

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

*ELEKTR TEXNIKASI, ELEKTR MEXANIKASI VA  
ELEKTR TEXNOLOGIYALARI*

*Toshkent – 2023*

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA  
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIY TA’LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL  
ETISH BOSH ILMIY - METODIK MARKAZI**

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

**ELEKTR TEXNIKASI, ELEKTR MEXANIKASI VA ELEKTR  
TEXNOLOGIYALARI**

yo’nalishi

**“ELEKTR YURITMALARNI BOSHQARISHNING  
ZAMONAVIY USULLARI”**

moduli bo’yicha

**O’ Q U V – U S L U B I Y M A J M U A**

**Tuzuvchilar:**

**prof.O.Z.Toirov,  
prof. N.B. Pirmatov**

**Toshkent – 2023**

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021 yil 25 dekabrda 538-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv reja va dastur asosida tayyorlandi.

**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 2021 yil 29 dekabrda 4- 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 .....	65
VII	Adabiyotlar ro'yxati .....	69

## **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 tejamllovchi texnologiyalarning nazariy asoslarini yaratish, funksional hamda tizim sxemalarini ishlab chiqish va bu texnik ishlamlarni 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 tejamlkor elektr mexanik qurilmalarning funksional va tizim sxemalarini tuzish va tahlil qilish ko'nikma va malakalarini shakllantirishni o'rgatish;

- Tinglovchilarga energiya tejamllovchi 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 yuritmalarni boshqarishning zamonaviy usullari” modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

#### **Tinglovchi:**

- avtomatlashtirilgan elektr mexanik qurilmalarning tarkibiy qismlari bo'lgan boshqariluvchi o'zgartkichlar va elektr mexanik tizimlar va ularning tuzilishi va tasniflari;

- elektr mexanik tizimlarda energiya tejamlkorlikka erishish usullari va ularning nazariy asoslari haqida **bilimlarga ega bo'lishi**;

#### **Tinglovchi:**

- elektr mexanik tizimlarning energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish mezonlari turlari va imkoniyatlarini tahlil qilish;

- elektr mexanik tizimlarini ishga tushirish, tezligini rostdlash va tormozlash jarayonlarida energiya tejash usullarini bilish;

- avtomatlashgan energiya tejamkor elektr mexanik qurilmalarning funksional va tizim sxemalarini tuzish va tahlil qilish **ko'nikma va malakalarini egallashi;**

### **Tinglovchi:**

- energiya tejamlovchi texnologiyalarning yangi turlarini yaratish;

- elektr mexanik tizimlarda energiya tejashning samarali usullarini yaratish **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.	Asinxron motorning turli optimallashtirish mezonlari bo'yicha boshqarish	4	2	2	
2.	Mikroprotessorli boshqarish asosida energiya tejamkor asinxron elektr yuritmalari	4	2	2	
3.	Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron motorning ishchi va rostdash tavsiflarining tahlili	8	2	2	4
4.	Asinxron motorlar energiya tejamkor rejimlarining matematik ifodalari va ularni hisoblash usullari	2		2	
	<b>Jami:</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>4</b>

### NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

#### **1-mavzu: Asinxron motorning turli optimallashtirish mezonlari bo'yicha boshqarish.**

Turli energetik optimal mezonlash buyicha elektr yuritmaning energetik kursatkilarining taxlili. Turli mezonlarni kiyosiy takkoshlash. Xar bir optimal mezonlarni amaliyotdagi urni. Optimal mezonlarning amaliyotda kullash istikbollari.

#### **2- mavzu: Mikroprotessorli boshqarish asosida energiya tejamkor asinxron elektr yuritmalarni yaratish.**

Mikroprotessorli elektr yuritmalarni tarkibi. Mikroprotessor vositasida optimal algoritmnini kullash imkoniyati. Keng funksional imkoniyatlarga ega bulgan mikroprotessorli tizimlar.

#### **3-mavzu. Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron motorning ishchi va rostdash tavsiflarining tahlili.**

Asinxron elektr yuritmani Chastotali boshqarish. Asinxron yuritmaning ishchi va rostdash tavsiflari.



## **AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

### **1-amaliy mashg'ulot. Elektr yuritmani kontaktsiz boshqarish tizimini o'rganish.**

Elektr yuritmani kontaktsiz boshqarish sxemasining elementlari va boshqarishni o'rganish.

### **2-amaliy mashg'ulot. Asinxron motorni tiristor boshqarish tizimini o'rganish.**

Asinxron motorni tiristorli boshqarish sxemasining elementlari va boshqarishni o'rganish.

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

Turli xil texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligini rostlovchi Chastota o'zgartkichlarini xisoblash va tanlash.

### **4-amaliy mashg'ulot. Texnologik mashina elektr yuritmalarini silliq ishga tushuruvchi kurilmalarni xisoblash va tanlash.**

Turli xil texnologik mashina elektr yuritmalarini silliq ishga tushuruvchi kurilmalarni xisoblash va tanlash.

## **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 guruhlarga, juftliklarga va guruhlarga shaklga bo'lish mumkin.

*Bir turdagi guruhli ish* o'quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi. *Tabaqalashgan guruhli ish* guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

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

## II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN 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 fikirlash 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>Motorning nominal quvvati, kVt</b>	<b>Standart bo’yicha ishlab chiqarilayotgan motor</b>		<b>Yangi seriyada ishlab chiqarilayotgan motor</b>	
	<b>FIK, %</b>	<b>cos <math>\varphi</math></b>	<b>FIK, %</b>	<b>cos <math>\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>Xarakterlar 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

#### 1-mavzu: Asinxron motorning turli optimallashtirish mezonlari bo'yicha boshqarish.

##### Reja:

1. Minimum stator toki mezon bo'yicha asinxron motorlarni boshqarish.
2. Minimum quvvat isrofi mezon bo'yicha asinxron motorlarni boshqarish.
3. Minimum reaktiv quvvat iste'moli bo'yicha asinxron motorlarni boshqarish.

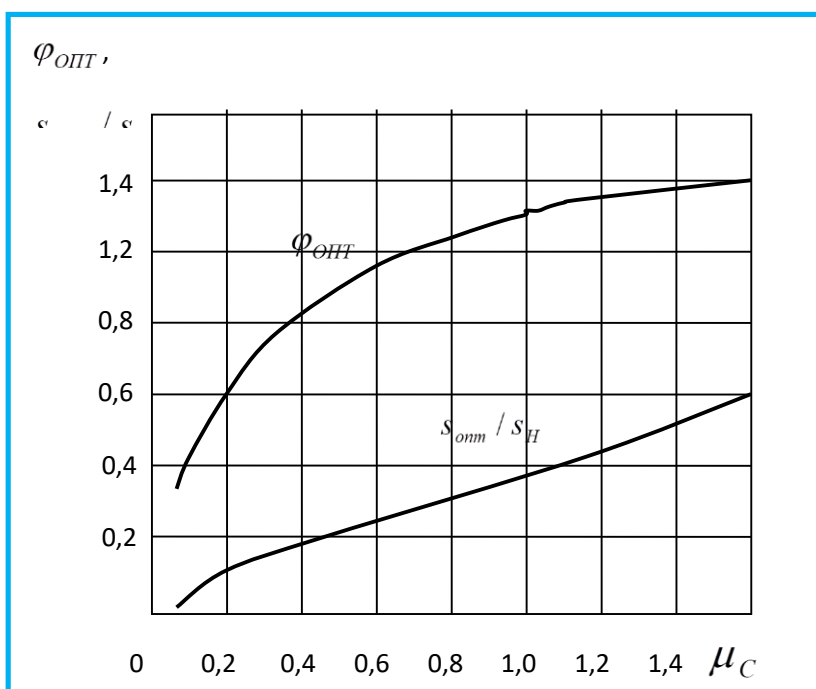
**Tayach so'z va iboralar:** Energiya tejamlilik, elektr yuritma, chastota o'zgartkichi, optimal boshqaruv, energetik mezonlari, ishchi mexanizmlar, energiya samaradorlik, boshqaruv tizimlari, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

##### 1.1. Minimum stator toki mezon bo'yicha 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 differensiyallab 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. 2.1–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].



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

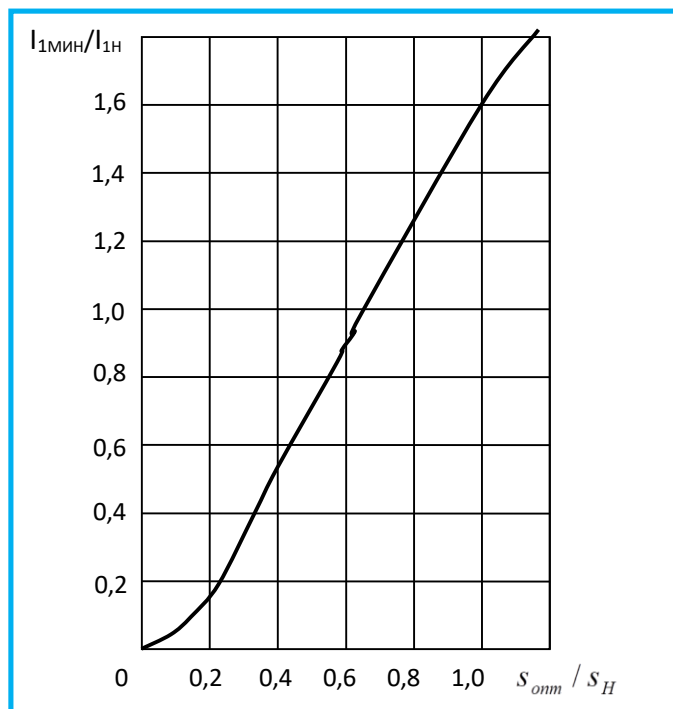
Yuklanish momentining  $\mu_C < 1,0$  oralig’ida o’zgarganida stator tokining minimal qiymatlarida boshqarilgan motorning quvvat isroflari quvvat isrofi minimal rejimda bo’lgandagiga nisbatan 10 – 15% yuqori bo’ladi va magnit oqimining nisbatan kattaroq bo’lishi quvvat koeffitsientining sezilarli kamayishiga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

1.2–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.

1.2 – 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.



1-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.

### 1.2 Minimum quvvat isrofi mezoni bo'yicha 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.

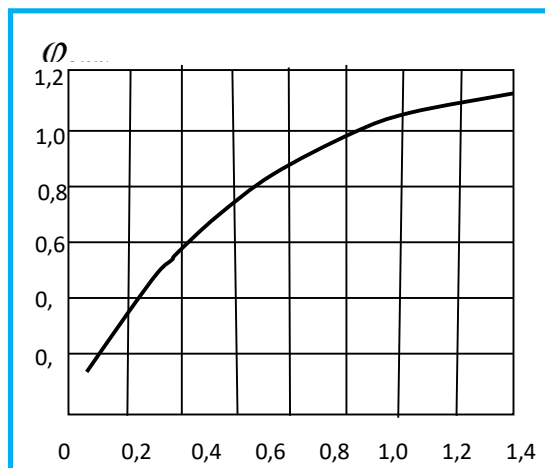
1–rasmda asinxron motor optimal magnit oqimining yuklanish momentiga mos ravishda o'zgarishi tavsifi keltirilgan. Yuklanish momentining  $\mu_c = 0,6 - 1,0$  oralig'ida o'zgarganida magnit oqimining optimal qiymati nominal qiymatidan katta bo'ladi va motor magnitlanish tizimining to'yingan qismida ishlaydi. 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.

2.4–rasmda yuklanish momentining turli qiymatlari uchun asinxron motor (nominal quvvati  $R_N = 100$  kVt va  $2r = 4$ ) umumiy quvvat isroflarining stator chulg'ami kuchlanishiga, ya'ni magnit oqimiga bog'liq ravishda o'zgarishi tavsiflari

---

\* [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

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 chapga qarab o'sishi elektrik quvvat isroflarining oshishini bildiradi.



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

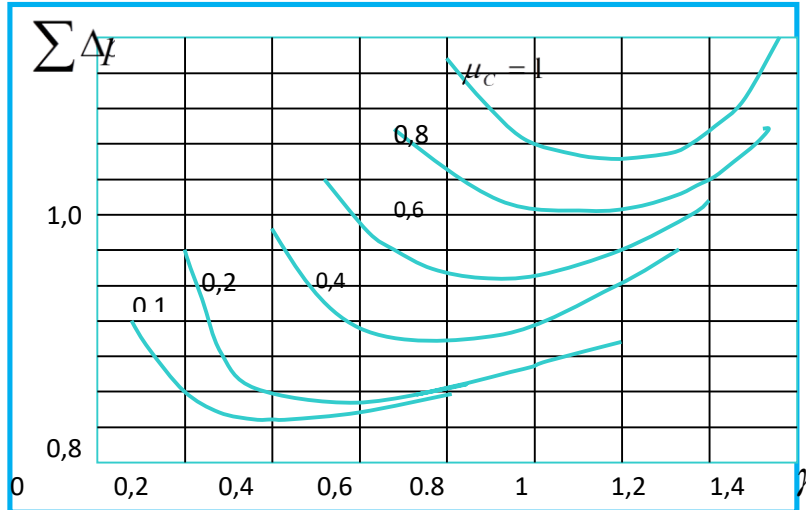
Yuklanish momenti qiymatlari  $\mu_c < 1$  bo'lganida motorning magnit oqimi magnitlanish tavsifining chiziqli qismida rostlanadi va har bir yuklanish momentining qiymatiga mos keluvchi absolyut sirpanishning optimal qiymati yuklanish momenti qiymatiga deyarli bog'liq bo'lmaydi.

$\mu_c > 1$  bo'lganida esa magnit oqimini rostdash magnitlanish tavsifining noChiziqli 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

$$s_{OPT} \approx s_H \frac{\mu_C}{\varphi_{OPT}^2 \mu}, \quad (1.3)$$

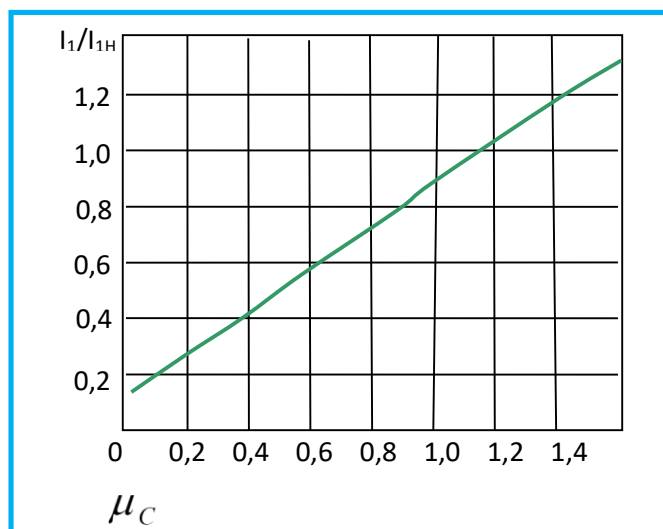
bu erda,  $s_H$  – nominal yuklanishga mos keluvchi absolyut sirpanish qiymati.



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.

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



3–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.

### 1.3 Minimum reaktiv quvvat iste’moli bo’yicha asinxron motorlarni boshqarish

4–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.

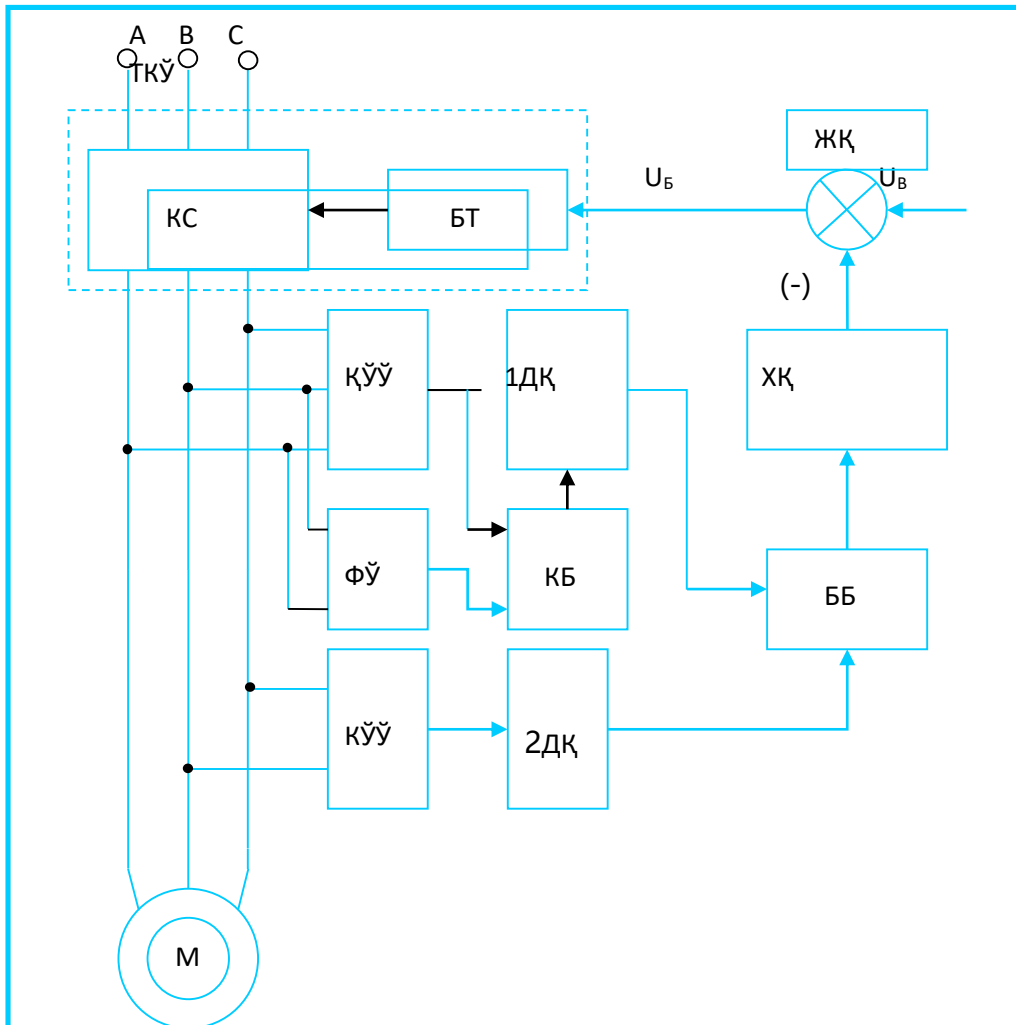
Asinxron motorni ekstremal avtomatik boshqarish tizimi quyidagi asosiy tarkibiy qismlardan iborat [7]\*: asinxron motor M, tiristorli o'zgaruvchan tok kuchlanishi o'zgartkichi TKO' kuch sxemasi KS orqali uch fazali elektr tarmog'iga ulangan, TKO' ning boshqaruv tizimi BT jamlovchi qurilma JQ chiqish 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





4–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'zarganida 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 aniqlik 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 mezonni bo'yicha asinxron motorlarni boshqarish amalga oshiriladi?
2. Minimum quvvat isrofi mezonni 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.

## **2- 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, optimal boshqaruv, energetik mezonlari, ishchi mexanizmlar, energiya samaradorlik, boshqaruv tizimlari, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

### **2.1 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 hisobat 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.

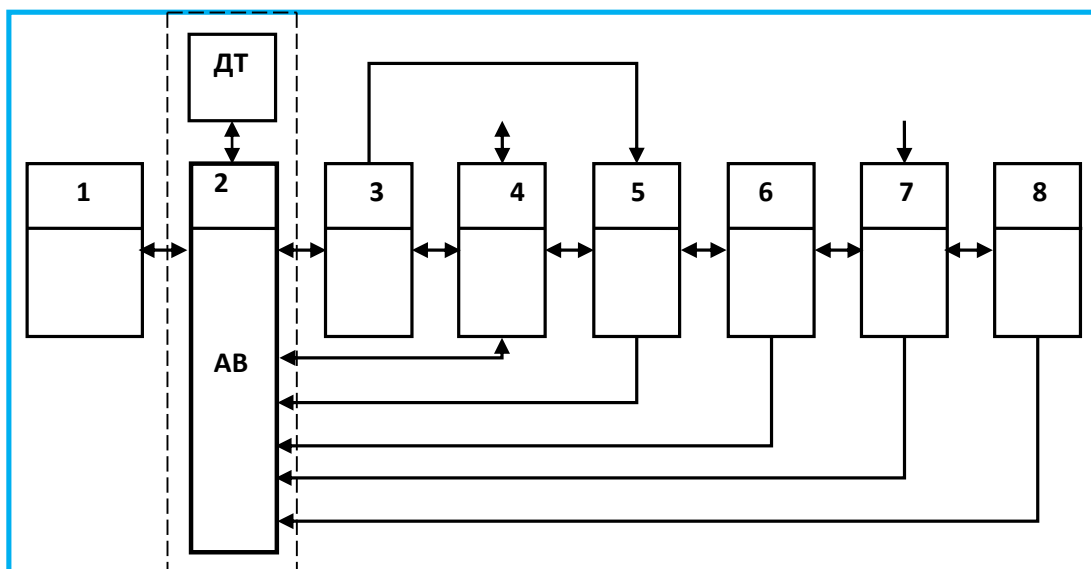
3 – qat'iy mantiqiy qurilma (QMQ) boshqarish apparatlari ayrim bloklari qat'iy ulangan tizimni tashkil etadi. Bu apparatlar EHM ishdan chiqqanda boshqarish

---

\* [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

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'zgarimas tok motori» tizimida boshqarilmaydigan to'g'irlagich TM sifatida ishlatiladi. «Boshqariluvchi to'g'irlagich – o'zgarimas 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.



2.1 – 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 rostdash 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 razrdi) 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'zgartgichlar 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'zgartgichlardan 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'lvhov o'zgartgichlari bilan ta'minlangan va ulardan axborot doimiy ravishda yoki talab etilganda BHQ ga berib turiladi.

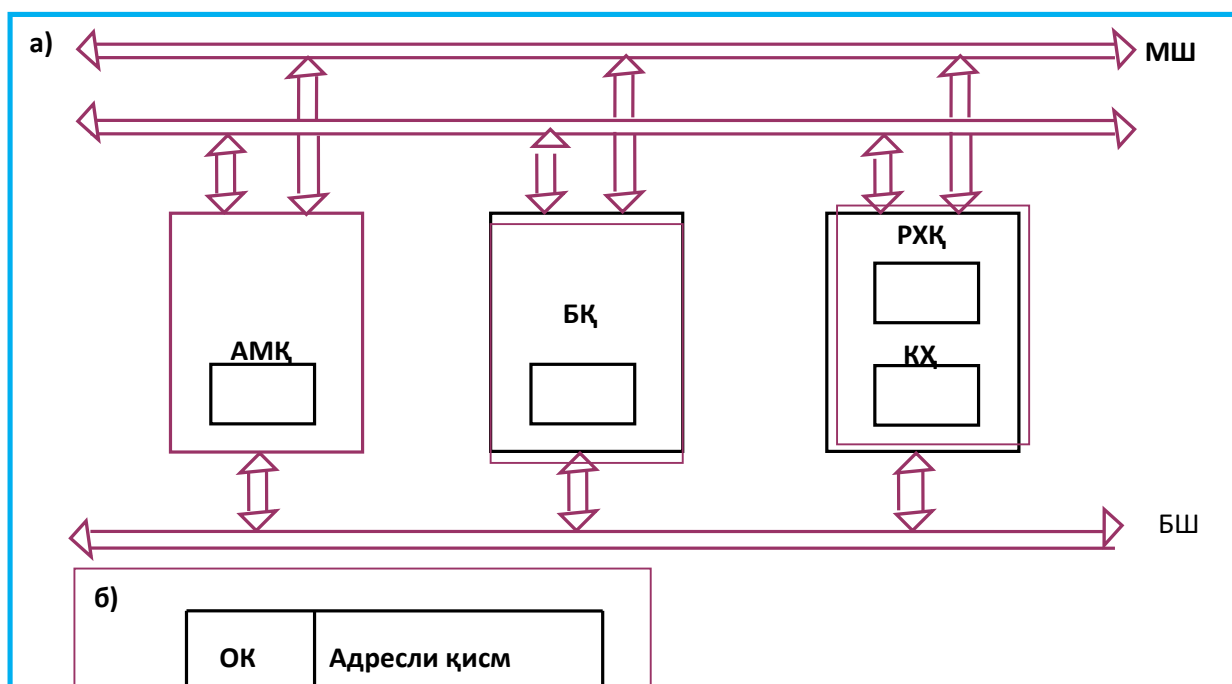
## **2.2 Mikroprotessorli boshqarishning afzalliklari.**

**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 algoritm bo'yicha ishlash jarayonini boshqarish mumkin. MP larning ishlatish jarayonida boshqaruv funksiyasining o'zgarishini xotirasidagi boshqa dastur bilan almashtirish natijasida amalga oshiriladi.

**Mikroprotessorning 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 (MSH), adreslar shinasi (ASH) va boshqarish shinasi (BSH) lar bilan o'zaro bog'langan bo'ladi.

**Arifmetik – mantiqiy qurilmaning** vazifasi ikkilik hisoblash tizimida berilgan qiymatllar ustida arifmetik va mantiqiy amallarni bajarishdir. Bu amallar bajariladigan qiymatlar operandlar deb atatladi. Amallarni bajarishda odatda ikkita opreandlar 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.



2.2 – 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.

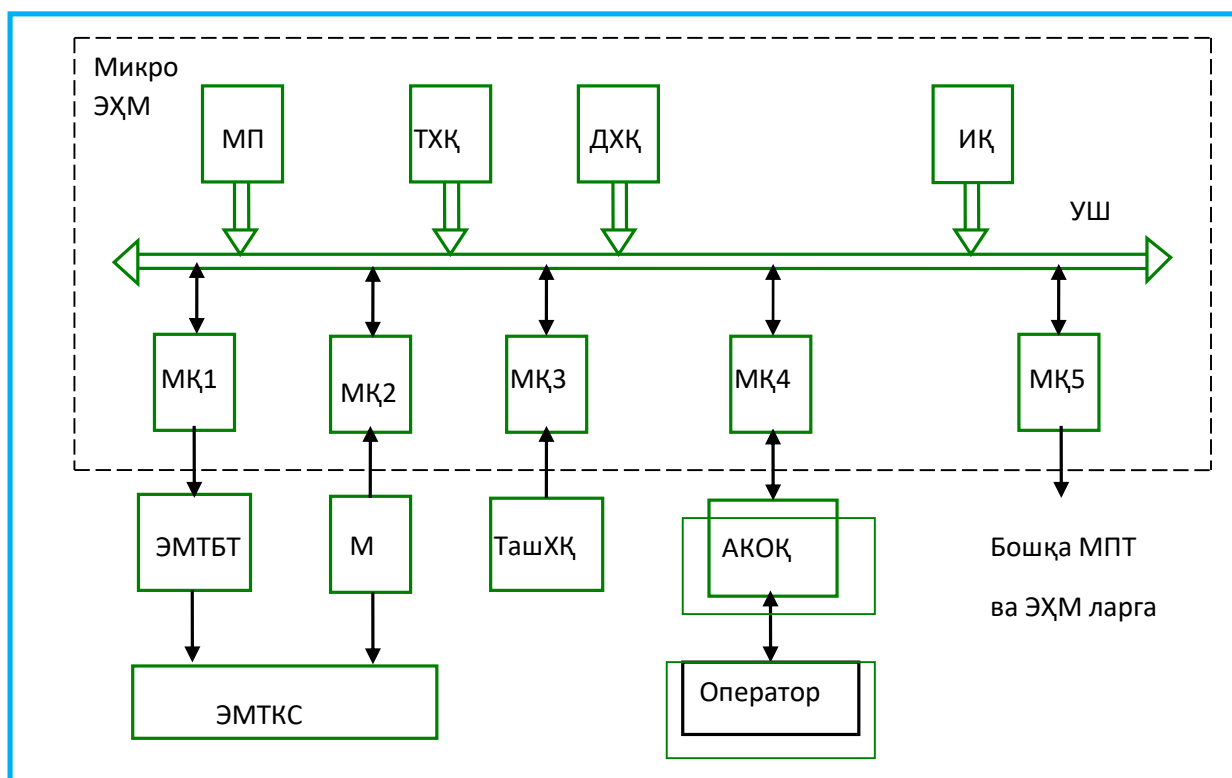
2.2a – rasmda keltirilgan MP ning sxemasini to'g'ridan – to'g'ri elektromexanik tizimlarni boshqarishda qo'llab bo'lmaydi. MP ni EMT larni boshqarishda qo'llash uchun tarkibiga qo'shimcha xotira qurilmasi, axborotlarni kiritish va olish qurilmalari, impulslar takti generatori, EMT ning boshqa bloklari 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 3.3 – 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 tarikibiga 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 magnet disklar ham qo'llaniladi.

**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.



2.3 – 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'zgartirgichlar (sxemada ular MQ1 va MQ2 bilan belgilangan) kiradi.

### **2.3 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;
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'zgartirgichlari o'rniga ihsam raqamli aniqlik darajasi yuqori bo'lgan o'lchov asboblari va o'lchov o'zgartirgichlar qo'llash mumkin bo'ladi. Elektr yuritmalarning 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.

---

\* [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

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. Mikroprseessorli 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. Monografiya.* – М.: Energoatomizdat, 1994.

### 3- mavzu: Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron motorning ishchi va roslash 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.

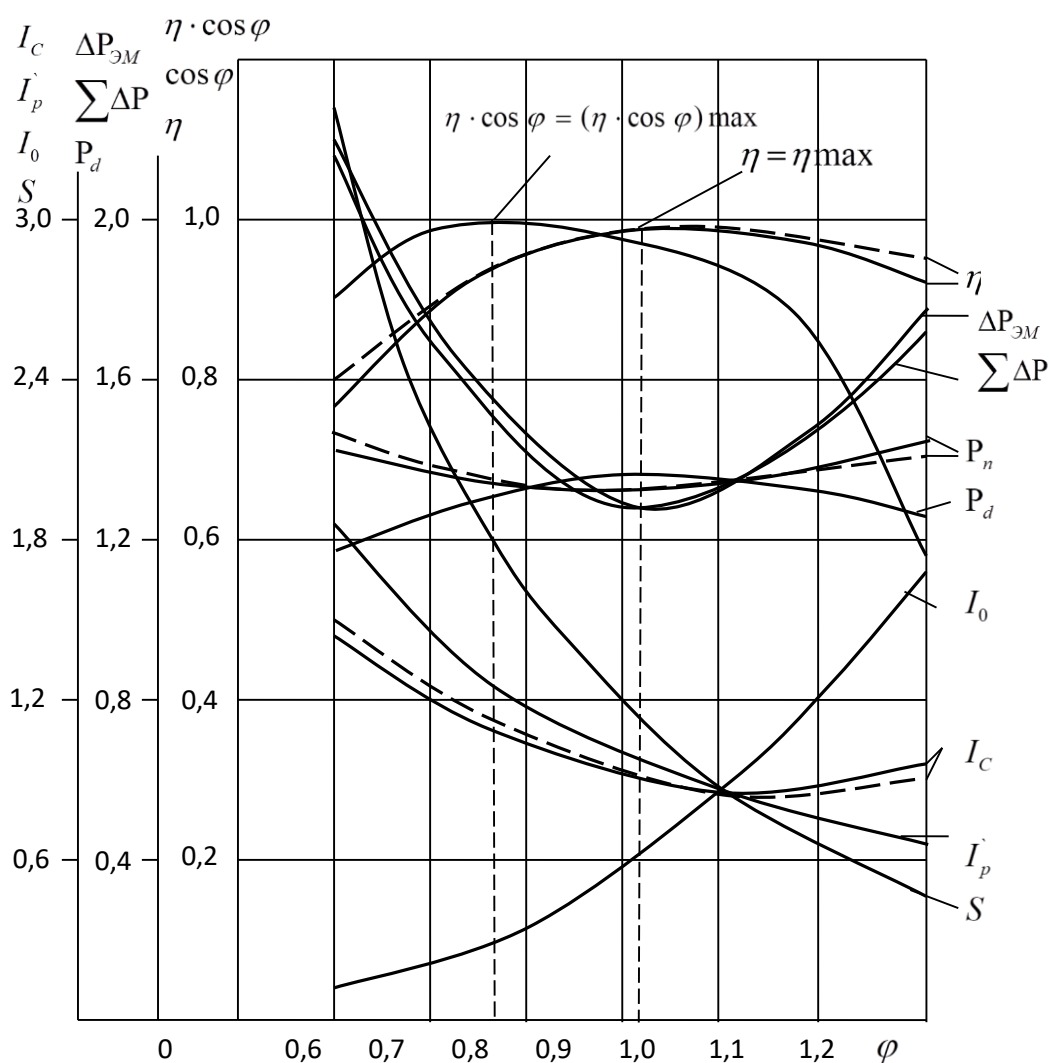
**Tayach so'z va iboralar:** elektr yuritma, chastota o'zgartkichi, ishchi xarakteristikasi, boshqaruv tizimlari, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

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 roslash 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).



1– 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

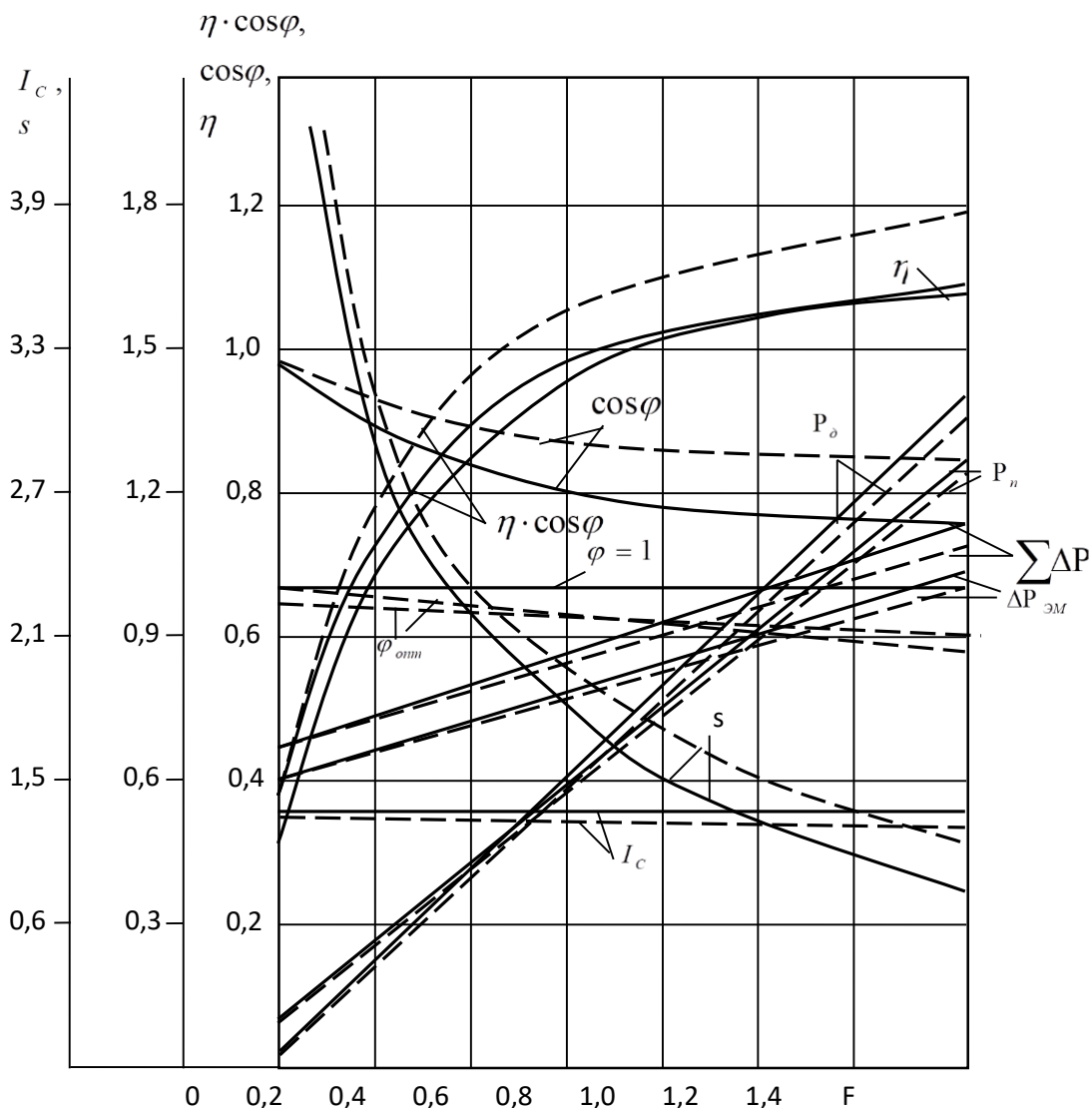
Magnit oqimi kattalashganda asinxron motorning tezligi bir oz ortadi, natijada sirpanish  $s$  kamayadi, foydali kuvvat esa kattalashadi. Shuning uchun tarmoqdan talab qilinadigan quvvatning eng kichik qiymati elektromagnit quvvat isrofining eng kichik qiymatiga nisbatan magnit oqimning kichkina qiymatiga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

Elektromagnit ko'rsatgichlarning egri chiziqlari: FIK  $\eta$ , kuvvat koeffitsienti  $\cos \varphi$  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 koeffitsienti 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'rsatgichi ( $\eta \cdot \cos \varphi$ ) 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.

2 – 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'rilayotgan 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  $\varphi_{onm} < 1$ .



2 – rasm. Chastotani o'zgartirib tezligi rostlanadigan elektr yuritmalardagi 4A rusumdagi asinxron motor ko'rsatkichlarining magnit 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 quvvat 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



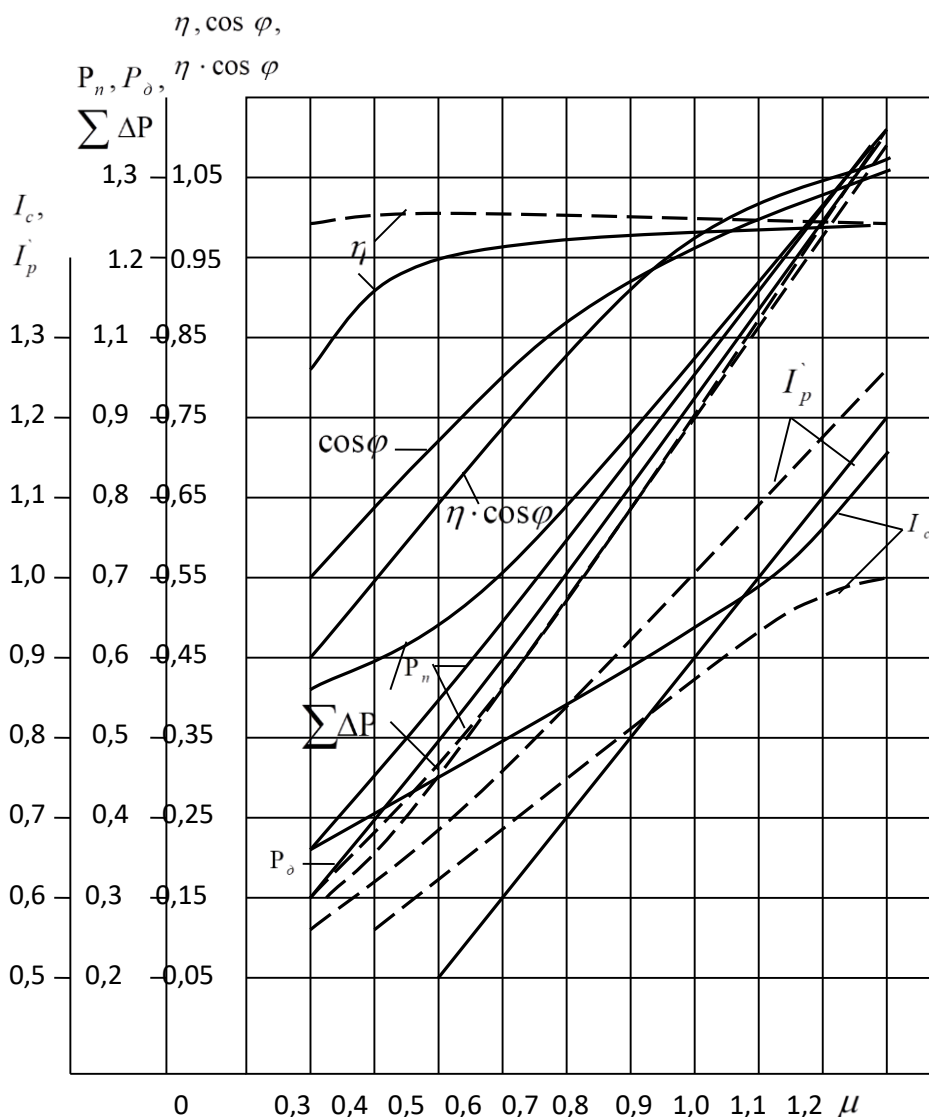
asinxron motorning foydali quvvati,  $R_p$  dan farqli o'laroq  $M_S = M_N = \text{const}$  bulganda, amalda  $F$  ning o'zgarishga mutanosib bo'ladi.

Chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimlarida ishlaydigan asinxron motorning quvvat isrofi eng kam bo'lgan optimal  $\varphi = \varphi_{onm}$  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  $\varphi = \varphi_{onm}$  ning qiymati birga yaqinlashadi. Shuning uchun chastota kichkina (past) bo'lgan chegarada  $\varphi = \varphi_{onm}$  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  $\varphi = \varphi_{onm}$  bo'lganda chastota diapazoni  $F = 0,2 - 1,4$  bo'lganda motorning quyidagi ko'rsatkichlari  $\varphi = 1$  dagiga qaraganda katta (4.2 – rasm): quvvat koeffitsienti  $0,7 - 7,9\%$ ; energetik ko'rsatgichi  $\eta \cdot \cos \varphi = 0,1 - 6,6\%$ ; demak, chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimlaridagi 4A rusumli asinxron motorlar uchun energetik ko'rsatgichi  $F$  kattalashuvi bilan kattalashar ekan.

Boshkarish chastotasiga karab magnit oqimining  $\varphi = 1$  va  $\varphi = \varphi_{onm}$  qiymatlari ham 2 – rasmda keltirilgan. Bunda chastota bilan tezligi rostlanadigan elektr yuritma tizimlarida asinxron motorning optimal oqimi  $F$  ning kiymatiga qarab kamayish tomonga o'zgaradi.

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



3 – 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.

3 – rasmda optimal rejimda  $\varphi = \varphi_{opt}$  rejimiga 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 inverterli 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. Вул., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.

#### IV. AMALIY MASHULOT MATERIALLARI

##### 1-amaliy mashg'ulot: Elektr yuritmani kontaktsiz boshqarish tizimini o'rganish.

**Ishdan maqsad:** Elektr yuritmani kontaktsiz boshqarish sxemalarini o'rganish.

**Vazifa:** Elektr yuritmani kontaktsiz boshqarish sxemalari o'rganilsin.

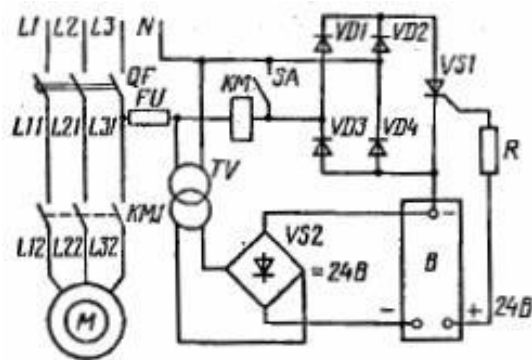
Elektr aloqalar - elektr pallasida ishonchsiz elementlari, ochilishiga elektr yoyi o'rtasida yuzaga kelgan kabi bir tuzoq asta-sekin yo'q qiladi va ularning muddatini kamaytiradi.



Chorshanba, suv bug'lari bilan to'yingan, o'yuvchi gazlar, sanoatda ajoyib emas tebranish uchun chayqab, shuningdek, elektromexanik qurilmalar erta etishmovchiligi hissa. Bundan tashqari, yong'inga havfli muhitda odatiy dizayndagi qurilmalarni uchqun kontaktlarni o'rnatib bo'lmaydi. Natijada, to'g'ridan-to'g'ri ishlab chiqarish joylarida joylashtirilishi kerak bo'lgan kontakt detallari, sayohat va chegara kalitlari mavjud emas.

Operatsion tajriba shuni ko'rsatadiki, aloqa limitidagi kalitlar, vaqt rolesi, oraliq rolelerdagi kamchiliklar soni juda yuqori. Shuning uchun, istiqbolli kimning amalga oshirish kam qo'shimcha xarajatlarni talab qiladi Kontaktsiz nazorat qilish davri, balki butunlay baqqollik elektr tutashuv ishlab chiqarish. Bunday davrlarda tiristor komutatorlari keng tarqalgan.

1-rasmda tiristorli kalit yordamida asinxron motorni boshqarish sxemasi ko'rsatilgan.

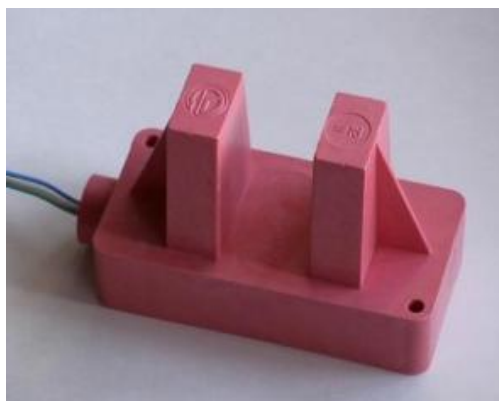


1-rasm. Kontaktsiz nazorat qilish davri bilan asinxron motorni boshqarish

O'rniga o'rnimizni kuchlanish bo'lmagan aloqa chegarasi switch (yoki boshqa Konverter, narorat nazorat qilish, namlik, yorug'lik) yopiq tristor VS1 va starter halqa elektron sm nazorat elektrod oziqlanadi.

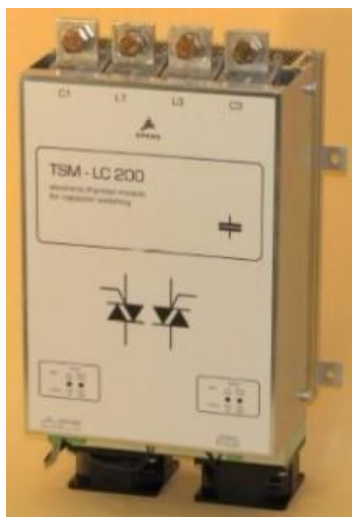
Konverter chiqishida kuchlanish yo'qoladigan bo'lsa, masalan, bir baqqollik ishlamasligi, kalitlarni ichiga oluvchidan lavha ko'rsatadi, tristor VS1 birinchi o'tishiga va kalava yo'qoladi nol tok orqali yarim to'lqin pulsatsiya kuchlanish yopiladi.

Nazorat tokini cheklash - SA svitch uzunligi sozlamalar ish va qo'lda nazorat qilish, qarshilik R bo'ladi. Diagrammada ham yo'naltirishga aloqalarni ko'prik TV VS2 transformator iborat elektron to'sar  $\Phi$  va birligi elektr svitch B ko'rsatadi. Bu sxema plastinka bilan nazorat svitch bosim sensori ko'char doirasida o'rnatilgan bo'lsa telba suv nasos avtomatlashtirish, masalan, mag'lub uchun foydalanish mumkin.



2-rasm. Kontaktsiz kalitlarga misol - yopiq KVD kaliti

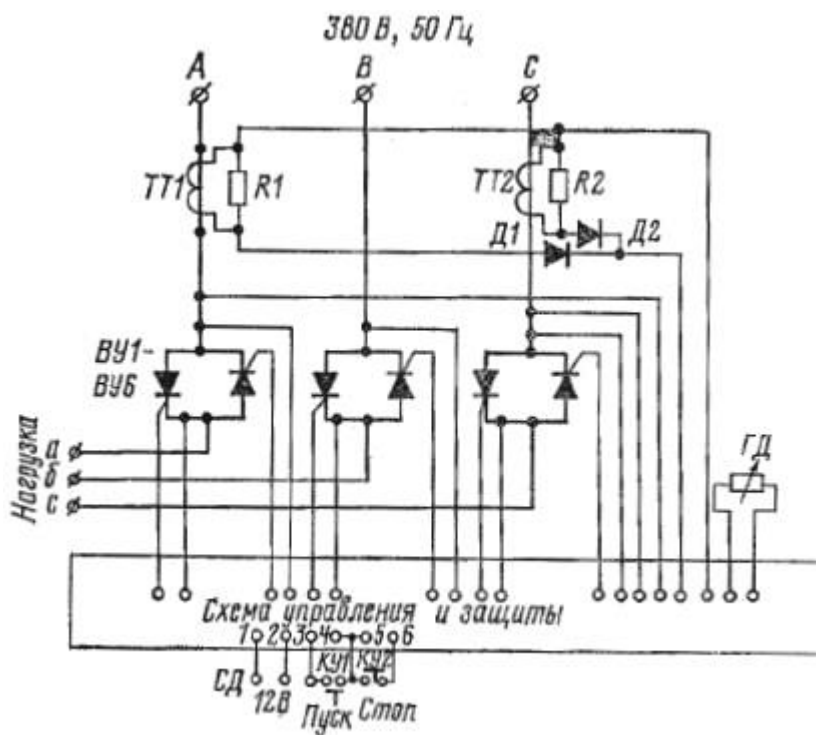
Agar uskuna elektromagnit boshlang'ich o'rniga tiristordan foydalansak, dastlabki konvertorlarning Chiqishida kuchlanishdan foydalansak, biz butunlay kontaktsiz devorga ega bo'lamiz.



3-rasm. Tiristorning ko'rinishi

Tiristor boshlang'ichlari uzoq yoki lokal nazorat qilish va asinxron qisqa tutashgan motorlarning haddan tashqari yuk va qisqa tutashuvdagi oqimlardan himoya qilish uchun mo'ljallangan. Magnit tiristorlar bilan taqqoslaganda, quyidagi afzalliklarga ega:

- kommutatsiya vaqtida elektr kamarning shakllanishini istisno qiluvchi mexanik anaxtarlama kontaklarining yo'qligi,
- katta quvvatga ega kommutatsiya imkoniyati va uzoq umr ko'rish imkoniyati,
- yuqori tizim tezligi,
- elektr mexanizmi,
- Mexanik ta'sirlarga chidamlilik (zarba, tebranish, silkinish va boshqalar).



4-rasm. Tiristorning ulanish sxemasi

#### Nazorat savollar:

1. Kontaktsiz kalit qanday elementlardan tashkil topgan?
2. Tiristor qanday elementlardan tashkil topgan?
3. Tiristorning ulanish sxemasini tushintirib bering.

#### 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. Patent Respubliki Uzbekistan № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Byul., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.



## 2-amaliy mashg'ulot: Asinxron motorni tiristor boshqarish tizimini o'rganish.

**Ishdan maqsad:** asinxron motorning tiristorli boshqarish tizimining elementlarini o'rganish.

**Vazifa:** asinxron motorning tiristorli boshqarish tizimining elementlari o'rganilsin.

Asinxron motorni boshqarish uchun tiristorlar o'rni-kontaktorli qurilmalar bilan birgalikda ishlatilishi mumkin. Tiristorlar kuch elementlari sifatida ishlatiladi va stator devoriga kiritiladi, reaktor-kontaktor qurilmalari nazorat qilish platasiga kiritiladi.

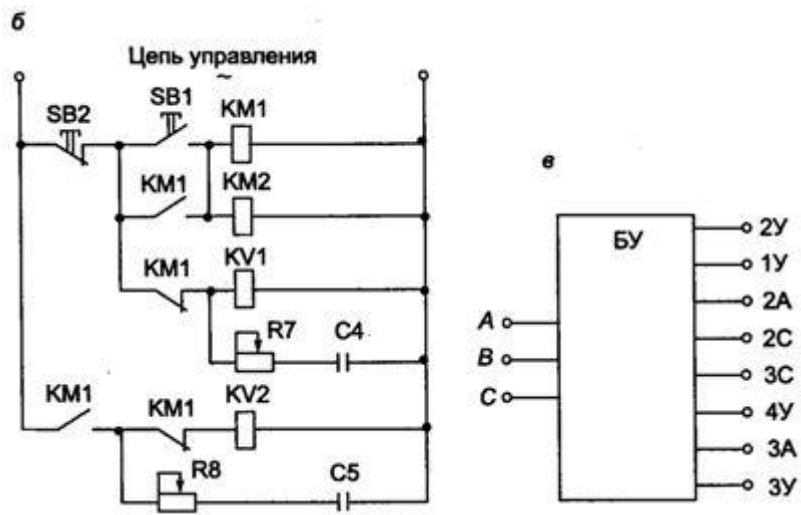
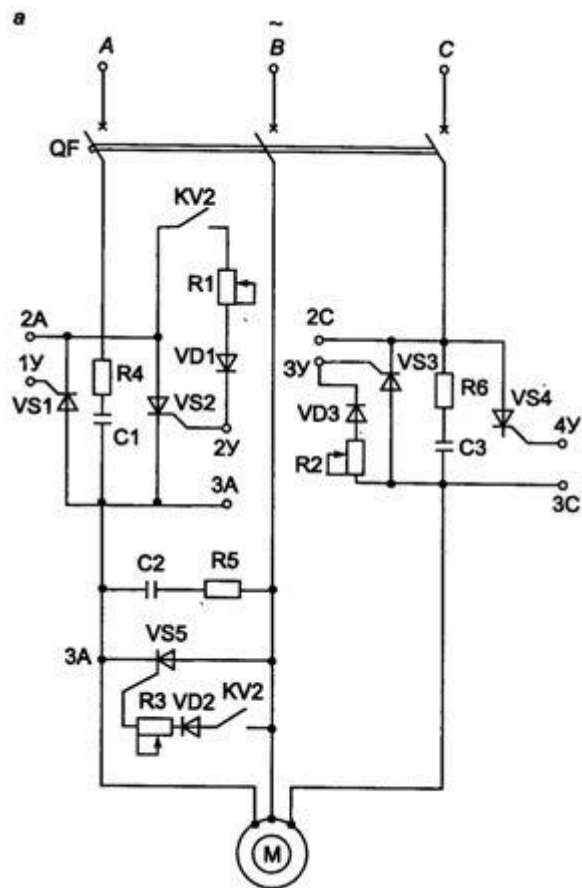


1-rasm.

Tiristirlarni elektr kalitlari sifatida ishlatish statorida start qiymatida noldan nominal qiymatga, oqim va motor momentlarini Chegaralash, samarali tormozlash yoki bosqichma-bosqich ishlashni amalga oshirish mumkin. Bunday sxema 2-rasmda ko'rsatilgan.

Devrenning kuch qismi VS1 ... VS4 tormistorlari guruhidan iborat, A va S fazalariga parallel ravishda yoqilgan. A va B bosqichlari o'rtasida qisqa tutashuvli VS5 tiristorlari ulanadi. O'Chirish davri (2-rasm, a), nazorat kilish davri (2-rasm, b) va tiristor-nazorat bloki-BU (2-rasm, v) dan iborat.

Dvigatelni ishga tushirish uchun QF o'chirgichi yoqilgan bo'lsa, SB1 "Start" tugmasini bosiladi, buning natijasida KM1 va KM2 kontaktlari yoqiladi. VS1 ... VS4 tiristorlarining nazorat elektrodlari impulsiga ishlov berish kuchiga qarab 60 gradusgacha o'zgarib turadi. Motorning statoriga past kuchlanish qo'shiladi va bu dastlabki oqim va dastlabki momentning pasayishiga olib keladi.



2-rasm. Induksion motorining tiristorli nazorat qilish

NK kontakti 1 qarshilik R7 va kondensator C4 tomonidan belgilangan keChiktirilgan o'zni KV1ni uziladi. KV1 rölesinin ochilish kontaktari boshqaruv blokidagi mos rezistorlarni shamollashtiradi va tarmoq voltaji statorga etkaziladi.

Tormozlash uchun SB2 "Stop" tugmasi bosiladi. Tekshirish davri kuchini yoqotadi, VS1 ... VS4 tiristorlar o'chiriladi. Bu esa, tormoz davrida KV2 konnektori tomonidan saqlanadigan energiya tufayli KV2 rölesinin ishga tushirilishiga olib keladi va uning kontaktari VS2 va VS5 tiristorlari kiradi. Statorning A va B bosqichlari orqali R1 va R3 rezistorlari tomonidan boshqariladigan to'g'ridan-to'g'ri oqim mavjud. Samarali dinamik tormozlanish ta'minlanadi.

#### **Nazorat savollar:**

1. Tiristor qanday elementlardan tashkil topgan?
2. Induksion motorining tiristorli nazorat qilish
3. Tiristorli nazorat qilishda tormozlash 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 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.

### **3-amaliy mashgulot: Texnologik mashina elektr yuritmalarini silliq ishga tushuruvchi qurilmalarni hisoblash va tanlash.**

**Ishdan maqsad:** Kompessor asinxron motorini ishga tushirish.

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

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

Тип	Мощность, кВт	КПД, %	$\cos \varphi_H$	$X_{\mu}^8$	$R_1^8$	$x_1^8$	$R_2^8$	$x_2^8$
4A250L6U3	30	90,5	0,9	3,7	0,046	0,12	0,022	0,13

Синхронная скорость, об/мин	$\frac{M_{ПУСК}}{M_H}$	$\frac{M_{МАХ}}{M_H}$	SH, %	SKR, %	$\frac{I_{Пуск}}{I_H}$	J <sub>dv</sub> , kg m <sup>2</sup>
1000	1,2	2,0	1,4	9,0	6,5	1,2

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

Asinxron motorning umumiy quvvat isrofini quyidagi formula bilan hisoblaymiz:

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

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

$$\Delta P_{\text{дон}} = 0,005 \cdot P_{\text{ном}} = 0,005 \cdot 30 = 0,15 \text{ кВт} ,$$

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

Asinxron motorning nominal ish rejimi uchun stator tokini aniqlaymiz

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

Stator Chulg'amidag quvvat isrofini agniqlaymiz:

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

Rotordagi quvvat isrofini aniqlaymiz:

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

Stator po'latidagi quvvat isrofini aniqlaymiz:

$$\Delta P_{1c.nom} = \Sigma P_{nom} - (\Sigma P_{1nom} + \Delta P_{\partial\partial\delta} + \Delta P_{Mex} + \Delta P_{2nom}) = 3,15 - (0,43 + 0,15 + 0,3 + 0,43) = 1,84 \kappa Bm .$$

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:

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

bu erda  $J_{np} = J_{\partial\delta} + J_{Mex}$  – kompressor elektr yuritmasining inersiya momenti,  $kg \cdot m^2$ .

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

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

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

$$W_{n.nom} = \Delta P_{1nom} \cdot \tau_j = 3 \cdot (6,5 \cdot I_{1nom})^2 \cdot r_1 \cdot \tau_j = 3 \cdot 364^2 \cdot 0,046 \cdot 10,9 = 199,3 \kappa Bm \cdot c .$$

### 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?

---

\* [14.] 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 38-40

### Foydalanilgan adabiyotlar:

4. 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
5. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejankorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
6. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Patent Respubliki Uzbekistan № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Byul., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.

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

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

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

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

Ventilyatorning statik momenti quyidagi usulda hisoblanadi:

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

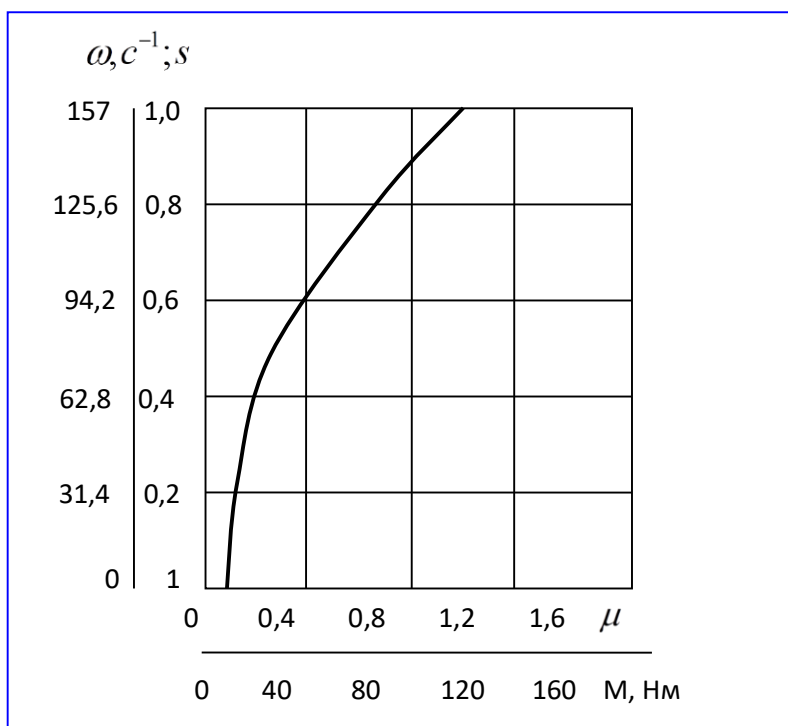
$$\alpha = 0,8, M_C = 10 + 80,9 \cdot 0,8^2 \cdot (1 - 0,019)^2 = 59,8 \text{ H} \cdot \text{m};$$

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

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

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

$$\alpha = 0, M_C = 10 \text{ H} \cdot \text{m}.$$



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]\*:

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

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

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

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

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

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

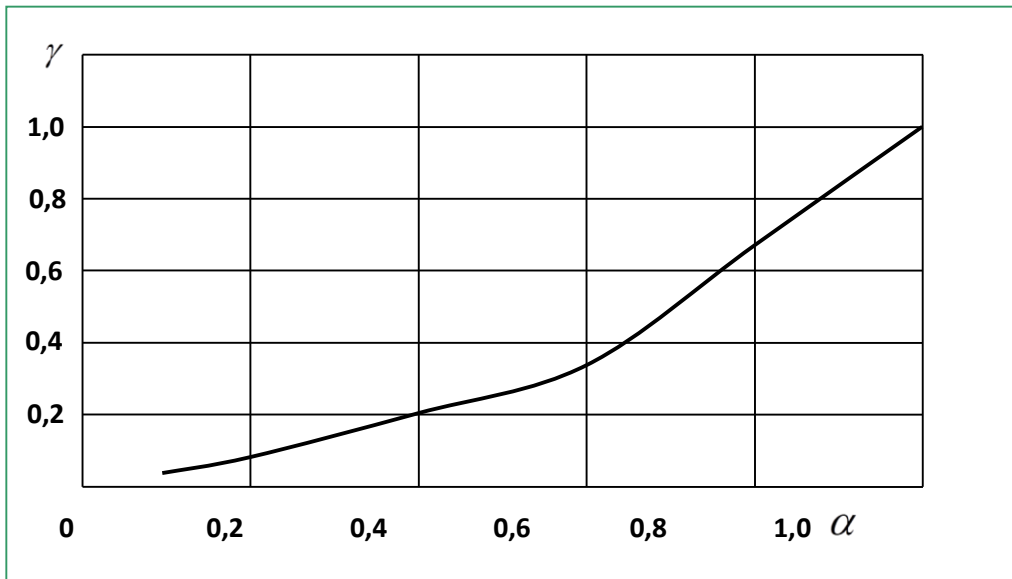
$$\alpha = 0,4, \gamma = \sqrt{\mu_C} \cdot \alpha = \sqrt{0,25} \cdot 0,4 = 0,2,$$

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

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

\* [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

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



2 – rasm.

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

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

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

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

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

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



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

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

Momentning hisoblangan qiymatlarini 1 – jadvalga yozamiz.

1- jadval

	Sirpanish,				
Asinxron motor korsatkichlari	0,049	0,03	0,02	0,01	0
$\mu_C$	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:

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

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

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

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

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

Momentning hisoblangan qiymatlarini 2 – jadvalga yozamiz.

2 - jadval

Asinxron motorning ko'rsatkichlarini	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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

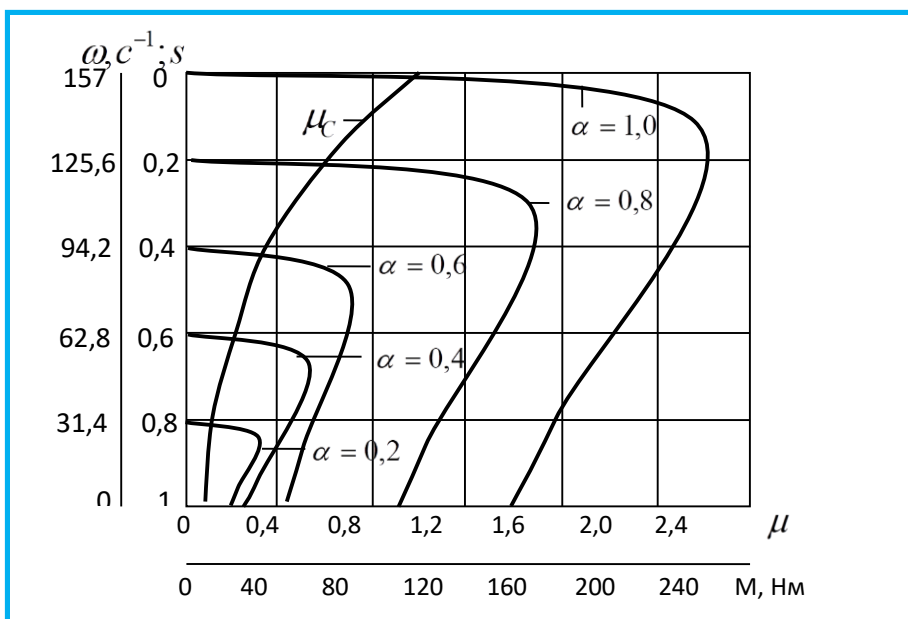
$$s = 0, \mu = 0 .$$

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. Буyl., №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.

## 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:

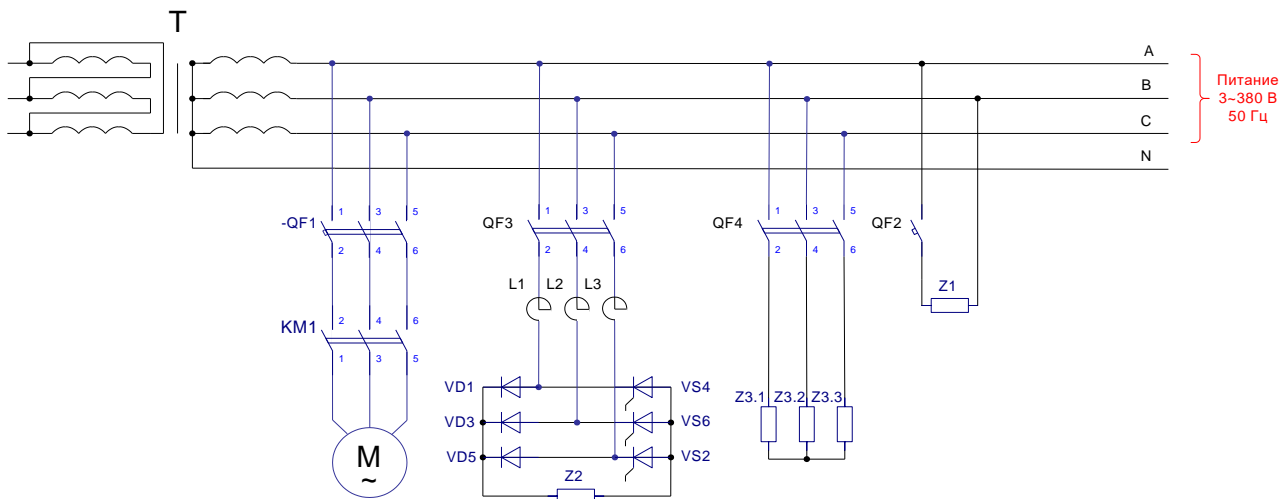
- elektr energiya ta'minoti chastotasining sifati

- 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: $U_M, V; \eta_D, \%; \cos \varphi_D$ ; Pd, 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				
5.9		0.75		
30				

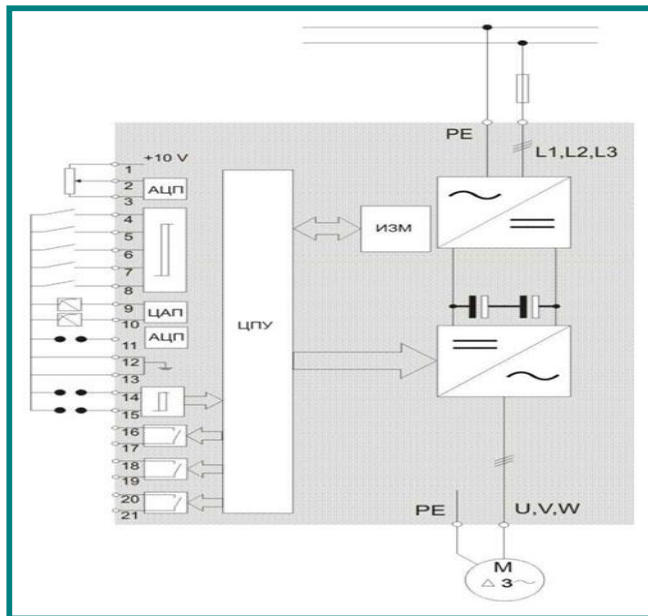
### Keys-2.

### 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 inverteri, tok va kuchlanish o'lchov o'zgartkichlari, markaziy boshqarish pulti, analog-raqamli va raqamli-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'tezgichli 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 sovetishda 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 ya'ni 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'zgartkichlari</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'zgartkichlar</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	<b>Measuring inverters</b> – installations which transform electrical non-electrical signals to suitable form of electrical

	keltiruvchi qurilma	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. Xashimov A.A., Mirisaev A.U., Kan L.T. Energoberegayushiy asinxronnyy elektroprivod. Monografiya. – Tashkent: Fan va texnologiya, 2011. - 132c.
6. Xashimov A.A., Abidov K.G. Энергоэффективные способы самозапуска электроприводов насосных станций. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2012. - 176c.
7. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Бюл., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.
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. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Дидактический материал для практических занятий по курсу «Аналитическая электромеханика»: Учебное пособие. – Т.: ТашГТУ, 2013.
12. Pirmatov N.B., Zayniyeva O.E. Elektromexanika asoslari. –Т.: Ma'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>