

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

**ELEKTR MUHANDISLIGI**

**2026**

***ELEKTR YURITMALARDA  
ENERGIYA TEJAMKOR  
TEXNOLOGIYALAR***

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 27-dekabrda 485-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv dasturi va o‘quv rejasiga muvofiq ishlab chiqilgan.

**Tuzuvchilar:** TDTU, “Elektr mashinalari” kafedrasini mudiri professor,  
t.f.d. O.Z.Toirov

TDTU, “Elektr mashinalari” kafedrasini professor, t.f.d.,  
N.B. Pirmatov

**Taqrizchi:** TTYMI professori, t.f.d. U.T. Berdiev

O‘quv-uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2025-yil 29-yanvarda 5-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

## MUNDARIJA

I.	Ishchi dasturi.....	5
II.	Modulni o'qitishda foydalaniladigan interfaol ta'lim metodlari.....	11
III.	Nazariy materiallar.....	17
IV	Amaliy mashg'ulot mazmuni .....	45
V	Keyslar banki.....	61
VI	Glossariy .....	81
VII	Adabiyotlar ro'yxati .....	85

# **I. ISHCHI DASTUR**

## **Kirish**

Dastur O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyundagi "Oliy ta'lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi PF-4732-son Farmonidagi ustuvor yo'nalishlar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo'lib, u zamonaviy talablar asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda oliy ta'lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi. Dastur mazmuni oliy ta'limning normativ-huquqiy asoslari va qonunchilik normalari, ilg'or ta'lim texnologiyalari va pedagogik mahorat, ta'lim jarayonlarida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini qo'llash, amaliy xorijiy til, tizimli tahlil va qaror qabul qilish asoslari, maxsus fanlar negizida ilmiy va amaliy tadqiqotlar, texnologik taraqqiyot va o'quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari bo'yicha so'nggi yutuqlar, pedagogning kasbiy kompetentligi va kreativligi, global Internet tarmog'i, mul'timedia tizimlari va masofadan o'qitish usullarini o'zlashtirish bo'yicha yangi bilim, ko'nikma va malakalarini shakllantirishni nazarda tutadi.

Ushbu dasturda energetika tarmoqlari uchun yangi energiya tejamlovchi texnologiyalari va usullarini yaratish uchun qo'llaniladigan energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektr yuritmalarning energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish mezonlarini tahlil qilish va qo'llash sohalarini kengaytirish, tarkibiy tizimlarini zamonaviy Boshqariluvchi o'zgartkichlar asosida tuzish va boshqaruv tizimlarini mikroprotessorli boshqaruvda amalga oshirish, umumsanoat asinxron motorlarining energetik ko'rsatkichlarini yuklanishning turli qiymatlarida va ishchi mexanizmlarning tezligini rostdashning iqtisodiy va energiya samarador usullarini va energiya tejamlovchi texnologiyalarini yaratish muammolari bayon etilgan.

### **Modulning maqsadi va vazifalari**

**"Elektr yuritmalarni boshqarishning zamonaviy usullari"** modulining maqsadlari: energetika tarmoqlari uchun yangi energiya tejamlovchi texnologiyalari va usullari energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektr mexanik

qurilmalari uchun energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish mezonlarini imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda energiya tejamlovchi texnologiyalarning nazariy asoslarini yaratish, funksional hamda tizim sxemalarini ishlab chiqish va bu texnik ishlamalarni amaliyotda qo'llash usullarini tahlil qilish kabi malaka va ko'nikmalarini shakllantirish.

“Elektr yuritmalarni boshqarishning zamonaviy usullari” modulining vazifalari:

- Energetika va elektr mexanik tizimlarning energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish mezonlari turlari va imkoniyatlarini tushuntirish;

- Avtomatlashgan energiya tejamkor elektr mexanik qurilmalarning funksional va tizim sxemalarini tuzish va tahlil qilish ko'nikma va malakalarini shakllantirishni o'rgatish;

- Tinglovchilarga energiya tejamlovchi texnologiyalarning yangi turlarini va elektr mexanik tizimlarda energiya tejashning samarali usullarini yaratishda zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalarni shakllantirish.

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

“Elektr yuritmalarda energiya tejamkor texnologiyalar” modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

**Tinglovchi:**

- energiya tejamkorlikka erishishning istiqbolli yo'nalishlari;
- elektr yuritmalarning zamonaviy boshqarish usullari;
- mikroprotessorli boshqariluvchi energiya tejamkor elektr yuritmalari;
- chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritmalarning zamonaviy turlari, ularning ishchi va rostlash tavsiflari haqida bilimlarga ega bo'lishi;
- elektr yuritmalarning zamonaviy boshqarish usullaridan foydalanish;
- mikroprotessorli boshqariluvchi energiya tejamkor elektr yuritmalarni tahlil qilish;
- chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritmalarning zamonaviy turlari, ularning ishchi va rostlash ko'nikma va malakalarini egallashi;

-energiya tejamkor elektr mexanik tizimlar va texnologiyalarning yangi turlarini o'rganish;

-elektr mexanik tizimlarda energiya tejashning samarali usullarini o'rganish va qo'llash kompetensiyalarni egallashi lozim.

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

**“Elektr yuritmalarni boshqarishning zamonaviy usullari”** moduli ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni 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**

**“Elektr yuritmalarni boshqarishning zamonaviy usullari”** moduli mazmuni o'quv rejadagi “Energetika va energiya samaradorlik muammolari” va “Energiyani ishlab chiqish va taqsimlashni zamonaviy texnologiyalari” o'quv modullari bilan uzviy bog'langan holda pedagoglarning energetika uchun yangi energiya tejamlovchi texnologiyalari va usullari yaratish bo'yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

### **Modulning oliy ta'limdagi o'rni**

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar energetika tarmoqlari uchun yangi energiya tejamlovchi texnologiyalar va usullarni o'rganish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

## Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat			
		Jami	Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chma mashg'ulot
1.	<b>Energiya tejamkorlikka erishishning istiqbolli yo'nalishlari.</b> Elektromexanik tizimlarda qo'llaniladigan energiya tejamkor texnologiyalar. Elektr texnik va elektromexanik tizimlarda energiya tejashning istiqbolli yo'nalishlari.	2	2		
2.	<b>Elektr yuritmalarning zamonaviy boshqarish usullari.</b> Turli energetik optimal mezonlash buyicha elektr yuritmaning energetik ko'rsatkichlarining tahlili.	10	2	2	6
3.	<b>Mikroprotessorli boshqariluvchi energiya tejamkor elektr yuritmalar.</b> Mikroprotessorli elektr yuritmalarning tarkibi, ularda optimal algoritmi qo'llash imkoniyatlari.	2	2		
4.	<b>Chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritmalarning zamonaviy turlari, ularning ishchi va rostdash tavsiflari.</b> Asinxron elektr yuritmani chastotali boshqarish. Asinxron yuritmaning ishchi va rostdash tavsiflarining tahlili.	4	2	2	
5.	<b>Elektr yuritmalarning energiya tejamkor ish rejimlari ko'rsatkichlarini hisoblash.</b> Elektr yuritmalarni energetik ko'rsatkichlar bo'yicha optimallashtirish, energiya tejamkor ish rejimlari ko'rsatkichlarini hisoblash.	2		2	
6.	<b>Texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligini rostlovchi chastota o'zgartkichlarini hisoblash va tanlash.</b> Turli xil texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligini rostlovchi chastota o'zgartkichlarini hisoblash va tanlash.	2		2	
	<b>Jami:</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>

### NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

#### 1-mazu: Energiya tejamkorlikka erishishning istiqbolli yo'nalishlari.

Elektromexanik tizimlarda qo'llaniladigan energiya tejamkor texnologiyalar.  
Elektr texnik va elektromexanik tizimlarda energiya tejashning istiqbolli yo'nalishlari.

Rivojlangan mamlakatlarda ishlab chiqilgan yangi energiya tejamkor texnologiyalar. Sanoat qurilmalarini yuklanish darajasining energiya samaradorlikka ta'siri. O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha hukumat qarorlari.

### **2-mavzu: Elektr yuritmalarning zamonaviy boshqarish usullari.**

Turli energetik optimal mezonlash buyicha elektr yuritmaning energetik ko'rsatkichlarining tahlili. Turli mezonlarni qiyosiy taqqoslash. Xar bir optimal mezonlarni amaliyotdagi o'rni. Optimal mezonlarning amaliyotda qo'llash istiqbollari.

### **3-mavzu: Mikroprotessorli boshqariluvchi energiya tejamkor elektr yuritmalar.**

Mikroprotessorli elektr yuritmalarning tarkibi. Mikroprotessor vositasida optimal algoritmi qo'llash imkoniyatlari. Keng funksional imkoniyatlarga ega bo'lgan mikroprotessorli tizimlar.

### **4-mavzu. Chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritmalarning zamonaviy turlari, ularning ishchi va rostlash tavsiflari.**

Asinxron elektr yuritmani chastotali boshqarish. Asinxron yuritmaning ishchi va rostlash tavsiflarining tahlili.

## **AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

### **1-amaliy mashg'ulot. Elektr yuritmalarning energiya tejamkor ish rejimlari ko'rsatkichlarini hisoblash.**

Asinxron elektr yuritmalarda energiya tejashning ilmiy asoslari. Ekstremal rejimlarning tahlili. Elektr yuritmalarni energetik ko'rsatkichlar bo'yicha optimallashtirish, energiya tejamkor ish rejimlari ko'rsatkichlarini hisoblash. Energetik optimallashtirishning usullari: tok minimumi, kuch iste'molining minimumi, kuch isrofining minimumi va x.k.

### **2-amaliy mashg'ulot. Texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligini rostlovchi chastota o'zgartkichlarini hisoblash va tanlash.**

Turli xil texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligini rostlovchi chastota o'zgartkichlarini hisoblash va tanlash.

**3-amaliy mashg'ulot. Texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligi rostlanmaydigan ekstremal boshqariladigan asinxron elektr yuritma ko'rsatkichlarini hisoblash.**

Issiqlik elektr stansiyalarida ishlatiladigan ta'minlovchi nasos qurilmasining quvvati 5000 kVt bo'lgan asinxron motorinig Chastotaning turli qiymatlari uchun mexanik tavsiflari hisoblanadi va tavsiflari quriladi va energetik ko'rsatkichlarinig qiymatlari hisoblanadi.

**4-amaliy mashg'ulot. Katta quvvatli ta'minlovchi nasos agregatining tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron motori elektr va energetik ko'rsatkichlarini hisoblash.**

Nasos agregatining tezligini zamonaviy chastotaviy rostlanuvchi asinxron elektr yuritmalarning elektr va energetik ko'rsatkichlarini aniqlash.

## **KO'CHMA MASHG'ULOT MAZMUNI**

**Mavzu: Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron motorning ishchi va rostlash tavsiflarining tahlili.**

Ko'chma mashg'ulotda tinglovchilarni Toshkent shahridagi "NVA" zavodiga olib borish ko'zda tutilgan. Mavzu yuzasidan yangi texnika texnologiyalar va amaliy ishlarni bajarish rejalashtirilgan.

## **TA'LIMNI TASHKIL ETISHNING SHAKLLARI**

Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv materiali 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;
- mustaqil ta'lim.

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 guruxlarda ishlashda (3 tadan – 7 tagaCha ishtirokchi) faol roli o'ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan ta'limni tashkil etish shaklidir. O'qitish metodiga ko'ra guruhni kichik guruhlariga, juftliklarga va guruhlarora 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 INTREFAOL TA'LIM METODLARI

### “BILAMAN – BILISHNI XOXLAYMAN – BILIB OLDIM” METODI

**B-B-B metodi** – *Bilaman/Bilishni xoxlayman/ Bilib oldim. Mavzu matn, bo'lim bo'yicha izlanuvchilikni olib borish imkonini beradi.*

*Tizimli fikrlash tuzilmaga keltirish, taxlil qillish ko'nikmalarini rivojlantiradi.*

*Talabalar:*

- 1. Jadvalni tuzish qoidasi bilan tanishadilar. Aloxida/ kichik guruxlarda jadvalni rasmiylashtiradilar.*
- 2. “Mavzu bo'yicha nimalarni bilasiz” va “Nimani bilishni xoxlaysiz” degan savollarga javob beradilar (oldindagi ish uchun yo'naltirivchi asos yaratiladi). Jadvalning 1 va 2 bo'limlarini to'ldiradilar.*
- 3. Ma'ruzani tinglaydilar, mustaqil o'qiydilar.*
- 4. Mustaqil/ kichik guruhlarda jadvalning 3 bo'limni to'ldiradilar.*

Metodning maqsadi –ta'lim oluvchilarning refleksiv qobiliyatlarni, yangi mavzuni o'rganish, ushbu mavzuga o'z fikrini bildirish va uning mazmunini anglash qobiliyatlarini rivojlantirishdir.

Ushbu metod talabalarni o'qituvchi va boshqa tinglovchilar bilan xamkorlikda ishlashga va tanqidiy fikrlashga undaydi.

B-B-B metodini yangi mavzuni o'utishdan avval qo'llash va mavzuga oid adabiyotlar ro'yxatini va boshqa manbalarni aytib o'tish maqsadga muvofiqdir.

#### **Mavzuga qo'llanilishi:**

Talabalarda mavzu bo'yicha quyidagi savol beriladi va talabalar savollarga qarab jadvalni to'ldiradilar.

## Rivojlangan va rivojlanayotgan davlatlar uchun xalqaro talablar

<b>Bilaman</b>	<b>Bilishni xoxlayman</b>	<b>Bilib oldim</b>
1. Elektr energiya ta'minotining chastotasiga qo'yilgan talablar. 2. Elektr energiya ta'minotining kuchlanishiga qo'yilgan talablar.	1. Elektr jixozlarni optimal boshqarish algoritmi 2. Yuqori garmonikalarining elektr jixozlari	1. T'minot tarmogining sifatiga qo'yiladigan talablar 2. Energiya samarador elektr motorlarni qo'llash. 3. Elektr yuritmaning optimal energetik parametrlarini ta'minlovchi Optimal boshqarish algoritmlarini qo'llash.

### **“INSERT” METODI**

**Metodning maqsadi:** Mazkur metod o'quvchilarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni o'zlashtirilishini engillashtirish maqsadida qo'llaniladi, Shuningdek, bu metod o'quvchilar uchun xotira mashqi vazifasini ham o'taydi.

#### **Metodni amalga oshirish tartibi:**

- o'qituvchi mashg'ulotga qadar mavzuning asosiy tushunchalari mazmuni yoritilgan input-matnni tarqatma yoki taqdimot ko'rinishida tayyorlaydi;
- yangi mavzu mohiyatini yorituvchi matn ta'lim oluvchilarga tarqatiladi yoki taqdimot ko'rinishida namoyish etiladi;
- ta'lim oluvchilar individual tarzda matn bilan tanishib chiqib, o'z shaxsiy qarashlarini maxsus belgilar orqali ifodalaydilar. Matn bilan ishlashda talabalar yoki qatnashchilarga quyidagi maxsus belgilardan foydalanish tavsiya etiladi:

<b>Belgilar</b>	<b>1-matn</b>	<b>2-matn</b>	<b>3-matn</b>
“V” – tanish ma’lumot.			
“?” – mazkur ma’lumotni tushunmadim, izoh kerak.			
“+” bu ma’lumot men uchun yangilik.			
“– ” bu fikr yoki mazkur ma’lumotga qarshiman?			

Belgilangan vaqt yakunlangach, ta’lim oluvchilar uchun notanish va tushunarsiz bo’lgan ma’lumotlar o’qituvchi tomonidan tahlil qilinib, izohlanadi, ularning mohiyati to’liq yoritiladi. Savollarga javob beriladi va mashg’ulot yakunlanadi.

### **Mavzuga qo’llanilishi:**

#### **Standart va yangi seriya asinxron motorlardagi asosiy quvvat isroflarining qiyosiy tavsifi va taqsimlanishi**

<b>№</b>	<b>Asosiy quvvat isroflari</b>	<b>Standart asinxron motor (% larda)</b>	<b>Yangi seriyadagi asixron motor (% larda)</b>
1	Stator va rotor chulg’amlaridagi aktiv quvvat isroflari	50	47
2	Magnit tizimidagi quvvat isroflari	30	25
3	Mexanik quvvat isroflari	5	5
4	Qo’shimcha quvvat isroflari	15	8
5	Umumiy quvvat isroflari	100	85

#### **Standart va yangi seriyadagi asinxron motorlar energetik ko’rsatkichlarining qiyosiy tavsiflari**

<b>Motoring nominal quvvati, kVt</b>	<b>Standart bo’yicha ishlab chiqarilayotgan motor</b>		<b>Yangi seriyada ishlab chiqarilayotgan motor</b>	
	<b>FIK, %</b>	<b><math>\cos \varphi</math></b>	<b>FIK, %</b>	<b><math>\cos \varphi</math></b>
0,75	76	0,71	81,5	0,84
18,7	89	0,83	91,0	0,865

## “Tushunchalar tahlili” metodi

**Metodning maqsadi:** mazkur metod talabalar yoki qatnashchilarni mavzu buyicha Tayach tushunchalarni o’zlashtirish darajasini aniqlash, o’z bilimlarini mustaqil ravishda tekshirish, baholash, Shuningdek, yangi mavzu buyicha dastlabki bilimlar darajasini tashhis qilish maqsadida qo’llaniladi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar mashg’ulot qoidalari bilan tanishtiriladi;
- o’quvchilarga mavzuga yoki bobga tegishli bo’lgan so’zlar, tushunchalar nomi tushirilgan tarqatmalar beriladi ( individual yoki guruhli tartibda);
- o’quvchilar mazkur tushunchalar qanday ma’no anglatishi, qachon, qanday holatlarda qo’llanilishi haqida yozma ma’lumot beradilar;
- belgilangan vaqt yakuniga etgach o’qituvchi berilgan tushunchalarning tugri va tuliq izohini uqib eshittiradi yoki slayd orqali namoyish etadi;
- har bir ishtirokchi berilgan tugri javoblar bilan uzining shaxsiy munosabatini taqqoslaydi, farqlarini aniqlaydi va o’z bilim darajasini tekshirib, baholaydi.

### Mavzuga qo’llanilishi:

#### “Elektr mexanik tizimdagi Tayach tushunchalar tahlili”

Tushunchalar	Sizningcha bu tushuncha qanday ma’noni anglatadi?	Qo’shimcha ma’lumot
Kuch sxema	Boshqariluvchi o’zgartkichning asosiy qismi	
O’lchov o’zgartkichlar	Tok va kuchlanish o’lchov o’zgartkichlar	
Boshqaruv tizimi	Tiristorlar yoki kuch tranzistorlari ishlashini amalga oshiruvchi qurilma	
Transformator	Boshqariluchi o’zgartkichni tarmoqqa ulovchi qurilma	

**Izoh:** Ikkinchi ustunchaga qatnashchilar tomonidan fikr bildiriladi. Mazkur tushunchalar haqida qo’shimcha ma’lumot glossariyda keltirilgan.

## **“BLITS-O’YIN” METODI**

**Metodning maqsadi:** O’quvchilarda tezlik, axborotlar tizmini tahlil qilish, rejalashtirish, prognozlash ko’nikmalarini shakllantirishdan iborat. Mazkur metodni baholash va mustahkamlash maksadida qo’llash samarali natijalarni beradi.

### **Metodni amalga oshirish bosqichlari:**

1. Dastlab ishtirokchilarga belgilangan mavzu yuzasidan tayyorlangan topshiriq, ya’ni tarqatma materiallarni alohida-alohida beriladi va ulardan materialni sinchiklab o’rganish talab etiladi. Shundan so’ng, ishtirokchilarga to’g’ri javoblar tarqatmadagi «yakka baho» kolonkasiga belgilash kerakligi tushuntiriladi. Bu bosqichda vazifa yakka tartibda bajariladi.

2. Navbatdagi bosqichda trener-o’qituvchi ishtirokchilarga uch kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiradi va guruh a’zolarini o’z fikrlari bilan guruhdoshlarini tanishtirib, bahslashib, bir-biriga ta’sir o’tkazib, o’z fikrlariga ishontirish, kelishgan holda bir to’xtamga kelib, javoblarini «guruh bahosi» bo’limiga raqamlar bilan belgilab chiqishni topshiradi. Bu vazifa uchun 15 daqiqa vaqt beriladi.

3. Barcha kichik guruhlar o’z ishlarini tugatgach, to’g’ri harakatlar ketma-ketligi trener-o’qituvchi tomonidan o’qib eshittiriladi, va o’quvchilardan bu javoblarni «to’g’ri javob» bo’limiga yozish so’raladi.

4. «To’g’ri javob» bo’limida berilgan raqamlardan «yakka baho» bo’limida berilgan raqamlar taqqoslanib, farq bulsa «0», mos kelsa «1» ball quyish so’raladi. Shundan so’ng «yakka xato» bo’limidagi farqlar Yuqoridan pastga qarab qo’shib chiqilib, umumiy yig’indi hisoblanadi.

5. Xuddi shu tartibda «to’g’ri javob» va «guruh bahosi» o’rtasidagi farq chiqariladi va ballar «guruh xatosi» bo’limiga yozib, Yuqoridan pastga qarab qo’shiladi va umumiy yig’indi keltirib chiqariladi.

6. Trener-o’qituvchi yakka va guruh xatolarini to’plangan umumiy yig’indi bo’yicha alohida-alohida sharhlab beradi.

7. Ishtirokchilarga olgan baholariga qarab, ularning mavzu bo’yicha o’zlashtirish darajalari aniqlanadi.

**Mavzuga qo'llanilishi:**

**«Elektr mexanik tizimni yig'ish va sozlash» ketma-ketligini joylashtiring.  
O'zingizni tekshirib ko'ring!**

<b>Xarakteristikalar mazmuni</b>	<b>Yakka baho</b>	<b>Yakka xato</b>	<b>To'g'ri javob</b>	<b>Guruh bahosi</b>	<b>Guruh xatosi</b>
Elektr mexanik tizim kuch sxemasini yig'ish					
Elektr mexanik tizim boshqaruv tizimini yig'ish					
Elektr mexanik tizimni transformator vositasida tarmoqqa ulash					
Elektr mexanik tizimni sozlash					
Elektr mexanik tizimning chiqish va rostlash tavsiflari ko'rsatkichlarini tajriba yo'li bilan olish					
Elektr mexanik tizimini ishlatish bo'yicha yo'riqnoma yaratish					

### **III. NAZARIY MATERIALLAR**

#### **Ma'ruza: Energiya tejamkorlikka erishishning istiqbolli yo'nalishlari.**

Reja:

1. O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha hukumat qarorlari.
2. «Energiya tejamkor elektr yuritmalar» fanining predmeti va vazifalari.
3. Energiya tejamlovchi texnologiyalarni ommaviy texnologiya mashinalarda qo'llashning ahamiyati.

1.1 O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha hukumat qarorlari.

O'zbekiston Respublikasi mustaqillika erishgandan so'ng MDH davlatlari ichida birinchilardan bo'lib 1997 yili «Energiyadan rasional foydalanish to'g'risida» Qonun va uni hayotga tatbiq qilish uchun davlat Dasturi qabul qilindi, Bu Dasturdan o'rin olgan energiya tejamkorlik yo'nalishidagi barcha tadbirlar izchillik bilan amalga oshirilib kelmoqda. Bu qabul qilingan Qonun energetika resurslaridan foydalanish va ishlab chiqarishning hamma sohalarida barcha energiya turlaridan tejamkorlik bilan foydalanish va shuningdek energetikaning shu dolzarb sohasi bo'yicha kadrlar tayyorlash uchun ham huquqiy asos bo'lib xizmat qilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi energetika vazirligi huzuridagi byudjetdan tashqari tarmoqlararo energiyani tejash jamg'armasi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqida tasdiqlash to'g'risida Vazirlar Mahkamasining 2020 yil 9 oktyabrdagi 640-son qarori e'lon qilindi. Bu farmonda sanoat qurilmalari va texnologik qurilma va tizimlarda energiyadan samarali foydalanish usullari va uni tashkil etish hamda noan'anviy tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish asoslari ko'rsatib berilgan.

Respublikamizda iqtisodiyotning muhim tarmoqlaridan biri 2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar Strategiyasida, jumladan, «... iqtisodiyotda energiya va resurslar sarfini kamaytirish, ishlab chiqarishga energiya tejaydigan texnologiyalarni keng joriy etish, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishnikengaytirish...» vazifalari belgilangan.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-sonli «O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida» gi Farmoni, 2017 yil 26 maydagi PQ-3012-son «2017-2021 yillarda qayta tiklanuvchi energetikani yanada rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlari dasturi to‘g‘risida», 2017-2021 yillarda past kuchlanishli elektr tarmoqlarini yanada modernizatsiya qilish va yangilash dasturi to‘g‘risida PQ – 2661 - son 2016 yil 23 noyabr, 2019 yil 22 avgustdagi PQ-4422-son «Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejavchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to‘g‘risida» va 2019 yil 4 oktyabrdagi PQ-4477-son «2019-2030 yillar davrida O‘zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi qarorlar.

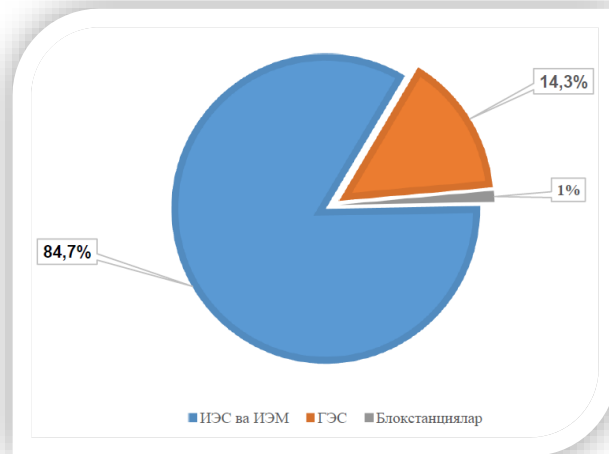
2020-2030 yillarda O‘zbekiston Respublikasini elektr energiyasi bilan ta‘minlash konsepsiyasi, ilg‘or xalqaro tajribani va jahon elektr energetikasi rivojlanishining zamonaviy tendensiyalarini hisobga olgan holda, O‘zbekiston Respublikasida o‘sib borayotgan ehtiyojlarini qondirish va elektr energetika tarmog‘ini yanada mutanosib rivojlanishini ta‘minlash maqsadida ishlab chiqilgan.

Hozirgi vaqtda respublikaning mavjud ishlab chiqarish quvvati 12,9 GVtni tashkil etadi, shundan:

IES – 11 ming MVt yoki 84,7 foiz;

GES – 1,85 ming MVt yoki 14,3 foiz;

blok stansiyalari va izolyasiyalangan stansiyalar –133 MVt dan ortiq yoki 1 foiz.



1.1-rasm. Elektr energiyasi generatsiyasi tuzilishi

2020-2030 yillarda O‘zbekiston Respublikasini elektr energiyasi bilan ta’minlash konsepsiyasida, asosiy generatsiya manbalari 11 ta IES, shu jumladan 3 ta IEM hisoblanadi. Zamonaviy tejamkor elektr energiya bloklarining quvvati 2825 MVt yoki IES umumiy quvvatining 25,6 foizini tashkil etadi.

2019 yilda respublika ichida ishlab chiqarilgan elektr energiyasining 89,6 foizi IES tomonidan ishlab chiqarilgan. Shu bilan birga, yagona elektr energetika tizimining maksimal yuklamalar soatlarida energobloklarning umumiy quvvati 8,6 ming MVt ni tashkil etdi.

Gidroenergetika 42 GES, shu jumladan umumiy quvvati 1,68 GVt (umumiy GES quvvatining 90,8 foizi) bo‘lgan 12 ta katta, 0,25 GVt (13,5 foiz) umumiy quvvati 28 KGES va 0,5 MVt bo‘lgan 2 ta mikro GESlarni o‘z ichiga oladi. Suv oqimi bo‘ylab quvvati 532 MVt (4 ta katta – 317 MVt va 26 KGES– 215 MVt) bo‘lgan 30 ta gidro elektr stansiyalari faoliyat ko‘rsatmoqda. Suv omborlarida umumiy quvvati 1,4 GVt bo‘lgan 10 ta GES mavjud. Respublikaning gidro potensialidan foydalanish darajasi 27 foizni tashkil yetadi.

Elektr energiyasini ishlab chiqarish manbalaridan yetkazib berish quyidagilarni o‘z ichiga oluvchi 35-500 kV magistral tarmoqlar orqali amalga oshiriladi:

Umumiy quvvati 22,830 MVA bo‘lgan 77 ta PS;

EUL – 9 768 km.

Respublika bo'yicha elektr energiyasini taqsimlash va iste'molchilarga yetkazib berish quyidagilarni o'z ichiga oluvchi 0,4-110 kVt taqsimlash tarmoqlari orqali amalga oshiriladi:

PS 35-110 kV – 1 626 dona, umumiy quvvati - 20 421 MVA;

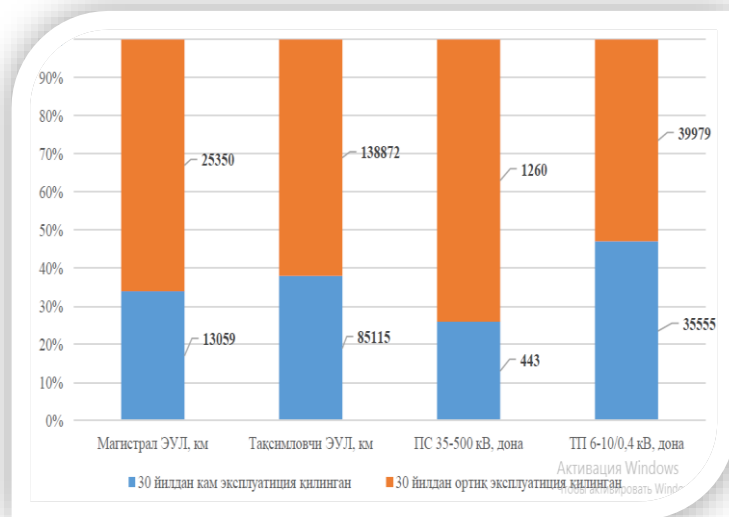
EUL 35-110 kV – 28 642 km;

TP – 75 534 dona, umumiy quvvati – 13 933 MVA;

EUL 0,4-10 kV – 223 987 km.

Shu bilan birga, elektr tarmoqlari ob'ektlarining asosiy qismi 30 yildan ortiq vaqt mobaynida ekspluatatsiya qilinmoqda. Jumladan, asosiy va taqsimlovchi tarmoqlarning 66 foizi, podstansiyalarning 74 foizi va transformator punktlarining 50 foizdan ortig'i 30 yildan ortiq vaqt mobaynida ekspluatatsiya qilinmoqda. Bu esa elektr energiyasini taqsimlash va yetkazib berishda texnologik yo'qotish darajasining oshishiga olib keluvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Magistral tarmoqlarda elektr energiyasining texnologik yo'qotishlar o'rtacha 2,72 foizni, taqsimlovchi tarmoqlarda 12,47 foizni tashkil etadi.



2.1-rasm Elektr tarmoqlarining holati

Respublika elektr energiya tizimi shartli ravishda 5 ta hududiy energiya uzelliga bo'lingan:

Shimoli-g'arbiy (Qoraqalpog'iston Respublikasi va Xorazm viloyati);

Janubi-gʻarbiy (Qashqadaryo, Samarqand, Buxoro va Navoiy viloyati);

Janubiy (Surxondaryo viloyati);

Sharqiy (Andijon, Namangan va Fargʻona viloyatlari);

Markaziy (Jizzax, Sirdaryo, Toshkent viloyatlari va Toshkent shahri).

2019 yil qish mavsumida yagona elektr energetika tizimining maksimal yuklamalar soatlarida yuklama 10,4 ming MVtni, minimal va maksimal yuklama oʻrtasidagi farq 2,3 ming Mvtni tashkil yetdi. Oʻz navbatida, 2019 yilning yoz mavsumida yagona elektr energetika tizimining maksimal yuklamalar soatlarida yuklama 9,4 ming Mvtga yetib, maksimal va minimal yuklama oʻrtasidagi farq 2,6 ming MVt ni tashkil etdi.

Energiya resurslariga boʻlgan ichki talab iqtisodiy rivojlanishning kutilayotgan dinamikasi, iqtisodiyot tuzilishining oʻzgarishi va uning oʻziga xos energiya intensivligi darajasi bilan belgilanadi.

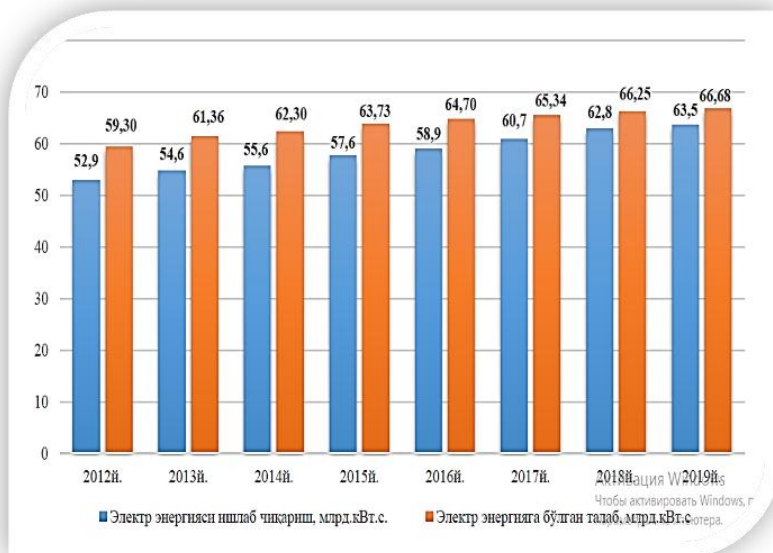
Iqtisodiyotning energiya sarfi hajmi kamaytirish elektr energetika siyosatining asosiy vazifasi boʻlib, mazkur vazifaning bajarilmasligi energetika sohasining mamlakatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojla nishiga muqarrar ravishda toʻsqinlik qilishiga olib keladi.

2012-2019-yillarda elektr energiyasi ishlab chiqarishda yiliga oʻrtacha 2,6 foiz miqdorida oʻsish kuzatildi. Biroq elektr energiyasiga boʻlgan talab toʻliq qondirilmadi, taqchilik talabning 9,4 foizini tashkil etdi.

Energiya resurslariga boʻlgan ichki talab iqtisodiy rivojlanishning kutilayotgan dinamikasi, iqtisodiyot tuzilishining oʻzgarishi va uning oʻziga xos energiya intensivligi darajasi bilan belgilanadi.

Iqtisodiyotning energiya sarfi hajmi kamaytirish elektr energetika siyosatining asosiy vazifasi boʻlib, mazkur vazifaning bajarilmasligi energetika sohasining mamlakatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojla nishiga muqarrar ravishda toʻsqinlik qilishiga olib keladi.

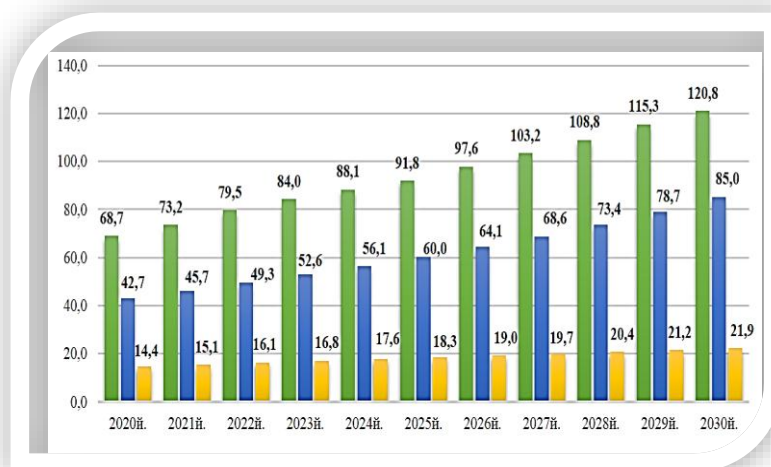
2012-2019-yillarda elektr energiyasi ishlab chiqarishda yiliga oʻrtacha 2,6 foiz miqdorida oʻsish kuzatildi. Biroq elektr energiyasiga boʻlgan talab toʻliq qondirilmadi, taqchilik talabning 9,4 foizini tashkil etdi.



3.1-rasm. 2012-2019 yillardagi elektr energiyasi ishlab chiqarish va unga bo'lgan talabning haqiqiy dinamikasi.

Prognoz natijalari bo'yicha, 2030 yilgacha bo'lgan davrda Respublikada elektr energiyasiga bo'lgan talabning yillik o'sishi 6-7 foizga teng bo'ladi.

2030 yilga kelib Respublika iste'moli 120.8 mlrd.kVt.s (2018 yilga nisbatan 1,9 baravar ko'p) bo'lishi prognoz qilinmoqda. Shu bilan birga aholining elektr energiyasiga bo'lgan talabi – 21,9 mlrd.kVt.s (2018 yilga nisbatan 1,8 baravar ko'p), iqtisodiy sektorning elektr energiyasiga bo'lgan talabi – 85,0 mlrd.kVt.s (2018 yilga nisbatan 2,2 baravar ko'p) bo'lishi kutilmoqda



#### 4.1-rasm. 2030 yilgacha elektr energiyasi ishlab chiqarish va iste'mol qilishning prognoz dinamikasi, mlrd.kVt.ch.

2030-yilga kelib aholi jon boshiga elektr energiyasi iste'moli yiliga 2,665 kVt soatgacha oshishi va 2018-yildagi 1,903 kVt.soatga nisbatan 71,4 foizga oshishi kutilmoqda. O'z navbatida, ushbu ko'rsatkich 2018 yil yakunlari bo'yicha Koreyada - 9711, Xitoyda - 4292, Rossiyada - 6257, Qozog'istonda - 5133, Turkiya - 2637 kVt.soat miqdorida qayd etilgan ko'rsatkichdan ancha past.

Elektr energiyasi iste'molining ortishiga olib keluvchi asosiy omillar: iqtisodiy o'sish (2030 yilga borib YAIM 1,9 barobar oshishi kutilmoqda); aholi turmush darajasini oshishi, bu o'z navbatida maishiy texnikadan foydalanishni ko'payishiga olib keladi;

Birlashgan Millatlar Tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, bir vaqtning o'zida urbanizatsiya darajasi o'sishi bilan mamlakat aholisining 37,4 mln. kishiga ko'payishi; taxminan 10 foizga baholangan qondirilmagan talabning bartaraf etilishi. Mamlakatning tranzit uchun qulay bo'lgan geografik joylashuvini hisobga olgan holda 2030 yilga borib, elektr energiyasini import va eksport xajmi yiliga 6 mlrd.kVt.soatga teng bo'lishi kutilmoqda.

Shu bilan birga, 2030 yilga kelib, yagona elektr energetika tizimining tig'iz soatlaridagi yuklama 2019 yilning qish davridagi 10,4 MVtdan 20,9 MVtgacha ko'tariladi, buning natijasida ishlab chiqarish quvvatini deyarli 2 barobarga oshirish talab etiladi (+ 10,5 ming MVt).

Respublikani elektr energiyasi bilan ta'minlashni takomillashtirish doirasidagi asosiy vazifalar quyidagilardan iborat:

birinchi – respublikaning elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojini, energoresurslar importiga bog'liq bo'lmagan holatda, ichki elektr energiyasini ishlab chiqarish quvvatlari hisobiga ta'minlash va bu orqali – energetik havfsizlikni ta'minlash;

ikkinchi – iqtisodiyotning energiya samaradorligini oshirish bilan paralel ravishda uning energiya sarfini kamaytirish, shu jumladan iste'molchilar tomonidan elektr

energiyasidan oqilona foydalanishni rag‘batlantirish bo‘yicha iqtisodiy mexanizmlarni joriy etish orqali

uchinchi – ortib borayotgan talabni qondirish maqsadida elektr energiyasini ishlab chiqarishda, yetkazib berish va taqsimlashda energiya samaradorligini oshirish;

to‘rtinchi – elektr uskunalarni bosqichma-bosqich yangilash va ishlab chiqarish hamda elektr tarmoqlarini quvvat zaxirasini ko‘paytirish hisobiga elektr uskunalarni eskirishini oldini olish;

beshinchi – QTEMLardan foydalanishni rivojlantirish, kengaytirish va ularni yagona elektr tizimiga integratsiyalash.

oltinchi - elektr energetika bozorining samarali modelini ishlab chiqish.

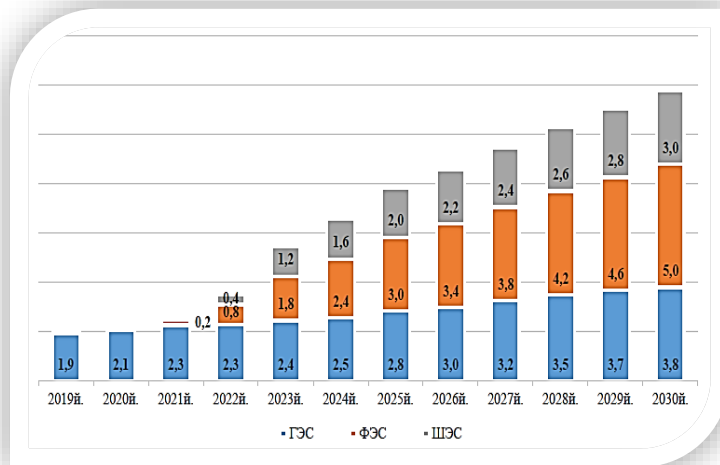
Konsepsiyaning asosiy ustuvor yo‘nalishlari quyidagilarni ko‘zda tutuvchi tizimli chora-tadbirlarni joriy qilish orqali amalga oshiriladi:

#### 1. Issiqlik energetikasini rivojlantirish

2020-2030 yillarda 13 ta loyihani amalga oshirish rejalashtirilgan bo‘lib, shundan 6 tasi umumiy quvvati 3,8 ming MVt bo‘lgan yangi IES loyihalari, 6 tasi bug‘-gaz qurilmali, gaz turbinasi va ko‘mir energiya bloklari qurilishi hisobiga 4,1 ming MVt quvvatga ega mavjud IESni kengaytirish bo‘yicha loyihalar, shuningdek, Yangi Angren IESda 330 MVtga oshirish orqali 1-5-sonli energiya bloklarini modernizatsiya qilish bo‘yicha 1 loyihadan iborat. Natijada 2030 yilga kelib IESlarning umumiy quvvati 14,7 ming MVtni tashkil qilib, ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hajmi - 70,7 mlrd. kVt. soatga yetadi (2018 yilga nisbatan 1,3 baravar ko‘p).

2. Qayta tiklanadigan energiya manbalari asosida energiya ishlab chiqarishni rivojlantirish.

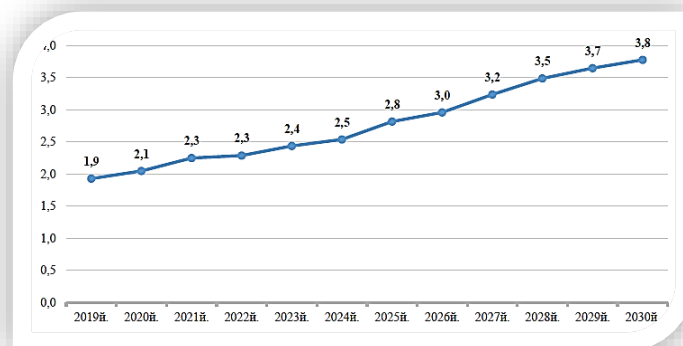
2020 yilda xalqaro moliya institutlarning (Osiyo taraqqiyot banki, Jahon banki guruhi, Yevropa tiklanish va taraqqiyot banki) texnik ko‘magi bilan Jizzax, Samarqand va Surxondaryo viloyatlarida umumiy quvvati 600 MVt bo‘lgan quyosh elektr stansiyalari qurilishi uchun tenderlar o‘tkaziladi va quyosh energiyasiga boy respublikaning boshqa mintaqalarida umumiy quvvati 800 MVt bo‘lgan FES, shuningdek, QTEM qurish uchun tenderlar e‘lon qilinadi.



5.1-rasm. 2030 yilga qadar QTEM asosida energiya ishlab chiqarish tuzilmasi, MVt

## 2. Hidroenergetikani rivojlantirish.

2020-2030 yillarda 62 ta loyiha bo'yicha ishlarni amalga oshirish rejalashtirilgan, shu jumladan, umumiy quvvati 1537 MVt bo'lgan 35 ta gidro elektr stansiyalari qurilishi va quvvati 186 MVt ga oshirilgan 27 ta gidro elektr stansiyalarni modernizatsiya qilish mo'ljallangan. Natijada, 2030 yilga kelib, GESlarning umumiy quvvati 3785 MVtni tashkil qilib, ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hajmi - 13,1 milliard kVt soatni tashkil qiladi. (2019 yilga nisbatan 2,2 barobar ko'p).



6.1-rasm. 2018-2030 yillarda GESlarning o'rnatilgan quvvatining o'sishi, MVt

2030 yilga kelib belgilangan maqsadlarga erishish natijasida

a) jismonan eskirgan uskunalarni (5,9 ming MVt) ishdan chiqarilishini hisobga olgan holda o‘rnatilgan va mavjud bo‘lgan quvvat 29,2 ming MVtni tashkil etadi, shu jumladan:

IES, tabiiy gazda ishlaydigan – 13,4 ming MVt (45 foiz);

IES, ko‘mirda ishlaydigan – 1,7 ming MVt (5,9 foiz);

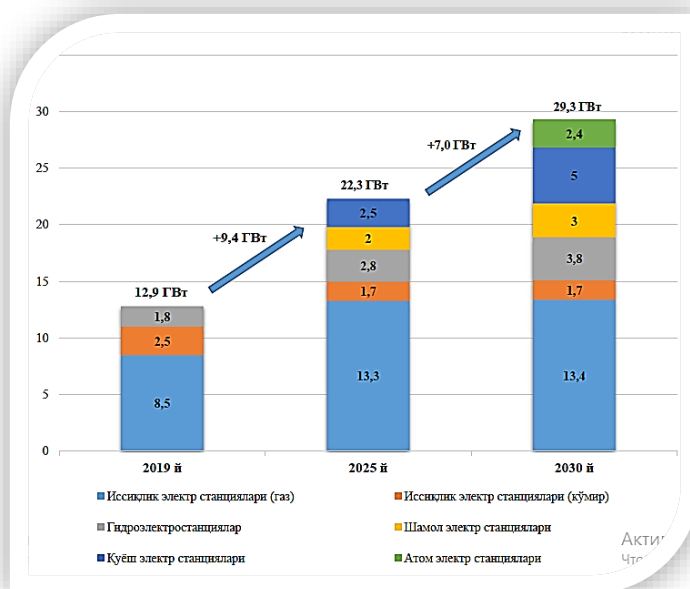
GES – 3,8 ming MVt (13,1 foiz);

SHES – 3 ming MVt (10,4 foiz);

FES – 5 ming MVt (17,3 foiz), shu jumladan, quyoshli soatlarda elektr energiyasini yig‘ib, to‘plangan elektr energiyasidan quyosh bo‘lmagan va energotizimdagi iste‘molning kechki tig‘iz soatlaridagi maksimal yuklama paytlarida 1 ming MVtli elektr energiyasini saqlash moslamalari bilan;

AES– 2,4 ming MVt (8,3 foiz). Ishlab chiqarish quvvatining ortishi 16,4 ming MVtni tashkil etadi, shu jumladan, energotizimda iste‘molning tig‘iz soatlaridagi maksimal yuklamani qoplash uchun 4,4 ming MVt.

2030 yilga kelib belgilangan maqsadlarga erishish natijasida



7.1-rasm. 2019-2030 yillarda o‘rnatilgan quvvatning o‘zgarishi, MVt

b) ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hajmi 120,8 mlrd. kVt.soatga yetdi, shu jumladan:

IES – 70,7 mlrd. kVt.s (58,5 foiz);

GES – 13,1 mlrd. kVt.s (10,8 foiz);

FES – 9,9 mlrd. kVt.s (8,2 foiz);

SHYeS – 8,6 mlrd. kVt.s (7,1 foiz);

AES – 18,0 mlrd. kVt.s (14,9 foiz);

blok-stansiyalar – 0,6 mlrd. kVt.s  
(0,5 foiz);

v) tabiiy gaz iste'moli 16,5 mlrd. metr kubdan 12,1 mlrd. metr kubga kamayadi, ko'mir yoqishning yillik hajmi 4,1 mln. tonnadan 8,5 mln. tonnagacha ortadi.

g) GES, AES va ba'zi IES lar davlat mulki bo'lib qoladi, generatsiyaning asosiy qismi xususiy sektorga o'tadi;

d) 2025 yilga kelib, elektr energiyasini uzatishdagi yo'qotishlar 2019 yilgiga nisbatan 2,4 foizga yoki 1,03 martaga, taqsimlashda esa 2019 yilgiga nisbatan 7,9 foizgacha yoki 1,51 baravar kamaytiriladi.

Shu bilan birga, 2030 yilga kelib, elektr energiyasi uzatishdagi yo'qotishlar ko'rsatkichi 2,35 foizni tashkil qiladi yoki 2019 yilga nisbatan 1,05 marta kamayadi, taqsimlashda 2019 yilga nisbatan 6,5 foiz yoki 1,85 baravar kamaytiriladi.

y) Qayta tiklanuvchi energetikani rivojlantirish doirasida respublikaning energiya tanqis bo'lgan hududlarini arzon elektr energiyasi bilan ta'minlash, atrof-muhitni yaxshilash va energiya samaradorligini oshirish, mahalliy sanoat va infratuzilmani rivojlantirish hamda yangi ish o'rinlarini yaratish kabi masalalar hal qilinadi.

## 1.2. «Energiya tejamkor elektr yuritmalari» fanining predmeti va vazifalari.

«Elektr yuritmalarda energiya tejamkor texnologiyalar» fanining oldiga qo'yilgan vazifasi ishlab chiqarishning barcha sohalarida qo'llaniladigan elektr mexanik tizimlarning ish rejimlarining asosiy ko'rsatkichi bo'lgan energetik ko'rsatkichlarini elektr motor o'qidagi haqiqiy mexanik quvvati uchun optimal bo'lgan qiymatlariga mos bo'lgan qiymatlarga keltirib ularni boshqarishdan iborat.

Texnik taraqqiyotning rivojlanib borishi ishlabchiqarishning barcha sohalarida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalash, tabiiyki elektr energiyaga bo'lgan talab va ehtiyojning tinmay oshishiga olib keladi.

Sanoat, qishloq xo'jaligi va shuningdek noishlab chiqarish sohaslarining elektr energiyaga bo'lgan ehtiyojlari kundan-kunga oshib bormoqda. Ammo elektr energiyaning tabiiy energetik manbalari bo'lmish gaz, neft va ko'mir zahiralari esa kamayib bormoqda. Bundan tashqari, bu yoqilg'i turlarini qazib olish va qayta ishlab elektr energiya olish uchun sarf bo'ladigan sarmoyalar miqdori ham oshib bormoqda.

1973–74 yillarda butun dunyoni keng qamrab olgan energetik krizis ayniqsa bu muammoning qanchalik dolzarb ekanligini yaqqol ko'rsatdi. Rivojlangan mamlakatlarda organik yoqilg'i va elektr energiyani iqtisod qilish maqsadida zudlik bilan davlat dasturlari qabul qilindi va amalga oshira boshlandi.

Sanoati rivojlangan mamlakatlarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar yoqilg'i va energiya resurslarini iqtisod qilish imkoniyatlarining katta ekanligini ko'rsatdi. Yevropa iqtisodiy hamkorligi (YeIH), Xalqaro energetika agentligi (XEA) va Iqtisodiy hamkorlik va rivojlanish tashkiloti (IHRT) ning hisob - kitoblariga qaraganda energetika resurslarini qazib chiqarishdan to «foydali energiya» turi sifatida iste'molchilarga yetib kelishi oralig'ida 70% isrof bo'lib, faqat 30% igina iste'molchilarga «foydali energiya» sifatida yetib kelar ekan. Agar statistik materiallarga qaraydigan bo'lsak, 1978 yilda sarf bo'lgan 5 mlrd. tonna shartli yoqilg'ining 1,5 mlrd. tonnasigina «foydali energiya» sifatida iste'molchiga yetib kelgan xolos.

XEA ma'lumotlariga ko'ra 1985 yilda shu tashkilotga kiruvchi sanoati rivojlangan 20 davlatda energiyadan tejamkorlik bilan foydalanish to'g'risidagi dastur bo'yicha amalga oshirilgan tadbirlar natijasida energiya isrofini 15% ga kamaytirishga erishilgan.

Ma'lumki, hozirda deyarli barcha texnologik va elektr texnik qurilma va mashinalarning ijrochi organlarini elektr motorlar tashkil etadi. Butun dunyoda ishlab chiqariladigan elektr energiyaning deyarli 60% asinxron motorlarda mexanik energiyaga o'zgartiriladi. Hozirda yarim o'tkazgich texnikasining rivojlanish natijasida katta tok va kuchlanishda ishlaydigan tranzistorlarning paydo bo'lishi hamda mikroprosessorli tizimlarning qo'llanish doirasi oshib borishi natijasida boshqariluvchi o'zgarmas tok elektr yuritmalarning qo'llanish doirasi torayib borishi hisobiga o'zgaruvchan tok elektr yuritmalari qo'llanish doirasi kengayib bormoqda, xususan

asinxron elektr yuritmalar hisobiga. Ma'lumki, asinxron motorlarning konstruktiv tuzilishi o'zgaras tok motorlanikiga nisbatan birmuncha sodda va narxi deyarli uch baravar arzon. O'zgartkich texnikasi va mikroelektronikaning rivojlanishi sur'atining tezligi hisobiga yarim o'tkazgichli o'zgaruvchan tok boshqariluvchi o'zgartkichlarning tannarxi tushib borishiga olib kelmoqda va natijada o'zgaras tok elektr yuritmalari qo'llaniladigan texnologik mashinalar va elektr texnik qurilmalarda asinxron elektr yuritmalar qo'llanishi oshib bormoqda

O'tgan asrning elliginchi yillarida O'zbekiston fanlar Akademiyasining "Energetika va avtomatika" ilmiy-tekshirish instituti ilmiy xodimlarining akad. Xomidxonov M.Z. rahbarligidagi tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron elektr yuritmalarining nazariy asoslarini yaratish, tadqiqot qilish va ishlab chiqarishga qo'llash bo'yicha olib borilgan ishlari jahon olimlarning olib borayotgan ilmiy izlanishlari bilan bir qatorda bo'lgan edi. Natijada akad. Homidxonov M.Z. tomonidan tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron elektr yuritmalarni keng ilmiy tadqiqot qiluvchi ilmiy maktab yaratildi va bu o'z navbatida O'zbekistonda fan va texnikaning ushbu sohasining rivojlanishiga olib keldi.

Avtomatik rostdash tizimlarini qo'llashning quyidagi istiqbolli yo'nalishlarini belgilash mumkin:

Avtomatik rostdash tizimlarini qo'llashning quyidagi istiqbolli yo'nalishlarini belgilash mumkin:

Konturlari o'z-o'ziga bo'ysunuvchi tizimlar: elektr yuritmalarning xar bir koordinatalarining (moment, tok, tezlik va xk.) aloxida maxsus rostlagichlar orqali boshqarish. Bu elektromexanik tizimlarning ishini aniq bajarilishi va yuqori samaradorligini erishish ta'minlaydi.

Raqamli boshqarish tizimlari: texnologik jarayonning tez kechishi, quvvat isrofining kamayishi va energiya samaradorligining ortishiga erishiladi.

Energiya samarador elementlar bazasidan foydalanish: energiya samarali elektr motorlar, o'zgaras tok magnit asosidagi sinxron reaktiv motorlar, ventilli motorlar va xk. Bu elementlardan foydalanish tizimning ishonchli va sifatli ishlashiga, uzoq vaqt xizmat qilishiga asos bo'la oladi.

Energiya samarador statik o'zgartkichlar: kuchlanish o'zgartkichlari, chastota o'zgartkichlari va x.k.

Boshqaruv usulining energiya samarali turlari: amplitudali boshqarish o'rniga keng impulsli rostdash tizimi va keng impulsli modulyasiya tizimi.

Shu o'rinda quyidagi ishlab chiqaruvchilarning texnik maxsulotlari namuna bo'la oladi:

SOLCON (Isroil),

TOSHIBA (Yaponiya),

SIEMENS (Germaniya),

DELTA (Xitoy),

ABB (Yevropa) va boshq.

### **Nazorat savollari:**

1. «Elektr texnikasi va elektr mexanikasi tizimlari uchun energiya tejamkor texnologiyalar va usullar» fanining predmeti va vazifalarini KhaShumov bering.
2. Energiya tejamlovchi texnologiyalarni qo'llashning axamiyati.
3. O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha qanday hukumat qarorlari qabul qilingan?

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. –T.: “O'zbekiston”. 2017.- 592 b.
2. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2- nashr. Darslik.–Toshkent: Fan va texnologiya, 2015.–155 b.
3. A.A. Khashumov, I.K. Pampias. Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.

## **2-mavzu: Elektr yuritmalarning zamonaviy boshqarish usullari.**

### **Reja:**

1. Minimum stator toki mezoni bo'yicha elektr yuritmalari asinxron motorlarni boshqarish.

2. Minimum quvvat isrofi mezonini bo'yicha elektr yuritmalini asinxron motorlarni boshqarish.

3. Minimum reaktiv quvvat iste'moli bo'yicha elektr yuritmalini asinxron motorlarni boshqarish.

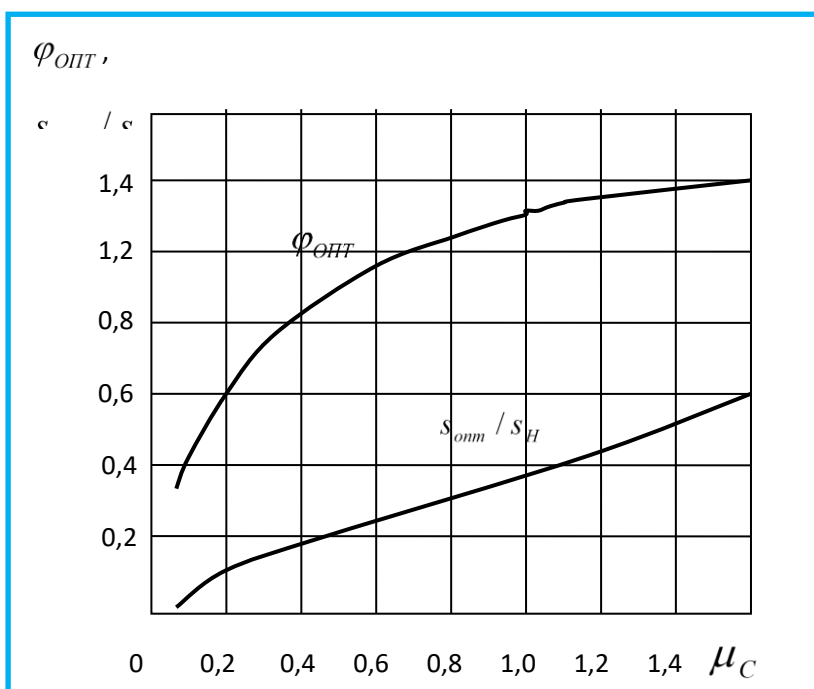
**Tayach so'z va iboralar:** Energiya tejamlilik, elektr yuritma, chastota o'zgartkichi, optimal boshqaruv, energetik mezonlari, ishchi mexanizmlar, energiya samaradorlik, boshqaruv tizimlari, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

### **2.1. Minimum stator toki mezonini bo'yicha elektr yuritmalini asinxron motorlarni boshqarish**

Magnit oqimining stator chulg'ami kuchlanishi bilan chiziqli koeffitsient orqali bog'langanligini hisobga oladigan bo'lsak, u holda nominal ish rejimiga to'g'ri keladigan stator tokining nominal qiymatiga nisbati ko'rinishidagi ifodasini kuchlanish o'zgarishi bo'yicha differensiyalab nolga tenglashtiramiz:

$$\frac{d\left(\frac{I_1}{I_{1H}}\right)}{d\gamma} = 0, \quad (1.1)$$

Stator tokining minimal qiymatda bo'lganidagi motorning elektro-magnit, energetik va ekspluatatsion ko'rsatkichlari motorning minimum quvvat isrofi rejimidagi ushbu ko'rsatkichlaridan biroz farq qiladi. 8.2–rasmda minimum stator toki rejimida ishlayotgan asinxron motor yuklanish momentining turli qiymatlari uchun to'g'ri keladigan magnit oqimining optimal qiymatlarining o'zgarish tavsiflari keltirilgan. Agar minimum quvvat isrofi rejimi uchun keltirilgan optimal magnit oqimi tavsifi bilan solishtiradigan bo'lsak, yuklanishning  $\mu_c < 1,0$  oralig'ida motorning stator tokining minimal rejimida ishlaganida, magnit oqimining 1,8 – 1,1 marta ortiq bo'lishi magnit quvvat isroflarining oshishiga olib keladi.[5].



8.2 – rasm. Stator toki minimal bo’lgan rejimda ishlayotgan asinxron motor optimal magnit oqimi va sirpanishlarining yuklanish momentiga mos ravishda o’zgarishi tavsiflari

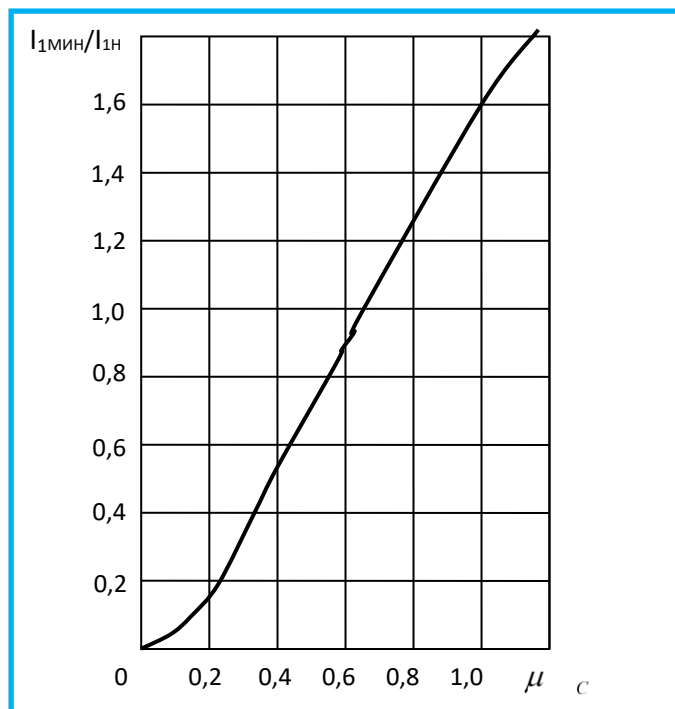
Yuklanish momentining  $\mu_C < 1,0$  oralig’ida o’zgarganida stator tokining minimal qiymatlarida boshqarilgan motorning quvvat isroflari quvvat isrofi minimal rejimda bo’lgandagiga nisbatan 10 – 15% yuqori bo’ladi va magnit oqimining nisbatan kattaroq bo’lishi quvvat koeffitsientining sezilarli kamayishiga olib keladi.

9.2–rasmda stator toki minimal bo’lgan rejimda ishlayotgan asinxron motor stator tokining optimal absolyut sirpanishning yuklanish momentiga bog’liq ravishda o’zgarish tavsifi keltirilgan. Tavsifdan ko’rinib turibdiki, stator toki nominal qiymatiga teng bo’lganida absolyut sirpanishning  $0,65 \cdot s_H$  qiymati to’g’ri kelyapti.

9.2 – rasmdagi sirpanish tavsifidan sirpanishning bu qiymatiga yuklanish momentining  $\mu_C = 1,2$  qiymati to’g’ri keladi.

Bir qaraganda motorni nominal yuklanish qiymatiga nisbatan 20% ortiq yuklanish bilan ishlatish imkoni bordek tuyuladi, ammo aslida yuklanishning bu qiymatida magnit oqimining oshgan bo’lishi hisobiga motorning quvvat isroflari birmuncha katta bo’ladi va yuklanishni real 3 – 4% gagina oshirish mumkin (1 – rasimga qarang). SHunday qilib, stator toki minimum bo’lgan rejimda stator toki

qiymatiga qarab motorning issiqlik holatini baholash mumkin emas: stator toki nominaldan kichik bo'lganida motor nominal issiqlik rejimida bo'ladi.



9.2-rasm. Stator toki minimal bo'lgan rejimda ishlayotgan asinxron motor stator tokining optimal absolyut sirpanishga bog'liq ravishda o'zgarish tavsifi

Asinxron motorlarning stator toki minimum qiymatida boshqarish rejimida ishlashi 1.1) differensial tenglamaning ekstremal qiymatini izlovchi izlanuvchan va noizlanuvchan ekstremal avtomatik boshqarish tizimlari vositasida amalga oshiriladi. Izlanuvchan avtomatik boshqarish tizimlari tarkibiy tuzilishi jihatdan analogik va raqamli qurilmalardan iborat bo'lishi mumkin.

## 2.2 Minimum quvvat isrofi mezonini bo'yicha elektr yuritmalari asinxron motorlarni boshqarish

Stator chulg'ami kuchlanishi chastotasi  $f = 50 \text{ Gs} = \text{const}$  bo'lganida yuklanish momentining  $\mu_c = 0,3 - 1,0$  qiymatlarida asinxron motor magnitlanish tavsifining chiziqli qismida ishlaydi. Magnit oqimining stator chulg'ami kuchlanishi bilan chiziqli koeffitsient orqali bog'langanligini hisobga oladigan bo'lsak, u holda nominal ish

rejimi uchun berilgan umumiy quvvat isrofi ifodasi nominalga nisbatan ko'rinishdagi ifodasini kuchlanish o'zgarishi bo'yicha differensiyallab nolga tenglashtiramiz.[6]\*

$$\frac{d \sum \Delta p}{d\gamma} = 0, \quad (1.2)$$

bu erda,  $\sum \Delta p = \frac{\sum \Delta P}{\sum \Delta P_H}$  – motorning nisbiy umumiy quvvat isrofi.

Magnit oqimining oshishi natijasida stator tokining aktiv tashkil etuvchisining kamayib borishi motordagi elektrik quvvat isroflarining kamayishiga olib keladi. Magnit oqimining juda katta qiymatga ega bo'lishi magnitlanish tokining oshishiga sabab bo'ladi va magnit quvvat isroflarining ko'payishi yuzaga keladi. Magnit oqimining qandaydir bir qiymatida elektrik va magnit quvvat isroflari o'zaro teng bo'ladi, motor minimum quvvat isrofi rejimida ishlaydi va bu rejimni amalga oshirish sharti bajarilishi asosida yuzaga keladi. Asinxron motor yuklanishning barcha qiymatlarida ya'ni  $0,1 < \mu_c < 1,0$  bo'lganida, asinxron motorning elektr magnit FIK eng katta qiymatga ega bo'ladi va uning mexanik FIK yuklanish qiymatining oshishiga proporsional ravishda faqat oshib boradi.

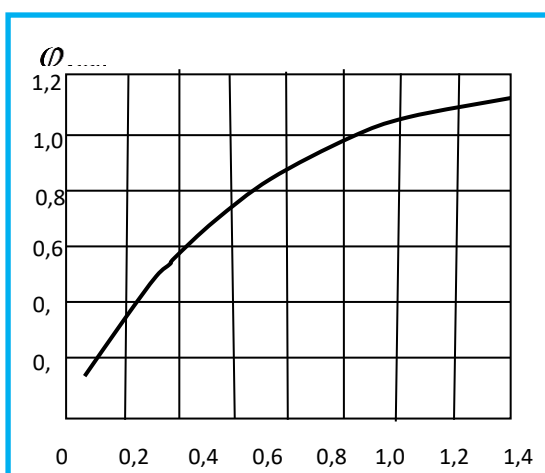
9.2–rasmda asinxron motor optimal magnit oqimining yuklanish momentiga mos ravishda o'zgarishi tavsifi keltirilgan. Yuklanish momentining  $\mu_c = 0,6 - 1,0$  oralig'ida o'zgarganida magnit oqimining optimal qiymati nominal qiymatidan katta bo'ladi va motor magnitlanish tizimining to'yingan qismida ishlaydi. Yuklanish momentining  $\mu_c > 1$  qiymatlarida magnit oqimi optimal qiymatining kam o'zgarishi magnit tizimining to'yinishi bilan izohlanadi. Shunday qilib, berilgan yuklanish momentiga mos ravishda magnit oqimi qiymatini rostlash natijasida elektrik va magnit quvvat isroflari muvozanati doimo tiklanib boriladi va motorning minimum quvvat isrofi rejimida ishlashi ta'minlanadi.

10.2–rasmda yuklanish momentining turli qiymatlari uchun asinxron motor (nominal quvvati  $R_N = 100$  kVt va  $2r = 4$ ) umumiy quvvat isroflarining stator chulg'ami

---

\* [6] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 16-18

kuchlanishiga, ya'ni magnit oqimiga bog'liq ravishda o'zgarishi tavsiflari keltirilgan. Tavsiflar egar ko'rinishiga ega bo'lib, yuklanish momentining har bir qiymatiga umumiy quvvat isrofining eng kichik qiymati to'g'ri keluvchi ekstremal nuqtalari majuddir. Motor yuklanish momentining qiymati kamaygan sari umumiy quvvat isroflarining ekstremal nuqtalari kuchlanishning kichik qiymatlari tomoniga qarab siljiydi. Tavsiflarning umumiy quvvat isroflarining eng kichik qiymatli nuqtasidan o'nga qarab o'sib borishi magnit quvvat isroflarning oshishi bilan izohlansa, tavsiflarning ekstremal nuqtadan chagga qarab o'sishi elektrik quvvat isroflarining oshishini bildiradi.



10.2–rasm. Minimum quvvat isrofi rejimida ishlayotgan asinxron motor optimal magnit oqimining yuklanish momentiga mos ravishda o'zgarishi tavsifi

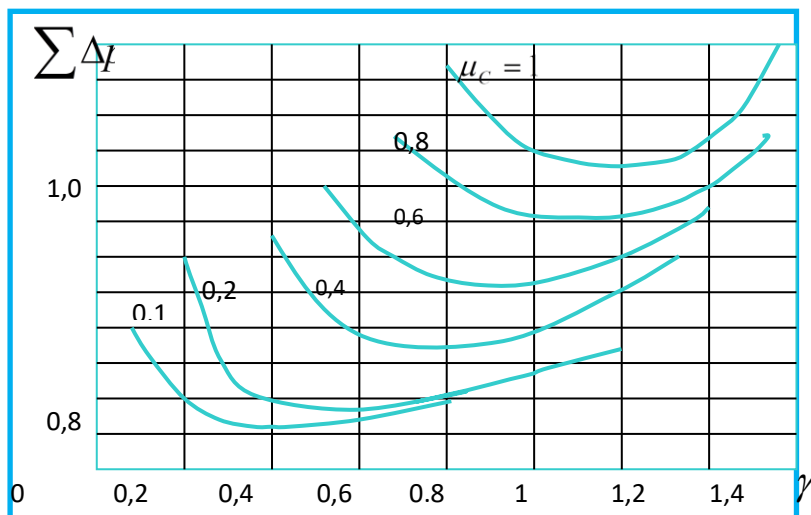
Yuklanish momenti qiymatlari  $\mu_c < 1$  bo'lganida motorning magnit oqimi magnitlanish tavsifining chiziqi qismida rostlanadi va har bir yuklanish momentining qiymatiga mos keluvchi absolyut sirpanishning optimal qiymati yuklanish momenti qiymatiga deyarli bog'liq bo'lmaydi.

$\mu_c > 1$  bo'lganida esa magnit oqimini rostdash magnitlanish tavsifining noChiziqi qismida amalga oshiriladi va yuklanish momentiga mos keluvchi absolyut sirpanishning qiymatlari yuklanish momentiga to'g'ri proporsional oshib boradi.

Motor validagi yuklanish momentining qayd qilingan har bir qiymatiga to'g'ri keladigan optimal kuchlanish, ya'ni optimal magnit oqimini bilgan holda, asinxron motorning optimal absolyut sirpanishi qiymatini quyidagi taqribiy formula yordamida hisoblash mumkin

$$S_{OIT} \approx S_H \frac{\mu_C}{\varphi_{OIT}^2 \mu}, \quad (1.3)$$

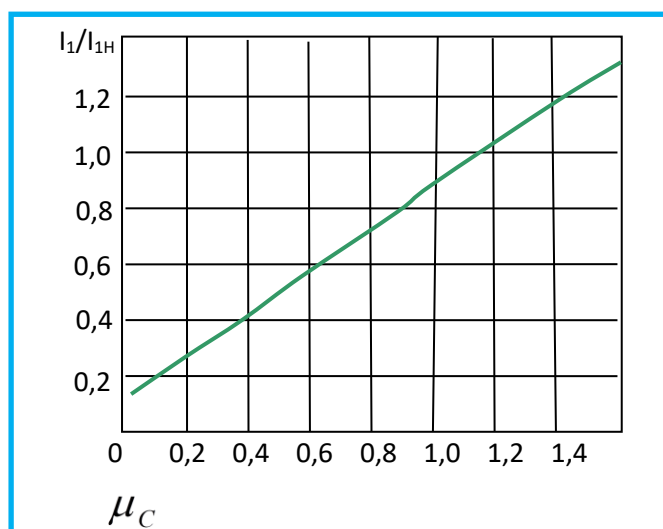
bu erda,  $S_H$  – nominal yuklanishga mos keluvchi absolyut sirpanish qiymati.



11.2–rasm. Yuklanish momentining turli qiymatlari uchun asinxron motor (nominal quvvati  $R_N = 100$  kVt va  $2R = 4$ ) umumiy quvvat isroflarining stator chulg’ami kuchlanishiga bog’liq ravishda o’zgarishi tavsiflari

Asinxron motorni minimum quvvat isrofi rejimida ishlatganida yuklanishning barcha qiymatlarida magnet oqimining nominaldan katta bo’lishi uning yuklanish xususiyatining oshishiga va taxminan 2 martaga katta bo’lishiga olib keladi, ammo motorning issiqlik holati yomonlashadi va bunga asosiy sabab motor magnet tizimida magnet quvvat isrofining oshishi va stator chulg’amidagi aktiv quvvat isrofining oshishidir.

11.2–rasmda minimum quvvat isrofi rejimida ishlaydigan asinxron motor stator Chulg’ami tokining yuklanish momentiga bog’liq ravishda o’zgarish tavsifi keltirilgan.



11.2–rasm. Minimum quvvat isrofi rejimida ishlaydigan asinxron motor stator Chulg’ami tokining yuklanish momentiga bog’liq ravishda o’zgarish tavsifi tavsifdan ko’rinib turibdiki, yuklanish momenti  $\mu_C = 1,0$  bo’lganida stator tokining qiymati nominal qiymatidan 16% ga kamdir. Yuklanish momentining  $\mu_C < 1,0$  qiymatlarida quvvat koeffitsientining nominal qiymatidan katta bo’lishi magnit oqimining sezilarli darajada kamayishi va natijada reaktiv quvvatning kamayishi bilan bog’liqdir.

Ishlab chiqarishda eng ko’p qo’llaniladigan asinxron motorlarni minimum quvvat isrofi rejimida ishlashini ta’minlovchi avtomatik boshqarish tizimlarini yaratish va amaliyotga joriy qilish, sanoat qurilmalari va mashinalarida elektr energiyadan tejamkorlik bilan foydalanish uchun asosiy omil bo’ladi.

### **3.3 Minimum reaktiv quvvat iste’moli bo’yicha elektr yuritmalii asinxron motorlarni boshqarish**

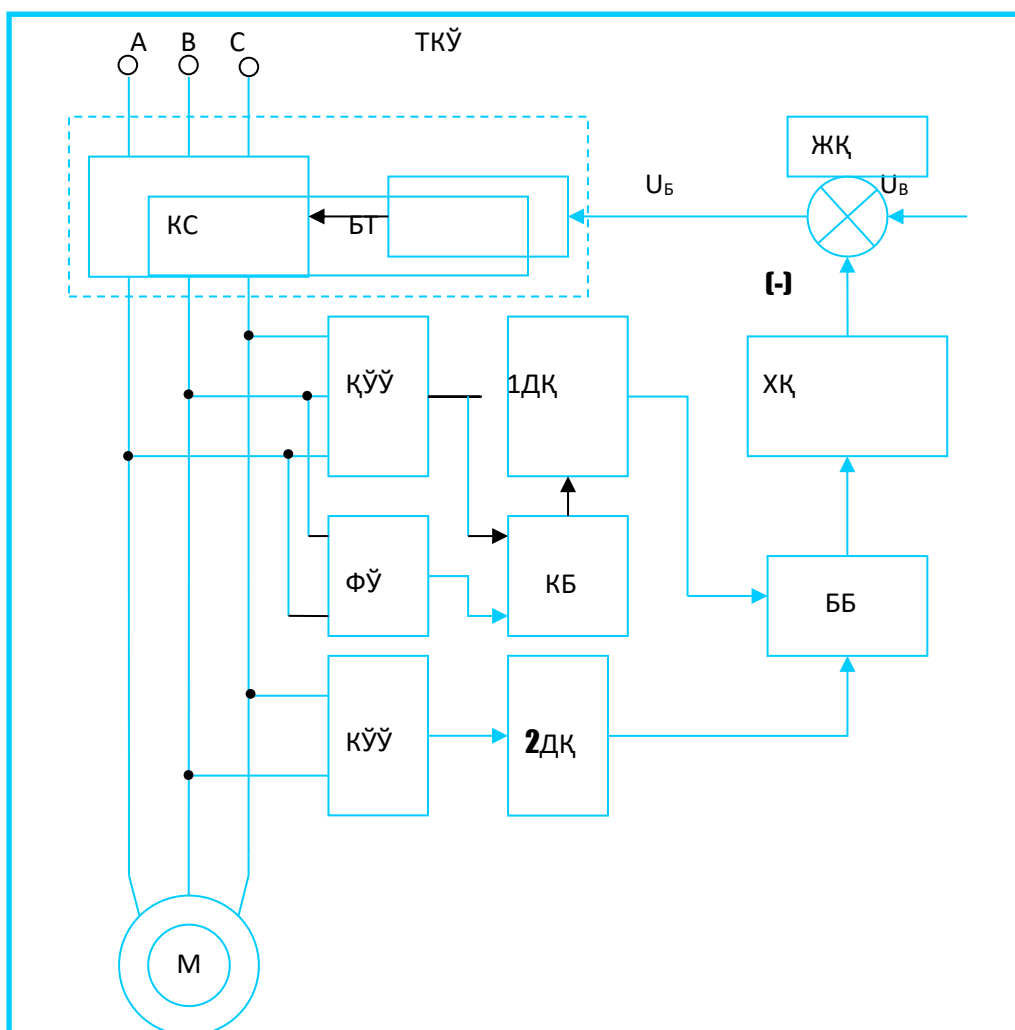
12.3–rasmda tasvirlangan asinxron motorning ekstremal avtomatik boshqarish tizimi yuklanishning barcha real qiymatlarida motor iste’mol qilayotgan reaktiv quvvat miqdorini minimal qiymatida bo’lishini va motor energetik ko’rsatkichlarini nominal qiymatlariga yaqin qiymatlarda bo’lishini ta’minlaydi.

Asinxron motorni ekstremal avtomatik boshqarish tizimi quyidagi asosiy tarkibiy qismlardan iborat [7]\*: asinxron motor M, tiristorli o'zgaruvchan tok kuchlanishi o'zgartkichi TKO' kuch sxemasi KS orqali uch fazali elektr tarmog'iga ulangan, TKO' ning boshqaruv tizimi BT jamlovchi qurilma JQ chiqish qismiga ulangan, JQ ning birinchi kirish qismiga esa vazifalovchi signal  $U_V$  beriladi, JQ ning ikkinchi kirish qismiga esa xotira qurilma XQ ning chiqish qismi ulangan, quvvat o'lchov o'zgartkichi QO'O' ning kirish qismi asinxron motor M ning stator chulg'amiga ulangan va shu kirish qismiga funksional o'zgartkich FO' ning kirish qismi ulangan, FO' ning chiqish qismi esa ko'paytirish bloki KB ning ikkinchi kirish qismiga ulangan, QO'O' ning chiqish qismi ko'paytirish bloki KB ning ikkinchi kirish qismiga ulangan, KB ning chiqish qismi esa birinchi differensiallovchi qurilma 1DQ ning kirish qismiga ulangan bo'lsa chiqish qismi esa bo'luvchi blok BB ning birinchi kirish qismiga ulangan, BB ning ikkinchi kirish qismiga esa ikkinchi differensiallovchi qurilma 1DQ ning chiqish qismi ulangan, 2DQ ning kirish qismiga kuchlanish o'lchov o'zgartkichi KO'O' ning chiqish qismi ulangan va KO'O' ning kirish qismi esa asinxron motor M ning liniya kuchlanishiga ulangan.

Asinxron motor energetik ko'rsatkichlarining optimal qiymatlarida bo'lishi motor validagi yuklanishning qiymatiga mos ravishda stator chulg'amidagi kuchlanishni rostlash natijasida motorning reaktiv quvvat iste'molini minimal qiymatga keltirish asosida amalga oshiriladi. Bu avtomatik boshqarish tizimida motor validagi yuklanishning qiymati bilvosita aktiv quvvat bo'yicha hisoblanadi.

---

\* [7] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 18-21



12.3–rasm. Reaktiv quvvat iste'moli minimum bo'lgan rejimda ishlaydigan asinxron motorli ekstremal avtomatik boshqarish tizimining blok-sxemasi

Asinxron motor ishlab turgan paytda quvvat va kuchlanish o'lchov o'zgartkichlari QO'O' va KO'O' chiqish qismlarida doimiy signal mavjud bo'ladi. KO'O' dan chiqayotgan liniya kuchlanishi signali 2DQ da vaqt bo'yicha differensiallanib, BB ning ikkinchi kirish qismiga yuboriladi. Funktsional o'zgartkich FO' da faza kuchlanishi bilan toki orasidagi burChak  $\varphi$  ning  $\sin\varphi$  qiymatiga mos signal olinadi va ko'paytirish bloki KB ning ikkinchi kirish qismiga uzatiladi va u erda QO'O' ning Chiqish qismidan KB ning birinchi kirish qismiga yuborilgan umumiy quvvat S ga proporsional signal bilan ko'paytmasi  $Q(t) = S(t)\sin\varphi$  - motorning reaktiv quvvat iste'molini beradi.  $Q(t)$  signal 1DQ da vaqt bo'yicha differensiallanib, BB ning birinchi kirish qismiga yuboriladi.

BB da  $\frac{dQ}{dt} : \frac{dU_1}{dt}$  amali bajariladi va natijada Chiqish qismida vaqtga bog'liq bo'lmagan  $\frac{dQ}{dU_1}$  signal hosil bo'ladi va  $\frac{dQ}{dU_1} = 0$  shartining bajarilishi asinxron motorning qayd qilingan yuklanish qiymatida minimal reaktiv quvvat iste'molida ishlashini ta'minlaydi. Oxirgi qayd qilingan yuklanish uchun stator Chulg'ami kuchlanishi xali o'zgartirilmagan holda  $\frac{dQ}{dU_1} \neq 0$  bo'ladi va bu signal XQ da saqlanadi, xudi shu signal JQ ga yuboriladi va  $U_B = U_B - \frac{dQ}{dU_1}$  boshqaruv signalining tashkil etuvchisi bo'ladi. Yangi boshqaruv signali ta'sirida TKO' ning KS ining chiqish qismida kuchlanishning qiymati o'zgaradi.

Stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanishning optimal qiymati asinxron motorni berilgan yuklanishda minimal reaktiv quvvat iste'moli rejimida ishlashini ta'minlaydi. Yuklanish qiymatining to yangi qiymatiga o'tgunga qadar  $\frac{dQ}{dU_1}$  signal XQ da saqlanib turadi va yuklanish qiymati o'zgarganida hosil bo'ladigan keyingi tengsizlik  $\frac{dQ}{dU_1} \neq 0$  qiymati XQ ga saqlash uchun yuboriladi. Asinxron motorning yangi yuklanish qiymati uchun minimal reaktiv quvvat iste'moli rejimi joriy qilinadi.

Analogik qurilmali avtomatik boshqarish tizimlarida turli fizik tabiatdagi xalaqit beruvchi va zararli bo'lgan signallar (masalan, rotorning tebranishi, stator kuchlanishining yuqori chastotali tashkil etuvChilari va h.k.) ta'siri tufayli (2.22) differensial tenglamaning ekstremal qiymatlarini aniqlash jarayonida aniqliklik darajasi birmuncha past bo'ladi. Analogik avtomatik boshqarish tizimlariga nisbatan texnik jihozlanishi nuqtai nazardan murakkabroq bo'lgan raqamli boshqarish tizimlarida bu kamchilik deyarli bartaraf etiladi.

### **Nazorat savollari:**

1. Minimum stator toki mezoni bo'yicha asinxron motorlarni boshqarish amalga oshiriladi?

2. Minimum quvvat isrofi mezonini bo'yicha asinxron motorlarni boshqarish yullari mavjudmi?

3. Minimum reaktiv quvvat iste'moli bo'yicha asinxron motorlarni boshqarish qanday amalga oshiriladi?

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. A.A. Khashumov, I.K. Pampias. *Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations*. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.

2. Xashimov A.A., Mirisaev A.U., Kan L.T. *Энергосберегающий асинхронный электропривод*. Monografiya. – Tashkent: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.

### **3- mavzu: Mikroprotessorli boshqarish asosida energiya tejamkor asinxron elektr yuritmalar.**

#### **Reja:**

1. Mikroprotessorli boshqariladigan energiya tejamkor elektr yuritmalar tuzilishi asoslari.

2. Mikroprotessorli boshqarishning afzalliklari.

3. Mikroprotessorli boshqarishning elektr yuritma texnik-iqtisodiy va ekspluatatsion ko'rsatkichlariga ta'siri.

**Tayach so'z va iboralar:** Energiya tejamkorlik, elektr yuritma, chastota o'zgartkichi, oltimal boshqaruv, energetik mezonlari, ishchi mexanizmlar, energiya samaradorlik, boshqaruv tizimlari, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

#### **3.1 Mikroprotessorli boshqariladigan energiya tejamkor elektr yuritmalar tuzilishi asoslari.**

Boshqarishning bir qismi qattiq mantiqiy qurilmalar yordamida bajariladi. EMT larni mikroprotessorli boshqarishning tarkibiy tuzilishi turlicha bo'lishi mumkin. 2.1 – rasmda Elektromexanik tizimlarning asosini tashkil etuvchi elektr yuritmalarni

(EYU) mikroprotessorli boshqarish tizimining tipik tarkibiy tuzilishi keltirilgan va bu tizim quyidagi asosiy qurilma va bloklardan iborat [12]\*:

1 – mikro EHM yoki operator bilan aloqa qurilmasi (AQ).

2 – apparat vositalari (AV) va dasturiy ta'minot (DT) dan iborat bo'lgan boshqaruvchi hisobot qurilmasi (BHQ).

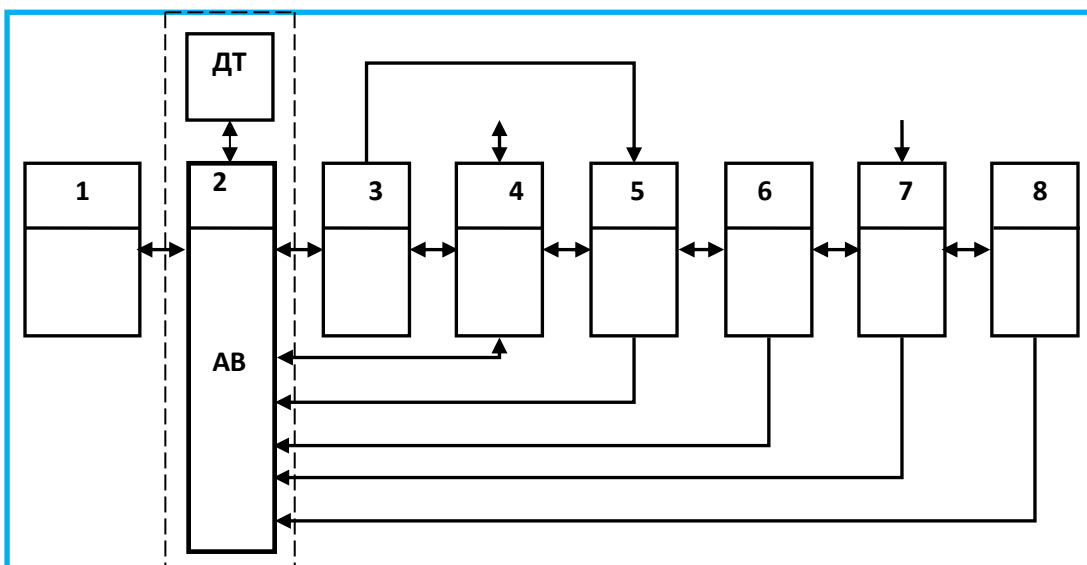
Apparat vositalari – bu qat'iy kommutatsiya amallarini bajaradigan avtomat bo'lib, maxsus dasturlardan foydalanish hisobiga o'ziga xos qo'llanishga ega bo'lgan funksional qism hisoblanadi. Boshqarish tizimi BHQ va EHM dan AQ orqali berilayotgan komandalar asosida 3 – 8 qurilmalarning chiqish qismlarida hosil bo'lgan signallarni va boshqarish signallarini ishlab chiqaradigan markaziy qismdir.

3 – qat'iy mantiqiy qurilma (QMQ) boshqarish apparatlari ayrim bloklari qat'iy ulangan tizimni tashkil etadi. Bu apparatlar EHM ishdan chiqqanda boshqarish jarayonini mustaqil ravishda davom ettirishga xizmat qiladi. Ko'p holatlarda, agar EYU ni boshqarishda yuqori tezkorlik talab etilsa, u holda bu bloklar yoki ularning qismlari avtomatik ishlash rejimida ishtirok etadi. QMQ ning chiqish signallari ta'minot manbai (TB) va kuch o'zgartgich (KO') kirishlariga beriladi.

4 – boshqariladigan ta'minot manbai (TM). Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritmalar uchun TM sifatida tiristorli yoki tranzistorli chastota o'zgartgichlar qo'llaniladi. «Impuls kengligi o'zgartgichi – o'zgaprmas tok motori» tizimida boshqarilmaydigan to'g'irlagich TM sifatida ishlatiladi. «Boshqariluvchi to'g'irlagich – o'zgarmas tok motori» tizimida esa TM va Boshqariluvchi o'zgartgich (BO') funksiyalariga ko'ra birlashtirilgan bo'ladi. TM boshqarish signalini BHQ va QMQ lardan oladi, teskari bog'lanish zanjiri bo'yicha diagnostika va ko'rsatkichlari holati to'g'risida axborotlari yuboriladi.

---

\* [12] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 30-32



13.3 – rasm. Mikroprocessorli boshqariladigan elektr yuritmaning tarkibiy tuzilishi

5 – Boshqariluvchi o'zgartgich (BO') elektr yuritma kuch zanjirini talab etilgan ko'rsatkichlardagi elektr energiya bilan ta'minlaydi. Odatda, BO' lar Boshqariluvchi to'g'irlagich, impuls kengligi boshqariladigan o'zgartkichlar, o'zgaruvchan tok kuchlanishi rostlagichlari, chastota o'zgartgichlardan iborat bo'ladi. Motorning qanday turdagiga qarab va qanday ish rejimida ishlashiga mos ravishda BO' da QMQ va BHQ laridan beriladigan signallar hamda teskari bog'lanish zanjirlaridan olinayotgan axborotlar asosida elektr energiyaning ko'rsatkichlari rostlanadi.

6 – elektr motor (M) tezlik, aktiv qismlarining haroratini nazorat qiluvchi o'lchov o'zgartgichlari va motorning o'zidan iborat modulni tashkil etadi.

7 – uzatish qurilmasi (UQ): ulanish muftasi, reduktor va zarur bo'lgan tezlik, tezlanish, moment va h.k. o'lchov o'zgartgichlaridan iborat. Ba'zi bir hollarda elektromagnit muftalarning qo'llanilishi elektr yuritma tezligini rostlash imkonini beradigan murakkab uzatish qurilmalari ham qo'llaniladi.

8 – texnologik mashina va mexanizmlarning ijrochi organi (IO) mos o'lchov o'zgartgichlari bilan birga masalan, keskiCh, qamragiCh, va h.k. lar ham bo'lishi mumkin.

Ko'pgina hollarda konstruktiv jihatdan bir nechta qurilmalar bitta modulga birlashtirilgan bo'lishi mumkin. Masalan, motor – transport sanoat roboti g'ildiragining moduli BO', M, UQ VA IO hamda ularni boshqaradigan MP tizimidan

iborat bo'ladi. Modulda ba'zi bir qurilmalar, masalan, konstruktiv jihatdan IO bilan birlashgan yuritmalarda UQ bo'lmasligi ham mumkin.

O'zaro funksional bog'lanishlarni tushunish uchun axborotlarning o'tishini ko'rib chiqamiz. Tizimning asosiy axborot komponenti sifatida mikro EHM yoki dasturlanadigan kontroller qo'llaniladigan BHQ dir. BHQ ning kirishiga boshqa EHM dan ham axborotlar kelib tushadi. BHQ EHM dan bir necha metr va undan ortiqroq masofada joylashgan bo'lsa, bu ko'rsatma axborot ketma – ket kod tarzida uzatiladi. Lekin shu bilan birga BHQ parallel kodda (8 yoki 16 razrda) ishlaydi. Kodlarni o'zgartirish uchun tutatish qurilmasi ishlatiladi. BHQ ni tizimning 3 – 8 qurilmalari bilan aloqasi (bog'lanishi) analog, raqamli va impuls signallar yordamida amalga oshiriladi. Buning uchun BHQ tarkibida analog – raqamli, raqam – impulsli (RIO'), impuls – raqamli (IRO') o'zgartirgichlar kiritiladi. Operator bilan bog'lanish uchun kiritish – chiqarish qurilmasi ishlatiladi. Bu qurilma sifatida displeyga ega bo'lgan pult, chop etuvchi qurilma va hokazolar qo'llaniladi.

BHQ, TM va BO' ko'rsatkichlarining holati va jarayonning kechishi to'g'risida o'lchov o'zgartirgichlardan axborot kelib turadi. Bu axborotlar ishlash qobiliyatini nazorat qilish va boshqarish signallariga tuzatish kiritish uchun ishlatiladi.

Motor, oraliq qurilma va ish organlari ham holat o'lchov o'zgartirgichlari bilan ta'minlangan va ulardan axborot doimiy ravishda yoki talab etilganda BHQ ga berib turiladi.

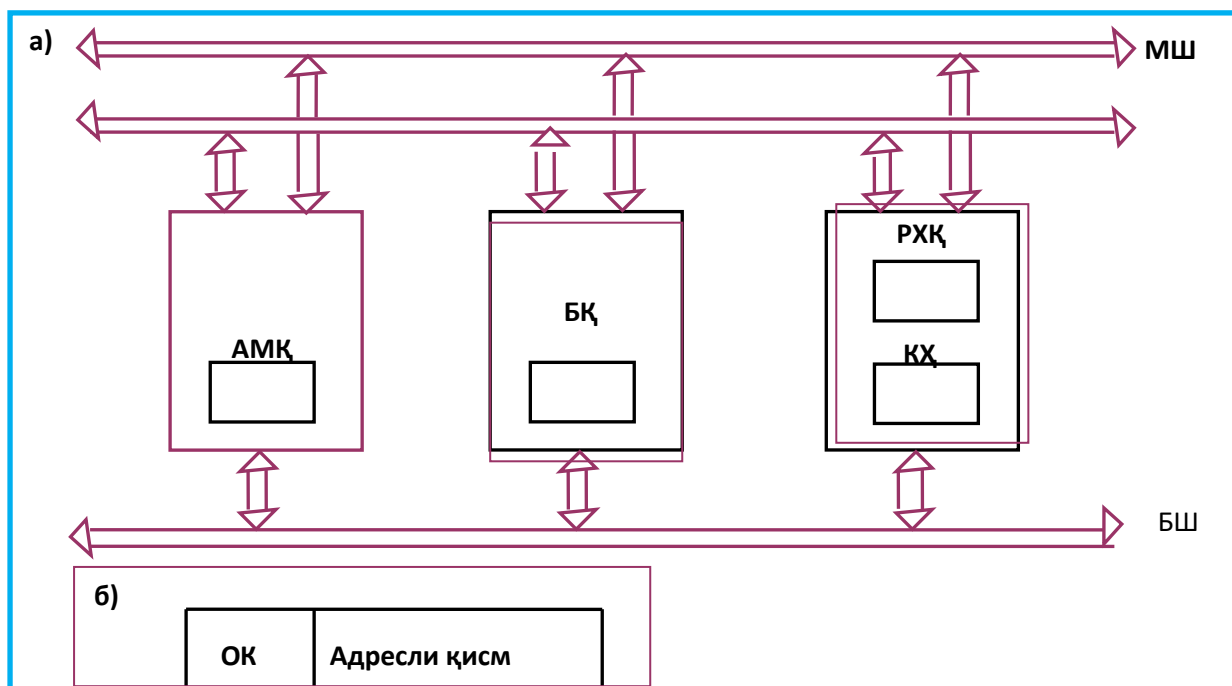
### **3.2 Mikroprotessorli boshqarishning afzalliklari.**

**Mikroprotessor (MP)** deb bir yoki bir necha katta integral sxema (KIS) lar bazasida yaratilgan va raqamli informatsiyalarni qayta ishlash hamda ular asosida boshqarish jarayonlarini amalga oshiruvchi dasturiy boshqariladigan qurilmaga aytiladi.

Mikroprotessor xotirasiga joylashtirilgan dasturni o'zgartirish mumkin bo'lgani uchun ham moslanuvchan algoritmlar bo'yicha ishlash jarayonini boshqarish mumkin. MP larning ishlatish jarayonida boshqaruv funksiyasining o'zgarishini xotirasidagi boshqa dastur bilan almashtirish natijasida amalga oshiriladi.

**Mikroprotsessorning tarkibiy sxemasi.** Bu sxemaga (2.2a – rasm) arifmetik – mantiqiy qurilma (AMQ), boshqarish qurilmasi (BQ) va registrli xotira qurilmasi (RXQ) kiradi. MP ning bu asosiy qismlari quyidagi bog’lanish liniyalari – shinalar ma’lumotlar shinasi (MШ), adreslar shinasi (ASH) va boshqarish shinasi (BШ) lar bilan o’zaro bog’langan bo’ladi.

**Arifmetik – mantiqiy qurilmaning** vazifasi ikkilik hisoblash tizimida berilgan qiymatlar ustida arifmetik va mantiqiy amallarni bajarishdir. Bu amallar bajariladigan qiymatlar operandlar deb ataladi. Amallarni bajarishda odatda ikkita operandlar ishtirok etadi, ulardan biri alohida registr – akkumulyator A da saqlanadi, ikkinchisi esa RXQ registrlarida yoki MP ning xotirasida saqlanadi. AMQ ba’zida MP ning amaliy qismi deb ham nomlanadi.



14.3 – rasm. Mikroprotsessorning sxemasi (a) va komandalar tarkibi (b)

MP bloklarining ishlashini ta’minlovchi boshqarish signallarini ishlab chiqarish **boshqarish qurilmasida** amalga oshiriladi. BQ tarkibiga komandalarning bajarilishi vaqtini qayd qiluvchi komandalar registri KR kiradi.

Mikroprotsessori xotirasiga yozilgan dastur asosida ishlaydi.

**Dastur.** Axborotlarni berilgan algoritim bo’yicha qayta ishlashini ta’minlovchi komandalar ketma – ketligi dasturni tashkil etadi. Ta’kidlash lozimki, dasturning komandalari aniq ketma – ketlikda yozilgan bo’lib, qadamba – qadam bajariladi.

Dasturning har bir komandasi, qaysi operandlar bilan qanday amallar bajarilishi kerak va amallar natijalarini qaysi adreslarga joylashtirish kerakligi to'g'risida axborotlarga ega bo'lishi lozim. Buning uchun komanda 2.2b – rasmdagi tuzilishga ega bo'lishi kerak. Komandaning birinchi qismi amallar kodi AK, ya'ni operandlar ustida bajariladigan amallarning xarakteri to'g'risida axborotlarga ega bo'lishi kerak (masalan, qo'shish, mantiqiy taqqoslash va h.k.). Komandaning ikkinchi qismi – amallar bajarilayotgan operandlarning joylashgan adreslari va natijalari qayd qilinishi kerak bo'lgan registrlar yoki xotira yacheykalari to'g'risida axborotlarga ega bo'lishi kerak.

Komandalar, adreslar va operandlar ikkilik hisoblash tizimidagi ko'p razryadli sonlar bilan ifodalanadi. Bu sonlar hamma raqamli qurilmalaridagi kabi kuchlanishning yuqori va past darajalarida ifodalanadi. Zamonaviy MP sakkiz va o'n olti razryadli sonlar ustida amallar bajarishga mo'ljallangan.

MP ning dasturi bir necha usular bilan yozilishi mumkin. Birinchi usul, komandalar to'g'ridan – to'g'ri mashina tilida yoziladi. Bunday usulda dastur tuzish ko'pgina holarda noqulay va ayniqsa katta dasturlarni tuzish uchun ko'p vaqt talab etadi.

MP larning dasturlarini tuzishda dasturlash tillaridan foydalanish bir muncha qulaydir. Dasturlash tillari ichida bir muncha past darajada bo'lgan Assembler dasturlash tili MP ni dasturlash uchun qo'llaniladi va u shartli mnemokomandalar tarzida berilgan bir necha o'nlab komandalar turkumiga egadir. Masalan, bu til sakkiz razryadli MP lar uchun qo'llanilgan bo'lib, 80 turkum komandalardan iborat – arifmetik, mantiqiy, axborotlarni uzatish, boshqarishni uzatish va h.k.

Dasturlash tillarining yuqori darajadagi tillar: FORTRAN, PASKAL, PL/M, BEYSIK, SI, ADA va ularning dialektlaridan foydalanilish zamonaviy MP sxemalardan foydalanuvchilarga qulay va katta imkoniyatlar beradi. Bu tillarda tuzilgan dasturlar, kross – dasturlar deb nomlanuvchi alohida dasturlar yordamida mashina uchun tushunarli bo'lgan mashina kodi tizimiga o'tkaziladi.

14.3a – rasmda keltirilgan MP ning sxemasini to'g'ridan – to'g'ri elektromexanik tizimlarni boshqarishda qo'llab bo'lmaydi. MP ni EMT larni

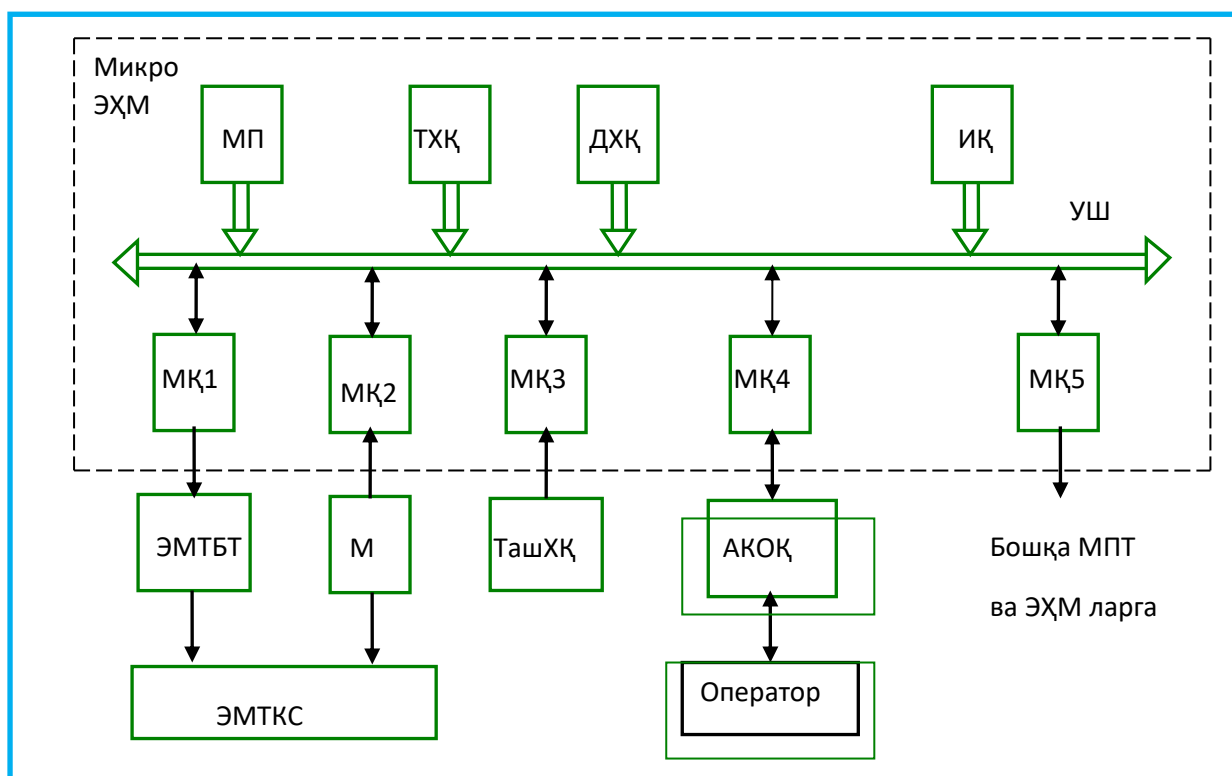
boshqarishda qo'llash uchun tarkibiga qo'shimcha xotira qurilmasi, axborotlarni kiritish va olish qurilmalari, impulslar takti generatori, EMT ning boshqa bloklari bilan moslashtiruvchi qurilmalar kabi bir necha bloklari bo'lishi zarurdir.

**Mikroprotessorli tizim.** MP ning qayd qilingan qo'shimcha qurilma va bloklari mikroprotessor tizimi (MPT) ni tashkil etadi va uning tarkibiy tuzilish sxemasi quyidagi 14.3 – rasmda keltirilgan. MPT ning tarkibiga umuman olganda MP bilan bir qatorda tezkor xotira qurilmasi TXQ va doimiy xotira qurilmasi DXQ; interfeys qurilmasi IQ; tashqi ob'ektlar bilan moslashtiruvchi qurilma MQ lar; tashqi xotira qurilmalari TashXQ; axborotlarni kiritish va olish qurilmasi AKOQ; MSH, BSH va ASH shinalarni o'z ichiga olgan umumiy shina USH lar kiradi.

Bundan tashqari, bu sxemada tarkibiga energiya o'zgartkich, elektr motor va mexanik uzatmalarni o'z ichiga olgan elektomexanik tizimning kuch sxemasi ETMKS ham keltirilgan. MPT qurilmalarining bajaradigan vazifalarini qisqacha bayon etamiz.

**TXQ va DXQ xotira qurilmalari** dastur bo'yicha qayta ishlanishi kerak bo'lgan ma'lumotlar joylashtiriladi. Dastur bo'yicha qayta ishlashlar amalga oshiriladi va natijalari ham shu qurilmalarda saqlanadi. MPT ning imkoniyatlarini kengaytirish maqsadida TXQ va DXQ lardan tashqari axborotlarni jamlovchi qo'shimcha TashXQ lar sifatida magnit disklar ham qo'laniladi.

**Axborotlarni kiritish va olish qurilmasi AKOQ** operator bilan MPT orasidagi o'zaro muloqatni tashkil etishga xizmat qiladi. Bu qurilmalarga MPT ning boshqarish pult klaviatura, printer, displey va boshqa shunga o'xshash amallarni bajaruvchi qurilmalar kiradi.



15.3 – rasm. Mikroprotessorli tizimning tarkibiy sxemasi

**Moslashtirish qurilmalari MQ** MPT ning tashqi ob’ektlar bilan bog’lanishlarni ta’minlaydi. Ularning ijrosi va sxemalari turliCha bo’lishi mumkin. Xususan moslashtirish qurilmalariga EMT koordinatalarining o’lchov o’zgartgichlari hamda boshqarish sxemalari bloklari bilan MPT ning o’zaro bog’lanishini ta’minlashda keng qo’llaniladigan elektr signalarni o’zgartiruvchi uzluksiz – raqamli (URO’) va raqamli – uzluksiz (RUO’) o’zgartgichlar (sxemada ular MQ1 va MQ2 bilan belgilangan) kiradi.

### 3.3 Mikroprotessorli boshqarishning elektr yuritma texnik-iqtisidoiy va ekspluatatsion ko’rsatkichlariga ta’siri

Asinxron elektr yuritmalarni boshqarishda mikroprotessorli tizimlarni qo’llash quyidagi afzalliklarga ega [13]\*:

1. Boshqariluvchi elektr, energetik va mexanik ko’rsatkichlarni aniqlash va boshqarish yuqori aniqlik bilan amalga oshiriladi;
2. Asinxron motor o’qidagi mexanik o’zgarishlar tez ilg’ab olinadi va ularni bartaraf etish oniy daqiqalarda bajariladi;

\* [13.] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 32-34

3. Asinxron motorlarni silliq ishga tushirish, tezlikni rostdash va to'xtatish jarayotlarida quvvat isroflarini kamaytirish imkonini beradi;

4. Asinxron motorlarning optimallovchi energetik ko'rsatkichlarini bir necha xil kriteriyalar bo'yicha tahlil qilishi va shu asosida eng ma'qulini tanlashi mumkin;

5. Mikroprotessorli tizim asinxron motorning rostdash jarayonini eng minimum quvvat isroflarida amalga oshira oladi;

6. Mikroprotessorli boshqarish tizimi texnologik mashina yoki elektr texnik tizimni kompleks avtomatlashtirish tizimiga bevosita bog'lanishini amalga oshirishi mumkin.

Bundan tashqari mikroprotessorli boshqariladigan elektr yuritmalarda qo'llaniladigan analogli o'lchov asboblari va o'lchov o'zgartkichlari o'rniga ihsam raqamli aqlik darajasi yuqori bo'lgan o'lchov asboblari va o'lchov o'zgartkichlar qo'llash mumkin bo'ladi. Elektr yurimalarning boshqarish tizimlarini kichik modullar asosida bajarish mumkin bo'ladi. Boshqarish tizimlarining geometrik va og'irlik ko'rsatkichlari kamayadi va shu bilan birga ishonchi ishlashi oshadi.

Keyingi paytda yarim o'tkazgichli kuch elementlarning narxi tobora kamayib kelmoqda va bundan so'ng ham bu tendensiya rivojlanib boradi.

#### **Nazorat savollari:**

1. Energiya tejamkor elektr yuritmalarni boshqarish uchun qanday mikroprotessorli tizimlar qo'llaniladi?.

2. Mikroprsesorli boshqarishning afzalliklarini aytib bering.

3. Mikroprotessorli boshqarishning elektr yuritma texnik-iqtisidoiy va ekspluatatsion ko'rsatkichlariga ta'siri tushuntirib bering.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

3. A.A. Khashumov, I.K. Pampias. Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.

4. Xashimov A.A., Mirisaev A.U., Kan L.T. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Monografiya. – Tashkent: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.

5. Xashimov A.A. Специальные режимы Частотно-управляемых асинхронных электроприводов. Монография. – М.: Energoatomizdat, 1994.

#### **4- mavzu: Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron motorning ishchi va rostlash tavsiflarining tahlili**

##### **Reja:**

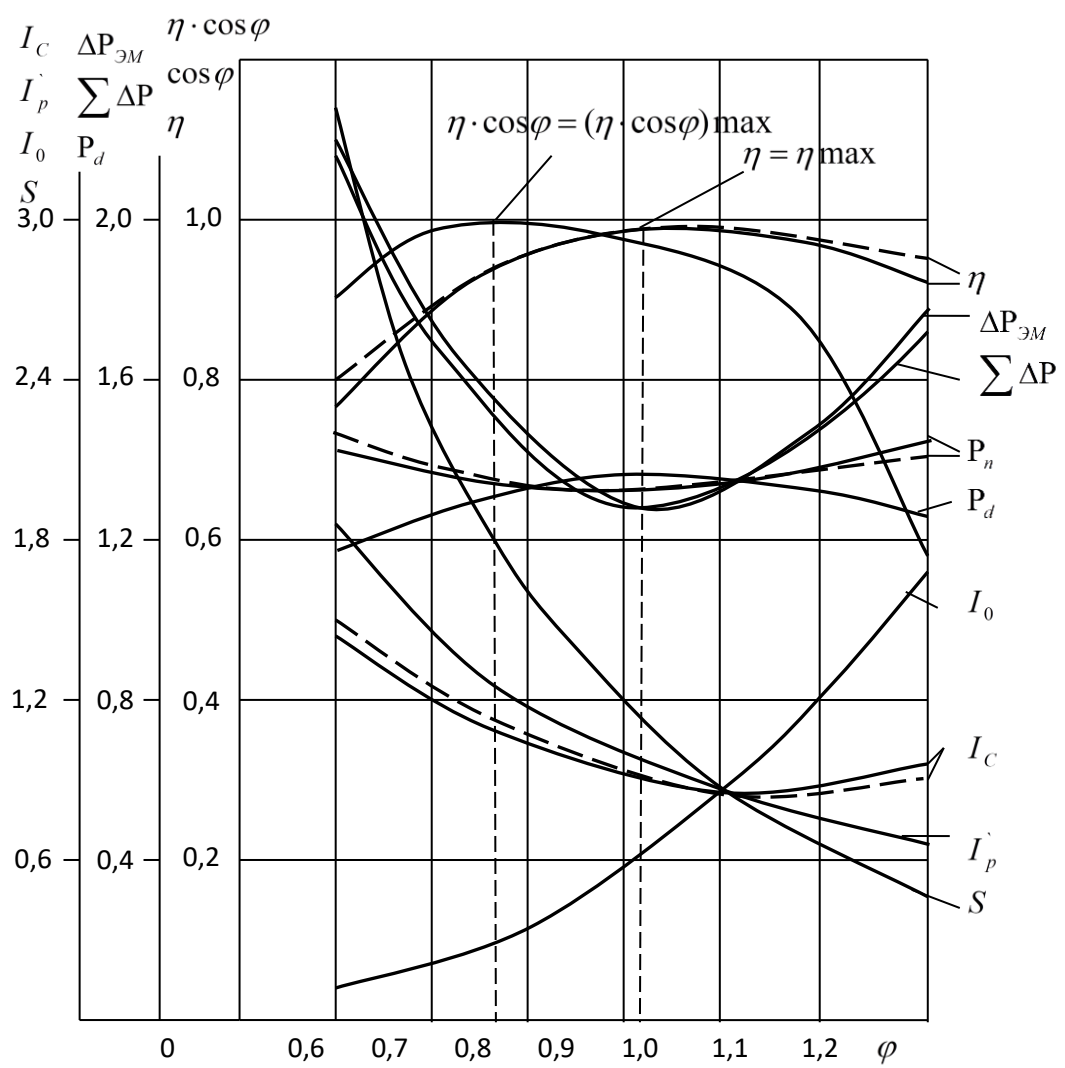
1. Chastotali boshqariladigan energiya tejamkor elektr yuritmalar.
2. Elektr va energetik ko'rsatkichlarining magnit oqimi o'zgarishiga bog'liq tavsiflari
3. Magnit oqimining nominal va optimal qiymatlaridagi Chastotaga bog'liq o'zgarish tavsiflari.

**Tayach so'z va iboralar:** elektr yuritma, chastota o'zgartkichi, ishchi xarakteristikasi, boshqaruv tizimlari, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

Chastota bilan tezligi rostlanadigan tizimlarda ishlaydigan, normal va optimal (energiya tejamkorligini ta'minlaydigan) oqimlarda o'zgarmas statik moment  $M_0 = M_N = \text{const}$  bilan xarakterlanadigan yuklama uchun asinxron motorning tavsiflari tahlilini ko'rib chiqamiz. Yuqorida taklif kilingan usul asosida chastota bilan rostlanadigan elektr yuritmalarida ishlaydigan, kuvvatlar diapazoni 0,6 – 15 kVt li 4A seriyali asinxron motor uchun,  $k = 1$  garmonikasi uchun ishchi va rostlash tavsiflari hisoblanib chiqildi. Turli kuvvatlar uchun natijalarning deyarli bir xilligini e'tiborga olib, quyida nisbiy birliklarda qurilgan asinxron motorning bitta markasi (4A80V4UZ) uchun tavsiflarni keltiramiz. Bunda bazaviy kattaliklar sifatida stator va rotorning nominal toklari, Magnitlovchi tok, sirpanish, elektromagnit va yig'indi isroflar, quvvat koeffitsienti va FIK lari va ularning  $\varphi = 1$  va  $m = 1$  ga tshg'ri keladigan ko'paytmasi qabul qilindi.

1 – rasmda chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimida Chastota nominal  $f = 1$  bo'lganda asinxron motorning okim funksiyasida ishchi tavsiflari keltirilgan. Stator toki  $I_s$ , magnitlovchi tok va rotorning keltirilgan toki  $I'_R$  ning geometrik yig'indisiga  $t_{sng}$ ; rotorning keltirilgan toki oqimga teskari mutanosib va demak  $\varphi$  ning kattalashuvi bilan kamayib boradi.

Shuning uchun  $I_s$  ning oqimga bog'lanishi parallellpid ko'rinishda bo'ladi. Quvvat isroflari: elektromagnit  $\Delta P_{\text{EM}}$  va yig'indi  $\sum \Delta P$ ; Shuningdek, tarmoqdan talab qilinadigan quvvat  $P_C$  ham  $\varphi$  funksiyasida shunga o'xshash shaklga ega bo'ladilar. Qo'zg'atish quvvat isrofiga va o'zgaruvchan [10] quvvat isroflarning magnit oqimi bo'yicha orttirmasi o'zaro teng bo'lganda quvvat isroflar ekstremal qiymatiga ega bo'ladilar. Boshqarish Chastotasi o'zgarganda stator toki o'zgarmas bo'lishini qayd qilish lozim, bir vaqtda quvvat isroflarning ekstremal qiymati nominal chastotaga to'g'ri keladigan qiymatiga nisbatan o'zgaradi (chastota kamayganda yoki kattalashganda o'ng yoki chap tomonga suriladi).



16.4– rasm. Tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan elektr yuritmalardagi 4A rusumidagi asinxron motorning chastota qiymati  $f = 1$  bo'lgandagi elektrik va energetik ko'rsatkichlarining magnit oqimi o'zgarishiga bog'liq tavsiflari

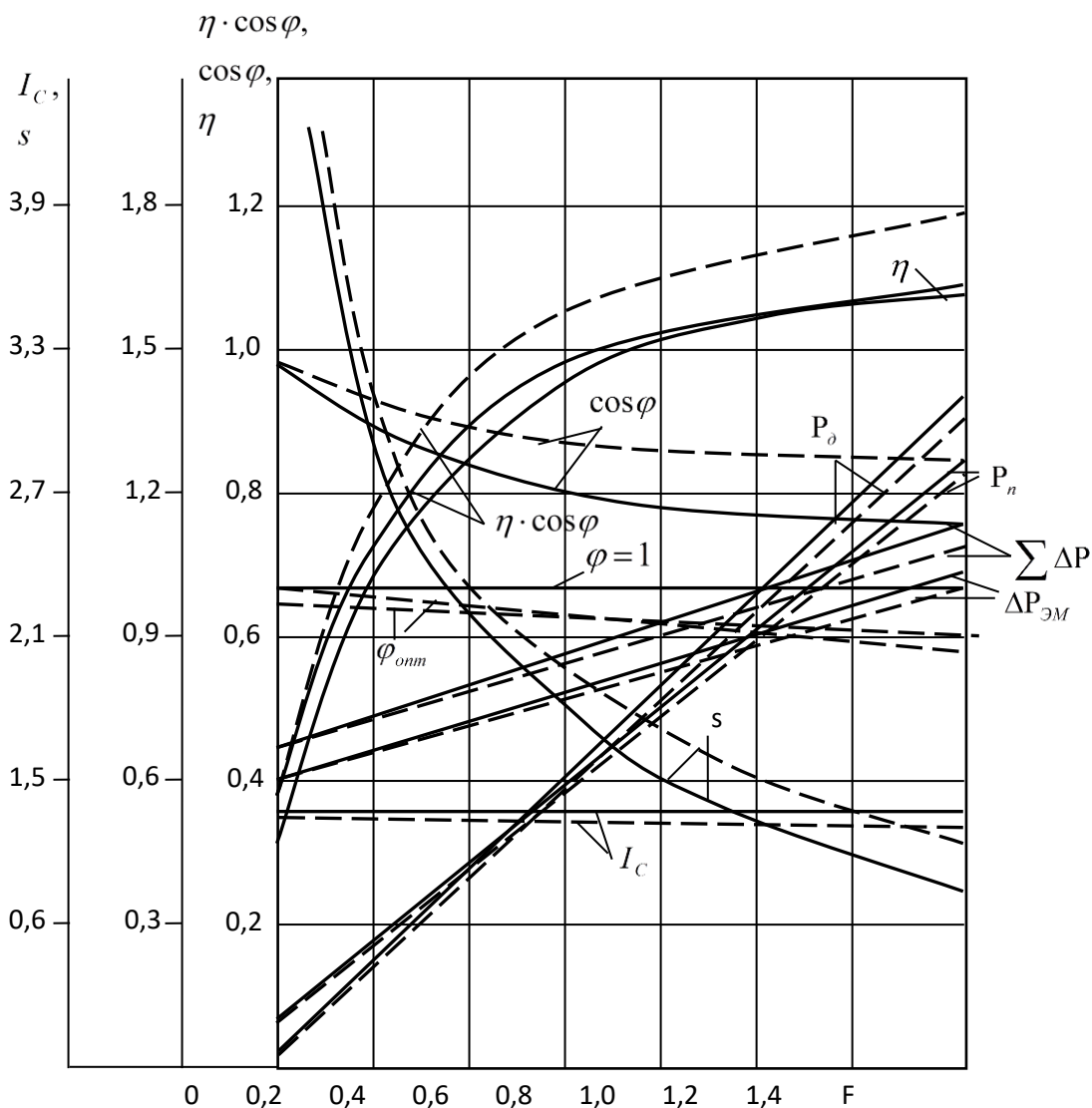
Magnit oqimi kattalashganda asinxron motorning tezligi bir oz ortadi, natijada sirpanish  $s$  kamayadi, foydali kuvvat esa kattalashadi. Shuning uchun tarmoqdan talab qilinadigan quvvatning eng kichik qiymati elektromagnit quvvat isrofining eng kichik qiymatiga nisbatan magnit oqimning kichkina qiymatiga to'g'ri keladi.

Elektromagnit ko'rsatkichlarning egri chiziqlari: FIK  $\eta$ , kuvvat koefitsienti  $\cos \varphi$  va ularning ko'paytmasi  $\eta \cos \varphi$  oqimning ma'lum qiymatida maksimumga erishadilar. O'zgaruvchan quvvat isroflari va qo'zg'atish quvvat isrofi qiymatlari o'zaro teng bo'lganda FIK o'zining eng katta qiymatiga erishadi. Quvvat koefitsienti kattalashib boradi va oqimning kichik qiymatlarida o'zining eng katta qiymatiga erishadi va oqim kattalashganda stator tokining aktiv tashkil etuvchisining kamayishi va Magnitlovchi tokning kattalashuvi natijasida anChagina kamayadi.

Energetik ko'rsatkichi ( $\eta \cdot \cos \varphi$ ) ning eng katta qiymati, FIK ning maksimum qiymatiga  $\eta$  ( $\cos \varphi = 0,93$ ) qaraganda magnit oqimning nisbatan kamroq qiymatiga to'g'ri keladi: Chastota bilan tezligi rostlanadigan elektryuritma tizimida asinxron motorning magnit oqimi nominal  $\varphi = 1$  bo'lganda (chiziqlar 1) va optimal  $\varphi = \varphi_{opt}$  bo'lganda (punktir chiziqlar 2) rostlash tavsiflari 4.2 – rasmda keltirilgan. Bunda magnit oqimning optimal qiymatiga ushbu motorda quvvat isroflarning minimal bo'lishi mos keladi.

17.4 – rasmda stator toki  $I_s$  ning oshishi bilan, asosan asinxron motorning po'latida quvvat isrofining oshishi hisobiga,  $F$  ning kattalashuvi bilan asinxron motorning tezligi oshadi, unda shu yo'nalishda  $R_6$  va  $R_p$  quvvatlari o'zgaradi, sirpanish esa giperbolik qonun bo'yicha kamayadi.  $\varphi = 1$  va  $\varphi = \varphi_{opt}$  bo'lganda  $R_d$  va  $R_p$  quvvatlari uncha o'zgarmaydi. Chastota o'zgarishining ko'rilyotgan

barcha diapazonida ( $F = 0,2 - 1,4$ ) 4A rusumidagi asinxron motor uchun bu kattaliklar  $\varphi = 1$  rejimga karaganda optimal rejimda kichkina. (4.2 – rasm). Bu birinchidan,  $\varphi$  kattalashuvi bilan quvvatlar o'sib boradi, ikkinchidan bu motorlar uchun o'zgarish diapazoni asosan  $\varphi_{opt} < 1$ .



17.4 – rasm. Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritmalardagi 4A rusumdagi asinxron motor ko'rsatkichlarining magnet oqimining nominal va optimal qiymatlaridagi chastotaga bog'liq o'zgarish tavsiflari

Chastota qiymati oshishi bilan kuvvat koeffitsienti kamayadi (4.2 – rasm), chunki amalda kuchlanish chastotaga mutanosib o'zgaradi, talab qilinadigan kuvvat uncha o'zgarmaydi. Optimal rejimda chastota qiymati pasayganda kuvvat koeffitsienti  $\cos \varphi$  oldiniga optimal oqim qiymatini kattalashuvi hamda  $R_p$  ni kamayishi

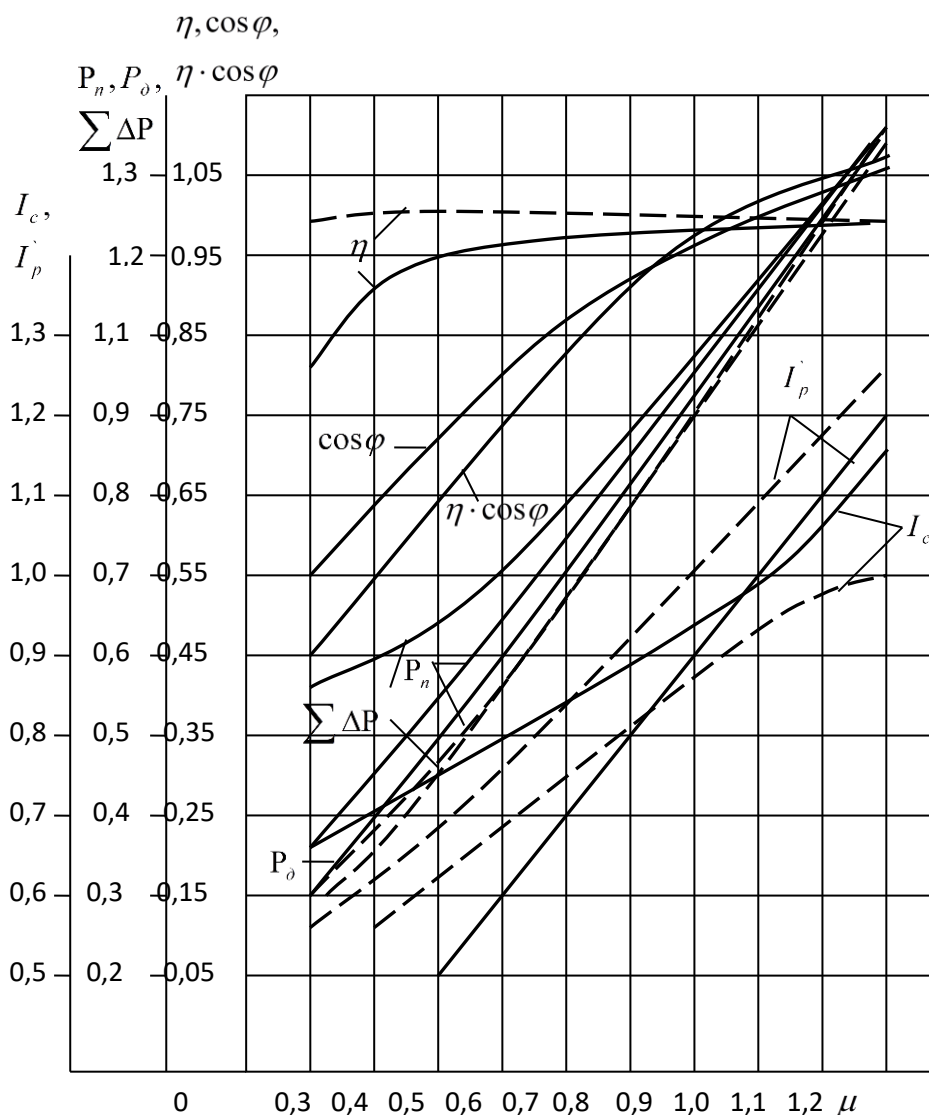
hisobiga, kamayadi; so'ngra kuchlanishning kattaroq pasayishi natijasida, kattalashadi. Chastota ortishi bilan FIK oshadi (4.2 – rasm), chunki asinxron motorning foydali quvvati,  $R_p$  dan farqli o'laroq  $M_S = M_N = \text{const}$  bulganda, amalda  $F$  ning o'zgarishga mutanosib bo'ladi.

Chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimlarida ishlaydigan asinxron motorning quvvat isrofi eng kam bo'lgan optimal  $\varphi = \varphi_{opt}$  rejimida motorning FIK  $\varphi = 1$  bo'lgan holdagi FIK dan katta. 4A rusumidagi asinxron motorlarda chastota diapazoni  $F = 1,0 - 1,4$  bo'lganda optimal rejimda FIK  $\varphi = 1$  bulgandagi FIK dan 0,25 – 0,56 % ga katta (3.2 – rasm). Chastotaning kamayishi bilan 4A rusumidagi asinxron motorlar uchun  $\varphi = \varphi_{opt}$  ning qiymati birga yaqinlashadi. Shuning uchun chastota kichkina (past) bo'lgan chegarada  $\varphi = \varphi_{opt}$  bo'lganda, FIK  $\varphi = 1$  bo'lgandagiga qaraganda bir oz kichkina. Masalan, Chastota qiymati  $F = 0,6 - 0,2$  bo'lgan oraliqda  $\eta = 0,04 - 0,15$  % kichkina.

4A rusumidagi motorlar uchun  $\varphi = \varphi_{opt}$  bo'lganda chastota diapazoni  $F = 0,2 - 1,4$  bo'lganda motorning quyidagi ko'rsatkichlari  $\varphi = 1$  dagiga qaraganda katta quvvat koeffitsienti 0,7 – 7,9%; energetik ko'rsatkichi  $\eta \cdot \cos \varphi = 0,1 - 6,6$  % ; demak, chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimlaridagi 4A rusumli asinxron motorlar uchun energetik ko'rsatkichi  $F$  kattalashuvi bilan kattalashar ekan.

Boshkarish chastotasiga karab magnit oqimining  $\varphi = 1$  va  $\varphi = \varphi_{opt}$  qiymatlari ham 17.4 – rasmda keltirilgan. Bunda chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimlarida asinxron motorning optimal oqimi  $F$  ning kiymatiga qarab kamayish tomonga o'zgaradi.

18.4 – rasmda 4A rusumli asinxron motorning oqimiga qarab qurilgan ishchi tavsiflari (mos xolda tutash va punktir chiziqlar) qurilgan.



18.4 – rasm. Chastota bo'yicha tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimidagi 4A rusumli asinxron motor magnit oqimining nominal va optimal qiymatlari uchun yuklanishga bog'liqlik ishchi tavsiflari

Yuklamaning ortishi bilan rotorning keltirilgan toki amalda to'g'ri chiziqli o'sib boradi. Bunda o'zining tashkil etuvchisining o'sish natijasida stator toki kattalashadi. Rotor va stator toklarining kattalashgani sababli talab qilinadigan quvvat  $R_p$  ning va yig'indi quvvat isrofi  $\sum \Delta P$  ning kattalashuvi kuzatiladi, yuklama kattalashuvi bilan motor tokining aktiv tashkil etuvchisi va aktiv quvvatining kattalashuvi sababli quvvat koeffitsienti ham kattalashadi. Yuklama kichkina bo'lganda foydali quvvat  $R_d$  amalda to'g'ri chizikli o'zgaradi, talab qilinadigan quvvat esa sekin o'sib boradi. Shuning uchun ma'lum

yuklamada FIK o'zining eng katta qiymatiga erishadi, yuklamaning undan keyingi kattalashuvida uning kattalashuvi pasayadi.

18.4 – rasmda optimal rejimda  $\varphi = \varphi_{opt}$   $\varphi = 1$  rejimga qaraganda tadqiq qilinayotgan kattaliklarning o'zgarishi keltirilgan. Masalan, 4A rusumi uchun yuklama  $\mu$  0,3 dan 1,2 gaCha o'zgarganda stator toki 2,1 – 2,9% kamayadi; yigindi quvvab isrofi – 26,5 – 2,9; talab qilinadigan quvvat 7,7 – 2.0 gaCha kamayadi; YUklama uzgarishining shu diapazonida quyidagilar kattalashadi:  $I_R$  – 24,6 – 6,1% ga;  $\eta$  – 17,3 – 0,4;  $\cos \varphi$  – 57,3 – 6,6;  $\eta \cdot \cos \varphi$  – 66,7 – 7,7.

Oqimning optimal qiymatini va uning darajasiga mos keladigan boshqaruvchi ta'sirlarni (tokning chastotasi, kuchlanishni, mutloq sirpanish ko'rsatkichlari va b.) avtomatik ravishda ushlab turish motorda quvvat isroflarini minimum bo'lgan rejimni ta'minlashga imkon beradi, bunda chastota bilan rostlanadigan elektr yuritmaning energetik va ishlatishdagi ko'rsatgichlari yaxshilanadi.

Tahlil chastota o'zgarishining keng diapazonida asinxron motorda quvvat isroflari eng kam bo'lgan sharoitda boshqarilganda uning haroratini ortishi ham eng kichkina bo'ladi, unng mutloq qiymati yo'l qo'yiladigan haroratdan past bo'ladi.

Demak, motorda yigindi quvvat isrofi quvvat minimum bo'ladigan magnit oqimning optimal qiymatini avtomatik ushlab turish o'z navbatida motorning qizishini minimum bo'lishini ta'minlaydi, bu esa faqatgina foydali quvvat koeffitsientini emas balki, motorning qizishi bo'yicha foydali quvvat zahirasini ham oshishiga sharoit yaratadi (3 – rasm).

Hisoblash tavsiflarini tajribaviy tadqiqotlardan olingan ma'lumotlarni bir-biriga yaqinligi (1 va 2 – rasmlar, tutash va punktir chiziqlar) nazariy tahlil asosida olingan natijalarni hamda hisoblash usuli to'g'riligini to'la isbotladi. Avtonom tok invertorli TCHU – asinxron motor tizimida olingan tajribaviy ma'lumotlar hisoblash ma'lumotlaridan bir oz farq qiladi, bu ta'minlovchi kuchlanish tokdagi yuqori garmonikalarning motor tavsiflariga ta'siri bilan tushuntirildi.

Yuqorida keltirilgan nazariy hollar va asosiy kattaliklarni o'zgarishining qonuniyatlari va shu jumladan, optimal oqimni chastota va yuklamaga qarab uzgarishi avtomatik boshqarish va elektr yuritmani rostdash tizimlariga energiya tejaydigan rejimni ta'minlaydigan konkret talablarni shakllantiradi.

#### **Nazorat savollar:**

1. Motorning tipik boshqarish tuzilmalari.
2. Motorlarni vektorli boshqarish sxemasi qanday?
3. Vektorli nazorat qilish qanday amalga oshiriladi?

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
2. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
3. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республика Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Byul., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.

#### IV. AMALIY MASHULOT MATERIALLARI

##### 1-amaliy mashg'ulot. Elektr yuritmalarning energiya tejamkor ish rejimlari ko'rsatkichlarini hisoblash.

**Ishdan maqsad:** Elektr yuritmalari energiya tejamkor ish rejimlarini aniqlashda kompressor asinxron motorini ishga tushirish.

**Vazifa:** Kompressor asinxron motori ishga tushirilsin.

Kompressorda qo'llanilgan asinxron motorning nominal texnik ko'rsatkichlari 1 – jadvalda keltirilgan.

1 – jadval

Turi	Quvvati, kVt	FIK, %	$\cos \varphi_H$	$X_{\mu}^s$	$R_1^s$	$x_1^s$	$R_2^s$	$x_2^s$
4A250L6U3	30	90,5	0,9	3,7	0,046	0,12	0,022	0,13

Sinxron tezlik, ayl/min	$\frac{M_{\text{Пуск}}}{M_H}$	$\frac{M_{\text{MAX}}}{M_H}$	SH, %	SKR, %	$\frac{I_{\text{Пуск}}}{I_H}$	J <sub>dv</sub> , kg m <sup>2</sup>
1000	1,2	2,0	1,4	9,0	6,5	1,2

##### Kompressorning nominal ish rejimidagi asinxron motorning quvvat isroflarini hisoblash

Asinxron motorning umumiy quvvat isrofini quyidagi formula bilan hisoblaymiz:

$$\Sigma \Delta P_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}} (1 - \eta_{\text{НОМ}})}{\eta_{\text{НОМ}}} = \frac{30 (1 - 0,905)}{0,905} = 3,15 \text{ kBm} .$$

Asinxron motorning qo'shimcha va mexanik quvvat isroflarini quyidagicha qabul qilamiz:

$$\Delta P_{\text{дон}} = 0,005 \cdot P_{\text{НОМ}} = 0,005 \cdot 30 = 0,15 \text{ kBm} ,$$

$$\Delta P_{\text{мех}} = 0,01 \cdot P_{\text{НОМ}} = 0,01 \cdot 30 = 0,3 \text{ kBm} .$$

Asinxron motorning nominal ish rejimi uchun stator tokini aniqlaymiz

$$I_{1НОМ} = \frac{P_{НОМ}}{\eta_{НОМ} \cos \varphi_{НОМ} \sqrt{3} U_{л}} = \frac{30000}{0,905 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 380} = 56 \text{ A}.$$

Stator Chulg'amidagi quvvat isrofini agniqlaymiz:

$$\Delta P_{1НОМ} = 3 \cdot I_{1НОМ}^2 \cdot r_1 = 3 \cdot 56^2 \cdot 0,046 = 0,43 \text{ кВт}.$$

Rotordagi quvvat isrofini aniqlaymiz:

$$\Delta P_{2НОМ} = \frac{1,01 \cdot P_{НОМ} \cdot s_{НОМ}}{1 - s_{НОМ}} = \frac{1,01 \cdot 30 \cdot 0,014}{1 - 0,014} = 0,43 \text{ кВт}.$$

Stator po'latidagi quvvat isrofini aniqlaymiz:

$$\Delta P_{1с.НОМ} = \Sigma P_{НОМ} - (\Sigma P_{1НОМ} + \Delta P_{\text{доб}} + \Delta P_{\text{мех}} + \Delta P_{2НОМ}) = 3,15 - (0,43 + 0,15 + 0,3 + 0,43) = 1,84 \text{ кВт}.$$

Momenti nominal qiymatga teng bo'lgan holdagi asinxron motorning elektr yuritma harakat tenglamasidan sinxron tezikka etib borishi uchun ketadigan ishga tushish vaqtini aniqlaymiz: [14]\*:

$$t = -\tau_j \int_1^0 \frac{ds}{1} = \tau_j,$$

bu erda  $\tau_j$  – agregatning ishga tushish vaqti va u sirpanish o'zgarishi vaqtiga teng (yoki nisbiy burChak tezligi o'zgarishi vaqti), moment nominal qiymatga teng:

$$\tau_j = J_{np} \frac{\omega_{1НОМ}}{P_{НОМ}},$$

bu erda  $J_{np} = J_{\text{доб}} + J_{\text{мех}}$  – kompressor elektr yuritmasining inersiya momenti,  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ .

4A250S8U3 tipidagi kompressorning asinxron motori uchun ishga tushirish vaqtini hisoblaymiz:

$$\tau_j = J_{np} \frac{\omega_{1НОМ}}{P_{НОМ}} = (1,2 + 2) \frac{102,5}{30} = 10,9 \text{ с}.$$

Nominal kuchlanish bilan ta'minlanadigan kompressorning asinxron motori to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirilgandagi stator chulg'amidagi quvvat isrofi energiyasini aniqlaymiz:

$$W_{n.ном} = \Delta P_{1ном} \cdot \tau_j = 3 \cdot (6,5 \cdot I_{1ном})^2 \cdot r_1 \cdot \tau_j = 3 \cdot 364^2 \cdot 0,046 \cdot 10,9 = 199,3 \text{кВт} \cdot \text{с}.$$

### Nazorat savollar:

1. Asinxron motorning umumiy quvvat isrofi qanday aniqlanadi?
2. Elektr yuritma harakat tenglamasidan sinxron tezikka etib borishi uchun ketadigan ishga tushish vaqtini qanday usullar yordamida aniqlanadi?

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
2. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejankorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
3. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Patent Respubliki Uzbekistan № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Byul., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.

## 2-amaliy mashg'ulot: Texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligini rostlovchi chastota o'zgartkichlarin hisoblash va tanlash.

**Ishdan maqsad:** Zamonaviy energiyai samarador chastota o'zgartkichlarini xisoblash va tanlashni o'rganish.

**Vazifa:** Ventilyatorning texnologik quvvati  $N = 14 \text{ kVt}$  va nominal tezligi

$$\omega_H = 154 \text{ c}^{-1} \text{ ga teng. Nominal momenti } M_{CH} = \frac{N}{\omega_H} = \frac{14000}{154} = 90,9 \text{ Nm} \text{ bo'ladi.}$$

Ventilyatorning statik momenti quyidagi usulda hisoblanadi:

$$\alpha = 1, M_c = 10 + 80,9 \cdot (1 - 0,019)^2 = 87,9 \text{ H} \cdot \text{m};$$

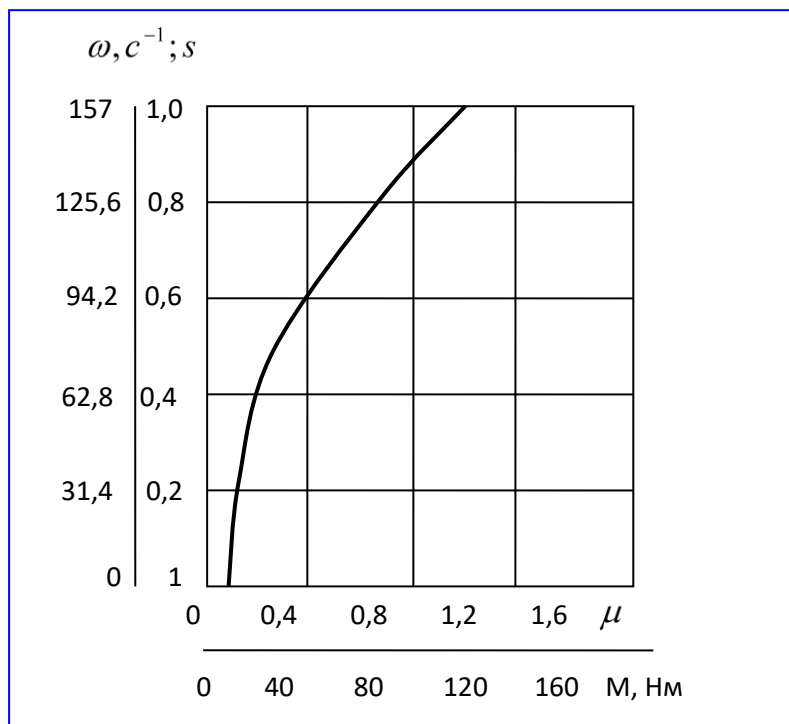
$$\alpha = 0,8, M_c = 10 + 80,9 \cdot 0,8^2 \cdot (1 - 0,019)^2 = 59,8 \text{ H} \cdot \text{m};$$

$$\alpha = 0,6, M_c = 10 + 80,9 \cdot 0,6^2 \cdot (1 - 0,019)^2 = 28 \text{ H} \cdot \text{m};$$

$$\alpha = 0,4, M_c = 10 + 80,9 \cdot 0,4^2 \cdot (1 - 0,013)^2 = 22 \text{ H} \cdot \text{m};$$

$$\alpha = 0,2, M_c = 10 + 80,9 \cdot 0,2^2 \cdot (1 - 0,013)^2 = 13 \text{ H} \cdot \text{m};$$

$$\alpha = 0, M_c = 10 H \cdot m.$$



1 – rasm. Ventilyatorning statik momenti tavsifi

Akad. M.P. Kostenkoning chastotani boshqarishning iqtisodiy qonuni

$\gamma = \sqrt{\mu_c} \cdot \alpha$  bo'yicha chastotaning har bir boshqariladigan chastota qiymatlari uchun kuchlanish qiymatlarini hisoblaymiz: [15]\*:

$$\alpha = 1, \gamma = \sqrt{\mu_c} \cdot \alpha = \sqrt{1} \cdot 1 = 1,$$

$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 1 \cdot 380 = 380 B;$$

$$\alpha = 0,8, \gamma = \sqrt{\mu_c} \cdot \alpha = \sqrt{0,68} \cdot 0,8 = 0,66,$$

$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 0,66 \cdot 380 = 250,8 B;$$

$$\alpha = 0,6, \gamma = \sqrt{\mu_c} \cdot \alpha = \sqrt{0,32} \cdot 0,6 = 0,34,$$

$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 0,34 \cdot 380 = 129 B;$$

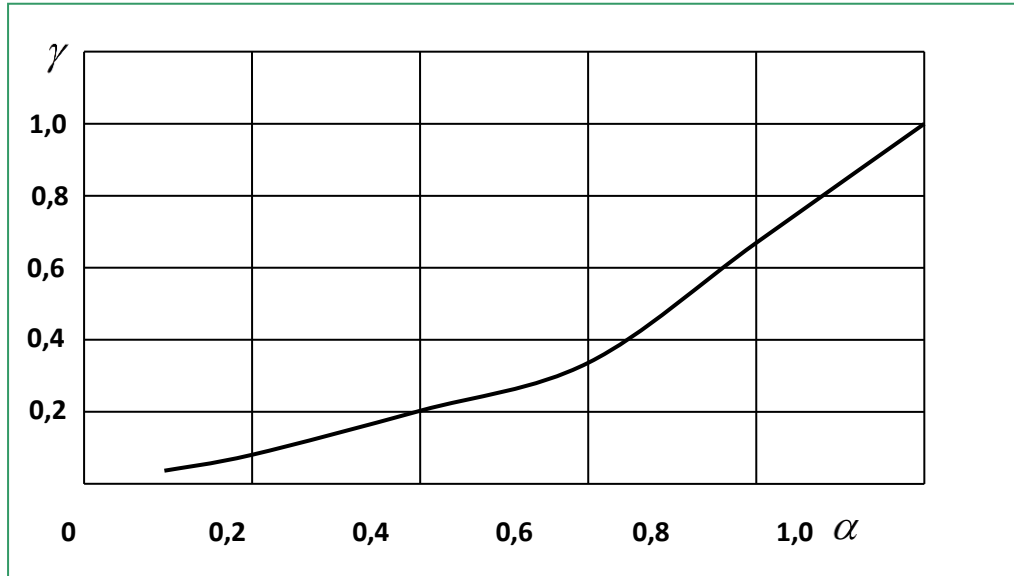
$$\alpha = 0,4, \gamma = \sqrt{\mu_c} \cdot \alpha = \sqrt{0,25} \cdot 0,4 = 0,2,$$

\* [15.] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 45-48

$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 0,2 \cdot 380 = 76 B;$$

$$\alpha = 0,2, \gamma = \sqrt{\mu_c} \cdot \alpha = \sqrt{0,15} \cdot 0,2 = 0,08,$$

$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 0,08 \cdot 380 = 30,4 .$$



2 – rasm.

Kloss formulasi bilan ventilyator asixron motorning turli chastota qiymatlari uchun mexanik tavsiflarini hisoblaymiz va grafiklarini quramiz,

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} .$$

1. Statik momentning  $\mu_c = 0,68$  va  $\alpha = 0,8$  qiymatlari uchun:

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,049}{0,049} + \frac{0,049}{0,049}} = 1,5 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,049}{0,03} + \frac{0,03}{0,049}} = \frac{3}{2,24} = 1,34 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,049}{0,02} + \frac{0,02}{0,049}} = \frac{3}{2,86} = 1,05 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,049}{0,01} + \frac{0,01}{0,049}} = \frac{3}{5,1} = 0,59 ;$$

$$s = 0, \mu = 0 .$$

Momentning hisoblangan qiymatlarini 1 – jadvalga yozamiz.

1- jadval

	Sirpanish,				
. Asinxron motor	0,049	0,03	0,02	0,01	0
korsatkichlari					
$\mu_C$	1,5	1,34	1,05	0,59	0
M, Nm	146,6	130,9	102,96	57,6	0

2. Statik momentning  $\mu_C = 0,32$  va  $\alpha = 0,6$  qiymatlari uchun:

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,34^2}{0,6^2}}{\frac{0,065}{0,065} + \frac{0,065}{0,065}} = \frac{1,41}{2} = 0,7 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,34^2}{0,6^2}}{\frac{0,065}{0,04} + \frac{0,04}{0,065}} = \frac{1,41}{2,24} = 0,63 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,34^2}{0,6^2}}{\frac{0,065}{0,02} + \frac{0,02}{0,065}} = \frac{1,41}{3,56} = 0,4 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,34^2}{0,6^2}}{\frac{0,065}{0,01} + \frac{0,01}{0,065}} = \frac{1,41}{6,25} = 0,22 ;$$

$$s = 0, \mu = 0 .$$

Momentning hisoblangan qiymatlarini 2 – jadvalga yozamiz.

2 - jadval

Asinxron motorning ko'rsatkichlari	Sirpanish, s				
	0,065	0,04	0,02	0,01	0
$\mu_c$	0,7	0,63	0,4	0,22	0
M, Nm	68,4	61,5	39	21,5	0

3. Statik momentning  $\mu_c = 0,25$  va  $\alpha = 0,4$  qiymatlari iuchun:

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,2^2}{0,4^2}}{\frac{0,1}{0,1} + \frac{0,1}{0,1}} = \frac{1,1}{2} = 0,55 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,2^2}{0,4^2}}{\frac{0,1}{0,08} + \frac{0,08}{0,1}} = \frac{1,1}{2,05} = 0,54 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,2^2}{0,4^2}}{\frac{0,1}{0,06} + \frac{0,06}{0,1}} = \frac{1,1}{2,27} = 0,48 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{ном} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{кр}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{кр}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,66^2}{0,8^2}}{\frac{0,1}{0,03} + \frac{0,03}{0,1}} = \frac{1,1}{3,63} = 0,3 ;$$

$$s = 0, \mu = 0 .$$

Momentning hisoblangan qiymatlarini 3 – jadvalga yozamiz.

3 - jadval

Asinxron motorning korsatkichlari	Sirpanish, s				
	0,1	0,08	0,06	0,03	0
$\mu_c$	0,55	0,54	0,48	0,3	0
M, Nm	53,7	52,8	46,9	29,3	0

4. Statik momentning  $\mu_c = 0,15$  va  $\alpha = 0,2$  qiymatlari

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{ном}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,08^2}{0,2^2}}{\frac{0,2}{0,2} + \frac{0,2}{0,2}} = 0,35 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{ном}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,08^2}{0,2^2}}{\frac{0,2}{0,15} + \frac{0,15}{0,2}} = \frac{0,7}{2,08} = 0,34 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{ном}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,08^2}{0,2^2}}{\frac{0,2}{0,1} + \frac{0,1}{0,2}} = \frac{0,7}{2,5} = 0,28 ;$$

$$\mu = \frac{2 \cdot b_{\text{ном}} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2}}{\frac{s_{\text{кр}}}{\alpha s} + \frac{\alpha s}{s_{\text{кр}}}} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,08^2}{0,2^2}}{\frac{0,2}{0,06} + \frac{0,06}{0,2}} = \frac{0,7}{3,63} = 0,19 ;$$

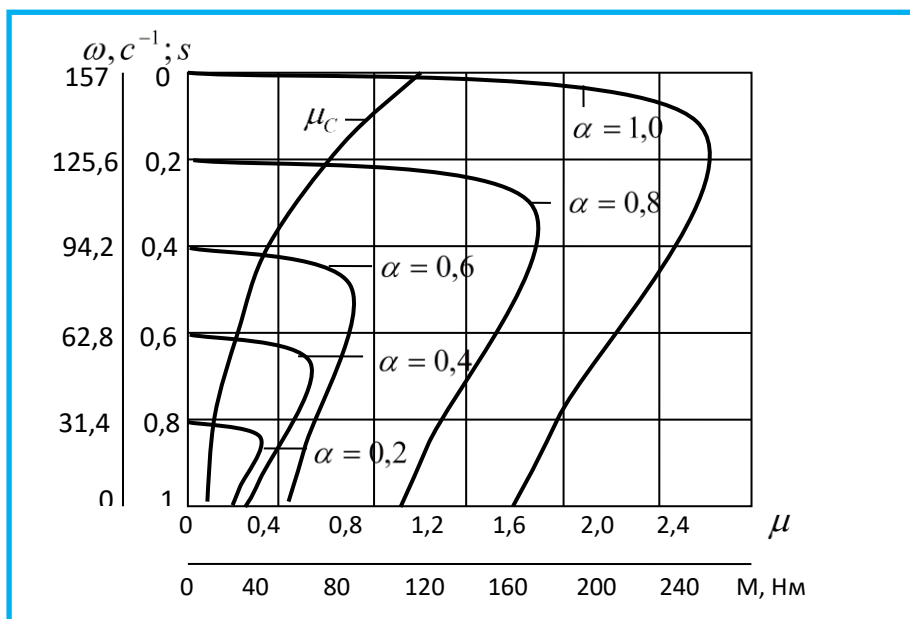
$$s = 0, \mu = 0 .$$

Momentning hisoblangan qiymatlarini 4 – jadvalga yozamiz.

4 - jadval

Asinxron motorning ko'rsatkichlari	Sirpanish, s				
	0,2	0,15	0,1	0,06	0
$\mu_c$	0,35	0,34	0,28	0,19	0
M, Nm	34,2	33,2	27,4	18,5	0

3 – rasmda Ventilyatorasinxron motorining chastotaning turli qiymatlari uchun mexanik tavsiflarir tasvirlangan.



3 – rasm.

### Nazorat savollari:

1. Zamonaviy energiya samarador chastota o'zgartkichlarini qo'llashning maqsadi nima?
2. Ventilyatorning texnologik quvvati qanday aniqlanadi?
3. Ventilyatorning statik momenti qanday aniqlanadi?

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
2. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республика Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Буул., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.
3. Imomnazarov A.T., A'zamova G.A. Asinxron motorlarning energiya tejankor ish rejimlari. Monografiya. - Toshkent: ToshDTU, 2014. – 140 b.

### 3-amaliy mashg'ulot: Texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligi rostlanmaydigan ekstremal boshqariladigan asinxron elektr yuritma ko'rsatkichlarini hisoblash.

**Ishdan maqsad:** Sanoat va ishlab chiqarishda keng qo'llaniluvchi asinxron motorlarning texnik ko'rsatkichlarini aniqlashni o'rganish.

**Vazifa:** Markazdan qochma nasos agregatining texnologik quvvati  $R = 85 \text{ kVt}$ ;  $R_T = 20 \text{ MPa}$  va  $Q = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$ . Nasos agregatining nominal tezligi  $\omega = 149 \text{ c}^{-1}$  va shundan kelib chiqqan holda nominal momenti  $M_H = P_H : \omega_H = 85000 : 149 = 570,5 \text{ H} \cdot \text{m}$ . Nasos agregatining boshlang'ich statik momenti-  $M_{Snach} = 0,15M_{SN} = 0,15 \times 570,5 = 85,6 \text{ Nm}$ .

Nasos agregatining statik momenti qutsidagi formula bilan hisoblanadi: [16]\*:

$$M_{CH} = 85,6 + 484,9 \left( \frac{\omega}{\omega_H} \right)^2.$$

YUqorida keltirilgan formula bo'yicha nasos agregatining statik momenti tavsifini hisoblaymiz:

$$\omega = \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 1 = 570,5 \text{ H} \cdot \text{m};$$

$$\omega = 0,8 \cdot \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 0,8^2 = 396 \text{ H} \cdot \text{m};$$

$$\omega = 0,6 \cdot \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 0,6^2 = 231 \text{ H} \cdot \text{m};$$

$$\omega = 0,4 \cdot \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 0,4^2 = 163,2 \text{ H} \cdot \text{m};$$

$$\omega = 0,2 \cdot \omega_H, M_C = 85,6 + 484,9 \cdot 0,2^2 = 89 \text{ H} \cdot \text{m};$$

$$\alpha = 0, M_C = 85,6 \text{ H} \cdot \text{m}.$$

Nasos agregati uchun 4A250M4U3: tipidagi asinxron motorni tanlaymiz: nominal quvvati  $R_N = 90 \text{ kVt}$ ; nominal kuchlanishi  $380/220 \text{ V}$ ; nominal FIK  $\eta = 93,0\%$ ; nominal quvvat koeffitsienti  $\cos \varphi_H = 0,91$ ; moment bo'yicha o'ta

eklanishi  $b_H = \frac{M_{max}}{M_{nom}} = 2,2$ ; ishga tushirish momenti  $b_{nyck} = \frac{M_{nyck}}{M_{nom}} = 1,2$ ; ishga

\* [16.] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 50-54

tushirish toki  $d_{\text{пуск.т}} = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}} = 7,0$ ; синхрон tezligi  $\omega_0 = 157 \text{ c}^{-1}$ ; nominal tezligi

$\omega_{\text{ном}} = 149,5 \text{ c}^{-1}$ ; nominal sirpanishi  $s_n = 0,05$ ; nominalныу moment

$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\omega_{\text{ном}}} = \frac{90000}{149,5} = 602 \text{ H} \cdot \text{м}$ ; nominal stator fazasi toki

$I_{1\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\eta_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{ном}} \sqrt{3} U_{\text{л}}} = \frac{90000}{0,93 \cdot 0,91 \cdot \sqrt{3} \cdot 380} = 161 \text{ A}$ ; kritik sirpanish

$s_{\text{кр}} = s_{\text{ном}} (b_{\text{ном}} + \sqrt{b_{\text{ном}}^2 - 1}) = 0,05 (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,1$ ; motorning maksimal

momenti  $M_{\text{макс}} = b_{\text{ном}} \cdot M_{\text{ном}} = 2,2 \cdot 602 = 1324,4 \text{ H} \cdot \text{м}$ ; ishga tushirish momenti

$M_{\text{пуск}} = 1,2 \cdot M_{\text{ном}} = 1,2 \cdot 602 = 722,4 \text{ H} \cdot \text{м}$ ; ishga tushirish toki

$I_{1\text{пуск}} = 7 \cdot I_{1\text{ном}} = 7 \cdot 161 = 1127 \text{ A}$ ; rotor tokining nominal qiymati

$I_{2\text{ном}} \approx \cos \varphi_{\text{ном}} \cdot I_{1\text{ном}} = 0,91 \cdot 161 = 146,5 \text{ A}$ ; nominal magnitlanish toki

$I_{\text{цном}} = \sqrt{I_{1\text{ном}}^2 - I_{2\text{ном}}^2} = \sqrt{161^2 - 146,5^2} = \sqrt{25921 - 21462,3} = 66,8 \text{ A}$ .

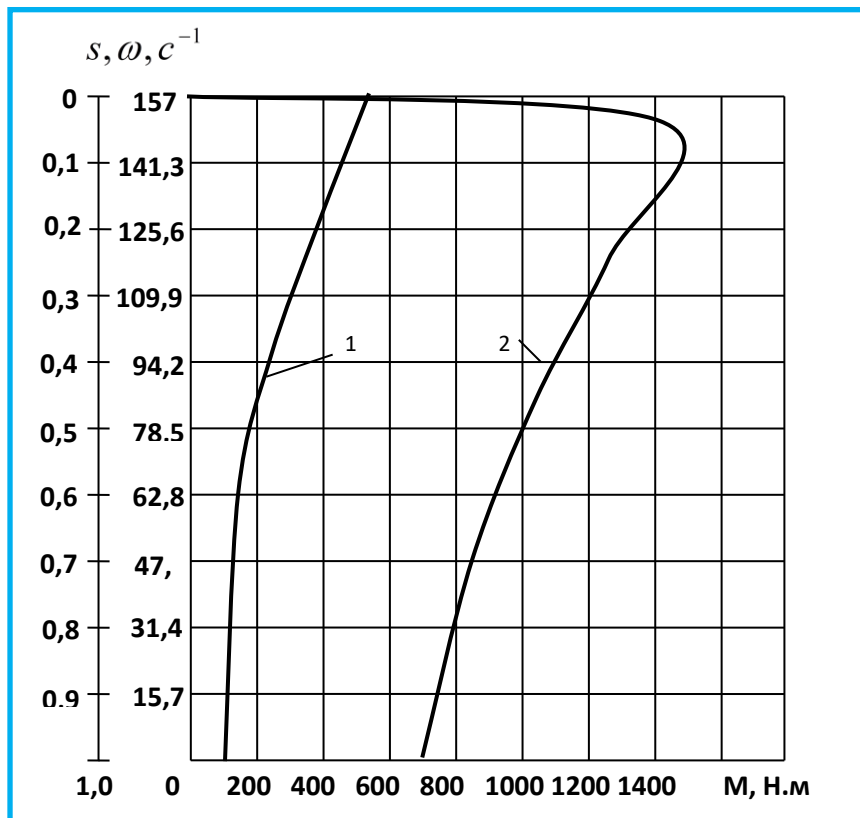
ASinxron motorning mexanik tavsifini Kloss formulasi bilan hisoblaymiz:

$$M = \frac{M}{M_{\text{ном}}} = \frac{2 \cdot b_{\text{ном}}}{\frac{s_{\text{кр}}}{s} + \frac{s}{s_{\text{кр}}}}$$

Hisoblangan barcha fizik kattaliklarni 1 –jadvalga yozamiz va Shu qiymatlar asosida asinxron motorning tabiiif mexanik tavsifini va nasos agregatining statik momenti tavsiflarini quramiz (1 – rasm).

1 – jadval

Скольжение, s	1,0	0,1	0,05	0,02	0,01	0
Скорость, $\omega \text{ c}^{-1}$	0	141,3	149,5	154	155,4	157
Момент двигателя, М, N.m	722,4	1324,4	602,0	511,7	511,7	0



1 – rasm. Nasos agregatining statik momenti (2) va asinxron motorning tabiiy mexanik tavsifi (1)

### Asinxron motorning nominal statik rejimi ko'rsatkichlarini hisoblash

Asinxron motorning umumiy quvvat isroflari

$$\sum \Delta P = \frac{P_H \cdot (1 - \eta_H)}{\eta_H} = \frac{90 \cdot (1 - 0,93)}{0,93} = 6,8 \kappa Bm .$$

Stator chulg'ami quvvat isroflari

$$\Delta P_1 = 3 \cdot I_1^2 \cdot r_1 = 3 \cdot 161^2 \cdot 0,02 = 1,6 \kappa Bm .$$

Mexanik isroflar

$$\Delta P_{mex} = 0,01 \cdot P_H = 0,01 \cdot 90 = 0,9 \kappa Bm .$$

Rotordagi quvvat isroflari

$$\Delta P_3 = \frac{1,01 \cdot P_H \cdot s_H}{1 - s_H} = \frac{1,01 \cdot 90 \cdot 0,02}{1 - 0,02} = 1,9 \kappa Bm .$$

Statordagi qo'shimcha quvvat isroflari

$$\Delta P_{\text{доб}} = 0,005 \cdot P_H = 0,005 \cdot 90 = 0,45 \kappa Bm .$$

Stator po'latidagi quvvat isroflari

$$\begin{aligned} \Delta P_2 &= \sum \Delta P - (\Delta P_1 + \Delta P_3 + \Delta P_{mex} + \Delta P_{\text{доб}}) = \\ &= 6,8 - (1,6 + 1,9 + 0,9 + 0,45) = 1,95 \kappa Bm . \end{aligned}$$

Elektr magnit quvvat isroflari

$$\Delta P_{\Sigma M} = \Delta P_1 + \Delta P_{\text{do}\delta} + \Delta P_2 + \Delta P_3 = 1,6 + 0,45 + 1,95 + 1,9 = 5,9 \text{ } \kappa Bm .$$

Asinxron motorning aktiv quvvati:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{\text{x}} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_H = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 161 \cdot 0,91 = 96316 = 96,316 \text{ } \kappa Bm .$$

Asinxron motorning tarmoqdan olayotgan reaktiv quvvati:

$$Q = S \cdot \sin \varphi_H = 105,8 \cdot 0,28 = 37,4 \text{ } \kappa BAp .$$

#### **Nazorat savollari:**

1. Zamonaviy tezligi rostlanmaydigan elektr yuritmalarni ekspluatatsiyasida energiya samaradorlikni oshirishning qanday yo'llari mavjud?
2. Nasos agregatining statik momenti qanday aniqlanadi?
3. Nasos agregatining statik momenti tavsifi qanday quriladi?

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
2. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejankorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
3. Imomnazarov A.T., A'zamova G.A. Asinxron motorlarning energiya tejankor ish rejimlari. Monografiya. - Toshkent: ToshDTU, 2014. – 140 b.

#### 4-amaliy mashg'ulot: Katta quvvatli ta'minlovchi nasos agregatining tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron motori elektr va energetik ko'rsatkichlarini hisoblash.

**Ishdan maqsad:** Zamonaviy chastotasi rostlanuvchi asinxron elektr yuritmalarning elektr va energetik ko'rsatkichlarini aniqlash.

**Vazifa:** Ta'minlovchi nasos agregatida AC-5000 tipidagi asinxron motoro'rnatilgan bo'lib, u quyidagi nominal ko'rsatkichlarga ega: nominal quvvati  $R_N = 5000$  kVt, nominal kuchlanishi  $U_N = 6,0$  kV, nominal stator toki  $I_{1H} = 555$  A, nominal tezligi  $n_H = 2985$  ayl/min, FIK = 96,2%, quvvat koeffitsienti  $\cos \varphi_H = 0,9$ , moment bo'yicha o'ta yuklanishi  $b_N = 2,2$ , ishga tushirish momenti  $b_p = 1,0$ . [17]\*:

Asinxron motor tavsiflarini hisoblash uchun quyidagi ko'rsatkichlarni aniqlaymiz:

motorning sinxron tezligi,  $\omega_0 = 314 \text{ c}^{-1}$ ,

motorning nominal tezligi,  $\omega_{\text{НОМ}} = 312,43 \text{ c}^{-1}$ ,

nominal sirpanish  $s_H = \frac{\omega_0 - \omega_H}{\omega_0} = \frac{314 - 312,43}{314} = 0,005$ ,

motorning nominal momenti  $M_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\omega_{\text{НОМ}}} = \frac{5000}{312,43} = 16 \text{ kH} \cdot \text{M}$ ,

stator chulg'ami fazasining toki

$$I_{1\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\eta_{\text{НОМ}} \cos \varphi_{\text{НОМ}} \sqrt{3} U_{\text{Л}}} = \frac{5000000}{0,962 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 6000} = 555 \text{ A},$$

kritik sirpanish

$$s_{\text{кр}} = s_{\text{НОМ}} (b_{\text{НОМ}} + \sqrt{b_{\text{НОМ}}^2 - 1}) = 0,005 (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,021,$$

motorning maksimal momenti

$$M_{\text{макс}} = b_{\text{НОМ}} \cdot M_{\text{НОМ}} = 2,2 \cdot 16 = 35,2 \text{ kH} \cdot \text{M},$$

motorning ishga tushirish momngti

$$M_{\text{пуск}} = 1,0 \cdot M_{\text{НОМ}} = 1,0 \cdot 16 = 16 \text{ H} \cdot \text{M},$$

\* [17.] A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011. S 56-60

motorning ishga tushirish toki

$$I_{1\text{нyck}} = 7 \cdot I_{1\text{нoм}} = 7 \cdot 555 = 3885 \text{ A} ,$$

motor Rotori chulg'aminin nominal toki

$$I_{2\text{нoм}} \approx \cos \varphi_{\text{нoм}} \cdot I_{1\text{нoм}} = 0,9 \cdot 555 = 500 \text{ A} ,$$

motor magnitlanish toki

$$I_{\mu\text{нoм}} = \sqrt{I_{1\text{нoм}}^2 - I_{2\text{нoм}}^2} = \sqrt{555^2 - 500^2} = \sqrt{308025 - 250000} = 240,9 \text{ A}$$

motorning tarmoqdan olayotgan to'liq quvvati

$$P_1 = \frac{P_{\text{н}}}{\eta \cdot \cos \varphi} = \frac{5000}{0,962 \cdot 0,9} = 5775 \text{ kBA} .$$

motorning aktiv quvvati

$$P = P_1 \cos \varphi = 5775 \cdot 0,9 = 5197,5 \text{ kBm} .$$

motorning tarmoqdan olayotgan reaktiv quvvati

$$Q = P_1 \sin \varphi = 5775 \cdot 0,436 = 2517,3 \text{ kBAp} .$$

Chastotaning turli qiymatlari uchun asinxron motorning elektr va energetik ko'rsatkichlarini hisoblaymiz.

1.  $\alpha = 0,8$ . Taminlovchi nasos agregati asinxron motori chastota qiymati  $\alpha = 0,8$  bo'lganida kuchlanishi  $\gamma = \alpha \cdot \sqrt{\mu_c} = 0,8 \cdot \sqrt{0,67} = 0,65$  bo'ladi. Asinxron motorning moment bo'yicha o'ta yuklanishini aniqlaymiz:

$$b_c = \frac{b_n}{\mu_c} \cdot \frac{\gamma^2}{\alpha^2} = \frac{2,2}{0,67} \cdot \frac{0,65^2}{0,8^2} = 2,2 .$$

Kuchlanishni aniqlashda akad. M.P. Kostenko ifodasidan foydalanganligimiz uchun motorning moment bo'yicha o'ta yuklanishi pasportidagi qiymatga teng bo'ladi va chastotaning barcha qiymatlarida o'zgarmasdan qoladi  $b_n = b_c = 2,2 = \text{const}$ . Shuning uchun keltirilgan rotor tokini aniqlash quyidagi sodda ifoda bilan aniqlanadi

$$\frac{I_2}{I_{2\text{н}}} = \sqrt{\mu_c} = \sqrt{0,67} = 0,82$$

va haqiqiy qiymati  $I_2 = 0,82 \cdot 500 = 410 \text{ A}$ .

Magnitlanish toki asinxron motorlarning universal magnitlanish tavsifi

ordinatisidagi kattalik  $\frac{\gamma}{\alpha} = \frac{0,66}{0,8} = 0,825$  aniqlanadi va obsitssa o'qidan  $\frac{I_{\mu}}{I_{\mu\mu}} = 0,8$

nisbiy qiymati aniqlanadi  $I_{\mu} = 0,8 \cdot 240,9 = 192,7 \text{ A}$ .

Endi stator toki bilan liniya kuchlanishi orasidag burchakning sinus va kosinuslarini aniqlaymiz:

$$\sin \varphi' = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot b_c (b_c + \sqrt{b_c^2 - 1})}} = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 2,2 (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1})}} = \frac{1}{\sqrt{18,3}} = \frac{1}{4,28} = 0,23,$$

$$\cos \varphi' = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi'} = \sqrt{1 - 0,23^2} = 0,97.$$

Stator chulg'ami fazasining tokini quyidagi formula bilan aniqlaymiz

$$I_1 = \sqrt{(I_{\mu} + I_2' \cdot \sin \varphi')^2 + (I_2' \cos \varphi')^2} = \sqrt{(192,7 + 410 \cdot 0,23)^2 + (410 \cdot 0,97)^2} = \\ = \sqrt{82369 + 158165,3} = 490,4 \text{ A}.$$

Asinxron motor quvvat koeffitsient

$$\cos \varphi = \frac{I_2' \cdot \cos \varphi'}{I_1} = \frac{410 \cdot 0,97}{490,4} = 0,82.$$

Asinxron motorning tarmoqdan olayotgan to'liq va reaktiv hamda aktiv quvvatlarini aniqlaymiz:

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot \gamma \cdot U_n \cdot I_1 = 1,73 \cdot 0,66 \cdot 6000 \cdot 490,4 = 3359,6 \text{ kBA},$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 3359,6 \cdot 0,82 = 2754,9 \text{ kBm},$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 3359,6 \cdot \sqrt{1 - 0,82^2} = 1922,9 \text{ kBAp}.$$

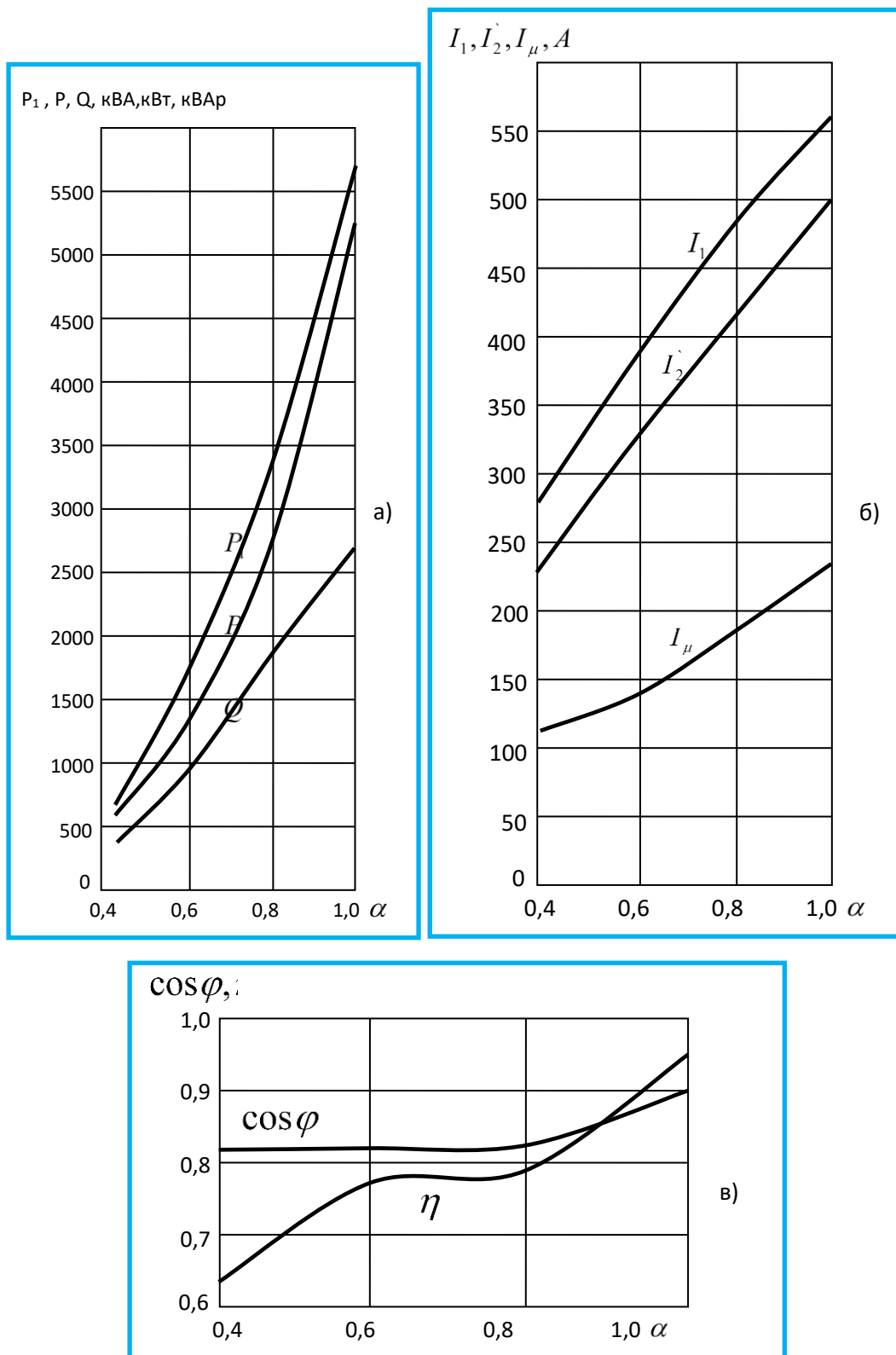
Asinxron motor FIK

$$\eta = \frac{\alpha \cdot \mu_c \cdot P_H}{P_1} = \frac{0,8 \cdot 0,66 \cdot 5000}{3359,6} = 0,79.$$

Hisoblangan ko'rsatkichlarning qiymatlarini 1 – jadvalga yozamiz. Keltirilgan asinxron motor elektr va energetik ko'rsatkichlarni chastotaning  $\alpha = 0,6; 0,4$  qiymatlari uchun ham hisoblab 1 – jadvalga yozamiz.

Asinxron motor ko'rsatkichlari	Chastotaning nisbiy qiymalari			
	$\alpha = 1$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,4$
$R_1$ , kVA	5775	3359,6	1694,1	668,4
R, kVt	5197,5	2754,9	1389,2	541,4
Q, kVAr	2517,3	1922,9	969	392
$I_1$ , A	555	500	388,6	280
$I_2$ , A	500	410	330	233,5
$I_\mu$ , A	240,94	192,7	144,5	108,44
$\cos \varphi$	0,9	0,82	0,82	0,81
$\eta$	0,96	0,79	0,78	0,63

1 – jadvalda keltirilgan hisoblangan asinxron motor elektr va energetik ko'rsatkichlarining chastotaga bog'liq o'zgarish tavsiflarini quramiz (1 - rasm).



1 – rasm.

**Nazorat savollari:**

1. Zamonaviy nasos agregatlarining tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron motori qanday tanlanadi?
2. Nasos agregati motorining kritik sirpanishi qanday aniqlanadi?

3. Nasos agregatinig energetik ko'rsatkichlarining tavsifi qanday quriladi?

**Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives.

Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011

2. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.

3. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Буул., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.

## V. KEYSLAR BANKI

### Keys-1.

**Mavzu: Elektr yuritmalarning energiya samaradorligini aniqlash**

**Vaziyat:** Toshkent issiqlik elektr stansiyasida texnologik mashinalarning elektr yuritmalarining energiya samaradorligi pasayib ketganligi aniqlandi.

**Ushbu sababini aniqlash uchun topshiriqlar:**

1. Elektr sxemasi va nominal ko'rsatkichlari yuqorida keltirilgan elektr yuritma uchun:

1.1. Elektr ta'minotining kuchlanishini tanlang.

1.2. To'liq quvvat, quvvat koeffitsienti  $\cos\varphi$ , ishga tushirishdagi isroflar  $\Delta U\%$  garmonikalar ( $u_k, k=nm\pm 1$ ) ning ta'siridagi kuchlanish pasayishini aniqlang.

1.3. Hisoblangan parametrlarning Xalqaro standartlarga muvofiqligini aniqlang.

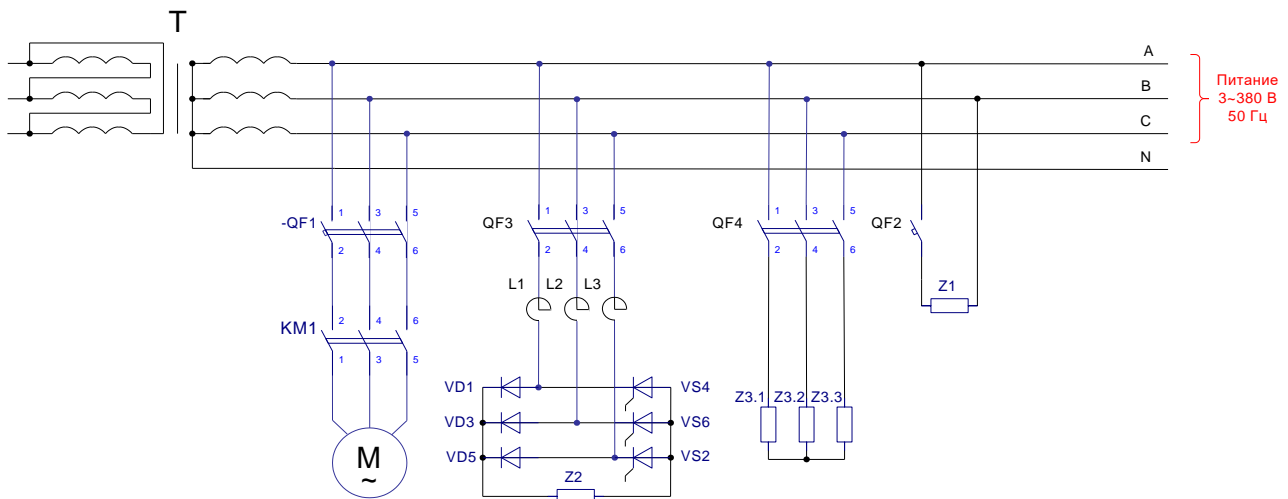
1.4.  $\cos\varphi_{\Sigma} \geq 0,95$  bo'lishini ta'minlang.

2 Texnologik mashinalarning elektr yuritmalarining energiya samaradorligi quyidagi kriteriyalar bo'yicha aniqlang.

2.1. Texnologik mashinalarning elektr yuritmalarining energiya samaradorligini aniqlash quyidagi kriteriyalar bo'yicha amalga oshiriladi:

- elektr energiya ta'minoti chastotasining sifati
- energiya samarador elektr motorlarni qo'llash
- energiya samarador o'zgartkichlarni qo'llash
- elektr yuritmaning optimal energetik parametrlarini (foydali ish koeffitsienti (FIK) ning maksimumi, elektr isroflarining minimumi, iste'mol qilinayotgan quvvatning minimumi, quvvat koeffitsientining maksimumi va x.k.).

- ta'minlovchi optimal bosharish algoritmlarini amalga oshirish



Asinxron motor: $U_M, V; \eta_d, \%$ ; $\cos \varphi_d; P_d, kVt; k;$ N	Rostlagich : $U_H, V; I_H$ ,A	1f yuklama: U,V; $P_{1\phi H}$ ,kVt; $\cos \varphi_{1\phi H}$	Transformator : $S_{TP}, kVA; u_k$ ,%	3 fazali yuklaa: P, kVt; $\cos \varphi$
380/220	400	380	63	24
74.6	45	11	6.1	0.66
0.72				
11		0.75		
5.9				
30				

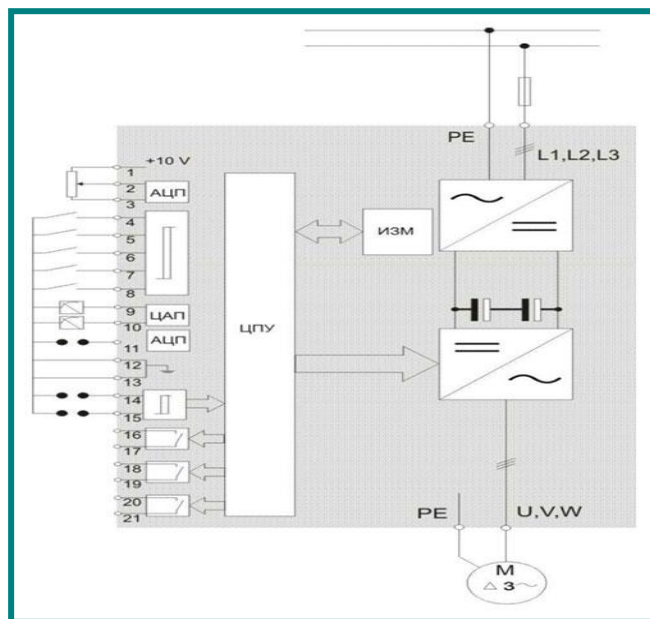
### Keys-2.

### Mavzu: "NORMA" RUSUMLI CHASTOTA O'ZGARTKICH

"NORMA" rusumli chastota o'zgartkich elektron statik qurilma bo'lib, uning chiqishida amplitudasi va chastotasi o'zgaradigan o'zgaruvchan tok kuchlanishi hosil bo'ladi.

Asinxron motor stator chulg'amiga berilayotgan amplitudasi va chastotasi o'zgaradigan o'zgaruvchan tok kuchlanishi stator chulg'amida elektr va magnit ko'rsatkichlarining o'zgarishiga olib keladi va natijada motor tezligi o'zgaradi.

"NORMA" rusumli chastota o'zgartkichi tarkibiy quyidagi elektr qurilmalardan ibrat: uch fazali tiristorli to'g'rilagich, kuchlanish avtonom invertori, tok va kuchlanish o'lchov o'zgartkichlari, markaziy boshqarish pulti, analog-raqamli va raqaml-analog o'zgartkichlar.



"NORMA" rusumli chastota o'zgartkichning funksional sxemasi.

**Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:**

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Xal etish yo'llari

#### Keys-4.

### **Mavzu: PCH-TTPT RUSUMLI TEZLIGI CHASTOTANI O'ZARTIRIB ROSTLANADIGAN ASINXRON ELEKTR YURITMA**

**PCH-TTPT** rusumli tezligi chastotani o'zartirib rostlanadigan asinxron elektr yuritmaning asosini yarim o'tkazgichli bilvosita chastota o'zgartkich tashkil etadi. DSP tipdagi kontrollerning ishlatilishi asinxron elektr yuritmaning sozlanishini osonlashtiradi va Shuningdek ishonchlilik darajasini oshiradi.

Kuch yarim o'tkazgichli modullarni sovutishda ilg'or usullarni qo'llash bu elementlarning komfort issiqlik rejimlarda ishlashini ta'minlaydi. Asinxron elektr yuritma chastota o'zgartkichida tezlikni rostlash jarayonida kuchlanishni rostlash vektorli usulda amalga oshirilishi tezlikni aniq darajada bo'lishini ta'minlaydi. Elektr yuritmaning ishonchli ishlashini, chastotaning kichik qiymatlarida momentni oshirishini va dinamik isroflarning kamayishi shartlari to'liq bajariladi.

#### **Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:**

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

<b>Muammo turi</b>	<b>Kelib chiqish sabablari</b>	<b>Xal etish yo'llari</b>

## VI. GLOSSARIY

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
<b>Elektr motorini boshqarish</b>	motorning tezligini biror bir usul bilan o'zgartirish	<b>Electric motor management</b> - Change the speed of the engine in any way
<b>Avtonom inverter</b>	o'zgarmas tok kuchlanishini chastotasi boshqariladigan o'zgaruvchan tok kuchlanishiga o'zgartiruvchi yaarim o'tkazgichli elektr o'zgartkich	<b>Autonomous inverter</b> – semiconductor device transforming direct current voltage to alternative current voltage and regulating its frequency
<b>Avtomatlashtirilgan elektr yuritma</b>	elektr motorni boshqarishda bosqariluvchi o'zgartkichlardan foydalaniladigan elektr texnik qurilma	<b>Automated electric drive</b> – electromechanical system providing the action of the electrical drive and working mechanism
<b>Asinxron motorning minimum umum quvvat isrofi ish rejimi</b>	asinxron motor mexanik quvvatiga mos keluvchi minimum umumquvvat isrofining eng kichik qiymatidagi ish rejimi	<b>Asynchronous motor working with minimal total power loss</b> – working regime of Asynchronous motor with minimal total power supporting mechanical power of Asynchronous motor
<b>Sinxron motorning qo'zg'atish chulg'ami</b>	sinxron motorda asosiy magnit maydonni hosil qiluvchi chulg'am	<b>Simultaneous engagement of synchronous motor</b> - the main magnetic field in the synchronous motor
<b>Asinxron motorning energetik ko'rsatkichlari</b>	Asinxron motorning foydali va quvvat koeffisientlari	<b>Energy indices of Asynchronous motor</b> – useful coefficient and power coefficient of Asynchronous motor
<b>Asinxron motorlarda reaktiv quvvatni kompensasiyalash</b>	Asinxron motorlarga berilayotgan kuchlanish qiymatini motorning yuklanish darajasiga bog'liq ravishda rostlash	<b>Reactive power compensation of Asynchronous motor</b> – Regulation of voltage supplying Asynchronous motor related to motor load degree.

<b>Bilvosita o'zgartkich</b>	chastota Tarmoqdagi o'zgaruvchan tok kuchlanishini o'zgar- mas tok kuchlanishiga o'zgartirib so'ngra chasto- tasi va qiymati rostla- nuvchi o'zgaruvchan tok kuchlanishiga (tokiga) o'z- gartiruvchi texnik qu- rilma	<b>Frequency inverter by two steps</b> – Inverting the voltage of alternative current of power supply by two steps: 1) inverting the alternative current to direct current voltage; then 2) inverting the DC to AC with regulating voltage and frequency.
<b>Bevosita o'zgartkich</b>	chastota tarmoqdagi o'zgaruvchan tok kuchlanishini to'g'ri- dan – to'g'ri chastotasi va qiymati rostlanuvchi o'zgaruvchan tok kuchla- nishiga o'zgartiruvchi texnik qurilma	<b>Direct (1 step) frequency inverter</b> - a technical installation Inverting the voltage and frequency of alternative current of power supply by one steps
<b>Boshqariluvchi o'zgartkichlar</b>	kirish ko'rsatkichini o'z- gartirish natijasida chiqish ko'rsatkichi boshqa- riladigan boshqariluvchi yarim o'tkazgichli va elektr mexanik o'zgart- kichlar	<b>Controlled inverter</b> – controlled semiconductor and electromechanical devices, its output signals are controlled by input signals
<b>Boshqariluvchi o'zgarvas tok o'zgart- kichlari</b>	o'zgarvas tok motorining chiqish ko'rsatkichlari: tezligi, tezlanishi, bu- rilish burchagi va boshqa mexanik ko'rsatkichlarini boshqarishga xizmat qiluvchi boshqariluvchi yarim o'tkazgichli to'g'ri- lagichlar, o'zgarvas tok impuls kengligi o'zgar- tiriladigan o'zgartkich- lar, parametrik o'zgartkichlar, o'zgarvas tok generatorlari	<b>Controlled DC inverter</b> – semiconductor inverter which controls output signals of DC motors as speed, acceleration. turning angle etc.
<b>Boshqariluvchi o'zgaruvchan o'zgartkichlari</b>	tok o'zgaruvchan tok motor- lari (asinxron va sin-xron motorlar) Chiqish ko'rsatkichlari: tezligi, tezlanishi, burilish bur- chagi va boshqa mexanik	<b>Controlled AC inverter</b> – semiconductor inverter which controls output signals of AC motors (synchronous and asynchronous) as speed,

	ko'rsatkichlarini boshqarishga xizmat qiluvchi yarim o'tkazgichli chastota o'zgartkichlar, yarim o'tkazgichli kuchlanish rostlagichlar, parametrik o'gartkichlar, asinxron va sinxron generatorlar	acceleration. turning angle etc.
<b>Boshqariluvchi o'zgarmas tok elektr mexanik o'zgartgichlar</b>	mustaqil qo'zg'aluvchan chulg'amli o'zgarmas tok generatorlari	<b>Controlled DC electromechanical inverter</b> – DC generator with independent rise winding
<b>Boshqariluvchi o'zgaruvchan tok elektr mexanik o'zgartgichlar</b>	asinxron va sinxron generatorlar	<b>Controlled AC electromechanical inverter</b> – synchronous and Asynchronous generators
<b>Boshqariluvchi o'zgarmas tok elektr o'zgartkichlar</b>	qiymati boshqarilmaydigan o'zgaruvchan tok kuchlanishini qiymati boshqariladigan o'zgarmas tok kuchlanishiga o'zgartiruvchi yarim o'zgartgichli to'g'rilagichlar	<b>Controlled DC electrical inverter</b> – semiconductor inverter which regulates the voltage of DC
<b>Asinxron motorni chastotali boshqarish</b>	asinxron motorning tezligini chastotali boshqarishda tarmoqning chastotasi va kuchlanishi o'zgartiriladi	<b>Frequency control of Asynchronous motors</b> – frequency and voltage of the network will be eliminated in the frequency range of Asynchronous motor
<b>Sinxron motorni chastotali boshqarish</b>	sinxron motorning tezligini chastotali boshqarishda tarmoqning chastotasi va kuchlanishi o'zgartiriladi	<b>Frequency control of synchronous motors</b> – frequency and voltage of the network will be eliminated in the frequency range of Asynchronous motor
<b>O'lchov o'zgartkich</b>	elektrik yoki noelektrik kattaliklarni boshqaruv tizimi uchun mos ko'rinishga ega bo'lgan elektrik signal ko'rinishiga keltiruvchi qurilma	<b>Measuring inverters</b> – installations which transform electrical non-electrical signals to suitable form of electrical signal

<b>Kompensatsion qurilmalar</b>	elektr tarmog'i va unga ulangan asinxron motorlarning quvvat koeffitsientlarini oshirishga xizmat qiluvchi kondensator batareyalari va sinxron kompensatorlar	<b>Compensational installations</b> – Condenser or synchronous compensators which help to increase power coefficient of electrical power supply or Asynchronous motors
<b>Tiristorli kuchlanish rostlagiCh</b>	uch fazali tarmoqning har bir fazasiga parallel – qarama qarshi bir juft tiristorlar ulanib, tiristorlarning ochilish burchaklarini boshqarish natijasida o'zgaruvchan tok kuchlanishi rostlanuvchi elektr texnik qurilma;	<b>Thyristor voltage inverter</b> – Electro technical installations based on parallel or opposite connected thyristors and regulating the AC voltage of power supply
<b>Energiya tejamkor asinxron elektr yuritmalarning avtomatik boshqarish tizimi</b>	energetik ko'rsatkichlaridan biri energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish mezonlaridan biri qo'llanilgan elektr yuritmalarni avtomatik boshqariladigan tizim	<b>Automated control systems of energy saving Asynchronous drives</b> – allows to realize one of the criterion of energy optimization

## VIII. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

### Maxsus adabiyotlar

1. A.A. Khashimov, I.K. Pampias, Energy saving Solid State Drives. Asynchronous Motors for Technological Machines and Installations; ISBN 978-960-93-3063-3, Athens, 2011
2. Miltiadis A. Boboulos, Automation and Robotics, ISBN 978-87-7681-696-4, 2010
3. Imomnazarov A.T., A'zamova G.A. Asinxron motorlarning energiya tejankor ish rejimlari. Monografiya. - Toshkent: ToshDTU, 2014. – 140 b.
4. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejankorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
5. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Монография. – Ташкент: Фан ва технология, 2011. - 132с.
6. Хашимов А.А., Абидов К.Г. Энергоэффективные способы самозапуска электроприводов насосных станций. Монография. – Ташкент: Фан ва технология, 2012. - 176с.
7. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республики Узбекистан № УЗ ИАП 05044. 29.05.2015. Бюл., №5. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т.
8. A.A. Khfshumov, I.K. Pampias. Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.
9. Miltiadis A. Boboulos. Automation and Robotics. ISBN 978-87-7681-696-4, 2010.
10. J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
11. Салимов Д.С, Пирматов Н.Б., Мустафакулова Г.Н. Дидактический материал для практических занятий по курсу «Аналитическая электромеханика»: Учебное пособие. – Т.: ТашГТУ, 2013.
12. Pirmatov N.B., Zayniyeva O.E. Elektromexanika asoslari. –Т.: Ма'naviyat, 2015.
13. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. –Т.: Shams-ASA, 2014.

### Internet resurslari:

1. <http://www.Ziyonet.uz>
2. <http://dhees.ime.mrsu.ru>
3. <http://rbip.bookChamber.ru>
4. <http://energy-mgn.nm.ru>
5. <http://booket.ru>
6. <http://unilib.ru>