

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

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

***ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР  
ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАР***

*Toshkent – 2022*

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**OLIV 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

**“ENERGIYA TEJAMKOR ELEKTR YURITMALAR”  
moduli bo'yicha**

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

**Toshkent – 2022**

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021 yil 25 dekabrda -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, professor, t.f.n., 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.....	4
II.	Modulni o'qitishda foydalaniladigan interfaol ta'lim metodlari.....	12
III.	Nazariy materiallar.....	16
IV	Amaliy mashg'ulot mazmuni .....	49
V	Keyslar banki.....	68
VI	Glossariy .....	71
VII	Adabiyotlar ro'yxati .....	76

# **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, multimediya 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 mikroprosessorli boshqaruvda amalga oshirish, umumsanoat asinxron motorlarining energetik ko'rsatkichlarini yuklanish-ning turli qiymatlarida va ishchi mexanizmlarning tezligini rostdashning iqtisodiy va energiya samarador usullarini va energiya tejamlovchi texnologiyalarini yaratish muammolari bayon etilgan.

### **Modulning maqsadi va vazifalari**

"Energiya tejamkor elektr yuritmalar" modulining maqsadlari: energetika tarmoqlari uchun yangi energiya tejamlovchi texnologiyalari va usullari energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektr yuritmalari 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 ishlab chiqarishni amaliyotda qo'llash usullarini tahlil qilish kabi malaka va ko'nikmalarini shakllantirish.

“Energiya tejamlkor elektr yuritmalari” modulining vazifalari:

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

- Avtomatlashgan energiya tejamlkor elektr yuritmalarning 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**

“Energiya tejamlkor elektr yuritmalari” modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

#### **Tinglovchi:**

- avtomatlashtirilgan elektr yuritmalarning 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 rostdash va tormozlash jarayonlarida energiya tejash usullarini bilish;

- avtomatlashgan energiya tejamlkor elektr yuritmalarning 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**

**“Energiya tejamkor elektr yuritmalar”** 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**

**“Energiya tejamkor elektr yuritmalar”** 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.	O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha hukumat qarorlari.	2	2		
2.	Past kuchlanishli umumsanoat elektr yuritmalarda energiya tejamkorlikka erishishning umumiy yo'nalishlari.	2	2		
3.	Asinxron elektr yuritmalarning energiya tejamkor ish rejimlari ko'rsatkichlarini hisoblash	2	2		
4.	Elektr yuritmaning dinamik rejimlarida quvvat isroflarining kamayishi tahlili	2	2		
5.	Texnologik mashina elektr yuritmalarini silliq ishga tuShuruvchi qurilmalarni hisoblash va tanlash	2		2	
6.	Texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligini rostlovchi chastota o'zgartkichlarin hisoblash va tanlash	2		2	
7.	Texnologik mashina elektr yuritmalarini tezligi rostlanmaydigan ekstremal boshqariladigan katta quvvatli ta'minlovchi nasos agregatining tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron motori elektr va energetik ko'rsatkichlarini hisoblash	2		2	
8.	Katta quvvatli ta'minlovchi nasos agregatining tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron motori elektr va energetik ko'rsatkichlarini hisoblash	2		2	
9.	Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini hisoblash va qurish	2		2	
	<b>Jami:</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	



## **NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

### **1-mavzu: O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha hukumat qarorlari.**

Elektr texnik va elektromexanik tizimlarda kullaniladigan energiya tejamkor texnologiyalar. Elektr texnik va elektromexanik tizimlarda energiya tejash usullari. Energiya tejamkor texnologiyalarning turlari. Energiya samaradorlikni oshirish yullari. Energiya tejamkorlikning ahamiyati. O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha hukumat qarorlari.

### **2-mavzu: Past kuchlanishli umumsanoat elektr qurilmalarida energiya tejamkorlikka erishishning umumiy yo'nalishlari.**

Energiya tejashning asosiy istikbolli yunalishlari. Rivojlangan mamlakatlarda ishlab chikilgan yangi energiya tejamkor texnologiyalar. Sanoat kurilmalarini yuklanish darajasini energiya samaradorlikka ta'siri.

### **3- mavzu: Asinxron elektr yuritmalarning energiya tejamkor ish rejimlari ko'rsatkichlarini hisoblash.**

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

### **4- mavzu: Elektr yuritmaning dinamik rejimlarida quvvat isroflarining kamayishi tahlili.**

Elektr yuritma dinamik rejimlarini optimal boshqarish. Dinamik rejimlardagi kuch isrofi va elektr yuritmaning iste'mol kuchini kamaytirish usullari. Dinamik rejimlarda energetik optimallashtirish usullarini ta'minlovchi texnik echimlar.

## **AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

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

Quvvati 30 kVt bo'lgan kompressorning asinxron motorining nominal ish rejimidagi kuch isroflari hisoblanadi. Ishga tushirish vaqtidagi stator chulg'amidagi kuch isrofi hisoblanadi. Ishga tushirish vaqti aniqlanadi.

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

Ventilyatorning statik tavsifi hisoblanadi, quvvati 15 kVt bo'lgan asinxron motori tabiiy va turli chastota qiymatlari uchun mexanik tavsiflari hisoblanadi va tavsiflari quriladi.

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

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

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

Zamonaviy chastotasi rostlanuvchi asinxron elektr yuritmalarning elektr va energetik ko'rsatkichlarini aniqlash.

**5-amaliy mashg'ulot: Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini hisoblash va qurish.**

Asinxron motorning parametrlarini aniqlash. Mexanik xarakteristikasini qurish.

**TA'LIMNI TASHKIL ETISHNING SHAKLLARI**

Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv material 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;
- ko'chma mashg'ulot.

O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

- jamoaviy;
- guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda);
- Yakka tartibda.

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

**Guruhlarda ishlash** – bu o'quv topshirig'ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o'quv jarayonida kichik guruxlarda ishlashda (2 tadan – 8 tagacha ishtirokchi) faol rol o'ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan ta'limni tashkil etish shaklidir. O'qitish metodiga ko'ra guruhni kichik guruhlarga, juftliklarga va guruhlarora shaklga bo'lish mumkin. *Bir turdagi guruhli ish* o'quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi. *Tabaqalashgan guruhli ish* guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

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

## II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA'LIM METODLARI

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

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

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

*Talabalar:*

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

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

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

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

### Mavzuga qo'llanilishi:

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

#### Rivojlangan va rivojlanayotgan davlatlar uchun xalqaro talablar

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

### «XULOSALASH» (REZYUME, VEER) METODI

**Metodning maqsadi:** Bu metod murakkab, ko'ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o'rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati Shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo'yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo'yicha o'rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o'quvchilarning mustaqil g'oyalari, fikrlarini yozma va og'zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. "Xulosalash" metodidan ma'ruza mashg'ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg'ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

## Metodni amalga oshirish tartibi:



trener-o'qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlariga ajratadi;



trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi zarur bo'lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni тарқатали:



har bir guruh o'ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o'z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo'yicha tarqatmaga yozma havon ciladi:



navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o'z taqdimotlarini o'tkazadilar. Shundan so'ng, trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotlr bilan to'ldiriladi va mavzu vakunlanadi.

## Mavzuga qo'llanilishi:

Elektromexanik tizimlar					
G-M tizimi		KU-M tizimi		CHU-M tizimi	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
<b>Xulosa:</b>					

## “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>Harakatlar 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 chiqishva rostlash tavsiflari ko'rsatkichlarini tajriba yo'li bilan olish					
Elektr mexanik tizimini ishlatish bo'yicha yo'riqnoma yaratish					

## NAZARIY MATERIALLAR

### **1-mavzu: O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha hukumat qarorlari.**

#### **Reja:**

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

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

#### **1. «Energiya tejamkor elektr yuritmalar» fanining predmeti va vazifalari.**

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

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

1973 – 1974 yillarda butun dunyoni keng qamrab olgan energetik krizis ayniqsa bu muammoning qanchalik dolzarb ekanligini yaqqol ko'rsatdi. Rivojlangan mamalakatlarda organik yoqilg'i va elektr energiyani iqtisod qilish maqsadida zudlik bilan davlat dasturlari qabul qilindi va amalga oshira boshlandi.

Sanoati rivojlangan mamlakatlarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar yoqilg'i va energiya resurslarini iqtisod qilish imkoniyatlarining katta ekanligini ko'rsatdi. Evropa iqtisodiy hamkorligi (EIH), Xalqaro energetika agentligi (XEA) va Iqtisodiy



hamkorlik va rivojlanish tashkiloti (IHRT) ning hisob-kitoblariga qaraganda energetika resurslarini qazib chiqarishdan to «foydali energiya» turi sifatida iste'molchilarga etib kelishi oralig'ida 70% isrof bo'lib, faqat 30% gina iste'molchilarga «foydali energiya» sifatida yetib kelar ekan. Agar statistik materiallarga qaraydigan bo'lsak, 1978 yilda sarf bo'lgan 5 mlrd. tonna shartli yoqilg'ining 1,5 mlrd. tonnasigina «foydali energiya» sifatida iste'molchiga etib kelgan xolos.

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

**«Energiya tejamkor elektr yuritmalar»** fanining oldiga qo'yilgan vazifasi ishlab chiqarishning barcha sohalarida qo'llaniladigan elektr mexanik tizimlarning ish rejimlarining asosiy ko'rsatkichi bo'lgan energetik ko'rsatkichlarini elektr motor o'qidagi haqiqiy mexanik quvvati uchun optimal bo'lgan qiymatlariga mos bo'lgan qiymatlarga keltirib ularni boshqarishdan iborat. Buning uchun energiya tejamkor texnologiyalarni yaratish va ishlab chiqarishda elektr mexanik tizimlarni boshqarishda qo'llash zarur. Energiya tejamkor texnologiyalarinig asosini zamonaviy boshqariluvchi o'zgarmas va o'zgaruvchan tok o'zgartkichlari tashkil etib, ularning boshqarish tizimlari mikroprosessorli boshqarishga asoslangan bo'lishi kerak. Bu boshqariluvchi o'zgartkichlarni energiya tejamkor ish rejimlarida boshqarish uchun texnologik jarayondan kelib chiqqan holda dasturlar tuzish hamda ular asosida ularni boshqarish talab etiladi.

## **2 Energiya tejamlovchi texnologiyalarni ommaviy texnologiya mashinalarda qo'llashning ahamiyati.**

Ma'lumki, hozirda deyarli barcha texnologik va elektr texnik qurilma va mashinalarning ijrochi organlarini elektr motorlar tashkil etadi. Butun dunyoda ishlab chiqariladigan elektr energiyaning deyarli 60% asinxron motorlarda mexanik energiyaga o'zgartiriladi. Hozirda yarim o'tkazgich texnikasining rivojlanish natijasida katta tok va kuchlanishda ishlaydigan tranzistorlarning paydo bo'lishi

hamda mikroprocessorli tizimlarning qo'llanish doirasi oshib borishi natijasida boshqariluvchi o'zgarmas tok elektr yuritmalarning qo'llanish doirasi torayib borishi hisobiga o'zgaruvchan tok elektr yuritmalari qo'llanish doirasi kengayib bormoqda, xususan asinxron elektr yuritmalar hisobiga. Ma'lumki, asinxron motorlarning konstruktiv tuzilishi o'zgarmas tok motorlanikiga nisbatan birmuncha sodda va narxi deyarli uch baravar arzon. O'zgartkich texnikasi va mikroelektronikaning rivojlanishi sur'atining tezligi hisobiga yarim o'tkazgichli o'zgaruvchan tok boshqariluvchi o'zgartkichlarning tannarxi tushib borishiga olib kelmoqda va natijada o'zgarmas tok elektr yuritmalari qo'llaniladigan texnologik mashinalar va elektr texnik qurilmalarda asinxron elektr yuritmalar qo'llanishi oshib bormoqda [1]\*.

Ma'lumki, asinxron motorlar **Rotori qisqa tutashtirilgan** va **faza rotorli** turlarga bo'linadi. Asinxron motorlarning tezligini, qutblar juftligi sonini o'zgartirib, stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanishni o'zgartirish, Rotori chulg'amiga qo'shimcha qarshiliklar ulab, stator chulg'ami kuchlanishi (toki) chastotasini o'zgartirib rostdash mumkin. Bu tezlikni rostdash usullari ichida stator kuchlanishi (toki) chastotasini o'zgartirib asinxron motor tezligini eng iqtisodiy jihatdan eng ma'qul usuldir.

Bu usulda asinxron motorlarning tezligini rostdash dunyo amaliyotida juda keng qo'llanilib kelmoqda. O'tgan asrning elliginchi yillarida O'zbekiston fanlar Akademiyasining "Energetika va avtomatika" ilmiy-tekshirish instituti ilmiy xodimlarining akademik. Xomidxonov M.Z. rahbarligidagi tezligi chastotani o'zgartirib rostdanadigan asinxron elektr yuritmalarining nazariy asoslarini yaratish, tadqiqot qilish va ishlab chiqarishga qo'llash bo'yicha olib borilgan ishlari jahon olimlarning olib borayotgan ilmiy izlanishlari bilan bir qatorda bo'lgan edi. Natijada akad. Homidxonov M.Z. tomonidan tezligi chastotani o'zgartirib rostdanadigan asinxron elektr yuritmalarni keng ilmiy tadqiqot qiluvchi ilmiy maktab yaratildi va bu o'z navbatida O'zbekistonda fan va texnikaning ushbu sohasining rivojlanishiga olib keldi. Kadrlar tayyorlandi, ilmiy maqolalar, monografiyalar chop etildi.

---

\* [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. P. 1-2.

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

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

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

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

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

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

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

- SOLCON (Isroil),
- TOSHIBA (Yaponiya),
- SIEMENS (Germaniya),
- DELTA (Xitoy),
- ABB (Yevropa) va boshq.

### **3 O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha xukumat qarorlari.**

O'zbekiston Respublikasi mustaqillika erishgandan so'ng MDH davlatlari ichida birinchilardan bo'lib 1997 yili «Energiyadan ratsional foydalanish to'g'risida» qonun va uni hayotga tatbiq qilish uchun davlat dasturi qabul qilindi. Bu dasturdan o'rin olgan energiya tejamkorlik yo'nalishidagi barcha tadbirlar izchillik bilan amalga oshirilib kelmoqda. Bu qabul qilingan qonun energetika resurslaridan foydalanish va

ishlab chiqarishning hamma sohalarida barcha energiya turlaridan tejamkorlik bilan foydalanish va Shuningdek energetikaning shu dolzarb sohasi bo'yicha kadrlar tayyorlash uchun ham huquqiy asos bo'lib xizmat qilmoqda.

2015 yil 5 may № O'zbekiston respublikasi Prezidentining PP-2343 Farmoni «2015 – 2019 yillarda iqtisodiyotning barcha sohaları va ijtimoiy turmushda energiya iste'molini kamaytirish va energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash» e'lon qilindi. Bu farmonda sanoat qurilmalari va texnologik qurilma va tizimlarda energiyadan samarali foydalanish usullari va uni tashkil etish hamda noan'anviy tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish asoslari ko'rsatib berilgan.

Hozirda O'zbekistonda noan'anviy elektr energiya manbalarini o'zlashtirish bo'yicha amaliy ishlar olib borilmoqda. Quyosh energiyasidan foydalanish maqsadida katta loyihalar bajarilmoqda. Katta quvvatli quyosh batareyalarida ishlaydigan stansiyalarning namunaviy elektr statsiyalar Samarqand viloyatida qurilishi mo'ljallanmoqda.

#### **Nazorat savollari:**

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

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

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

## **2-mavzu: Past kuchlanishli umumsanoat elektr qurilmalarida energiya tejamkorlikka erishishning umumiy yo'nalishlari.**

### **Reja:**

1. Energiya tejamkorlikka erishishning asosiy yo'nalishlari
2. Rivojlangan horijiy ishlab chiqaruvchilarning energiya tejamkor texnologiyalari
3. Sanoat qurilmalari yuklanganlik darajasining energetik samaradorligiga ta'siri

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

### **1.Energiya tejamkorlikka erishishning asosiy yo'nalishlari.**

Jamiyat tarakkiyotining ob'ektiv qonuniyatlari mehnatning energiya bilan ta'minlanish darajasininng tinmay o'sib borishini taqozo kiladi. Bunda texnik taraqqiyotning ko'pgina yo'nalishlari ishlab chiqarishda energiyadan foydalanishning samaradorligini oshirishga, ya'ni energiya tejamkorligiga qaratilgandir.

Ishlab chiqarishda energiyadan tejamkorlik bilan foydalanishni amalga oshirish, odatda ikki yunalishda olib boriladi.

**Birinchi yo'nalish** – ishlab chiqarilayotgan tayyor mahsulotga to'g'ri keladigan energiya miqdori qiymatini kamaytirish, ya'ni organik va yadro yoqilg'i, elektr va issiqlik energiyalarini iqtisod qilishdan iboratdir. Buning uchun quyidagilarni amalga oshirish maqsadga muvofiq bo'ladi:

– texnologik va ishlab chiqarish intizomini yuqori darajaga ko'tarish va energiya resurslaridan tejamkorlik bilan foydalanish;

– issiqlik va elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish, o'zgartirish, saqlsh va iste'molchilarga tarqatiishdagi sodir bo'ladigan isrofgarchiliklarni kamaytirish;

– asosiy energetik va texnologik qurilma va majmualarni yangilash, qayta qurish va zamonaviy energiya tejamkor bo'lgan qurilma va majmualar bilan almashtirish;

– sanoatning kam energiya sarf bo'ladigan tarmoqlarini rivojlantirish, mashinasozlik mahsulotlari sifatini hamda ishlash muddatlarini oshirish, materiallar sarfini kamaytirish, energiya tejamkorligiga qaratilgan ishlab chiqarishning ichki boshqaruv tizimlarini takomillashtirish.

**Ikkinchi yo'nalish** – energetika ishlab chiqarish tizimlarining o'zini va energetika balansini takomillashtirish, ish unumdorligini oshirish, Shuningdek qimmat va noyob materiallarning o'rnini bosadigan, nisbatan arzon va noyob bo'lmagan materiallar bilan almashtirish natijasida energetika xo'jaliklarida iqtisodiy samaradorlikka erishish. Qo'shimcha energoresurslardan foydalanish natijasida ishlab chiqarilayotgan mahsulotning sifati, ishonchliligi va ishlash muddatining oshishi yoki iste'molchilarning talablarini qondiradigan yangi mahsulotlarni ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish, mehnat muhofazasi va ish sharoitlarini yaxshilash, insonlarning turmushini yaxshilash va ekologik muhitga bo'ladigan salbiy ta'sirlarni kamaytirish kabi natijalarga intilib, iqtisodiy samaradorlikka erishish uchun zarur bo'lgan harakatlar ham Shu yo'nalishga kiradi. Iqtisodiy samaradorlik qilinadigan sarflardan yuqori bo'lgan holdagina bunday sa'yi harakatlar energiya tejamkorlik yoki resurs tejamkorlik xarakteriga ega bo'ladi.

Iste'molda bo'lgan mahsulotlar o'rniga qo'shimcha energiya sarf qilib o'rniga – o'rin mos materiallar ishlab chiqarib, bu yangi materiallarni ishlab chiqarishda qo'llash energiya resurs iqtisodiga va ishlab chiqariladigan harajatlarni kamaytirishi natijasida iqtisodiy samaradorlikning oshishi, sarf bo'lgan qo'shimcha energiya narxidan yukori bo'lsagina, bu harajat energiya tejamkorligiga kiradi.

Energiya tejamkorlik siyosati ishlab chiqarishning umumiy samaradorligini oshirish vositasi sifatida energiya ishlab chiqarish va iste'molchilarning bundan unumli foydalanishlarigacha bo'lgan barcha keng ko'lamdagi harakatlarni o'z ichiga oladi.

Jamiyatning issiqlik va elektr energiyaga bo'lgan haqiqiy ehtiyoji, uning hayot tarzi, iqlimiy sharoiti va texnik rivojlanish darajasi bilan belgilanadi.

Energoresurlarning eng oxirgi bo'g'inidagi o'zgartirilgan so'nggi energiyaning bevosita texnologik qurilma va majmualarda, maishiy hayotda va transportda qo'llanishi bilan esa jamiyatning taraqqiy etganlik darajasi belgilanadi.

Ishlab chiqarishning energiyaga bo'lgan ehtiyojini o'zgartirish uchun jamiyatning noenergetik ishlab chiqarish kuchlariga ta'sir qilmoq kerak. Iste'molchilarning energiyani iqtisod qilishi tom ma'nodagi energiya tejamkorligini bildiradi, ya'ni xalk xo'jaligining haqiqiy energiya sarfi mikdorini kamaytirish demakdir.

Ishlab chiqarishning barcha soxalarida energiya tejamkorligiga erishishda fan va texnikaning roli beqiyosdir. ya'ni energiya tejamkor texnologiya va jarayonlarni ishlab chiqarishda qo'llaniishi, albatta ilmiy izlanishlarning natijasi bo'lmog'i kerak. Jumladan, elektr energiyadan unumli foydalanish avvalambor elektr yuritmalarda energiya tejamkor motorlarni qo'llash, yuklanishlarni rostlash, yuklanish darajasiga qarab iste'mol kilinayotgan aktiv va reaktiv quvvatini rostlash, quvvat isrofini kamaytirish, optimal boshqarish va Shu kabi o'nlab dolzarb masalalarni echimini topish faqat ilmiy izlanishlar va konstruktorlik faoliyatlar bilan bog'liqdir.

Ishlab chiqarish qurilma va mashinalarida elektr energiyani **passiv iqtisod qilish** tuShunchasi, bu – elektr yuritmalar uchun qo'shimcha sarmoyalar sarf qilmasdan elektr energiyadan samarali foydalanish demakdir. Bunday iqtisod qilishni turlari quyidagilardan iborat bo'lishi mumkin:

Elektr tarmog'idan iste'molchilarga uzatilayotgan elektr energiya ko'rsatkichlarining davlat standartlariga mos bo'lishi, quvvat bo'yicha to'g'ri tanlangan elektr motorlarini energiya tejamkorlik rejimiga juda yakin rejimda ishlashi imkonini yaratadi. Shuni e'tirof etish kerakki, hozirgi paytga kelib kuchlanish, chastota, amplituda va h. k. ko'rsatkichlarning ruxsat etilgan qiymatlari energiya tejamkorlik nuqtai nazaridan zamon talablariga mos kelmay qolgan va bu sohada yangi davlat standartlari qabul qilish maqsadga muvofiq keladi.

Ishlab chiqarish qurilma va mashinalarning elektr qiymatlari elektr motorlarini quvvati bo'yicha to'g'ri va ishlab chiqarish sharoitiga mos keluvchi elektr motorlar tanlash energiya tejamkorlik nuqtai nazaridan muhim masaladir. Tanlangan motorni ishlatishda yuqori F.I.K. da bo'lishiga erishish maqsad qilib qo'yilgan bo'lishi kerak. Motorning yuklanish momenti va mexanik tavsifi asosiy mezon bo'ladi.

Yuklanishning turg'un momenti motorda turg'un issiqlik rejimini yuzaga keltiradi. Motor pasportida keltirilgan nominal quvvat motorning ruxsat etilgan darajadan qizishini ta'minlaydi va qo'llanilgan izolyasiya sinfiga to'g'ri keladigan haroratdan oshib ketmasdan uzoq muddat ishlashini kafolatlaydi. Motordagi quvvat isrofi natijasida hosil bo'ladigan turg'un qiziganlik darajasi uning ishlash muddatiga albatta ta'sir qilmaydi.

Biroq motor pasportidagi quvvat ishlab chiqarish qurilmasi yoki mashinasining yuklanish quvvatiga hamisha ham mos kelavermaydi. Nema standartlari bo'yicha himoyalangan motorlar uchun nominal yuklanganlik koefitsienti 1,15 ga tengdir, ya'ni qisqa muddatga motorlarni Shuncha marta ortik quvvatli rejimda ishlatishga ruxsat etiladi. Motorning qizishi esa ruxsat etilgan haroratdan oshmaydi. Bu esa iste'molchiga iqtisodiy nuqtai nazardan ma'qul motor tanlash imkonini beradi. Motorning yuklanganlik koeffitsientidan to'g'ri foydalanganda narxi pastroq bo'lgan motorni qo'llab ham elektr energiyadan iqtisod qilish mumkin.

Elektr energiyani **aktiv iqtisod** qilish passiv iqtisod qilishdan farqi Shundaki bu jarayon qo'shimcha texnik vosita va moslamalar yordamida ishlab chiqarish qurilma va mashinalarda elektr energiyadan yanada samarali foydalanish imkonini yaratishdan iboratdir. O'z navbatida elektr energiyadan aktiv iqtisod qilish elektryuritmalardagi yuklanishlarni rostlash, optimal boshqarish va salt yurishni chegaralash kabi vazifalarni qo'shimcha texnik vositalar yordamida bajarishga bo'linadi. Bundan tashqari ishlab chiqarish qurilma va mashinalarning tezligi rostlanmaydigan elektr yuritmalarini tezliklari rostlanuvchi elektryuritmalar bilan almashtirish elektr energiyani



aktiv iqtisod qilish asosini tashkil etadi. Tezligi rostlanadigan va rostlanmaydigan elektryuritmalarining energetik ko'rsatkichlari yuklanganlik darajasiga qarab optimallashtiruvchi texnik vositalar yordamida elektr energiyani iqtisod qilish aloxida bir yo'nalish bo'lib, bu sohada keng imkoniyatlar mavjudligini ko'rsatadi.

Mavjud ishlab turgan motorlarni energiya tejamkor motorlarga almashtirilib, elektryuritmaning boshqaruv qismini o'zgartirmagan holda ishlatish natijasida energiya tejash mumkin.

## **2. Rivojlangan xorijiy ishlab chiqaruvchilarning energiya tejamkor texnologiyalari.**

O'tgan asrning saksoninchi yillaridan boshlab AQSH, Germaniya, Angliya, Fransiya, Yaponiya va boshqa sanoati rivojlangan mamlakatlarda FIK va quvvat koeffitsientlari yuqori bo'lgan asinxron motorlarni loyihalash va ishlab chiqarish ishlari amalga oshira boshlandi. Bunday energiya tejamkor asinxron motorlarni loyihalashda ulardagi quvvat isroflarini kamaytirish asosiy mezon bo'ldi.

Asinxron motorlarni loyihalash jarayonida uning asosiy tarkibiy qismlarida sodir bo'ladigan quvvat isroflarini kamaytirish uchun quyidagi murakkab va ko'pincha bir-biriga zid bo'lgan texnik echimlarni topish talab etiladi:

Stator chulg'amlaridagi simlarning ko'ndalang kesim yuzalarini kattalashtirish hisobiga chulg'amlarning aktiv qarshiligini kamaytirish va natijada stator chulg'amlaridagi aktiv quvvat isrofini kamaytirishga erishiladi. Bu usulning asosiy kamchiligi – chulg'am simlarining stator ariqchalariga joylashtiriladigan hajmi oshishi natijasida motorning geometrik o'lchamlari kattalashadi;

Stator ariqchalaridagi o'ramlar sonini kamaytirish natijasida stator chulg'amlaridagi aktiv quvvat isrofini kamaytirishga erishiladi. Bu usulning kamchiligi – magnit induksiyasining yuqoriroq darajada bo'lishi va ishga tushirish tokining katta bo'lishidir. Magnit induksiyasining oshishi motor magnit tizimida quvvat isrofining oshishiga va quvvat koeffitsientining kamayishiga olib keladi. Ikkinchi tomondan asinxron motor magnit maydonining kuchlanganligi rotordagi

quvvat isrofining kamayishiga olib keladi. Agar o'ramlar sonini kamaytirish sonini optimal qiymatgacha kamaytirsak, natijada motorning FIK oshishiga erishiladi;

Rotor va stator orasidagi havoli tirqich o'lchamini oshirish hisobiga magnit maydanining yuqori chastotali garmonik tashkil etuvchilari hosil qiladigan quvvat isroflari qiymati kamayadi. Biroq havoli tirqich o'lchamining oshishi quvvat koeffitsientining kamayishiga sabab bo'ladi;

Tarkibida kremniy ko'p bo'lgan elektrotexnik po'lat listlardan tayyorlangan magnit o'zaklarni qo'llash gisterezis quvvat isroflarining kamayishiga olib keladi. Bunday po'latning magnit qarshiligi uglerodli po'latga nisbatan yuqoriroq bo'ladi. Bunday texnologik echimning kamchiligi – motor quvvat koeffitsientining biroz kamayishi;

Motorning magnit o'zaklari uchun juda yupqa po'latlarni qo'llash, uyurma toklardan hosil bo'ladigan quvvat isroflarining kamayishiga olib keladi;

Rotori qisqa tutashtirilgan asinxron motorlarning rotorlar uchun mavjud bo'lgan ko'ndalang kesimi katta bo'lgan sterjenlarni qo'llash, ularning elektr o'tkazuvchanligini oshiradi va pirovardida rotordagi aktiv quvvat isroflari kamayadi. Qisqa tutashtirilgan rotor qarshiligining qiymati motorni ishga tushirish toki va momentiga katta ta'sir etadi. Motor hosil qilayotgan aylantirish momenti hamda ishga tushirish kuchlanishi (ishga tushirish tokining juda katta qiymatga ega bo'lishi hisobiga) Shunday qiymatgacha kamayishi mumkinki, natijada motor nominal tezligigacha eta olmay qoladi;

Rotor ariqchalari joylashishi nomosligini yo'qotish qo'shimcha quvvat isroflarining kamayishiga olib keladi. Bu nomoslik odatda ba'zi garmonikalarni yo'qotish yoki ta'sirini kamaytirish maqsadida ataylab qilinadi. Ammo rotordagi ariqchalar joylashuvi nomunosibligini butunlay yo'qotish, motor ishlayotganida hosil bo'ladigan shovqin darajasining 2-5 dB gacha ko'tarilib ketishiga sabab bo'lishi mumkin;

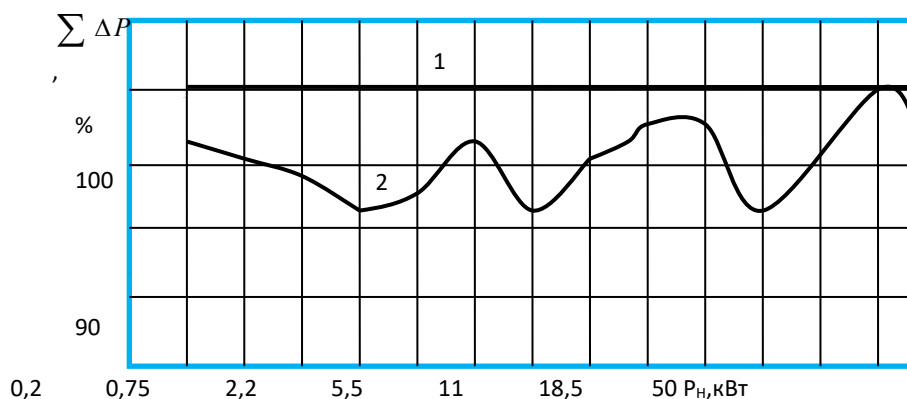
Rotor sterjenlari izolyasiyasining yupqa plastinkalardan tayyorlanishi, rotordagi siljish toklarining kamayishiga olib keladi va natijada rotordagi elektr energiya isrofi kamayadi. Rotor chulg'ami alyuminiy sterjenlardan iborat bo'lganida,

bu sterjenlarning magnit o'zagiga o'rnatishdan avval anodlashtirilishi natijasida ularning yuzasi yupqa po'lat plastinkalar bilan qoplanadi.

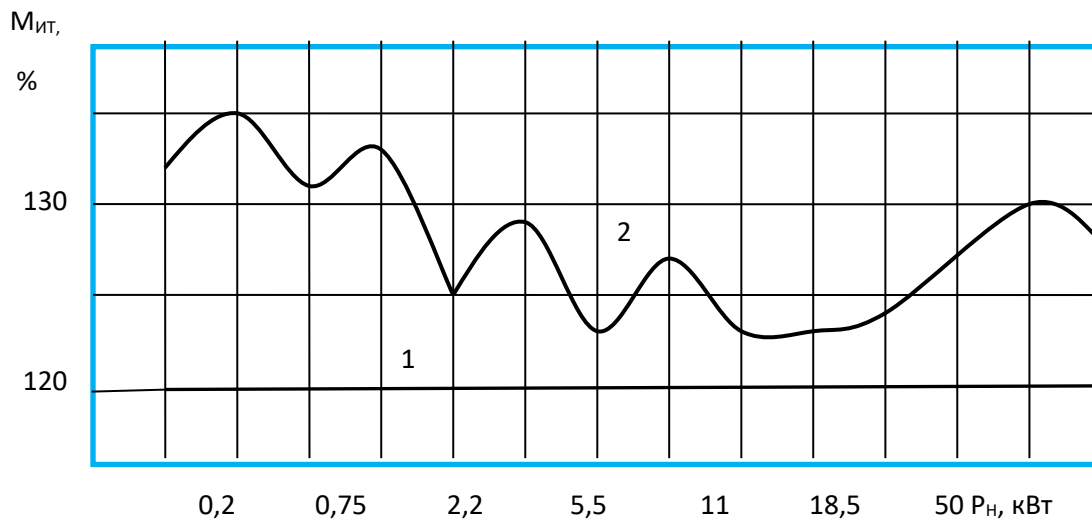
Masalan, hozirda Toshiba (Yaponiya) firmasi uch fazali asinxron motorlarning yangi energetik ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan seriyasini ishlab chiqarib, iste'molchilarga etkazib bermoqda. Bu asinxron motorlarni ishlab chiqarishda yuqori sifatli va xususiyatlari yaxshilangan elektrotexnik po'lat va izolyasion materiallardan foydalanilganligi va Shuningdek yangi texnologiyaning qo'llanilishi sababli motorlarning ishga tushirish va ishchi tavsiflari yaxshilangan, tavsiflarning stabilligi oshirilgan, geometrik o'lchamlari va og'irliklari birmuncha kamaygan.

Motor staninasi qovurg'alarining uzun va kalta o'lchamlardan iborat ekanligi va ularning o'zaro ketma-ketlikda joylashganligi stanina issiqlik uzatish yuzasining kengayishiga va issiqlik uzatishning jadallashishiga olib kelgan. Qovurg'alar va ventilyatorning optimal o'lchamlari havo oqimining shovqin darajasiga ta'sirini hisobga olgan holda tanlangan.

Bu yangi seriyada ishlab chikarilayotgan motorlarning asosiy xususiyatlaridan biri ularda quvvat isrofi standart ishlab chiqarilayotgan motorlarnikiga nisbatan 10-20% ga kam va Shu bilan birga ularning moment tavsiflari yaxshilangan (2.1– va 2.2–rasmlar).



2.1–rasm. Yangi seriya bo'yicha ishlab chiqarilayotgan (2) va standart (1) asinxron motorlar quvvat isroflarining qiyosiy tavsiflari



2.2–rasm. Yangi seriya bo'yicha ishlab chiqarilayotgan (2) va standart (1) asinxron motorlar ishga tushirish momentlari minimal qiymatlarining qiyosiy tavsiflari

Standart va yangi seriya elektr motorlarida quvvat isroflarining qanday taqsimlanganligi 2.1–jadvalda qiyosiy tarzda keltirilgan. Yangi seriyadagi asinxron motorlarda stator va rotor chulg'amlaridagi va po'latidagi quvvat isroflarini kamaytirish maqsadida yuqori sifatli po'lat turlari qo'llanilgan va materiallardan unumli foydalanish ko'effitsienti oshirilgan.

Yangi asinxron motorlarda stator ariqchalarining ko'ndalang kesimi yuzalarini kamaytirib, ariqchalarning to'ldirish ko'effitsientini oshirish hisobiga magnit o'zak kesim yuzasini oshirishga erishilgan va natijada quvvat isrofi kamaytirilgan. Chulg'amlarni ariqchalarga joylashtirishda yangi texnologiyani qo'llash natijasida ariqchalarni to'ldirish ko'effitsientini 10-20% ga oshishiga erishilgan va natijada po'latdagi quvvat isroflari 8% ga kamaygan.

Yangi seriyadagi motorlarda qo'shimcha quvvat isroflarini kamaytirish uchun ariqcha izolyasiyasini tayyorlashda alohida texnologiyadan foydalanilganligi va rotorning tashqi yuzasi qisman jilvirlanganligi sababli bu quvvat isroflarini qariyb 7% ga kamayishiga erishilgan.

Yangi seriyadagi asinxron motorlarning ishonchliligini va ishlash muddatini oshirish maqsadida Toscoat rusumidagi yuqori darajadagi ishonchli izolyasiya qo'llanilgan. Podshipniklarning uzoq muddat normal ish rejimida ishlashi yuqori haroratga chidamli maxsus moylar bilan moylab turish hisobiga erishiladi.

2.5–jadvalda uch fazali, juft qutblar soni  $2p = 4$  bo'lgan nominal quvvatlari 0,75 kVt va 18,7 kVt bo'lgan standart va yangi seriyadagi asinxron motorlarning energetik ko'rsatkichlarining qiyosiy tavsiflari keltirilgan. Bu asinxron motorlarda FIK oshishi chulg'am qarshiliklarini va magnit tizimidagi quvvat isroflarini kamaytirish hisobiga erishilgan. Stator va rotor o'zaklari yuqori sifatli po'latdan yasalgan; stator va rotor chulg'amlarida mis va alyuminiy miqdori oshirilgan; ariqchalarning o'lchamlari va stator va rotor oralig'idagi havoli tirqichning o'lchamlari optimal qiymatlarga keltirilgan.

2.1–jadval

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

№	Asosiy quvvat isroflari	Standart asinxron motor (% larda)	Yangi seriyadagi asinxron motor (% larda)
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

2.2–jadval

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

Motorning nominal quvvati, kVt	Standart bo'yicha ishlab chiqarilayotgan motor		Yangi seriyada ishlab chiqarilayotgan motor	
	FIK, %	$\cos \varphi$	FIK, %	$\cos \varphi$
0,75	76	0,71	81,5	0,84
18,7	89	0,83	91,0	0,865

Bu motorlarning energetik ko'rsatkichlari yuqori bo'lishi bilan bir qatorda kam qiziydi (bu esa motorning ishlash muddati uzoqroq bo'lishiga olib keladi), ishlaganida kam shovqin chiqarib ishlaydi, quvvat koeffitsienti motorga berilayotgan kuchlanishning sifat ko'rsatkichlariga bog'liqligi sust. To'g'ri, standart motorlarga nisbatan narxi yuqori bo'ladi, ammo ikki yil ekspluatatsiya qilinishi davomida iqtisod qilingan elektr energiya hisobiga to'liq o'zini oqlaydi.

Xozirda Fransiyaning Jeumont-Schneider firmasi ishlab chiqarayotgan FNBB, TNBB, RNBB, I STAND, TNCB, PNCB seriyadagi asinxron motorlarning hamda Germaniyaning Helmke va Brown Boveri firmalari ishlab chiqarayotgan DSOR, DKOK va boshqa seriyadagi asinxron motorlarning, Shuningdek Universal Electric (AQSH) firmasi kabi o'nlab elektromashinasozlik sohasidagi etakchi firmalar ishlab chiqarayotgan asinxron motorlarning foydali ish va quvvat koeffitsientlari standart asinxron motorlarnikiga nisbatan mos ravishda 7-8% va 18-21% gacha yuqoridir.

### **3. Sanoat qurilmalari yuklanganlik darajasining energetik samaradorligiga ta'siri**

Asinxron motor statori chulg'amlarini «uchburchak» ulanishdan «yulduzcha» ulanishga o'tkazish, nominal yuklanishdan ancha kam yuklanish bilan ishlayotgan asinxron motorlarning quvvat koeffitsientini oshirish maqsadida qo'llaniladi. Shunda faza kuchlanishining  $\sqrt{3}$  marta kamayishi natijasida salt yurish toki va reaktiv magnitlanish quvvati kamayadi. Yuklanishning o'zgarmas qiymatida kuchlanishning kamayishi natijasida rotordagi tokning qiymati oshadi va bundan tashqari tarmoq kuchlanishi bilan keltirilgan rotor toki orasidagi burchak kattalashadi. Shu sababli ham reaktiv sochilma quvvat qiymati oshadi. Bundan tashqari, rotor tokining oshishi rotor chulg'amidagi quvvat isrofining oshishiga va pirovardida rotor chulg'aming yuqoriroq darajada qizishiga sabab bo'ladi. [3]<sup>†</sup>.

Stator tokining qiymati  $I_1 = \sqrt{I_2'^2 + I_\mu^2}$  ekanligini hisobga oladigan bo'lsak, motorning yuklanish darajasiga qarab, stator chulg'amlarining «yulduzcha»

---

<sup>†</sup> [3]. 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. P. 2-5

ulanishdagi qiymati «uchburchak» ulanishdagiga nisbatan katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Stator chulg'amlarini «yulduzcha» ulanishga o'tganimizda sirpanishning qiymati nominal qiymatidan 3 martadan ortiq qiymatga ega bo'ladi, biroq motorning burchak tezligi sezilarli darajada o'zgarmaydi va Shuning uchun ham ishchi mexanizmning ish unumdorligiga sirpanish o'zgarishining ta'siri kam bo'ladi.

Motor hosil qilayotgan momentning maksimal qiymati 3 martaga kamayadi. Shuning uchun, motorning turg'un ishlashini ta'minlash maqsadida motor validagi yuklanishni nominal qiymatiga nisbatan 3 marta kamaytirish lozim. Shunda sirpanishning qiymati nominalga teng bo'ladi va rotor toki  $\sqrt{3}$  martaga kamayadi. Agar motor validagi yuklanish ishlashi davomida siltab o'zgarmasdan sokin bo'lib tursa, u holda stator chulg'amlari «yulduzcha» ulanganida, motorning yuklanganlik xususiyatining eng kichik qiymatidan kelib chiqqan holda  $b_c = 1,3 \div 1,4$  ga teng yuklanganlikda ishlatish mumkin.

Bu holda yuklanish momentining eng katta qiymatini aniqlashda rotor tokining qiymati nominal qiymatidan oshib ketmasligi asos bo'lishi kerak va u quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\mu_c = \frac{\sqrt{2b_H (b_H + \sqrt{b_H^2 - 1}) - 3}}{\sqrt{3} (b_H + \sqrt{b_H^2 - 1})}. \quad (2.1)$$

Nominal yuklanishdan kam yuklanish bilan ishlayotgan asinxron motorning stator chulg'amlarini «yulduzcha» ulanishga o'tkazishning samaradorligini aniqlash uchun albatta reaktiv va aktiv quvvat isroflarining o'zgarishlarini tahlil qilish zarur.

Stator chulg'amlarini «yulduzcha» ulanishga o'tkazganimizda kuchlanishning  $\sqrt{3}$  marta kamayishi natijasida magnitlanish toki deyarli 2 marta va reaktiv magnitlanish quvvati ham deyarli 3,5 martaga kamayadi. Sochilma reaktiv quvvatning qiymati esa kuchlanish darajasining 2 dan kattaroq qiymatiga teskari proporsional ravishda 3 martadan ko'proqqa oshadi.

Stator chulg'amlarini «yulduzcha» ulanishga o'tkazganimizda, motor validagi yuklanishning o'zgarmas qiymatida, stator po'latidagi quvvat isrofi o'rtacha 3 martaga kamayadi, rotordagi aktiv quvvat isrofi esa rotor tokining oshishi hisobiga

oshib ketadi. Stator chulg'amidagi aktiv quvvatning oshish yoki oshmasligi stator tokiga bog'liqdir.

Bir nechta misollarda stator chulg'amlarini «uchburchak» ulanishdan «yulduzcha» ulanishga o'tkazishning maqsadga muvofiqligi yoki muvofiq emasligini ko'rib chiqamiz.

**2.2 – misol.** Nominal quvvati  $R_{IN} = 4,5$  kVt bo'lgan Rotori qisqa tutashtirilgan asinxron motorning berilgan nominal texnik ko'rsatkichlari quyidagi qiymatlarga ega:  $U = 380/220$  V;  $I_{IH} = 9,36/16,2$  A;  $\cos \varphi_H = 0,86$ ;  $n_H = 1428$  ayl/min;  $b_H = 2$ ;  $I_{0H}/I_{IH} = 0,27$ ;  $I_{2H}/I_{IH} = 0,9$ . Quvvat isroflari:  $\Delta P_{MEX} = 66$  Vt;  $\Delta P_{IH} = 145$  Vt; qo'shimcha quvvat isroflarini ham birga hisoblaganda  $\Delta P_{1H} = 371$  Vt;  $\Delta P_{2H} = 229$  Vt. Stator chulg'amlari «yulduzcha» ulangan asinxron motorni 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulaganimizda  $I_0 / I_{0H} = 0,128$  ga teng.

Motor validagi yuklanish  $\mu_C = 0,5$  bo'lganida stator chulg'amlarining «uchburchak» va «yulduzcha» ulangan holatlari uchun asinxron motordagi quvvat isroflari va reaktiv quvvat iste'mollarini hisoblash talab etiladi.

(2.6) formula yordamida motorning moment bo'yicha yuklanganlik ko'rsatkichini hisoblaymiz:

$$b_C = b_H / \mu_C = 2 / 0,5 = 4.$$

(2.18) bo'yicha keltirilgan rotor tokining nisbiy qiymatini hisoblaymiz:

$$\frac{I_2}{I_{2H}} = \sqrt{0,5 \frac{2 + \sqrt{2^2 - 1}}{4 + \sqrt{4^2 - 1}}} = 0,485.$$

(2.21) bo'yicha keltirilgan rotor toki bilan tarmoq kuchlanishi orasidagi burchakning sinusini aniqlaymiz:

$$\sin \varphi = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 4(4 + \sqrt{4^2 - 1})}} = 0,126.$$

Reaktiv quvvat

$$Q_H = \sqrt{3} \cdot 0,22 \cdot 16,2 \cdot (0,9 \cdot 0,485 \cdot 0,126 + 0,27) = 2 \text{ kVar}.$$



(2.26) bo'yicha stator tokini hisoblaymiz

$$I_1 = 16,2 \sqrt{(0,9 \cdot 0,485 \cdot 0,126 + 0,27)^2 + 0,9^2 \cdot 0,485^2 \cdot 0,992^2} = 8,75 \text{ A.}$$

Sirpanishni hisoblaymiz

$$s = s_H \frac{b_H + \sqrt{b_H^2 - 1}}{b_H / \mu_C + \sqrt{(b_H / \mu_C)^2 - 1}} = 4,8 \frac{2 + \sqrt{2^2 - 1}}{4 + \sqrt{4^2 - 1}} = 2,27\%.$$

Umumiy quvvat isrofi

$$\sum \Delta R = 66 + 145 + 371 \frac{8,75^2}{16,2^2} + 229 \cdot 0,485^2 = 373 \text{ Vt.}$$

Quvvat koeffitsienti

$$\cos \varphi = \frac{2,25 + 0,373}{\sqrt{2^2 + (2,25 + 0,373)^2}} = 0,8.$$

Yuklanishning Shu qiymati uchun stator chulg'amlarini «yulduzcha» ulaganimizda:

$$b_{CH} = \frac{b_H \gamma^2}{\mu_C} = \frac{2}{0,5 \cdot 3} = 1,33; I_2 / I_{2H} = \sqrt{0,5 \frac{2 + \sqrt{2^2 - 1}}{1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1}}} = 0,92.$$

$$\sin \varphi = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 1,33 (1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1})}} = 0,413; \cos \varphi = 0,911;$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot 0,22 \cdot 9,36 (0,9 \cdot 0,92 \cdot 0,413 + 0,128) = 1,67 \text{ kVar};$$

$$I_{1H} = 9,36 \cdot \sqrt{(0,9 \cdot 0,92 \cdot 0,413 + 0,128)^2 + 0,9^2 \cdot 0,92^2 \cdot 0,911^2} = 8,26 \text{ A};$$

$$s = 4,8 \cdot \frac{2 + \sqrt{2^2 - 1}}{1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1}} \cdot 100\% = 8,1\%; \sum \Delta R = 66 + \frac{145}{3} + 371 \frac{8,26^2}{9,36^2} +$$

$$+ 229 \cdot 0,92^2 = 598 \text{ Vt}; \cos \varphi = \frac{2,25 + 0,598}{\sqrt{1,67^2 + (2,25 + 0,598)^2}} = 0,86.$$

Shunday qilib, motor validagi yuklanish  $\mu_C = 0,5$  bo'lganida stator chulg'amlarini «uchburchak» ulanishdan «yulduzcha» ulanishga o'tkazganimizda motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvati  $2 - 1,67 = 0,33$  kVar ga kamaydi va quvvat koeffitsienti 0,8 dan 0,86 ga ko'tarildi, biroq aktiv quvvat isrofi  $598 - 373 = 225$  Vt ga oshdi. 1 kVar reaktiv quvvat iste'moliga 0,695 kVt aktiv

quvvat isrofi to'g'ri kelmoqda, bu esa energiya tejamkorlik shartlarini mutlaqo qanoatlantirmaydi.

### **Nazorat savollari:**

1. Energiya tejamkorlikka erishishning qanday yo'nalishlari bor?
2. Qanday horijiy energiya tejamkor texnologiyalarni O'zbekiston sharoitida qo'llash maqsadga muvofiqdir?
3. Sanoat qurilmalari yuklanganlik darajasining energetik samaradorligiga ta'siri qanday?

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
2. A.A. KhaShumov, I.K. Pampias. Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.
3. Xashimov A.A., Mirisaev A.U., Kan L.T. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.

### **3-mavzu: Asinxron elektr yuritmalarning energiya tejamkor ish rejimlari ko'rsatkichlarini hisoblash**

#### **Reja:**

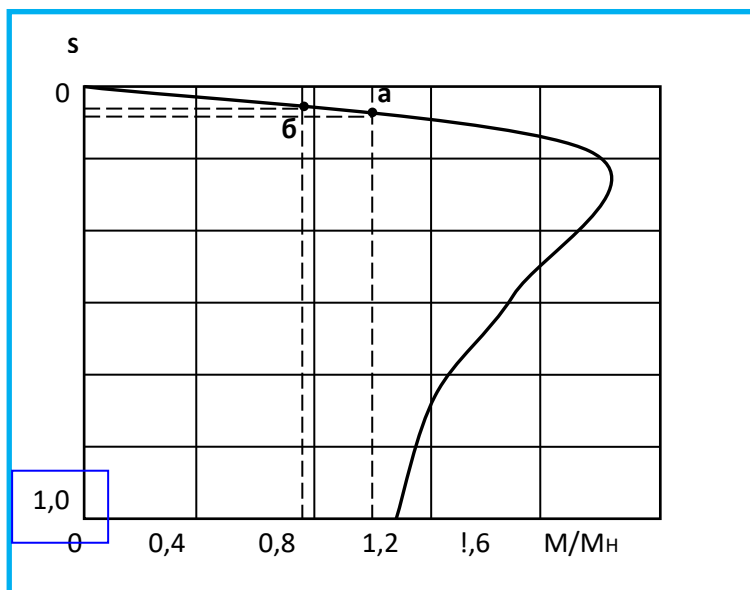
1. Asinxron elektr yuritma energiya tejamkorlik ish rejimining fizik asosi
2. Elektr yuritmaning ekstremal rejimi tuShunchasi
3. Elektr yuritma energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish

**Tayanch 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.

#### **1. Asinxron elektr yuritma energiya tejamkorlik ish rejimining fizik asosi.**

Asinxron elektr yuritmaning energiya tejamkorlik ish rejimining fizik asosi asinxron motorning ishlash asosi bilan bog'liqdir. Ma'lumki, asinxron motor nominal ish rejimida ishlayotgan paytda asinxron motorning hosil bo'lgan elektr magnit

momenti ishchi mexanizm ijrochi organining statik momentiga teng bo'ladi. Shunda asinxron motorning barcha elektr, energetik va mexanik ko'rsatkichlari uning pasportida keltirilgan ko'rsatkichlariga teng bo'ladi (1 – rasdagi **a** nuqta).



1 - rasm. Asinxron motorning tabiiy mexanik tavsifi

Ma'lum sabablarga ko'ra asinxron motor o'qidagi mexanik yuklanish kamayib, asinxron motor tabiiy mexanik tavsifining **b** nuqtasida ishlay boshladi. Endi asinxron motorning mexanik tavsifning **b** nuqtasidagi ish rejimi uchun elektr, energetik va mexanik ko'rsatkichlari hammasi o'zgaradi.

Birinchi variantda asinxron motorning tarmoqdan olayotgan kuchlanishini o'zgarmagan holi uchun asinxron motorning elektr, energetik va mexanik ko'rsatkichlarini hisoblaymiz.

Ikkinchi variantda asinxron motorning elektr, energetik va mexanik ko'rsatkichlarini o'zgartirib hisoblaymiz. Bu holda statorga berilayotgan kuchlanishni rotorning keltirilgan qiymatini nazorat qilgan holda kamytirib boramiz. Ma'lumki, har qanday elektr motorning ichki kuchlanish bo'yicha teskari bog'lanishi hisobiga, motorning o'qidagi mexanik yuklanish bo'yicha ishlashini ta'minlash uchun kuchlanishning pasayishi stator va keltirilgan rotor toklarinig oshishiga olib keladi. Shunda kuchlanishning optimal pasaytirilgan qiymatida keltirilgan rotordagi tok nominal qiymatiga teng yoki biroz kichik bo'lishi talab etiladi. Kuchlanishning aynan shu qiymati uchun asinxron motorning elektr, energetik va mexanik ko'rsatkichlari

hisoblanadi. Asinxron motorning foydali ish va quvvat koeffitsientlari uning pasportida keltirilgan nominal qiymatlariga juda yaqin qiymatlarda bo'lishiga erishiladi. Asinxron motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvati minimal bo'ladi.

## 2. Elektr yuritmaning ekstremal rejimi tushunchasi .[4]\*

Energetik ko'rsatkichlari optimallashtiruvchi asinxron elektr yuritmalari avtomatik boshqarish tizimlarida boshqariluvchi ko'rsatkich sifatida elektr yuritmaning qanday darajada yuklanganligidan qat'iy nazar ( $P_c \leq P_H$ ) asinxron motorning tarmoqdan reaktiv quvvatni eng kam miqdorda iste'mol qilishi ( $Q \approx Q_{\min}$  yoki  $\cos \varphi \approx \cos \varphi_H$ ), motor FIK nominal qiymatga yaqin qiymatda bo'lishi ( $\eta \approx \eta_H$ ) va stator tokining qiymati eng kam miqdorda bo'lishi ( $I_1 \approx I_{1\min}$ ) kabi kriterial shartlar bajarilishi talab etiladi. Asinxron motorlarning bunday rejimlarda ishlashini optimal algoritmlar asosida avtomatik izlash hamda izlanmasdan avtomatik optimallashtirish orqali kriterial shartlarni bajaruvchi avtomatik boshqarish tizimlari vositasida ta'minlash mumkin. Bu mezonlarning amalga oshirilishi asinxron motorli avtomatik boshqarish tizimi energetik ko'rsatkichlarining ekstremum qiymatlarida, turg'un ish rejimida ishlashi ta'minlanadi.

### J funksiya ekstremumini izlash usullari

Asinxron motor energetik ko'rsatkichlari mezonlari ekstremumini izlashning usullarini ko'rib chiqamiz. Bu usullar asosida avtomatik boshqarish tizimining hisoblash qurilmasi ishlaydi. Misol tariqasida uzduksiz **J funksiya** sifatida asinxron motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatini va uning fuksiyasi  $Y$  bo'lib esa stator bilan rotor oralig'idagi magnit oqimi  $F$  ni olamiz. Tezligi rostlanmaydigan asinxron motorlar uchun uning yuklanish qiymatining o'zgarish oralig'i taxminan  $(0,5 - 1,0) R_N$  bo'lishini inobatga oladigan bo'lsak, u holda motorning magnit tizimi to'yinmagan zonada ishlaydi va magnit oqimi bilan stator kuchlanish orasidagi bog'lanish deyarli to'g'ri chiziqli bog'lanishga ega bo'ladi va  $F$

---

[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. P 9-12

o'rniga  $U$  ni olish imkonini beradi. Bunday o'zgarish avtomatik boshqarish tizimini yanada soddalashtirishga olib keladi.

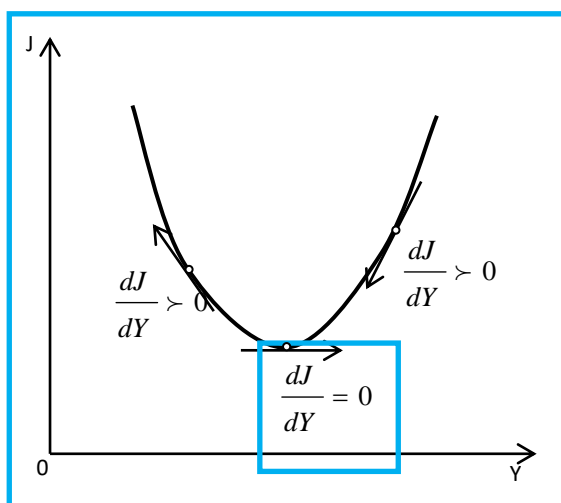
$J$  funksiya bir o'zgaruvchan kattalik  $Y$  funksiyasi bo'lib, ekstremumiga yo'nalgan harakati  $\frac{dJ}{dY}$  ning ishorasiga bog'liq va ekstremumning mavjudligi esa bu differensialning nolga tengligi bilan belgilanadi, ya'ni

$$\frac{dJ}{dY} = 0. \quad (1)$$

Ekstremum nuqtasida

$$\text{grad}J = 0, \text{ yani } \frac{dJ}{dY} = 0. \quad (2)$$

1–rasmda ushbu aytilganlar tasiflar vositasida ifodalangan.  $J$  funksiya ekstremumini topishning  $Y$  koordinatni gradient bo'yicha ekstrimumga intilgan holda o'zgartirib topish usuli gradient usuli deb ataladi va bu usul rostlanuvchi ko'rsatkich yagona bo'lganda eng ma'qul usuldir.



1–rasm. Gradient usuli

Rostlanuvchi ko'rsatkich bir nechta bo'lganda  $J$  funksiya ekstremumini topishning eng tez tushish Gauss – Zeydel tasodifiy (ko'r–ko'rona) izlash usullari keng qo'llaniladi.

### **J funksiya differensialini topish usuli**

Biz ko'radigan optimallashtirish masalalarida o'zgaruvchi ko'rsatkich yagona bo'lgani uchun  $J$  funksiyani boshqariluvchi ko'rsatkich  $Y$  bo'yicha differensiallash kifoyadir. Buning uchun uzluksiz bo'lgan  $J$  funksiyani hamda  $Y$  ko'rsatkichni vaqt bo'yicha differensiyalaymiz va ularning nisbatini olamiz:

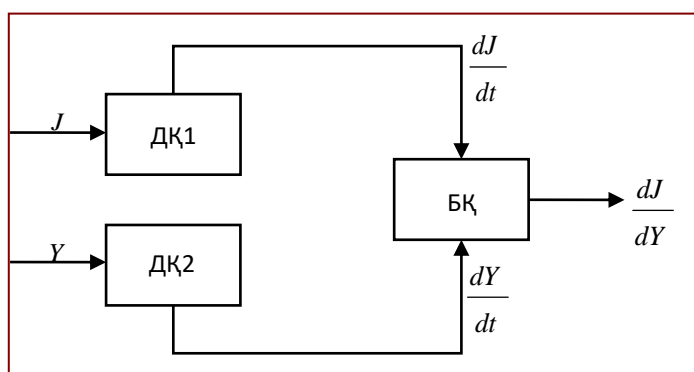
$$\frac{dJ}{dY} = \frac{dJ}{dt} : \frac{dY}{dt} . \quad (3)$$

Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, agar  $Y$  ni  $\frac{dY}{dt} = const$  ma'lum berilgan doimiy tezlikda o'zgartirib borganimizda, bu o'zgartirish natijasida yuzaga keladigan  $J$  ning vaqt bo'yicha  $\frac{dJ}{dt}$  tezlik bilan o'zgarishi  $\frac{dJ}{dY}$  ning o'zgarishi uchun o'lchov vazifasini bajaradi.

2–rasmda keltirilgan  $\frac{dJ}{dt}$  ni vaqt bo'yicha differensiallab hisoblashning sxemasi keltirilgan.

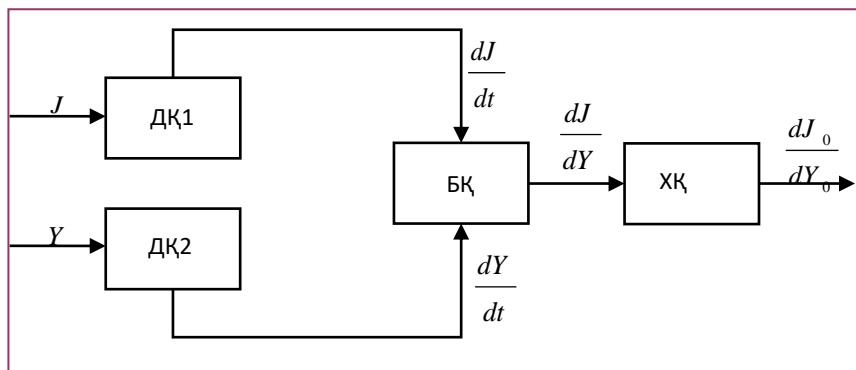
Bu sxema quyidagi tartibda ishlaydi: birinchi differensiallovchi qurilma DQ1 ning kirish qismiga uzluksiz bo'lgan  $J$  funksiya beriladi va uning chiqishida vaqt bo'yicha differensiallangan birinchi differensiallovchi qurilma DQ1 ning kirish qismiga uzluksiz bo'lgan  $J$  funksiya beriladi va uning chiqishida vaqt bo'yicha differensiallangan  $\frac{dJ}{dt}$  funksiya olinadi funksiya olinadi, ikkinchi differensiallovchi qurilma DQ2 ning kirish qismiga uzluksiz bo'lgan  $Y$  funksiya beriladi va uning chiqishida vaqt bo'yicha differensiallangan  $\frac{dY}{dt}$  funksiya olinadi va bo'luvchi qurilma

BQ da  $\frac{dJ}{dt} : \frac{dY}{dt}$  amali bajariladi, natijada uning chiqish qismida  $\frac{dJ}{dY}$  funksiya olinadi.



2–rasm.  $\frac{dJ}{dt}$  ni vaqt bo'yicha differensiallab hisoblash sxemasi

Keltirilgan  $\frac{dJ}{dt}$  ni hisoblash sxemasi (2– rasm) J funksiyaning bir ekstrimumi qiymatini aniqlash uchungina qo'llash mumkindir. Agar J funksiyaning ekstremum qiymati vaqt davomida tashqi va boshqa ta'sirlar natijasida biror bir qonuniyatga bo'ysunmay o'zgaradigan bo'lsa, u holda bu sxemaga qo'shimcha xotira qurilma XQ ulashga to'g'ri keladi (3–rasm).



3–rasm. Xotira qurilmali  $\frac{dJ}{dt}$  ni vaqt bo'yicha

differensiallab hisoblash sxemasi

Bu erda xotira qurilma XQ ning vazifasi ekstrimumni hisoblashdan oldingi  $\frac{dJ}{dY} \neq 0$  qiymatini, ya'ni  $\frac{dJ_0}{dY_0} \neq 0$  xotirada saqlab qolishdan iborat va bu signal ma'lum vaqt ichida avtomatik boshqarish tizimi ko'rsatkichini ekstrimum qiymatda ishlashini ta'minlaydi. Belgilangan vaqtdan so'ng avtomatik tizim yana avtomatik ravishda J funksiyaning ekstrimumini izlashga tushadi va bu signal XQ dagi signal bilan solishtiriladi va uning qiymati farqli bo'lsa, u holda XQ dagi signal yangisi bilan almashtiriladi.

Masalan, asinxron elektr yuritma yuklanish tokining eng kichik qiymatida boshqaradigan bo'lsak, u holda J funksiya o'rniga stator toki  $I$  ni qo'yamiz. Asinxron motor ishlashi davomida yuklanish qiymati nominaldan kam bo'lgan qiymatda ishlashini va magnit tizimining to'yinishgacha bo'lgan qismida ishlaydi deb qabul qilganimizda, motor Rotori va statori chulg'ami oralig'idagi magnit oqimi  $F$  bilan kuchlanishning o'zaro bog'liqligi chiziqli xarakterga ega deyishga asos bo'ladi, Shunda magnit oqimi  $F$  ni kuchlanish  $U$  bilan almashtirish mumkin bo'ladi va  $Y$  o'rniga esa kuchlanish  $U$  ni qo'yish natijasida qo'yilgan

boshqarish sharti quyidagi sodda boshqarish algoritmi oson bo'lgan ko'rinishga keladi:

$$\frac{dJ}{dY} = \frac{dI}{dU} \neq 0. \quad (4)$$

Xuddi shuningdek, asinxron motorning tarmoqdan minimal reaktiv quvvat iste'moli ish rejimida ishlashini ta'minlashda  $J$  funksiya o'rniga asinxron motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvati  $Q$  ni qo'yamiz,  $Y$  o'rniga esa kuchlanish  $U$  ni qo'yamiz va natijada quyidagi sodda boshqarish algoritmini hosil qilamiz:

$$\frac{dQ}{dU} \neq 0. \quad (5)$$

Asinxron motorning minimal quvvat isrofi ish rejimida ishlashini ta'minlashda esa  $J$  funksiya o'rniga asinxron motorning umumiy quvvat isrofining nisbiy qiymati  $\sum \Delta P_i$  ni qo'yamiz,  $Y$  o'rniga esa kuchlanish  $U$  ni qo'yamiz va natijada quyidagi sodda boshqarish algoritmini hosil qilamiz:

$$\frac{d \sum P_i}{dU} \neq 0. \quad (6)$$

Bu usulni asinxron motor energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirishda qo'llash jarayonida qo'shimcha quyidagi cheklashlarni qabul qilamiz: stator chulg'amida kuchlanishni rostlash davomida rotor chulg'amidagi tokning qiymati nominal qiymatidan oshib ketmasligi nazorat qilinishi shart, chunki aks holda rotordagi quvvat isrofi oshib ketadi va natijada uning harorati nominal qiymatidan oshib ketadi va motor o'ta qiziydi; stator chulg'amidagi kuchlanishni nominal qiymatidan kamaytirib borish kuch transformatori va tiristorli kuchlanish rostlagichning texnik ko'rsatkichlari orqali amalga oshiriladi.

### **3. Elektr yuritma energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish [8]\***

Yuklanish momenti nominal qiymatidan kam bo'lishi, motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatining oshishiga olib keladi va natijada motorning quvvat koeffitsienti pasayadi. Asinxron motor reaktiv quvvati  $Q$  ni motor validagi

---

\* [8.] 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 12-13



yuklanish momenti bilan o'zaro bog'lab, minimal qiymatiga keltirib avtomatik boshqarish asinxron elektr yuritmalarda energiya tejamkorlikka erishishning asosiy yo'nalishlaridan biridir.

Motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvatni yuklanish qiymatiga mos ravishda boshqarish magnit oqimini o'zgartirib amalga oshiriladi va umumiy holda uning qiymati quyidagi differensial tenglama orqali aniqlanadi

$$\frac{dQ}{d\Phi} = 0, \quad (7)$$

bu erda,  $Q = Q_0 + Q_P$  – motorning tarmoqdan iste'mol qilayotgan reaktiv quvvati;  $Q_0$  va  $Q_P$  – asinxron motorning mos ravishda magnitlanish va sochilma reaktiv quvvatlari;  $F$  – magnit oqimi.

Xisoblashlarni osonlashtirish va umumiyashtirish maqsadida (7) tenglamani nisbiy kattaliklarda ifodalab quyidagi ko'rinishda yozamiz

$$\frac{d\left(\frac{Q}{Q_H}\right)}{d\left(\frac{\Phi}{\Phi_H}\right)} = \frac{d\left(\frac{Q}{Q_H}\right)}{d\phi} = 0. \quad (8)$$

Asinxron motor ishlayotgan vaqtida stator chulg'ami kuchlanishining chastotasi  $f = 50$  Gs = const ekanligini va yuklanish momenti yoki quvvati nominal qiymatidan kichik ekanligini hisobga oladigan bo'lsak, u holda motor magnit tizimining to'yinmagan rejimida ishlayotgan bo'ladi va motor magnitlanish tavsifining to'g'ri chiziqli qismida ishlaydi. Shunda stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanish  $U_1$  bilan magnit oqimi o'rtasidagi o'zaro bog'lanishni chiziqli deb qarash mumkin bo'ladi va ularning nisbiy qiymatlari o'zaro teng deb olinadi

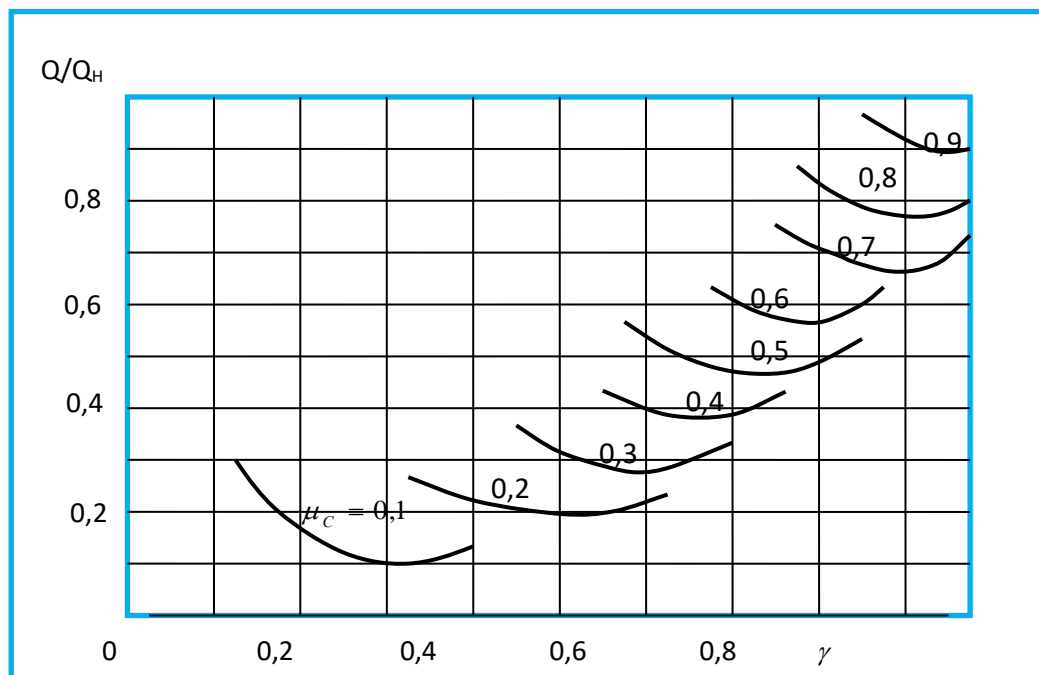
$$\phi = \gamma, \quad (9)$$

bu erda,  $\gamma = U_1/U_{1H}$  – stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanishning nisbiy qiymati. (9) tenglamani (8) ni hisobga olgan holda quyidagi ko'rinishga keltiramiz

$$\frac{d\left(\frac{Q}{Q_H}\right)}{d\gamma} = 0. \quad (10)$$

4–rasmda (17) tenglama asosida 4A280M4U3 rusumli ( $R_N = 132$  kVt;  $2r = 4$ ;  $\eta = 93\%$ ;  $\cos \varphi = 0,9$ ;  $b_H = 2$ ) asinxron motorning minimal reaktiv quvvat iste'moli yuklanish momentining turli qiymatlari uchun kuchlanish o'zgarishiga bog'liqlik

tavsiflari keltirilgan. Tavsiflar tahlili Shuni ko'rsatadiki, yuklanish momentining har bir qiymati uchun kuchlanishning ma'lum bir qiymatida  $Q/Q_H$  ning eng kichik qiymati to'g'ri keladi.



4–rasm. Asinxron motor minimal reaktiv iste'molining Yuklanishning turli qiymatlari uchun kuchlanishga bog'liqlik tavsifi

Shunday qilib, (30) tenglama yuklanish momentining har bir qiymati uchun optimal kuchlanish qiymatini aniqlash mumkin va Shu yuklanish momenti qiymati uchun optimal bo'ladi. Asinxron motorning elektr, energetik qiymatlari eng minimal bo'ladi va uning quvvat va foydali ish koeffitsientlari asinxron motorning pasportida keltirilgan nominal qiymatlariga juda yaqin qiymatlarda bo'ladi.

#### Nazorat savollari:

1. Asinxron elektr yuritmaning qanday rejimlarida energiya tejamkorlikka erishish mumkin?
2. Elektr yuritmaning ekstremal rejimi tuShunchasi nimani anglatadi?
3. Elektr yuritma energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish usullarini KhaShumov bering.

#### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. 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. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.

#### **4- mavzu: Elektr yuritmaning dinamik rejimlarida quvvat isroflarining kamayishi tahlili.**

##### **Reja:**

1. Asinxron elektr yuritmalari dinamik rejimlarini optimal boshqarish
2. Asinxron elektr yuritmalari dinamik rejimlarini optimal boshqarish usullari
3. Asinxron elektr yuritmalarni optimal ishga tushirish

**Tayanch soʻz va iboralar:** Energiya tejankorlik, elektr yuritma, chastota oʻzgartkichi, optimal boshqaruv, energetik mezonlari, ishchi mexanizmlar, energiya samaradorlik, boshqaruv tizimlari, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

##### **1. Asinxron elektr yuritmalari dinamik rejimlarini optimal boshqarish.**

Tezligi chastotani oʻzgartirib rostlanadigan asinxron elektr yuritmalarni statik rejimlarida elektr energiyadan iqtisod qilish bilan bir qatorda dinamik rejimlarida ham elektr energiyadan samarali foydalanish mumkin. Asinxron elektr yuritmaning dinamik rejimlariga ishga tushirish, tezlikni rastlash va toʻxtatish rejimlari kiradi [8]\*.

Asinxron motorlarni toʻgʻridan-toʻgʻri tarmoq kuchlanishini boshqarmasdan ishga tushirish vaqtida ishga tushirish tokining nominal stator tokiga nisbatan 6 – 7 marta katta boʻlishi stator chulgʻamida elektr energiya isrofini oshib ketishiga olib keladi, agar asinxron motor va ishchi mexanizmlarning inersion momenti katta boʻlsa, oʻtish jarayonining choʻzilib ketadi. Natijada stator chulgʻami izolyasiyasining ruhsat etilgan haroratidan yuqori darajada qizishiga olib kelishi va mzolyasiyaning ishdan chiqishi mumkin. Shuning uchun ham tezligi chastotani oʻzgartirib rostlanadigan asinxron motorlarni ishga tushirishda chastotani maʼlum qonuniyat boʻyicha boshqarib ishga tushirish stator tokining oʻta oshib ketishidan saqlaydi va Shunda asinxron motor issiqlik rejimi boʻyicha maʼqul ishga tushiriladi.

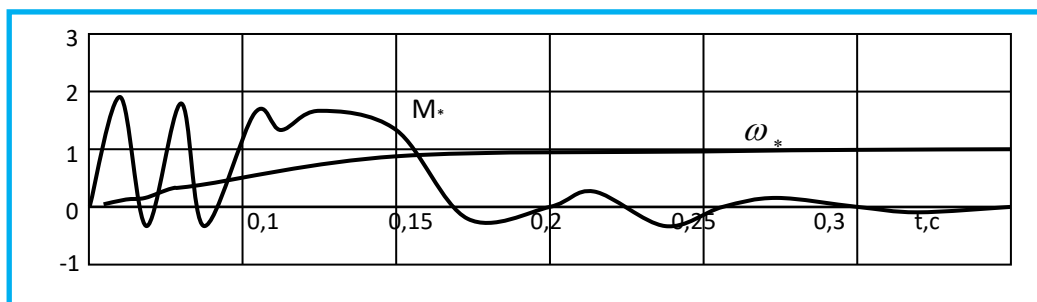
Maʼlumki, asinxron motorlarni toʻgʻridan-toʻgʻri ishga tushirish vaqtida katta elektr magnet momentlari va toklar yuzaga keladi. Elektr magnet momentlarning katta amplitudali siltanishlari asinxron motor stator chulgʻamida havfli dinamik

---

\* [8] 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 23-25

yuklanishlarni hosil qilishi mumkin va Shuningdek, elektr yuritmaning kinematik zanjirlarida mexanik zo'riqlarni yuzaga keltirishi ham mumkin. Ishga tushirish va to'xtatishlarning silliq kechishini shakllantirish, ya'ni katta dinamik zo'riqlarni shakllanishiga yo'l qo'yilmaslik asinxron motorning ishlash muddatini uzaytiradi. Bundan tashqari katta quvvatli asinxron motorlarni silliq ishga tushirish va to'xtatish jarayonlarida elektr yuklanishlarning amplitudalarining ta'minlovchi tarmoqqa ta'siri yo'qotiladi va bu o'z navbatida tarmoqning boshqa iste'molchilarga ijobiy ta'sir etadi.

1 – rasmda A4-457-UX-8U3 4A132M6 ( $R_{nom} = 500$  kVt) a sinxron motorni to'g'ridan – to'g'ri ishga tushirish vaqtidagi  $M_*(t)$  elektr magnit moment,  $\omega_*(t)$  burchak tezligi va stator toki  $i_{1*}(t)$  oniy qiymatlarining o'zgarish tavsiflari keltirilgan.



1 – rasm.

## 2. Asinxron elektr yuritmalari dinamik rejimlarini optimal boshqarish usullari

Hozirda tezligi chastotni o'zgartirib rostlanadigan asinxron motorlarni ishga tushirish va to'xtatish hamda dinamik xususiyatlarni yaxshilash jarayonlarini optimallashtirish usullaridan biri, bu asinxron motorning stator chulg'amlarida o'zgaruvchan amplitudali kuchlanishni shakllantirishdir. Bu usul parametrik usul deb ham ataladi, ijobiy xususiyatlari hisobiga keng tarqalgan. Uning afzalligi soddaligi va texnik ishlab chiqarish osonligidir.

Asinxron motorlarni optimal parametrik boshqarish masalasi quyidagicha echiladi. Boshqariluvchi koordinatalarini aniqlaymiz, bu toklar, elektr magnit moment, rotor tezligi va h.k. bo'lishi hamda asinxron motorni nominal tezligigacha ishga tushirish jarayonida optimal yuoshqarish ta'siri va to'xtatish jarayonida rotor

tezligining to'liq to'xtashi bo'lishi mumkin. Butunssikl uchun funksionalni minimumlashtiramiz. Boshqarish ko'rsatkichi sifatida  $\gamma$  – stator chulg'ami kuchlanishining nisbiy qiymatini olamiz.

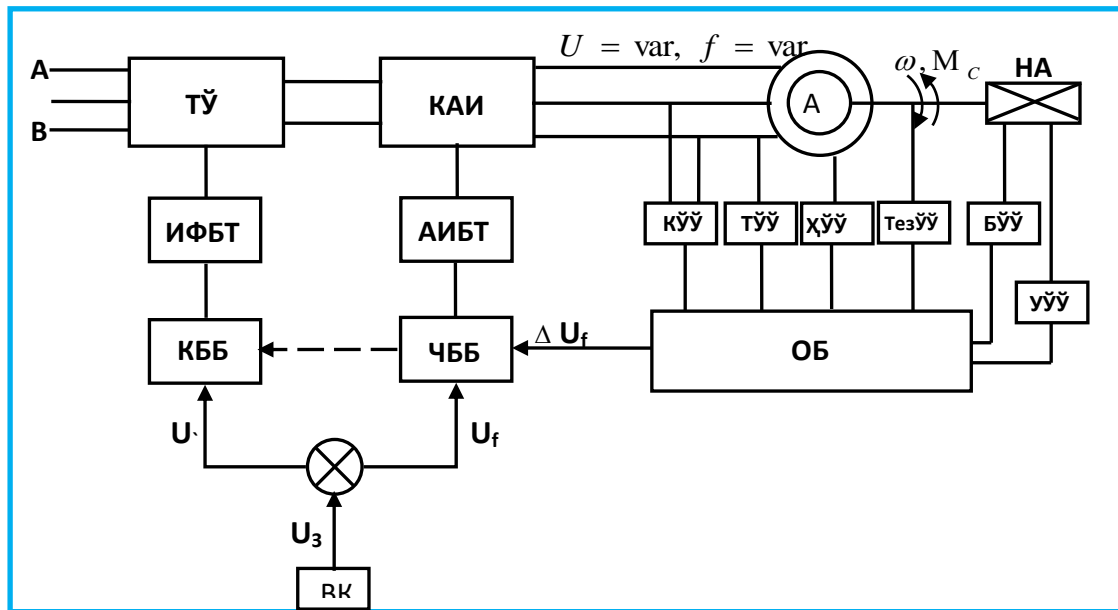
Optimallashtirishni maksimum prinsipi bo'yicha va matematik modeli negizida Nyutona–Rafson usuli bilan amalga oshiramiz, chastota 50 Gs ga teng deb qabul qilinadi.

### **3. Asinxron elektr yuritmalarni optimal ishga tushirish**

Asinxron motorni ochiq tizim bo'yicha ishga tushirilganida stator chulg'ami kuchlanishini silliq o'zgartirish natijasida zarbli momentlar, ishga tushirish toklari, quvvat isroflari va iste'mol qilinayotgan reaktiv quvvat qiymatlari kamayishi mumkin. Asinxron elektr yuritmani chastotani o'zgartirib silliq ishga tushirish va energetik ko'rsatkichlarining o'zgarishini ko'rib chiqamiz. Yechiladigan masala, asinxron motorni silliq chastotna o'zgartirib ishga tushirish o'tish jarayonlari sifat ko'rsatkichlarini va energetik ko'rsatkichlarining (chastota o'zgartkichi kuch sxemasining kirishidagi elektr isroflari va reaktiv quvvat iste'moli) o'zgarishi ko'rib chiqiladi. Ochiq tizimdagi tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron elektr yuritmani silliq ishga tushirish vaqtida ishga tushirish silliq kechishi uchun chastotani o'zgartirishning sur'ati tanlanadi. Shu sabab ham chastotnaning o'zgarishi vaqtining ishga tushirish jarayoniga va energetik ko'rsatkichlarining o'zgarishiga ta'siri muhimdir. Misol tariqasida nasos agregatining avtomatlashtirilgan tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron elektr yuritmasini silliq chastotani o'zgartirib ishga tushirishni ko'rib chiqamiz.

2 – rasmda nasos agregatining ekstremal boshqariladigan energiya tejamkor avtomatlashtirilgan tezligi chastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron elektr

yuritmasining funksional sxemasi keltirilgan.

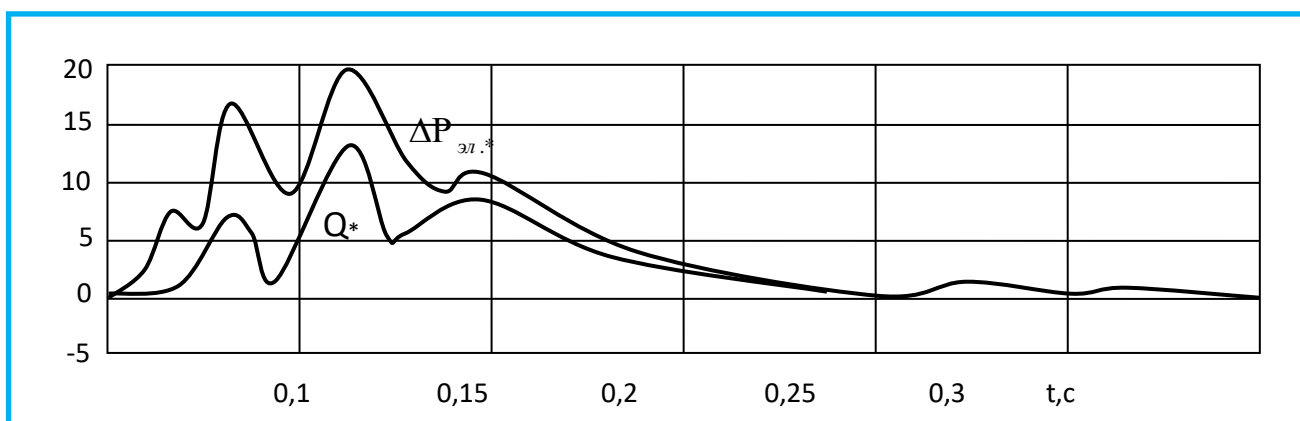
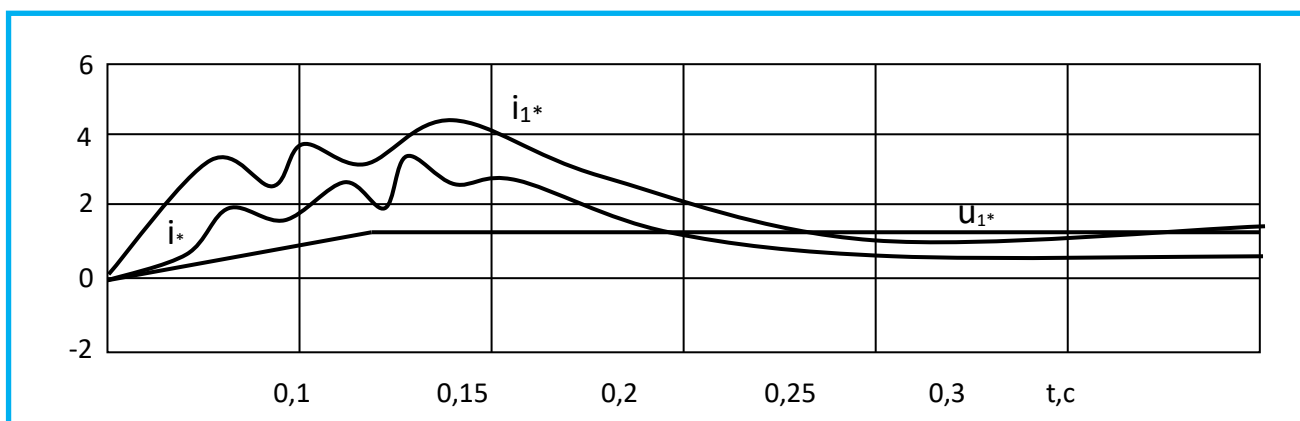
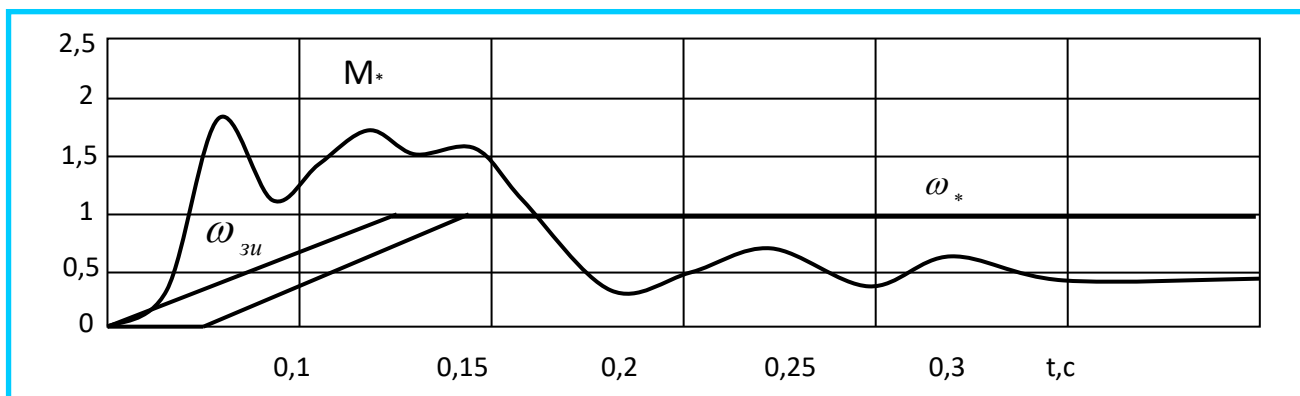


2 – rasm.

2 – rasmda quyidagi belgilashlar qabul qilingan: TO’ – tiristorli o’zgartkich; KAI – kuchlanish avtonom invrtori; A – asinxron motor; NA – nasos agregati; IFBT – impuls-fazali boshqaruv tizimi; AIBT – avtonom inverter boshqaruv tizimi; KO’O’, TO’O’, TezO’O’, HO’O’, BO’O’, UO’O’ – mos ravishda kuchlanish, tok, tezlik, harorat, nasos agregatining bosimi va uzatish o’lchov o’zgartkichlari; KBB va CHBB – mos ravishda kuchlanish va chastotani boshqarish bloklari; OB – optimallashtirish blok; VQ – vazifalovchi qurilma; U, U<sub>f</sub> – mos ravishda kuchlanishni va chastotani boshqaruvchi signal; U<sub>Z</sub> – boshqaruvchi signal; ΔU<sub>f</sub> – Chastotaning to’g’rilanuvchi qiymati.

VQ ning chiqishida pog’onalni boshqariladigan U<sub>Z</sub> asinxron motorning  $\omega_1^{\bullet}$  burchak tezligini chiziqli o’zgarishini ta’minlaydi. KBB  $u_1^{\bullet} = f(\omega_1^{\bullet})$  shakllantiradi. Vazifalovchi signallar  $\omega_1^{\bullet}$  va  $u_1^{\bullet}$  chastota  $\omega_1$  hamda tashkil etiluvchi birinchi garmonikaning kuchlanish amplitudasi  $u_1^{\bullet}$  aniqlaydi. Asinxron motorning M\* va  $\omega$  qiymatlari berilgan vazifalovchi qurilma signallari uchun T<sub>zi</sub> = 0,12 s (3, a - rasm) i T<sub>zi</sub> = 0,6 s (3, a - rasm). tajriba asosida aniqlanadi.

Fizik modelda aniqlangan momentlar, tezlik va stator toki qiymatlari asosida asinxron motorning ishga tushirish vaqtidagi elektr va reaktiv quvvat isroflari analitik hisoblanadi.



3 – rasm. A4-457-UX-8U3 tipidagi asinxron motorli tezligi ichastotani o'zgartirib rostlanadigan asinxron elektr yuritmaning  $M_{s*} = 0,5M_{nom}$  va  $T_{zi} = 0,12$  s ko'rsatkichlari uchun silliq ishga tushirish tavsiflari

Asinxron motorning barcha o'zgaruvchan ko'rsatkichlar uchun, Rotori tezligini hisobga olmagan holda, ularning bazis ko'rsatkichlari deb ularning nominal qiymatlari qabul qilinadi. Rotori tezligining bazis qiymati deb, nominal chastotadagi ideal salt yurish tezligi qabul qilinadi.

### **Nazorat savollari:**

1. Asinxron elektr yuritmalari dinamik rejimlarini optimal boshqarish uchun qanday qurilmalardan foydalanish mumkin?
2. Asinxron elektr yuritmalari dinamik rejimlarini optimal boshqarish usullarini keltiring.
3. Asinxron elektr yuritmalarni ishga tushirish jarayonini optimallashtirish qanday amalga oshiriladi?

### **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*. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.



#### IV. AMALIY MASHULOT MAZMUNI

##### 1-amaliy mashg'ulot: Texnologik mashina elektr yuritmalarini silliq ishga tuShuruvchi qurilmalarni hisoblash va tanlash.

##### Ishdan maqsad: Kompresor asinxron motorini ishga tushirish.

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

1 – jadval

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

Sinxronnaya skorost', ob/min	$\frac{M_{Плук}}{M_H}$	$\frac{M_{MAX}}{M_H}$	S <sub>H</sub> , %	S <sub>KR</sub> , %	$\frac{I_{Плук}}{I_H}$	J <sub>dv</sub> , kg m <sup>2</sup>
1000	1,2	2,0	1,4	9,0	6,5	1,2

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

Asinxron motorning umumiy quvvat isrofini quyidagi formula bilan hisoblaymiz:

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

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

$$\Delta P_{\text{don}} = 0,005 \cdot P_{ном} = 0,005 \cdot 30 = 0,15 \text{ kBm} ,$$

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

Asinxron motorning nominal ish rejimi uchun stator tokini aniqlaymiz

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

Stator chulg'amidagi quvvat isrofini agniqlaymiz:

$$\Delta P_{1_{HOM}} = 3 \cdot I_{1_{HOM}}^2 \cdot r_1 = 3 \cdot 56^2 \cdot 0,046 = 0,43 \text{ } \kappa Bm .$$

Rotordagi quvvat isrofini aniqlaymiz:

$$\Delta P_{2_{HOM}} = \frac{1,01 \cdot P_{HOM} \cdot s_{HOM}}{1 - s_{HOM}} = \frac{1,01 \cdot 30 \cdot 0,014}{1 - 0,014} = 0,43 \text{ } \kappa Bm .$$

Stator po'latidagi quvvat isrofini aniqlaymiz:

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

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:

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

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

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

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

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

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

### 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?

### 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. Патент Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Byul., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.

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

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

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

$\omega_H = 154 \text{ c}^{-1}$  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:

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

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

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

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

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

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

Akad. M.P. Kostenkoning chastotani boshqarishning iqtisodiy qonuni

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

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

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

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

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

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

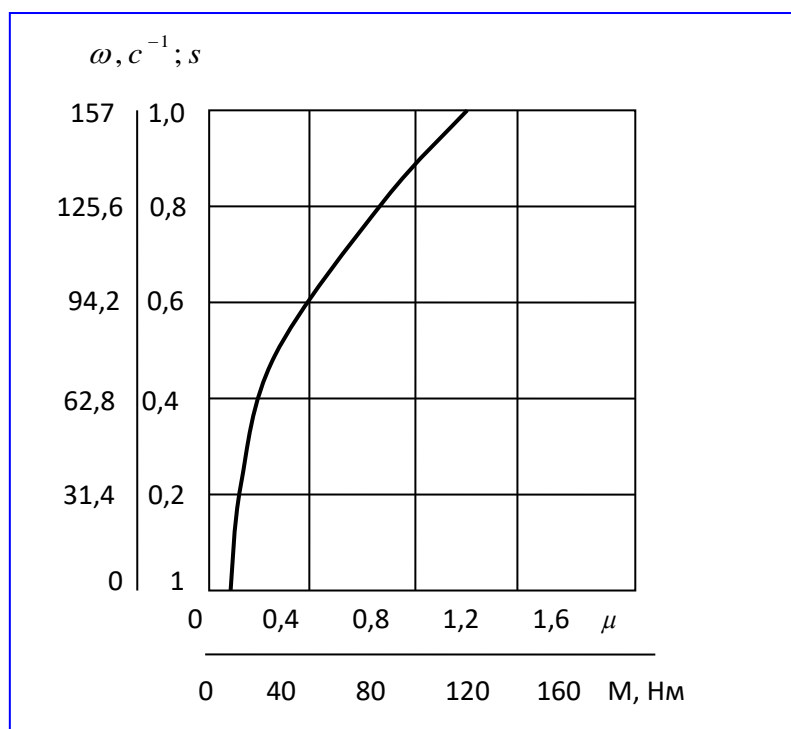
$$U_{II} = \gamma \cdot 380 = 0,34 \cdot 380 = 129 B;$$

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

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

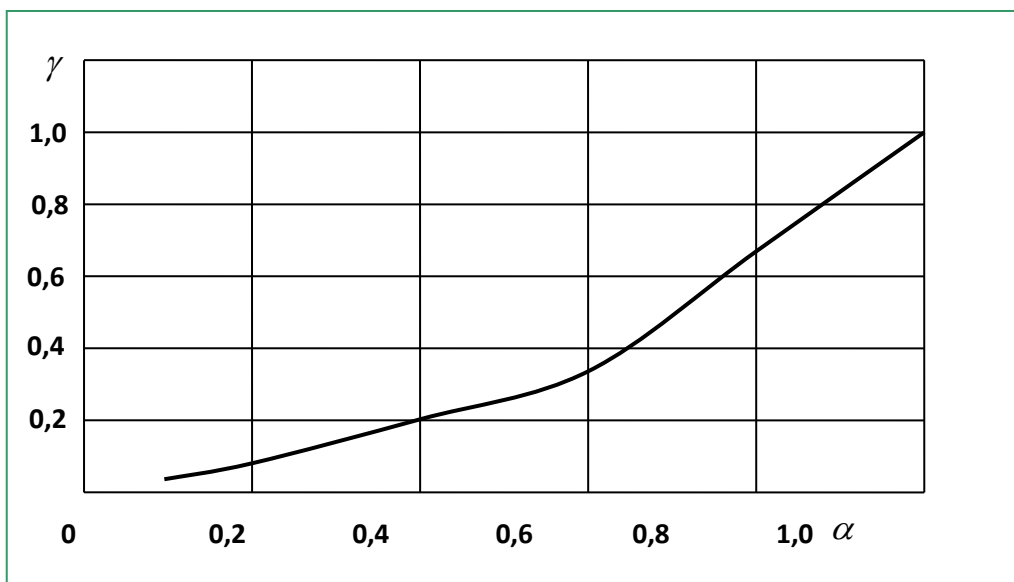
$$\alpha = 0,2, \gamma = \sqrt{\mu_c} \cdot \alpha = \sqrt{0,15} \cdot 0,2 = 0,08,$$

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



1 – rasm. Ventilyatorning statik momenti tavsifi

\* [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



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

Asinxron motor korsatkichlari	Sirpanish,				
	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:

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

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

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

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

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

Momentning hisoblangan qiymatlarini 2 – jadvalga yozamiz.

2 - jadval

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

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

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

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

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

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

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

Momentning hisoblangan qiymatlarini 3 – jadvalga yozamiz.

3 - jadval

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

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

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

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

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

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

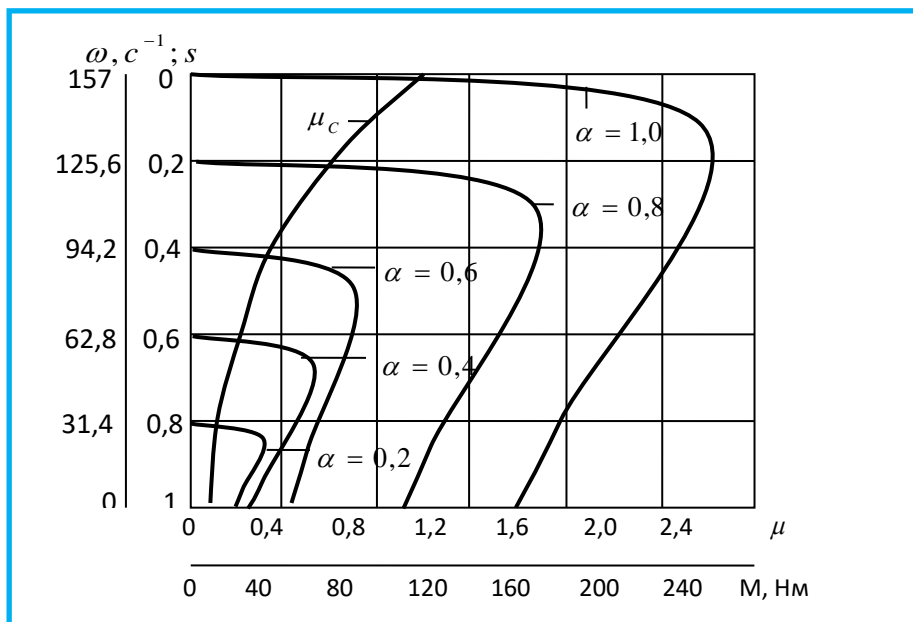
$s = 0, \mu = 0$ .

Momentning hisoblangan qiymatlarini 4 – jadvalga yozamiz.

4 - jadval

Asinxron motorning ko'rsatkichlarini	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 Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Вул., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.
3. Imomnazarov A.T., A'zamova G.A. Asinxron motorlarning energiya tejankor ish rejimlari. Monografiya. - Toshkent: ToshDTU, 2014. – 140 b.

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

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

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

eklanishi  $b_H = \frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}} = 2,2$ ; ishga tushirish momenti  $b_{\text{пуск}} = \frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}} = 1,2$ ; ishga

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

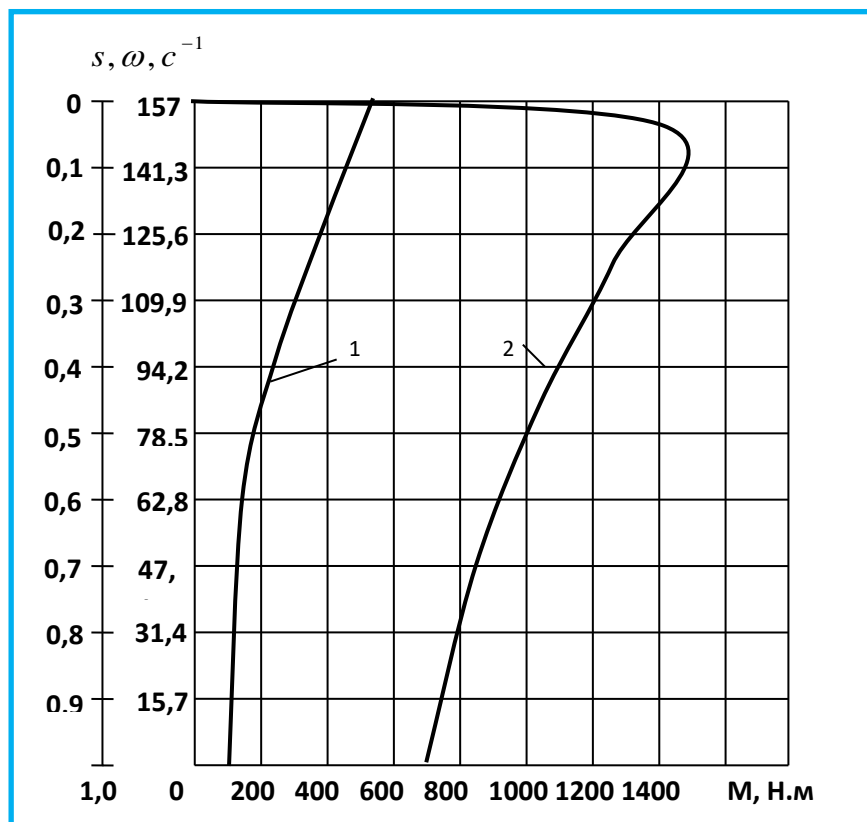
ASinxron motorning mexanik tavsifini Kloss formulasi bilan hisoblaymiz:

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

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

1 – jadval

Скольжение, s	1,0	0,1	0,05	0,02	0,01	0
Скорость, $\omega$ s <sup>-1</sup>	0	141,3	149,5	154	155,4	157
Момент двигателя, М, N.m	722,4	1324,4	602,0	511,7	511,7	0



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

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

Asinxron motorning umumiy quvvat isroflari

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

Stator chulg'ami quvvat isroflari

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

Mexanik isroflar

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

Rotordagi quvvat isroflari

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

Statordagi qo'shimcha quvvat isroflari

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

Stator po'latidagi quvvat isroflari

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

Elektr magnit quvvat isroflari

$$\Delta P_{\text{EM}} = \Delta P_1 + \Delta P_{\text{doob}} + \Delta P_2 + \Delta P_3 = 1,6 + 0,45 + 1,95 + 1,9 = 5,9 \kappa Bm .$$

Asinxron motorning aktiv quvvati:

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

Asinxron motorning tarmoqdan olayotgan reaktiv quvvati:

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

### Nazorat savollari:

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

### Foydalanilgan adabiyotlar:

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

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

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

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

Asinxron motor tavsiflarini hisoblash uchun quyidagi ko'rsatkichlarni aniqlaymiz:

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

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

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

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

stator chulg'ami fazasining toki

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

kritik sirpanish

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

motorning maksimal momenti

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

motorning ishga tushirish momngti

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

motorning ishga tushirish toki

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

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

motor Rotori chulg'aming nominal toki

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

motor magnitlanish toki

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

motorning tarmoqdan olayotgan to'liq quvvati

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

motorning aktiv quvvati

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

motorning tarmoqdan olayotgan reaktiv quvvati

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

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

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

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

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

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

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

Magnitlanish toki asinxron motorlarning universal magnitlanish tavsifi

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

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

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

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

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

Stator chulg'ami fazasining tokini quyidagi formula bilan aniqlaymiz

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

Asinxron motor quvvat koeffitsient

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

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

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

$$P = S \cdot \cos \varphi = 3359,6 \cdot 0,82 = 2754,9 \kappa Bm,$$

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

Asinxron motor FIK

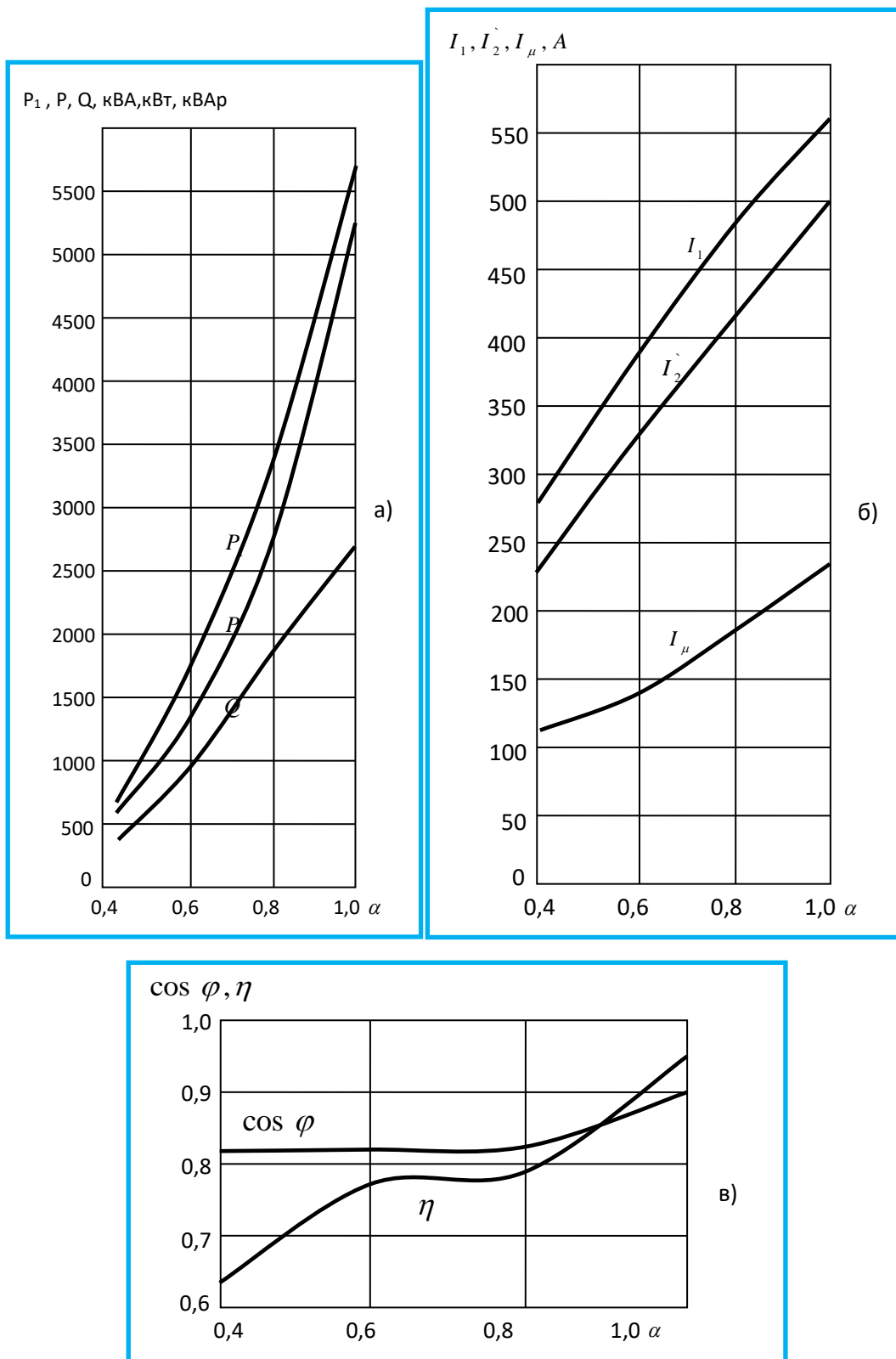
$$\eta = \frac{\alpha \cdot \mu_c \cdot P_{\mu}}{P_1} = \frac{0,8 \cdot 0,66 \cdot 5000}{3359,6} = 0,79.$$

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

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

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





1 – rasm.

**Nazorat savollari:**

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

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

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

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

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

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

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

### **5-amaliy mashg'ulot: Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini hisoblash va qurish**

**Ishdan maqsad:** asinxron motorning parametrlarini aniqlashni va mexanik xarakteristikasini qurishni o'rganish o'rganish.

**Vazifa:** asinxron motorning parametrlarini aniqlansin va mexanik xarakteristikasi qurilsin.

Kuchlanishi  $U_c = 380$  V, chastota  $f = 50$  Gs bo'lgan qisqa tutashtirilgan uch fazali asinxron motorning parametrlari quyidagicha:  $R_n = 14$  kVt,  $n_n = 960$  ob/min,  $\cos\varphi_n = 0,85$ ,  $\eta_n = 0,88$ , maksimal moment karraligi  $k_m = 1,8$ .

Stator fazasidagi nominal tok, juft qutblar soni, nominal sirpanish, valdagi nominal moment, kritik moment, kritik sirpanish topilsin va motorning mexanik xarakteristikasi qurilsin.

**Echish.** Tarmoqdan iste'mol qilinayotgan nominal quvvat

$R_{1n} = R_n / \eta_n = 14 / 0,88 = 16$  kVt. Tarmoqdan iste'mol qilinayotgan nominal tok

$I_{1n} = R_{1n} / (\sqrt{3} U_{1n} \cdot \cos\varphi_{1n}) = 16 \cdot 10^3 / (\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85) = 28$  A.

Mashinaning juft qutblar soni  $r = 60 \cdot f / n_1 = 60 \cdot 50 / 1000 = 3$ ,

bu erda  $n_1 = 1000$  – sinxron aylanish chastota (rotorning nominal aylanish chastotasi  $n_n = 960$  ob/min).

Nominal sirpanish  $s_n = (n_1 - n_n) / n_1 = (1000 - 960) / 1000 = 0,04$ .

Motor validagi nominal moment<sup>1</sup>  $M_n = R_n / \omega_n = R_n / (\pi \cdot n_n / 30) = 14 \cdot 10^3 / (\pi \cdot 960 / 30) = 139,3 \text{ N}\cdot\text{m}$ .

Kritik moment  $M_k = k_m \cdot M_n = 1,8 \cdot 139,3 = 250,7 \text{ N}\cdot\text{m}$ .

Kritik sirpanishni quyidagicha aniqlaymiz:  $M = M_n$ ,  $s = s_n$  i  $M_k / M_n = k_m$ .

$$s_{kr} = k_m s_n + \sqrt{(k_m s_n)^2 - s_n^2} = s_n \left( k_m + \sqrt{k_m^2 - 1} \right) = 0,04 \left( 1,8 + \sqrt{1,8^2 - 1} \right) = 0,132.$$

Kritik tezlik  $n_{kr} = n (1 - s_{kr}) = 1000 \cdot (1 - 0,132) = 868 \text{ ob/min}$ .

Motorning mexanik xarakteristikasini qurish uchun  $n = n \cdot (1 - s)$  qu-yidagi nuqtalarni topamiz: salt ishlash nuqtasidagi tezlik  $s = 0$ ,  $n = 1000 \text{ ayl/min}$ ,  $M = 0$ , nominal nuqtadagi tezlik  $s_n = 0,04$ ,  $n_n = 960 \text{ ayl/min}$ ,  $M_n = 139,3 \text{ N}\cdot\text{m}$  va kritik nuqtadagi tezlik  $s_{kr} = 0,132$ ,  $n_{kr} = 868 \text{ ayl/min}$ ,  $M_{max} = 250,7 \text{ N}\cdot\text{m}$ .

Ishga tushirish nuqtasidagi ishga tushirish momenti  $s_p = 1$ ,  $n = 0$

$M_p = 2 \cdot M_{max} / [(s_{kr} / s_p) + (s_p / s_{kr})] = 2 \cdot 250,7 / [(0,132 / 1) + (1 / 0,132)] = 65 \text{ N}\cdot\text{m}$ .

Aniqlangan nuqtadagi kattaliklar orqali motorning mexanik xarakteristikasini quramiz.

#### **Nazorat savollari:**

4. AD ning nominal sirpanish qanday topiladi?
5. AD ning kritik sirpanishi qanday aniqlanadi?
6. AD nominal va kritik momentlari qanday topiladi?

#### **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. Eлектromexanik tizimlarda energiya tejankorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
3. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Вул., №5. Xashimov A.A., Imamnazarov A.T.

## V. KEYSLAR BANKI

### Keys-1.

**Mavzu: Elektr yuritmalarning energiya samaradorligini aniqlash**

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

**Ushbu sababini aniqlash uchun topshiriqlar:**

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

1.1. Elektr ta'minotining kuchlanishini tanlang.

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

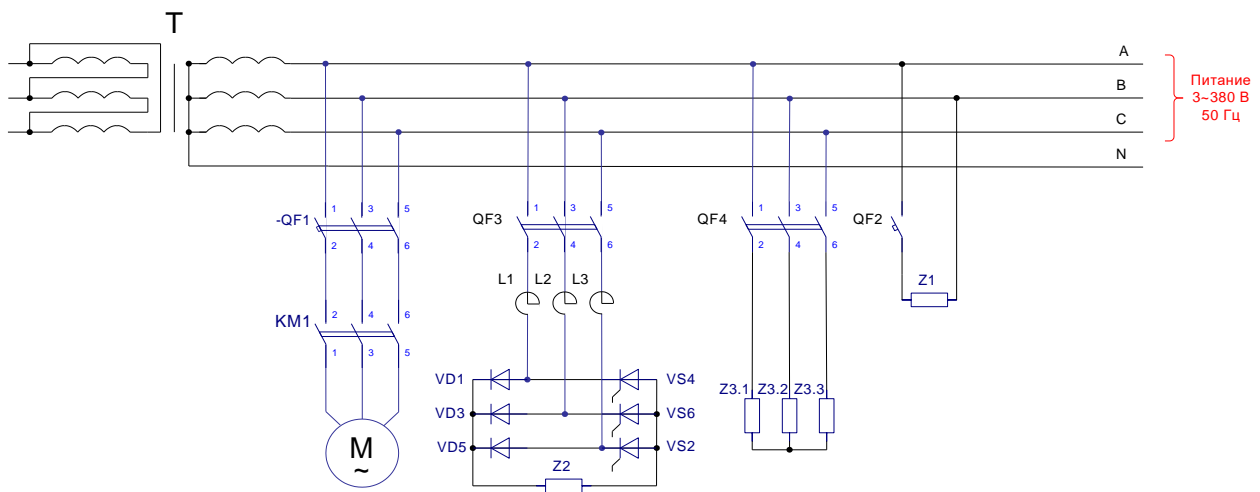
1.3. Hisoblangan parametrlarning Xalqaro standartlarga muvofiqligini aniqlang.

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				

## Keys-2.

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

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

Kuch yarim o'tkazgichli modullarni sovtutishda 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).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

## VII. GLOSSARIY

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
<b>Avtomatlashtirilgan elektr yuritma</b>	Elektr motorni bosqarishda 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>Avtonom invertor</b>	o'zgarmas tok kuchlanishini chastotasi bosshqariladigan o'zgaruvchan tok kuchlanishiga o'zgartiruvchi yaarim o'tkazgichli elektr o'zgartkich	<b>Autonomous inverter</b> – semiconductor device transforming direct current voltage to alternative current voltage and regulating its frequency
<b>Asinxron motorning minimum stator toki ish rejimi</b>	asinxron motor mexanik quvvatiga mos keluvchi stator tokining eng kichik qiymatidagi ish rejimi	<b>Asynchronous motor working with minimal current of stator</b> – the minimal current of stator supporting mechanical power of asynchronous motor
<b>Asinxron motorning minimum umumquvvat 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>Asinxron motorning minimum reaktiv quvvat iste'moli ish rejimi</b>	asinxron motor mexanik quvvatiga mos keluvchi minimum reaktiv quvvat iste'moli qiymatidagi ish rejimi	<b>Asynchronous motor working with minimal reactive power loss</b> – working regime of asynchronous motor with minimal reactive power supporting mechanical power of asynchronous 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 rostdlash	<b>Reactive power compensation of asynchronous motor</b> – Regulation of voltage supplying asynchronous motor related to motor load degree.
<b>Bilvosita chastota o'zgartkich</b>	Tarmoqdagi o'zgaruvchan tok kuchlanishini o'zgarmas tok kuchlanishiga o'zgartirib so'ngra chastotasi va qiymati rostdlanuvchi o'zgaruvchan tok kuchlanishiga (tokiga) o'zgartiruvchi texnik qurilma	<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 chastota o'zgartkich</b>	tarmoqdagi o'zgaruvchan tok kuchlanishini to'g'ridan – to'g'ri chastotasi va qiymati rostdlanuvchi o'zgaruvchan tok kuchlanishiga 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'zgartirish natijasida chiqish ko'rsatkichi boshqariladigan boshqariluvchi yarim o'tkazgichli va elektr mexanik o'zgartkichlar	<b>Controlled inverter</b> – controlled semiconductor and electromechanical devices, its output signals are controlled by input signals
<b>Boshqariluvchi o'zgarmas tok o'zgartkichlari</b>	o'zgarmas tok motorining chiqish ko'rsatkichlari: tezligi, tezlanishi, burilish burchagi va boshqa mexanik ko'rsatkichlarini boshqarishga xizmat qiluvchi boshqariluvchi yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar, o'zgarmas	<b>Controlled DC inverter</b> – semiconductor inverter which controls output signals of DC motors as speed, acceleration, turning angle etc.



	tok impuls kengligi o'zgartiriladigan o'zgartkichlar, parametrik o'zgartkichlar, o'zgarmas tok generatorlari	
<b>Boshqariluvchi o'zgaruvchan o'zgartkichlari</b>	tok o'zgaruvchan tok motorlari (asinxron va sinxron motorlar) chiqish ko'rsatkichlari: tezligi, tezlanishi, burilish burchagi va boshqa mexanik ko'rsatkichlarini boshqarishga xizmat kiluvchi yarim o'tkazgichli chastota o'zgartkichlar, yarim o'tkazgichli kuchlanish rostlagichar, parametrik o'gartkichar, asinxron va sinxron generatorlar	<b>Controlled AC inverter</b> – semiconductor inverter which controls output signals of AC motors (synchronous and asynchronous) as speed, 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>Reaktiv dinamik kompensasiyalash</b>	quvvatni asinxron motorlarni o'qidagi Yuklanishning nominaldan kam bo'lganda stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanishni mos ravishda kamaytirish	<b>Dynamic compensation of reactive power</b> – compensation of reactive power by decreasing the voltage supplying the motor's stator winding

	bilan reaktiv quvvatni kompensatsiyalash tuShuniladi	when the load of asynchronous motor is lower than nominal
<b>Turbomexanizmlar</b>	statik tavsiflari ventilyator ko'rinishga ega bo'lgan va ishlash asosi markazdan qochuvchi kuchlarga asoslangan texnik qurilmalar: nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlar	<b>Turbo mechanisms</b> - Technical installations which acts on a base of running from the center and have ventilator characteristics
<b>Taxogeneratorlar</b>	aylanish tezligini elektr signaliga o'zgartiruvchi generator rejimida ishlaydigan mikromashinalar	<b>Taco generator</b> - Micro machines which work as a generator and transform the speed to electrical signal
<b>O'lchov o'zgartkich</b>	elektrik yoki noelektrik kattaliklarni boshqaruv tizimi uchun mos ko'rinishga ega bo'lgan elektr signal ko'rinishiga keltiruvchi qurilma	<b>Measuring inverters</b> – installations which transform electrical non-electrical signals to suitable form of electrical signal
<b>Kompensatsion qurilmalar</b>	elektr tarmog'i va unga ulangan asinxron motorlarning quvvat koeffitsientlarini oshirishga xizmat qiluvchi kondensator batareyalari va sinxron kompensatorlar	<b>Compensational installations</b> – Condenser or synchronous compensators which help to increase power coefficient of electrical power supply or asynchronous motors
<b>Tiristorli kuchlanish rostlagich</b>	uch fazali tarmoqning har bir fazasiga parallel – qaramaqarshi 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 yuritma</b>	energetik ko'rsatkichlaridan biri energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish mezonlaridan biri qo'llanilgan elektr	<b>Energy saving asynchronous electric drive</b> – asynchronous electrical drive, which allows to save electrical

	yuritma	energy
<b>Elektr mashinaning ekvivalent issiqlik sxemasi</b>	elektr mashinalarning aktiv qismlarini issiqlik jismlari tarzida qaralib, ular orasidagi issiqlik bo'yicha bog'lanishlarni issiqlik o'tkazuvchanlik bilan belgilanishi	<b>Equivalent heat scheme of electrical machine</b> – considering the parts of electrical machine as a heat bodies and marking connections between them as heat conduction
<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. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Монография. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2011. - 132с.
6. Xashimov A.A., Abidov K.G. Energoeffektivnye sposoby samozapuska elektroprivodov nasosnykh stansiy. Monografiya. – Tashkent: Fan va texnologiya, 2012. - 176с.
7. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Патент Республики Узбекистан № UZ IAP 05044. 29.05.2015. Буyl., №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. Pirmatov N.B., Zayniyeva O.E. Elektromexanika asoslari. –T.: Ma'naviyat, 2015.
11. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. –T.: Shams-ASA, 2014.
12. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

### 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>