

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

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

***ELEKTR MASHINALARINING  
EKSPLOATATSIYASI***

***TOSHKENT-2022***

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**

**OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

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

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

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

yo'nalishi

**“ELEKTR MASHINALARINING EKSPLUATASIYASI”**

**moduli bo'yicha**

**O'QUV-U SLUBIY MAJMU'A**

**Tuzuvchi: prof. N.B. Pirmatov**

**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.

**Tuzuvchi:** TDTU, “Elektr mashinalari” kafedrasida professori,  
t.f.d. N.B. Pirmatov

**Taqrizchi:** TTYMI, professor, t.f.n., U.T. Berdiyev

O'quv -uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2021-yil 29-dekabrda 4-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

## MUNDARIJA

I.	Ishchi dasturi.....	5
II.	Modulni o'qitishda foydalaniladigan interfaol ta'lim metodlari.....	10
III.	Nazariy materiallar.....	15
IV	Amaliy mashg'ulot mazmuni .....	34
V	Keyslar banki.....	49
VI	Glossariy .....	54
VII	Adabiyotlar ro'yxati .....	57

# 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-kommunikasiya 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, multimedia tizimlari va masofadan o'qitish usullarini o'zlashtirish bo'yicha yangi bilim, ko'nikma va malakalarini shakllantirishni nazarda tutadi.

Ushbu dasturda energetika tarmoqlari va sanoatning turli sohalarida qo'llaniladigan elektr mashinalarini ekspluatasiya qilish va energetik ko'rsatkichlarini optimallashtirish mezonlarini tahlil qilish va qo'llash sohalarini kengaytirish kabi masalalar bayon etilgan.

## **Modulning maqsadi va vazifalari**

**"Elektr mashinalarining ekspluatatsiyasi"** modulining maqsadlari: energetika tarmoqlarida va sanoatning turli sohalarida ishlatiladigan elektr mashinalarini ekspluatasiya qilish, energetik ko'rsatkichlarini va ish rejimlarini optimallashtirish orqali energiyani tejashning nazariy asoslarini yaratish va bu texnik ishlamalarni amaliyotda qo'llash usullarini tahlil qilish kabi malaka va ko'nikmalarini shakllantirish.

"Elektr mashinalarining ekspluatatsiyasi" modulining vazifalari:

- Elektr mashinalarini ishlatish imkoniyatlarini tushuntirish;
- Elektr mashinalarining turli xil ish rejimlarini tahlil qilish ko'nikma va

malakalarini shakllantirishni o'rgatish;

- Tinglovchilarga elektr mashinalarining yangi turlari va ularni ekspluatasiya qilishda zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalarni shakllantirish.

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

“Elektr mashinalarining ekspluatasiyasi” modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

**Tinglovchi:**

- elektr mashinalarini tuzilishi va tasniflari, ish reyejmlari;
- elektr mashinalarini ekspluatasiya qilish usullari va ularning nazariy asoslari haqida **bilimlarga ega bo'lishi;**

**Tinglovchi:**

- elektr mashinalarini ekspluatasiya qilish imkoniyatlarini tahlil qilish;
- elektr mashinalarini ishga tushirish, ish rejimlarda ekspluatasiya qilish usullarni bilish;
- elektr mashinalarini turli xil rejimlarda ekspluatasiya qilish va tahlil qilish **ko'nikma va malakalarini egallashi;**

**Tinglovchi:**

- elektr mashinalarining yangi turlarini o'rganish;
- elektr mashinalarini ishlatishning samarali usullarini o'rganish va qo'llash **kompetensiyalarni egallashi lozim.**

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

“Elektr mashinalarining ekspluatasiyasi” moduli ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikasiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan:

- ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentasion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-

so'rovlar, test so'rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o'tkazish, va boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash nazarda tutiladi.

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

“Elektr mashinalarining ekspluatatsiyasi” moduli mazmuni o'quv rejadagi “Energiya tejamkor elektr mashinalar”, “Energiya tejamkor elektr yuritmalari” va “Elektr yuritmalarni boshqarishning zamonaviy usullari” o'quv modullari bilan uzviy bog'langan holda pedagoglarning energetika sohasida qo'llaniladigan elektr mashinalarini ekspluatatsiya qilish bo'yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

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

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar energetika sohasida qo'llaniladigan elektr mashinalarini ekspluatatsiya qilishni o'rganish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

### **Modul bo'yicha soatlar taqsimoti**

<i>No</i>	<b>Modul mavzulari</b>	<b>Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat</b>			
		<b>Jami</b>	<b>Nazariy</b>	<b>Amaliy mashg'ulot</b>	<b>Ko'chma mashg'ulot</b>
1.	Transformatorlarning ekspluatatsiyasi.	4	2	2	
2.	Asinxron motorlarning ekspluatatsiyasi.	4	2	2	
3.	Sinxron motorlar, turbogeneratorlar va gidrogeneratorlarning ekspluatatsiyasi.	6	4	2	
4.	O'zgarmas tok generatorlarining ekspluatatsiyasi. O'zgarmas tok motorlarining ekspluatatsiyasi.	2		2	
5	Transformatorlarning quvvat isroflarini hisoblash	2		2	
	<b>Jami:</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	

## NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

### **1-mavzu: Transformatorlarning ekspluatatsiyasi.**

Energetika tizimlarda qo'llaniladigan transformatorlar. Transformatorlarning zamonaviy turlari. Transformatorlarni ekspluatatsiya qilish.

### **2-mavzu: Asinxron motorlarning ekspluatatsiyasi.**

Asinxron motorlarning zamonaviy turlari. Asinxron motorlarni ekspluatatsiya qilish.

### **3- mavzu: Sinxron motorlarning ekspluatatsiyasi. Turbogeneratorlarning ekspluatatsiyasi. Hidrogeneratorlarning ekspluatatsiyasi.**

Turbogenerator va gidrogeneratorlarning zamonaviy turlari. Sinxron motorni, turbogenerator va gidrogeneratorlarni ekspluatatsiya qilish.

## AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

### **1-amaliy mashg'ulot. Transformatorning parametrlari aniqlash va qisqa tutashuv uchburchagini qurish.**

Transformatorning salt ishlash, qisqa tutashuv parametrlarini aniqlash va qisqa tutashuv uchburchagini qurish.

### **2-amaliy mashg'ulot. Asinxron motorning parametrlarini hisoblash.**

Asinxron motorning toklari, quvvatlari va momentlarini hisoblash.

### **3-amaliy mashg'ulot. Sinxron motorning parametrlarini hisoblash.**

Sinxron motorning aylanish chastotasi, chulg'amidagi nominal va ishga tushirish toklari, maksimal, nominal, sinxron, ishga tushirish momentlarini aniqlash.

### **4-amaliy mashg'ulot. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorining parametrlarini xisoblash.**

Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motori nominal yuklamadagi  $i_n$  tokni, ishga tushirish qarshiligini  $r_{i,t}$ , boshlang'ich ishga tushirish momenti  $m_{i,t}$  va salt ishlashdagi aylanish chastotasi  $n_0$ , salt ishlash toki  $i_0$  ni, yuklama ulangandagi nominal aylanish chastotasi  $n_n$  ni aniqlash.



## **5-amaliy mashg'ulot. Uch fazali sinxron generatorning parametrlarini xisoblash.**

Uch fazali sinxron generatorning parametrlarini, toki, momenti, kuchlanishlarini xisoblash.

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

Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv material mazmuni ustida ishlayotganda o'qituvchini tinglovchilar bilan o'zaro harakatini tartiblash-tirishni, yo'lga qo'yishni, tizimga keltirishni nazarda tutadi.

Modulni o'qitish jarayonida quyidagi ta'limning tashkil etish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruza;
- amaliy mashg'ulot;

O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

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

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

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

### “SWOT-TAHLIL” METODI.

**Metodning maqsadi:** mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

	<b>Kuchli tomonlari</b>	<b>Zaif tomonlari</b>
	Imkoniyatlar "O" — OPPORTUNITIES	To'siqlar "T" — THREATS
Tashqi muxit		
Ichki muxit	Afzalliklar "S" — STRENGTH	Kamchiliklar "W" — WEAKNESS

SWOT – tahlili jadvalidan foydalanish jarayonida talaba mavjud holatni tahlil qiladi va baholaydi. Tahlil va sintez qilish yo'li bilan biror mantiqiy qaror qabul qilishga o'rganadi



#### **1-bosqich**

SWOT – tahlili jadvalini tuzish qoidasi bilan tanishadi



#### **2-bosqich**

Juftlikda yoki kichik guruhlar ichida jadval to'ldiriladi



#### **3-bosqich**

Faoliyat natijasi taqdimot qilinadi

### Mavzuga qo'llanilishi:

Elektr mashinalarini ekspluatasiya qilishning SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

<b>S</b>	Elektr mashinalarini to'g'ri ekspluatasiya qilishning kuchli tomonlari	Tashkil etuvchi elementlarining Open source (ochiq kodli), sonining ko'pligi
<b>W</b>	Elektr mashinalarini to'g'ri ekspluatasiya qilishning kuchsiz tomonlari	Elektr mashinaning virtual mashina orqali ishlashi
<b>O</b>	Elektr mashinalarni ekspluatasiyaya qilishning imkoniyatlari (ichki)	Elementlarining o'zaro bog'lani-shi imkoniyatlari keng
<b>T</b>	To'siqlar (tashqi)	Ma'lumotlar xavfsizligining to'laqonli ta'minlanmaganligi

### «XULOSALASH» (REZYUME, VEYER) 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 tarqatadi:

Har bir guruh o'ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o'z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo'yicha tarqatmaga yozma baxon qiladi:

Navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o'z taqdimotlarini o'tkazadilar. Shundan so'ng trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi. Zaruriv axborotlar bilan to'ldiriladi va mavzu

## Mavzuga qo'llanilishi:

Elektr mashinalar					
O'zgarmas		O'zgaruvchan		Maxsus	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
<b>Xulosa:</b>					

## “TUSHUNCHALAR TAHLILI” METODI

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

Metodni amalga oshirish tartibi:

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

### Mavzuga qo'llanilishi:

#### “Elektr mashinalardagi tayanch tushunchalar tahlili”

Tushunchalar	Sizningcha bu tushuncha qanday ma'noni anglatadi?	Qo'shimcha ma'lumot
Stator	Elektr mashinaning asosiy qismi	
Rotor	Elektr mashinaning asosiy qismi	
Chulg'amlar	Elektr mashinaning asosiy qismi	
Val	Elektr mashinaning yordamchi qismi	

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

### “BLIS-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 mashinalarini ekspluatatsiya qilish» 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 mashinasini tashqi nazoratdan o'tkazish					
Elektr mashinasini ishga tushirish					
Elektr mashinasini ekspluatatsiya qilish					
Elektr mashinasining elektr parametrlarini tekshirish					
Elektr mashinasini ekspluatatsiya qilish bo'yicha yo'riqnoma yaratish					

### III. NAZARIY MATERIALLAR

#### 1-MAVZY: Transformatorlarni ekspluatatsiyasi

##### Reja:

1. Transformatorlarning ish rejimlari.
2. Transformatorlarning avariya rejimlari.
3. Transformatorlarga xizmat ko'rsatish turlari.

**Tayanch so'z va iboralar:** transformator, ish rejimi, avariya rejimi, xizmat ko'rsatish, quvvat, kuchlanish, chulg'amlar.

Transformatorlarni ishlatish jarayonida ularga operativ va texnik xizmat ko'rsatish, hamda rejali-oldini olib ta'mirlash ishlari amalga oshiriladi.

Transformatorlarga xizmat ko'rsatuvchi barcha personalning harakatlarini muvofiqlashtirish elektr sex yoki mos xizmatlar rahbariyati, elektr tarmog'i korxonalarida - elektr tarmoq yoki korxonaning ishlab chiqarish xizmatlari rahbariyati tomonidan amalga oshiriladi.

**1. Transformatorlar ishlash rejimlari.** Transformatorning nominal ish rejimi deb shunday rejimga aytiladiki, unda xos standart yoki texnik shartlarda keltirilgan kuchlanish, chastota va yuklanishning nominal qiymatlari, hamda atrof muhit va o'rnatish joyi sharoitlari nominal miqdorlarida ishlashi tushuniladi. Bunday rejimda transformator uzoq muddat ishlashi mumkin. Nominal kattaliklar, ishlab chiqaruvchi-korxonalar tomonidan transformatorga mahkamlangan pasport-taxtachda ko'rsatilgan bo'ladi.

Transformatorning me'yoriy (normal) ishlash rejimi deb shunday rejimga aytiladiki, unda transformator parametrlari standart, texnik shartlar yoki yo'riqnomalarda ko'rsatilgan joiz og'ishlardan ortib ketmaydi. Masalan, kuchlanishi 110 kV va undan yuqori bo'lgan moyli transformatorlar ishlashida chulg'amning ixtiyoriy ulamasidagi kuchlanishning miqdori 20 sekund vaqt davomida 1,3 marta (yuklama nominal) va 20 minut vaqt davomida (yuklama 0,5 nominal) 1,15 marta nominal qiymatidan og'ishi ruxsat etiladi.

Agar har qanday chulg'amning har qanday ulamasidagi kuchlanish shu ulamadagi nominal kuchlanishdan 10% ga ortgan bo'lsa, kuchlanishi 35 kV gacha,

quvvati 630 kV·A dan yuqori bo'lgan va kuchlanishi 110 dan 1150 kV gacha bo'lgan barcha transformatorlar davomli ishlashi (nominaldan katta bo'lmagan yuklamada) joiz bo'ladi. Bunda har qanday chulg'am ulamasidagi kuchlanish miqdori shu kuchlanish turkumiga  $U_{kl}$  hos bo'lgan ishchi kuchlanishi  $U_m$  dan ortmasligi shart:

$U_{kl}, kV$	3	6	3	15	20	35	13	150	220	330	500	750
$U_m, kV$	3,5	6,9	4,5	17,5	23	40,5	55	172	252	363	525	787

Kuchlanishi 35 kV gacha bo'lgan transformatorlar davomli kuchlanishini ortishi standart talablar yoki texnik shartlarga asosan o'rnatilgan.

**2. Transformatorlarning avariya rejimi** deb, parametrlar me'yoriy rejim chegaralaridan chiquvchi rejimga aytiladi. Avariya rejimi asosan qisqa tutashuvlar sodir bo'lganda vujudga keladi, hamda tokning qiymati nominal tok qiymatiga nisbatan 10-20 martaga oshib ketadi. Bunday toklar transformatorning chulg'amlari uchun juda xavfli hisoblanadi.

**3.Transformatorlarga xizmat ko'rsatish turlari.** Transformator-larga operativ xizmat ko'rsatish quyidagilarni o'z ichiga oladi: ishlash rejimlarini boshqarish; vaqti-vaqti bilan va navbatdan tashqari ko'riklar o'tkazish; ishlash rejimlarini harakterlovchi va olingan natijalarni tahlil qiluvchi parametr kattaliklarini vaqti-vaqti bilan nazorat qilish; xavfsiz texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashni ta'minlovchi tashkiliy-texnik tadbirlarni bajarish.

Transformatorlarga texnik xizmat ko'rsatish quyidagilarni o'z ichiga oladi: rejali-oldini olish ta'mirlash kompleksi doirasiga kirmagan, izolyatsiya va kontakt tizimlari holatining oldini olish, hamda sovitish, rostlash va yong'inni o'chirish uskunalari nazorati; transformator izolyatsiya moyini, kuchlanishni yuklamali rostlovchi qayta ulash qurilmasi va kirish izolyatorlari baklaridagi moy parametrlarini joiz holatda saqlash ishlari, shu qatorda, moy sifatini qayta tiklash (quritish, regenerasiya) va to'ldirish; aylanuvchi va ishqalanuvchi qismlarni, sovitish va kuchlanishni rostlash qurilmalar podshipniklarini moylash va ularga xizmat ko'rsatish; zaxiradagi yordamchi uskunalarni vaqti-vaqti bilan ishlatib ko'rish,



rostlash, ikkilamchi zanjir va himoya uskunalari, avtomatika, signal beruvchi va boshqarish tizimlarini sozlash, ta'mirlash va tekshirish.

Transformatorlarni rejali-oldini olib ta'mirlash kapital va joriy ta'mir va u bilan bog'liq bo'lgan sinov va o'lchov ishlarini o'z ichiga oladi.

Transformatorlarga xizmat ko'rsatish ishi rejali va navbatdan tashqari bo'lishi mumkin. Rejali ishlar oldindan belgilangan hajm va muddatda bajariladi; rejadan tashqari - transformator yoki uning elementlari buzilishi va shikastlar paydo bo'lishi bilan bog'liq. Energetika tizimidagi kuchli transformatorlarga xizmat ko'rsatish elektr stantsiya va elektr tarmoqlari korxonalarini tomonidan o'tkaziladi.

Barcha kuchaytiruvchi va bir qator pasaytiruvchi nimstantsiya-larda doimo personal navbatchilik qiladi. Shaxar tarmoqlarining va kuchlanishi 110 kV bo'lgan pasaytiruvchi nimstantsiyalar, hamda 35kV transformator punktlari doimiy personalsiz ishlaydilar va transformatorlarga xizmat ko'rsatish ta'mirlash va rele himoyasi va sinov o'tkazuvchi operativ personal orasida taqsimlanadi.

Ta'mirlash xodimlari (asosan uskunalarini ta'mirlaydigan elektr chilangarlar) injener-texnik xodimlar (masterlar, nimstantsiya guruxlari boshliqlari, injener xizmatchilar) raxbarligida transformatorlarda kapital va joriy ta'mirlash hamda bir qator ishlatish vazifalarini (moy namunasini olish, izolyatorlarni artish, sovitish qurilmalariga texnik xizmat ko'rsatish) va sinovning ba'zi turlarini (transformator chulg'amlari izolyasiyalarini, elektr motor sovitish tizimi va yong'inni o'chirish manba zanjirini tekshirish, kontakt tizimi qarshiliklarini o'lchash) o'tkazadilar.

Operativ xodimlar transformatorlarga operativ xizmat ko'rsatishda qatnashadi, ular aniqlagan nuqsonlar ishlatish va ta'mirlash ishlarini rejalashtirishda e'tiborga olinadi. Aniqlangan nuqsonlar xaqidagi ma'lumotlarni operativ xodimlar maxsus jurnalga yozib qo'yadilar. Bo'linma boshlig'i jurnalda mo'ljallangan tadbirlar va aniqlangan nuqsonlarni bartaraf etish muddatini ko'rsatadi. Bundan tashqari, operativ xodimlar ta'mirdan chiqqan uskunalarini qabul qilishda ham ishtirok etadi.

Rele himoyasi va avtomatika qurilmalariga operativ va ta'mirlash xodimlariga aloqador maxsus xodimlar xizmat ko'rsatadi.

Sinovchilar transformator izolyasiyasi va kontakt tizimlarini profilaktik tekshiradi, o'chirgich, ajratkich, razryadnik, sovitish tizimlari va kuchlanishni rostlash v. b. ishlarni amalga oshiradi. Bu xodimlar transformatorlarni kuchlanishi oshib ketishidan saqlaydigan tadbirlar ishlab chiqadi. Shuni ta'kidlash kerakki, ba'zi sinov turlari ta'mirlash xodimlari tomonidan o'tkazilishi mumkin.

### **Nazorat savollari**

1. Transformatorlarning qanday ish rejimlarini bilasiz?
2. Transformatorlarning avariya rejimlariga qanday rejimlar kiradi?
3. Transformatorlarga xizmat ko'rsatish turlarini tushintiring.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014. -391 b.
2. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekektromashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.-408 b.
3. J.B.Gupta. Theory & Performanse of Elektrical Mashine. Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
4. Salimov J.S., Pirmatov N.B., Bekjanov B.E. Transformatorlar va avtotransformatorlar. –T.: Vektor-Press, 2009. -224 b.

## **2-mavzu: Asinxron motorlarning ekspluatatsiyasi.**

### **Reja:**

1. Asinxron motorlarda utkaziladigan profilaktik sinovlar.
2. Asinxron mashinalarning eskirishi.
3. Asinxron mashinalarga texnik xizmat ko'rsatish.

**Tayanch so'z va iboralar:** asinxron motorlar, stator, rotor, chulg'amlar, energetik xarakteristikalari, foydali ish koeffitsiyenti, quvvat koeffitsiyenti, texnik xizmat ko'rsatish, eskirish.

**1. Elektr mashinalarining ishlatish jarayonida,** ularni ishga tushirishdan avval, ishlab turgan onda va to'xtatilgandan so'ng rejada belgilangan tamirlash va profilaktika (tamirlashlar orasida) sinovlarni o'tkazish muhim ahamiyatli o'ringa ega.

Profilaktik sinovlar shunday buzilishlarni aniqlash imkoniyatini beradiki, ularning tashqi ko'rinishlari bo'lmaganligi sababli, ko'rik vaqtida doimo aniqlab bo'lmaydi. Bunday sinovlarda elektr mashinalari chulg'amlari izolyatsiyasi va ishga tushirish-rostlash apparatlari qarshiliklari, kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan tarmoqqa ulanadigan va zaminlanadigan neytralli mashinalar himoyasining to'g'ri ishlashi tekshiriladi.

EUTQ ga muvofiq, elektr mashinalar izolyatsiyasi qarshiligi tekshirilganda megometr quyidagicha tanlanadi: o'zgarmas tok mashinalari chulg'amlari va kuchlanishi 1 kV gacha bo'lgan o'zgaruvchan tok mashinalarining stator chulg'amlari izolyatsiyasi qarshiligini o'lchashda kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan megometr dan foydalaniladi, kuchlanishi 1 kV gacha bo'lgan o'zgaruvchan tok mashinalari rotor chulg'amlari izolyatsiyasining qarshiligi o'lchanganda - kuchlanishi 500 V bo'lgan megometr ishlatiladi. Kuchlanishi 1 kV dan yuqori bo'lgan o'zgaruvchan tok mashinalarining chulg'amlari izolyatsiyasi qarshiligini o'lchashda, kuchlanishi 2500 V bo'lgan megometr dan foydalaniladi.

**2. Elektr mashinalarining eskirishi.** Elektrotexnik jihozlarni ishlatish jarayonida eskiradilar. Eskirishning fizik jarayonlari harakteriga ko'ra, shartli ravishda, uch turga bo'lish mumkin: mexanik, elektr va ma'naviy.

Mexanik eskirish - elektr mashinalarining alohida qismlari va detallariga uzoq muddat va ko'p martali o'zgaras yoki o'zgaruvchan yo'nalishli mexanik ta'sirlar natijasidir. Bu ta'sirlar natijasida ularning boshlamchi shakl va sifatleri yomonlashadi. Elektr mashinalarida eskirishga moil qismlar - kollektor, kontakt halqalar, shchetkalar, podshipniklar, val bo'yni, bandajlar, prujinalar v.b. Bundan tashqari, mashinalarni ishlatish jarayonida chulg'am o'tkazgichlari pazdan chiqishidagi izolyatsiya va transformatorlar chulg'amlarining qo'shni o'ramlari izolyatsiyalari ishqalanib yemiriladi.

Atrof muhitdagi (chang) qattiq bo'laklarning elektr mashina alohida qism va detallariga mexanik-abraziv ta'siri ham mexanik eskirishga olib keladi.

Elektr eskirish - elektr izolyatsiya materiali o'zining izolyatsiyalash xossalarini qayta tiklay olmaydigan darajaga olib keladi. Izolyatsiyaning eskirishi to'rt asosiy omillar ta'sirida sodir bo'ladi: issiqlik, elektr, mexanik va atrof muhit. Harorat ortishi bilan qattiq izolyatsiyaning mexanik mustaxkamligi va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti kamayadi, izolyatsiyaning issiqlikdan hajm kengayishida uning strukturasi susayib, ichki termomexanik kuchlanganlik sodir bo'ladi; u ayniqsa kuchli bog'langan katta farqli issiqlikdan kengayish koeffitsiyentiga ega bo'lgan izolyatsion tizimlarda sodir bo'ladi. Eskirish jarayonida izolyatsiyalarda uning parchalanishidan hosil bo'lgan maxsulotlar yig'ilishi mumkin va gaz pufakchalari va o'tkazuvchan aralashmalar faoliyati ta'sirida izolyatsiyaning teshilish kuchlanishini kamaytiradi. Issiqlik ta'siri qattiq izolyatsiyani mexanik ta'sirlarga tez shikastlanuvchan qiladi.

Izolyatsiyaga elektr ta'sir, uskunalarning kuchlanish darajasi bilan aniqlanadi. Eskirishga kommutatsiya va atmosferaning o'ta kuchlanganligi katta ta'sir qilib, g'altak bo'ylama o'qi bo'yicha kuchlanishning notekis tarqalishiga va uning teshilishiga olib kelishi mumkin. Kuchlanish notekis tarqalishi impuls kengligi modulyatsiyasiga ega bo'lgan chastota o'zgartkichdan ta'minlanadigan elektr mashinalar chulg'amlari uchun harakterlidir.

Atmosfera ta'siri natijasida izolyatsiyaning ish sharoiti, xususan atmosfera tarkibidagi namlik va yomon kimyoviy aralashmalar ortganda yomonlashadi.

Izolyatsiyada namlikning mavjudligi qattiq izolyatsiyaning mexanik mustaxkamligini ancha kamaytiradi, ionlanish jarayonini oshiradi, kimyoviy eskirishni tezlashtiradi.

Mexanik ta'sirlar jihozlarning vibratsiyasi, o'zgaruvchan elektrodinamik (mexanik) kuchlarni hosil qiluvchi, chulg'amlardan o'zgaruvchan tokning oqishi, hamda aylanuvchi va harakatlanuvchi kismalarida markazdan qochma kuchlar paydo bo'lishidan hosil bo'ladi. Bunda, avariya rejimlarida qattiq izolyatsiyaga mexanik ta'sirlar nominal rejimdagiga nisbatan yuz marta kattaroq ta'sir etishi mumkin.

Bunday mexanik ta'sirlar natijasida izolyatsiya teshilishi, nominal rejim sharoitlarida uskunaning kuchlanishi bo'lmagan qismlarida o'ta yuqori elektr potentsiali paydo qilishi mumkin. Bu turdagi eskirishni yo'qotish uchun, aksariyat, elektrotexnik va elektromexanik uskunalarni kapital ta'mirlash talab etiladi.

Ma'naviy eskirish - vaqt o'tishi bilan jihozlar ishlatilishi jarayonida o'ziga nisbatan yangi, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari yuqori (FIK, samaradorligi, ishonchliligi va h.k.) va narxi arzon bo'lgan uskuna paydo bo'lishi bilan bog'liq. Bu sharoitda eskirgan uskunani ishlatishda davom etish maqsadga muvofiq bo'lmaydi va yangi, texnik jixatdan takomillashgan jihozlarni ishlatish natijasida olingan tayyor mahsulot bilan taqqoslaganda, harajat va mahsulot narxining ortib ketishi sodir bo'ladi. Faqat ishlab chiqarishni modernizatsiya qilish jarayonida kapital ta'mirlash bilan amaldagi jihozlarning konstruksiyasini o'zgartirish va texnik ko'rsatkichlarini yaxshilash evaziga iqtisodiy asoslangan ishlatish muddatini cho'zish mumkin.

Eskirishning yuqorida keltirilgan turlari, ma'lum darajada, shartli hisoblanib, uchchala eskirish turlarini bir-biridan ajratgan holda ko'rib bo'lmaydi. Masalan, tok uzatish qismlarining mexanik eskirishiga tok zichligi, harorat va atrof muhitning namligi kuchli ta'sir etadi; izolyatsiyaning elektr eskirishiga mexanik omillar (vibratsiya, termomexanik kuchlar, abraziv eskirish) kuchli ta'sir etadi. Elektr mashinalarining texnik ko'rsatkichlari yomonlashuviga va, demak, ularning ma'naviy eskirishiga ularning mexanik va elektr eskirish darajalari ta'sir qiladi.

Shunga qaramay, eskirishning har bir turini tahlil qilish, mashinaning eskirish jarayoni asosida yotgan fizik omillarni to'liq aniqlash va eskirishning mashina ishiga ta'sirini pasaytirish chora-tadbirlarini ishlab chiqish imkonini beradi.

Texnik xizmat ko'rsatish ishlarini olib borishda ko'zga tashlanadigan, elektr mashinalarining buzilishi yoki ishdan chiqishiga olib keluvchi, mashinaning bir qator xarakterli nosozliklarini ko'rib chiqaylik.

Elektr mashinalarini nosozliklari va ularning ko'rinishlari. Stator yoki rotor chulg'amlari o'ramlari orasidagi izolyatsiya teshilishi natijasida o'ramlar qisqa tutashuvi, elektr mashina yuklamasi nominal qiymatiga yetmagan bo'lsa ham, juda qizib ketishiga olib keladi.

Ikki faza izolyatsiyasi yoki fazalararo izolyatsiya teshilishi natijasida stator chulg'ami fazalari orasida qisqa tutashuv sodir bo'lib, mashina to'xtatilgandagina yo'qoladigan, kuchli vibratsiyaga olib keladi. Bundan tashqari faza chulg'amlari toklarining assimetrisi sodir bo'ladi va chulg'am qismlarining tezkor qizishi kuzatiladi.

Faza rotorli asinxron motorlari rotor chulg'amida qisqa tutashuv rejimini tekshirishda (yoki val bilan kontakt xalqalar orasidagi izolyatsiya teshilganda) motorni ishga tushirishda rotor chulg'ami qisqa tutashtirilmaydi (balki rotor chulg'ami ochiq bo'ladi). Motor kichik yuklama bilan ishga tushirilishida ham, mashina sekin tezlanadi, rotor esa tez qiziydi.

O'zgaruvchan tok motori stator chulg'ami o'tkazgichining uzilish ishlayotgan mashinada toklar asimetriyasini hosil qiladi va chulg'am fazalaridan biri tez qiziydi. Faza uzilishida (chegaraviy holat - o'tkazgich uzilishida) motor stator chulg'amiga kuchlanish ulanganda ham ishga tushmaydi, kuchli shovqin va motorning tez qizishi kuzatiladi. Ishlayotgan motor faza uzilishida stator toklarining keskin asimetriyasi, kuchli shovqin va joiz qizishdan kattaroq haroratga yetishi kuzatiladi.

Asinxron motor qisqa tutashgan rotor sterjenining uzilishi mashina vibratsiyasining kuchayishiga, yuklanishda rotor aylanish tezligi kamayishiga, statorning barcha fazalarida stator tokining davriy pulslanishiga olib keladi.

Chulg'am izolyatsiyasining qarshiligi kamayishi izolyatsiyaning juda ifloslanishi, namlik ortishi, yoki eskirishi natijasida qisman buzilishi natijasida sodir bo'ladi.

Elektr kontaktlar, payvandlangan yoki kavsharlangan ulanishlar buzilishi asinxron motorlarda chulg'am fazalari uzilishi, rotor chulg'ami sterjeni yoki fazalari uzilishida, uzilish qayerda joylashganligiga ko'ra, shunday oqibatlariga olib keladi. Shchytokalar zanjirida kontakt buzilishi yuqori daraja uchqunlanishiga olib keladi.

O'zgaruvchan tok mashinasi statori yoki o'zgarmas tok mashinasi yakori magnit o'zagi plastinalari orasidagi izolyatsiya buzilishi, butun magnit o'zak va uning alohida qismlarida haroratning joiz qiymati keskin oshib ketishiga olib keladi. Bu, o'z navbatida, chulg'amlarning hta qizishiga va magnit o'zak ba'zi qismlarining yonib ketishiga olib keladi.

Magnit o'zak plastinalari presslanishining kamayishi elektr mashinalarini manbadan o'chirganda yo'q bo'luvchi shovqin va kuchli vibratsiyaga olib keladi.

Qutblar va stator magnit o'zagi mahkamlanishining susayishi, mashinani manbadan uzganda yo'q bo'ladigan kuchli vibratsiyaga olib keladi.

Kollektor va kontakt halqalar yedirilishi, shchetkalar bosimi susayishi yuqori darajada uchqunlanish va kollektor va kontakt halqalar qizishiga olib keladi. Bunda chetkalar yedirilishi tezlashadi.

Val deformasiyasi rotorning eksentrisitetiga, bir tomonlama tortish kuchining ortishiga olib keladi, natijada asinxron motor nominal tezlikka erishmaydi, uning ishida past chastotali shovqin kuzatiladi.

Sovitish (ventilyatsiya) kanallarini ifloslanishi va korpus kirlanishi, yuklanish joiz qiymatidan kam bo'lsa ham, mashina yoki uning alohida qismlari o'ta qizishiga olib keladi.

Sirpanish podshipniklari babbiting erib ketishi yoki yumalash podshipnigi o'ta yedirilishi elektr mashina vali va yuritma mexanizmi o'qlari nomosligigiga va rotorda ekstsentri-sitet hosil bo'lishiga odib keladi. Birinchi sabab vibratsiya hosil bo'lishiga olib keladi va mashina tarmoqdan uzilganda ham tugamayd, ikkinchisi - val deformatsiyasidagi kabi hosil bo'ladi.

Aylanuvchi qismlarning (muft, shkiv va rotorlar) muvozanati (balansirovkasi) buzilishi kuchli vibratsiya hosil qiladi.

Ba'zi paydo bo'lishi mumkin bo'lgan buzilishlar turlarining tahlilidan va ularning elektr mashinalar xususiyatlariga ta'siridan shularni ko'rish mumkinki, bir xil fizik nuqsonlar turli sabablarga ko'ra sodir bo'lishi mumkin ekan. Bu har doim ham mashina shikastlarini aniq ko'rsatish imkoniyatini beravermaydi, balki shikastlar ketma-ketligini keltirish bilan kifoyalaniladi. Shikastlarning haqiqiy sabablari nuqsonlarni aniqlash jarayonida topiladi. Agar elektr mashinalarining muayyan turlari haqida so'z borsa, aksariyat, mashinani ishlatuvchi personal o'z ishida mashinaning tipik nosozliklari ro'yxati va ularni bartaraf etish usullariga amal qiladi. Bu ro'yxat har bir mashina (yoki bir xil mashinalar guruhi) pasportida keltiriladi. Na'muna sifatida 4.1-jadvalda AIR turdagi qisqa tutashgan rotorli asinxron motorining shaklida haqida biror turini buzilgan qismlari xaqida gapiradigan bo'lsak, unda qoidaga ko'ra, har bir elektr mashinasi (yoki bir tipli mashina guruxi) pasportida bo'ladigan, ish davomida ishlatish qiluvchi ishchilar tipi to'g'ri keladigan buzilish ketma –ketligi va ularni yo'qotish usullaridan foydalanishadi. Namuna sifatida 4.1- jadvalda AIR seriyali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning tipik nosozliklari ro'yxati va ularni bartaraf etish usullari keltirilgan. Shunga o'xshash ro'yxatlar ishlab chiqaruvchi-zavod tomonidan keltiriladi-gan elektr mashinalari pasportida mavjud.

1-jadvalda keltirilgan nosozliklarni bartaraf etishda motorni ta'minlovchi tarmoqdan va yuritmadan uzib qo'yish lozim.

**3. Elektr mashinalariga texnik xizmat ko'rsatish** ishlari juda xilma xildir. Bu ishlarning tipik hajmlari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- iste'molchi tomonidan «Yelektr qurilmalarini ishlatish qoidalari» va ishlab chiqargan zavod yo'riqnomalari (yuklama, elektr mashinasi alohida qismlari harorati, yopiq sovitiladigan tizimda sovutish muhiti harorati, podshipniklarda moy mavjudligi va moylanish holatlari, vibrasiya va shovqin darajasi, cho'tkalar ostidagi uchqunlanish darajasi v.b.) bajarilishini har kuni nazorat qilish;

- zaminlanishning ishga yaroqliligini har kuni nazorat qilish;

- mashinani artish, tozalash, havo oqimida tozalash, asosiy texnologik jihozlar ishini to'xtatmasdan va ularning to'xtatilgan holatida kichik nosozliklarini aniqlash



va bartaraf etish (kontaktlar va mahkamlash tizimlarini tortish, shchetkalarni almashtirish, traverslarni rostlash v.b.);

- mashina qism va detallari resurslarining tugash chegarasini aniqlash maqsadida elektr mashina holatini texnik diagnostika vositalari yordamida tekshirish va avariya holatining oldini olish;

- jihoz to'xtatilishiga sabab bo'lgan (himoya tizimi ishga tushishi natijasida) himoya uskunasi qayta tiklash;

- elektr mashinalarni montaj qilish, ta'mirlash va sozlash ishlaridan so'ng ularning, himoya va boshqaruv tizimlarining qabul - topshirish sinovlarini o'tkazish;

- bosh energetik tomonidan tasdiqlangan reja-grafik asosida, ko'rik kartisini to'ldirgan holda ishlatilayotgan mashinalarning rejali ko'rigini o'tkazish.

Ko'pgina elektr mashinalarining ishlash qobiliyatiga ta'sir etuvchi asosiy omil - mashina alohida qismlari ishchi harorati (chulg'am, podshipnik, kollektor va kontakt halqalar) hisoblanadi. Shu sababli mashinani ishlatish jarayonida haroratni nazorat qilishga alohida e'tibor qaratiladi. Amaliyotda qizishni nazorat qilishning ikki usuli qo'llaniladi: bevosita va bilvosita.

Bevosita nazorat qilish usulida elektr mashinaning chulg'ami ichiga joylashtirilgan, podshipnik va magnit o'zakka o'rnatilgan turli (qarshilik termometri, termorezistorlari, termobug') harorat datchiklari bo'ladi. Bu datchiklar yordamida mashinaning tegishli qismlari harorati yoki harorat ortishi (atrof muhit haroratiga nisbatan) o'lchanadi. O'lchovlar mashinaning har bir ko'rigida yoki masofadan, yoki bevosita mashina o'zida amalga oshiriladi. Demak, harorat, yoki doimiy ravishda, yoki vaqti-vaqti bilan davriy nazorat qilinishi mumkin ekan. Bevosita o'lchash usulining afzalligi, haroratni o'lchash uchun mashinani to'xtatish shart emas.

Agar bevosita nazorat qilish usuli imkoni bo'lmasa (mashinaga kiritilgan harorat datchiklari yo'qligi uchun), u xolda mashina haroratini nazorat qilishning bilvosita usuli qo'llaniladi. Bu usulni qo'llashda haroratning o'zini yoki harorat ortishini nazorat qilinmaydi, balki mashina yuklanishi va atrof sovituvchi muhit harorati nazorat qilinadi. Aksariyat, yuklanish nominaldan ortmasa, sovutish muhitining harorati joiz qiymatdan oshmasa, qizib ketishning joiz qiymati oshib

ketishidan havotir bo'lmasa ham bo'ladi. Nazoratning bilvosita usuli, kichik va o'rta quvvatli elektr mashinalarini ishlatishda keng qo'llaniladi. Ma'lumki, bu mashinalarda harorat nazorati datchiklarini o'rnatish ko'zda tutilmagan.

1–jadval

### Asinxron motorlarda uchraydigan nosozliklar

Nosozlik, tashqi ko'rinishi, qo'shimcha alomatlari	Sabablar ehtimoli	Bartaraf etish usuli
Ishga tushirish vaqtida motorni rotor aylanmaydi, g'uvillaydi	Tarmoq kuchlanish yo'q yoki joiz miqdordan kam. Stator chulg'ami boshi va keti o'rin almashgan. Motor o'ta yuklangan. Yuritma mexanizmi nosoz.	Manbani nosozligini aniqlansin va tuzatilsin.  Fazalar sxemaga muvofiq ulansin Yuklanish kamaytirilsin. Yuritma mexanizmi sozlansin.
Ishlayotgan motor to'xtab qolishi	Kuchlanish berilishi to'xtatilgan. Taqsimlovchi qurilma apparati va tarmoqda nosozliklar. Yuritma mexanizmi to'xtab qolishi. Himoya ishlab ketdi.	Elektr zanjiridagi uzilishni topib tuzatish. Apparat va tarmoq nosozligi tuzatish. Yuritma mexanizmi nosozligini tuzatish. Stator chulg'ami tekshirib, sababi bartaraf etilsin.
Val aylanadi, lekin me'yoriy aylanish tezligiga erishilmayapti	Ishga tushirish vaqtida bir faza uzilgan. Manbani kuchlanishi pasaygan. Motor yuklamasi oshib ketgan.	Uzilgan fazani ulab qo'yish.  Kuchlanishni me'yorgacha oshirish. Yuklamani kamaytirish.
Motor o'ta qizigan	Motor toki oshib ketgan. Tarmoq kuchlanishi kuchaygan yoki kamaygan. Atrof muhit harorati oshgan.	Motor yuklamasini me'yorgacha kamaytirish. GOST 183-74 belgilagan kuchlanish tiklansin.  Joiz harorat o'rnatilsin.

<p>Stator chulg'ami qiziyapti, motor kuchli ovoz bilan g'uvillayapti va me'yoriy aylanish tezligiga erishmayapti.</p>	<p>Ventilyasiya me'yoriy holati buzilgan (motor korpusi va ventilyasion kanallar ifloslangan). Yuritma mexanizmi me'yoriy ishlashi buzilgan. Stator chulg'ami o'ramlari orasida qisqa tutashuv. Biror faza chulg'ami korpus (yoki zamin)ga ikki joyida tutashgan. Fazalar orasida qisqa tutashuv. Fazalardan biri uzilgan.</p>	<p>Motor korpusi va ventilyatsion kanallarni tozalash.</p> <p>Yuritma mexanizmi ishidagi nosozliklarni yo'qotish. Stator almashtirilsin.</p> <p>Stator almashtirilsin.</p> <p>Stator almashtirilsin.</p> <p>Stator almashtirilsin.</p>
<p>Yuqori darajada qizish va podshipniklarda taqillash</p>	<p>Yuritma mexanizm va motor noto'g'ri markazlangan yoki uning buzilishi. Podshipniklar shikastlangan.</p>	<p>Yuritma mexanizm bilan motor to'g'ri markazlash.</p> <p>Podshipniklarni almashtirish.</p>
<p>Ishlayotgan motorni yuqori tebranishi</p>	<p>Fundament yetarli darajada qattiq emas. Yuritma mexanizmi vali bilan motor valini bir o'qda emas. Yuritma yoki ulovchi mufta balanslanmagan.</p>	<p>Fundament qattiqligini oshirish. O'qlar mosligiga e'tibor qilish.</p> <p>Yuritma yoki ulavchi muftani balanslash.</p>
<p>Chulg'am izolyatsiya qarshiligini kamligi</p>	<p>Chulg'am ifloslangan yoki namlangan.</p>	<p>Motorni ochib tozalash, chulg'amni shamollatib, quritish.</p>

### Nazorat savollari

1. Asinxron motorlarda o'tkaziladigan qanday profilaktik sinovlar bor.
2. Asinxron mashinalarning eskirishiga nimalar sabab bo'ladi?
3. Asinxron mashinalarga texnik xizmat ko'rsatishni tushintirib bering.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA.

-2014. -391 b.

2. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.-408 b.

3.J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.

4. Salimov J.S., Pirmatov N.B., Bekjanov B.E. Transformatorlar va avtotransformatorlar. –T.: Vektor-Press, 2009. -224 b.

### **3-mavzu: Sinxron motorlarning ekspluatasiyasi. Hidrogenerator va turbogeneratorlarning ekspluatasiyasi.**

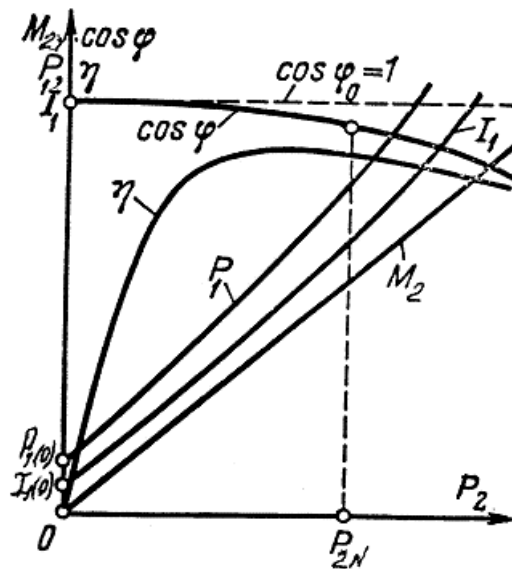
#### **Reja:**

1. Sinxron motorlarning ekspluatasiyasi.
2. Hidrogeneratorlarning ekspluatasiyasi.
3. Turbogeneratorlarning ekspluatasiyasi.

**Tayanch so'z va iboralar:** sinxron motor, ish rejimi, hidrogenerator, turbogenerator, xizmat ko'rsatish, ekspluatasiya.

Sinxron mashina motor rejimda ishlashi uchun uning stator chulg'amlariga uch fazali o'zgaruvchan tok, qo'zg'atish chulg'amiga esa o'zgarmas tok beriladi. Stator chulg'amida toklar vujudga keltirgan MYuK lar aylanma magnit maydonni hosil qiladi. Bu maydon qo'zg'atish chulg'amidagi tok bilan ta'sirlashib aylantiruvchi momentni hosil qiladi va u rotni aylantiradi. Demak, sinxron motorning stator chulg'amiga berilgan elektr energiya uning validagi mexanik energiyaga aylanar ekan.

**Sinxron motorning ish xarakteristikalari.**  $U_t = \text{const}$ ,  $f_t = \text{const}$  va  $I_{qo'z} = \text{const}$  bo'lganda sinxron motorning validagi foydali moment  $M_2$ , elektr tarmog'idan iste'mol qiladigan quvvati  $R_1$ , stator chulg'amining toki  $I_1$ , FIK  $\eta$  va quvvat koeffisiyenti  $\cos\varphi$  larning motor validagi foydali quvvatga bog'liq holda o'zgarishi, ya'ni  $M_2$ ,  $R_1$ ,  $I_1$ ,  $\eta$ ,  $\cos\varphi = f(R_2)$  bog'liqlikka sinxron motorning *ish xarakteristikalari* deyiladi. Bu xarakteristikalar valdagi yuk  $R_2$  ni noldan nominalgacha o'zgartirib tekshiriladi (1-rasm).



1-расм. Синхрон моторнинг иш  
характеристикалари

Motorning aylanish chastotasi  $n$  stator chulg'amidagi tok chastotasi o'z-garmas bo'lganda  $n = n_1 = 60 \cdot f_1 / p = \text{const}$  bo'lgani uchun  $n = f(R_2)$  bog'liqlik abs-sissalar o'qiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqli ko'rinishga ega bo'ladi.  $R_1 = f(R_2)$  bog'lanish yuqoriga bir oz egilgan ko'rinishda bo'ladi, chunki  $R_1$  quvvat yakor tokining kvadrati ( $I_1^2$ ) ga mutanosib bo'ladi.  $I_1 = f(P_2)$  bog'lanish  $R_1$  ning oshishi bilan o'sadi, chunki  $I_1 = R_1 / (m \cdot U_1 \cos \varphi)$ .

FIK ning yuklamaga nisbatan o'zgarishi  $\eta = f(P_2)$  hamma elektr mashinalari uchun umumiy xarakterga ega, ya'ni sinxron motorning o'zgaruvchan va o'z-garmas isroflari teng bo'lganda FIK maksimal qiymatga erishadi. Bu qiymat-dan chap tomonida magnit isroflari elektr isroflardan katta bo'lib, o'ng tomonida esa stator chulg'amidagi elektr isroflar magnit isroflardan ko'p bo'ladi.

*Sinxron motorlarning asinxron motorlarga nisbatan afzalliklari va kamchiliklariga quyidagilar kiradi.*

**Afzalliklari:** Sinxron motorning  $\cos \varphi = 1$  da ishlay olishi tarmoqning quvvat koeffitsiyentini yaxshilaydi; motorning o'lchamlari kichiklashadi, chunki sinxron motorning toki shunday quvvatli asinxron motornikiga nisbatan kamligi motorning o'lchamlarini qisqartirishga imkon yaratadi; sinxron motor maksimal momentining kuchlanishga to'g'ri mutanosibli tufayli mazkur motor kuchlanishning o'zgarishini

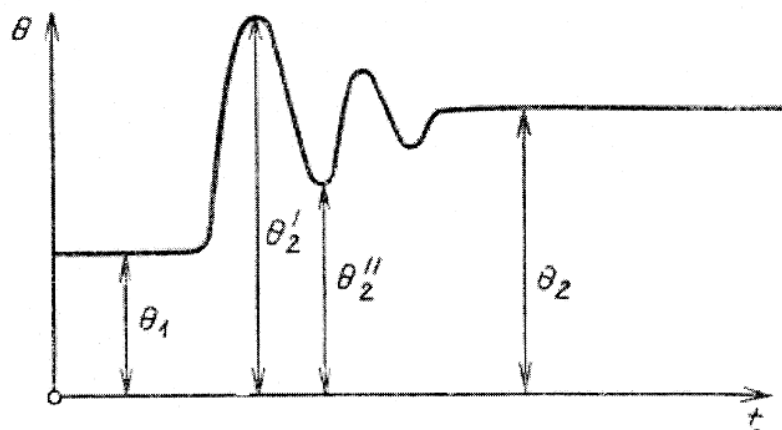
kam sezadi; valdagi yuklamaning me'yoriy qiymatlarida qanday bo'lishidan qat'iy nazar sinxron motorning aylanish chastotasi o'zgarmas bo'ladi.

**Kamchiliklari:** konstruksiyasining murakkabligi; ishga tushirishning va aylanish chastotasini rostdlashning murakkabligi; qo'zg'atish chulg'amini o'zgar-mas tok bilan ta'minlash uchun qo'zg'atgich yoki boshqa qurilmalarning talab etilishi; asinxron motorga nisbatan narxining qimmatligi; cho'tka-halqa qismining mavjudligi tufayli ishonchlilikning nisbatan kamligi ularning kamchiliklari hisoblanadi.

**SG ning tebranishlari.** Tarmoq bilan parallel ishlayotgan SG rotoriga elastik (egiluvchan) va inersion kuchlar ta'sir qiladi, shuning uchun sinxron mashina yuklamasining o'zgarishida  $\theta$  burchagining bitta barqaror qiymatidan boshqasiga o'tishida o'zining yangi qiymati yaqinida tebranishlar yuz beradi.

Burchak  $\theta$  qutblar o'qining natijaviy magnit maydon o'qiga nisbatan holatiga bog'liq bo'lganligidan SG  $\theta$  burchagining tebranishlari mashina rotori va unga biriktirilgan mexanizmlarning tebranishlari bilan bog'langandir. *SG da teranishlarning paydo bo'lishini quyidagicha tushuntirish mumkin.* SG ning valiga qo'yilgan M moment,  $M_1$  qiymatdan  $M_2$  gacha keskin oshib, keyinchalik o'zgarmay qoladi, deb faraz qilaylik. Momentning oshishi bilan  $\theta$  burchak  $\theta_1$  dan  $\theta_2$  gacha oshishi lozim (2-rasm). Lekin  $\theta$  burchagi oshganda sinxron mashina va mexanizmlar aylanuvchi qismlarining inersion kuchlari tufayli rotor  $\theta'_2 > \theta_2$  burchakka buriladi.  $\theta'_2$  burchakda tormozlovchi ta'sir qiladigan elektromagnit moment  $M_2$  momentdan katta bo'lganligidan rotor aylanish chastotasini sekinlashtirib,  $\theta$  burchak esa kamaya boradi. Lekin bu holda ham inersiya kuchlari sababli rotor  $\theta''_2 < \theta_2$  holatga o'tadi va elektromagnit moment ( $M_{em}$ )  $M_2$  momentdan kamayadi. Bu esa rotor aylanish chastotasining oshishiga,  $\theta$  burchagining esa yana o'sishiga olib keladi.

2-rasm. Sinxron generatorning yuklamasi keskin o'zgarganda vujudga keladigan tebranishlar



Buning natijasida rotor  $\theta_2$  burchakning barqaror qiymatiga nisbatan yana bitta tebranish qiladi.

Odatda SG larning tebranishlari so'nuvchi xarakterga ega bo'ladi, shuning uchun tebranishlar amplitudasi asta-sekin kamaya boradi va biror vaqt o'tishi bilan  $\theta$  burchak  $\theta_2$  burchakka tenglashadi. Tebranishlarning so'nishiga quyidagilar sababchi bo'ladi, ya'ni rotor magnit maydonga nisbatan holatini o'zgartirishida uning konturlarida tok induksiyalanadi. Bu toklar mashina magnit maydoni bilan o'zaro ta'sirlashib tormozlovchi momentni vujudga keltiradi. Tormozlovchi momentni oshirish va, demak, tebranishlarni pasaytirish uchun sinxron mashinaning qutb uchliklarida pazlar yasalib ularga maxsus dempfer (tinchlantiruvchi) chulg'ami joylashtiriladi. Rotorning yuqorida ko'rib chiqilgan tebranishlarini *erkin tebranishlar* deyiladi.

Sinxron mashinaning erkin tebranishlar chastotasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$f_0 = [1/(2\pi)] \sqrt{(M_{\sin x} \cdot p) / J}, \quad (1)$$

bunda  $M_{\sin x}$  – solishtirma sinxronlovchi moment;  $r$  – juft qutblar soni;

$J$  – aylanuvchi šismlarning inersiya momenti. Odatda, sinxron generator-larda erkin tebranishlar chastotasi  $f_0 = 0,5 \div 2$  Hz.

Agar SG ning valini porshenli mashina (bug' mashinasi yoki ichki yonuv motori) bilan aylantirilsa (bunda tashqi moment davriy o'zgaruvchan bo'ladi) uning ish jarayonida erkin tebranishlardan tashqari *majburiy tebranishlar* ham sodir bo'lishi mumkin. Erkin va majburiy tebranishlarning chastotalari tenglashganda rezonans

hodisasi ro'y berib, SG ning ishi mumkin bo'lmay qoladi, chunki tebranishlarning amplitudasi tobora osha borib mashina sinxronizmdan chiqib ketadi (bu esa sinxron mashina uchun *avariya* holatidir). Bunday holatning oldini olish maqsadida agregatni loyihalashda uning valiga maxovik (katta massaga ega bo'lgan doirasimon jism) o'rnatib, inersiya momenti  $J$  ni oshirish yo'li bilan erkin tebranishlar chastotasini o'zgartiradilar.

***SG ning asinxron rejimga o'tishi.*** SG lar tarmoq bilan parallel ishlaganda ulardan ayrimlari tarmoq kuchlanishining pasayishi, qo'zg'atishning yo'qolishi va boshqa sabablar tufayli sinxronizmdan chiqib ketish hollari bo'lishi mumkin. Bunday holda SG asinxron rejimga o'tadi, ya'ni rotor statorning aylanma magnit maydoniga nisbatan katta chastota bilan aylana boshlaydi. Buning natijasida uning konturlarida toklar vujudga keladi. Bu toklar aylanma magnit maydon bilan ta'sirlashib valda moment hosil bo'lishiga va aktiv quvvat ishlab chiqishiga olib keladi.

Sinxron mashina sinxronizmdan chiqib ketganda (bunda qo'zg'tish chulg'ami o'zgarmas tok manbasidan ajratilib, razryad qarshiligiga ulanishi lozim), konstruksiyasiga bog'liq bo'lgan o'ziga xos xususiyatlarini saqlagan holda asinxron generatorga o'xshab ishlaydi. Bunda u faqat aktiv quvvat ishlab chiqarib, tarmoqdan esa reaktiv quvvatni oladi. Rotorning aylanish chastotasi valdagi tormozlovchi va elektromagnit momentlar teng bo'lgunga qadar oshadi.

Odatda SG ning asinxron rejimda ishlab chiqarayotgan quvvati uning nominal quvvatidan kam bo'ladi. Masalan, turbogeneratorlarda amalda yo'l qo'yiladigan quvvat nominal quvvatining 40÷60 % ga teng bo'lishligi qabul qilinadi. Chetdan sovitiladigan turbogeneratorlar asinxron rejimdagi yo'l qo'yiladigan ishining davomiyligi 30 minutdan oshmasligi lozim, ichi kavak o'tkazgichlarning ichidan sovitish muhitini o'tkazib to'g'ridan-to'g'ri sovitiladigan turbogeneratorlarda esa amalda yo'l qo'yiladigan quvvat nominal quvvatining 40 foizigacha, mumkin bo'lgan ishining davomiyligi –15 min.

Nosozliklar bartaraf etilgandan keyin sinxron mashina yangidan sinxronizmga o'tkazish uchun qo'zg'atish chulg'amiga o'zgarmas tok berish zarur. Sinxron mashinani asinxron rejimdan sinxron rejimga o'tkazish jarayonni *resinxronizasiya*



deyiladi. Bu jarayon sinron generatorning yuklamasi kam bo'lganda yoki salt ishlaganda tez kechadi.

Gidrogeneratorlarning asinxron rejimdagi xarakteristikalari turbogeneratorlarnikiga nisbatan ancha yomon, shuning uchun ularni asinxron rejimda ishlatishga yo'l qo'yilmaydi.

### **Nazorat savollari**

1. Sinxron motorlar qanday ekspluatasiya qilinadi?
2. Hidrogeneratorlar qanday ekspluatasiya qilinadi?
3. Turbogeneratorlar qanday ekspluatasiya qilinadi?

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014. -391 b.
2. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.-408 b.
- 3.J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.

#### IV. AMALIY MASHULOT MAZMUNI

##### 1-amaliy mashg'ulot: Transformatorning parametrlari aniqlash va qisqa tutashuv uchburchagini qurish.

**Ishdan maqsad:** transformatorning parametrlarini aniqlashni va qisqa tutashuv uchburchagini qurishni o'rganish o'rganish.

**Vazifa:** transformatorning parametrlarini aniqlansin va qisqa tutashuv uchburchagi qurilsin.

**1-jadval.** Uch fazali moyli kuch transformatorlari bo'yicha amaliy mashg'ulotlarga oid nazorat topshiriqlar uchun variantlar ro'yxati

(1999 y. Qayta ko'rib chiqilgan **GOST 11677-85\*** – Davlatlararo standart asosida tuzilgan)

Variantlar	Transformator tipi	Nominal qiymati $S_N$ , kW	Yuqori ( $U_{1N}$ ) va past ( $U_{2N}$ ) kuchlanishli chulg'amlarining nominal kuchlanishlari		Chulg'amlarining ulanish sxemasi va guruhi	Salt ishlash quvvati $P_{0N}$ , kW	Qisqa tutashuv quvvati $P_{qN}$ , kW	Qisqa tutashuv kuchlanishi $u_q$ , %	Salt ishlash toki $i_0$ , %
			$U_{1N}$ , kV	$U_{2N}$ , kV					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	TM-25/10	63	10	0,4	Y/ Y-0	0,13	0,60	4,5	3,2
2	TM-40/10	40	10	0,4	Y/ Y-0	0,175	0,88	4,5	3,0
3	TM-63/6	63	6	0,4	Y/ $Y_N$ -0	0,24	1,28	4,5	2,8
4	TM 63/6	63	6	0,4	Y/ $Y_N$ -0	0,24	1,28	4,5	2,8
5	TM-63/10	63	10	0,4	Y/ $Y_N$ -0	0,24	1,28	4,5	2,8
6	TM-100/6	100	6	0,4	Y/ $Y_N$ -0	0,32	1,97	4,5	2,6
7	TM-100/10	100	10	0,4	Y/ $Y_N$ -0	0,32	1,97	4,5	2,6
8	TM-160/6	160	6	0,4	Y/ $Y_N$ -0	0,51	2,65	4,5	2,4
9	TM-160/10	160	10	0,4	Y/ $Y_N$ -0	0,51	2,65	4,5	2,4
10	TM-160/35	160	35	0,4	Y/ $Y_N$ -0	0,62	2,65	6,5	2,4

11	TM-250/10	250	10	0,4	Y/Y <sub>N</sub> -0	0,74	3,7	4,5	2,3
12	TM-250/35	250	35	0,4	Y/Y <sub>N</sub> -0	0,9	3,7	6,5	2,3
13	TM-400/6	400	6	0,4	Y/Y <sub>N</sub> -0	0,9	4,8	4,2	2,1
14	TM-400/10	400	10	0,4	Y/Y <sub>N</sub> -0	0,9	4,8	4,2	2,1
15	TM-400/35	400	35	0,4	Y/Y <sub>N</sub> -0	1,2	5,5	6,5	2,1
16	TM-400/35	400	35	0,69	Δ/Y <sub>N</sub> -11	1,2	5,9	6,5	2,1
17	TM-630/6	630	6	0,4	Y/Y <sub>N</sub> -0	1,29	7,2	4,8	2,0
18	TM-630/35	630	35	0,4	Y/Y <sub>N</sub> -0	1,6	7,6	6,5	2,0
19	TM-1000/35	1000	35	3,15	Y/Δ-11	2,0	12,2	6,5	1,4
20	TM-1000/35	1000	35	6,3	Y/Δ-11	2,0	12,2	6,5	1,4
21	TM-1600/35	1600	35	0,4	Y/Y <sub>N</sub> -0	2,75	18,0	6,5	1,3
22	TM-1600/35	1600	35	3,15	Y/Δ-11	2,75	16,5	6,5	1,3
23	TM-1600/35	1600	35	6,3	Y/Δ-11	2,75	16,5	6,5	1,3
24	TM-1600/35	1600	35	10,5	Y/Δ-11	2,75	16,5	6,5	1,3
25	<b>TM-630/10</b>	<b>630</b>	<b>10</b>	<b>0,4</b>	<b>Y/Y<sub>N</sub>-0</b>	<b>1,29</b>	<b>7,2</b>	<b>4,8</b>	<b>2,0</b>

**Masala.** Uch fazali moyli transformatorning texnik qiymatlari ***1-jadvalda*** berilgan: nominal quvvat  $S_N = 630 \text{ kV}\cdot\text{A}$ , birlamchi  $U_{1N} = 10 \text{ kV}$  va ikkilamchi  $U_{2N} = 0,4 \text{ kV}$  chulg'am nominal kuchlanishlari, salt ishlash quvvati  $P_{0N} = 1290 \text{ W}$ , qisqa tutashuv quvvati  $P_{q,N} = 7200 \text{ W}$ , qisqa tutashuv kuchlanishi  $u_q = 4,8 \%$ , salt ishlash toki  $i_0 = 2,0 \%$ . Zarur parametrlarini aniqlab, qisqa tutashuv uchburchagini qurish kerak (chulg'amlarining ulanish sxemasi Y/Y ayrimlari esa Y/Y<sub>N</sub>; parametrlari ishchi temperatura (75°)ga keltirilgan).

**TM-630/10 tipidagi transformatorga oid masalani yeching:**

**1. Qisqa tutashuv kuchlanishi**

$$U_{1q} = (u_q (\%)/100) \cdot U_{1N} \cdot 10^3 = (4,8/100) \cdot 10 \cdot 10^3 = 480 \text{ V.}$$

## 2. Qisqa tutashuv toki

$$I_{1q} = I_{IN} = S_N / (\sqrt{3} U_{IN}) = 630 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot 10 \cdot 10^3) = 36,4 \text{ A.}$$

## 3. Qisqa tutashuv rejimida transformatorning quvvat koeffitsiyenti

$$\cos\varphi_q = P_{qN} / (\sqrt{3} U_{1q} \cdot I_{1q}) = 7200 / (1,73 \cdot 480 \cdot 36,4) = 0,24,$$

qisqa tutashuvda kuchlanish  $\underline{U}_q$  va tok  $\underline{I}_{1q}$  vektorlari orasidagi burchak  $\varphi_q = 76^\circ$ ,  $\sin\varphi_q = 0,97$ .

## 4. Qisqa tutashuvda transformatorning to'la qarshiligi

$$Z_q = U_{1q} / (\sqrt{3} I_{1q}) = 480 / (1,73 \cdot 36,4) = 7,6 \Omega.$$

## 5. Qisqa tutashuv qarshiligining aktiv tashkil etuvchisi

$$r_q = z_q \cos\varphi_q = 8,7 \cdot 0,22 = 1,9 \Omega.$$

## 6. Qisqa tutashuv qarshiligining reaktiv tashkil etuvchisi

$$x_q = z_q \sin\varphi_q = 8,7 \cdot 0,97 = 8,44 \Omega.$$

## 7. Qisqa tutashuv uchburchagining tomonlari (*1-rasm*):

$$U_q = I_{1q} z_q = 36,4 \cdot 8,7 = 317 \text{ V};$$

$$U_{q,a} = I_{1q} r_q = 36,4 \cdot 1,9 = 69 \text{ V};$$

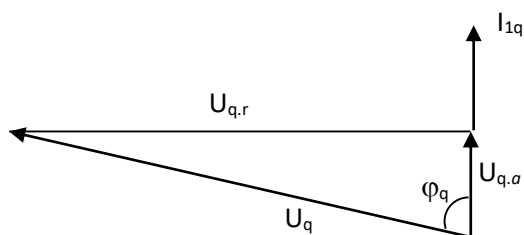
$$U_{q,r} = I_{1q} x_q = 36,4 \cdot 8,44 = 307 \text{ V}.$$

Kuchlanishning masshtabini tanlaymiz;  $m_u = 5 \text{ V/mm}$ , bu urda vektorlarning uzunligi (qisqa tutashuv uchburchagining tomonlari):

$$U_q = 317 / 5 = 63 \text{ mm}; \quad U_{q,a} = 69 / 5 = 14 \text{ mm}; \quad U_{q,r} = 307 / 5 = 61 \text{ mm}.$$

Qisqa tutashuv toki  $\underline{I}_{1q}$  vektorini chizamiz. Qisqa tutashuv kuchlanishining aktiv tashkil etuvchisi ( $\underline{U}_{q,a}$ ), tok vektori  $\underline{I}_{1q}$  bo'yicha chiziladi. Qisqa tutashuv kuchlanishining reaktiv tashkil etuvchisi  $\underline{U}_{q,r}$ , qisqa tutashuv kuchlanishining aktiv tashkil etuvchisidan  $\underline{U}_{q,a}$  vetori uchidan tok vektori  $\underline{I}_{1q}$  ga perpendikulyar qilib o'tkaziladi.

**1-rasm.** TM-630/10 tipidagi transformatorning qisqa tutashuv burchagi



Bu ikkala (aktiv va reaktiv) tashkil etuvchilarining yig'indisi qisqa tutash kuchlanishi  $U_q$  ni beradi (*1-rasm*). Qisqa tutashuv toki  $I_{1q}$  kuchlanish  $U_q$  dan  $\varphi_q = 77^\circ$  ga orqada bo'ladi.

### Nazorat savollar:

1. Transformatorning qanday parametrlarini bilasiz?
2. Transformatorning salt ishlash, qisqa tutashuv parametrlari qanday aniqlanadi?
3. Transformatorning qisqa tutashuv uchburchagi qanday quriladi?

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA.-2014.-391 b.
2. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.-408 b.
3. J.B.Gupta. Theory & Performanse of Elektrical Mashine. Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
4. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: Uchebnoye posobiye. – T.: TashGTU, 2013.
5. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

### 2-amaliy mashg'ulot: Asinxron motorning parametrlarini hisoblash.

**Ishdan maqsad:** Asinxron motorning momentlari va toklarining qiymatlarini aniqlash.

**Vazifa:** Asinxron motorning momentlari va toklarining qiymatlari topilsin.

**Masala.** 4A seriyali qisqa tutashgan rotorli asinxron motor quyidagi ko'rsatilgan texnik qiymatlar (*1-jadval*) bo'yicha: foydali quvvat  $P_{2N}$ , rotor aylanish chastotasi  $n_N$ , FIK  $\eta_N$ , quvvat koeffitsiyenti  $\cos\varphi_1$ , ishga tushirish tok karraligi  $I_{i,t}/ I_{1N}$ , ishga tushirish momenti karraligi  $M_{i,t}/ M_N$ , maksimal moment karraligi ( $M_{\max}/ M_N$ )ni, qutblar soni ( $2p$ )ni, nominal yuklamadagi sirpanish ( $s_N$ )ni, boshlang'ich ishga tushirish momenti ( $M_{i,t}$ )ni, maksimal momenti ( $M_{\max}$ )ni, validagi momenti ( $M_N$ )ni, motorning elektr tarmog'idan iste'mol qilayotgan aktiv quvvati ( $P_{1N}$ )ni, nominal

yuklamadigi quvvat isroflarining yig'indisi ( $\Sigma P'$ )ni, ishga tushirish  $I_{i,t}$  va nominal  $I_N$  toklarini stator chulg'ami «yulduz Y» va «uchburchak  $\Delta$ » ulangan hollar uchun aniqlang.

**1-jadvaldagi 4A100S2U3 tipli motorga oid masalani yechish.**

1. Motor tipining seriyasi «4A» dan keyingi son, val aylanish o'qining balandligi «h» ni ko'rsatadi, ya'ni

$$h = 100 \text{ mm.}$$

2. «S» harfidan keyingi raqam qutblar soni «2p» ni ko'rsatadi, ya'ni

$$2p = 2.$$

3. Qutblar soni  $2p = 2$  va o'zgaruvchan tok chastotasi  $f = 50$  Hz bo'lganda magnit maydonining sinxron aylanish chastotasi

$$n_1 = 60f/p = 60 \cdot 50 / 1 = 3000 \text{ ayl/mm.}$$

4. Nominal yuklamadagi sirpanish asinxron motor rotorining nominal aylanish chastotasi formulasidan aniqlanadi, ya'ni:

$$s_N = (n_1 - n) / n_1 = (3000 - 2880) / 3000 = 0,04 \text{ yoki } 4,0 \% .$$

5. Nominal yuklamada, ya'ni nominal aylanish chastotadagi motorning validagi momenti (foydali momenti)

$$M_2 = 9,55P_{2N} / n_N = 9,55 \cdot 4000 / 2880 = 13,26 \text{ N}\cdot\text{m.}$$

**1-jadval**

Var. №	Asinxron motorning tipi	$R_{2N}$ , kW	$n_N$ , ayl/m m	$\eta_N$ , %	$\cos\varphi_1$	$I_{i,t} / I_{1N}$	$M_{i,t} / M_N$	$M_{\max} / M_N$	$U_1$ , V
1	4A100L2U3	5,5	2890	87,5	0,91	7,5	2,0	2,5	220/380
2	4A180S2U3	22	2940	88,5	0,91	7,5	1,4	2,5	380/660
3	4A250M2U3	90	2945	92	0,9	7,5	1,2	2,5	220/380
4	4A200M4U Z	37	1475	91	0,9	7,0	1,4	2,5	220/380
5	4A 225M4UZ	55	1480	92,5	0,9	6,5	1,2	2,3	380/660
6	4A160M6U3	15	975	87,5	0,87	6	1,2	2	380/660
7	4A180M6U3	18,5	975	88	0,87	6,0	1,2	2	220/380
8	4A 280S8U3	55	740	92	0,84	5,5	1,2	2	380/660

9	4A315M107 3	7,5	590	92	0,8	6,0	1,0	1,8	220/380
10	4A315S12U 3	45	490	90,5	0,75	6,0	1,0	1,8	380/660
11	4A250S10U Z	30	590	88	0,81	6	1,2	1,9	220/380
12	4A132M8U Z	5,5	720	83	0,74	5,5	1,9	2,6	380/660
13	4A160S2UZ	15	2940	88	0,91	7,0	1,4	2,2	220/380
14	4A200M2U Z	37	2945	90	0,89	7,5	1,4	2,5	380/660
15	4A112M4U Z	5,5	1445	85,5	0,85	7	2	2,2	220/380
16	4A132M4U Z	11	1460	87,5	0,87	7,5	2,2	3,0	220/380
17	4A180M4U Z	30	1470	91,0	0,89	6,5	1,4	2,3	380/660
18	4A200M6U3	22	975	90	0,9	6,5	1,3	2,4	220/380
19	4A280M6U3	90	985	92,5	0,89	5,5	1,4	2,2	380/660
20	4A315M8U Z	110	740	93	0,85	6,5	1,2	2,3	380/660
21	4A355M10U Z	110	590	93	0,83	6,0	1,0	1,8	380/660
22	<b>4A100S2U3</b>	<b>4</b>	<b>2880</b>	<b>86,5</b>	<b>0,89</b>	<b>7,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>220/380</b>

#### 6. Asinxron motorning 1-jadvalda berilgan o'ta yuklanish qobiliyati

( $M_{\max}/M_N$ ) dan foydalanib, uning maksimal (kritik) momenti ( $M_{\max}$ ) aniqlanadi:

$$M_{\max} = M_N(M_{\max}/M_N) = 13,26 \cdot 2,5 = 33,15 \text{ N}\cdot\text{m}.$$

#### 7. Statorning faza chulg'amidagi nominal toki

$$I_{1N} = P_{2N} / (m_1 U_1 \eta_N \cos \phi_{1N}) = 4000 / (3 \cdot 220 \cdot 0,865 \cdot 0,89) = 7,9 \text{ A}.$$

#### 8. Nominal yuklamada motor elektr tarmog'idan iste'mol qilayotgan quvvat

$$P_{1N} = P_{2N} / \eta_N = 4 / 0,865 = 4,6 \text{ kW}.$$

#### 9. Nominal yuklamadagi motorning quvvat isroflari yig'indisi

$$\Sigma P = P_{1N} - P_{2N} = 4,6 - 4 = 0,6 \text{ kW}.$$

#### 10. Statorning liniyaviy toki:

– stator chulg'ami «yulduz» ulanganda

$$I_{1Y} = I_1 = 7,9 \text{ A};$$

– stator chulg’ami «uchburchak» ulanganda

$$I_{1\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{1Y} = 1,73 \cdot 7,9 = 13,5 \text{ A.}$$

### **Nazorat savollar:**

1. Asinxron motorning qanday parametrlarini bilasiz?
2. Asinxron motorning quvvatlari va toklari qanday aniqlanadi?
3. Asinxron motorning momentlari qanday topiladi?

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.
2. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.-408 b.
3. J.B.Gupta. Theory & Performanse of Elektrical Mashine. Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
4. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: Uchebnoye posobiye. – T.: TashGTU, 2013.
5. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

### **3-amaliy mashg'ulot: Sinxron motorning parametrlarini hisoblash.**

**Maqsad:** sinxron motorning aylanish chastotasi, chulg’amidagi nominal va ishga tushirish toklari, maksimal, nominal, sinxron, ishga tushirish momentlarini aniqlash.

**Vazifa:** sinxron motorning aylanish chastotasi, stator chulg’amidagi nominal va ishga tushirish toklari, maksimal, nominal, sinxron, ishga tushirish momentlarini aniqlansin.

**Masala.** Uch fazali sinxron dvigatelning nominal parametrlarining qiymatlari quyidagicha: nominal quvvat  $P_{nom} = 500 \text{ kVt}$ , qutblar soni  $2r = 12$ , FIK  $\eta_{nom} = 93,7\%$  ; ishga tushirish tokining karraligi  $I_p / I_{nom} = 5,2 \text{ A}$ , ishga tushirish momentining karraligi  $M_p / M_{nom} = 1,0$ ; maksimal sinxron moment  $M_{max} / M_{nom} = 1,9$ , asinxron moment (sirpanish  $s = 5\%$ )  $M_{5\%} / M_{nom} = 1,3$ ; stator chulg’ami “yulduz” ulangan. Tarmoqdagi kuchlanishi  $U_t = 10 \text{ kV}$ , chastota  $50 \text{ Gs}$ , quvvat koeffisiyenti  $\cos\phi_1 = 0,8$ .



*1-jadval .Mustaqil ta'lim uchun variantlar №*

<b>Variantlar №</b>	Sinxron motorning tipi	$P_{nom}$ kW	$2r$	$\eta_{nom}$ %	$M_{max}/$ $M_{nom}$	$M_{5\%}/$ $M_{nom}$	$M_{yu}/$ $M_{i,t}$	$I_{i,t}/I_{nom}$
<b>1</b>	SDN2-16-36-12	500	12	93,7	1,9	1,3	1,0	5,2
<b>2</b>	SDN 2-16-31-6	800	6	95,3	2	1,5	0,85	6
<b>3</b>	SDN 2-16-49-6	1250	6	95,9	1,9	1,8	1,1	6,6
<b>4</b>	SDN 2-16-74-6	2000	6	96,6	1,8	1,7	1,2	7
<b>5</b>	SDN 2-17-71-6	3200	6	96,9	1,7	1,4	1,3	6,6
<b>6</b>	SDN 2-16-31-8	630	8	94,3	1,8	1,2	0,9	5,5
<b>7</b>	SDN 216-46-8	1000	8	95,4	1,8	1,5	1	5,8
<b>8</b>	SDN 217-71-8	2500	8	96,5	1,9	1,5	1,3	6,6
<b>9</b>	SDN 216-44-10	800	10	94,9	1,8	1,4	0,75	5
<b>10</b>	SDN 216-56-10	1000	10	95,1	1,9	1,4	0,8	5,4
<b>11</b>	SDN 217-51-10	1600	10	95,9	1,8	1,2	1	5,2
<b>12</b>	SDN 2 17-19-16	315	16	91,1	2,1	1,1	0,9	4,6
<b>13</b>	SDN 2 17-21-16	400	16	91,4	2,1	1,1	0,85	4,4
<b>14</b>	SDN 2 16-44-12	630	12	94,2	1,9	1,3	1,0	5,1
<b>15</b>	SDN 2 17-31-12	800	12	94,3	1,9	1,1	1,0	4,7
<b>16</b>	SDN 2 17-39-12	1000	12	94,9	1,8	1,0	1,0	4,5
<b>17</b>	SDN 216-49-12	1250	12	95,3	1,9	1,2	1,1	5,2
<b>18</b>	SDN Z-2 18-64- 12	2500	12	96,2	1,8	1,4	1,2	6,5
<b>19</b>	SDN Z-2 16-36- 10	630	10	94,4	1,8	1,4	0,75	5,0
<b>20</b>	SDN Z-2 17-44- 10	1250	10	95,5	1,9	1,2	1,1	5,4
<b>21</b>	SDN Z-2 17-26- 20	315	20	91	2,6	1,0	0,9	4,5

<b>22</b>	SDN Z-2 17-31- 20	400	20	91,7	2,7	1,0	0,75	4,5
<b>23</b>	SDN Z-2 17-41- 20	500	20	92,8	2,5	1,1	0,75	5,7
<b>24</b>	SDN Z-2 20-49- 20	3150	20	96	1,8	0,9	0,8	4,5
<b>25</b>	SDN Z-2 19-49- 24	1600	24	95,3	2,4	0,8	0,9	5

1. Aylanish chastotasi

$$n_1 = 60f/p = 60 \times 50/6 = 500 \text{ ayl/min.}$$

2. Nominal yuklamada motor iste'mol qilayotgan quvvat

$$P_{1nom} = P_{nom}/\eta_{nom} = 500/0,937 = 534 \text{ kVt.}$$

3. Nominal yuklamada stator zanjiridagi tok <sup>1</sup>

$$I_{1nom} = P_{1nom} / (\sqrt{3}U_1 \cos\varphi_1) = 534 / (1,73 \times 10 \times 0,8) = 39 \text{ A.}$$

4. Ishga tushirish toki

$$I_p = I_{1nom} (I_p/I_{1nom}) = 39 \times 5,2 = 203 \text{ A.}$$

5. Nominal yuklamada motor validagi moment

$$M_{nom} = 9,55P_{nom}/n_1 = 9,55 \times 500 \times 10^3/500 = 9550 \text{ H*m.}$$

6. Maksimal (синхронный) moment

$$M_{max} = M_{nom} (M_{max}/M_{nom}) = 9550 \times 1,9 = 18\,145 \text{ N*m.}$$

7. Ishga tushirish momenti

$$M_p = M_{nom} (M_p/M_{nom}) = 9550 \times 1,0 = 9550 \text{ H*m.}$$

8. Sinxronizmga kirishdagi moment (sirpanish 5% bo'lgandagi asinxron moment)

$$M_{5\%} = M_{nom} (M_{5\%}/M_{nom}) = 9550 \times 1,3 = 12\,415 \text{ N*m.}$$

### Nazorat savollari:

1. Nominal yuklamada motor iste'mol qilayotgan quvvat qanday topiladi?
2. Sinxron motorning maksimal (синхронный) momenti qanday aniq-lanadi?

3. Sinxron motorning sinxronizmga kirishdagi moment (sirpanish 5% bo'lgandagi asinxron moment) qanday topiladi?

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.
2. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.-408 b.
- 3.J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
4. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: Uchebnoye posobiye. – T.: TashGTU, 2013.
5. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

#### **4-amaliy mashg'ulot: Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorining parametrlarini xisoblash.**

**Ishdan maqsad:** parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motori nominal yuklama-dagi  $i_n$  tokni, ishga tushirish qarshiligini  $r_{i,t}$ , boshlang'ich ishga tushirish momenti  $m_{i,t}$  va salt ishlashdagi aylanish chastotasi  $n_0$ , salt ishlash toki  $i_0$  ni, yuklama ulangandagi nominal aylanish chastotasi  $n_n$  ni aniqlash.

**Vazifa:** parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motori nominal yuklamadagi  $i_n$  tokni, ishga tushirish qarshiligini  $r_{i,t}$ , boshlang'ich ishga tushirish momenti  $m_{i,t}$  va salt ishlashdagi aylanish chastotasi  $n_0$ , salt ishlash toki  $i_0$  ni, yuklama ulangandagi nominal aylanish chastotasi  $n_n$  ni aniqlansin.

**Masala.** Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motori quyidagi qiymatlarga ega: nominal quvvat  $P_N = 25 \text{ kW}$ , kuchlanish  $U_N = 440 \text{ V}$ , aylanish chastotasi  $n_N = 1500 \text{ ayl / min}$ , yakor zanjiridagi qarshiliklar  $\Sigma r_a = 0.15 \text{ } \Omega$ ,  $r_q = 88 \text{ } \Omega$ , cho'tka kontaktlaridagi kuchlanish pasayishi  $\Delta U_{ch} = 2 \text{ V}$ ,  $\eta = 85 \text{ \%}$ .

<b>Variantlar</b>	<b>P<sub>2N</sub>, kW</b>	<b>U<sub>N</sub>, V</b>	<b>N<sub>N</sub>, ayl/min</b>	<b>η<sub>N</sub>, %</b>	<b>Σr, Ω</b>	<b>r<sub>q</sub>, Ω</b>
1	25	440	1500	85	0,15	88
2	11	220	600	79,5	0,269	62,25
3	15	220	750	80,5	0,209	63
4	37	440	1500	86,5	0,235	43
5	30	220	1060	84,5	0,069	38,6
6	10	220	500	74,5	0,451	62,25
7	22	440	1000	82,5	0,681	43
8	18,5	440	750	83	0,164	49,1
9	50	440	1500	87	0,164	29,8
10	55	220	1500	87	0,0283	26,8
11	28	440	750	83	0,37	33,4
12	45	220	1000	85,5	0,046	25,1
13	75	220	1000	89	0,021	23,5
14	20	440	1500	81	0,161	98,5
15	36	220	2200	88,5	0,042	46
16	16	440	1000	86	0,567	55
17	32	440	3150	90,6	0,109	46,7
18	17	220	1500	89	0,092	102
19	40	440	3000	90,5	0,112	96
20	110	220	1500	89,5	0,011	22,8
21	30	220	500	83,5	0,075	26,7
22	45	440	750	87	0,198	28
23	9	220	750	76,5	0,492	49,2
24	26	220	3150	89	0,037	49,2
25	10	440	750	78	1,634	46,7

*Quyidagilarni aniqlash kerak:* nominal yuklamadagi  $I_N$  tokni, ishga tushirish qarshiligini  $R_{i,t}$ , bunda ishga tushirish toki  $I_{i,t} = 2,5 I_{aN}$  ga teng bo'lishi kerak. Boshlang'ich ishga tushirish momenti  $M_{i,t}$  va salt ishlashdagi aylanish chastotasi  $n_0$ , salt ishlash toki  $I_0$  ni, yuklama ulangandagi nominal aylanish chastotasi  $n_N$  ni topish kerak. *Yakor reaksiyasi ta'siri hisobga olinmaydi.*

1. Nominal yuklamadagi motor iste'mol qilayotgan quvvat:

$$P_{1N} = P_N / \eta_N = 25 / 0,85 = 29,4 \text{ kW.}$$

2. Nominal yuklamadagi motor iste'mol qilayotgan tok:

$$I_N = P_{1N} / U_N = 29,4 \cdot 10^3 / 440 = 67 \text{ A.}$$

3. Qo'zg'atish chulg'ami zanjiridagi tok:

$$I_q = U_N / r_q = 440 / 88 = 5 \text{ A.}$$

4. Yakor chulg'amidagi tok:

$$I_{aN} = I_N - I_q = 67 - 5 = 62 \text{ A.}$$

5. Yakorning berilgan 2,5 karrali boshlang'ich ishga tushirish toki uchun

$$I_{a,i,t} = 2,5 I_{aN} = 2,5 \cdot 62 = 155 \text{ A.}$$

6. Berilgan 2,5 karrali tok uchun yakor zanjiri qarshiligi

$$R_a = R_{i,t, \text{reos}} + \Sigma r_a = U_N / I_{aN} = 440 / 155 = 2,83 \ \Omega.$$

7. Ishga tushirish qarshiligi<sup>1</sup>

$$R_{i,t, \text{reos}} = R_a - \Sigma r_a = 2,83 - 0,15 = 2,68 \ \Omega.$$

8. Nominal yuklama rejimida yakor EYuK

$$E_{aN} = U_N - I_{aN} \Sigma r_a - \Delta U_r = 440 - 62 \cdot 0,15 - 2 = 428,7 \text{ V.}$$

9.  $E_a = C_E F n$  ifodadan quyidagilarni aniqlaymiz:

a)  $C_E F = E_a / n = 428,7 / 1500 = 0,285;$

b) elektromagnit moment ( $M_{em}$ ) va EYK  $E_a$  tenglamalaridagi o'zgarmas koeffitsiyentlar nisbati

$$C_M / C_E = [pN / (2\pi a)] / [pN / (60a)] = 9,55;$$

demak, bu holda

$$C_M F = 9,55 C_E F = 9,55 \cdot 0,285 = 2,72.$$

## Nazorat savollari

1. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorining ekspluatatsiyasini tushintiring.
2. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorining nominal quvvati va nominal momentlari qanday aniqlanadi?
3. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorining qanday parametrlarini bilasiz?

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA.-2014.-391 b.
2. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekttr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.-408 b.
3. J.B.Gupta. Theory & Performanse of Elektrical Mashine. Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
4. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: Uchebnoye posobiye. – T.: TashGTU, 2013.
5. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekttr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

### **5-amaliy mashg'ulot: Uch fazali sinxron generatorning parametrlarini xisoblash.**

**Ishdan maqsad:** sinxron generatorning parametrlarini aniqlash.

**Vazifa:** sinxron generatorning parametrlarini aniqlansin.

**Masala.** Uch fazali sinxron generatorning parametrlari (1-jadval) tok chastotasi 50 Hz bo'lganda, chiqishdagi nominal (liniya) kuchlanishi, stator chulg'ami "yulduzcha" ulangan, stator nominal toki  $I_{1nom}$ , nominal yuklamadagi generator FIK  $\eta_{nom}$ , qutblar soni  $2p$ , generator kirishidagi quvvat  $P_{1nom}$ , generator chiqishidagi foydali quvvat  $P_{nom}$ , nominal yuklama rejimidagi umumiy isroflar  $\Sigma P_{nom}$ , chiqishdagi to'liq nominal quvvat  $S_{2nom}$ , generatorga ulangan yuklamaning quvvat koeffitsiyenti  $\cos \varphi_{1nom}$ , generator nominal yuklangandagi birlamchi motorning

aylantiruvchi momenti  $M_{1nom}$ . 1-jadvalda keltirilmagan parametrlarni aniqlash talab etiladi.

1-jadval

Parametr	Variantlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{nom}, kVA$	330	-	270	470	-	600	780	450	700	500
$U_{nom}, kV$	6,3	3,2	0,4	-	0,7	3,2	6,3	0,4	-	3,2
$\eta_{nom}, \%$	92	-	-	91	90	93	-	-	93	92
$2p$	6	8	-	6	10	12	6	-	6	10
$P_{nom}, kW$	-	-	206	-	-	-	667,4	369,5	-	-
$\Sigma P_{nom}, kW$	-	27	18	-	-	-	-	-	-	-
$\cos\varphi_{1nom}$	0,9	-	0,85	0,9	-	0,92	-	0,9	0,92	0,85
$I_{nom}, A$	-	72,2	-	43,1	190	-	-	-	64,2	-
$P_{1nom}, kW$	-	340	-	-	190	-	717,6	-	-	-
$M_{1nom}, N\cdot m$	-	-	-	-	-	-	-	7735	-	-

### Yechish variant 1.

1. Generator chiqishidagi foydali quvvat

$$P_{nom} = S_{nom} \cdot \cos \varphi_{1nom} = 330 \cdot 0,9 = 297 \text{ kW}.$$

2. Generator kirishidagi quvvat

$$P_{1nom} = \frac{P_{nom}}{\eta_{nom}} = \frac{297}{0,92} = 322,8 \text{ kW}.$$

3. Umumiy isroflar

$$\Sigma P_{nom} = P_{1nom} - P_{nom} = 322,8 - 297 = 25,8 \text{ kW}.$$

4. Nominal rejimdagi stator toki

$$I_{1nom} = \frac{S_{nom}}{\sqrt{3} \cdot U_{1nom}} = \frac{330}{1,73 \cdot 6,3} = 30,2 \text{ A}.$$

5.  $2r = 6$  va tok chastotasi  $f_1 = 50 \text{ Hz}$  dagi sinxron aylanish chastotasi

$$n_1 = f_1 \cdot \frac{60}{p} = 50 \cdot \frac{60}{3} = 1000 \frac{\text{ayl}}{\text{min}}$$

6. Nominal yuklamada generator rotorini sinxron aylanish chastotasi bilan aylantirish uchun zarur bo'lgan yuritma motor momenti

$$M_{1nom} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot \frac{P_{1nom}}{n_1} = 9,55 \cdot 10^3 \cdot \frac{322,8}{1000} = 3083 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

### **Nazorat savollari**

1. Sinxron generatorning kirishdagi va chiqishdagi quvvatlari qanday aniqlanadi?
2. Sinxron generatorning nominal toki qanday aniqlanadi?
3. Sinxron generatorning momenti qanday aniqlanadi?

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.
2. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.-408 b.
- 3.J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.



## V. KEYSLAR BANKI

### Keys-1.

#### Mavzu: Elektr motorini ekspluatasiya qilish

**Vaziyat:** Toshkent issiqlik elektr stansiyasida texnologik mashinalarning elektr motorlarini ekspluatasiya qilish tahlil qilinadi.

#### Ushbu sababini aniqlash uchun topshiriqlar:

1. Elektr sxemasi va nominal ko'rsatkichlari uchun elektr motor:

1.1. Elektr ta'minotining kuchlanishini tanlang.

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

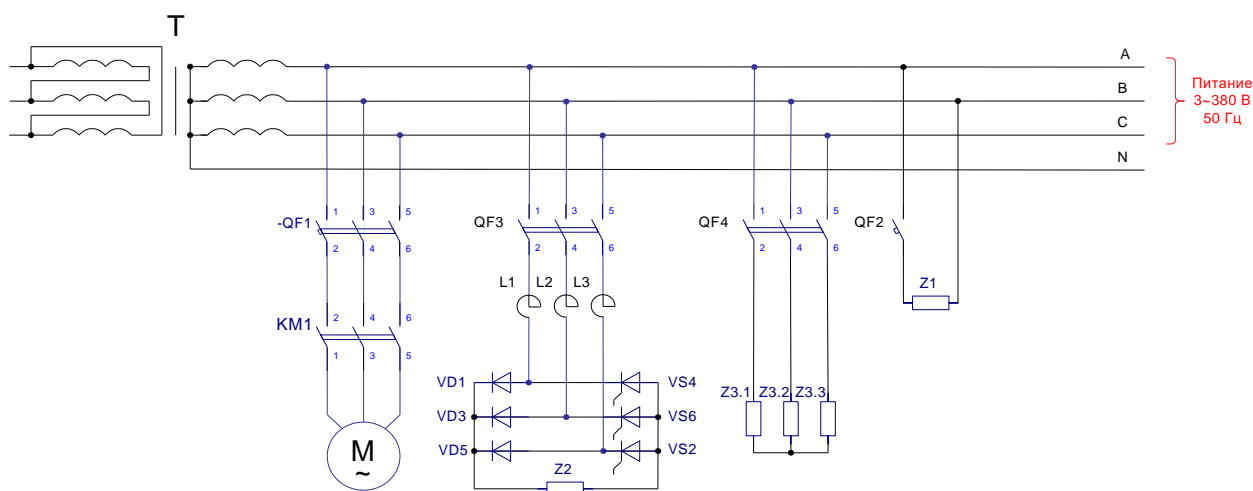
1.3. Hisoblangan parametrlarning Xalqaro standartlarga muvofiqligini aniqlang.

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

2 Texnologik mashinalarning elektr motorlarini ishga tushirish quyidagi kriteriyalar bo'yicha aniqlang.

2.1. Texnologik mashinalarning elektr motorlarini ishlatish 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 motorning energetik parametrlarini (foydali ish koeffitsiyenti (FIK)ning maksimumi, elektr isroflarining minimumi, iste'mol qilinayotgan quvvatning minimumi, quvvat koeffitsiyentining maksimumi va x.k.).
- ta'minlovchi optimal bosharish algoritmlarini amalga oshirish



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

## Keys-2.

### Mavzu: TMDRIV RUSUMLI 6-10 KV KUCHLANISHDA ISHLAYDIGAN CHASTOTA O'ZGARTKICH

Chastota o'zgartkich tiristorli qurilmalar asosida yaratilgan bo'lib, hozirda tiristorli IGBT texnologiya asosida yaratilgan kuch kalit bilan birga foydalaniladi. Bu texnologiya "TOSHIBA" kompaniyasi tomonidan birinchi bo'lib ishlab chiqilgan.

TMdrive "TOSHIBA" va "MITSUBISHI" kompaniyalari bilan hamkorlikda ishlab chiqarilgan va yuqori quvvatli hamda 6-10 kV kuchlanishda ishlaydigan

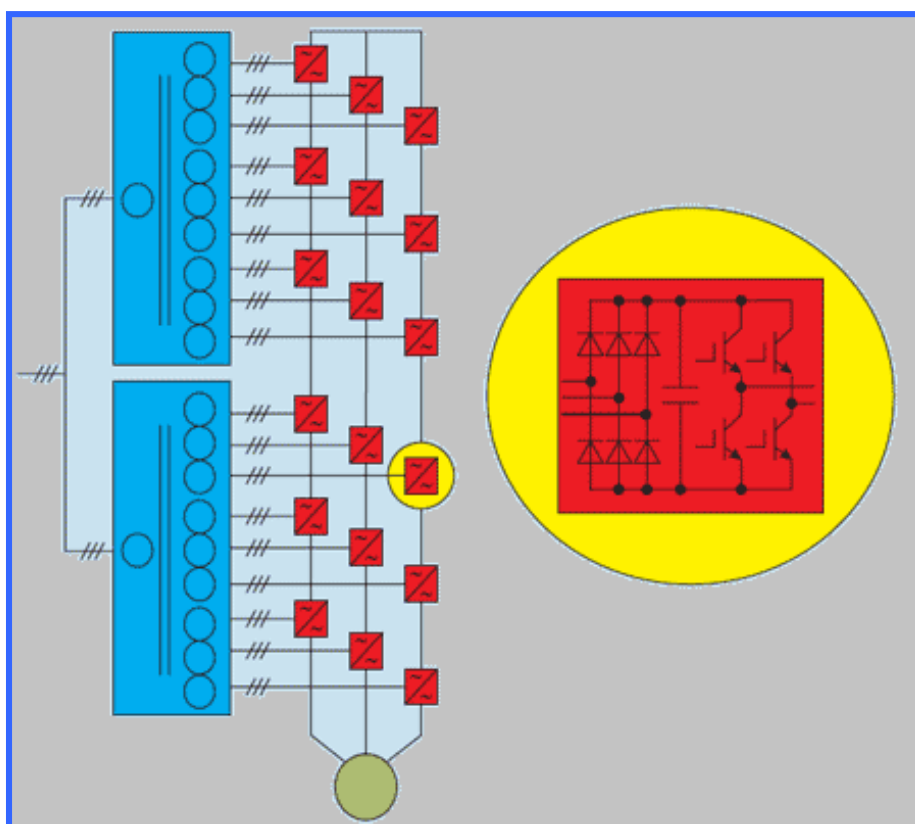
asinxron motorli avtomatlashtirilgan tizimlarda qo'llaniladi. Asinxron motorning quvvat o'zgarishi oralig'i yuzlab kilovattidan o'nlab megovattgacha bo'lishi mumkin.

Yuqori kuchlanishli chastota o'zgartkichning qo'llanilishi:

gidrozarb va dinamik o'ta yuklanishlarni bartaraf qiladi;

nasos, kompressor va boshqa o'zgaruvchan yuklanishlarda ishlaydigan agregatlarda elektr energiyadan iqtisod qilishga olib keladi;

elektr motorlarning ishlash muddatlarini oshiradi va ishga tushirish hamda ish jarayonlarini optimallashtirish natijasida kam elektr energiya iste'mol qiladi.



**VAZIFA:**

1. Mazkur o'zgartkichning funktsional imkoniyatlari va qo'llash mumkin bo'lgan sohalari aniqlab bering.
2. O'zgartkich elektr motorlarni ishga tushirish jarayonida qisqa tutashuv sodir bo'ldi. Qisqa tutashuvning kelib chiqish sababini aniqlang.

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- Mazkur o'zgartkichning funksional imkoniyatlari va qo'llash mumkin bo'lgan sohalarini aniqlab bering.
- 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

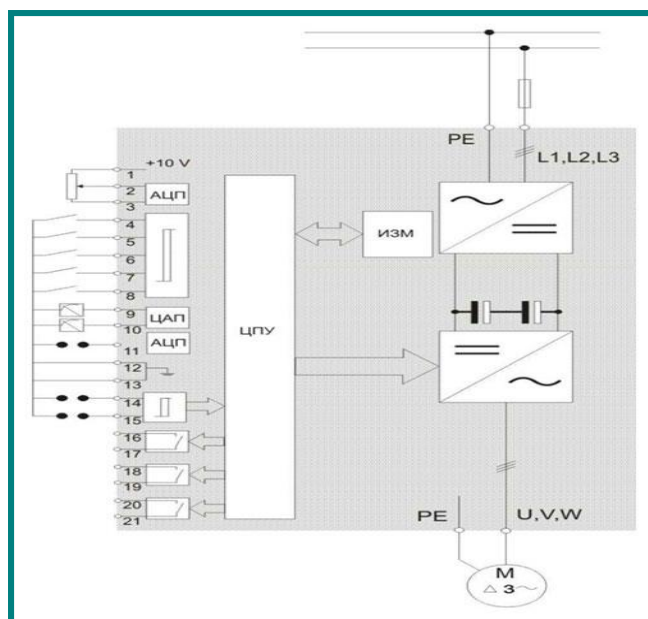
### Keys-3.

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

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

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

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



"NORMA" rusumli chastota o'zgartkichning funksional sxemasi.

### Keysni bajarish bosqichlari 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

<b>Termin</b>	<b>O'zbek tilidagi sharhi</b>	<b>Ingliz tilidagi sharhi</b>
<b>Transformator</b>	Kuchlanishning biror bir qiymatini boshqa qiymatga aylantirib beradigan elektromagnit statik apparat	Electromagnetic Staat Apparatus, which makes a value of voltage tangibly different
<b>Asinxron mashina</b>	Stator magnit maydonining aylanish chastotasi rotorning aylanish chastotasiga teng bo'lmagan mashina	The rotation frequency of the magnetic field of the magnetic field of the magnetic field is not equal to the rotation of the rotor
<b>Asinxron motor</b>	Elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantiradigan elektromexanik o'zgartkich	An electromechanical transducer that turns electrical energy into mechanical energy
<b>Asinxron generator</b>	Mexanik energiyasini elektr energiyaga aylantiradigan elektromexanik o'zgartkich	Electromechanical transducer that transforms mechanical energy into electricity
<b>Sinxron motor</b>	Elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantiradigan elektromexanik o'zgartkich	An electromechanical transducer that turns electrical energy into mechanical energy
<b>Asinxron motorning energetik ko'rsatkichlari</b>	Asinxron motorning foydali va quvvat ko'effisiyentlari	useful coefficient and power coefficient of asynchronous motor
<b>Asinxron motorlarda reaktiv quvvatni</b>	Asinxron motorlarga berilayotgan kuchlanish	Regulation of voltage supplying asynchronous

<b>kompensasiyalash</b>	qiymatini motorning yuklanish darajasiga bog'liq ravishda rostlash	motor related to motor load degree.
<b>Sinxron mashina</b>	Stator magnit maydonining aylanish chastotasi rotorning aylanish chastotasiga teng bo'lgan mashina	The rotation frequency of the magnetic field of the magnetic field is equal to the rotation of the rotor
<b>Stator</b>	Mashinaning qo'zg'almas qismi	The driving force of the machine
<b>Rotor</b>	Mashinaning aylanuvchi qismi	The rotating part of the machine
<b>Elektr motorining xarakteristikalar</b>	Elektr motorini ekspluatatsiya qilish jarayonidagi asosiy xarakteristikalar	The main characteristics of the electric motor excavation process
<b>Transformatorning chulg'ami</b>	Asosiy qism hisoblanib undan tok oqganda MYuK hosil bo'ladi	When the main part is overcurrent, the burner is generated
<b>Transformatorning po'lat o'zagi</b>	Asosiy qism hisoblanib magnit maydonni kuchaytiradi	The main part is magnetic field
<b>Mashinaning sovi-tish tizimi</b>	Mashinaning qizishini oldini olish uchun mo'ljallangan qismlar	Parts to avoid the heat of the machine
<b>Stator chulg'ami</b>	Asosiy qism hisoblanib undan tok oqganda MYuK hosil bo'ladi	When the main part is overcurrent, the burner is generated
<b>Val</b>	Aylanuvchi qism bo'lib	The rotating part is

	unga rotor mahkamlanadi	fastened to the rotor
<b>Kollektor</b>	Mis plastinalardan iborat bo'lib motor rejimida o'zgaras tokni o'zgaruvchan tokga aylantiradi generator rejimida esa aksincha	The copper-plated, in the engine mode, turns the constant current into a variable current, while in the generator mode, on the contrary
<b>Taxogeneratorlar</b>	aylanish tezligini elektr signaliga o'zgartiruvchi generator rejimida ishlaydigan mikromashinalar	Micro machines which work as a generator and transform the speed to electrical signal
<b>Sirpanish</b>	Stator magnit maydonining aylanish chastotasi va rotor aylanish chastotasi orasidagi farq	The difference between the rotation frequency of the magnetic field of the stator magnet and the frequency of rotation
<b>Kompensasion qurilmalar</b>	elektr tarmog'i va unga ulangan asinxron motorlarning quvvat koefitsiyentlarini oshirishga xizmat qiluvchi kondensator batareyalari va sinxron kompensatorlar	Condenser or synchronous compensators which help to increase power coefficient of electrical power supply or asynchronous motors
<b>Sinxron mashinaning qo'zg'atish chulg'ami</b>	Asosiy magnit maydonni hosil qiluvchi chulg'am	The main beacon of magnetic field
<b>Sinxron tezlik</b>	Stator magnit maydonining aylanish chastotasi	Stator magnetic field rotation frequency



## VIII. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

### Maxsus adabiyotlar

1. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.
2. Pirmatov N.B., Zayniyeva O.E. Elektromexanika asoslari. –T.: Ma'naviyat, 2015. – 104 b.
3. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. –T.: Shams-ASA, 2014. -391 b.
4. J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
5. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: – T.: TashGTU, 2013. – 136 s.
6. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2011.-408 b.
7. Imomnazarov A.T., A'zamova G.A. Asinxron motorlarning energiya tejamkor ish rejimlari. Monografiya. - Toshkent: ToshDTU, 2014. – 140 b.
8. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejamkorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.
9. A.A. Khfshumov, I.K. Pampias. Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.

### 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>