash. (2 soat)**

**Ishdan maqad:** elektr energetika tizimining yuklamasini elektr stansiyalari o‘rtasida optimal taqsimlash.

#### **Masalaning quyilishi:**

Ushbu mashg‘ulotla elektr energetika tizimining aktiv yuklamasini elektr stansiyalari o‘rtasida chegaraviy shartlarni e‘tiborga olib va olmasdan optimal taqsimlashga oid masalalar yechiladi. Quyida masla yechish na‘munalari va mustaqil bajarish uchun topshiriqlar berilgan.

#### **Ishni bajarish uchun namuna:**

O‘xshash masalalarda kurib chiqilgan. Energotizim yuklamasi  $R_{n2}=200$  MVt ni quyidagi nisbiy o‘sish xarakteristikalariga (so‘m/(MVt(soat))) ega bo‘lgan uchta IES o‘rtasida optimal taqsimlang:

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= 3 + 0,2P_{r1} + 0,004 P_{r1}^2; & \varepsilon_2 &= 2 + 0,4P_{r2} + 0,002 P_{r2}^2; \\ \varepsilon_3 &= 4 + 0,15 P_{r2} + 0,003 P_{r2}^2.\end{aligned}$$

Stansiyalarning generatsiyalovchi quvvatlari bo‘yicha quyidagi chegaraviy shartlar mavjud: MBT:  $P_{r1max}=62$ ;  $P_{r1min}=40$ ;  $P_{r2max}=100$ ;  $P_{r2min}=60$ ;  $P_{r3max}=90$ ;  $P_{r3min}=30$ .

Yechish: Noma‘lumlarni quyidagicha erkli Y va erksiz X o‘zgaruvchilarga ajratamiz:

$\mathbf{Y}=\|P_{r1}, P_{r3}\|$ ;  $\mathbf{X}=\|P_{r2}\|$ . Boshlang‘ich qiymatlarni quyidagicha qabul qilamiz, MBT:

$$P_{r1}^{(0)} = 60, P_{r3}^{(0)} = 45.$$

Energotizimda aktiv quvvat balansi shartidan aniqlaymiz:

$$P_{r2}^{(0)} = 200 - 60 - 45 = 95 \text{ MBm} .$$

1. Dastlabki nuqta ruxsat etilgan sohaning ichida yotganligiga ishonch hosil qilamiz:

$$P_{r1}^{(0)} = 60 \text{ MBm} ; P_{r3}^{(0)} = 45 \text{ MBm} ; P_{r2}^{(0)} = 95 \text{ MBm} , .$$

2. Ushbu nuqtada keltirilgan gradiyent usulidan kelib chiqib, gradiyentni hisoblaymiz:

$$\frac{\partial I}{\partial P_{r1}} = \varepsilon_1^{(0)} - \varepsilon_2^{(0)}; \quad \frac{\partial I}{\partial P_{r3}} = \varepsilon_3^{(0)} - \varepsilon_2^{(0)}.$$



Dastlabki nuqtaga mos keluvchi quvvatlar uchun nisbiy o'zgarishlarva so'ngra gradiyentning tashkil etuvchilarini aniqlaymiz:

$$\varepsilon_1^{(0)} = 3 + 0,2 \cdot 60 + 0,004 \cdot 60^2 = 29,40 \text{ cym / ( MBm \cdot coam )};$$

$$\varepsilon_2^{(0)} = 2 + 0,4 \cdot 95 + 0,002 \cdot 95^2 = 58,05 \text{ cym / ( MBm \cdot coam )};$$

$$\varepsilon_3^{(0)} = 4 + 0,15 \cdot 45 + 0,003 \cdot 45^2 = 16,83 \text{ cym / ( MBm \cdot coam )},$$

$$\left. \frac{\partial H}{\partial P_{\Gamma 1}} \right|_{t=0} = 29,40 - 58,05 = -28,65 \text{ cym / ( MBm \cdot coam )};$$

$$\left. \frac{\partial H}{\partial P_{\Gamma 3}} \right|_{t=0} = 16,83 - 58,05 = -41,22 \text{ cym / ( MBm \cdot coam )}.$$

Yuqorida keltirilganiga muvofiq ruxsat etilgan yo'nalish antigradiyent bilan ustma-ust tushadi, chunki dastlabki nuqta ruxsat etilgan sohada yotibdi.

3. Optimallashtirishning ruxsat etilgan qadamini aniqlaymiz. Gradiyentning har iqqala tashkil etuvchilari manfiy bo'lganligi sababli  $R_{g1}$  va  $R_{g3}$  ortadi. Bunga mos holda ularning ruxsat etilgan o'zgarishlarini yuqori chegaralari belgilaydi. Ruxsat etilgan qadamlarni quyidagicha aniqlaymiz:

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

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

Ushbu masalada erksiz o'zgaruvchi  $\mathbf{X}=P_{\Gamma 2}$  erkli o'zgaruvchi  $\mathbf{Y}=\|P_{\Gamma 1}, P_{\Gamma 3}\|$  lariga chiziqli bog'liq bo'lib, bu yozilgan tenglamalardan ko'rinib turibdi. Shu sababli  $R_{g2}$  bo'yicha tengsizlik ko'rinishidagi chegaraviy shartlarni hisobga olishda  $\mathbf{Y}$  uchun yozilgan ifodalardan foydalanish mumkin.

$R_{g2}$  quvvatning o'zgarishi quyidagicha aniqlanadi:

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

Bu yerda  $-\frac{\partial H}{\partial P_{\Gamma 2}} = V_2 = \frac{\partial H}{\partial P_{\Gamma 1}} + \frac{\partial H}{\partial P_{\Gamma 3}} < 0$  bo'lganligi sababli  $R_{g3}$  kamayadi. Bunday holda

$R_{g3}$  bo'yicha ruxsat etilgan qadamning qiymati uning minimal chegarasi bilan belgilanadi:

$$t_{3pyx} = \frac{P_{r2min} - P_{r2}}{\frac{\partial H}{\partial P_{r1}} + \frac{\partial H}{\partial P_{r3}}} = \frac{60 - 95}{-28,65 - 41,22} = 0,5009 .$$

Ruxsat etilgan qadamlarning barchasidan minimalini tanlaymiz:

$$t_{pyx} = \min(0,0698; 1,0971; 0,5009) = 0,0698.$$

1. Boshlang'ich sinov qadamni amalga oshiramiz. to sifatida trux ni qabul qilish qulay. Agar bunda qadamni amalga oshirish natijasida hosila  $\left. \frac{\partial H}{\partial t} \right|_{t=t^*}$  xosila  $\left. \frac{\partial H}{\partial t} \right|_{t=0}$  ga nisbatan ishorasini almashtirsa, demak minimum o'tilgan oraliqning ichida yotibdi. Bunday holda  $t^*$  quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

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

Ko'rilayotgan holatda  $t^*$  ning ishorasi manfiydir, chunki doimo  $t_0 > 0$ . Bu yerda

$\left. \frac{\partial H}{\partial t} \right|_{t=0} < 0$  va  $\left. \frac{\partial H}{\partial t} \right|_{t=t_0} > 0$ . Bu optimum nuqtadan o'tib ketilganligi va orqaga qaytish

lozimligidan ham tushunarli. Agar  $\left. \frac{\partial H}{\partial t} \right|_{t=t_0} < 0$  bo'lsa, ya'ni hosila ishorasini almashtir-masa, bu optimum ushbu yo'nalishda ruxsat etilgan sohadan tashqaridaligini bildiradi ( $t^* > trux$ ). Bunda biz  $t_0 = trux$  qadamni amalga oshirib, ushbu yo'nalishda qancha mumkin bo'lsa shunchaga minimallashtirgan hisoblanamiz.

Shunday qilib,  $t_0 = trux = 0,0698$ ;

$$\Delta P_{r1}^{(1)} = - \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r1}} \right|_0 \cdot t_0 = 28,65 \cdot 0,0698 = 1,9998 \text{ MBm} ;$$

2.  $P_{r1}^{(1)} = 60 + 1,9998 = 61,9998 \text{ MBm} ,$

$$\Delta P_{r3}^{(1)} = - \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r3}} \right|_0 \cdot t_0 = 41,22 \cdot 0,0698 = 2,8772 \text{ MBm} ;$$

3.  $P_{r3}^{(1)} = 45 + 2,8772 = 47,8772 \text{ MBm} .$

5. Yangi nuqtada ni topamiz:

$$P_{r2}^{(1)} = 200 - 61,9998 - 47,8772 = 90,123 \text{ MBm} .$$

6. Yangi nuqtada gradiyentni aniqlaymiz:

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

$$\left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_1}} \right|_{t=t_0} = -23,5176; \quad \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_3}} \right|_{t=t_0} = -36,2352 .$$

7.  $\left. \frac{\partial H}{\partial t} \right|_{t=0}$  va  $\left. \frac{\partial H}{\partial t} \right|_{t=t_0}$  xosilalarni  $\left. \frac{\partial \Psi}{\partial t} \right|_{t=0} = -\sum_{k=1}^N \left. \frac{\partial \Psi}{\partial X_k} \right|_{t=t_0} \cdot \left. \frac{\partial \Psi}{\partial X_k} \right|_{t=0}$  ifodadan foydalanib hisoblaymiz:

$$\left. \frac{\partial H}{\partial t} \right|_{t=0} = -\left( \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_1}} \right|_{t=0} \right)^2 - \left( \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_3}} \right|_{t=0} \right)^2 = -(-28,65)^2 - (-41,22)^2 = -2519,9109;$$

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial H}{\partial t} \right|_{t=t_0} &= -\left( \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_1}} \right|_{t=0} \cdot \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_1}} \right|_{t=t_0} \right) - \left( \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_3}} \right|_{t=0} \cdot \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_3}} \right|_{t=t_0} \right) = \\ &= -(-28,65)(-23,5176) - (-41,22)(-36,2352) = -2167,3941. \end{aligned}$$

Xosila  $\frac{\partial H}{\partial t}$  ishorasini o'zgartirmadi, demak optimal qadam ruxsat etilganidan katta:

$t^* > t_{dop}$ . Shu sababli navbatdagi qadamni  $t=t_0=t_{dop}$  nuqtadan amalga oshiramiz. 6-punktida hisoblangan antigradiyentni yo'naltiruvchi vektor sifatida qabul qilib, optimallash yo'nalishini o'zgartiramiz:

$$\left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_1}} \right|_{t=0} = -23,5176; \quad \left. \frac{\partial H}{\partial P_{r_3}} \right|_{t=0} = -36,2352 .$$

Birinchi qadamning so'nggi nuqtasi ikkinchi qadamning birinchi nuqtasi hisoblanadi. Shu sababli 6- punktida gradiyentning bu tashkil etuvchilari  $t=t_0$  ga, 7- punktida esa  $t=0$  ga mos keladi.

8. Yangi yo'naltiruvchi vektor tashkil etuvchilarining qiymatlari  $R_{g1}$  va  $R_{g3}$  larni yana ortishi lozimligini ko'rsatadi. Biroq  $R_{g1}$  o'zining yuqori chegarasida turibdi. Shu sababli yo'naltiruvchi vektor sifatida

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

vektorni qabul qilamiz.

$$\text{Bu yerda: } V_1 = 0; \quad V_3 = -\frac{\partial H}{\partial P_{r_3}} = 36,2352 .$$

9. Ruxsat etilgan qadamni faqat  $R_{g3}$  uchun aniqlaymiz, chunki  $R_{g1}$  bu yo'nalishda o'zgarmaydi. 3- punkttdagi ifodalardan foydalanamiz.  $R_{g3}$  ortadi,  $R_{g2}$  kamayadi:

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

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

Minimal ruxsat etilgan qadamni qabul qilamiz:

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

10. Quvvatlarning qiymatlari, MVt:

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

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

9- punktdan kelib chiqqanidek Rg2 minimal qiymatiga erishadi.

11. Yangi nuqtada gradiyentni hisoblaymiz (ikkinchi qadamning oxiridagi qadam  $t=t_0$  da):

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

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

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

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

12.  $\frac{\partial H}{\partial Y}$  ning o'rniga V vektorni qo'yib, hosilani aniqlaymiz:

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

Hosila  $\frac{\partial H}{\partial t} \Big|_{t=0} = -(-36,2352)^3 = -1312,9897$  ga nisbatan ishorasini almashtirdi.

13. Optimal qadamni hisoblaymiz:

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

14. Yangi nuqtaga o'tamiz:

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

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

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

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

$$\left. \frac{\partial H}{\partial P_{r1}} \right|_{t=0} = 30,77759 - 33,5931 = -2,872;$$

$$\left. \frac{\partial H}{\partial P_{r3}} \right|_{t=0_0} = 33,5744 - 33,5931 = -0,0187 .$$

$P_{r1}$  o‘zining yuqori chegaraviy qiymatiga teng va  $\left. \frac{\partial H}{\partial P_{r1}} \right|_{t=0} < 0$  bo‘lganligidan o‘shiga intilganligi sababli ruxsat etilgan vektorda  $V1=0$  va  $V3 =0,0187$ . Demak yo‘naltiruvchi vektorning moduli yetarlicha kichik bo‘lib qolganligi sababli hisoblash jarayonini tugallandi deb hisoblash mumkin. Shunday qilib, stansiyalarning optimal quvvatlari quyidagicha:

$$P_{r1}=61,9998 \text{ MBT}; P_{r2}=60,6131 \text{ MBT}; P_{r3}=77,3871 \text{ MBT}.$$

11.1- jadval. Energotizimning hisobiy parametrlari

№ var.	Pn , MVt	TES – 1			TES -2			TES -3		
		a11	a12	a13	a21	a22	a23	a31	a32	a33
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

Stansiyalarning generatsiyalovchi quvvatlari bo‘yicha quyidagi chegaraviy shartlar mavjud:

$$1-5- \text{ variantlar uchun, MBT: } P_{r1\max}=140; P_{r1\min}=60; P_{r2\max}=180; P_{r2\min}=80; P_{r3\max}=200; P_{r3\min}=110;$$

6-10- varintlar uchun, MBT:  $P_{r1max}=280$ ;  $P_{r1min}=120$ ;  $P_{r2max}=230$ ;  $P_{r2min}=90$ ;  $P_{r3max}=290$ ;  $P_{r3min}=100$ .

### **Nazorat savollari:**

1. Optimallashtirish deganda nimani tushunadi?
2. Elektr energiyani optimallashtirish masalalari kurilganda nimalar nazarda kurladi?
3. Elektr timni optimallashtirish masalalarida kaysi elektr parametrlarga talikli?

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

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 Compani

## V.GLOSSARIY

Availability	A condition in which a machine is ready to perform the duty for which it is intended.	Mavjudligi - bir mashina uchun mo'ljallangan burchini bajarish uchun tayyor bo'lgan bir holati.
Balancing	Controlling electricity production so that it fully matches electricity demand.	Muvozanat - bu to'liq elektr talabni va elektr ishlab chiqarishni nazorat qilish.
Base load	A constant demand level for electric energy that is present during a prolonged time period.	Asosiy yuklama - uzoq vaqt davomida mavjud elektr energiyasi uchun doimiy talab darajasida bolgan.
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.	Bajarish koeffitsiyenti - bir issiqlik nasosi va issiqlik nasos haydovchi uchun zarur bo'lgan energiya miqdori tomonidan ishlab chiqarilgan issiqlik yoki sovuq miqdori nisbati.
Cogeneration	An effective method to utilize the heat released during the production of electric energy for process heating, space heating or cooling.	Generaciya - jarayon isitish yoki sovutish uchun elektr energiyasini ishlab chiqarish davomida ozod issiqlik foydalanish uchun samarali usul.
Common cause fault	A fault in a process that negatively affects the whole process.	Sabab aybi - salbiy butun jarayonini ta'sir jarayonida bir aybi.
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.	Umumiy tartib aybi - boshqalarga ta'sir holda parallel bir necha xil birliklari bilan bir jarayonda faqat bitta birligidan ta'sir jarayonida bir aybi.
Demand management	A method to decrease electricity demand by switching of part of electricity consumption.	Talab boshqarish - elektr iste'moli qismi kommutatsiya tomonidan elektr ehtiyojni kamaytirish uchun bir usul.
Discount rate	The fraction of an invested capital that is desired as an annual yield.	Chegirma darajasi - bir yillik hosildorligi sifatida istalgan bir kapitalning ulushi.
Distribution grid	The system that distributes electricity or gas to households, commercial users and small industries.	Tarqatish tarmoq - uy, tijorat foydalanuvchilar va kichik sanoat elektr yoki gaz tarqatadigan tizimi.
Electricity intensity	The amount of electric energy needed to create a certain gross domestic product, often expressed in kwh/€ of kwh/\$	Yelektr intensivligi - muayyan yalpi ichki mahsulotni yaratish uchun zarur bo'lgan elektr energiya miqdori, tez-tez
Energy	Amount of physical work stored or delivered to a process	Yenergiya - jismoniy ish yoki jarayon uchun yetkaziladigan miqdor

Energy storage	Storage of energy for later use, often in pumped hydro, batteries, flywheels, and compressed air but primarily in fuels	Yenergiya saqlash - keyinchalik foydalanish uchun, tez-tez shimib gidroyenergiya, batareyalar, ı va siqilgan havo, balki, birinchi navbatda
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	Ohirgi energiyadan foydalanish - masalan, sanoat, reklama va uy kabi iste'molchilar tomonidan energiya foydalanish. Bu qayta ishlash yoqilg'i uchun zarur bo'lgan energiya iste'molini va quvvat o'simliklar energiya yo'qotishlarni o'z ichiga olmaydi
Fixed charge rate	The rate of capital costs resulting from a given discount rate and the given life of an installation	Belgilangan zaryad tezligi - berilgan chegirma stavka natijasida kapital xarajatlarning darajasi va o'rnatish berilganligi
Frequency	The number of repetitive cycles of a process per second, with unit Hz (hertz).	Chastota - birligi Hz (Gertz) bilan soniyada bir jarayonning takrorlanadigan soni.
Gas engine	A machine that converts the chemical energy stored in fuel gas into mechanical energy.	Gaz-motor - mexanik energiyaga aylanishiga yoqilg'i gaz saqlanadi kimyoviy energiya aylantirgan mashinasi.
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.	Yalpi ichki mahsulot (YAIM) - bir mamlakatda yiliga ishlab chiqarilgan tovarlar va xizmatlar miqdori umumiy pul qiymati. AQSH dollari sotib olish kuchi, mamlakatdan mamlakatga farq buyon tez-tez, yalpi ichki mahsulot, AQSH dollari, mahalliy xarid qobiliyati pariteti ifoda etiladi.
Highvoltage AC	A three wire system for transporting electric energy at high voltage (> 35 kv) as alternating current.	Yuqori kuchlanish UT- yuqori kuchlanish elektr energiya tashish uchun uch sim tizimi (> 35 kV) muqobil oqim sifatida.



## VI. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

### II. Maxsus adabiyotlar

1. Насиров Т.Х., Гайибов Т.Ш. Теоретические основы оптимизации режимов энергосистем. – Т.: «Фан ва технология», 2014, 184 с.
2. Гайибов Т.Ш. Методы и алгоритмы оптимизации режимов электро-энергетических систем. – Т.: Изд. ТашГТУ, 2014, 188 с.
3. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике/Под общ. ред. Й.Н.Руденко и В.А.Семенова. –М.: Издательство МЭИ, 2000.
4. Фазилов Х.Ф., Насиров Т.Х. Установившиеся режимы электроэнергетических систем и их оптимизация. – Т.: Молия, 2002.
5. 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
6. P. GiridharKiniand Ramesh C. Bansal, Energy managementsystems. Published by InTech. Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2011 InTech.
7. 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.
8. Zoran Morvaj. Energy efficiency –a bridge to low carbon economy. Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. Copyright © 2012 InTech
9. 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.
10. 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.

11. 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
12. Francis M. Vanek. Louis D. Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation. Copyright © 2008 by The McGraw-Hill Companies.
13. 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
14. 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
15. Markus Hotakainen, Jacob Klimstra & Wdrtsild Finland Oy Smart power generation Printing house: Arkmedia, Vaasa 2011 Publisher: Avain Publishers, Helsinki
16. 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
17. Leslie A. Solmes. Energy Efficiency Real Time Energy Infrastructure Investment and Risk Management. Springer Science+Business Media B.V. 2009
18. Elektr qurilmalarini tuzilish qoidalar, DI O‘zdavenergonazorat, Toshkent, 2007.
19. Aripov M. Internet va elektron pochta asoslari.- T.; 2000 y. 218 b.
20. Elektr qurilmalarini tuzilish qoidalar, DI O‘zdavenergonazorat, Toshkent, 2007.
21. Электротехнический справочник: Т. Производство, передача и распределение электрической энергии. /Под общ.ред. профессоров МЕИ. – М.: Издательство МЕИ, 2004, 964 с
22. К.Р. Аллаев Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор. Т. Издательство «Молия» 2007. 388 с.

## II. Internet saytlar

1. <https://www.Lifeaftertheoilcrashnet.net>
2. <https://www.Theoil drum.com>
3. <https://www.researchgate.net>
4. <http://www.sciencedirect.com>
5. <http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-electrical-power-and-energy-systems>
6. <http://onlinelibrary.wiley.com/journal>
7. <http://iris.elf.stuba.sk>
8. <http://www.degruyter.com>
9. <http://www.epri.com/search/Pages>
10. <http://izvestia.tugab.bg/en>
11. <http://www.nfpa.org/newsandpublications>
12. <http://journals.tubitak.gov.tr>
13. <http://jeen.fei.tuke.sk/en>
14. <https://ecce-journals.rtu.lv/>
15. <http://www.elekt.polsl.pl>
16. <http://www.wydawnictwo.pk.edu.pl/>
17. <http://www.epe.tuiasi.ro>
18. <http://www.rtu.lv/en>
19. <https://www.labview.ru>
20. <https://www.matlab.com>
21. <https://www.energystrategy.ru>
22. <https://www.uzenergy.uzpak.ru>
23. <https://www.matlab.com>