

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

**NAMANGAN MUHANDISLIK
QURILISH INSTITUTI**

“ELEKTR ENERGETIKA” kafedrası

“ELEKTR MASHINALARI” fanidan

O’QUV-USLUBIY MAJMUA



NAMANGAN – 2024

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



“ELEKTR ENERGETIKA” kafedrasi

“ELEKTR MASHINALARI” fanidan

O’QUV-USLUBIY MAJMUA

Namangan – 2024

Ushbu o'quv-uslubiy majmua "Elektr mashinalari" fani bo'yicha ma'ruza, tajriba, amaliy mashg'ulotlar asosida yaratilgan bo'lib, unda ma'ruza, amaliy mashg'ulotlarni o'rganish bo'yicha 60710600 – Elektr energetikasi va 60711000 –Muqobil energiya manbalari ta'lim yo'nalishi uchun fanning o'quv dasturi, ma'ruzalar matni, tajriba va amaliy mashg'ulotlariga uslubiy ko'rsatmalar, ta'lim texnologiyasi, vizual va ko'rgazmali taqdimot slaydlari, savol-javoblar, test savollari jamlangan.

Mazkur o'quv-uslubiy majmua oliy o'quv yurtlari talabalari uchun tavsiya etiladi. Shu bilan birga o'quv-uslubiy majmuadan professor-o'qituvchilar, ilmiy xodimlar, tadqiqotchilar va korxonalarning mutaxassislari foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchi:

Yo.R.Najmiddinova – NamMQI "Metrologiya va standartlashtirish"

kafedrasi dotsenti, p.f.d.(PhD)

Zokirova D.N. – NamMQI Elektr energetika kafedrasi katta o'qituvchisi.

Taqrizchi:

Nabiev SH.I. - NamMQI «Energiya tejamkorligi va muqobil energiya manbalari» kafedrasi dosenti

Mullajanov T.T. - Namangan hududiy elektr tarmoqlari korxonasi AJ, bosh muhandis.

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi kafedrasining 2024 yil " _26_ " ____08____ dagi " _1/24_ "-sonli yigilishida muhokamadan o'tgan va fakultet ilmiy-uslubiy kengashi uchun muhokamaga tavsiya etilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua Energetika va mehnat muhofazasi fakulteti ilmiy-uslubiy kengashining 2024 yil " _27_ " ____08____ dagi " _1_ "-sonli yigilishida muhokama qilingan va institut ilmiy-uslubiy kengashi uchun muhokamaga tavsiya etilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua institut ilmiy-uslubiy kengashining 2024 yil " _28_ " ____08____ dagi " _1_ "-sonli yigilishida muhokama qilingan va o'quv jarayonida foydalanish uchun tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

I	O'QUV MATERIALLARI.....	6
1.1.	Ma'ruza mashg'uloti materiallari.....	6
1.2.	Amaliy mashg'uloti materiallari.....	77
1.3.	Laboratoriya mashg'uloti materiallari.....	105
1.4.	Keys to'plami.....	121
II	MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI.....	126
2.1.	Mustaqil ish topshiriqlari.....	128
III	GLOSSARIY.....	150
IV	ILOVALAR.....	152
4.1.	O'quv dasturi.....	152
4.2.	Tarqatma materiallar.....	159
4.3.	Testlar.....	167
4.4.	Baholash me'zoni.....	187
4.4.	Sillabus.....	191
V	ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	199

I.O'QUV MATERIALLARI

1.1. Ma'ruza mashg'uloti materiallari

“Elektr mashinalari” fani bo'yicha ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida ta'lim texnologiyalarini ishlab chiqishning kontseptual asoslari

Ta'lim texnologiyasi insoniylik tamoyillariga tayanadi. Falsafa, pedagogika va psixologiyada bu yo'nalishning o'ziga xosligi talabaning individualligiga alohida e'tibor berish orqali namoyon bo'ladi.

SHulardan kelib chiqqan holda “Informatika va axborot texnologiyalari” kursining ta'lim texnologiyalarini loyihalashtirishda quyidagi asosiy kontseptual yondashuvlarga e'tibor berish kerak.

Ta'limning shaxsga yo'naltirilganligi. O'z mohiyatiga ko'ra bu yo'nalish ta'lim jarayonidagi barcha ishtirokchilarning to'laqonli rivojlanishini ko'zda tutadi. Bu esa Davlat ta'lim standarti talablariga rioya qilgan holda o'quvchining intellektual rivojlanishi darajasiga yo'naltirilib qolmay, uningning ruhiy-kasbiy va shaxsiy xususiyatlarini hisobga olishni ham anglatadi.

- **Tizimli yondashuv.** Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam qilishi zarur: jarayonning mantiqiyli, undagi qismlarning o'zaro aloqadorligi, yaxlitligi.

- **Amaliy yondashuv.** SHaxsda ish yuritish xususiyatlarini shakllantirishga ta'lim jarayonini yo'naltirish; o'quvchi faoliyatini faollashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha layoqati va imkoniyatlarini, sinchkovligi va tashabbuskorligini ishga solishni shart qilib qo'yadi.

- **Dialogik yondashuv.** Ta'lim jarayonidagi ishtirokchi sub'ektlarning psixologik birligi va o'zaro hamkorligini yaratish zaruratini belgilaydi. Natijada esa, shaxsning ijodiy faolligi va taqdimot kuchayadi.

- **Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish.** Demokratiya, tenglik, sub'ektlar munosabatida o'qituvchi va o'quvchining tengligi, maqsadini va faoliyat mazmunini birgalikda aniqlashni ko'zda tutadi.

- **Muammoli yondashuv.** Ta'lim jarayonini muammoli holatlar orqali namoyish qilish asosida o'quvchi bilan birgalikdagi hamkorlikni faollashtirish usullaridan biridir. Bu jarayonda ilmiy bilishning ob'ektiv ziddiyatlarini aniqlash va ularni hal qilishning dialektik tafakkurni rivojlantirish va ularni amaliy faoliyatda ijodiy ravishda qo'llash ta'minlanadi.

- **Axborot berishning eng yangi vosita va usullaridan foydalanish,** ya'ni o'quv jarayoniga kompyuter va axborot texnologiyalarini jalb qilish.

Yuqoridagi kontseptual yondashuv va “Informatika va axborot texnologiyalari” fanining tarkibi, mazmuni, o'quv axborot hajmidan kelib chiqqan holda o'qitishning quyidagi usul va vositalari tanlab olindi.

- **O'qitish usullari va texnikasi:** muloqot, keys stadi, muammoli usul, o'rgatuvchi o'yinlar, “aqliy hujum”, insert, “Birgalikda o'rganamiz”, pinbord, ma'ruza (kirish ma'ruzasi, vizual ma'ruza, tematik, ma'ruza-konferentsiya, aniq holatlarni yechish, avvaldan rejalashtirilgan xatoli, sharhlovchi, yakuniy).

- **O'qitishni tashkil qilish shakllari:** frontal, kollektiv, guruh, dialog, polilog va o'zaro hamkorlikka asoslangan.

- **O'qitish vositalari:** odatdagi o'qitish vositalari (darslik, ma'ruza matni, tayanch konspekti, kodoskop)dan tashqari grafik organayzerlar, kompyuter va axborot texnologiyalari.

- **O'zaro aloqa vositalari:** nazorat natijalarining tahlili asosida o'qitishning diagnostikasi (tashxisi).

- **Boshqarishning usuli va vositalari.** O'quv mashg'ulotini texnologik karta ko'rinishida rejalashtirish o'quv mashg'ulotining bosqichlarini belgilab, qo'yilgan maqsadga erishishda o'quvchi va o'qituvchining hamkorlikdagi faoliyatini talabalarning auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarini aniqlab beradi.

- **Monitoring va baholash.** O'quv mashg'uloti va butun kurs davomida o'qitish natijalarini kuzatib borish, o'quvchi faoliyatini har bir mashg'ulot va yil davomida reyting asosida baholash.

Ma'ruza mashg'ulotini tashkil etishning shakl va xususiyatlari:

№	Ma'ruza shakllari	O'ziga xos tavsiflovchi xususiyatlari
1.	Kirish ma'ruzasi	Fan to'g'risida yaxlit tasavvur hamda ma'lum yo'nalishlar beradi. Pedagogik vazifasi: o'quvchini ushbu fanning vazifalari va maqsadi bilan tanishtirish, kasbiy tayyorgarlik tizimida uning o'rni va rolini belgilash, kursning qisqacha sharhini berish, fanning yutuqlari va taniqli olimlar nomlari bilan tanishtirib, kelajakdagi izlanishlarning yo'nalishini belgilash, tavsiya qilingan o'quv-uslubiy adabiyotlar tahlilini berish, hisobot va baholashning muddatlari va shakllarini belgilash.
2.	Ma'ruza axborot	Ma'ruzaning odatdagi an'anaviy turi. Pedagogik vazifasi: o'quv ma'lumotlarini bayon qilish va tushuntirish.
3.	SHarhlovchi ma'ruza	Bayon qilinayotgan nazariy fikrlarning o'zagini, ilmiy tushunchalar va butun kurs yoki bo'limlarining kontseptual asosini tashkil etadi. Pedagogik vazifasi: ilmiy bilimlarni tizimlashtirishni amalga oshirish, fanlarning o'zaro aloqadorligini ochish.
4.	Muammoli ma'ruza	Yangi bilimlar qo'yilgan savol, masala, holatning muammoliligi orqali beriladi. Bunda o'quvchining o'qituvchi bilan birgalikdagi bilish jarayoni ilmiy izlanishga yaqinlashdi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv axborotining mazmunini ochish, muammoni qo'yish va uni yechimini topishni tashkil qilish, hozirgi zamon nuqtai nazarlarini tahlil qilish.
5.	Vizual ma'ruza	Ma'ruzaning mazkur shakli vizual materiallarni namoyish etish hamda ularga aniq va qisqa sharhlar berishga qaratilgan. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarini o'qitishning texnik vositalari va audio, videotexnika yordamida berish.
6.	Binar (ikki kishilik) ma'ruza	Bu ma'ruza ikki o'qituvchining yoki ikkita ilmiy maktab namoyondasining, o'qituvchi-talabaning dialogidan iborat. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarining mazmunini yoritish.
7.	Avvaldan rejalashtirilgan xatoli ma'ruza	Xatolarni izlashga mo'ljallangan mazmuni va uslubiyatida, ma'ruza oxirida tinglovchilar tashxisi o'tkaziladi va qilingan xatolar tekshiriladi. Pedagogik vazifasi: yangi materiallar mazmunini yoritish, berilgan ma'lumotni doimiy nazorat qilishga talabalarni rag'batlantirish.
8.	Ma'ruza konferentsiya	Avvaldan qo'yilgan muammo va dokladlar tizimi (5-10 minut)dan iborat ilmiy-amaliy dars sifatida o'quv dasturi chegarasida o'tiladi. Dokladlar birgalikda muammoni har tomonlama yoritishga qaratilishi kerak. Mashg'ulot oxirida o'qituvchi mustaqil ishlar va talabalarning ma'ruzalarga yakun yasab, to'ldirib, aniqlashtirib xulosa qiladi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotning mazmunini yoritish.
9.	Maslahat ma'ruza	Turli stsenariylar yordamida o'tishi mumkin. Masalan, 1) «Savol-javob» - ma'ruzachi tomonidan butun kurs bo'yicha yoki alohida bo'lim bo'yicha savollarga javob beriladi. 2) «Savol-javob-diskussiya» - izlanishga imkon beradi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotni o'zlashtirishga qaratilgan.

Ma'ruza mashg'ulotlaridan namuna

Mavzu 1.	Elektr mashinalari tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. Elektroenergetika sohasida ishlatiladigan elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar.
1.1. Ma'ruzada o'qitish texnologiyasi modeli	
Talabalar soni: 20-60	Vaqt 2 soat
Mashg'ulot shakli	Mavzuga doir ma'ruza.
Ma'ruza rejasi	1. Elektr mashinalari tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. 2. Elektroenergetika sohasida ishlatiladigan elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar. 3. Transformatorlarning xalk xujaligidagi urni.
<u>O'quv mashg'ulotining vazifasi:</u> Elektr mashinalari tarixi va rivojlanish tendentsiyalari, Elektroenergetika sohasida ishlatiladigan elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar, transformatorlarning xalk xujaligidagi urni to'g'risida tushunchalarni shakllantirish.	
<u>Pedagogning vazifalari:</u> -Elektr mashinalar tushunchasi va mazmuni bilan tanishtirish; - Fanning predmeti va vazifalari bilan tanishtirish; - Fanning asoschilari xaqida qisqacha ma'lumot berish; - «Elektr mashinalari» fanining boshqa fanlar bilan aloqasini tushuntirish. - fan bo'yicha nazorat ko'rsatgichlari bilan tanishtirish.	<u>O'quv faoliyati natijalari:</u> Talaba bilishi lozim: - O'quv fanining asosiy maqsadi va vazifalarini bilish; - Boshqa fanlar bilan uzluksiz bog'langanligini bilish; - Bu fanning asosiy bo'limlarini; - Bu fanni rivojlanishida O'zbekistonlik olimlarning qo'shgan xissalari; - Fanning rivojlanishdagi istiqbol rejalari.
Ta'lim berishusullari	ko'rgazmali ma'ruza, savol-javob, suxbat.
Ta'lim berish vositalari	O'quv qo'llanma, plakatlar, proektor.
Ta'lim berish shakllari	Ommaviy, jamoaviy, yakkama-yakka.
Monitoring va baxolash	Test, og'zaki, savol-javob.

Ma'ruzaning texnologik xaritasi (1-mashgulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	talabalar
1 bosqich Kirish (15min.)	1.1.O'quv fani nomini to'la mazmunan tushuntirish. Fanning stukturasini qisqacha tushuntirish. fan bo'limlari ro'yxatini berish, qisqacha ta'rifi bilan. 1.2.Mashg'ulot mavzusi, uni maqsadi, yakuniy maqsadi tushuntiriladi. 1.3.Baxolash mezonlari bilan tanishtirish. 1.4.Gapirilgan, tushuntirilgan mavzu bo'yicha talabalar bilimini aniqlash.	Tinglaydilar
2 bosqich Asosiy bosqich (50min.)	1.1. EXM yordamida slaydlarni namoyish etish, tarixiy ketma-ketlikda rivojlanishni tushuntirib berish: slayd №1. 1.2.Fanning asosiy vazifasi va maqsadi tushuntiriladi. SHu jixatdan talabalarni qanday masalalarni xal qilishga tayyor bo'lishlari belgilanadi: slayd №2. 1.3.Fanning asosiy natijlari va qonunlari qaerda ishlatilishi ko'rsatiladi. 1.4.O'zbekiston respublikasi oliy ta'lim tizimida bakalavriyat bosqichida elektr energetikasi yo'nalishlaridagi "Elektr mashinalari" fanini ahamiyati va o'rni tushuntiriladi. 1.5.Talabalarga savollar beriladi	2.1. № 1 slaydni mazmuni bilan tanishadilar va fanning ro'li va mohiyati to'g'risida o'z fikr va muloxazalarini bildiradilar. 2.2.Reyting nazoratini talablarini yozadilar, savol beradilar.
3 bosqich YAkuniy bosqich (15 min.)	1.1.Mavzu bo'yicha xulosa qilinadi. Talabalar savollariga javob beriladi. Uyda mustaqil ishlash uchun vazifa-savol beriladi: - Fanning tutgan o'rni - Qisqacha rivojlanish tarixi. -"Elektr mashinalari" fani nimani o'rganadi? Davomat tekshiriladi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

Elektr mashinalari tarixi va rivojlanish tendentsiyalari. Elektroenergetika soxasida ishlatiladigan elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar.

Reja :

1. Elektr mashinalari tarixi va rivojlanish tendentsiyalari.
2. Elektroenergetika soxasida ishlatiladigan elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar.
3. Transformatorlarning xalk xujaligidagi urni.

Tayanch so'zlar va iboralar. *Elektr mashinalar, elektr stantsiya, nimstantsiya generator, motor, GES, IEM, transformator, reaktor, pasaytiruvchi va kuchaytiruvchi transformatorlar, turbogenerator, transformatorli nimstantsiyalar, gidrogenerator.*

Elektr mashinalari tarixi va rivojlanish tendentsiyalari.

Insoniyat moddiy ishlab chiqarish madaniyatining rivojlanish darajasi birinchi galda energiya manbaini hosil qilish va uni ishlatish bilan aniqlanadi. Buning ishlatilishi, keyingi 100 yil ichida esa, elektr quvvatidan foydalanish, sanoatning rivojlanishida texnik inqilobini keltirdi va sotsial munosabatlarda xal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ldi.

Hozirgi paytda rivojlangan mamlakatlarda elektr energiyasi kishi boshiga 10 kVt s. ga to'g'ri keladi. Bu esa 200 yil ilgari sanoatda asosiy ish kuchi hisoblangan insonning quvvatidan 100 marta ko'pdir.

O'zbekiston hududida joylashgan elektr stantsiyalarining umumiy quvvati 1913 yilda 3000 kVt bo'lib, ularda 3,3 million kVt.s. elektr energiyasi ishlab chiqarilgan. GOELRO plani asosida 1926 yil 1 mayida quvvati 4000 kVt bo'lgan Bo'z suv GESi qurib ishga tushirildi. Urushdan oldingi besh yillarda Qodiriya (13600 kVt.), Bo'rjar (6400 kVt), Tovoqsoy (birinchi navbati) GESlari ishga tushirildi. Ulug' Vatan urushi davrida bosib olingan hududlardan O'zbekistonga evakuatsiya qilingan korxonalarni elektr energiyasi bilan ta'minlash maqsadida Oqtepa (1943, 15 MVt), Qibray (1943, 11,2 MVt), Salar (1944, 11,2 MVt.), 1-Oqqovoq (1943, 26,1 MVt) GESlari ishga tushirildi. Farxod GESi qurila boshlandi. Urushdan keyingi davrda Namangan GES lar kaskadi (1,2Q2, 1Q2, 4Q2,4 MVt), 19 ta GES lardan iborat CHirchiq-Bo'zsuv kaskadi kabi yirik gidroenergetika tizimlari bunyod etildi. Rivojlanayotgan xalq xo'jaligini elektr energiyasi bilan ta'minlash maqsadida Ohangaron (600 MVt), Toshkent (1920 MVt), Navoi (830 MVt), Sirdaryo (3000 MVt), Davlat rayon elektr stantsiyalari (DRES) va Farg'ona issiqlik elektr markazi (IEM) (230 MVt) qurildi.

Elektroenergetika soxasida ishlatiladigan elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Elektr mashinalari elektr energetika tizimining asosiy elementlari hisoblanadi. Ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining deyarli hammasi generatorlarda ishlab chiqariladi. Elektr energiyasining asosiy istemolchisi elektr yuritmalar (motorlar) bo'lib ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining qariyb to'rtidan uch qismini istemol qiladi. Uzatiladigan elektr energiyasining hammasi transformatorlardan o'tkazilib kuchlanishi o'zgartiriladi. SHunday qilib ushbu fanda elektr energiyasini ishlab chiqarishda, uzatishda va istemol qilishda qo'llaniladigan elektr mashinalari o'rganiladi. SHuning uchun elektr energetikasida ta'lim oluvchi talabalar uchun kelgusi maxsus fanlarni o'zlashtirishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Elektromexanika fanida bundan tashqari transformatorlar ham o'rganiladi. CHunki, elektr mashinalari bilan transformatorlar o'rtasida juda ko'p umumiylik bor. Har qanday elektr mashina transformator rejimida ishlay oladi.

Elektromexanika fani texnologiya talablariga to'laroq javob beradigan elektr mashinalarini yaratish, ularni konstruktsiyalarini soddalashtirish, ishonchligini, samaradorligini oshirish va ekspluatatsiya jarayonida xavfsiz ishlashini ta'minlab, ishlash muddatini uzaytirish o'rganadigan muammolari hisoblanadi.

Elektromexanika fani barcha ixtisoslik fanlar uchun tayanch fan bo'lib hisoblanadi. «Elektr yuritma asoslari» va «Avtomatlashtirilgan elektr yuritmalar» faniga bevosita tayanch fan bo'lib hisoblanadi.

Elektr energiyasini uzatish va taqsimlash uchun transformatorlar qo'llaniladi. Sobiq Ittifoq elektromexaniklari uzoq masofalarga o'ta katta elektr energetik quvvatlarni uzatish uchun mo'ljallangan,

kuchlanishi 1150 kV va 1500 kV bo'lgan transformatorlar yaratdilar. Elektr stantsiyalardagi turbogeneratorlar kuchlanishini oshiruvchi 1000-1200 MVA quvvatli transformatorlar ham nodir qurilmalar qatoriga kiradi.

Transformator zavodlari, shu jumladan, CHirchiq transformator zavodi (CHTZ) iste'molchilarni elektr energiyasi bilan barqaror ta'minlovchi maxsus transformatorlar, reaktorlar va transformatorli nimstantsiyalar komplektlarini ko'plab ishlab chiqarmoqdalar.

Elektr stantsiyalari, nimstantsiyalari hamda halq xo'jaligining har bir korxonasida ishlatiluvchi transformator uskunalari elektr energiyasi bilan sifatli va ishonchli ta'minlashning garovidir.

Transformatorlarning xalk xujaligidagi urni.

Elektr energiyasi turli xil elektrostantsiyalarda ishlab chikarilib, elektr uzatish liniyalari orkali iste'molchilarga uzatiladi.

Amalda iste'molchilar nominal kuchlanish 1000 gacha, 6 V, 12 V, 24 V, 36 V, 127 V, 220 V, 380 V, 660 V, va 1000 V yukori, 6 kV, 35 kV, 110 kV, 220 kV larga bulinadi. Kupgina iste'molchilarni tugridan tugri Elektr tarmogi manbaiga ulash mumkin bulmaydi. Bunday xolda kuchlanishni uzgartirib ya'ni pasaytirib yoki kuchaytirib beruvchi kurilma kerak buladi. Bu kurilma bir kuchlanishni boshka kuchlanishga uzgartirib beruvchi statik elektromagnit apparatga transformator deyiladi.

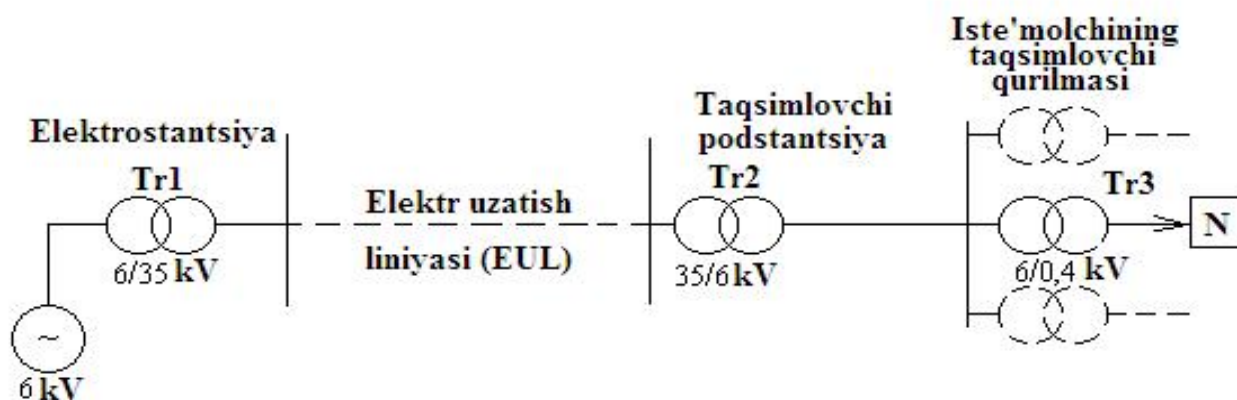
Ma'lumki elektr energiya quvvati asosan kuchlanish va tok kuchi kiymatlarining kupaytmasi bilan aniklanadi. Ya'ni $P=IU$ Formulaga asosan ma'lum quvvatda kuchlanish katta bulsa tok kuchi kichkina buladi va aksincha Energiya uzatish liniya simlarida tok kuchi kichik bulsa, kuchlanishning yukotilishi xam quvvat isrofi xam kam buladi.

SHuningdek tok kancha kichik bulsa elektr uzatish liniyalaridagi simlarning kundalang kesim yuzasi kichik bulib, bu simlarga ketgan rangli metallar va tayanchlar sarfi kam buladi. Bundan kurinib turibdiki elektr energiyani uzok masofaga uzatishda va ularni iste'molchilarga istalgancha oshirish xamda kamaytirish uchun transformatorlar keng ishlatiladi.

Agar NGRES dan ishlab chikarilgan quvvatni Zarafshon, Uchkuduk kabi uzok masofalarga energiya uzatishda yukori kuchlanish talab etiladi. Ya'ni 110, 220 kV kuchlanishli E.U.L. kurilgan.

SHaxar va kishloklarda joylashgan iste'molchilari past kuchlanish bilan ta'minlanadi. Bunday vaktida pasaytiruvchi va kuchaytiruvchi transformatorlar kullaniladi.

Transformatorlarning 50 kVA dan 1 mln kVA gacha standart quvvatlari mavjud.



1-rasm. Elektr energiyasini transformatorlar yordamida uzatish sxemasi

Elektr mashinalarining vazifalari. Sanoat korxonalarida va halq xo'jaligining barcha sohalarida ishlatiladigan elektr mashinalarining turlari.

Reja :

1. Elektr mashinalarining vazifalari.

2. Sanoat korxonalarida va halq xo'jaligining barcha sohalarida ishlatiladigan elektr mashinalarining turlari.

Tayanch so'zlar va iboralar. Generator, dvigatel, transformator, reaktor, kuch transformatori, turbogenerator, transformatorli podstantsiyalar, gidrogenerator, o'zgaruvchan tok mashinasi, o'zgarmas tok mashinasi, asinxron mashina, sinxron mashina, Uch fazali asinxron dvigatel.

Ishlab chiqarish korxonlarini, transportni, qishloq xo'jaligini elektrlashtirish, elektrotexnologik qurilmalarni turli ko'rinishlardan foydalanish bilan bog'liq Elektrotexnologik qurilmalarning asosiy elementi bo'lib elektr mashinalar va transformatorlar hisoblanadi. Elektr mashinalari vazifasiga ko'ra ikkiga: generatorlarga va motorlarga bo'linadi. Elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi qurilmaga motor, mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantiruvchi qurilmaga esa generator deyiladi.

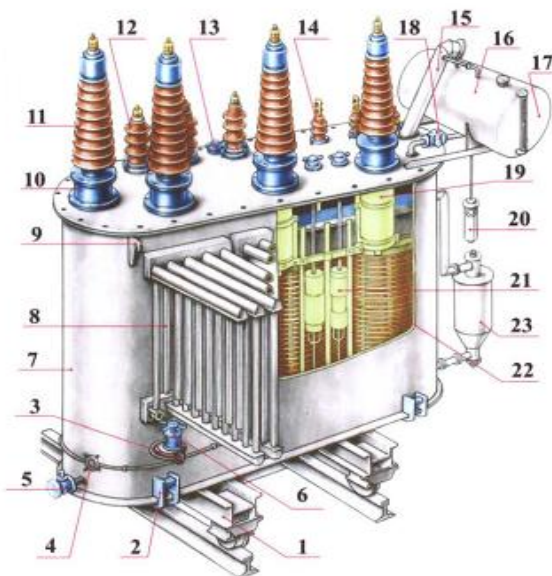
Transformatorlar elektromagnit statik apparat bo'lib, aylanuvchan qismlari bo'lmaydi, lekin ishlash printsipti va tuzilishi elektr mashinalariga o'xshash bo'lganligi sababli elektr mashinalar guruhiga qo'shib o'rganiladi. Elektr stantsiyalarda ishlab chiqarilgan o'zgaruvchan tokni iste'molchilarga uzatish, elektr qurilmalari yordamida yetkazib berish va taqsimlash uchun uni kuchlanishini o'zgartirish kerak bo'ladi. O'zgaruvchan tokni kuchlanishini o'zgartirish ya'ni transformatsiyalash uchun transformatorlar qo'llaniladi.

Elektrotexniklar uzoq masofalarga o'ta katta elektr energetik quvvatlarni uzatish uchun mo'ljallangan, kuchlanishi 1150 kV bo'lgan transformatorlarni yaratdilar. Elektr stantsiyalaridagi turbogeneratorlarning kuchlanishini kuchaytiruvchi quvvati $1000 \div 1250$ MVA ga teng bo'lgan transformatorlar ham elektrotexnologik qurilmalarning nodir elementlari qatoriga kiradi.

Elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish uchun o'zgaruvchan tok generatorlarining 6-30 kV li kuchlanishini transformatorlar yordamida 110, 150, 220, 330, 400, 500, 750, 1150 kV gacha kuchaytirib elektr uzatish tarmoqlariga uza-tiladi. Kuchlanishning kuchaytirilishi tokning proporsional kamayishiga olib keladi va uzatish tarmog'idagi quvvat isrofi tokning kvadratiga proporsional ravishda kamayadi. SHu sababli elektr stantsiyalarida kuchaytiruvchi transformatorlarning qo'llanilishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

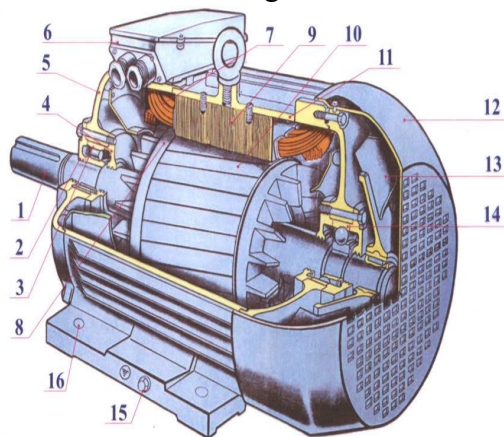
Elektr tarmoklarida elektr energiyasini ma'lum masofaga uzatishda va uni iste'molchilar orasida taksimlashda transformatorlar keng ishlatiladi. Elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatilganda liniya simlarda sodir buladigan kuvvat isrofini iloji boricha kamaytirish talab kilinadi. Bunda iste'molchilarga kuprok energiya yetib boradi.

Xozirgi paytda elektr stantsiyalarida ishlatilayotgan turbo va gidrogeneratorlarning nominal kuchlanishi 6 kV dan 24 kV gacha bulganligi sababli uzoq masofaga kuchlanishi past bulgan energiyani uzatish maksadga muvofik emas. SHuning uchun xam xar bir elektr stantsiya koshidagi podstantsiyalarda kuchlanishni bir necha un marta oshirib beradigan kuch transformatorlari urnatiladi.



1-rasm. Kuch transformatori

Tokning turiga asosan elektr mashinalar o'zgarmas va o'zgaruvchan tok mashinalariga bo'linadi. O'zgaruvchan tok mashinalaridan asinxron mashinalar asosan asinxron dvigatellar sifatida xalq xo'jaligining turli sohalarida mashina va mexanizmlarni harakatga keltirish uchun ishlatiladi. Uch fazali asinxron dvigatelni 1889—91 yillarda rus injeneri M. O. Dolivo-Dobrovolskiy ixtiro qilgan. Asinxron dvigatellar asosan bir fazali va uch fazali bo'ladi. Bir fazali asinxron dvigatellar kichik quvvatli (10 ... 600 Vt) bo'lib, asosan uy-ro'zg'or elektr asboblarda ishlatiladi. Xalq xo'jaligining turli sohalarida asosan uch fazali asinxron dvigatellar ishlatiladi. Boshqa xil elektr dvigatellarga qaraganda asinxron dvigatellar qator afzalliklarga ega, jumladan, tuzilishi oddiy, ishda ishonchli, tannarxi arzon, oson boshqariladi va hokazo.



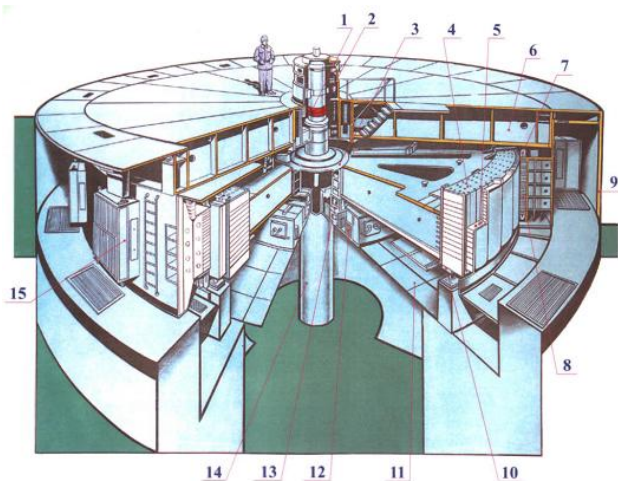
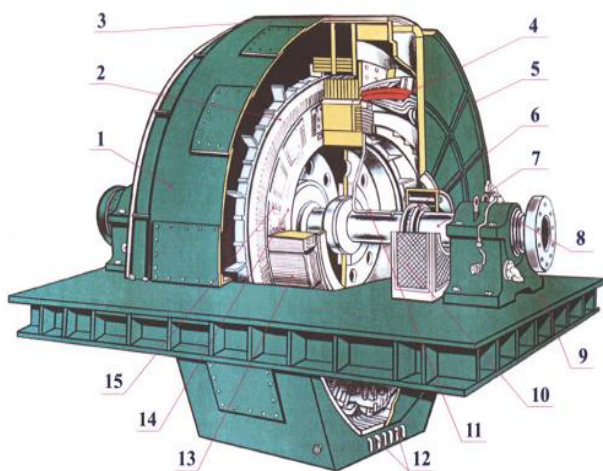
2-rasm. Asinxron dvigatellar

Sinxron mashinalar asinxron mashinalar kabi o'zgaruvchan tok mashinalari hisoblanadi. Sinxron mashinalar ham generator, ham dvigatel sifatida ishlatiladi.

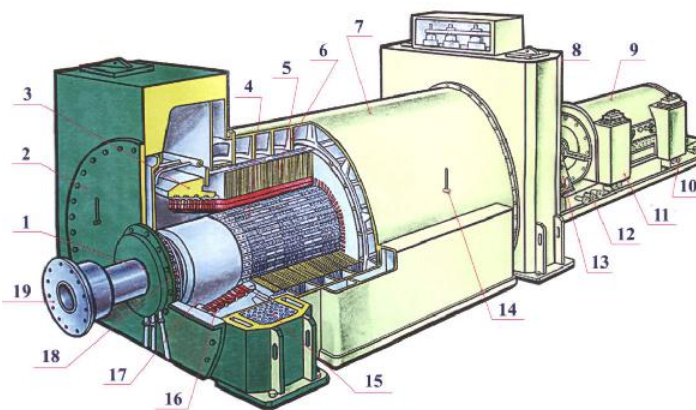
3-rasm. Sinxron mashina

Elektr ta'minotida sinxron generatorlar asosiy elektr energiya manbai sifatida ishlatiladi. Sinxron generatorlar bug', gaz va gidravlik turbinalar yordamida harakatga keltiriladi. Birinchi holatda ular turbogeneratorlar, ikkinchi holatda esa gidrogeneratorlar deyiladi. Elektrstantsiyalardagi sinxron generatorlar quvvati 1200 MVt ga yetadi. Avtonom ishlovchi elektrstantsiyalardagi sinxron generatorlarning quvvatlari uncha katta bo'lmay,

dizel dvigatellari yoki gaz turbinalar yordamida ishga tushiriladi.



2-rasm. Gidrogenerator



3-rasm. Turbogenerator

Ma'ruza № 3

Transformatorlar

Reja :

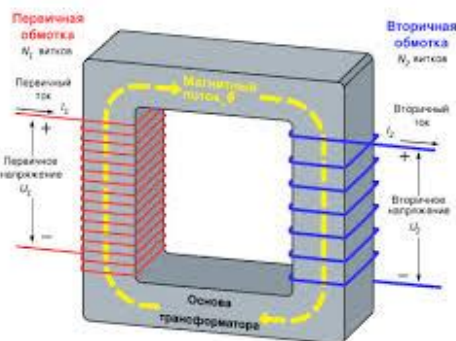
1. Transformatorning tuzilishi.
2. Transformatorlarning nominal kattaliklari
3. Transformatorning turlari.
4. Transformatorlarning ishlash printsipi
5. Transformatorlarning ish rejimlari

Tayanch so'zlar va iboralar. transformator, ferromagnit o'zak, birlamchi chulg'am, ikkilamchi chulg'am, pasaytiruvchi transformator, kuchaytiruvchi transformator, kuch transformatori, bir fazali transformator, transformatorli podstantsiyalar, uch fazali transformator, transformatorning nominal quvvati, transformatorlarning nominal kuchlanishlari, transformatorning nominal toklari, tok chastotasi, fazalar soni, transformator tipi, tok transformatori, kuchlanish transformatori, payvandlash transformatori, avtotransformatorlar, transformatorning salt ishlashi, transformatorning yuklama bilan ishlashi, transformatorning qisqa tutashuv rejimi, transformatorning ishlash printsipi.

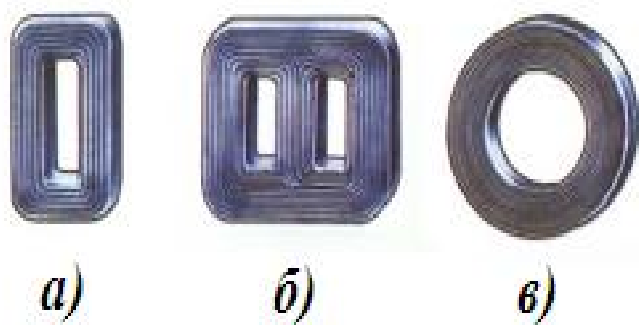
Transformatorning tuzilishi

Bir xil chastotali o'zgaruvchan tok kuchlanishining qiymatini o'zgartirib beruvchi elektromagnit statik apparat transformator deyiladi.

Iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlovchi tarmoqlarda bir fazali va uch fazali transformatorlar keng ishlatiladi. Bir fazali transformator, asosan, ferromagnit o'zakdan va uning sterjenlariga o'ralgan ikkita yoki undan ortiq chulg'amdan iborat (1-rasm).



1-rasm. Bir fazali ikki chulg'amli oddiy transformatorni printsiptial sxemasi



Ferromagnit o'zak transformatorning magnit sistemasi, ya'ni magnit o'tkazgichi hisoblanadi. Ferromagnit o'zak magnit oqimi o'tayotgan konturning magnit qarshiligini kamaytiradi va chulg'amlarning elektromagnit bog'lanishlarini kuchaytiradi. Transformatorlarning magnit sistemasi bronli (a), sterjenli (b) va toroidal (xalqasimon) (v) shaklga ega bo'lishi mumkin (2-rasm).

2-rasm. Transformatorlarning magnit sistemasi
a) bronli, b) sterjenli, v) toroidal (xalqasimon)

Transformator ishlaganda uning chulg'amlaridan o'zgaruvchan tok o'tadi. Bu tok transformatorning magnit o'tkazgichida o'zgaruvchan magnit oqimi hosil qiladi. Bu oqim transformator chulg'amlarida asosiy elektr yurituvchi kuch EYuK Ye_1 va Ye_2 ni hosil qiladi. Bu EYuK haqida keyinroq to'xtalib o'tamiz. O'zgaruvchan magnit oqimi transformatorning ferromagnit o'zagida ham EYuK hosil qiladi. Agar transformatorning magnit o'tkazgichi yaxlit temir bo'lagidan tayyorlansa, uning magnit o'tkazgichida katta qiymatli uyurma toklar (fuko toklar) hosil bo'lib, ular ferromagnit o'zakni qizdirib yuboradi. Natijada transformator xaddan tashqari qizib ketib, ishdan chiqadi, chunki uning sterjenida izolyatsiyalangan simdan o'ralgan chulg'amlar bo'lib, chulg'am izolyatsiyasi yonib ketadi.

Befoyda uyurma toklarni kamaytirish maqsadida transformatorning magnit sistemasi qalinligi 0,3-0,5 mm li ayrim plastinkalardan yig'iladi. Bu plastinkalar bir-biridan yupqa qog'oz yoki maxsus lok qatlami bilan izolyatsiyalanadi. Transformator ishlaganda ayrim plastinkalarda hosil bo'ladigan uyurma toklarning qiymati kichik bo'lganligidan uning magnit o'tkazgichi (yo'l qo'yiladigan temperaturadan ortiqcha) qizimaydi. Ferromagnit o'zakning chulg'amlar o'raladigan qismi uning sterjeni deyiladi. Sterjenlarni pastki va yuqorigi tomonlaridan birlashtiruvchi qismlar yarmo deyiladi. Po'latning qizishini va quvvat isrofini kamaytirish maqsadida yarmoning ko'ndalang kesim yuzini sterjenlarnikiga qaraganda 10-15% katta qilinadi. Ko'pincha, kichik quvvatli transformatorlarning magnit sistemasi (yoki magnit o'tkazgichi) *II* simon, *III* simon va *O* simon shaklda bo'ladi.

Transformatorning energiya manbaiga yoki elektr tarmog'iga ulanadigan chulg'ami uning birlamchi chulg'ami deyiladi. Bu chulg'amning bosh qismasi *A* harfi bilan, oxirgi qismasi *X* harfi bilan belgilanadi. Iste'molchiga ulanadigan chulg'am transformatorning ikkilamchi chulg'ami deyiladi. Ikkilamchi chulg'amning bosh qismasi *a* harfi bilan, oxirgi qismasi *x* harfi bilan belgilanadi.

Transformatorlar kuchlanishi pasaytirishga yoki oshirishga mo'ljallab tayyorlanadi. Ikkilamchi chulg'amdan olinadigan kuchlanish uning birlamchi chulg'ami chulg'amiga berilayotgan kuchlanishdan kichik bo'lsa, kuchlanishni pasaytiruvchi transformator va aksincha, ikkilamchi chulg'amning kuchlanishi birlamchi chulg'amga berilayotgan kuchlanishdan katta bo'lsa, kuchlanishni oshiruvchi transformator deyiladi.

Transformatorlarning nominal kattaliklari

Transformatorlar standart talablarga mos holda texnik shartlar bo'yicha tayyorlanadi va elektr energiyani o'zgartirish bo'yicha ma'lum vazifalarni bajarish uchun belgilanadi. Bu sharoitlardagi transformatorning ishi quyidagi nominal kattaliklar bilan xarakterlanadi va elektr jixzlari kataloglarida hamda transformatorga maxkamlangan pasport taxtachada quyidagilar ko'rsatilgan bo'ladi:

Transformatorlarni nominal quvvati S_H - ikkilamchi chulg'amda Volt-Amper bilan o'lchangan va pasportda ko'rsatilgan quvvatga aytiladi.

Transformatorlarni nominal birlamchi kuchlanishi U_{1H} - pasportda ko'rsatilgan kuchlanish; agar birlamchi chulg'amni shoxobchalari mavjud bo'lsa, u xolda nominal kuchlanishi alohida ta'kidlanadi.

Transformatorlarning nominal ikkilamchi kuchlanishi U_{2H} - birlamchi chulg'amidagi kuchlanishi nominal kuchlanishiga teng bo'lib, salt ishlagandagi ikkilamchi kuchlanishga aytiladi; agar ikkilamchi chulg'amida ulamalar mavjud bo'lsa, uning nominal kuchlanishi alohida ta'kidlanadi.

Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarini nominal toklari I_{1H} va I_{2H} - transformatorning pasportida ko'rsatilgan va nominal quvvat va nominal kuchlanishlar bilan ma'lum bog'lanishda bo'lgan birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning toklariga aytiladi. Bunda transformatorning f.i.k.i 100% ga yaqin deb faraz qilinib, ikkala chulg'amning nominal quvvatlari teng deb qabul qilinadi.

Bundan tashqari: 1) nominal chastota f ; 2) fazalar soni m ; chulg'amlarni ulanish sxemasi va guruhi; 3) qisqa tutashuv kuchlanishi; 4) transformatorni tayyorlangan zavodning nomi; transformatorning tayyorlangan yili; 5) transformatorning tipi; 6) tayyorlangan transformatorga to'g'ri keladigan standart nomiri; 7) sovtush usuli; 8) massasi va boshqa ma'lumotlar keltiriladi.

Transformatorning turlari.

Transformatorlar ishlatilishiga qarab bir necha xilga bo'linadi:

Bir fazali yoki uch fazali kuch transformatorlari – elektr energiyani uzoq masofaga uzatishda, uni iste'molchilar orasida taqsimlashda va umuman, istemolchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda ishlatiladi.

Avtotransformatorlar – kuchlanish qiymatini bir oz o'zgartirish yoki kuchlanish qiymatini noldan boshlab oshirish uchun hamda katta quvvatli asinxron dvigatellarni ishga tushirish uchun ishlatiladi.

O'lchov transformatorlari (kuchlanish va tok transformatorlari) – elektr o'lchash sxemalarida, yuqori kuchlanishlarni va katta toklarni o'lchash uchun ishlatiladi.

Maxsus transformatorlar – payvandlash transformatorlari; sinov transformatorlari; radio, televidenie, aloqa va avtomatika qurilmalarida ishlatiladigan transformatorlar; o'zgaruvchan tokning fazalar sonini yoki chastotasini o'zgartiruvchi transformatorlar maxsus transformatorlar hisoblanadi.

Bitta birlamchi va bitta ikkilamchi chulg'amli transformator **ikki chulg'amli transformator** deyiladi. Har bir fazada uchtdan chulg'ami bo'lgan, masalan, bitta yuqori kuchlanishli va ikkita quyi kuchlanishli, yoki teskarisi - bitta quyi kuchlanishli va ikkita yuqori kuchlanishli transformatorlar **uch chulg'amli transformator** deb ataladi. Bir fazali yoki uch fazali transformatorlarning bitta fazasida uchtdan ko'proq chulg'ami bo'lishi mumkin. Bunday transformatorlar **ko'p chulg'amli transformatorlar** deyiladi.

Kuch transformatorlari tuzilishi bo'yicha **ikki turga** bo'linadilar: **moyli va quruq transformatorlar**. **Moyli transformatorlarda** magnit o'zak va chulg'amlar yaxshi izolyator va sovutuvchi modda hisoblangan transformator moyi to'ldirilgan idishga joylashtiriladilar. Transformator moyi chulg'am izolyatsiyalarini havoning zararli ta'siridan ham saqlaydi.

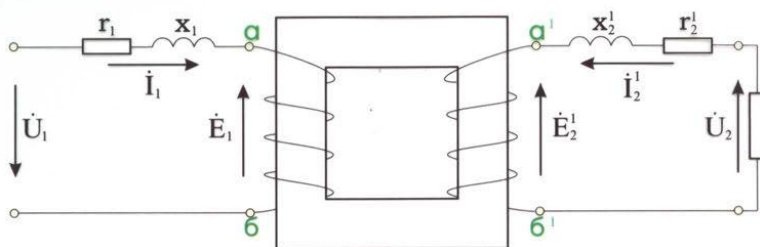
Transformatsiyalash koeffitsientlarini o'zgartirish uchun chulg'amlarida maxsus ulamalari bo'lgan transformatorlarga **ulamali transformatorlar** deyiladi.

Transformator o'zgaruvchan tokning kuchlanishini qiymatini o'zgartirish bilan birga, o'zgaruvchan tokning fazalar sonini va chastotasini qiymatini o'zgartiradigan moslamalar tarkibida ham ishlatiladi.

Transformatorlarning ishlash printsiplari

Transformator ishlash iuchun uning birlamchi chulg'amini kuchlanishi $u = U_m \sin \omega t$ bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga yoki elektr tarmog'iga uladi (3-rasm). Bunda birlamchi chulg'amdan o'zgaruvchan tok $i = I_m \sin \omega t$ o'ta boshlaydi. Bu tok ferromagnit o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ hosil qiladi. Natijada elektromagnit induksiya qonuniga binoan ikkala chulg'amda ham EYuK hosil bo'ladi. Maksvell tenglamasiga asosan, chulg'amlarning har bir o'ramida hosil bo'ladigan EYuK $e_0 = -\frac{d\Phi}{dt}$. Hosil bo'lgan EYuK chulg'amlarning o'ramlari soniga proporsional bo'ladi. Demak,

$$e_1 = -\omega_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad e_2 = -\omega_2 \frac{d\Phi}{dt}$$



3-rasm. Transformatorning yuklama bilan ishlash sxemasi

Birlamchi chulg'amda hosil bo'ladigan EYuK e_1 o'z induksiya EYuKsidir. Ikkilamchi chulg'amda hosil bo'ladigan EYuK e_2 o'zaro induksiya EYuKsidir. Demak, transformator o'zaro induksiya xodisasiga asosan ishlar ekan.

Transformator bitta o'ramidagi EYuK ning maksimal qiymati $E_M = \omega \Phi_M$,

Amaliy qiymati $E = \frac{E_M}{\sqrt{2}} = \frac{\omega \Phi_M}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f \Phi_M}{\sqrt{2}} = 4,44 \Phi_M f$

Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlar o'ramlar soni W_1 va W_2 teng. Cho'lg'amlardagi

amaliy EYuKlar:

$$E_1 = 4,44 W_1 f \Phi_M$$

$$E_2 = 4,44 W_2 f \Phi_M$$

Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar EYuKlarning yoki o'ramlar sonining bir-biriga nisbati transformatorning **transformatsiyalash koeffitsienti** deyiladi: $K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$

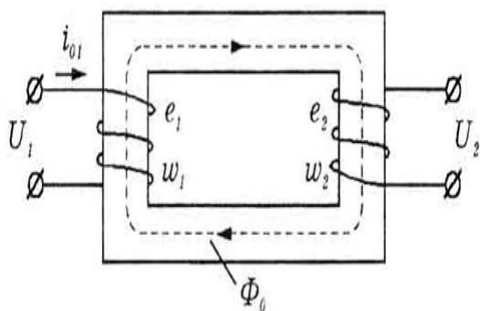
Transformatorlarning ish rejimlari

Transformatorla amalda quyidagi rejimlarda ishlaydi:

- 1) salt (yuklamasiz) ishlashi;
- 2) yuklama bilan ishlashi;
- 3) o'ta yuklama bilan ishlashi;

4) ishlab turgan transformatorning chulg'amlari qisqa tutashib qolganda yoki elektr tarmog'i qisqa tutashganda, laboratoriya sharoitida qisqa tutashish tajribasi o'tkazilayotganda qisqa tutashish rejimida ishlashi mumkin

Agar transformatorning birlamchi chulg'ami elektr tarmog'iga ulansa, lekin ikkilamchi chulg'am qismalariga iste'molchi ulanmasa, bunda transformator **salt ishlaydi**. Bunda transformatorning ikkilamchi chulg'ami qismalari ochiq holda qoladi, ikkinchi chulg'am toki $I_2 = 0$ bo'ladi (4-rasm).

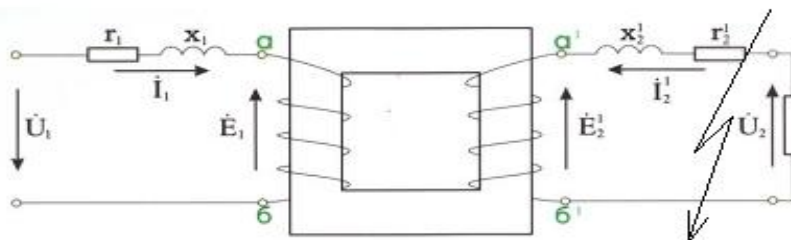


4-rasm. Transformatorning salt ishlash sxemasi

Transformatorning birlamchi chulg'ami elektr tarmog'iga, ikkilamchi chulg'am qismalariga iste'molchi ulansa, bunda transformator **yuklama rejimida ishlaydi**. Bunda birlamchi chulg'amdan o'zgaruvchan tok $i = I_m \sin \omega t$ o'ta boshlaydi. Bu tok ferromagnit o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ hosil qiladi. Natijada elektromagnit induksiya qonuniga binoan ikkala chulg'amda ham EYuK hosil bo'ladi. (3-rasm).

Transformator nominal yuklamadan ortiqcha yuklamada ishlasa, bu transformator **o'ta yuklama rejimida ishlaydi**.

Transformator normal yuklama bilan uzoq yillar ishlashga mo'ljallab tayyorlanadi. O'ta yuklamada uzoq vaqt ishlay olmaydi. Chunki bunda uning birlamchi va ikkilamchi chulg'am toklari nominal qiymatdan ortib ketadi, bu sharoitda transformator tez qiziydi va xatto ishdan chiqishi ham mumkin. Lekin amalda shunday hollar ham bo'ladiki, ikkilamchi chulg'am qismalari yoki iste'molchilar tarmog'i qisqa tutashib qolishi natijasida transformator qisqa muddat qisqa tutashish sharoitida ishlaydi (5-rasm). Boshqacha aytganda, transformatorning ikkilamchi chulg'ami qismalari qisqa tutashtirilib uning birlamchi chulg'amiga kuchlanish U_1 berilsa, transformator **qisqa tutashish rejimida ishlaydi** va tez ishdan chiqadi.



5-rasm. Transformatorning qisqa tutashuv rejimida ishlash sxemasi

Ma'ruza № 4

Uch fazali transformatorlar

Reja :

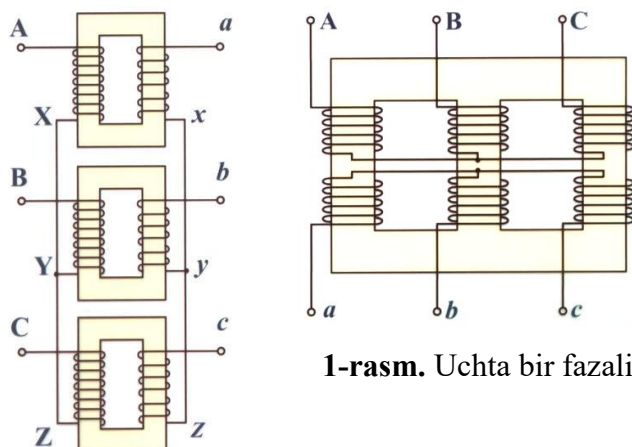
1. Uch fazali transformatorlarning tuzilishi.
2. Transformator tipi
3. Uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablar
4. Uch fazali transformator chulg'amlarini ulanish usullari.
5. Transformator chulg'amlarining ulanish guruhlar.

Tayanch so'zlar va iboralar. transformator, ferromagnit o'zak, birlamchi chulg'am, ikkilamchi chulg'am, pasaytiruvchi transformator, kuchaytiruvchi transformator, kuch transformatori, bir fazali transformator, transformatorli podstantsiyalar, uch fazali transformator, transformatorning nominal quvvati, transformatorlarning nominal kuchlanishlari, transformatorning nominal toklari, tok chastotasi, fazalar soni, transformator tipi, tok transformatori, kuchlanish transformatori, payvandlash transformatori, avtotransformatorlar, transformatorning salt ishlashi, transformatorning yuklama bilan ishlashi, transformatorning qisqa tutashuv rejimi, transformatorning ishlash printsipti.

Uch fazali transformatorlarning tuzilishi

Hozirgi vaqtda xalq xujaligining turli sohalarida uch fazali o'zgaruvchan tokdan keng foydalaniladi. Elektr stantsiyalarida asosan uch fazali o'zgaruvchan tok energiyasi ishlab chiqariladi.

Uch fazali o'zgaruvchan tok kuchlanishini bir guruhga birlashgan **uchta bir fazali yoki bitta uch fazali transformator** yordamida o'zgartirish mumkin (1-rasm).

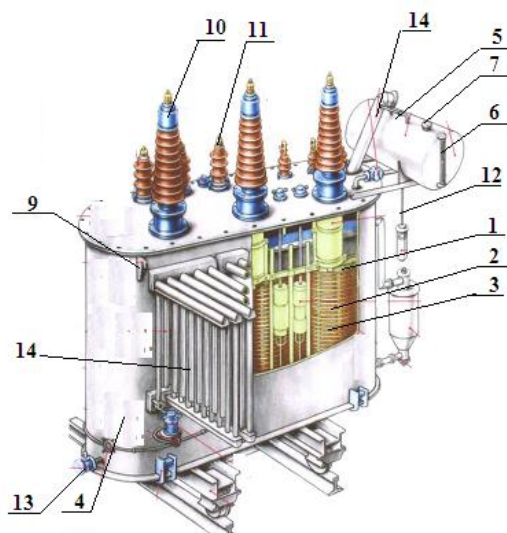


1-rasm. Uchta bir fazali (a) va bitta uch fazali transformatorning printsipl sxemasi

Bir fazali transformator guruhining gabaritlari katta, vazni og'ir va tannarxi qimmat bo'lganligi sababli, ular faqat katta quvvatli markaziy nimstantsiyalarda ishlatiladi. Ularni magnit sistemasi o'zaro bog'lanmagan bo'ladi.

Amalda sovitish usuliga qarab quruq, moyli va yonmaydigan suyuq dielektrik bilan to'ldirilgan kuch transformatorlari keng ishlatiladi. **Quruq transformatorlar** bino ichida, tsexlarda o'rnatiladi, ular ishlatishda qulay. Havoning elektr mustahkamligi transformatorlarga quyiladigan maxsus moyning elektr mustahkamligidan pastroq bo'lganligi uchun quruq transformatorlarda izolyatsion bo'shliqlar va ventilyatsion kanallar kattaroq qilinadi. Quruq transformatorlarning quvvati 1600...2500 kVA, yuqori kuchlanishi 15...20 kV gacha bo'lishi mumkin.

Moyli transformatorlarda ferromagnit o'zakni chulg'amlar bilan birga maxsus mineral moy-transformator moyi bilan to'ldirilgan metall bakka joylashtiriladi. Moyning issiqlik o'tkazish xususiyati havonikiga nisbatan yuqoriroq bo'lgani uchun chulg'amlar va o'zak qiziganda moy issiqlikni tashqariga uzatuvchi muxit vazifasini bajaradi. Transformator moyi chulg'amlar izolyatsiyasining mustahkamligini oshiradi, atmosfera ta'sirida namlanishdan hamda izolyatsiya material larini buzilishdan saqlaydi. Transformatorlarda elektr mustahkamligi 70...120 kV/sm bo'lgan maxsus tayyorlangan mineral moy ishlatiladi.



2-rasm. Uch fazali transformatorni tuzilishi.

1-po'lat o'zak; 2-past kuchlanish chulg'ami; 3-yuqori kuchlanish chulg'ami; 4-bak; 5-kengaytiruvchi bak; 6-moy satxini ko'rsatuvchi shisha naycha; 7-moy quyiladigan teshik; 8-o'ramlar sonini o'zgartiruvchi qurilma; 9-qurilma dastasi; 10-yuqori kuchlanish chulg'am qismasi; 11-past kuchlanish chulg'am qismasi; 12-termometr; 13-moy chiqariladigan teshik; 14-radiator trubalari

Transformatorlarning tipi harflar va raqamlar bilan ko'rsatiladi. Markadagi: **T**-uch fazali; **0**-bir fazali; **M**-moy bilan sovitiladigan; **D**-moyni tarqaridan shamol bilan yoki majburiy harakatlantirib

sovitiladigan; **TS**-moyni sovuq suvli sovitgichdan o'tkazib sovitiladigan; **DTS**-yuqoridagi ikkala usul bilan sovitiladigan; **G**-yashinga chibamli (marka oxiriga ko'rsatiladi); **N**-kuchlanishi yuklamani uzmasdan rostlanadigan (marka oxirida ko'rsatiladi); **N**-yonmaydigan suyuq dielektrik bilan to'ldirilgan (ikkinchi o'rinda) degan ma'nolarni beradi. Transformator markasida **T** harfi bo'lsa, bu uch chulg'amli transformatorni ifodalaydi. Markada harfli ifodadan keyingi raqam uning nominal quvvatini (kVA) da; ikkinchi raqami yuqori nominal kuchlanishni ko'rsatadi. Masalan, **TTSTNG-63000/220** marka – uch fazali, uch chulg'amli, moyi majburiy sovitiladigan, kuchlanishi yuklamani uzmay rostlanadigan, yashinga chidamli, quvvati 63000 kVA va yuqori kuchlanishli chulg'amining nominal kuchlanishi 220kV bo'lgan transformatorni ifodalaydi.

Uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablar

Elektrotexnika sanoatida ishlab chiqarilayotgan kuch transformatorlari ishonchlilik, tejamlilik, chidamlilik va boshqa muhim jixatlari bilan jaxon bozorida yuksak raqobatbardosh bo'lishi zarur. SHu sababli mazkur **transformatorlarga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi:**

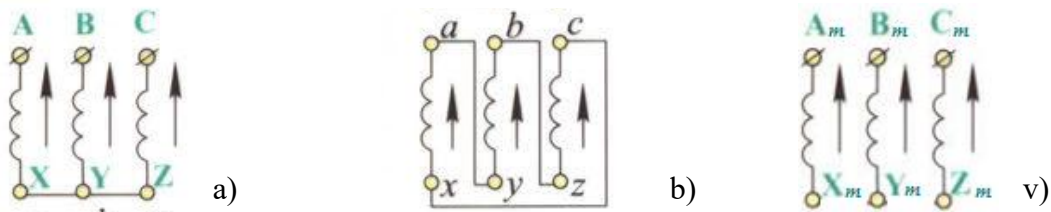
- 1) ishlatishda ishonchli bo'lishi;
- 2) ishlab chiqarishda va ishlatishda tejimli bo'lishi;
- 3) isroflar standartda belgilangan me'yordan oshmasligi;
- 4) parallel ishlash shartlarini qanoatlantirashi;
- 5) me'yordan ortiqcha qizib ketmasligi;
- 6) kuchlanishni rostlashga imkon berishi;
- 7) transformatorni ishlatish jarayonida ayrim sabablarga ko'ra sodir bo'ladigan qisqa muddatli o'ta kuchlanishlarga va kam muddatli qisqa tutashuvlardagi transformatorning nominal tokidan ancha katta bo'lgan toklar ta'siriga bardosh berishi zarur.

Uch fazali transformator chulg'amlarini ulanish usullari

Uch fazali uch sterjenli transformatorlarda ayrim fazalarning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari bitta sterjenga o'raladi. Uch fazali transformatorlarda uchta birlamchi (yuqori kuchlanish) va uchta ikkilamchi (past kuchlanish) chulg'am bo'ladi. Yuqori kuchlanish chulg'amlarining bosh uchlari "A", "V", "S" va oxirgi uchlari X", "U", "Z" harflari bilan, past kuchlanish chulg'amlarining bosh uchlari "a", "v", "s" va oxirgi uchlari x", "u", "z" harflari bilan belgilanadi (3-rasm).

Agar transformator uch chulg'amli bo'lsa, uning o'rtacha kuchlanish chulg'amlarining bosh uchlari "A_m", "V_m", "S_m" va oxirgi uchlari X_m", "U_m", "Z_m" harflari bilan belgilanadi. Uch fazali transformatorning past va yuqori kuchlanish chulg'amlari, asosan ikki xil usulda ulanadi:

- 1) yulduz usulida (3-rasm, a), shartli belgisi: Y
- 2) uchburchak usulida (3-rasm,b), shartli belgisi: Δ



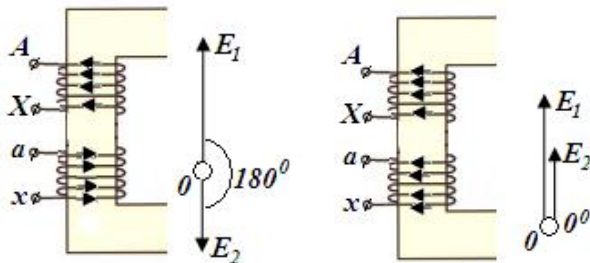
3-rasm. Uch fazali transformator chulg'amlarini ulanish usullari.

Agar transformatorning past yoki yuqori kuchlanish chulg'amlari yulduz usulida ulangan bo'lsava uning neytral nuqtasidan nolъ sim tashqari klemmaga chiqarilsa, bu klemma O harfi bilan belgilanadi. Uch fazali transformatorning chulg'amlari yulduz usulida ulanganda $U_{\text{Л}} = \sqrt{3}U_{\phi}$ $I_{\text{Л}} = I_{\phi}$ va uchburchak uchulida ulandanda: $U_{\text{Л}} = U_{\phi}$, $I_{\text{Л}} = \sqrt{3}I_{\phi}$ bo'ladi. Odatda, uch fazali ikki chulg'amli transformatorning yuqori kuchlanish chulg'ami ulanish usulining shartli belgisi kasr suratida, pastkuchlanish chulg'amlarining ulanish usulining shartli belgisi kasr maxrajida ko'rsatiladi. Masalan: $Y/Y - 0, Y/\Delta, \Delta/Y - 0$

Transformator chulg'amlarining ulanish guruhlari

Bir vauch fazali transformator chulg'amlarining ulanish guruhlari yoki E_1 va E_2 vektorlarning bir-biriga nisbatan qanday yo'nalganligi birinchidan, birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarni o'rash yo'nalishiga; ikkinchidan, chulg'amlarning bosh va oxirgi uchlarini qanday belgilanishiga bog'liqdir.

Oldin bir fazali transformator chulg'amlarining ulanish guruhini aniqlaymiz. Agar birtransformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari sterjenlarga bir xil yo'nalishda o'ralsa va ularning bosh va oxirgi uchlarini bir xilda ifodalansa (4-rasm, a), EYuK lar E_1 va E_2 ning vektorlari bir tomonga yo'nalgan bo'ladi, ya'ni ular orasida siljish burchagi nolga teng. Agar transformatorning ikkilamchi chulg'ami uning birlamchi chulg'amiga nisbatan teskari tomonga o'ralsa yoki ikkilamchi chulg'am uchlarini teskari ifodalansa (masalan, bosh uchi "x" bilan; oxirgi uchi "a" bilan) E_1 va E_2 vektorlar qarama-qarshi yo'naladi, ya'ni vektorlar orasida siljish burchagi 180° bo'ladi. (4-rasm, b).

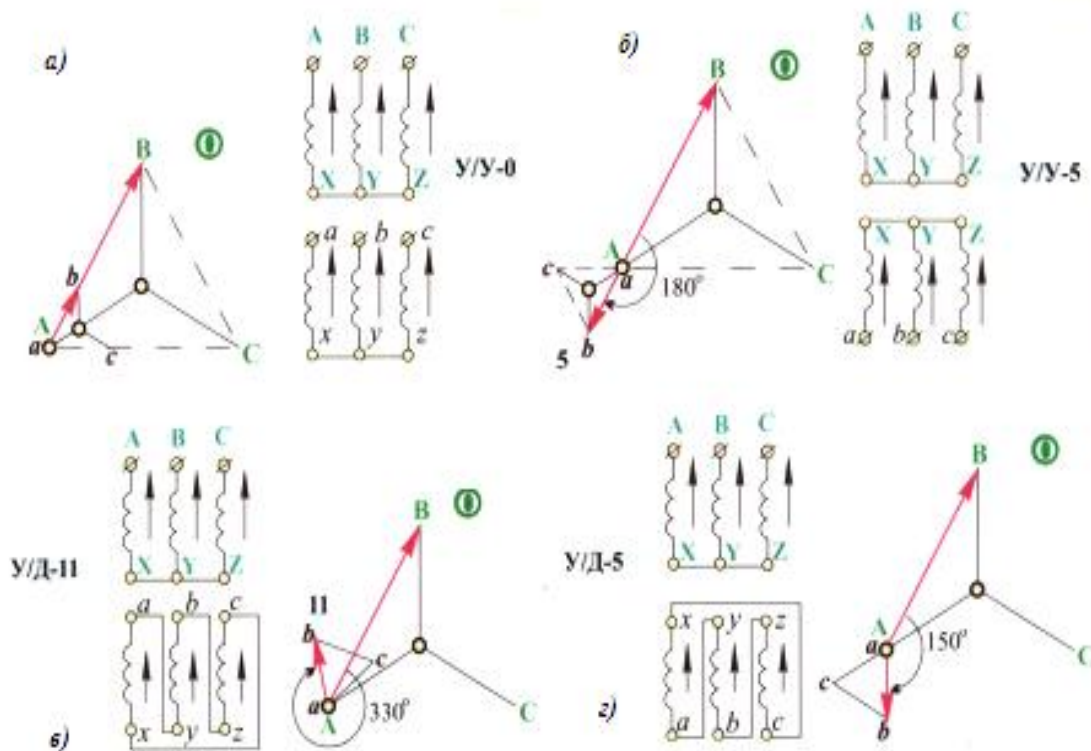


4-rasm. Bir fazali transformator ulanish guruxlari

Chulg'amlarning ulanish guruhi birlamchi va ikkilamchi chulg'am EYuK larining vektorlari orasidagi siljish burchagiga qarab aniqlanadi. Odatda, chulg'amlarning ulanish guruhini aniqlashda soat tsiferblatidagi raqamlardan foydalaniladi. Soat tsiferblatidagi raqamlar orasidagi burchak 30° ga teng. Ulanish guruhlari ham 30° ga bo'linadigan graduslarda (masalan, 60° , 90° , 120° , 150° va hokazo) aniqlanadi. Ulanish guruhini aniqlashda birlamchi chulg'am EYuK ning vektori soatning katta, ya'ni minut strelkasi bilan belgilanadi. Soatda minut strelkasi doim 12 raqamida turadi deb qabul qilinadi. Ikkilamchi chulg'am EYuK ning vektori soatning kichik, ya'ni soat strelkasi bilan belgilanadi va chulg'amning ulanish guruhlari qarama-qarshi bo'lgan turli raqamlarni ko'rsatishi mumkin. Shunday qilib, soat kichik strelkasining uning minut strelkasiga nisbatan holati ikkilamchi chulg'am EYuK vektorining birlamchi chulg'am EYuK vektoriga nisbatan holatini aniqlaydi.

Bir fazali transformator chulg'amlarning ulanish guruhi ikki xil bo'ladi. Masalan, 4-rasm, a da birlamchi chulg'am EYuK ning vektori 12 raqamini ko'rsatsa, ikkinchi chulg'am EYuK ning vektori ham 12 ni ko'rsatadi. Bu holda transformatorning ulanish gruppasi 12 yoki 0 guruh bo'ladi. Bu shartli ravishda 1/1-12 yoki 1/1-0 bilan belgilanadi.

4-rasm, b da ikkilamchi chulg'am birlamchi chulg'amga nisbatan teskari o'ralgan, bunda EYuK lar orasidagi siljish burchagi 180° bo'ladi. Bu holda E_1 vektori 12 raqamini ko'rsatsa, E_2 vektori 6 ni ko'rsatadi.



Ma'ruza № 5

Transformatorlarning ish rejimlari

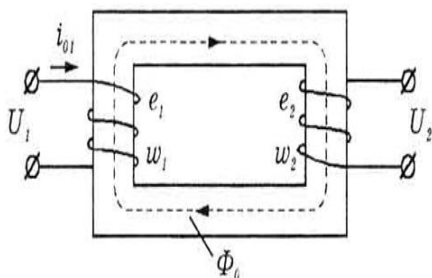
Reja :

1. Transformatorlarning salt ishlash rejimi
2. Transformatorlarning yuklama bilan ishlash rejimi
3. Transformatorlarning qisqa tutashuvda ishlash rejimi
4. Transformator parametrlarini tajriba o'tkazish yo'li bilan aniqlash.

Tayanch so'zlar va iboralar. transformator, ferromagnit o'zak, birlamchi chulg'am, ikkilamchi chulg'am, pasaytiruvchi transformator, kuchaytiruvchi transformator, kuch transformatori, bir fazali transformator, transformatorli podstantsiyalar, uch fazali transformator, transformatorning nominal quvvati, transformatorlarning nominal kuchlanishlari, transformatorning nominal toklari, tok chastotasi, fazalar soni, transformator tipi, tok transformatori, kuchlanish transformatori, payvandlash transformatori, avtotransformatorlar, transformatorning salt ishlashi, transformatorning yuklama bilan ishlashi, transformatorning qisqa tutashuv rejimi, transformatorning ishlash printsipli.

Transformatorlarning salt ishlash

Agar transformatorning birlamchi chulg'ami elektr mog'iga ulansa, lekin ikkilamchi chulg'am qismalariga iste'molchi ulanmasa, bunda transformator **salt ishlaydi**. Bunda transformatorning ikkilamchi chulg'ami qismlari ochiq holda qoladi, ya'ni ikkinchi chulg'am toki $I_2 = 0$ bo'ladi (1-rasm). Transformator salt ishlaganda uning birlamchi chulg'am toki I_1 **salt ishlash toki** deyiladi. Salt ishlash toki I_0 bilan belgilanadi, ya'ni $I_1 = I_0$ bo'ladi.



1-rasm. Transformatorning salt ishlash sxemasi

Transformator salt ishlaganda birlamchi chulg'am toki, ya'ni salt ishlash toki I_0 birlamchi chulg'amning magnitlovchi kuchi $I_0 W_1$ ni hosil qiladi. Bu magnitlov kuch transformatorning asosiy magnit oqimi Φ ni hosil qiladi. Asosiy magnit oqimning maksimal qiymatini magnit zanjiri uchun Om qonuni asosida quyidagicha aniqlanadi: $\Phi_m = \sqrt{2} \frac{I_0 W_1}{R_m}$

bu yerda R_m - transformator ferromagnit o'zagining magnit qarshiligi.

Transformator salt ishlaganda ikkilamchi chulg'am kuchlanishi (U_2) ikkilamchi chulg'am EYuK E_2 ga teng bo'ladi, ya'ni $E_2 = U_2$.

Salt ishlash rejimida transformatorga tarmoqdan beriladigan kuchlanish, asosan, birlamchi chulg'amda hosil bo'ladigan o'zinduksiya EYuK E_1 bilan hamda juda oz qismi, birlamchi chulg'amning aktiv va induktiv qarshiliklarida kuchlanishning pasayishi ($I_0 R_1$ va $jI_0 x_1$) bilan muvozanatlashadi. Shunday ekan, transformatorning salt ishlashi uchun EYuK lar va toklar tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$U_1 = E_1 + jI_0 x_1 + I_0 R_1$$

$$U_2 = E_2$$

$$I_1 = I_0$$

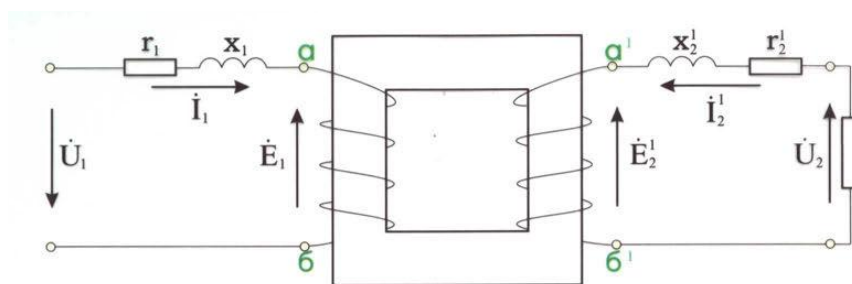
Transformator salt ishlaganda, uning foydali energiyasi nolga teng bo'lsa ham u tarmoqdan qandaydir quvvat oladi. Bu quvvat asosan, uning temir o'zagini magnit oqimi hosil qilishga sarflanadi. Birlamchi chulg'amda salt ishlash toki o'tganda quvvatning bir qismi chulg'amda issiqlik energiyasiga aylanadi. Lekin salt ishlash tokining qiymati juda kichik bo'lganligi uchun transformatorning birlamchi chulg'amda issiqlik energiyasiga aylanadigan quvvat $I_0 R = P_1$ juda oz bo'ladi.

Transformator salt ishlaganda uning ikkilamchi chulg'amidan olinadigan foydali quvvat $P_2 = 0$ bo'ladi. Lekin transformator ishlashi uchun tarmoqdan qandaydir quvvat qabul qiladi. Bu quvvat **salt ishlash quvvati** P_0 deyiladi.

Transformatorlarning yuklama bilan ishlashi

Transformator ishlash iuchun uning birlamchi chulg'amini kuchlanishi $u = U_m \sin \omega t$ bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga yoki elektr tarmog'iga uladi (2-rasm). Bunda birlamchi chulg'amdan o'zgaruvchan tok $i = I_m \sin \omega t$ o'ta boshlaydi. Bu tok ferromagnit o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ hosil qiladi. Natijada elektromagnit induksiya qonuniga binoan ikkala chulg'amda ham EYuK hosil bo'ladi. Maksvell tenglamasiga asosan, chulg'amlarning har bir o'ramida hosil bo'ladigan EYuK $e_0 = -\frac{d\Phi}{dt}$. Hosil bo'lgan EYuK chulg'amlarning o'ramlari soniga proporsional bo'ladi. Demak,

$$e_1 = -\omega_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad e_2 = -\omega_2 \frac{d\Phi}{dt}$$



2-rasm. Transformatorning yuklama bilan ishlash sxemasi

Birlamchi chulg'amda hosil bo'ladigan EYuK e_1 o'z induksiya EYuKsidir. Ikkilamchi chulg'amda hosil bo'ladigan EYuK e_2 o'zaro induksiya EYuKsidir. Demak, transformator o'zaro induksiya xodisasiga asosan ishlar ekan.

Transformator bitta o'ramidagi EYuK ning maksimal qiymati $E_M = \omega \Phi_M$,

$$\text{Amaliy qiymati } E = \frac{E_M}{\sqrt{2}} = \frac{\omega \Phi_M}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f \Phi_M}{\sqrt{2}} = 4,44 \Phi_M f$$

Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlar o'ramlar soni W_1 va W_2 teng. Cho'lg'amlardagi amaliy EYuKlar:

$$E_1 = 4,44 W_1 f \Phi_M$$

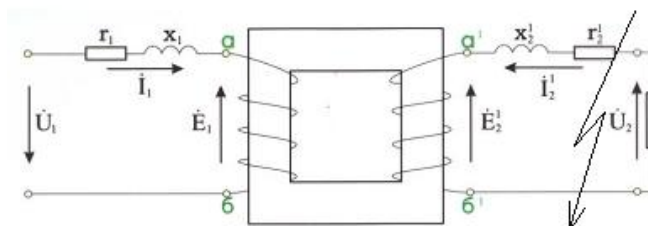
$$E_2 = 4,44 W_2 f \Phi_M$$

Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar EYuKlarning yoki o'ramlar sonining bir-biriga nisbati transformatorning **transformatsiyalash koeffitsienti** deyiladi:

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

Transformatorlarning qisqa tutashuvda ishlashi

Transformator normal yuklama bilan uzoq yillar ishlashga mo'ljallab tayyorlanadi. O'ta yuklamada uzoq vaqt ishlay olmaydi. Chunki bunda uning birlamchi va ikkilamchi chulg'am toklari nominal qiymatdan ortib ketadi, bu sharoitda transformator tez qiziydi va xatto ishdan chiqishi ham mumkin. Lekin amalda shunday hollar ham bo'ladiki, ikkilamchi chulg'am qismlari yoki iste'molchilar tarmog'i qisqa tutashib qolishi natijasida transformator qisqa muddat qisqa tutashish sharoitida ishlaydi (3-rasm). Boshqacha aytganda, transformatorning ikkilamchi chulg'ami qismlari qisqa tutashtirilib uning birlamchi chulg'amiga kuchlanish U_1 berilsa, transformator **qisqa tutashish rejimida ishlaydi** va tez ishdan chiqadi.

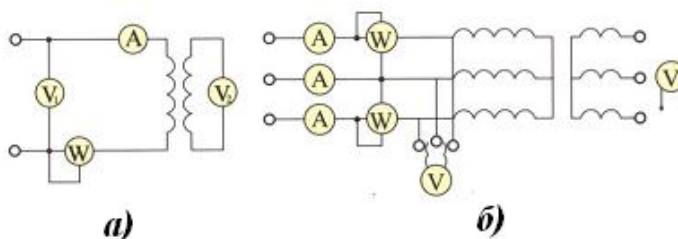


4-rasm. Transformatorning qisqa tutashuv rejimida ishlash sxemasi

Transformator parametrlarini tajriba o'tkazish yo'li bilan aniqlash

Transformatorni salt ishlatib tajriba o'tkazish

Transformatorning transformatsiya koeffitsientini, uning ferromagnit o'zagida, ya'ni po'lat o'zagida isrof bo'ladigan quvvat qiymatini, ekvivalent elektr sxemasining ayrim parametrlarini va boshqa qator kattaliklarni aniqlash maqsadida salt ishlash tajribasi o'tkaziladi. Bir va uch fazali transformatorlar uchun salt ishlash tajribasini o'tkazish sxemalari 4-rasm, a va b da keltirilgan. Sxemani yig'ish uchun lozim bo'lgan o'lchov asboblari tanlanadi.



4-rasm. Salt ishlash tajribasi uchun sxema:

a- bir fazali transformator, b-uch fazali transformator

Tajriba o'tkazilayotgan paytda transformatorning birlamchi chulg'amiga kuchlanish transformatori yoki induksion regulyator orqali beriladi, ikkilamchi chulg'ami klemmalariga iste'molchi ulanmaydi. Kuchlanishni bir necha qiymatlari uchun hamma o'lchov asboblarning ko'rsatkichlari yozib olinadi. Masalan, birlamchi va ikkilamchi chulg'am kuchlanishlari U_1 va U_{20} , salt ishlash toki I_0 , salt ishlash quvvati P_0 .

Salt ishlash tajribasi asosida quyidagilar hisoblab aniqlanadi:

1) Transformatorning transformatsiya koeffitsienti $K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{U_1}{U_{20}}$

2) Salt ishlash toki: $i\% = \frac{i_0}{I_{1H}} 100\%$

3) Salt ishlash quvvati; birlamchi chulg'am zanjiriga ulangan vattmetr bilan aniqlanadi. Uch fazali transformatorida ikkita vattmetrli sxema bo'yicha aniqlanadi.(4-rasm, b);

4) Magnitlovchi shaxobchaniqning aktiv qarshiligi: $P_0 = mI_0^2 R_0 \approx mI_0^2 (R_1 + R_m)$

Bu yerda m -fazalar soni; $R_0 = R_1 + R_m$, lekin R_1 R_m bo'ladi.

SHuning uchun $P_0 = mI_0^2 R_m$. Bundan $R_m = \frac{P_0}{I_0^2 m} \approx R_0$

5) magnitlovchi shaxobchaniqning to'la qarshiligi: $z_0 = z_1 + z_m = \frac{U_1}{I_0}$, lekin z_1 z_m , shuning uchun

$$z_m = \frac{U_1}{I_0} \approx z_0$$

6) magnitlovchi shaxobchaniqning induktiv qarshiligi: $x_m = \sqrt{z_m^2 - R_m^2} \approx x_0$

bu yerda R_m, x_m, z_m -magnit zanjirning parametrlari

R_0, x_0, z_0 -salt ishlash parametrlari.

Agar uch fazali transformator tekshirilsa tajriba o'tkazish vaqtida, uning chulg'amlari yulduz usulida ulanadi. Kattaliklarning o'rtacha qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$I_0 = \frac{I_{0A} + I_{0B} + I_{0C}}{3}$$

$$U_1 = \frac{U_{1A} + U_{1B} + U_{1C}}{3}$$

Transformatorning salt ishlash quvvat koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi (bir fazali

transformator uchun): $\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{U_1 I_0}$

Uch fazali transformator uchun: $\cos \varphi_0 = \frac{P_0 + P_0}{\sqrt{3} U_1 I_0} = \frac{P_0}{\sqrt{3} U_1 I_0}$

bu yerda I_0 va U_1 - salt ishlash toki va faza kuchlanishining o'rtacha qiymati.

P_0 va P_0 - ikki vattmetrli sxemada vattmetrlarning ko'rsatishlari.

Qisqa tutashish tajribasini o'tkazish

Har bir transformator uchun tajriba sharoitida o'tkaziladigan qisqa tutashish tajribasi amaliy ahamiyatga ega. 5-rasm, a va b da bir fazali va uch fazali transformatorlar uchun qisqa tutashish tajribasini o'tkazish sxemalari keltirilgan. Qisqa tutashuv tajribasi o'tkazilayotganda transformatorning birlamchi chulg'amiga to'g'ridan to'g'ri nominal kuchlanish berish mumkin emas, chunki chulg'amlarda tokning ko'payib ketishi natijasida transformator ishdan chiqadi. SHuning uchun transformatorning birlamchi chulg'amiga kuchlanish maxsus avtotransformator yordamida noldan boshlab sekin-asta oshirib boriladi. Kuchlanish ma'lum qiymatiga yetganda uning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridan o'tayotgan qisqa tutashuv toki shu chulg'amlarining nominal toki qiymatiga

tenglashadi, ya'ni bunda: $I_{1K} = I_{1H}$ va $I_{2K} = I_{2H}$ bo'ladi. Birlamchi kuchlanishning shu qiymati **transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishi** deyiladi va U_K bilan belgilanadi.

Qisqa tutashuv sharoitida transformatorning tarmoqdan olinadigan quvvati uning **qisqa tutashuv quvvati** P_K deyiladi. Tajriba o'tkazilayotgan vaqtda qisqa tutashish quvvati sxemaga ulangan vattmetrlar yordamida aniqlanadi.

Qisqa tutashish tajribasidan olingan ma'lumotlar asosida quyidagilar aniqlanadi:

- 1) qisqa tutashish kuchlanishining absolyut qiymati: U_K (V)
- 2) foizda hisoblangan qisqa tutashish kuchlanishi: $u_K = \frac{U_K}{U_{1H}} 100\%$
- 3) qisqa tutashish aktiv qarshiligi: $R_K = \frac{P_K}{I_{1H}^2}$
- 4) birlamchi chulg'amning va keltirilgan ikkilamchi chulg'amning aktiv qarshiligi: $R_1 = R_2 \approx \frac{R_K}{2}$
- 5) qisqa tutashuv sharoitida transformatorning to'la qarshiligi: $z_K = \frac{U_K}{I_{1H}}$
- 6) qisqa tutashish induktiv qarshiligi: $x_K = \sqrt{z_K^2 - R_K^2}$
- 7) birlamchi va ikkilamchi chulg'amning keltirilgan induktiv qarshiligi: $x_1 = x_2 \approx \frac{x_K}{2}$

Uch fazali transformator bilan qisqa tutashish tajribasi o'tkazilganda faza kuchlanishi va toklarni o'rtacha qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

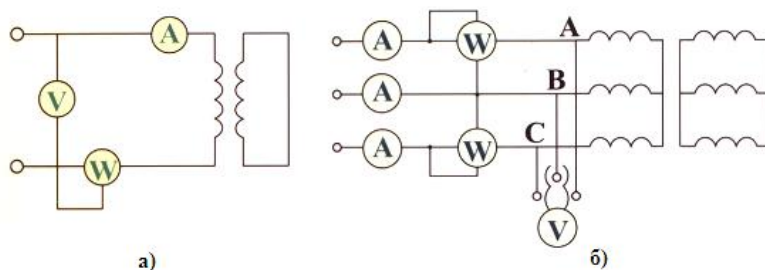
$$U_K = \frac{U_{KA} + U_{KB} + U_{KC}}{3} \quad I_K = \frac{I_{KA} + I_{KB} + I_{KC}}{3}$$

Qisqa tutashish kuchlanishi va toklarning bu o'rtacha quvvat koeffitsienti aniqlanadi.

$$\cos \varphi_K = \frac{P_K + P_K}{m U_K I_K} = \frac{P_K}{m U_K I_K}$$

Qisqa tutashish kuchlanishining qiymati birlamchi chulg'am nominal kuchlanishga nisbatan kichik bo'lgani uchun bu sharoitda magnit oqimining qiymati ham kichik bo'ladi. Bunday kichik magnit oqimini juda kichik magnitlovchi tok hosil qiladi.

$$I_{1k} = -I_{2k} = I_{1H}$$



5-rasm Qisqa tutashuv tajribasi uchun sxema:

a- bir fazali transformator, b- uch fazali transformator

Transformator tekshirilayotganda yoki sinash vaqtida, uning asosiy parametrlarini aniqlash maqsadida salt ishlatilib yoki qisqa tutashuv tajribalar utkaziladi. Ekvivalent sistemasining parametrlari va transformatorning pasportda ko'rsatilgan bir qator kattaliklar shu tajribalardan olingan ma'lumotlar bilan aniqlanadi va pasportda ko'rsatilgan kattaliklar bilan solishtirib ko'riladi.

Ma'ruza № 6

Transformatorlarda quvvat isroflari va FIK

Reja :

1. Transformatorlarda quvvat isroflari.
2. Transformatorning FIKi
3. Transformatorning energetik diagrammalari
4. Transformatorning tashqi xarakteristikasi.

Tayanch so'zlar va iboralar. transformator, ferromagnit o'zak, birlamchi chulg'am, ikkilamchi chulg'am, pasaytiruvchi transformator, kuchaytiruvchi transformator, kuch transformatori, bir fazali transformator, transformatorli podstantsiyalar, uch fazali transformator, transformatorning nominal quvvati, transformatorlarning nominal kuchlanishlari, transformatorning nominal toklari, tok chastotasi, fazalar soni, transformator tipi, tok transformatori, kuchlanish transformatori, payvandlash transformatori, avtotransformatorlar, transformatorning salt ishlashi, transformatorning yuklama bilan ishlashi, transformatorning qisqa tutashuv rejimi, transformatorning ishlash printsipli.

Transformator normal sharoitda ishlaganda tarmoqdan olgan energiyaning asosiy qism (magnit maydon vositasida) uning birlamchi chulg'amdan ikkinchi chulg'am zanjiriga ulangan istehmolchiga o'zatiladi. Energiyaning bir qismi esa transformatorning o'zida isrof bo'ladi. Vaqt birligida sarflangan energiya yoki bajarilgan ish quvvat bo'lganligi uchun bundan keyin energiya o'rnida quvvatni tushunamiz. Transformator ishlaganda temir o'zakning doimo qayta magnitlanib turishi ya'ni, gisterezis hodisasi va uyurma toklar ta'siri natijasida ma'lum miqdorda quvvat isrofi bo'ladi. Salt ishlaganda transformatorning tarmoqdan oladigan quvvati mag-nitlashga sarflangan quvvatga teng bo'ladi. Bu quvvat magnit isrofi yoki transformatorning po'lat o'zagida isrof bo'ladigan quvvat (ΔP_n) deyiladi.

Transformatorning po'lat o'zagida isrof bo'ladigan quvvat qiymati salt ishlash tajribasidan aniqlanadi ya'ni transformator salt ishlaganda salt ishlash quvvati P_0 uning po'lat o'zagida isrof bo'ladigan quvvat ΔP_n ga teng bo'ladi $P_0 = \Delta P_n$.

Magnit isrofi yoki salt ishlash quvvati birlamchi chulg'amdan salt ishlash toki I_0 o'tganda birlamchi chulg'amning aktiv qarshiligi R_1 da issiqlikka aylanadigan va magnit hodisalar natijasida isrof bo'ladigan quvvatlardan iborat bo'ladi, ya'ni $P_0 = I_0 R_1 + \Delta P_{suc} + \Delta P_y$

Gisterezis hodisasi sababli quvvat isrofi po'latning qayta magnitlanishidan yuzaga keladi

$$\Delta P_{suc} = \sigma_z \frac{f}{100} B G$$

Bu yerda B - magnit induksiya, Tl

σ_z - po'latning markasiga bog'liq bo'lgan koeffitsient

f - qayta magnitlanish chastotasi

G - po'lat o'zak og'irligi

Po'lat o'zakning ayrim plastinalarida hosil bo'lgan EYuK lar plastinkalarda uyurma toklar hosil qiladi. Uyurma toklar transformator po'lat o'zagini qizdiradi va bunda ma'lum miqdorda quvvat isrof

bo'ladi. Uyurma toklar ta'siri natijasida yuzaga keladigan quvvat isrofi $\Delta P_y = \sigma_y \frac{f}{100} B G$

σ_y - po'latning markasiga va ayrim plastinalarning qalinligiga hamda sifatiga bog'liq bo'lgan koeffitsient

Transformator normal sharoitda ishlaganda uning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridan tok o'tib turishi natijasida quvvatning bir qismi issiqlikka aylanib turadi. CHulg'amlarda issiqlikka aylanadigan quvvat chulg'amlar toklarining kvadratiga to'g'ri proporsional. CHulg'amlarda tok qiymati o'zgarishi bilan issiqlikka aylanadigan quvvat qiymati ham o'zgarib turadi. CHulg'amlarda issiqlikka aylanadigan quvvat transformatorning mis simlarida isrof bo'ladigan quvvat (ΔP_m) yoki elektrik isrof (ΔP_e) deyiladi. Elektrik isrof quvvatining qiymati qisqa tutashish tajribasidan aniqlanadi. Qisqa tutashish sharoitida transformator tarmoqdan oladigan quvvat P_K elektr isrofdan bir oz kattaroq

bo'ladi. Chunki quvvatning oz qismi transformatorning po'lat o'zagida isrof bo'ladi, ya'ni:
 $P_K = \Delta P_{\text{HK}} + \Delta P_{\text{g}}$

Qisqa tutashish tajribasida birlamchi chulg'amga juda kichkina kuchlanish beriladi, bu sharoitda magnit oqimi ham juda kichkina bo'ladi, demak, magnit isrofi ham ozgina bo'ladi. Ko'pincha, bu sharoitda magnit isrofi e'tiborga olinmaydi. Unda: $P_K = \Delta P_{\text{g}}$ bo'ladi yoki $P_K = \Delta P_{\text{g}} = m I_1^2 R_K$

Demak, elektr isrofi yuklama qiymatiga bogliq ravishda uzgarib turadi. Yuklama qiymati turlicha bulganda elektr isrofi quvvatining yuqoridagi formulasiga yuklama koeffitsienti kiritiladi.

U holda: $\Delta P_{\text{g}} = K_{\text{HK}}^2 P_{\text{KH}}$ bo'ladi,

bu yerda P_{KH} -nominal qisqa tutashish quvvati; $K_{\text{HK}} = \frac{I_2}{I_{2H}}$ yuklama koeffitsienti.

SHunday qilib, transformator ishlaganda unda isrof bo'ladigan jami quvvat $\Delta P = P_0 + K_{\text{HK}}^2 P_{\text{KH}}$ bo'ladi.

Transformatorida birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining quvvatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$P_1 = m I_1 U_1 \cos \varphi_1, \quad P_2 = m I_2 U_2 \cos \varphi_2$$

Elektr tarmog'idan transformatorning birlamchi chulg'amiga beriladigan quvvat $P_1 = P_2 + \Delta P$ bo'ladi.

Ikkilamchi chulg'amdan iste'molchilarga beriladigan quvvat P_2 ning birlamchi chulg'amga tarmoqdan keladigan quvvati P_1 ga nisbati transformatorning foydali ish koeffitsienti (FIK) deyiladi.

Demak, $\eta = \frac{P_2}{P_1}$

Transformatorning pasportida uning nominal to'la quvvati kVA da ko'rsatiladi, ya'ni:
 $S_H = m I_{2H} U_2$

U holda yuklama koeffitsientini e'tiborga olib, ikkinchi chulg'am quvvati:
 $P_2 = K_{\text{HK}} S \cos \varphi_2$ bo'ladi.

Transformatorning FIK $\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P} = 1 - \frac{\Delta P}{P_2 + \Delta P}$

Demak, $\eta = \frac{K_{\text{HK}} S_n \cos \varphi}{K_{\text{HK}} S_n \cos \varphi_2 + P_{\text{OH}} + K_{\text{HK}}^2 P_{\text{KH}}} 100\%$

Har bir kuch transformatori uchun P_{OH} va P_{KH} larning qiymatlari ma'lumotnoma adabiyotlarda beriladi.

Yuqoridagi formuladan transformatorning FIK yuklama koeffitsienti K_{HK} ga va yuklamaning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_2$ ga bog'liqligi ko'rinib turibdi. $K_{\text{HK}} = 0$ bo'lganda transformatorning FIK nolga teng. Transformatoridan olinadigan quvvat orta borishi bilan FIK orta boradi, chunki energetika balansida, qiymati doimo bir xilda qoladigan magnit isrofining ulushi kamayadi. Yuklama koeffitsienti ma'lum bir ortimal qiymatida transformatorning FIK o'zining eng katta qiymatiga erishadi. So'ngra yuklama qiymati ortishi bilan uning FIK kamaya boshlaydi. Tok kattalashganda chulg'amlarda elektr isrofi qiymati orta boshlaydi, chunki elektr isrofi tokning kvadratiga proporsional ravishda ortadi.

Transformatorning energetik diagrammalari

Transformatorlarda aktiv quvvatni o'zgartirilishini energetik diagrammadan (1,a-rasm) ham kurish mumkin. Transformatorning birlamchi chulg'amini manbadan qabul qilayotgan aktiv quvvati

$$P_1 = m I_1 U_1 \cos \varphi_1$$

Bu quvvatning bir qismi birlamchi chulg'amdagi elektrik isroflarni qoplashga sarflanadi.

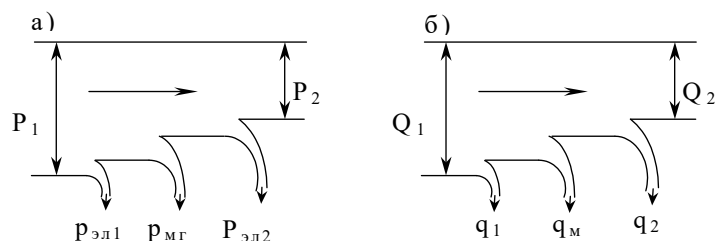
$$P_{\text{a}1} = m I_1^2 R_1$$

Magnit o'zakda esa uni tayyorlashda qo'llanilgan elektrotexnik po'latning markasiga bog'lik ravishda aktiv quvvatning bir qismi isrof bo'ladi.

$$P_{\text{mg}} = m I_m^2 R_m$$

bu yerda R_m - magnit zanjirining qarshiligi.

Transformatorlarning birlamchi chulg'amidan ikkilamchi chulg'amiga magnit maydon kuch



**1-rasm. Transformatorlarda
a) aktiv b) reaktiv quvvatni taqsimlanishi**

chiziqlari yordamida uzatilayotgan elektromagnit quvvat.

$$P_{\text{эм}} = m I_2 E_1 \cos \varphi_2$$

Ikkilamchi chulg'amda aktiv quvvatning bir qismi elektrik isroflarni qoplashga sarflanadi.

$$P_{\text{эл}2} = m I_2^2 R_2$$

Isteomolchiga uzatilayotgan foydali quvvat

$$P_2 = m I_2 U_2 \cos \varphi_2$$

Transformatorlarda reaktiv kuvatning o'zgarishi diagrammada (1,b-rasm) ko'rsatilganga o'xshash bo'ladi.

Faraz qilaylik, transformatorning birlamchi chulg'ami manbadan Q_1 reaktiv quvvatni qabul qilayotgan bo'lsin, u holda: $Q_1 = m I_1 U_1 \sin \varphi_1$

Reaktiv quvvatning bir qismi birlamchi q_1 va ikkilamchi q_2 chulg'amlardagi sochilish magnit oqimini hosil qilishga sarflanadi:

$$q_1 = m I_1^2 X_1; \quad q_2 = m I_2^2 X_2$$

Ma'ruza № 7

Transformatorlarning paralleli ishlash shartlari

Reja :

1. Transformator chulg'amlarini ulanish guruhlari bir xil bo'lish sharti.
2. Transformatsiyalash koeffitsientlari bir xil bo'lish sharti.
3. Qisqa tutashuv kuchlanishlari bir xil bo'lish sharti.

Tayanch suzlar va iboralar.

Parallel ulash shartlari, ulanish guruxlari, transformatsiyalash koeffitsienti, kiska tutashuv kuchlanishlari, tenglashtiruvchi toklar, e.yu.k. fazalarini mosligi.

Podstantsiyalarda podstantsiyaning quvvatiga asosan ikkita va undan ko'proq transformatorlarni parallel ishlashga ulanadi. **Transformatorlarni parallel ishga ulashdan maqsad:**

a) transformatorlardagi avariya holatlari va ta'mirlash davrida iste'molchilarni uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlash;

b) yuklamalar kamayganda transformatorlarning sonini kamaytirish hisobiga energiya sarfini kamaytirishga, FIKlarni oshirishga va ularning optimal ishlashlariga erishish.

Parallel ishlayotgan transformatorlar uchun eng yaxshi sharoitlar yaratish maqsadida parallel ishga ulangan transformatorlar o'rtasida yuklamani ularning nominal quvvatlariga proporsional ravishda taqsimlanishini ta'minlash kerak. Podstantsiyaning yuklamasini transformatorlar o'rtasida bunday taqsimlanishini ta'minlash uchun **quyidagi shartlar bajarilishi kerak:**

1. Transformatorlarni chulg'amlarini ulanish sxemalari va guruhlari bir xil bo'lishi;
2. Transformatorlarni birlamchi va ikkilamchi nominal kuchlanishlari teng bo'lishi, ya'ni transformatsiya koeffitsientlari teng bo'lishi;

3. Transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlari teng bo'lishi, ya'ni qisqa tutashuv kuchlanishining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari o'zaro teng bo'lishlari.

Agar birinchi ikkita shartga rioya qilinsa, salt ishlash rejimlarida parallel ishlashga ulangan transformatorlarning o'xshash fazalaridagi ikkilamchi kuchlanishlari teng va fazalari bir xil bo'ladi. SHuning uchun bunday transformatorlarni ikkilamchi chulg'amlari manbaga ulanganda hech qanday qo'shimcha toklar hosil bo'lmaydi. Aks holda ularning salt ishlash rejimlarida ham muvozanatlashtiruvchi toklar hosil bo'ladi. Bu muvozanatlashtiruvchi toklar parallel ishlayotgan transformatorlarni ikkilamchi chulg'amlari hosil qilgan berk kontur ichida oqib o'tadi va birlamchi chulg'amga transformatsiyalanadi. Muvozanatlashtiruvchi toklar yuklama tokiga qo'shilib, transformatorlar o'rtasida yuklamani notekis taqsimlanishiga, isroflarni ortishiga va transformatorlarni qizishiga olib keladi. **Uchinchi shartning bajarilishi** parallel ishlayotgan transformatorlar o'rtasida yuklamani ularning nominal quvvatlariga nisbatan proporsional taqsimlanishini ta'minlaydi.

Transformatorlarni birinchi marta parallel ishlashga ulanayotganda "Fazirovka"ni ya'ni tarmoq bilan transformatorning fazalarini mos ekanligini tekshirish kerak.

Transformatorlarning chulg'amlarini ulanish guruhlarini bir xil bo'lish sharti

Faraz qilaylik, chulg'amlarining ulanish guruhlarini $Y / \Delta - 11$ va $Y / Y - 0$ bo'lgan ikkita transformator parallel ishlashga ulangan bo'lsin. Ularning transformatsiya koeffitsientlari va qisqa tutashuv kuchlanishlari teng. U holda bu transformatorlarning ikkilamchi chulg'amlaridagi elektr yurituvchi kuchlari E_{2I} va E_{2II} kattalik jihatdan teng bo'lib faza jihatdan 30° ga farq qiladi (1-rasm). Ikkilamchi chulg'amlarning berk konturida elektr yurituvchi kuchlarning farqi hosil bo'ladi. Vektor diagrammadan:

$$\Delta E = 2E_2 \sin 15^\circ \quad (1)$$

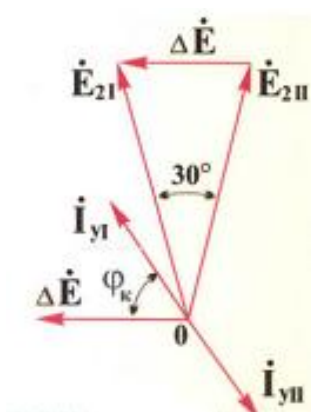
Elektr yurituvchi kuchlar farqi ΔE ta'sirida muvozanatlashtiruvchi tok hosil bo'ladi. Muvozanatlashtiruvchi toklar faqat transformatorlarning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarida oqadi, toklarning kattaligi shu chulg'amlarning to'la qarshiligi bilan ya'ni transformatorlarning qisqa

tutashuv qarshiliklari bilan chegaralanadi.

$$I_m = \frac{\Delta E}{Z_{\kappa 1} + Z_{\kappa 2}} \quad (2)$$

Misol uchun, parallel ishlayotgan transformatorlarning quvvatlari teng bo'lib, $Z_{KI} = Z_{KII} = U_{KI} = U_{KII} = 0,05$ bo'lsa, u holda muvozanatlashtiruvchi toklarning kattaligi rasmda

keltirilgan vektor diagrammadan: $I_m = \frac{2E_2 \sin 15^\circ}{0,05 + 0,05} = \frac{0,518}{0,05 + 0,05} = 5,18$



ya'ni bu xolda muvozanatlashtiruvchi tok nominal tokga nisbatan 5.18 marta katta bo'ladi. Tokning bunday qiymati qisqa tutashuv tokiga teng bo'ladi.

1-rasm. Ulanish sxemasi va ulanish guruhi bir xil bo'lmagan transformatorlarni parallel ishga ulanganda hosil bo'lgan muvozanatlashtiruvchi toklar

SHunday qilib, yuqoridagilarga asosan ulanish guruhlarini har xil bo'lgan transformatorlarni parallel ishlashga ulashga ruxsat berilmaydi. Lekin chulg'amlarining boshi va oxirlarini belgilanishini, o'ralish yo'nalishini o'zgartirib, ulanish guruhlarini har xil bo'lgan transformatorlarni elektr yurituvchi kuchlarini fazalarini mos bo'lishiga erishish mumkin. Buni biz har bir konkret misolda kuchlanishlar vektor diagrammasini qurish va ularni tahlili asosida tekshirishimiz mumkin.

Transformatorlarning transformatsiyalash koeffitsientlarini bir xil bo'lishi sharti

Faraz qilaylik, birlamchi va ikkilamchi kuchlanishlari teng bo'lmagan $E_{2I} > E_{2II}$ ikkita transformator parallel ishlashga ulangan bo'lsin. Bu transformatorlarning chulg'amlarini ulanish guruhlarini bir xil va qisqa tutashuv kuchlanishlari teng bo'lsin. Transformatorlarning chulg'amlari hosil qilgan berk konturda ikkilamchi elektr yurituvchi kuchlarning farqi ΔE hosil bo'ladi va ikkilamchi chulg'amlar orqali elektr yurituvchi kuchlarning farqiga proporsional bo'lgan muvozanatlashtiruvchi I_m toki oqib o'tadi. Bu holda birinchi transformator bu tokni uzatadi, ikkinchi transformator esa uni iste'mol qiladi. CHulg'amlarda muvozanatlashtiruvchi toklar ta'sirida kuchlanish U ni pasayishi hosil bo'ladi va ikkilamchi chulg'amlaridagi kuchlanishlarni tenglashtiradi.

Transformatorlarga yuklama ulanganda yuklama toklari I_{yuk1} va I_{yuk2} hosil bo'ladi. Muvozanatlashtiruvchi toklar yuklama toklariga qo'shilib chulg'amlardagi toklarning kattaligini o'zgartiradi va transformatorlarni haroratini ortishiga olib keladi. Davlat standarti transformatsiya koeffitsientlarining farqi 0.5% dan ortiq bo'lmagan transformatorlarni parallel ishlashga ulash mumkinligini tavsiya qiladi. Davlat standarti transformatsiya koeffitsientlari $K < 3$ bo'lgan transformatorlarning transformatsiya koeffitsientlarini farqi 1% dan ortiq bo'lmagan transformatorlarni parallel ishlash uchun ulashga ruxsat beradi.

Qisqa tutashuv kuchlanishlari bir xil bo'lishi sharti

Faraz qilaylik, uchta parallel ishga ulangan transformatorlarning chulg'amlarini ulanish guruhlarini bir xil va transformatsiya koeffitsientlari teng bo'lib, qisqa tutashuv kuchlanishlari $U_{k\%1} \neq U_{k\%2} \neq U_{k\%3}$ teng bo'lmasin. Transformatorlardagi kuchlanishni pasayishi hamma transformatorlarda bir xil bo'ladi.

$$\Delta U = U_{20} - U_2, \quad \Delta U = zI \quad (3)$$

Transformatorlarning chulg'amlaridan oqib o'tayotgan toklar $I_1 + I_2 + I_3 = I$ shuning uchun parallel ishlayotgan transformatorlarning to'la quvvatlarining arifmetik yig'indisi yuklamaning to'la quvvatiga teng. $S_1 + S_{II} + S_{III} = S$ (4)

Parallel ishga ulangan transformatorlar o'rtasida iste'molchilarning taqsimlanishini quyidagi ifoda yordamida aniqlashimiz mumkin:

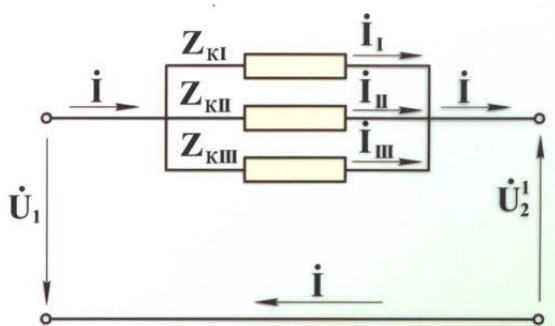
$$S_{1*} = \frac{S_1}{S_{H1}} = \frac{S}{U_{k\%1} \frac{S_{Hn}}{U_{k\%n}}} \quad S_{2*} = \frac{S_2}{S_{H2}} = \frac{S}{U_{k\%2} \frac{S_{Hn}}{U_{k\%n}}} \quad S_{3*} = \frac{S_3}{S_{H3}} = \frac{S}{U_{k\%3} \frac{S_{Hn}}{U_{k\%n}}}$$

bu yerda: S - iste'molchining to'la quvvati; S_{np} - parallel ishga ulangan transformatorlarning nominal quvvatlarining yig'indisi; $U_{k\%p}$ - parallel ishga ulangan transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlarining yig'indisi.

$$\text{Yuqoridagilarga asosan} \quad S_I : S_{II} : S_{III} \approx \frac{1}{U_{k\%1}} : \frac{1}{U_{k\%2}} : \frac{1}{U_{k\%3}}$$

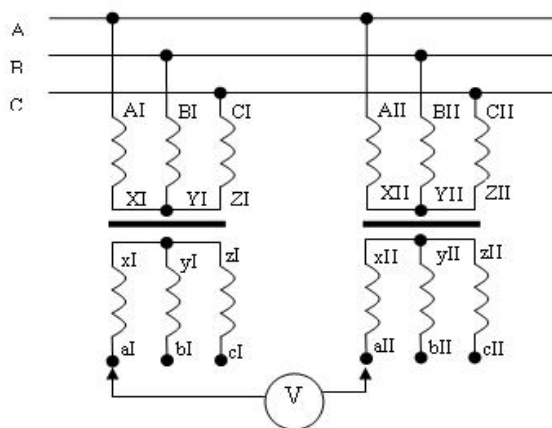
ya'ni transformatorlarning nisbiy yuklamalari ularning qisqa tutashuv kuchlanishlariga teskari proporsional bo'ladi. Agar $U_{KI\%} \approx U_{KII\%} \approx U_{KIII\%}$ bo'lsa, u holda, $S_I = S_{II} = S_{III}$ ya'ni qisqa tutashuv kuchlanishlari teng bo'lsa, transformatorlar o'rtasida yuklama bir xil taqsimlanadi va yuklama ortganda transformatorlar ham nominal quvvatlariga erishadi. Qolgan hollarda qisqa tutashuv kuchlanishi katta bo'lgan transformatorlar yukni ozroq olib, qisqa tutashuv kuchlanishlari kichik bo'lgan transformatorlar esa yukni ko'proq oladi.

Bu holda qisqa tutashuv kuchlanishi katta transformatorlarning quvvati-dan to'la foydalanilmaydi. Davlat standarti bo'yicha parallel ishlayotgan transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlarini o'rtacha arifmetik yig'indi-sidan qisqa tutashuv kuchlanishi $\pm 10\%$ dan ortiq farq qilmagan transformatorlarni parallel ishlash uchun ulashga ruxsat beriladi.



2-rasm. Transformatsiyalash koeffitsientlari va ulanish guruhlarini bir xil bo'lgan, transformatorlarning soddalashtirilgan sxemasi

Shuningdek, parallel ishlayotgan transformatorlarning quvvatlarini nisbati 3:1 dan kichik bo'lmasligi kerak. Transformatorlarning quvvatlari ortsa ularning qisqa tutashuv kuchlanishlari ham ortadi.



3-Rasm. Ikkita uch fazali transformatorni ulash guruhlarining bir xilligini tekshirish.

Ma'ruza № 8

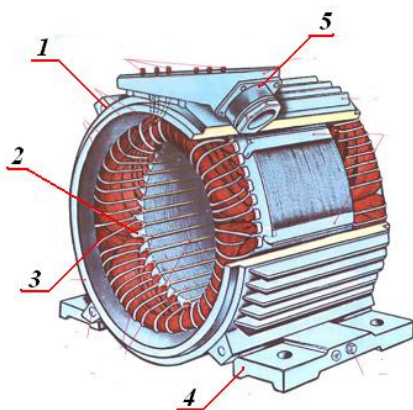
Asinxron mashinalar

Reja :

1. Asinxron mashinalar haqida umumiy tushunchalar.
2. Uch fazali asinxron dvigatelning tuzilishi.
3. Asinxron motorning ishlash printsipi
4. Asinxron mashinaning ishlash rejimlari
5. Asinxron dvigatel chulg'amlarining elektr yurituvchi kuchlari
6. Asinxron mashinaning stator chulg'amlari
7. Asinxron dvigatelda quvvat isrofi va FIKi.

Asinxron mashinalar haqida umumiy tushunchalar.

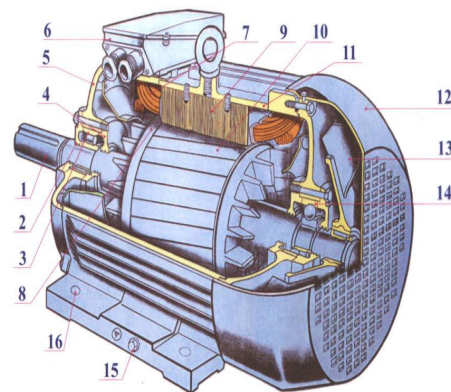
O'zgaruvchan tok mashinalaridan asinxron mashinalar eng ko'p ishlatiladi. Halq xujaligining turli sohalarida mashina va mexanizmlarni harakatga keltirayotgan elektr dvigatellar asosan asinxron mashinalardir. Asinxron mashinalar generator sifatida ham, dvigatel sifatida ham ishlatiladi. Lekin, asinxron mashinalar asosan o'zgaruvchan tok dvigateli sifatida ishlatiladi. Asinxron dvigatellar bir fazali yoki uch fazali bo'ladi. Uch fazali asinxron dvigatelni 1889-91 yillarda rus muxandisi M.O.Dolivo-Dobrovolskiy ixtiro qilgan. Asinxron dvigatellarning ishlash printsipi magnit maydoniga kiritilgan tokli simning shu maydon bilan o'zaro ta'siriga asoslangan. Asinxron mashinalarda magnit maydonini stator chulg'amidan o'tuvchi uch fazali tok hosil qiladi. Odatda, bu maydon aylanma magnit maydonidir(1-rasm).



1-rasm

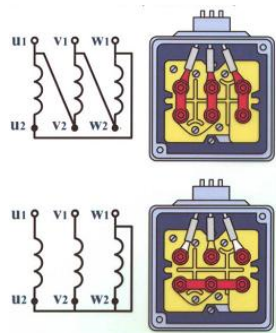
Uch fazali asinxron dvigatelning tuzilishi

Asinxron dvigatel asosan ikki qismdan iborat, ya'ni **qo'zg'almas qism stator** va aylanuvchi qismi rotordan tuzilgan.



2-rasm. Asinxron mashinaning statori: 1-korpus; 2-po'lat o'zak; 3-chulg'am; 4-asos; 5-ko'tarma bolt

Stator - dvigatelning 1 korpusi, 4 asosi, korpus ichiga o'rnatilgan 2 temir o'zak va shu temir o'zak pazlarida joylashgan uchta chulg'amdan iborat. Stator temir o'zagi uyurma toklarni kamaytirish maqsadida qalinligi 0,35-0,5 mm bo'lgan yupqa plastinkalardan yiqiladi. Bu plastinkalar magnitlanish xususiyat yaxshi bo'lgan maxsus elektrotexnik po'latdan tayyorlanadi. Plastinkalar ma'lum tartibda yig'iladi. Bunda temir o'zakning ichki sirtida valga parallel pazlar hosil bo'ladi. Bu pazlarga stator chulg'amlari joylashtiriladi. Stator uchta chulg'am bo'lib, chulg'amlarning bosh va oxirgi uchlari mashina korpusining yon yoki ust tomonida o'rnatilgan klemmalar qutisiga chiqariladi. Stator chulg'amlari yulduz yoki uchburchak usulida ulanadi. Chulg'amlarni bunday usullarda ulash ushbu dvigatelni qiymati jihatidan 3 marta farq qiladigan ikki xil kuchlanishda (masalan 127-220 V yoki 220-380 V) qilib ishlatish imkonini beradi. Agarda tarmoq kuchlanishi 380 V bo'lsa, stator chulg'amlari yulduz usulida ulanadi. Tarmoq kuchlanishi 220 V bo'lsa chulg'amlar uchburchak usulida ulanadi.

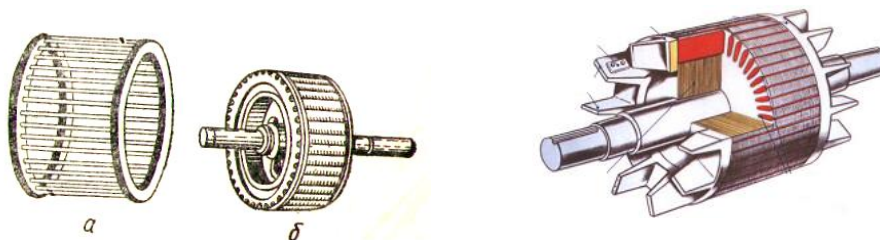


3-rasm Klemmalarni o'rnatish tartibi va chulg'amlarni ulanishi

Asinxron dvigatelning rotor uning statori ichida aylanadi. Rotor asosan val, temir o'zak va uning pazlarida joylashgan chulg'amlardan yoki qisqa tutashgan simlardan iborat bo'ladi. Asinxron dvigatellar rotorining tuzilishiga qarab ikki xil bo'ladi.

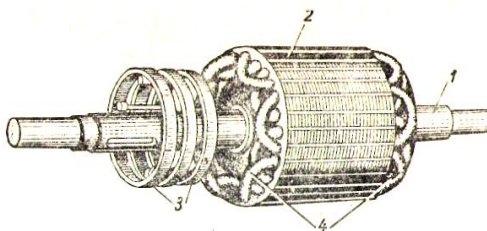
- a) Qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatel.
- b) Faza rotorli asinxron dvigatel.

Qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning rotor temir o'zagi pazlarida izolyatsiyasiz mis yoki alyuminiy simlar yoki sterjenlar yotadi. Bu sterjenlarning uchlari ikki tomonidan maxsus xalqalarga kavsharlanadi. Agar rotor pazlarida yotgan sterjenlarni va sterjen uchlari birlashtiruvchi xalqalarni undan chiqarib olinsa «Olmaxon xalqasi» hosil bo'ladi. «Olmaxon xalqasi» ning sterjenlari rotorning qisqa tutashgan simlari, rotor esa **qisqa tutashgan rotor** deyiladi.



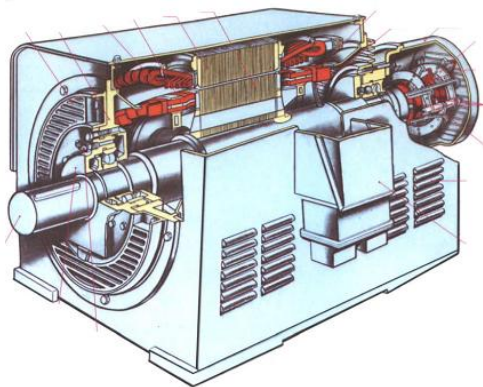
3-rasm. Qisqa tutashgan rotor

Faza rotorli asinxron dvigatel ham val va unga o'rnatilgan temir o'zakdan tuzilgan, temir o'zak pazlarida izolyatsiyali mis simdan o'ralgan uchta chulg'am joylashgan bo'ladi. Ular rotor pazlarida bir-biriga nisbatan fazada 120—surilgan holda joylashtiriladi, odatda rotor chulg'amlari yulduz usulida ulanadi (**4-rasm**).



4-rasm. Faza rotor

CHulg'amlarning oxirgi uchlari bir nuqtaga va bosh uchlari esa rotor o'qining bir tomoniga o'rnatilgan hamda temir qismlardan va o'zaro bir-biridan puxta mis yoki jez xalqaga ulanadi. Mashinaning qo'zqalmas qismiga (tutqichlarida yupqa mis plastin-kalardan yoki ko'mirdan yasalgan) maxsus cho'tkalar o'rnatiladi. Bu cho'tkalar prujina yordamida xalqalarga yopishib turadi, rotor aylanganda xalqalar sirpanadi va elektr tokini yaxshi o'tkazadigan kontakt hosil qiladi. Faza rotorli asinxron dvigatelning rotorida uchta xalqa bo'lganligi uchun uni **uch xalqali asinxron dvigatel** deb ham yuritiladi. Faza rotorli asinxron dvigatellar maxsus yurqizish reostati yordamida ishga tushiriladi. Dvigatel ishga tushirilayotganda reostatning to'la qarshiligi rotor chulg'amiga ketma-ket ulangan bo'lishi lozim.

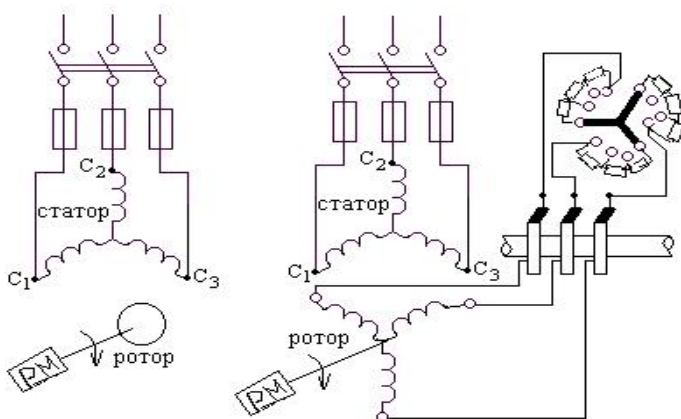


5-rasm. Faza rotorli asinxron dvigatelning umumiy ko'rinishi.

Asinxron dvigatelda stator va rotor zanjirlari o'zaro elektr jihatidan boqlanmagan. Dvigatel ishlashi uchun albatta elektr tarmogiga ulanishi lozim. Bunda stator chulg'amidan o'tuvchi uch fazali tok energiyasi aylanma magnit maydoni vositasida rotorga o'zatiladi. stator chulg'ami transformatorning birlamchi chulg'ami, rotor chulg'ami esa uning ikkilamchi chulg'ami o'rinda ishlaydi. SHuning uchun ham asinxron mashinalar ba'zan **induksion mashinalar** deyiladi. Har bir asinxron dvigatelning texnik harakteristikasi pasportida yozilgan bo'ladi. Pasportida quyidagilar ko'rsatiladi:

1. Motorning markasi.
2. Nominal quvvat kVt
3. Nominal kuchlanishi (V) va stator chulg'amining ulanish sxemasi.
4. Motorning nominal toki (A)
5. CHastotasi (Gts)
6. Nominal aylanish tezligi (ayl/min.)
7. Foydali ish koeffitsienti (η) va quvvat koeffitsienti $\cos\phi$.
8. Ishlab chiqargan zavod nomi.

Asinxron dvigatelning ishlash printsiplari



Asinxron dvigatelning ishlash printsiplari stator chulg'amlaridan uch fazali tok o'tganda, stator ichida aylanma magnit maydoni hosil bo'lishiga asoslangan. Asinxron dvigatelning ishlash printsiplari o'rganish maqsadida ichiga magnit qutblari mahkamlangan va o'z o'qida erkin aylanadigan xalqa olamiz (1) (6-rasm). Bu xalqa aylantirilsa, uning ichida magnit maydoni ham aylanadi, demak, aylanma magnit maydoniga ega bo'lamiz.

6-rasm.

Endi xalqa ichiga yengil aylanadigan, qisqa tutashgan rotor (2) o'rnatamiz. Magnit qutblari (shimoliy va janubiy) mahlum bir tezlikda, masalan n_1 tezlikda aylantirilsa, magnit

maydonining kuch chiziqlari rotorning qisqa tutashgan simini kesib o'tadi va bu chulg'am simlarida EYuK hosil bo'ladi. Bu EYuK tahsirida rotor simlarida (sterjenlarida) tok hosil bo'ladi. Rotorning qisqa tutashgan simlarida hosil bo'lgan ana shu toklarning aylanma magnit maydoni bilan o'zaro tahsiri natijasida rotor simlariga elektromagnit kuchlar ta'sir etadi F_0 . Rotorning ayrim simlariga ta'sir qiluvchi kuchlar aylantirma elektromagnit moment hosil qiladi. Natijada rotor ham qandaydir, masalan n_2 tezlikda aylanuvchi moment maydoni yo'nalishida aylana boshlaydi. Demak asinxron motorning ishlash printsipi aylanma magnit maydoni bilan rotor simlarida hosil bo'ladigan toklarning o'zaro ta'siriga asoslanar ekan. Aylanma magnit maydonining aylanish tezligi n_1 harfi bilan ifodalanadi va quyidagi formulada aniqlanadi.

$$n_1 = \frac{60f}{P}$$

Agarda o'zgaruvchan tok chastotasi $f=50$ Gts bo'lsa, u holda magnit maydonining aylanish tezligi faqat juft qutblar soniga bog'liq bo'ladi. Agarda, $n=1$ rotor statorning magnit maydoni bir xil tezlikda aylansa, rotor simlari aylanma magnit maydon kuch chiziqlari bilan kesishmaydi, ularda tok hosil bo'lmaydi. Dvigatel normal sharoitda ishlasa, aylanma magnit maydoni rotorga nisbatan (n_1-n_2) tezlik bilan aylanadi. Bu nisbiy tezlik **sirpanish tezligi** deyiladi. Sirpanish tezligini aylanma magnit maydoni-ning aylanish tezligi n_1 ga nisbati asinxron dvigatelning **sirpanishi (s)** deyiladi. Sirpanish

quyidagicha aniqlanadi: $s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} 100\%$

Sirpanish ifodasidan rotorning aylanish tezligi quyidagicha aniqlanadi: $n_2 = n_1(1-s)$

Agar rotorning aylanish tezligi n_2 ma'lum bo'lsa, dvigatelning sirpanish qiymati quyidagi formulada aniqlanadi: $n_2 = n_1(1-s) = \frac{\cos \varphi}{P}(1-s)$

Asinxron dvigatelni stator bilan rotor orasidagi havo oraliq qancha kichik bo'lsa, stator va rotorning o'zaro magnit boqlanishi shuncha kuchli bo'ladi. SHuning uchun ham bu oraliq mumkin qadar kichik bo'ladi. Demak, asinxron mashina normal sharoitda ishlaganda uning statorida asosiy aylanma magnit maydoni, rotorida esa rotorning aylanuvchi magnit maydoni hosil bo'lar ekan.

Asinxron mashinaning ishlash rejimlari

Asinxron mashina turli rejimlarda ishlay oladi. Bunday mashinalar asinxron dvigatel sifatida, asinxron generator va elektromagnit tormoz sifatida ishlay oladi. Mashinaning qanday sharoitda ishlashi n_1 va n_2 tezliklar qiymatlariga, ularning bir-biriga nisbatan katta yoki kichik bo'lishiga va rotorning aylanishiga bog'liq

a) **Asinxron mashinaning asinxron dvigatel sifatida ishlashi.** Bu sharoitda $n_1 > n_2$ bo'ladi. Mashinaning rotingata'sir etadigan moment aylantiruvchi moment bo'ladi. Mashina elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi. Dvigatelni ishga tushitishning boshlang'ich paytida ($t = 0$) $n_2 = 0$ bo'ladi. Bunda sirpanish $s = 1$. dvigatel yuklamasiz (salt) ishlaganda $n_1 \approx n_2$ bo'ladi. Bunda sirpanish $s = 0$. Demak, asinxron mashina, sirpanish qiymati 0 dan 1 gacha o'zgarganda dvigatel sifatida ishlaydi.

b) **Asinxron mashina generator sifatida ishlaganda** asinxron mashinaning rotori boshqa birlamchi dvigatel yordamida aylanma magnit maydoni yo'nalishida $n_2 > n_1$ tezlik bilan aylantiriladi, mashinaning sirpanishi manfiy. Bunday mashina yakorida tok aktiv qismining yo'nalishi o'zgaradi, reaktiv qismining yo'nalishi o'zgarishsiz qoladi. Bu sharoitda rotorga ta'sir etuvchi elektromagnit moment tormozlovchi moment bo'ladi. Asinxron mashina generator sifatida ishlaydi va birlamchi dvigatelning mexanik energiyasini elektr energiyaga aylantirib beradi. asinxron mashinaning sirpanishi 0 dan - gacha o'zgarganda u generator sifatida ishlaydi. Bu Asinxron mashina generator sifatida ishlaganda u tarmoqdan magnitlovchi tok, ya'ni reaktiv quvvat olib ishlaydi. Bu quvvat unda aylanma magnit maydoni hosil qilish uchun sarflanadi. Mashina iste'molchiga aktiv energiya berib ishlaydi. Asinxron generator reaktiv energiya manbai bo'lgan sinxron generatorlar yoki kompensatorlar bilan birga ishlashi lozim. Asinxron generator amalda kam ishlatiladi.

v) **Asinxron mashinaning elektromagnit tormoz sifatida ishlashi.** Mashina va mexanizmlarni tez to'xtatish uchun turli xil tormoz qurilmalari ishlatiladi. Asinxron mashinani mexanik, elektrodinamik usulda va ishlab turgan dvigatelni tarmoqqa teskari ulab tormozlash mumkin. Asinxron mashina ishlaganda uning magnit maydoni va rotor bir tomonga aylanadi. Ishlab turgan dvigatelni tormozlash uchun stator chulg'amlarini tarmoqqa ulaydigan uchta simning ikkitasini o'zni almashtiriladi. Bunda aylanma magnit maydonining yo'nalishi o'zgaradi va u teskari tomonga aylana boshlaydi. Rotor esa o'zining inertsiasini ta'sirida ilgarigidek aylanadi va u oldin tormozlanadi, keyin yana aylanma maydon yo'nalishida teskari tomonga aylana boshlaydi. teskari tomonga aylanishidan oldin (tormozlangan paytda) mashina tarmoqdan uzib qo'yiladi. Mashina elektromagnit tormoz rejimida ishlaganda rotor zanjirida quvvat ko'p isrof bo'ladi. Tormozlanish paytida stator chulg'amlarida qisqa vaqt davomida tokning ko'payib ketishi bu usulni kamchiligi hisoblanadi. Demak, asinxron mashina elektromagnit tormoz sifatida ishlaganda uning sirpanishi 1 dan Q gacha o'zgarar ekan. 7-rasmda asinxron mashina turli rejimlarda ishlaganda uning sirpanishining o'zgarish chegaralari ko'rsatilgan.



7-rasm. Asinxron mashinaning turli rejimlarda ishlashi.

Asinxron dvigatel chulg'amlarining elektr yurituvchi kuchlari

Asinxron dvigatel statorining chulg'ami tarmoqqa ulanganda elektr energiyasi statoridan rotorga magnit maydoni vositasida uzatiladi. dvigatel ishlab turganda uning stator chulg'amidan ham, rotor chulg'amidan ham tok o'tib turadi. Dvigatel faza rotorli bo'lsa, undan uch fazali tok; qisqa tutashgan rotorli bo'lsa m fazali tok o'tadi (m -rotor pazlari yoki qisqa tutashgan simlar soni). Stator va rotor toklari o'zlarining xususiy magnit yurituvchi kuchlarini (F_1 va F_2) hosil qiladi. natijada dvigatelda ularning yig'indisiga teng to'lgan yig'indi MYuK hosil bo'ladi. Yig'indi MYuK dvigatelning asosiy magnit oqimini Φ hosil qiladi. asosiy magnit oqimining kuch chiziqlari stator va rotor chulg'amlari bilan ilashadi va ularda EYuK hosil qiladi. Stator chulg'amining EYuK E_1 tabiatan o'zinduksiya EYuK bo'lib, uning qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$E_1 = 4,44 W_1 k_1 f \Phi_M$$

bu yerda : k_1 -chulg'am koeffitsienti; W_1 -stator chulg'amining bir fazasiga tegishli effektiv o'ramlar soni.

EYuK ning asosiy garmonikasi uchun chulg'am koeffitsienti 0,9... 0,95; transformator uchun esa $k_1 = 1$ ga teng.

Asosiy magnit oqimi rotor chulg'ami (yoki qisqa tutashtirilgan simlari) bilan ham kesishadi va ularda ham EYuK E_2 hosil qiladi. Rotor chulg'amida hosil bo'ladigan EYuK quyidagicha aniqlanadi:

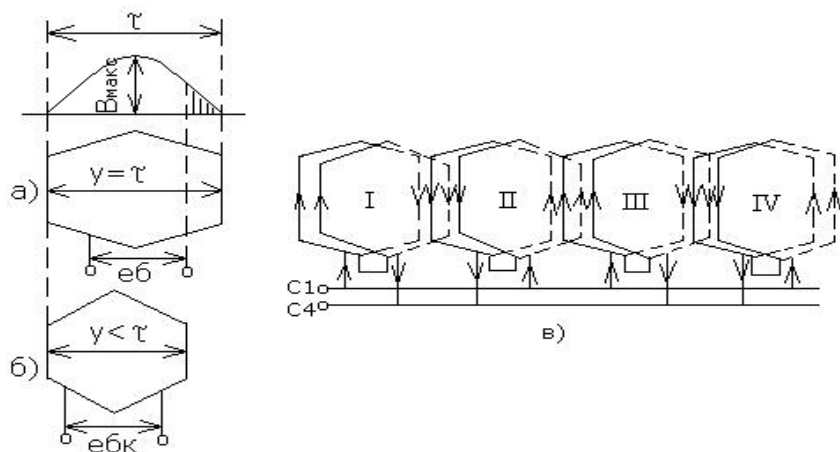
$$E_2 = 4,44 W_2 k_2 f \Phi_M$$

Asinxron mashinaning stator chulg'amlari

Stator chulg'amlari mis yoki alyuminiy simlardan o'raladi. Cho'lg'amlarning ko'ndalang kesimi doira yoki to'rtburchak shaklida bo'ladi. Elektr mashinalarning chulg'amlari ikki qavat ip, izolyatsiyali maxsus simlardan o'raladi. Sim izolyatsiyasining elektr mustahkamligini oshirish maqsadida chulg'am simlari $120^\circ S$ harorat vakuumda quritiladi, so'ngra unga yuqori bosim ostida

maxsus izolyatsiya loki shimdiriladi. Stator chulg'ami bo'laklarga bo'linadi, bo'laklar bir o'ramdan va bir necha o'ramdan iborat bo'ladi. Stator chulg'ami temir o'zak pazlarida ma'lum tartibda joylashadi va chulg'am bo'laklari bir-biri bilan ma'lum tartibda ulanadi. Pazlarda yotgan o'ram qismi yoki tomoni uning **aktiv tomoni** deyiladi. Pazdan tashqarida yotgan o'ram qismi uning **yon tomoni** deyiladi. EYuK lar o'ramlarning aktiv tomonlarida hosil bo'ladi. Bir bo'lakning aktiv tomonlari orasidagi masofa, ya'ni bo'lak eni **chulg'am odimi** deyiladi. Stator magnitning ikki qutbli markazlari orasidagi masofa **qutblar oraliqi** deyiladi. Chulg'am bo'lagining eni qutblar oraliqiga teng bo'lsa, chulg'am odimi **to'la odim yoki diametrli odim** deyiladi.

Agarda chulg'am bo'lagi eni yoki chulg'am odimi qutblar oraliqidan kichik, ya'ni $y < \tau$ bo'lsa **qisqargan odimli chulg'am** deyiladi.



8-rasm. Asinxron motorni chulg'am guruhleri (v), pazlar soni (a) va qisqargan odimli chulg'am (b).

Odatda chulg'am odimi stator temir o'zagidagi pazlar soni bilan ifodalanadi. Chulg'am odimi bir o'ramning birinchi aktiv tomoni biror pazda yotsa, uning ikkinchi tomoni qaysi pazda yotishini ko'rsatadi. Masalan: $y=6$ bo'lganda, chulg'am bo'lagining birinchi aktiv tomoni 7-pazda yotadi. Bir juft magnit qutblari orasida yotgan ko'shni pazlardagi o'zaro ketma-ket ulangan bir necha bo'laklar **bo'lak guruhi** deyiladi. Uch fazali tok mashinalarda bir faza chulg'ami bo'laklar guruhi bo'ladi. Tok kam bo'lsa, chulg'am ingichka simdan o'raladi. O'zgaruvchan tok (asinxron va sinxron) mashinalar statori chulg'ami asosan uch fazali, ikki qavatli, qisqargan odimli chulg'am bo'ladi. Uch fazali chulg'am bir-biridan fazoda 120° ga surilgan uchta chulg'amdan iborat bo'ladi. Stator aylanasi 360° ga bo'linadi. Agar 4 qutbli ($p = 2$) bo'lsa, stator aylanasi $360 \times 2 = 720^\circ$ bo'linadi. O'zgaruvchan tok mashinalarining stator chulg'amini aniqlash uchun quyidagilar berilishi kerak.

1. Qutblar soni $2p$ juft, qutblar soni- p
2. Fazalar soni m_1
3. Temir o'zak pazlarining soni.

Asinxron dvigatelda quvvat isrofi va FIKi.

Asinxron dvigatel tarmoqdan elektr energiyasi oladi va uni mexanik energiyaga aylantirib beradi. Elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirishda dvigatelda ma'lum energiya isrof bo'ladi. **Dvigatelda isrof bo'ladigan energiya asosan elektrik, magnit va mexanik isroflardan iborat bo'ladi.** Asinxron dvigatel tarmoqdan $P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1$

quvvatni oladi. Bu quvvatning bir qismi statorning temir o'zagi magnitlanganda, **magnit isrof** sifatida (Δp_m) hamda stator chulg'amlaridan tok o'tganda **elektrik isrof** (Δp_{el}) sifatida yo'qoladi.

Stator chulg'amlarida elektrik isrof: $\Delta p_{\text{el}} = m_1 I_1^2 R_1$ bilan aniqlanadi.

Tarmoqdan olingan quvvatning qolgan qismi magnit maydoni vositasida rotorga uzatiladi va bu quvvat **elektromagnit quvvat** (P_s) deyiladi. Elektromagnit quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$P_s = P_1 - (\Delta p_{\text{el}} + \Delta p_{\text{m}})$$

Elektromagnit quvvatning bir qismi rotor chulg'amida **elektr isrof** uchun sarflanadi, ya'ni rotor chulg'amidan tok o'tganda u qiziya. Bunda elektromagnit quvvatning bir qismi issiqlikka aylanadi. Rotordagi elektrik isrof quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta p_{\Sigma} = m_2 I_2^2 R_2 = m_1 (I_2)^2 R_2$$

dvigatel normal sharoitda ishlaganda magnitlanish chastotasi kichkina bo'ladi. SHuning uchun rotor o'zagining magnitlanishi uchun sarflanadigan magnit isrof ham juda ozgina bo'ladi, ko'pincha, u e'tiborga olinmaydi. Elektromagnit quvvatning qolgan qismi dvigatelning **to'la mexanik quvvati** (P_2) deyiladi va quyidagicha aniqlanadi: $P_2 = P_g - \Delta p_{\Sigma}$

Dvigatelning rotor chulg'amidan olinadigan quvvat:

$$P_2 = m_1 (I_2)^2 R_2 \frac{1-s}{s} = \Delta p_{\Sigma} \frac{1-s}{s}$$

Bu ifodadalar P_2 ning qiymatini tenglasak, ya'ni: $\Delta p_{\Sigma} \frac{1-s}{s} = P_g - \Delta p_{\Sigma}$

Bu ifodadan Δp_{Σ} ni aniqlaymiz: $\Delta p_{\Sigma} = P_g s$

Demak, rotor chulg'amida issiqlikka aylanadigan quvvat, ya'ni rotordagi elektr isrofi, dvigatelning sirpanishiga to'g'ri proportsional ekan. agar sirpanish kichik bo'lsa, rotorda elektr isrof ham ozroq; agar sirpanish qiymati katta bo'lsa, elektromagnit quvvatning ko'proq qismi rotorda isrof bo'lar ekan. SHuning uchun ham sirpanish qiymati qancha kichkina bo'lsa, asinxron dvigatel shuncha tejimli ishlaydi. dvigatel ishlaganda podshipniklarning ishqalanishi va aylanadigan qismining havoda ishqalanishi natijasida ham ma'lum quvvat isrof bo'ladi. Bundan tashqari, sochilma magnit oqimlari hamda stator va rotor po'lat o'zagining tishlarida va yaxlit temir qismlarida magnit maydonining o'zgarib turishi natijasida va boshqa sabablar natijasida qo'shimcha quvvat isrof bo'ladi.

Asinxron dvigatelning to'la mexanik quvvatidan mexanik isrof (Δp_{mex}) va qo'shimcha isrof (Δp_{kuy}) ni ayirsak, dvigatel vali orqali mexanizmga uzatiladigan foydali quvvatni topamiz. Bu quvvat dvigatel **validagi quvvat yoki foydali ishga sarflanadigan mexanik quvvat** deyiladi va P_2 bilan belgilanadi: $P_2 = P_2 - (\Delta p_{mex} + \Delta p_{kuy})$

Foydali ishga sarflanadigan quvvatni boshqacha usulda aniqlash ham mumkin. Buning uchun uchun dvigatelda bo'ladigan yig'indi quvvat isrofini aniqlash lozim bo'ladi. So'ngra tarmoqdan dvigatelning statoriga beriladigan quvvat P_1 dan yig'indi quvvat isrofini ayirish lozim bo'ladi, ya'ni:

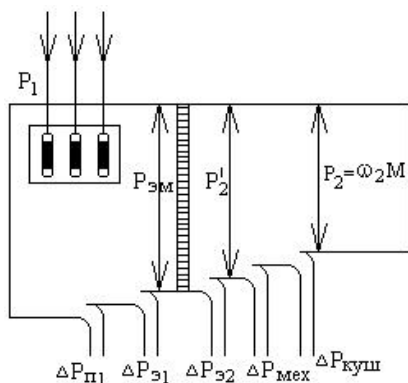
$$P_2 = P_1 - \Delta p$$

bunda: $\Delta p = \Delta p_{n1} + \Delta p_{\Sigma 1} + \Delta p_{\Sigma 2} + \Delta p_{mex} + \Delta p_{kuy}$

bu yerda: Δp -dvigatelda isrof bo'ladigan quvvatlar yig'indisi.

Yuqoridagi mulohazalar asosida asinxron dvigatelning energetik diagrammasini qurish mumkin

(9-rasm). Asinxron dvigatelning FIKi quyidagicha aniqlanadi: $\eta = \frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{\Delta p}{P_1}$



Hozirgi zamon asinxron dvigatellarining nominal FIKi 83...95% gacha boradi. Odatda, dvigatelning quvvati qancha katta bo'lsa, uning FIKi shuncha katta bo'ladi.

9-rasm. Asinxron dvigatelning energetik diagrammasi

Ma'ruza № 9

Asinxron motorining mexanik tavsiflari

Reja :

1. Asinxron motorning elektromagnit momenti
2. Asinxron dvigatelning mexanik xarakteristikasi

Asinxron motorning elektromagnit momenti

Dvigatelning mexanik xususiyatlari- mexanizmni harakatlantiruvchi dvigatelning ishlashiga baho berilayotganda uning mexanik xususiyatlari hisobga olinadi. Turli mexanizmlarga dvigatel tanlashda ham ularning mexanik xususiyatlariga e'tibor beriladi. Kerak bo'lgan aylantiruvchi momentni hosil qilib berish qobiliyati, nagruzka momenti o'zgarsa ham aylanish tezligining o'zgarmasligi; aylanish tezligini o'zgartirish mumkinligi dvigatelning muhim mexanik xususiyatlari hisoblanadi.

Asinxron dvigatelning rotoriga ta'sir etadigan aylantiruvchi moment rotor chulg'amidan o'tuvchi tok (rotor toki) bilan asosiy magnit oqimining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi. Dvigatelning elektromagnit momenti (yoki aylantiruvchi momenti) uning elektromagnit quvvati orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$M = \frac{P_g}{\omega_{lm}} \quad (1)$$

bunda: $\omega_{lm} = \frac{2\pi n_1}{60}$ - aylanma magnit maydonining burchak tezligi;
 n_1 - sinxron tezlik.

Agar sinxron tezlik: $n_1 = \frac{60f_1}{p}$ bo'lsa, u holda:

$$\omega_{lm} = \frac{2\pi f_1 60}{60p} = \frac{\omega_{1g}}{p} = \frac{2\pi f}{p} \quad (2)$$

Aylantiruvchi moment formulasini chiqarish uchun quyidagilarni qayta yozamiz:

$$\Delta p_g = P_g \quad s; \quad P_g = \frac{m_1 I_2^2 R_2}{s}.$$

$$\text{U holda dvigatelning aylantiruvchi momenti: } M = \frac{P_g}{\omega_{lm}} = \frac{m_1 I_2^2 R_2}{\omega_{lm} s} \quad (3)$$

Aylantiruvchi moment N m yoki kgm da o'lchanadi. Demak, sirpanish o'zgarmas bo'lganda dvigatelda hosil bo'ladigan aylantiruvchi momentning qiymati rotor zanjiridagi quvvat isrofiga to'g'ri proporsional ekan. Moment formulasiga (2) ifodani qo'yib:

$$M = \frac{m_1 I_2^2 R_2 p}{2\pi f_1 s} \quad (4)$$

ni olamiz. Endi bu formuladagi I_2 o'rniga $I_2 = \frac{U_1}{\sqrt{R_1 + \frac{R_2}{s} + (x_1 + x_2)^2}}$ bo'ladi.

$$M = \frac{m_1 p U_1^2 R_2 / s}{2\pi f_1 \left(R_1 + \frac{R_2}{s} + (x_1 + x_2)^2 \right) s} \quad (5)$$

bu yerda U_1 - stator chulg'amining faza kuchlanishi.

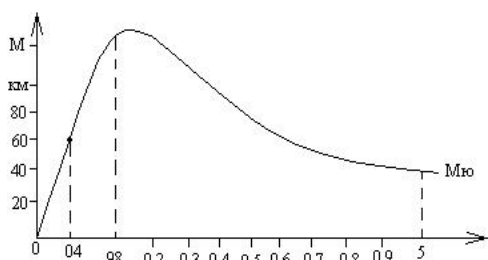
Demak, asinxron dvigatelning aylantiruvchi momenti stator chulg'amiga beriladigan tarmoq kuchlanishining kvadratiga to'g'ri proporsional, shuning uchun ham dvigatelning aylantiruvchi momenti tarmoq kuchlanishining o'zgarishi bilan o'zgarib turadi.

Aylantiruvchi momentning formulasini boshqacha yozish ham mumkin.

$$M = C_M I_2 \Phi_m \cos \varphi_2 \quad (6)$$

Demak, asinxron dvigatelning elektromagnit momenti magnit oqimini rotor tokining aktiv tashkil etuvchisi $I_2 \cos \varphi_2$ ga ko'paytmasiga to'g'ri proporsional ekan. Bu formula faqat asinxron dvigatellar uchun emas, balki boshqa har qanday dvigatellar uchun ham to'g'ridir.

Asinxron dvigatelning mexanik xarakteristikasi



Asinxron motor uchun aylantiruvchi momentning sirpanishiga boqlanishi $M = f(s)$ ahamiyatga ega, bu boqlanish **motorning mexanik harakteristikasi** deyiladi.

1-rasm. AD ni turqun ishlash xarakteristikasi.

Motorning mexanik xarakteristikasi uning normal ishlash chegaralarini aniqlovchi asosiy xarakteristikadir. Mexanik harakteristikasining aniqlash uchun turli sharoitda (salt ishlashdan to nominal yuk bilan ishlashigacha) sirpanish qiymatini (3) ifodasiga qo'yib, uning aylantiruvchi momenti hisoblab chiqiladi va ma'lum masshtabda xarakteristika quriladi.

Bir vaqtda, motorda hosil bo'lgan aylantiruvchi moment **boshlanqich yoki yurgizish momenti** deyiladi. Agar $s = 1$ ni (3) ifodaga qo'ysak, yurgizish momentining qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$M_{10} = \frac{m_1 p U_1^2 R_2}{2\pi f_1 \left[R_1 + \frac{R_2}{s} \right]^2 + (x_1 + x_2)^2} s$$

Har bir mexanizm dvigatelning aylanuvchi momentiga teskari ta'sir qiluvchi, ya'ni tormozlovchi moment hosil qiladi. Bu mexanizmning **statik momenti** M_{cm} deyiladi. statik moment quyidagicha aniqlanadi: $M_{cm} = M_0 + M_2$

bu yerda M_0 - dvigatel va mexanizmning ishqalanish, ya'ni salt ishlash momenti;

M_2 - yuklama bilan ishlash momenti.

Motorning yurgizish momenti statik momentdan katta bo'lsa, rotor aylana boshlaydi va aylantiruvchi moment statik momentga tenglashguncha rotorning aylanish tezligi orta boradi. Shu bilan motorni yurgizish tamom bo'ladi va u turqun sharoitda ishlay boshlaydi. Motorning sirpanishi kamaygan sari uning aylantiruvchi momenti kattalashadi, sirpanish biror qiymatgacha kamayganda motorning aylantiruvchi momenti maksimal qiymatga erishadi. Sirpanishning bu qiymati **kritik sirpanish** deyiladi va s_K bilan belgilanadi. Agar motor nominal yuk bilan ishlasa, uning sirpanishi ham nominal qiymatga erishadi. Aylantiruvchi momentning maksimal qiymatini aniqlash uchun dastlab kritik sirpanish aniqlanadi. Buning uchun sirpanish bo'yicha aylantiruvchi momentning birinchi tartibli hosilasi olinadi va u nolga tenglashtiriladi. $\frac{dM}{ds} = 0$

Aylantiruvchi moment o'rniga (99) dagi ifodasini qo'yib bu masala

xalqilinadivaso'ngraSkqo'yidagichaaniqlanadi: $s_K = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$

Bu ifodadagi $(\pm)$ ishora mashinaning motor yoki generator sifatida ishlashiga tegishli. Mashina generator rejimida ishlasa, uning sirpanishi manfiy bo'ladi. Mashina motor yoki elektromagnit tormoz sifatida ishlaganda uning sirpanishi musbat bo'ladi. Kritik sirpanish qiymatini qo'yib aylantiruvchi momentning maksimal qiymati aniqlanadi:

$$M_{\max} = \frac{m_1 p U_1^2}{4\pi f [R_1 + \sqrt{R_1^2 + (x_1 + x'_2)^2}]} \quad s_K = \pm \frac{R'_2}{x_1 + x'_2} \quad M_{\max} = \frac{m_1 p U_1^2}{4\pi f [R_1 + x_1 + x'_2]}$$

Demak, asinxron motor uchun kritik sirpanish rotor chulg'aminin aktiv qarshiligiga proporsional ekan. Qisqa tutashgan rotorli asinxron matorlarda kritik sirpanish 12–20%-ni, katta quvvatli motorlarda 4–5%-ni tashkil qiladi.

Ma'lum sharoitda motorning yurgizish momenti aylantiruvchi momentning maksimal qiymatiga teng bo'lishi mumkin.

Motorning to'la induktiv qarshiligi qancha katta bo'lsa, uning yurgizish momenti shuncha kichik bo'ladi.

Faza rotorli asinxron motorda rotor chulg'aming qarshiligi ikki qismdan: rotor chulg'aming qarshiligi R va yurgizish reostatning qarshiligi R_{ω} dan iborat bo'ladi. Agar tarmoq kuchlanishi o'zgaras bo'lsa, rotorning aylanish tezligi asosan yuklamaga bog'liq bo'ladi. Yuklama qiymati o'zgarsa, rotorning aylanish tezligi o'zgaradi, u xolda rotorga ta'sir etuvchi momentlar tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$M - M_{cm} = J \frac{d\omega}{dt} = M_{opm} = M_o$$

M -motorning aylantiruvchi momenti. M_{opm} - ortiqcha moment. J -inertsia momenti. Ortiqcha momentni **dinamik moment yoki inertsia kuchlarining momenti** deyiladi. Dinamik moment musbat yoki manfiy bo'ladi, bu motorning aylantiruvchi momenti yoki uning harakatga keltirayotgan yuklama ulangan mexanizm momentlarining o'zgarishidan hosil bo'ladi.

Xarakteristikaning $s = 0$ dan $s = s_K$ gacha bo'lgan qismi, dvigatelning turg'un ishlaydigan qismi deyiladi. $s = s_K$ dan $s = 1$ gacha bo'lgan qismi dvigatelning turg'un ishlay olmaydigan qismi deyiladi (2-rasm).

Asinxron motor turqun ishlashi uchun uning maksimal momenti nominal momentidan ancha katta bo'lishi lozim. Maksimal momentning nominal momentga nisbati, asinxron **motorning o'ta yuklama bilan ishlash qobiliyati** deyiladi, va λ bilan ifodalanadi.

$$\lambda = \frac{M_{\max}}{M_H}$$

Amalda kichik va o'rta asinxron motorlarning o'ta yuklanish qobiliyati 1,6 –2 o'rta va katta quvvatli motorlarda 1,8-2,5 ga teng bo'ladi.

Mexanik xarakteristikani hisoblash uchun qulay tenglama olinadi

$$M = \frac{2M_{\max}(1+q)}{s} \quad M = \frac{\frac{2M_{\max}(1+q)}{S}}{\frac{S_{KP}}{S} + 2q} \quad M = \frac{2M_{\max}}{\frac{S}{S_{KP}} + \frac{S_{KP}}{S}}$$

bunda
$$s_K = s \left(\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - 1} \right)$$

Ma'ruza № 10

Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorini ishga tushirish

Reja:

1. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellarni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab ishga tushirish
2. Tarmoq kuchlanishini pasaytirib ishga tushirish.
3. Faza rotorli asinxron dvigatelni ishga tushirish

Asinxrondvigatelni ishga tushirish

Turli xil mexanizmlarni harakatga keltirish uchun asinxron dvigatellar ishlatiladi. Turli mexanizmlarda asinxron dvigatellarning ishlash sharoitlari har xil bo'ladi, ularni ishga tushirish sharoitlari ham turlicha. Dvigatelni ishga tushirish mumkin qadar oson va qo'shimcha qurilmalarsiz bajarilishi lozim. dvigatel oson ishga tushirilishi uchun uning ishga tushirish momenti yetarli darajada katta bo'lishi, ishga tushirish toki esa mumkin qadar kichik bo'lishi lozim. dvigatel ishga tushirilganda ba'zi bir mexanizmlarda uning tezligi ma'lum vaqt ichida juda tekis o'sib borishi, ba'zilar esa ishga tushirish momentining anchagina katta bo'lishi talab qilinadi.

Ma'lumki, dvigatelni ishga tushirish uchun uning stator chulg'amlari tarmoqqa ulanishi kerak. CHulg'amlardan uch fazali tok o'tganda stator ichida aylanma magnit maydoni hosil bo'ladi, Ishga tushirishning boshlang'ich paytida rotor qo'zg'almas, ya'ni $s = 1$ bo'lgani uchun u qisqa vaqt qisqa tutashish sharoitiga yaqin sharoitda ishlaydi. SHuning uchun ishga tushirishning boshlang'ich paytida stator toki, ya'ni ishga tushirish toki ancha katta bo'ladi. Ishga tushirish tokining qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{\text{yo}} \approx I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (x_1 + x_2')^2}}.$$

Har bir asinxron dvigatel uchun ishga tushirish tokining nominal tokka nisbati, ya'ni I_{yo}/I_H

ishga tushirish momentining nominal momentga nisbati, ya'ni M_{yo}/M_H va dvigatelni to'la ishga tushirish uchun ketgan vaqt muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Asinxron dvigatelni ishga tushirishda amalda bir necha usul qo'llaniladi: *stator chulg'amlarini to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab ishga tushirish*; *stator chulg'amiga pasaytirilgan kuchlanish berib ishga tushirish* va *rotor chulg'amiga ishga tushirish reostatini ketma-ket ulab ishga tushirish (faza rotorli dvigatellarda)*.

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellarni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab ishga tushirish.

Kichik va o'rtacha quvvatli dvigatellar rubilnik yoki magnitli yurgizgich yordamida to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab yurgiziladi, bu usul eng ko'p tarqalgan va oson usul hisoblanadi. Dvigatelning nominal toki:

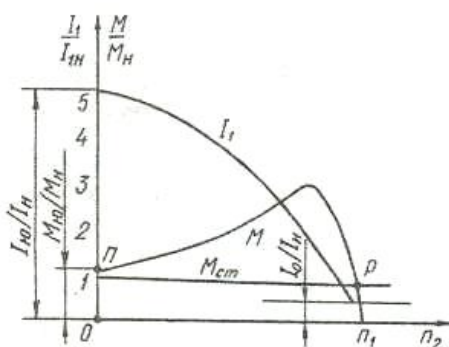
$$I_H = \frac{P}{\sqrt{3}U_H \cos \varphi \eta_H}$$

bilan aniqlanadi. Ishga tushirishning boshlang'ich paytida rotor qo'zg'almas ($n_2 = 0$, ya'ni $s = 1$) bo'lgani uchun ancha katta tok hosil bo'ladi. Bu tok **ishga tushirish toki** deyiladi. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellarda ishga tushirish toki dvigatelning nominal tokidan 4 ... 7 marta katta bo'ladi:

$$I_{\text{yo}} = m I_H = (4 - 7) I_H,$$

bu yerda: $m = I_{\text{yo}}/I_H$ - ishga tushirish tokining nominal tokdan necha marta kattaligini ko'rsatuvchi

koeffitsient.

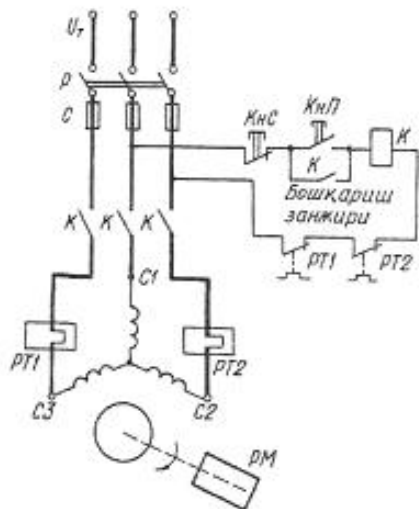


1-rasm

Rasmda II nuqta boshlang'ich (ishga tushirish) momentni ifodalaydi, aylantiruvchi moment P nuqtada statik moment bilan muvozanatlashadi, ya'ni $M = M_{st}$. Agar ishga tushirish momenti $M_{yu} < M_{st}$ bo'lsa, dvigatel yura olmaydi. SHu rasmda mexanizmning (statik momenti) mexanik xarakteristikasi va ishga tushirish tokining o'zgarishi, ya'ni so'nishi ham ko'rsatilgan.

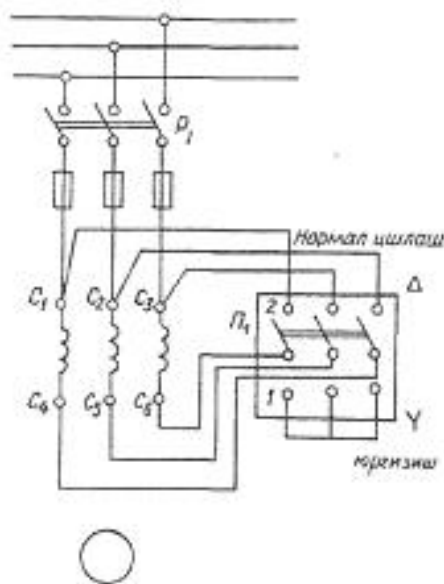
Ishga tushirish toki ancha katta bo'lsa ham dvigatel uchun xavfli emas, chunki uning qiymati juda qisqa vaqt ichida kamayadi va chulg'amlarni xaddan tashqari qizdirishga ulgurmaydi. Lekin dvigatel tokining qisqa muddatga Ko'payishi tarmoq kuchlanishi tebranishiga sabab bo'ladi. Aynikra katta quvvatli dvigatellar bu usulda yurgizilganda tarmoq kuchlanishining kamayishi juda sezilarli bo'ladi. Katta quvvatli dvigatel yurgizilayotganda kuchlanishning kamayishi shu tarmoqqa ulangan va ishlab turgan boshqa asinxron dvigatellar ishiga yomon ta'sir kdladi. CHunki, dvigatelning aylantiruvchi momenti tarmoq kuchlanishi kvadratiga to'g'ri proporsionaldir ($M = U_1^2$). SHuning uchun har qnday katta quvvatli asinxron dvigatelni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab ishga tushirish yaramaydi. Odatda, to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab yurgiziladigan dvigatelning quvvati shu dvigatel energiya olayotgan transformator quvvatining 25% dan oshmasligi lozim. Amalda energiya bilan

ta'minlovchi transformatorlarning quvvatiga qarab, quvvati 55...75 kVt bo'lgan qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellarni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqda ulab ishga tushirish mumkin. 2-rasmda asinxron dvigatelni magnitli yurgizgich yordamida to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulash sxemasi ko'rsatilgan.



2-rasm. Tarmoq kuchlanishini pasaytirib ishga tushirish

Ishga tushirishning bunday usuli katta quvvatli qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellarni ishga tushirishda, shuningdek, quvvati uncha katta bo'lmagan elektr tarmoqlarida o'rtacha quvvatli dvigatellarni ishga tushirishda qo'llaniladi. Asinxron dvigatelning ishga tushirish toki tarmoq kuchlanishi qiymatiga to'g'ri proporsional. Tarmoq kuchlanishining qiymati ma'lum darajada kamaytirilsa, ishga tushirish toki g'am kamayadi. Tarmoq kuchlanishi qiymatini avtotransformator (yoki oddiy transformator) yordamida; stator chulg'amlarini ulanish sxemalarini o'zgartirish yuli bilan hamda stator chulg'amlariga aktiv yoki reaktiv qarshilikni ketma-ket ulash yuli bilan pasaytiriladi. quyida bu usullar bilan tanishamiz.



Stator chulg'amini yulduz usulidan uchburchak usuliga o'tkazish yuli bilan ishga tushirish. Asinxron dvigatelning stator chulg'amlari Ko'pincha uchburchak usulida ulanadi. CHulg'amlar uchburchak usulida ulanganda ishga tushirish toki ancha katta bo'ladi. Agar chulg'amlar yulduz usulida ulansa, ayrim faza chulg'amlariga beriladigan kuchlanish $\sqrt{3}$ marta kamayadi, demak, faza toklari ham $\sqrt{3}$ marta kamayadi. Bunda liniya toklari uch marta kamayadi. Stator chulg'amlarining ulanish sxemasini o'zgartirish uch fazali pereklyuchatel' P yoki kontaktor yordamida bajariladi (3-rasm). Asinxron dvigatel yurgizilayotganda pereklyuchatel' 1 vaziyatda bo'ladi. Bunda stator chulg'amlari yulduz usulida ulangan bo'ladi, ishga tushirish toki ancha kichkina bo'ladi. dvigatel yurgizilgandan so'ng pereklyuchatel' chak.krnlik bilan 2 vaziyatga o'tkaziladi. Bunda stator chulg'amlari uchburchak usulida ulanib qoladi va dvigatel normal sharoitda ishlaydi.

3-rasm

Demak, dvigatelning stator chulg'ami yulduz usulidan uchburchak usuliga o'tkazilib yurgizilsa, tarmoqdagi ishga tushirish toki uch marta kamayar ekan. Dvigatelning ishga tushirish momenti tarmoq kuchlanishi kvadratiga tugfi proporsional ($M = U_1^2$) bo'lgani uchun, ishga tushirish vaqtida aylantiruvchi momentning qiymati ham uch marta kamayadi. SHuning uchun nominal nagruzka bilan yurgiziladigan dvigatellarni bu usul bilan yurgizib bo'lmaydi. Ishga tushirish vaqtida aylantiruvchi momentning (ishga tushirish momentining) kamayishi bu usulning kamchiligi hisoblanadi.

Asinxron dvigatel statorining chulg'amiga aktiv yoki reaktiv qarshilik ulab ishga tushirish. Ishga tushirish vaqtida reaktiv yoki aktiv qarshilik stator chulg'amiga ketma-ket ulanadi (4-rasm). Asinxron dvigatel 1-rubil'nik yordamida tarmoqda ulanadi, bu vaqtda 2-rubil'nik ochiq holatda bo'ladi. Stator chulg'amiga tok reaktor orqali o'tadi va uning induktiv qarshiligida (x_r) kuchlanish pasayadi ($I_r x_r$). Stator chulg'amlariga pasaygan kuchlanish U_1' beriladi. U_1' kuchlanishning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\dot{U}_1^1 = \dot{U}_1 - jI_1 x_p.$$

Bu kuchlanish ta'sirida dvigatel yurib ketadi. Aylanish tezligi ortib borgan sari rotor chulg'amida hosil bo'ladigan EYuK Ye₂ kamayib boradi, bunda ishga tushirish toki ham kamayadi. Natijada chulg'am bilan ketma-ket ulangan qarshiliklarda kuchlanish pasayishi g'am kamayadi, bunda dvigatelga beriladigan kuchlanish U dvigatelning tezligi ortgan sari avtomatik ravishda Ko'payib boradi. dvigatel yurgizilgandan so'ng 2-rubil'nik ulanadi va dvigatelga tarmoq kuchlanishi U_1 beriladi, bunda u normal sharoitda ishlay boshlaydi. Tarmoq kuchlanishining U_1^1/U_{1n} marta kamayishi natijasida ishga tushirish momentining $(U_1^1/U_{1n})^2$ marta kamayishi bu usulning kamchiligi hisoblanadi. Turli dvigatellarni ishga tushirish uchun lozim bo'lgan qarshiligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$x_p = \frac{U_{1n}(1-K_p)}{K_p I_{y0}},$$

bu yerda: U_{1n} — stator chulg'amining nominal faza kuchlanishi; I_{y0}^1 — reaktor yordamida ishga tushirish toki; I_{yu} — dvigatelni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab yurgizilgandagi ishga tushirish toki. Bu

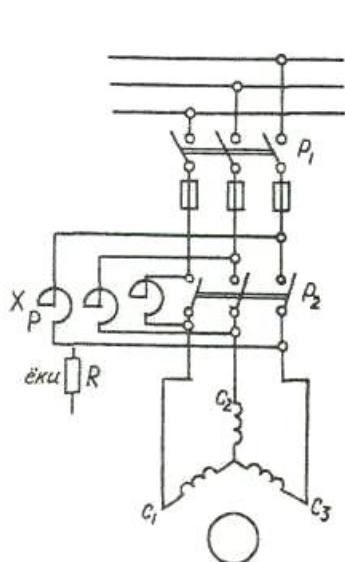
yerda $k_p = \frac{I'_{y0}}{I_{yu}}$.

Odatda, bu usul uchun $k_p=0,65$ ga teng.

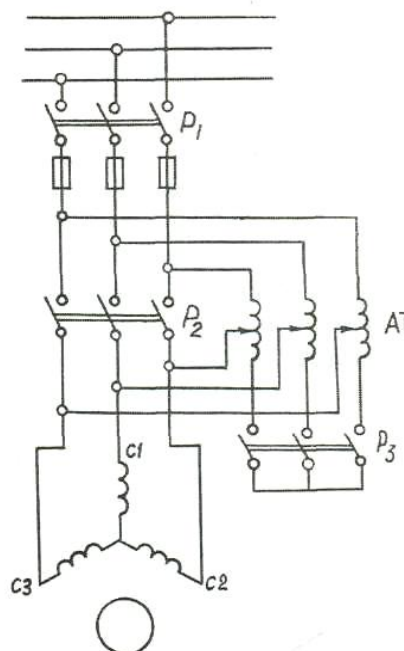
Asinxron dvigatelni avtotransformator yordamida tarmoq kuchlanishini pasaytirib ishga tushirish (5-rasm). Sxemada uchta rubil'nik ishlatiladi. Dastlab avtotransformator chulg'amlarini yulduz usulida ulaydigan 3-rubil'nik yopiladi, so'ngra uni tarmoqqa ulaydigan 1-rubil'nik ulanadi va dvigatelga pasaytirilgan kuchlanish U_1^1 beriladi. Ishga tushirish toki k_a marta kamayadi. avtotransformatorning transformatsiya koeffitsientidir. Bunda avtotransformatorning birlamchi chulg'amida ishga tushirish toki k_a^2 marta kamayadi, chunki kuchlanishni pasaytiruvchi avtotransformatorda birlamchi chulg'am toki uning ikkilamchi chulg'am tokidan K_a marta kichikdir. Demak, dvigatel avtotransformator yordamida yurgizilganda ishga tushirish toki uni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulangandagi ishga tushirish tokidan K_a^2 marta kam bo'ladi. Agar dvigatel uchun $t=6$ bo'lsa va tarmoq kuchlanishi avtotransformator yordamida 380 V dan 220 V gacha

kamaytirilsa $\frac{I_{y0}^1}{I_{y0}} = \frac{m}{K_a^2} = \frac{6}{\left(\frac{380}{220}\right)^2} = 2$. Demak, bu sharoitda dvigatel yurgizilganda uning nominal

tokidan faqat 2 marta katta ishga tushirish toki hosil bo'lar ekan.



4-rasm



5-rasm

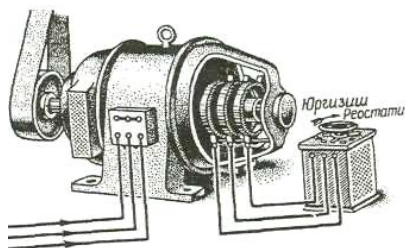
Dvigatelning rotorini aylanib ketgandan so'ng 3-rubilnik uziladi. Bunda avtotransformator reaktiv qarshilikka aylanadi va stator chulg'amiga beriladigan kuchlanish bir oz ko'payadi. Nihoyat, 2-rubilnik yopiladi va dvigatel tarmoqdan nominal kuchlanish olib ishlay boshlaydi. Avtotransformator yordamida dvigatelni ishga tushirish uch bosqichda bajariladi: birinchi bosqichda dvigatelga nominal kuchlanishning 50 ... 70%; ikkinchi bosqichda nominal kuchlanishning 70 ... 80% va oxirgi bosqichda o'nga to'la nominal kuchlanish beriladi.

Faza rotorli asinxron dvigatelni ishga tushirish

Faza rotorli asinxron dvigatellarning statorida ham, rotorida ham uch fazali chulg'am bo'ladi. Rotorning uch fazali chulg'ami yulduz usulida ulangan bo'ladi. Rotor chulg'ami uchlari valda o'rnatilgan va undan izolyatsiyalangan uchta kontakt halqalarga ulanadi. Maxsus cho'tka tutk.ichlarda turadigan, mis plastinkalaridan yoki ko'mirdan ishlangan cho'tkalar kontakt halqalarda sirpanadi, cho'tkalar rotorning tashki klemmasiga ulanadi.

Faza rotorli asinxron dvigatellar maxsus uch fazali ishga tushirish reostati yordamida yurgiziladi (6-rasm). Ishga tushirish reostati rotor chulg'ami bilan ketma-ket ulanadi, reostatning ayrim fazalari yulduz usulida ulangan bo'ladi. Ishga tushirish reostati yordamida rotorning aktiv qarshiligini oshirib, ishga tushirish toki kamaytiriladi va ishga tushirish momenti oshiriladi. Ishga tushirish reostati ulanganda ishga tushirish tokining qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{\text{yo}} = \frac{U_1}{\sqrt{(R'_{\text{yo}} + R'_2 + R_1)^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$$



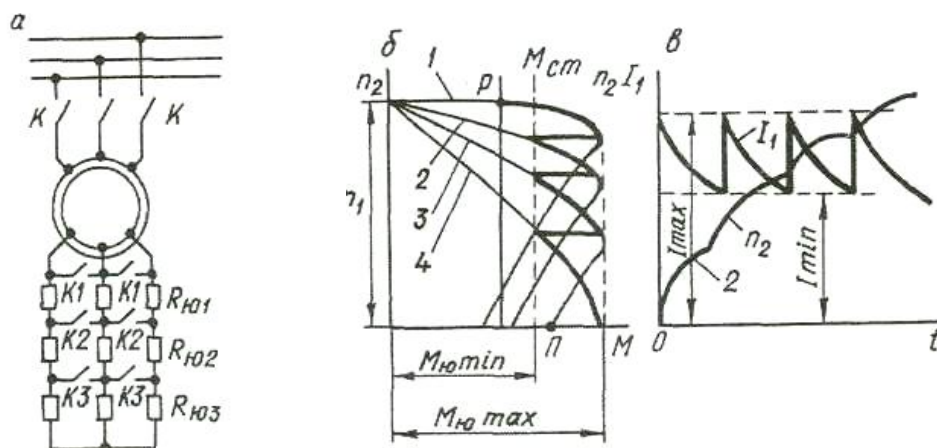
6-pacm

Odatda, ishga tushirish reostati uch, olti bosqichli bo'ladi (7-rasm, a). Dvigatelni ishga tushirishda ishga tushirish reostati qarshiligini asta kamaytirib boriladi. Eng oldin dvigatel 4-xarakteristika bo'yicha ishlay boshlaydi (7-rasm, b). Bunda reostatning qarshiligi $R_{\text{yu}} = R_{\text{yu1}} + R_{\text{yu2}} + R_{\text{yu3}}$ ga teng bo'ladi, aylantiruvchi moment maksimal momentga teng bo'ladi ($M = M_{\text{tax}}$).

Dvigatelning aylanish chastotasi ortib borgani sari shlantiruvchi moment kamaya eoradi. $M = M_{\text{yutip}}$ bo'lganida ishga tushirish reostatining bir qismi (bosqichi) sxemadan chiqariladi, kontaktorning kontaktlari yopiladi. Bunda aylantiruvchi moment birdaniga M_{yutax} gacha ko'payadi, so'ngra aylanish tezligi ortgani sari moment 3-xarakteristika bo'yicha kamaya boradi. Bunda reostatning qarshiligi $R_{\text{yu}} = R_{\text{yu1}} + R_{\text{yu2}}$ ga teng bo'ladi. Moment yana $M = M_{\text{yut1p}}$ gacha kamaya boradi; K2 kontakt yopiladi va dvigatel 2-xarakteristika bo'yicha ishlay boshlaydi, bunda ishga tushirish reostatining qarshiligi $R_{\text{yu}} = R_{\text{yu1}}$ ga teng bo'ladi. SHunday qilib, ishga tushirish reostatining qarshiligi sekin-asta kamaytirilganda aylantiruvchi moment M_{maks} dan M_{min} gacha o'zgaradi, aylanish tezligi esa 2-egri chiziq buyicha o'sib boradi (7-rasm, v). Ishga tushirishning oxirida K/kontakt yopiladi va reostatni sxemadan butunlay chiqaradi, rotor chulg'amlari qarshiliksiz tutashadi va dvigatel 1-tabiiy xarakteristika buyicha ishlay boshlaydi. Demak, faza rotorli asinxron dvigatelga ulangan ishga tushirish reostatining bosqichi qancha bo'lsa, dvigatel shuncha mexanik xarakteristikaga ega bo'lar ekan. Bu faza rotorli dvigatellarning muhim afzalligidir. Ishga tushirish reostatining qarshiligi dvigatelning nagruzka bilan ishlash momentining qiymatiga qarab tanlanadi. Agar nagruzka bilan ishlash momenti katta bo'lsa, dvigatelning dastlabki ishga tushirish momenti maksimal momentga teng bo'lishi mumkin. Nagruzka bilan ishlash momenti katta bo'lmasa, ya'ni ishga tushirish momenti uncha katta ahamiyatga ega bo'lmasa, reostat qarshiligi yanada kattaroq olinadi. Bunda ishga tushirish momenti maksimal qiymatidan kichikroq bo'ladi, lekin ishga tushirish toki ancha kamayadi. Ishga tushirish reostatlari maxsus krtishma, metall sim yoki lentalardan tayyorlanadi. Reostatlar havo yoki moy bilan sovitiladi, ular faqat qisqa vaqt ishlashga mo'ljallangan. dvigatel yurgizilgandan so'ng ba'zi dvigatellarda

cho'tkalar behuda yeyilmasligi uchun va isrof bo'ladigan quvvatni kamaytirish maqsadida maxsus dasta yordami da halqalar o'zaro tutashtiriladi, cho'tkalar esa ulardan ko'tariladi. 7-rasm, v da faza rotorli asinxron dvigatel yuqoridagi usul bilan yurgizilganda tok I, va rotor aylanish tezligi p_2 ning o'zgarish harakteri ko'rsatilgan. dvigatel yurgizilayotganda reostatning boskichlarini sxemadan chiqarish qo'lda yoki avtomatik usulda kontaktorlar yordamida bajarilishi mumkin. Faza rotorli dvigatellarni ishga tushirish va ular tuzilishining murakkabligi, tannarxining k,immatligi, nazorat qiladigan qismlarining (cho'tka va halqalar) bo'lishi va texnik ko'rsatkichlarining pastroq bo'lishi bunday dvigatellarnig kamchiligi hisoblanadi. SHuning uchun faza rotorli dvigatellar asosan ishga tushirish sharoiti og'ir bo'lgan mexanizmlarda qo'llaniladi.

Yuqorida qisqa tutashtirilgan rotorli va faza rotorli asinxron dvigatellarni ishga tushirishning asosiy va maxsus usullari bilan tanishdik. Faza rotorli dvigatellar ham, qisqa tutashtirilgan rotorli dvigatellar ham ma'lum afzalliklarga va ma'lum kamchiliklarga ega. Amalda qisqa tutashtirilgan rotorli va faza rotorli dvigatellarning afzallik tomonlarini birlashtiradigan asinxron dvigatellar ham ishlatiladi. Ular mexanik xarakteristikasi yaxshilangan asinxron dvigatellardir



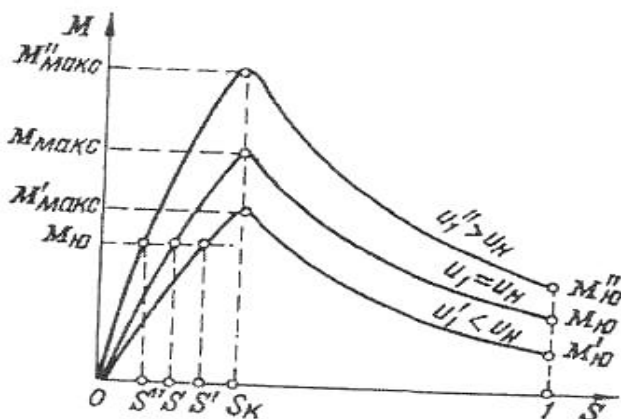
7-rasm

Ma'ruza № 11

Tarmoq kuchlanishi va rotor chulg'ami aktiv qarshiligini mexanik tavsifga ta'siri

Asinxron dvigatelning aylantiruvchi, ya'ni elektromagnit momenti (yurgizish, maksimal momenti) formulalaridan ma'lumki, bu momentlar tarmoq kuchlanishining kvadratiga to'g'ri proporsionaldir ($M=U_1^2$). Lekin kritik sirpanish (s_K) qiymati tarmoq. kuchlanishi qiymatiga bog'liq.

bo'lmaydi. Tarmoq kuchlanishi qiymatining har qanday o'zgarishi dvigatelning boshlang'ich va maksimal momentlarini va aylanish tezligini o'zgartiradi. 1-rasmda tarmoq kuchlanishi nominal qiymatdan bir oz ortganda va bir oz kamayganda mexanik xarakteristikaning o'zgarishi ko'rsatilgan.



1-rasm

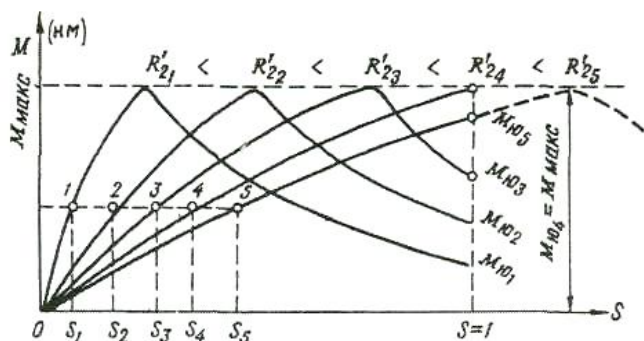
Xarakteristikaning moment o'qida yuklama momenti (M_n) ni belgilab olamiz va bu nuqtadan abstsissa o'qiga (OS) parallel chiziq. o'tkazamiz. Bu chiziqning xarakteristikalar bilan kesishgan nuqtalari dvigatel yuklamasi o'zgarimas bo'lganda va

tarmoq kuchlanishi o'zgarganda dvigatel sirpanishini aniqlaydi. Kuchlanish kamayishi bilan motor sirpanishi ortadi, aylanish tezligi esa kamaadi.

Tarmoq kuchlanishining ozgina kamayishi dvigatelning yuklama bilan ishlash xususiyatini ancha kamaytiradi. 1-rasmda, misol tarikasida, asinxron dvigatelning mexanik xarakteristikasi kuchlanishi

$U_f = U_H$ bo'lganda (1- egri chiziq} va kuchlanishi $U_f = 0,7 \cdot U_H$ bo'lganda (2- egri chiziq) keltirilgan. Kuchlanish $0,7 U_H$ bo'lganda dvigatelning elektromagnit momenti deyarli 2 martaga kamayadi.

Formulada dvigatelning maksimal momenti rotor chulg'aminging aktiv qarshiligiga bog'liq emas, lekin kritik sirpanish qiymati rotorning aktiv qarshiligiga bog'liq. Demak, asinxron dvigatel rotor chulg'ami zanjirining aktiv qarshiligini oshirib, kritik sirpanish qiymatini oshirish mumkin. Bunda aylantiruvchi momentning maksimal qiymati o'zgarmay qolaveradi, faqat u kritik sirpanish kattaroq bo'lgan tomonga suriladi, xolos (2-rasm). Maksimal moment kritik sirpanish katta bo'lgan tomonga surilganda dvigatelning yurgizish momenti ham kattalashadi. Rotor chulg'aminging aktiv qarshiligini oshirib yurgizish momentini maksimal momentga tenglashtirish mumkin (2-rasm, 4- xarakteristika). Lekin R_2^l qarshilik R_{24}^l dan katta bo'lganda dvigatelning yurgizish momenti yana maksimal momentdan kichik bo'ladi (5- xarakteristika). Ba'zi mexanizmlarda yurgizish momentining katta bo'lishi talab qilinadi. Bunday mexanizmlarda faza-rotorli asinxron dvigatellar ishlatiladi. Faza-rotorli dvigatellarda, rotor chulg'amiga ketma-ket ulangan maxsus yurgizish reostati vositasida, rotor chulg'ami zanjirining aktiv qarshi ligini o'zgartirib har xil bir necha mexanik xarakteristikalarini olish mumkin.

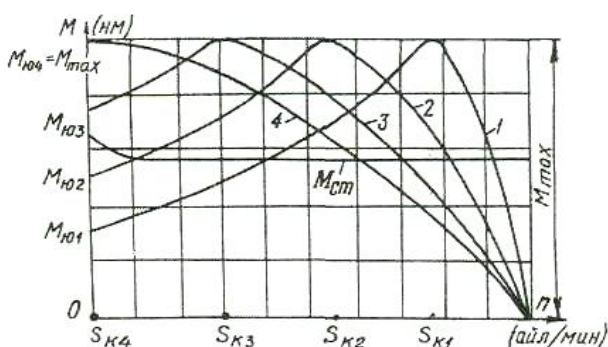


2-rasm

Qisqa tutashtirilgan rotorli dvigatellarda rotor sterjenlarining qarshiligini o'zgartirish mumkin emas. SHuning uchun qisqa tutashtirilgan rotorli dvigatellar faqat bitta mexanik

xarakteristikaga ega bo'ladi. Bu mexanizmga mos dvigatel tanlashni qiyinlashtiradi. SHuning uchun quvvatlari bir xil, lekin mexanik xarakteristikalari turlicha bo'lgan qisqa tutashtirilgan rotorli dvigatellar ishlab chik,ariladi. 3-rasmda quvvatlari teng, lekin mexanik xarakteristikalari turlicha bo'lgan 4 dvigatelning mexanik xarakteristikalari ko'rsatilgan. Bu xarakteristikalarning shakli bir-biriga o'xshamaydi.

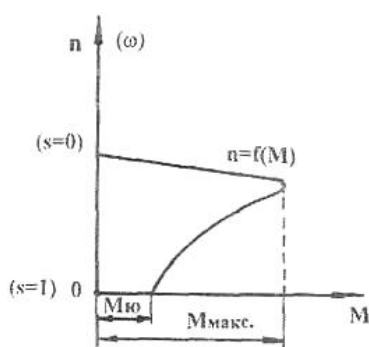
3-rasm



ta

Bu yerda ham qaysi dvigatelda rotor chulg'aminging aktiv qarshiligi kattaroq bo'lsa, shu dvigatelning yurgizish momenti ham kattaroq. bo'ladi. Masalan, kritik sirpanishi $s_K=1$ bo'lgan to'rtinchi dvigatelning yurgizish momenti maksimal momentga teng ($M_{yu}=M_{maks}$). SHu rasmda mexanizmning mexanik xarakteristikasi g'am ($M_{st}=f(n)$) ko'rsatilgan. Bu mexanizmni 1 va 2-xarakteristikali dvigatellar yurgiza olmaydi; 3 va 4-xarakteristikali dvigatellar erkin yurgizib yubora oladi. Lekin rotor chulg'aminging qarshiligi katta bo'lgan dvigatellarning foydali ish koeffitsienta nisbatan kichik bo'ladi, bu esa ularning kamchiligi hisoblanadi.

Dvigatellarning mexanik xarakteristikalari turli adabiyotlarda har xil ko'rinishda chiziladi. Masalan, $M = f(s)$; $M = f(n)$ yoki $p = f(M)$. Mexanik xarakteristika $p = f(M)$ bilan ifodalansa, moment qiymati abstsissa o'qiga, p yoki s qiymati ordinata o'qiga qo'yiladi (4-rasm).



4-rasm

Ma'ruza № 12
Kondensatorli asinxron dvigatellarini ishga tushirish sxemalari

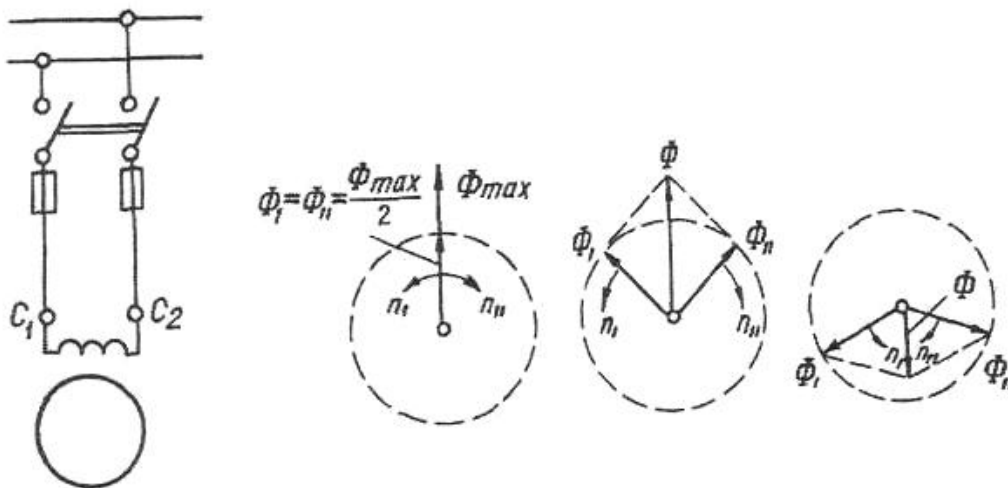
Reja:

1. Bir fazali asinxron dvigatellarning tuzilishi, ishlash printsipti va ishlatilishi
2. Bir fazali kondensatorli asinxron dvigatel

Bir fazali asinxron dvigatellarning tuzilishi, ishlash printsipti va ishlatilishi

Bir fazali asinxron dvigatellar xonadon elektr asbob-uskunalarida, avtomatika qurilmalarida qo'llaniladi. Bir fazali dvigatellar kichik quvvatli (15 . . . 600 Vt) bo'lib, ular Ko'pincha aylanish chastotasi o'zgartirilmaydigan qurilmalarda ishlatiladi.

Bir fazali asinxron dvigatelning statorida bitta chulg'am bo'ladi (1-rasmda). Bu chulg'am stator o'zagi pazlarining 2/3 qismida joylashtiriladi. CHulg'amlar bunday joylashganda havo oralig'ida magnit yurituvchi kuch va magnit induktsiyasi deyarli sinusoidal tarzda tarqaladi. Ko'pincha uch fazali chulg'amning bir fazasini olib tashlab, qolgan ikkitasini ketma-ket ulab bir fazali chulg'am hosil qilinadi. Bir fazali dvigatelning rotori oddiy qisqa tutashtirilgan rotordir.



1-rasm

Agar bir fazali asinxron dvigatelning stator chulg'ami bir fazali O'zgaruvchan tok tarmogaga ulansa, stator chulg'amidan o'tuvchi tok vaqt birligida faqat qiymati o'zgaradigan qo'zg'almas magnit oqimi F_t ni hosil qiladi. qiymati o'zgarib turadigan bu magnit oqimini bir-biriga nisbatan teskari aylanadigan va qiymati $F_t/2$ ga teng bo'lgan ikkita F , va F_t magnit oqimlariga ajratish mumkin (1-rasm, b). Bu magnit oqimlarining aylanish chastotasi teng. dvigatel tarmoqda ulanganda uning rotori aylanmaydi, lekin istalgan tomonga kul bilan aylantirib yuborilsa, u ishlab ketadi. Aylanish yo'nalishi rotorning aylanish yo'nalishi bilan bir xil bo'lgan oqim F_{11} ni to'g'ri oqim; uning teskarisiga aylanadigan oqim F_p ni teskari oqim deyiladi. Aylanuvchan to'g'ri va teskari oqimlar rotorda to'g'ri va teskari aylantiruvchi momentlar M_I va M_{II} hosil qiladi. Agar rotorning aylanish yo'nalishi to'g'ri oqim yo'nalishi bilan bir xil bo'lsa, to'g'ri oqimga nisbatan rotorning sirpanishi:

$$s_1 = \frac{n_{1T} - n_2}{n_{1T}} = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1 - \frac{n_2}{n_1},$$

bu yerda: $p_{1T} = n_{1mec} = n_1 = n_{11}$ Teskari oqimga nisbatan rotorning sirpanishi:

$$s_{11} = \frac{n_{1T} + n_2}{n_{1mec}} = \frac{n_1 + n_2}{n_1} = 1 + \frac{n_2}{n_1}$$

To'g'ri va teskari oqishlar x,osil qiladigan to'g'ri va teskari elektromagnit momentlar M_x va M_p qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Bir fazali dvigatelning yig'andi aylantiruvchi momenti shu momentlarning ayirmasi bilan aniqlanadi: $M = M_I - M_{II}$

F_1 va F_{11} magnit oqimlar kuzalmas rotor chulg'amida o'zaro teng va bir-biriga nisbatan qarama-qarshi yo'nalgan Y_{eI} va Y_{eII} EYuK larni hosil qiladi. Bu EYuK lar o'z navbatida rotor chulg'amida I_{21} va I_{211} toklarni hosil qiladi. Bu sharoitda rotorga teng va qarama-qarshi yo'nalgan to'g'ri M_I va teskari

M_{11} aylantiruvchi momentlar ta'sir etadi va dvigatelning boshlang'ich aylantiruvchi momenti nolga teng bo'ladi.

Agar rotor to'g'ri oqim yo'nalishida aylansa, sirpanish formulalaridan ma'lumki, $s_1 < s_2$ bo'ladi. Oldin aytib o'tilganidek, rotor tokining chastotasi uning sirpanishiga to'g'ri proporsional ($f_2 = f_1 - s_1$). $s_1 < s_2$ bo'lgani uchun, teskari oqim ta'sirida rotor chulg'amida hosil bo'ladigan tok I_{211} ning chastotasi tok I_{21} ning chastotasidan ancha katta bo'ladi. Masalan, bir fazali asinxron dvigatelda $n = 1500$ ayl/min; $p = 1450$ ayl/min va $f_1 = 50$ Gts bo'lsa:

$$s_1 = \frac{1500 - 1450}{1500} = 0,03; s_{11} = \frac{1500 - 1450}{1500} = 1,96 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

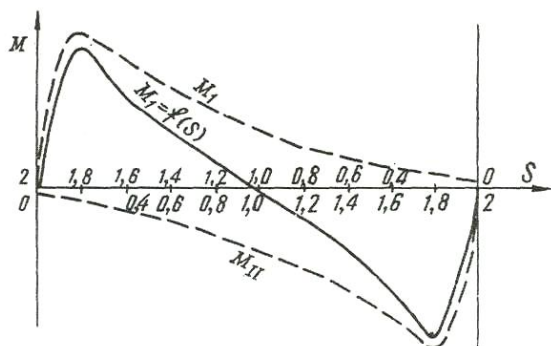
Bu holda I_{21} tokning chastotasi $f_{21} = 0,033 \cdot 50 = 1,8$ Gts; I_{211} tokning chastotasi $f_{211} = 1,96 \cdot 50 = 98$ Gts bo'ladi. SHu sababdan rotor chulg'amining induktiv qarshiligi kattalashadi. Bu sharoitda I_{211} tokni reaktiv tok deyish mumkin. Bu reaktiv tok teskari oqishga qarshi yo'nalgan magnit oqimi g'osil qiladi, natijada F_{11} oqim kamayib ketadi. To'g'ri oqim F , bilan I_{21} (tokning aktiv qismi katta) tokning o'zaro ta'siri natijasida M , aylantiruvchi moment hosil bo'ladi. Bir vaqtda teskari oqim F_{11} bilan I_{21} tokning o'zaro ta'siri natijasida ancha kichik M_{11} aylantiruvchi moment hosil bo'ladi. Bu tokning chastotasi katta, aktiv qismi esa kichkina bo'ladi. SHunday qilib, bir fazali asinxron dvigatelning yig'indi aylantiruvchi momenti $M = M_I + M_{II}$ bo'ladi.

2-rasmda bir fazali dvigatel uchun $M = f(s)$ bog'lanish berilgan. Bu grafik $M_I = f(s_I)$ va $M_{II} = f(s_{II})$ bog'lanishlar asosida qurilgan. Agar $s_I = s_{II} = 1$ bo'lsa, M_I va M_{II} momentlar o'zaro teng va qarama-qarshi yo'naladi, bunda yig'indi moment nolga teng bo'ladi. Bir fazali dvigatelda $s < 1$ bo'lganda, uning rotoriga aylantiruvchi moment ta'sir eta boshlaydi.

Yuqoridagilardan quyidagi xulosalarni chiqarish

mumkin:

- bir fazali dvigatel o'zining yurgizish momentiga ega emas, u tashqi kuch ta'sir etgan tomonga aylana boshlaydi;
- salt ishlash sharoitida teskari oqim hosil qiladigan tormozlovchi moment ta'sirida bir fazali dvigatelning aylanish chastotasi uch fazali dvigatelnikiga Karaganda kichikroq bo'ladi;



2-rasm

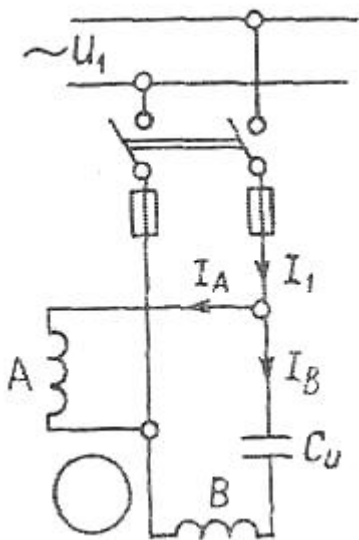
v) bir fazali dvigatelning ish xarakteristikallari uch fazali dvigatelnikiga qaraganda yomonroq; u nagruzka me'yorda bo'lganda ancha katta sirpanishga ega, FIK va o'ta nafuzkalanish xususiyati kichkina; bo'lar ham teskari oqim natijasidir.

Bir fazali asinxron dvigatel tarmoqda ulanishi bilan ishga tushib ketishi uchun u maxsus yurgizish chulg'ami bilan ta'minlanadi. Ko'pincha bu chulg'am stator pazlarining bush qolgan 1/3 qismida joylashtiriladi. Bunda yurgizish chulg'amining magnitlovchi kuchi asosiy chulg'amning magnitlovchi kuchiga nisbatan 120° ga suriladi. Umuman turli yo'l bilan ish va yurgizish chulg'amlari toklari orasida siljish burchagi hosil qilinsa, bir fazali dvigatel tarmoqda ulanishi bilan ishlab ketaveradi. Ko'pincha yurgizish chulg'ami zanjiriga aktiv yoki induktiv qarshilik yoki sig'im ulanadi. dvigatel rotor aylanib ketgandan so'ng yurgizish chulg'ami uzib quyiladi. Ish va yurgizish chulg'amlari yordamida aylanma magnit maydonini hosil qilish uchun ish va yurgizish chulg'amlarining magnitlovchi kuchlari fazoda bir-biridan 90° ga siljigan va o'zaro teng bo'lishi hamda bu chulg'amlar toklari o'zaro 90° ga siljigan bo'lishi lozim. Agar bu shartlar tula bajarilsa, stator maydoni doira buyicha aylanadi, bunda elektromagnit moment eng katta qiymatga erishadi. SHartlar tula bajarilmasa, aylanma magnit maydoni elliptik shaklda bo'ladi. Elliptik maydon qiymatlari teng bo'lmagan to'g'ri va teskari tomonga aylanadigan ikkita doiraviy maydondan tuziladi. Faza siljituvchi element sifatida kondensatordan foydalanish eng yaxshi yurgizish sharoitini ta'minlaydi. Yurgizish chulg'ami ingichka simdan tayyorlansa va o'ramlar soni oz bo'lsa, uning aktiv qarshiligi katta, induktiv qarshiligi esa kichkina bo'ladi. Asosiy ish chulg'amining o'ramlar soni katta bo'lsa, uning induktiv qarshiligi katta bo'ladi; natijada bu yo'l bilan ham ikkala chulg'am toklari orasida 90° ga yaqin siljish burchagi hosil qilish mumkin.

Maxsus yurgizish chulg'amli bir fazali dvigatellarning quvvati 18 ... 270 Vt, nominal kuchlanishi 127, 220 va 380 V bo'ladi. Bir fazali dvigatellar tikuv mashinalarida, ventilyatorlarda, kir yuvish mashinalarida, kassa apparatlarida va boshqa yurgizish momenti kichkina bo'lgan mexanizmlarda keng ishlatiladi.

Bir fazali kondensatorli asinxron dvigatel

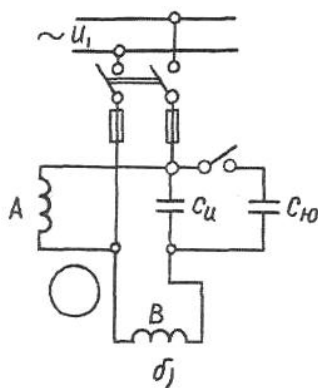
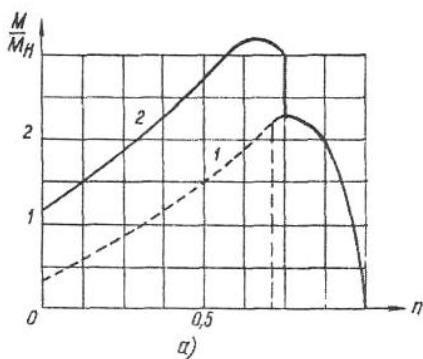
Bir fazali kondensatorli dvigatelda ikkita chulg'am bo'lib, bu chulg'amlar fazoda bir-biridan 90° burchakka siljitib o'rnatiladi. CHulg'amlarnink biri asosiy, ya'ni ish chulg'am (A); ikkinchisi esa qo'shimcha, ya'ni yurgizish chulg'ami (V) deyiladi. Asosiy chulg'am bevosita tarmoqda ulanadi, yurgizish chulg'ami esa shu tarmoqda ish kondensatori orqali ulanadi (3-rasm). Bu sharoitda dvigatel yurgizilgandan so'ng yurgizish chulg'ami uzib qo'yilmaydi va dvigatelning butun ishi davomida tarmoqqa ulangan holda qoladi. SHuning uchun bunday dvigatel kondensatorli dvigatel deyiladi.



3-rasm

Ish sig'imi S yurgizish chulg'amidagi tok bilan ish chulg'ami toki orasida 90° ga yaqin siljish burchagi hosil qiladi. Agar kondensatorsiz, bir fazali dvigatel yurgizish chulg'ami uzib qo'yilgandan so'ng pulslanuvchi maydon bilan ishlaydi,

kondensatorli dvigatel doiraviy (yoki o'nga yaqin) aylanma magnit maydoni bilan ishlaydi. Faza siljitish kondensator bilan amalga oshirilganda yurgizish chulg'amida kuchlanish: $U_{1y} = U_1 - U_c = U_1 + jI_{y}x_s$ bilan aniqlanadi. Bu kuchlanish ish chulg'amiga berilgan tarmoq, kuchlanishiga nisbatan ma'lum burchakka siljigan. Natijada ish chulg'ami toki I_A va yurgizish chulg'ami toki I_v ham ma'lum burchakka siljiydi. Faza siljituvchi kondensator sig'imini tanlab, dvigatelning biror ish rejimi uchun doiraviy aylanma magnit maydoni olinadi, boshqa rejimda ishlaganda maydon elliptik bo'ladi. Ko'pincha kondensatorning sig'imi DVigatelning nagruzkasi nominal yoki o'nga yaqin bo'lganda magnit maydoni doiraviy aylanma maydon bo'ladigan qilib tanlanadi. Kondensatorli dviatellarning FIK 60—75% va quvvat koeffitsienti 0,8... 0,95 gacha boradi. Kondensatorli dvigatelning yurgizish momenti nominal momentning 50% ini tashkil qiladi. Bunday dvigatelning mexanik xarakteristikasi 4-rasm, a da 1-egri chiziq bilan ko'rsatilgan. Bunday dvigatellar yurgizilishi yengil bo'lgan mexanizmlarda ishlatiladi. Dvigatelning yurgizish momen-tini oshirish uchun sxemaga maxsus yurgizish kondensatori S_{yu} ulanadi (4-rasm, b). Yurgizish kondensatori qisqa vaqt ishlashga hisoblanadi, ya'ni dvigatel ishga tushib



ketgandan so'ng, u tarmoqdan uzib qo'yiladi. Yurgizish kondensatori dvigatelning mexanik xarakteristikasini ancha yaxshilaydi (4-rasm, a, 2-egri chiziq). Bunday dvigatellar yurgizilishi ancha og'ir mexanizmlarda qo'llaniladi.

4-rasm

Ma'ruza № 13
Sinxron mashinalar
Reja:

1. Umumiy tushunchalar.
2. Sinxron mashinalarning tuzilishi va turlari.
3. Sinxron generatorning ishlashi.
4. Ayon qutbli sinxron mashinaning qo'zg'atish cho'lg'ami xosil qilgan magnit maydon
5. Ayonmas qutbli sinxron mashinaning qo'zg'atish cho'lg'ami xosil qilgan magnit maydon

Tayanch so'z va iboralar: *sinxron mashina, stator magnit maydoni, rotor, sinxron tezlik, asinxron, chastota, juft qutblar soni, generator, dvigatel, sinxron kompensator, stator, rotor, cho'lg'am, magnit o'zak, qo'zbatish cho'lg'ami, ayon qutbli, ayonmas qutbli, yupqa elektrotexnik plastina, ishga tushiruvchi, tinchlantiruvchi, sterjenlar, qisqa tutashtiruvchi cho'lg'am, magnit maydon, maydon koeffitsienti, to'rtburchak, trapetsiya, birinchi garmonika, tarqalish koeffitsienti, cho'lg'am koeffitsienti, xavo bo'shlig'i sinusoidal ko'rishida.*

Umumiy tushunchalar

Ishlab chiqarish korxonalarida asinxron mashinalar bilan bir qatorda sinxron mashinalar xam keng qo'llaniladi.

Rotorning aylanish tezligi statorida hosil bo'lgan aylanma magnit maydonning aylanish tezligiga teng o'zgaruvchan tok elektr mashinasi sinxron mashina deyiladi. Sinxron mashinalar ham generator va motor sifatida ishlatiladi, lekin bu mashinalar asosan uch fazali tok generatorlari sifatida ko'p ishlatiladi. Sinxron mashina generator sifatida ishlaganda uning chulgamlarida hosil bo'ladigan e.yu.k. ning chastotasi f_1 rotorning aylanish tezligiga proportsional bo'ladi:

$$f_1 = \frac{n_1 P}{60} \quad \text{bunda: } r - \text{juft}$$

qutblar soni.

Mashina motor sifatida ishlaganda rotorning aylanish tezligi tarmoq kuchlanishining chastotasiga proportsional bo'ladi. Sinxron motorlar asosan quvvati katta hamda aylanish tezligi doimiy bo'lgan mexanizmlarni xarakatga keltiradi. Sinxron motorlarning quvvat koeffitsientini istalgancha oson o'zgartirish mumkin, shuning uchun ham bu mashinalar elektr tarmoqlari va qurilmalarining quvvat koeffitsientini rostlovchi elektr mashinalar—sinxron kompesatorlar sifatida ham ishlatiladi.

Sinxron mashinalarning tuzilishi va turlari.

Sinxron mashinalarning statori (qo'g'almas qismi) va rotori (aylanuvchi qismi) asosiy qismi hisoblanadi.

Sinxron mashina statorining tuzilishi asinxron mashina statorining tuzilishiga o'xshash. Stator— mashinaning korpusi, asosi (stanini) va korpus ichidagi temir o'zak, uning pazlarida joylashgan yakor chulg'amlaridan iborat bo'ladi. Statorning temir o'zagi qalinligi 0,35-0,5mm (katta quvvatli mashinalarda 1-1,5mm) bo'lgan (maxsus po'latdan tayyorlangan) ayrim plastinkalardan yig'iladi. Stator cho'lg'ami mis simdan o'raladi. Odatda stator chulg'amlari bir necha bo'lakdan iborat bo'ladi. Sinxron mashinaning stator chulg'amlari ko'pincha yulduz usulida ulanadi. Stator cho'lg'aming uchlari asinxron motor statorning cho'lg'ami uchlari kabi bosh uchlari AVS, oxirgi uchlari XYZ xarflari bilan belgilanadi. Sinxron mashinalar rotorning tuzilishiga qarab ikki xil bo'ladi.

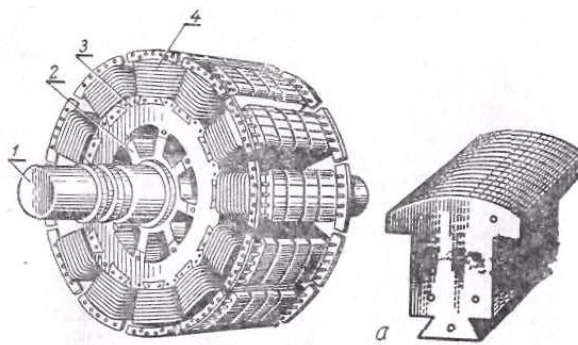
A) magnit qutblari yaqqol ko'rinib turadigan, ya'ni ayon qutbli rotor;

V) magnit qutblari ko'rinmaydigan, ya'ni ayonmas qutbli rotor.

1-Rasm. Ayon qutbli rotor.

1-val; 2-gardish yulduzi; 3-rotor gardishi; magnit qutbli va qo'zg'atish cho'lg'ami

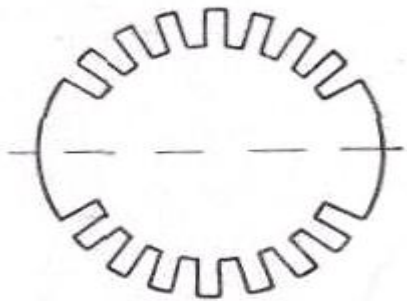
Ayon qutbli rotor, asosan val va unga kiydirilgan rotor gardishi va shu gardishiga maxkamlangan magnit qutblardan tizilgan. Magnit qutblari yoki qutb temir o'zagi maxsus po'latdan



4-

tayyorlangan ayrim plastinkalardan yig'iladi (1-rasm). Rotorning magnit qutblariga chulg'am o'raladi. Ayrim qutblarga o'ralgan cho'lg'amlar o'zaro ketma-ket ulanadi. Bu chulg'am rotor cho'lg'ami yoki generatorning qo'zg'atish cho'lg'ami deyiladi. Magnit qutblariga o'ralgan chulg'am sinxron generatorning asosiy magnit maydonini hosil qiladi. Rotor cho'lg'aming ikki uchi mashinaning valiga maxkamlangan ikkita mis yoki jez halqaga ulanadi. Halqalar o'zaro va valdan yaxshi izolatsiyalanadi, halqalarda cho'tkalar sirpanadi va cho'tkalar mashinaning klemmlariga ulangan. Mashinaning asosiy magnit maydoni hosil qiladigan rotor cho'lg'ami o'zgaras tok manbaiga ulanadi. 1-rasm, b da ayon qutbli rotorning umumiy ko'rinishi berilgan.

Ayonmas qutbli rotor valdan va valga kiydirilgan maxsus po'latdan yasalgan tsilindrik (yaxlit yoki yig'ma) rotor tanasida iborat bo'ladi. Yaxlit rotor tanasidan rotor cho'lg'ami joylashadigan pazlar bo'ladi. Pazlar rotor tanasining $2/3$ qismidagina hosil qilinadi (2-rasm). Rotor cho'lg'ami izolatsiyalangan mis simdan o'raladi. Cho'lg'am uchlari halqa va cho'tkalar orqali mashinaning klemmlar qutisiga chiqariladi. Bu cho'lg'am o'zgaras tok manbaiga ulanadi.



2-Rasm. Ayonmas qutbli rotorning magnit o'zagini ko'rinishi

Sinxron mashinalarda yuqorida qayd qilingan asosiy qismlardan tashqari podshipniklar o'rnatilgan qopqoqlar, cho'tka qurilmasi va o'rtacha quvvatli mashinalarda rotor valiga o'rnatilgan ventilyator kabi qo'shimcha qismlar bo'ladi. Odatda, o'zgaruvchan tok mashinari o'zgaras tok mashinalariga qaraganda, ancha sodda bo'ladi, chunki ularda kollektor bo'lmaydi. Mashinaning kolektori bo'lmasligi yakor cho'lg'amini mashinaning qo'zg'almas qismiga o'rnatishga imkon beradi.

Demak, sinxron mashinaning asosiy magnit maydoni uning rotor cho'lg'amidan o'zgaras tok o'tganda hosil bo'ladi. Umuman elektr mashinalarda asosiy magnit maydonini hosil qiladigan qismini induktor deyiladi. O'zgaruvchan e.yu.k. hosil qiladigan chulg'amli qismi yakor deyiladi.

Aylanuvchan yakorli sinxron mashinalar amalda kam ishlatiladi, chunki kuchlanish yuqori va tok kuchi katta bo'lganda yakor chulg'amini rotorga mahkam o'rnatish va uni izolyatsiyalash ancha qiyinlashadi.

Tok kuchi katta bo'lishi sababli mashinaning cho'tka va halqalar uzoq ishlay olmaydi. Ko'pincha kam quvvatli, bir fazali o'zgaruvchan ton generatorlari aylanuvchan yakorli bo'ladi. Agar yakor cho'lg'ami mashinaning statorida o'rnatilgan bo'lsa, joylashsa, yuqoridagi qiyinchilik oson xal qilinadi. Bunda iste'molchi to'g'ridan-to'g'ri yakor cho'lg'ami klemmlariga ulanadi. Mashinaning magnit maydonini hosil qiladigan cho'lg'ami uning aylanuvchi qismiga o'rnatiladi, chulg'amga o'zgaras tok halqa va cho'tkalar orqali beriladi. Sinxron generatorning qo'zg'atuvchi cho'lg'aming toki yakor cho'lg'aming tokidan bir necha o'n marta kichik bo'ladi. Bunday sharoitda cho'tka va halqalar uzoq vaqt ishlaydi.

SHuning uchun sinxron mashinalarda yakor mashinaning statori, induktor esa mashinaning aylanuvchi qismidir.

Sinxron generatorning ishlashi.

Sinxron generatorning ishlashi elektomagnit induksiya qonuniga asoslangan. Generator ishlashi uchun kuchli magnit maydoni hosil qilinadi, buning uchun rotor cho'lg'ami o'zgaras tok manbaiga ulanadi. Generator ishlash uchun uning rotor birlamchi motor yordamida aylantiriladi. Rotor aylantirilganda magnit maydonning kuch chiziqlari stator cho'lg'amlarini kesib o'tadi va ularda e.yu.k. ni hosil qiladi. Agar rotor bilan stator orasidagi havo oraliqda magnit induksiyasi sinusoida qonun bo'yicha o'zgarsa $V = B_M \sin w_t$, generatorning yakorini simlarida hosil bo'lgan e.yu.k. ham sinusoida qonun bo'yicha o'zgaradi: $e = BIV = B_M IV \sin w_t$ (1)

Amalda uch fazali sinxron generatorlar juda ko'p ishlatiladi. Bunday sinxron genrator statorida uchta cho'lg'am fazoda o'zaro 120° ga surilgan va generator ishlaganda bu cho'lg'amlarda uch fazali sinusoidal o'zgaruvchan e.yu.k. olinadi.

SHunday qilib, sinxron generator rotorini aylantirish uchun sarflangan mexanik energiya elektr energiyasiga aylanadi.

Sinxron generatorlar doimiy stator chastotasi $f_1=50$ Gts o'zgaruvchan e.yu.k berish lozim. Bunday sharoitda rotorning aylanish tezligi:
$$n_1 = \frac{60 f_1}{p}$$

bilan aniqlanadi.

Genertorlarning turli xil birlamchi yuritgichlar (motorlar) xarakatga keltiradi. Birlamchi motorlar sifatida bug' turbinasi, gidro turbina, ichidan yonar dvigatellar (dizel yoki lokomobillar) ishlatiladi.

Bug' turbinalar yordamida xarakatga keltiriladigan generatorlar turbogeneratorlar, gidroturbina yordaida xarakatga keltirilsa, gidrogenerator deyiladi. Bulardan tashqari dizel' – generatorlar ham keng ishlatiladi. Turli generatorlar o'zaro faqat tuzilishi bilan farq qiladi.

Gidroelektrstantsiyalarda ayon qutbli sinxron generatorlar-gidrogeneratorlar o'rnatiladi va ular gidroturbina yordamida xarakatga keltiriladi. Gidroturbinaning aylanish tezligi uncha katta bo'lmaydi $n=60\div 500$ ayl/min. Stator cho'lg'amida sanoat chastotasiga teng chastotali o'zgaruvchan e.yu.k. hosil bo'lishi uchun rotorda ko'p magnit qutblari o'rnatishga to'g'ri keladi. Masalan, gidroturbinaning aylanish tezligi $n_1=250$ ayl/min bo'lsa, generator rotorida $r=3000/250=12$ juft magnit qutblari o'rnatilishi lozim, shundagina undan olinadigan e.yu.k.ning chastotasi $f_1=50$ Gts bo'ladi.

Demak, gidrogeneratorlar ko'p qutbli, sekin aylanadigan va asosan vertikal xolda o'rnatiladigan ayon qutbli mashinalardir.

Issiqlik elektr stantsiyalarda turbogeneratorlar o'rnatiladi va ular bug' turbinalari yordamida xarakatga keltiriladi. Bug' turbinalarning aylanish tezligi, ko'pincha $n_1=1500-3000$ ayl/min ga teng, bu tezlikda rotorning juft qutblar soni mos xolda $r=2$ yoki $r=1$ bo'ladi; shunda generatordan $f_1=50$ Gts chastotali e.yu.k. olinadi.

Turbogeneratorlarning aylanish tezligi katta bo'lgani uchun ularda ayonmas qutbli tsilindirik rotor o'rnatiladi. Turbogeneratorlar ishlsganda uning rotoriga (aylanish tezligining kvadratiga proporsional) markazdan qochma kuchlar ta'sir etadi. Ayon qutbli rotorni markazdan qochma kuchlarga chidamli qilib tayorlash ancha qiyin ish bo'lganligi uchun bunday ayon qutbli rotorlar turbogeneratorlarda ishlatilmaydi.

Dizel' – generatorlar ichdan yonar dvigatellar – dizellar yordamida xarakatga keltiriladi. Energetika sistemalaridan uzoqda joylashgan iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda dizel'-generatorlar keng ishlatiladi.

Umuman sanoatimizda turli xil sinxron generatorlar ya'ni kichik va o'rta quvvatli genratorlar, juda katta quvvatli sinxron generatorlar ishlab chiqariladi. Davlat standarti asosida sinxron generatorlarning yakor cho'lg'amidagi kuchlanish 525, 3150, 10500, 15000 va 21000 V bo'ladi. Quvvati 400 kVA gacha bo'lgan sinxron generatorlarining nominal kuchlanishi 400, 220 V bo'ladi. Quvvati 400 kVA dan yuqori bo'lgan sinxron generatorlarning kuchlanishi, odatda 6300 V va undan yuqori bo'ladi.

Ayon qutbli sinxron mashinaning qo'zg'atish cho'lg'ami xosil qilgan magint maydon

Sinxron mashinaning qo'zg'atish cho'lg'ami xosil qilgan magnit maydon yakor cho'lg'amini kesib o'tib unda e.yu.k.ni induktsiyalaydi.

Maydon induktsiyasini qutb bo'linmasi davomida sinusoidal ko'rinishda tarqalishini ta'minlash uchun mashinani ishlab chiqarishda kerakli konstruktiv tadbirlar bajarilishi xaqida o'tgan mavzularda aytib o'tilgan edi.

Lekin maydon induktsiyasini to'la sinusoidal ko'rinishda tarqalishini ta'minlash ancha murakkab. SHuning uchun qo'zg'atish cho'lg'aming magnit maydonini birinchi asosiy va yuqori tartibli garmonikalarga yoziladi. Bu garmonikalar yakor cho'lg'amida asosiy garmonikadan tashqari e.yu.k. ning yuqori tartibli garmonikalarini induktsiyalaydi.

Magnit maydonning yuqori tartibli garmonikalari kuchsiz bo'lganligi sababli e.yu.k.ning yuqori tartibli garmonikalari xam kuchsiz bo'ladi. Bundan tashqari yakor chulg'aming qadamini, qutblarga va fazlarga to'g'ri keladigan pazlar sonini to'g'ri tanlash natijasida e.yu.k.ning yuqori tartibli garmonikalarini yanada kuchsizlantirishga erishish mumkin. SHuning uchun sinxron mashinalarning nazariyasida yakor cho'lg'amida induktsiyalangan e.yu.k.ning faqat asosiy garmonikasi va induktor bilan yakor orasidagi o'zaro induksiya deb qo'zg'atish cho'lg'aming asosiy garmonikasi xisobga olinadi. Qo'zg'atish magnit maydonini asosiy garmonikasining amplitudasini V_{fl} . SHu maydonning

xaqiqiy maksimal qiymatiga V_{fm} qo'zg'atish cho'lg'aming maydonini ko'rinishini formasi K_f deb ataladi: $K_f = \frac{B_f m_1}{B_{fm}}$

Maydon koeffitsienti K_f quyidagi nisbatlardan $\delta w/\delta$, δ/τ va qutb yoyining koeffitsientiga bog'liq $\alpha = \frac{e\delta}{\tau}$

Ko'pincha $\frac{\delta_m}{\delta} = 1 - 2,5$; $d = 0,65 - 0,75$ u xolda $K_f = 0,95 \div 1,15$ bo'ladi. Bu yerda δ -xavo bo'shlig'i mm; δ_m – xavo bo'shlig'ining maksimal qiymati; Ye qutb bo'linmasi.

Qo'zg'atish cho'lg'aming bitta qutb o'zagiga to'g'ri keladigan magintlovchi kuchi $F_f = \frac{w_f i_f}{2P}$

Bu yerda w_f -qo'zg'atish cho'lg'aming o'ramlar soni va i_f -qo'zg'atish toki

Qo'zg'atish magnit maydonining amplitudasi $B_f m_1 = k_1 B_{fm} = \frac{M_o}{K K_\mu d} F_f k_f$

bu yerda K_δ -xavo bo'shlig'ining koeffitsienti; va K_μ – magnit o'zakning qutb o'zakning o'qi bo'yicha to'yinish koeffitsienti, δ -xavo bo'shlig'ining kattaligi

Yuqoridagilarga asosan: $B_f m_1 = \frac{M_o}{K K_\mu d} \frac{w_f i_f}{2P} k_f$

Qo'zg'atish maydonining asosiy garmonikasini oqimi $\Phi_{f1} = \frac{2}{\pi} B_f m_1 \tau_l \delta$

bu yerda τ -qutb bo'linmasining kengligi, τ_δ - xavo bo'shlig'ining uzunligi

Ayonsiz qutbli sinxron mashinaning qo'zg'atish cho'lg'ami xosil qilgan magnit maydon

Sinxron mashinalarning tuzilishi o'rganilganda ayonsiz qutbli sinxron mashinalarda qo'zg'atish cho'lg'ami rotorning yaxlit magnit o'zagida frezalangan pazlarga tarkanligini ko'rib o'tgan edik. Bu mashinalarda pazlarni maydonning ko'rinishiga ta'siri juda kuchsiz bo'lganligi sababli ularni xisobga olinmasa xam bo'ladi.

Yuqoridagilarga asosan ayonsiz qutbli sinxron mashinaning qo'zg'atish cho'lg'amini sektsiyalari tarqalgan bir pazali cho'lg'am deb xisoblansa xam bo'ladi. $K_{rf} = \frac{\sin \frac{9\pi}{2}}{9\pi/2}$

Qo'zg'atish cho'lg'aming tarqalish koeffitsienti, yoki cho'lg'am koeffitsienti deb ataladi.

Qo'zg'atish maydonining eng katta qiymati $B_{fm} = \frac{\mu_o}{\delta} \frac{w_t i_t}{2P}$

SHunday qilib qo'zg'atish maydonining asosiy garmonikasini amplitudasi $B_{f1m1} = \frac{\mu_o}{\delta} f_1 m_1 \frac{\mu_o}{\delta} \frac{4}{n} \frac{w_f i_f}{2P} k_{rf} = \frac{4}{n} B_{fm} K_{rf}$

Ayonsiz qutbli sinxron mashinaning qo'zg'atish maydonining ko'rinishini koeffitsientini aniqlaymiz $k_f \frac{4}{n} k_{rf} = \frac{4}{n} \frac{\sin \frac{9\pi}{2}}{9\pi/2}$

Bu yerda σ rotorning o'ralgan qismini rotorning butun yuzasiga nisbatini aniqlaydigan koeffitsient bo'lib $\sigma = 0,65 \div 0,80$ u xolda $K_f = 1,065 \div 0,965$

Ayonsiz qutbli sinxron mashinalarda qo'zg'atish cho'lg'ami pazlarga tarqalganligi tufayli bu chulg'amning xavo bo'shlig'idagi maydondan induktivligi ayon qutbli sinxron mashinani o'zgacha usulda aniqlanadi.

Sinxron genratorlarni ishga tushirish

Reja:

1. Yakor cho'lg'aming magnit maydoni.
2. Yakor reaksiyasining magnitlovchi kuchi.
3. Yakor cho'lg'amini eyuk va induktiv qarshiligi.

Tayanch so'z va iboralar: *Ayon qutbli, yakor cho'lg'ami, qo'zg'atish cho'lg'ami, o'ramlar soni, istemolchi, aktiv, induktiv, sig'im, aktiv-induktiv, magnitlovchi, magnitsizlantiruvchi, qutb o'qi, magnit maydon, bo'ylama magnit maydon, ko'ndalang magnit maydon, Blondel nazariyasi, o'qlarga taqsimlash, to'la tok, bo'ylama tok, ko'ndalang tok, yakor reaksiyasining magnit maydoni, tarqalish magnit maydoni, tarqalish induktiv qarshiligi, aktiv qarshilik, sinxron induktiv qarshilik, sinxron rejim.*

Yakor cho'lg'aming magnit maydoni.

Yakor cho'lg'amiga iste'molchi ulanganda, yakor cho'lg'amida hosil bo'lgan tok magnit maydonni hosil qiladi, bu maydonni *yakor cho'lg'aming magnit maydoni* deb ataladi. Bizga ma'lumki o'zgarmas tok mashinalarining ko'ndalang yakor reaksiyasi mashinaning parametrlariga unchalik katta ta'sir ko'rsatmaydi, lekin sinxron mashinalarning yakor cho'lg'aming magnit maydoni asosiy magnit maydonga kuchli ta'sir ko'rsatadi va uning ko'rinishini o'zgartirib yuboradi. Yakor cho'lg'aming magnit maydonini qo'zg'atish cho'lg'aming magnit maydonining kattaligi va ko'rinishiga ko'rsatgan ta'siriga yakor reaksiyasi deb ataladi.

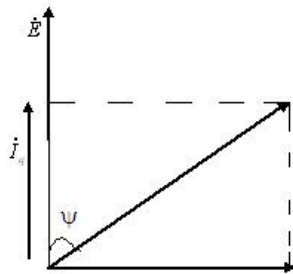
Qo'zg'atish cho'lg'ami bo'ylama o'q bo'yicha joylashganligi va qo'zg'atish cho'lg'ami hosil qilgan magnit maydon bo'ylama o'q bo'yicha yo'nalganligi sababli sinxron mashinada elektrik nosimmetriklik vujudga keladi. Sinxron mashinani induktorining nosimmetrikligi sababli yakor reaksiyasini bo'ylama va ko'ndalang o'qlar bo'yicha ta'sirini ajratib o'rganish maqsadga muvofiq bo'ladi. Yakor reaksiyasini o'rganishni bunday usulini 1895 yilda frantsuz elektrotexnigi A.Blondel ishlab chiqqan va uni *ikki reaksiya nazariyasi* yoki usuli deb ataladi. Bu nazariyaga asosan bo'ylama o'q bo'yicha yo'nalgan magnit maydon ko'ndalang o'q bo'yicha yo'nalgan magnit maydonga ta'sir ko'rsatmaydi va aksincha. Lekin sinxron mashinaning magnit o'zagi ma'lum darajada to'yinganligi sababli bu nazariyani qo'llash ba'zi xatoliklarga olib kelishi mumkin.

Sinxron mashinani bo'ylama yakor reaksiyasi asosiy maydonni kuchaytirishi va kuchsizlantirishi mumkin, ko'ndalang yakor reaksiyasi esa yakor cho'lg'amida ancha katta eyuk ni hosil qiladi. SHuning uchun sinxron mashinaning yakor reaksiyasi uning xarakteristikalariga qaror topgan va o'tish jarayonlarida ish rejimining xususiyatlariga ancha kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Sinxron mashinaning induktor (rotori) ayon qutbli bo'lsa magnit sistemasi nosimmetrik bo'lib bo'ylama ko'ndalang o'qlar bo'yicha magnit qarshilik turlicha bo'ladi, chunki ko'ndalang o'q qutb o'zaklarining o'rtasidan o'tganligi sababli havo bo'shlig'i katta, bo'ylama o'q bo'yicha esa kichik bo'ladi.

Yakor reaksiyaning magnitlovchi kuchi

Uch fazali sinxron mashina simmetrik yuklamaga ulangan bo'lib, generator rejimida ishlayotganda faza cho'lg'amlaridagi tokning yo'nalishi iste'molchining xarakteriga bog'liq bo'ladi. Sinxron mashinaning yakor cho'lg'amiga ulangan yukning xarakteriga bog'liq xolda eyuk Y_e bilan shu cho'lg'amdagi tok I orasidagi burchak Ψ nolga va $+90^\circ$ ga teng bo'lishi mumkin. EYuK bilan tok orasidagi burchak $\Psi=0$ bo'lganda yakor reaksiyasi maydonini kuch chiziqlari qutb o'zaklarining o'qiga ko'ndalang yo'nalgan, bu xol aylanayotgan rotorning ixtiyoriy xolatida ham bir xil bo'ladi, chunki rotor bilan yakor reaksiyasining magnit maydoni bir xil tezlikda ya'ni sinxron aylanadi, demak $\Psi=0$ xosil bo'ladigan yakor reaksiyasi *ko'ndalang reaksiya* deyiladi. Yakorning ko'ndalang reaksiyasi havo bo'shlig'idagi magnit maydonni ko'rinishini buzadi. Agar $\Psi=90^\circ$ bo'lsa, yakor reaksiyasining maydoni havo bo'shlig'idagi magnit maydonni hosil qiluvchi tok I eyuk Y_e dan 90° oldinda bo'ladi. Bunda yakor reaksiyasi qo'zg'atish cho'lg'ami hosil qilgan maydonga nisbatan magnitlovchi xarakterda bo'ladi va qutb o'zaklarining o'qiga paralell yo'nalib *bo'ylama yakor reaksiyasi* deb ataladi. Umumiy xolda $\Psi \neq 0$ va $\Psi \neq 90^\circ$ bo'lib tok ikkita tashkil etuvchiga bo'ylama I_d va ko'ndalang I_q larga (1-rasm) taqsimlanadi.



1-Rasm Yakor tokining tashkil etuvchilarini aniqlash

U xolda I_d sinxron mashinaning bo'ylama toki deb bo'ylama yakor reaksiyasini hosil qiladi va I_q ko'ndalang tashkil etuvchi deb atalib yakor reaksiyasini ko'ndalang tashkil etuvchisini hosil qiladi. Bo'ylama tok yakorning I_d bo'ylama magnet yurituvchi kuchini hosil qiladi.

$$\text{Uning amplitudasi } F_{ad} = \frac{m\sqrt{2}}{\pi} \frac{W_1 K_{q1}}{p} I_d$$

Ko'ndalang tok magnetlovchi kuchning ko'ndalang I_d tashkil etuvchisi hosil qiladi. Uning amplitudasi $F_{aq} = \frac{m\sqrt{2}}{\pi} \frac{W_1 K_{q1}}{p} I_q$

Magnet yurituvchi F_{ad} va F_{aq} kuchlar havo bo'shlig'ida magnet oqimning fazoviy sinusoidal to'lqinlarini hosil qiladi.

$$B_{adm} = \frac{\mu_o}{K_\delta K_{\mu d}} F_{ad}; \quad B_{aqm} = \frac{\mu_o}{K_\delta K_{\mu q}} F_{aq}$$

Bu yerda K_{md} va K_{mq} lar mashinaning bo'ylama va ko'ndalang o'qlar bo'yicha to'yinish ko'effitsientlari bo'lib, bu o'qlar bo'yicha havo bo'shlig'i bir xil bo'lmaganligi sababli to'yinish sharoitlari ham turlicha bo'ladi. Yakor reaksiyasini magnet maydonini Fur'e qatoriga yoyib barcha toq garmonikalarni aniqlash mumkin. O'qlar bo'yicha havo bo'shlig'ini xarakterini hisobga olish uchun magnet maydonni o'qlar bo'yicha formasini belgilovchi K_{ad} va K_{aq} ko'effitsientlarni aniqlanadi.

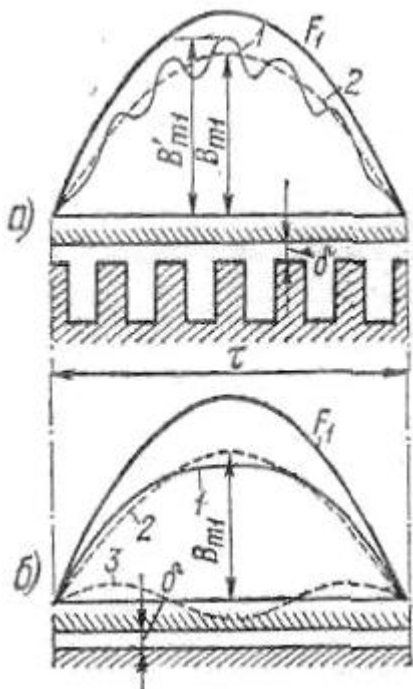
$$K_{ad} = \frac{B_{adm1}}{B_{adm}}; \quad K_{aq} = \frac{B_{aqm1}}{B_{adm}}; \quad K_{ad} = \frac{B_{aqm1}}{B_{aqm}}$$

Ayonsiz qutbli sinxron mashinalarda $K_{ad} = K_{aq} = 1$

2-Rasm. Magnet maydonning yakor reaksiyasini hosil qilgan bo'ylama va magnet induksiyasini tarqalishi ko'ndalang maydonlari yakor reaksiyasini magnet oqimini hosil qiladi.

a)-pazlar mavjud;

b)- magnet o'zak



$$\Phi_{ad} = \frac{2}{\pi} B_{adm1} \tau l_\delta = \frac{2}{\pi} K_{ad} B_{adm} \tau l_\delta$$

$$F_{aq} = \frac{2}{\pi} K_{aq} B_{aqm}$$

Bunday maydon induksiyasini hisobga olgan xolda magnet oqimini formulasini yozishimiz mumkin.

$$\Phi_{ad} = \frac{\mu_o \tau l_\delta}{K_\delta K_{\mu d} \delta} \frac{m\sqrt{2}}{\pi^2} \frac{W_1 K_{q1}}{p} K_{ad} I_d$$

$$\Phi_{ad} = \frac{\mu_o \tau l_\delta}{K_\delta K_{\mu q} \delta} \frac{m\sqrt{2}}{\pi^2} \frac{W_1 K_{q1}}{p} K_{aq} I_q$$

Yakor cho'lg'amining e.yu.k. va induktiv qarshiliklar

Sinxron mashinaning yakor cho'lgami hosil qilgan F_{ad} va F_{aq} magnit oqimlar rotor bilan sinxron tezlikda aylanib yakor cho'lgamida E_{ad} va E_{aq} e.yu.k. larni induktsiyalaydi.

$$E_{ad} = \pi \sqrt{2} f_1 W_1 K_{ch1} F_{ad}; E_{aq} = \pi \sqrt{2} f_1 W_1 K_{q1} \Phi_{aq}$$

Bu e.yu.k. lar bo'ylama va ko'ndalang yakor reaksiyasining e.yu.k lari deb ataladi. Sinxron mashinaning havo bo'shlig'idagi natijaviy magnit oqimini asosiy garmonikasi. $\Phi_{\delta} = \Phi_f + \Phi_{ad} + \Phi_{aq}$

Magnit oqimning asosiy garmonikasi havo bo'shligida $E_{\delta} = E + E_{ad} + E_{aq}$

e.yu.k ni induktsiyalaydi. Bu yerda F_f – qo'zg'otish cho'lg'ami hosil qilgan magnit maydon, E – qo'zg'otish cho'lg'aming magnit maydoni yakor cho'lg'amida induktsiyalagan e.yu.k. Yakor reaksiyasining E_{ad} va E_{aq} eyuk larini quyidagicha ifodalash mumkin

$$E_{ad} = x_{ad} I_d \quad E_{aq} = x_{aq} I_q$$

Bu yerda x_{ad} va x_{aq} simmetrik yuklama ostida ishlayotgan sinxron mashinaning bo'ylama va ko'ndalang yakor reaksiyasini magnit maydoniga to'g'ri keladigan yakor cho'lg'aming o'zinduksiya induktiv qarshiliklari. Bu induktiv qarshiliklarni yakor reaksiyasini bo'ylama va ko'ndalang induktiv qarshiliklari deb ataladi. Magnit oqimning formulasini eyuk ni ifodasiga qo'yib bo'ylama va ko'ndalang induktiv qarshiliklari uchun quyidagi formulani yozishimiz mumkin.

$$X_{ad} = 4mf_1 \frac{\mu_o \tau_{\delta}}{\pi K_{\mu d} K_{\delta} \delta} \frac{W_1^2 K_{q1}^2}{p} K_{ad}; \quad X_{aq} = 4mf_1 \frac{\mu_o \tau_{\delta}}{\pi K_{\mu q} K_{\delta} \delta} \frac{W_1^2 K_{q1}^2}{p} K_{aq}$$

Ayonsiz qutbli sinxron mashinalarda bo'ylama va ko'ndalang o'qlar bo'yicha havo bo'shlig'i bir xil bo'lganligi sababli $K_{ad} = K_{aq}$ bo'lib $x_{ad} = x_{aq}$ bo'ladi, shuning uchun bu ikkala ifodadan x_{ad} ning ifodasidan foydalanamiz. Yakor reaksiyasi qancha kuchli bo'lsa x_{ad} va x_{aq} shunchalik kattalashadi, bu esa sinxron mashinaning statik turg'unligini pasaytiradi. Sinxron mashinalarning yakor cho'lg'amingi sochilma ilashish oqimini $\psi_{\sigma a}$ ham bo'ylamad va ko'ndalang q tashkil etuvchilarga bo'lish mumkin.

$$\psi_{\sigma ad} = \psi_{\sigma a} \sin \psi \quad \psi_{\sigma aq} = \psi_{\sigma a} \cos \psi$$

Ilashish oqimining tashkil etuvchilariga I_d va I_q lar hosil qilinadi. Huddi shunday yakor cho'lg'aming to'la sochilish e.yu.k.si $E_{\sigma a}$ ni ham tashkil etuvchilarga ajratish mumkin.

$$E_{\sigma ad} = E_{\sigma a} \sin \psi = x_{\sigma a} I \sin \psi = x_{\sigma a} I_d \quad E_{\sigma aq} = E_{\sigma a} \cos \psi = x_{\sigma a} I \cos \psi = x_{\sigma a} I_q$$

$E_{\sigma ad}$ va E_{ad} shuningdek $E_{\sigma aq}$ va E_{aq} lar faza bo'yicha mos yo'nalganlari uchun ularni arifmetik qo'shishimiz mumkin.

$$E_d = E_{\sigma ad} + E_{ad} = x_{\sigma a} I_d + x_{ad} I_d = x_d I_d \\ E_q = E_{\sigma aq} + E_{aq} = x_{\sigma a} I_q + x_{aq} I_q = x_q I_q$$

Bu yerda $x_d = x_{ad} + x_{\sigma a}$; $x_q = x_{aq} + x_{\sigma a}$;

E_d va E_q e.yu.k.lar yakor cho'lg'aming bo'ylama va ko'ndalang o'qlar bo'yicha o'z induksiya e.yu.k.lari bo'lib hisoblanadi. Yakor cho'lg'aming bo'ylama va ko'ndalang o'qlar bo'yicha x_q va x_d sinxron induktivliklari qarshiliklari deb ataladi. Bu induktiv qarshiliklar simmetrik yuklamaga ulangan sinxron mashinaning qaror topgan sinxron rejimida aniqlanadi.

Yaqor cho'lg'aming sochilish induktiv qarshiligi $x_{\sigma a}$ x_{ad} sinxron induktiv qarshiliklar va x_{aq} larga nisbatan ancha kichik bo'lganligi sababli sinxron induktiv qarshiliklar x_d va x_q lar xam mashinaning havo bo'shlig'i δ ga bog'liq bo'ladi.

Ma'ruza № 15

Sinxron genratorlarni EYuK tenglamasi

Stator bilan rotor orasidagi magnit induktsiyasining tarqalishi. Magnit oqimni o'zgartirish uchun rotor chulg'amidan o'tgan tok qiymati o'zgartiriladi. Magnit maydoni xosil qilingandan sung mashina birlamchi motor yordamida harakatga keltiriladi. Rotor aylanganda magnit maydonining kuch chiziqlari stator chul-qamining aktiv tomonlarini kesib o'tadi va ularda o'zgaruvchan EYuK hosil qiladi. Asinxron mashinalarda aylanuvchi magnit maydoni stator chulg'amidan o'tadigan uch fazali o'zgaruvchan tok vositasida hosil bo'lsa, sinxron mashinalarda aylanuvchi magnit maydoni rotorni birlamchi motor yordamida hosil bo'ladi. Sinxron generatorning stator chulg'amida hosil bo'lgan o'zgaruvchan EYuK quyidagi asosiy talablarga javob berishi lozim.

- O'zgaruvchan EYuK ning qiymati va chastotasi oldindan belgi-langani standart qiymatga teng bo'lishi.
- O'zgaruvchan EYuK ning egri chiziqli shakli sinusoidaga yaqin bo'lishi lozim.

EYuK ning chastotasi rotorning aylanish tezligi bilan aniqlanadi. Shu sababli o'zgaruvchan tokning chastotasi bir xil bo'lishi uchun rotorning aylanish tezligi (n_1) butun ish davomida bir xilda qolishi lozim. Bu xolda EYuK ning qiymati rotor chul-qamidan o'tadigan tok qiymati bilan aniqlanadi.

Kuchlanishi qiymatini oshirish uchun (aylanish tezligi bir xil bo'lganda) rotor chulg'amidagi tok qiymatini oshirish kifoya, kuchlanishning xaddan tashqari ko'payib ketishi generator va o'zga-ruvchan liniyalar uchun xavflidir. Buzilish koeffitsienti beril-gan EYuK ning ildiz ostiga olingan uchta eng katta asosiy bo'lma-gan garmonika amplituda qiymatlari kvadrati yiqindisining. uning asosiy garmonika amplitudasi qiymatiga nisbatan pro-tsentsda aniqlanadi. 10 dan 1000 kVA gacha generatorlarda nominal kuchlanishda va generator salt ishlaganda bo'zilis koeffitsienti 10% dan quvvati 1000 kVA dan ortiq generatorlarda 5% dan oshmasligi kerak.

2. Generator ishlaganda stator chulg'amida hosil bo'lgan EYuK ning oniy qiymati quyidagicha aniqlanadi. $e = B L v$

Bu yerda L -simning o'zunligi.

v -rotor magnit maydonini aylanish tezligi.

Simning o'zunligi L va rotor magnit maydonining tezligi v o'zgarmasa, hosil bo'lgan EYuK ning o'zgarishi faqat havo oraliqda magnit induktsiyasining tarkalishiga boqliq bo'ladi, ya'ni $ye = B \cdot \text{sonst}$.

Ikki egri chiziq bir egri chiziq (punktir chiziq) ga nisbatan sinusoidaga yaqin. Uch fazali chulg'amda hosil bo'lgan birinchi gar-monika EYuK lari E_{1A} , e_{1V} va e_{1S} fazasi jixatidan o'zaro 120° ga so'rilgan.

$$e_{1A} = E_{1\text{mak}} \cdot \sin \omega t \quad e_{1V} = E_{1\text{mak}} \cdot \sin (\omega t - 120^\circ) \quad e_{1S} = E_{1\text{mak}} \cdot \sin (\omega t + 120^\circ)$$

3. Garmonika EYuK ning chastotasi 3ω ga teng bo'ladi. U xolda uchinchi garmonika EYuK formulasi quyidagicha yoziladi.

$$e_{3A} = E_{3\text{mak}} \cdot \sin 3 \omega t \quad e_{3V} = E_{3\text{mak}} \cdot \sin 3 (\omega t - 120^\circ) = E_{3\text{mak}} \cdot \sin 3 \omega t \\ e_{3S} = E_{3\text{mak}} \cdot \sin 3 (\omega t + 120^\circ) = E_{3\text{mak}} \cdot \sin 3 \omega t$$

Birinchi garmonika uchun $K_k = \sin 90^\circ$

Umuman istalgan garmonika uchun $K_{ko} = \sin 90^\circ$

v -garmonika tartibi

Stator faza chulg'aming EYUK

Yuqorida aytilgandek, sinxron mashinaning stator chulg'ami asinxron mashinalar chulg'amiga o'xshaydi. Stator faza chulg'aming EYuK (E_1) shu chulg'amni tashkil qiluvchi bo'laklarining EYuK lar yigindisiga teng. Bo'lak guruxlarida bo'laklar soni bir xil bo'lib, ularni bir xil magnit kuch chiziqlari kesib o'tadi. Bo'lak gruppalarining hamma bo'laklari ikki tomonidan ikki pazda joylashgan bo'lsa, ularning EYuK lari bir xil yo'naladi, ya'ni fazalari bir xil bo'ladi

U xolda har bir bo'lakda hosil bo'lgan EYuK lar bir-biri bilan qo'shiladi. Bo'lak gruppaning EYuK (E_g) butun q bo'laklarda hosil bo'lgan EYuK arifmetik yiqindisiga teng bo'ladi. $E_g = E_6 \cdot q$

Bo'lak gruppalari ketma-ket ulansa, bir faza chulg'amidagi EYuK quyidagicha aniqlanadi $E_1 = E_g \cdot 2R \quad E_1 = E_6 \cdot 2R$

Bo'lak gruppali q bo'lakdan iborat bo'lganda, bo'lak gruppasining EYuK ayrim bo'laklarda hosil bo'lgan EYuK larning geometrik yigindisi bilan aniqlanadi:

$$\vec{E}_g = \sum_{i=1}^q E_i$$

Vektor diagrammasiga asosan bir pazada birlashgan bo'laklar gruppasiga EYuK ($E_g \cdot q$) tarkalgan

bo'laklar gruppasidagi EYuK (E_t) dan katta bo'ladi. Ularning nisbati $K_t = \frac{l}{E \delta q}$ L chulg'am tarqalish

koeffitsienti deyiladi. Birinchi garmonika uchun chulg'am tarqalish koeffitsienti $K_t = \frac{\sin \frac{180^\circ}{2m}}{q \sin \frac{180^\circ v}{2mq}}$ bilan

aniqlanadi.

Sinxron mashina ishlaganda rotorning aylanma magnit maydoni stator chulg'aming har bir aktiv simiga nisbatan quyi-dagi tezlik bilan xarakatlanadi: $v = 2\tau f_1$

D-stator temir o'zagining ichki diametri

Bunda stator chulg'ami simida hosil bo'lgan EYuK (E_s) ning mak-simal qiymati.

$$E_{s \text{ mak}} = V_{\text{mak}} \cdot L \quad v = V_{\text{mak}} \cdot 2\tau f_1$$

Agar stator bilan rotor orasidagi magnit induktsiyasi sinu-soidal tarkalsa, magnit induktsiyasining o'rtacha qiymati: $V_{\text{urt}} = \frac{2}{\pi} V_{\text{mak}}$

Sinxronlovchi quvvat va moment

Elektr tarmoqi bilan parallel ishlab turgan sinxron generatorning ishlash sharoiti qisman bo'zilganda, u sinxron ishlashi uchun sinxronlovchi quvvat va momentga ega bo'lishi kerak. Elektromagnit moment yoki birlamchi motorning aylantiruvchi momenti bir oz o'zgarsa ham generatorning tarmoq bilan parallel ishla-shini tahminlovchi quvvat sinxronlovchi quvvat deyiladi.

Sinxron mashinada 0 burchagining har qanday o'zgarishi elektromagnit quvvatning shunga mos ravishda o'zgarishiga olib kelishi kerak. Agar 0 burchak kattalashsa, elektromagnit quvvat ham kattalashuvi, kichiklashsa kichiklashuvi lozim. Sinxron mashina $\frac{\Delta P_{\text{эм}}}{\Delta \theta} > 0$ turqin ishlaydi. Ayon qutbli

mashina uchun elektromagnit quvvatning o'sish darajasi 0 burchak bo'yicha birinchi tartibli hosila bilan aniqlanadi.

R-solishtirma sinxronlovchi quvvat yoki sinxronlovchi quvvat koeffitsienti deyiladi.

Sinxronlovchi quvvat egri chizigi punktir bilan chizilgan, shuningdek inxronlovchi moment $m_c = qm_1 U_1 \cos \theta$

0-burchak $\Delta \theta$ ga o'zgarganda $R_s q$ quvvat deyarli o'zgarmaydi $\Delta R_s q = R_s \Delta \theta$ (3.51)

Sinxronlovchi moment $\Delta M_s = m_c \Delta \theta$

Demak, rotorning aylanish tezligi o'zgarsa, generatorni sin-xron ishlatadigan sinxronlovchi quvvat va moment hosil bo'lar ekan. Sinxron motorlar ham sinxronlovchi quvvat va momentga ega bo'ladi.

Sinxron motorning ishlash printsiipi

Sinxron mashinalar generator hamda motor sifatida ishlay oladi. Sinxron motor to'zilishi jixatidan sinxron generatoridan xech qanday farq qilmaydi. Sinxron mashina motor sifatida ish-lashi uchun, uning stator chulg'ami uch fazali elektr tarmoqiga, qo'z-qatish chulg'ami esa o'zgarmas tok manbaiga, yahni qo'zqatkichga ula-nishi kerak. Elektr tarmoqi bilan parallel ishlab turgan sinxron generatorning birlamchi motorining quvvati kamaytirilsa, θ burchagi ham kichiklashadi. Birlamchi motor quvvati mashinaning salt ishlashdagi quvvatigacha kamaytirilsa, θ burchagi nolga teng bo'ladi. U xolda mashinaning EYuK tarmoq kuchlanishiga teng va yo'nalishi qarama-qarshi bo'ladi. Mashina o'qiga biror tormoz-lovchi moment tahsir etsa EYuK $\vec{E}_0$ vektori tarmoq kuchlanishi $\vec{U}_t$ vektoridan keyinda qoladi, u xolda θ burchagi manfiy bo'ladi. Stator chulg'amidan uch fazali tok o'tganda unda

aylanma magnit maydoni hosil bo'ladi. Bu maydon fazoda $n_1 = \frac{60f}{P}$ tezlik bilan aylanadi. Sinxron motorning ishlash printsipli statorda hosil bo'lgan aylanma magnit maydoni bilan rotor magnit qutblari maydonining o'zaro tahsiriga asoslangan. Bu tahsir natija-sida rotorga elektromagnit momenti tahsir etadi

Mashina generator sifatida ishlaganda elektromagnit moment tormozlovchi moment bo'lsa, motor sifatida ishlaganda u aylan-tiruvchi moment bo'ladi. Sinxron motorning ishlash printsiplini yaxshi tushunish maqsadida, uning modeli bilan tanishamiz.

Stator va rotor oralarida havo oraliqi bo'lgan ikkita ayon qutbli magnit sistemalari bilan almashtirilgan. Bu ikkala sis-tema ham aylanadi. Rotor, yahni ichki sistema o'qiga o'rnatilgan. Agar tashqi magnit qutblari sistemasiga (statorga) aylan-tiriluvchi moment M_{em} bilan tahsir etsa u aylanadi. Bunda aylanma magnit maydoni hosil bo'ladi. Bu magnit sistemalardagi har xil ishorali magnit qutblarining magnit boqlanishi sababli tashqi sistemaning aylanishi ichki sistemaga o'zatiladi. Natijada rotor ham tashqi sistemaning aylanishi yo'nalishida aylana bosh-laydi. Mashina, qismlari ishqalanishni hisobga olmaganda tor-mozlovchi moment nolga teng bo'ladi. Bunda tashqi va ichki magnit sistemalarining qutblari bir tomonga bir xil tezlik bilan aylanadi. Sinxron motorda aylanma magnit maydonini uch fazali tok hosil qiladi, θ burchakning qiymati tormozlovchi moment qiy-mati bilan aniqlanadi.

Sinxron motorda stator toki bilan rotor magnit may-donining o'zaro tahsiri natijasida elektromagnit moment hosil bo'ladi. Bu moment aylantiruvchi moment bo'ladi. Elektromagnit quvvati va momenti quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$R_{em} = m_1 \frac{E_0 U^1}{Xd} \sin \theta \quad R_{em} = M_{em} \cdot \omega \quad M_{em} = \sin \theta$$

Ma'ruza № 16

Sinxron mashinada quvvat isrofi va FIK

Tayanch so'z va iboralari: mexanik isrof, magnit isrof, elektr isrof, qo'zqatish chulg'amdagi quvvat isrofi, qo'shimcha quvvat isrofi, salt ishlash isrofi, sinxron mashinaning FIK.

Sinxron mashinalar yordamida elektr energiyasini mexanik energiyaga yoki mexanik energiyani elektr energiyasiga aylan-tirishda mahlum miqdor quvvat isrof bo'ladi. Quvvat isrofi quyidagilardan iborat bo'ladi.

1. Mashinaning aylanadigan qismlarining ishqalinishiga sarflanadigan quvvat, yahni mexanik isrof R_{mex} .
2. Magnitlanish jarayonida quvvat isrofi, yahni magnit isrof R_{mag} stator temir o'zagida gisterezis va uyurma toklar tahsiri natijasida isrof bo'ladi, temir o'zak magnit maydonida kayta magnitlanganda gisterezis xodi-sasi tufayli quvvat isrofi quyidagi formula bilan aniqlanadi. $R_{gis} = Q_{gis}$

$$G \frac{t}{100} \frac{B_{mak}^2}{1000}$$

Bu yerda V_{mk} -magnit induktsiyasi, G-metall massasi (kg)

f-kayta magnitlanish chastotasi

δ_{gis} -po'lat markasiga boqliq koeffitsient (3,2÷4,4).

Uyurma toklar tahsiridagi quvvat isrofi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$R_v = \delta_v G \frac{f B_{mak}^2}{100 1000}$$

Bunda δ_v -temir o'zak materialiga va uning markasiga boqliq o'zgarmas koeffitsient (0,6÷3,6).

3. Tokning issiqlik tahsiri natijasida chulg'amlarda quvvat isrofi, yahni elektr isrof R_e stator chulg'amidan tok utganda elektr isrofi quyidagicha aniqlanadi. $R_e = m_1 I_1^2 R_{75^0}$

Bunda R_{75^0} stator faza chulg'amining 75^0S dagi aktiv qarshiligi.

4. Qo'zqatish chulg'amida quvvat isrofi R_k . Agar qo'zqatkich sinxron mashina o'qiga o'rnatilgan bo'lsa qo'zqatish chul-qamida $U_k I_k$ va umuman qo'zqatkichda quvvat isrofi bo'ladi.

5. Qo'shimcha quvvat isrofi (R_{kush}) statorning ich tomoni tishli, shuning uchun magnit oqimining pulg'slanish nati-jasida rotor sirtida quvvat isrofi bo'ladi. Statorning sochilma magnit oqimi tufayli ham qo'shimcha quvvat isrofi bo'ladi. GOST 183-55 asosida quvvat 100 kVa gacha bo'lgan sinxron mashinalarda qo'shimcha isrof mashina nominal quvvatining 0,5% ga teng qilib olinadi. Mashina ishlaganda umumiy quvvat isrofi.

$$\sum P = P_{mex} + P_{mak} + P_e + P_k + P_{kush}$$

Mexanik isrof, statordagi magnit isrofi va qo'zqatish zan-jiridagi isroflar salt ishlash isrofi deyiladi. Salt ishlashda quvvat isrofi.

$$\sum P_0 = P_{mex} + P_{mak} + P_k$$

Sinxron mashinaning foydali ish koeffitsienti $\eta = \frac{P_2}{P_1} - \frac{P_1 - P}{P_1}$ bilan aniqlanadi. Quyidagi ifodada

$$\text{aniqlash ancha qulaydir} \quad \eta = 1 - \frac{P}{P_2 + P}$$

Bunda $R_2 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1$ generatorning foydali quvvati.

$$\text{Sinxron motorning foydali ish koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi} \quad \eta_m = 1 - \frac{P}{P_1}$$

Bu yerda R_1 -tarmoqdan berilayotgan quvvat $R_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi$

Sinxron generatorning ishlash sharoitlari

Elektr stantsiyalarda bir yoki bir necha sinxron generatorlar o'rnatiladi. Bu generatorlar bir-biri bilan parallel ulanadi. Elektr stantsiyaning quvvati parallel ulangan generatorning nominal quvvatlari yigindisiga teng bo'ladi. Generatorlar parallel ishlaganda istehmolchilar elektr energiyasi bilan yaxshi tahminlanadi. Generatorlar va birlamchi motorlarning foydali ish koeffitsienti faqat ular nominal quvvat yoki unga yaqin quvvat bilan ishlaganda, katta qiymatga erishadi. Elektr stantsiya-larda bir nechta generatorlar o'rnatilganda istehmolchining quvvatiga karab parallel ishlaydigan generatorlar soni aniqlanadi va shu yo'l bilan elektr stantsiyaning tejamliligi ishlashiga erishi-ladi.

Sinxron generatorni ishlab turgan boshqa generatorlar bilan parallel ulash uchun quyidagi asosiy shartlar bajarilishi lozim.

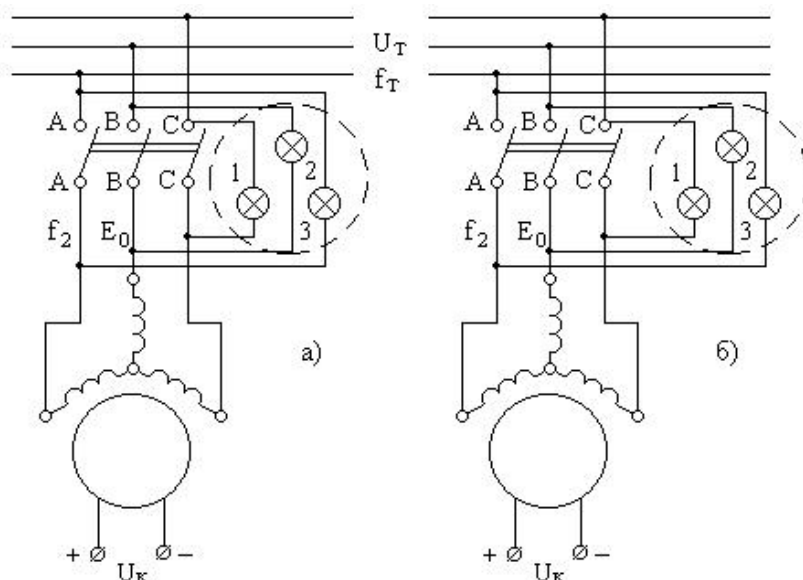
1. Parallel ulanadigan generatorni EYuK (E_0) elektr tarmoqining kuchlanishi (U_1) ga teng va fazasi jihatidan unga nisbatan 180° ga siljigan (yahni teskari fazada) bo'lishi lozim.
2. Parallel ulanayotgan generatorning va elektr tarmogi kuchla-nishining chastotalari o'zaro teng, yahni $f_1 qf_1$ bo'lishi lozim.
3. Parallel ulanayotgan generator qisqichlarida va elektr tarmoqida kuchlanish fazalarining ketma-ketligi bir xil bo'lishi lozim. Uchinchi shart faqat uch fazali sinxron generatorlariga tegishli.

Parallel ulash shartlarining bajarilishi generatorni sin-xronlash deyiladi.

Sinxron generatorlarni parallel ulash usullari

Aniq sinxronlash usuli. Bu usulda parallel ulash shartlari juda aniq bajariladi birinchi va uchinchi shartlar ancha oson bajariladi, lekin ikkinchi shartni bajarish ancha murakkabdir. Generator parallel ulanganda yuqoridagi shartlarni bajarilish vakti, yahni sinxronlash vakti amalda maxsus asbob sinxronoskop yordamida aniqlanadi. Eng oddiy sinxronoskop kompali sinxron-skopdir.

Bir fazali generatorni parallel ulashda ishlatiladigan lampali sinxronoskopning ulanish sxemasi. Odatda tarmoq chasto-tasi o'zgarmaydi. Generator chastotasi birlamchi motorning ayla-nish tezligini o'zgartirish bilan o'zgartiriladi. Generator sin-xronlanayotganda lampalar goh yonib, goh o'chib turadi. Lampalarning yonib uchish vaqti generator chastotasi bilan tarmoq chastotasining farqiga boqliq bo'ladi. Farq qancha oz bo'lsa, lampalar shuncha se-kin yonib o'chadi. Agar parallel ulangan generator va tarmoq kuch-lanishi vektorlari teng va qarama-qarshi yo'nalgan bo'lsa, lampalar yonmaydi shu vaktda chastotalar teng bo'lgan payt bo'ladi. Bu esa uzoq vaqt davom etmaydi. Chastotasi teng bo'lmaganda esa kuch-lanishlar egri chiziqlari faza jixatidan o'zaro siljiganligi uchun kuchlanishlar farq hosil bo'laveradi va lampalar yona bosh-laydi.



1-rasm. Parallel ulanayotgan generator va elektr tarmoqi kuchlanishining chastotalarini o'zaro tengligini sinxronoskop yordamida tekshirish.

Generator va tarmoq kuchlanishining vektorlari ($\omega_t - \omega_g$) burchak tezligi bilan aylanadi. Lampalarda kuchlanish (uchib-yonish) xuddi shunday tezlik bilan o'zgaradi. Sinxron generatorni ishlab turgan generator yoki elektr tarmoqi bilan yuqoridagi shartlarni aniq bajarib sinxronlash aniq sinxronlash deyiladi.

Ma'ruza № 17 Sinxron kompensatorlar REJA:

1. Sinxron motorlar, ularning qo'llanilishi.
2. Sinxron motorni ishga tushirish.
3. Sinxron kompensator.
4. Sinxron mashinalarning maxsus turlari.

Tayanch so'z va iboralar: *Sinxron mashinalar, motor rejimi, ishlab chiqarish, quvvat, moment, turg'unlik, kuchlanish, vektor diagramma, ishga tushirish, sinxron motorlar, kuchlanishni pasaytirish, sinxron rejim, sinxron tezlik, ish xarakteristikasi, salt ishlash, qo'g'atish cho'lg'ami, ayonsiz qutbli, reaktiv quvvat, o'ta qo'zg'atilgan va yetarli qo'zg'atilgan.*

Sinxron motorlar, ularning qo'llanilishi.

Sinxron motor tuzilishi jixatdan sinxron generatordan farq qilmaydi. Sinxron mashina motor sifatida ishlashi uchun uning stator cho'lgami uch fazali elektr tarmog'iga, qo'zgatish cho'lgami esa o'zgaras tok manbaiga, ya'ni qo'zgatgichga ulanishi lozim.

Elektr tarmoq bilan paralell ishlab turgan sinxron generatorning birlamchi motorining quvvati kamaytirilsa, θ burchagi kichiklashadi. Birlamchi motor quvvati sinxron mashinaning salt ishlashidagi quvvatigacha kamaytirilsa θ burchagi xam 0 ga teng bo'ladi. U xolda mashinaning e.yu.k. tarmoq kuchlanishiga teng va yo'nalishi qarama qarshi bo'ladi. Endi mashina o'qiga biror tormozlovchi moment ta'sir etsa e.yu.k. Y_{e0} vektori tarmoq kuchlanishini U_t vektoridan keyinda qoladi. U xolda θ burchagi manfiy bo'ladi.

Bu sharoitda stator cho'lgamlari elektr tarmog'idan tok qabul qiladi. Stator cho'lgamidani uch fazali tok o'tganda unda aylanma magnit maydoni xosil bo'ladi. Bu maydon fazoda $n_1 = \frac{60f}{p}$ tezlik

bilan aylanadi. Bu ifoda asinxron mashinaning statorida xosil bo'lgan aylanma magnit maydon aylanish tezligini aniqlashda xam qo'llaniladi. Sinxron motorning ishlash printsipti statorida xosil bo'lgan

aylanma magnit maydon bilan rotor magnit qutblari xosil qilgan magnit maydonning o'zaro ta'siriga asoslangan.

Sinxron mashina motor sifatida ishlaganda xam elektromagnit momentning θ burchak bilan boglanishi ya'ni $M=f(\theta)$ uning *burchak xarakteristikasi* deyiladi. Motorning burchak xarakteristikasi koordinata sistemasining uchinchi kvadratida chiziladi.

Umuman sinxron mashina uchun chizilgan burchak xarakteristikasining musbat qismi generatorga tegishli bo'lsa, manfiy qismi sinxron motorga tegishli bo'ladi.

Generator sifatida ishlagan mashina uchun aniqlangan o'ta yuklanish imkoniyatini, sinxronlovchi quvvat va moment tushunchalari xamda formulalari sinxron motorga xam tegishli bo'ladi. Sinxron motor nominal yuk bilan ishlaganda θ burchak $20-30^\circ$ orasida o'zgaradi. Sinxron motorning

o'ta yuklanish qobiliyati ya'ni $\frac{M_{\text{ЭММДКК}}}{M_{\text{ЭМНОМ}}} = \frac{1}{\sin \theta} = 2,0 \quad 2,5$ ga teng bo'ladi. Motorda xosil bo'lgan

aylantiruvchi moment tarmoq kuchlanishiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Motorning yuki o'zgarsa, θ burchak o'zgaradi lekin mashinaning rotori agregat inertsiasini tufayli yukning yangi qiymatiga mos vaziyatni tezda ololmaydi va ma'lum vaqt yangi vaziyat atrofida tebranadi. Bu tebranish tezda so'nadi va u yana barqaror ishlab ketadi.

Motorga berilgan kuchlanish va uning quvvati o'zgaras bo'lganda stator cho'lgami tokining qo'zg'atish toki bilan bog'lanishi sinxron motorning *U simon xarakteristikasi* deyiladi. Sinxron mashina stator motor rejimida ishlaganda stator cho'lgamlarida e.yu.k. xosil bo'ladi. Bu e.yu.k. ning kattaligi taxminan tarmoq kuchlanishi U_1 ga teng bo'ladi. Stator cho'lgamining e.yu.k. ni mashinaning umumiy magnit oqimini xosil qiladi. Mashinaning umumiy magnit oqimini esa rotor va statorning magnitlovchi kuchlari xosil qiladi.

Agar tarmoq kuchlanishi $U_1 \approx (-E_1) = \text{sonst}$ bo'lsa mashinada umumiy magnit oqimi F doimo bir xil qiymatga ega bo'ladi. Umumiy magnit oqimini xosil qiluvchi magnitlovchi kuchlardan biri o'zgarsa, ikkinchisi teskari tomonga o'zgaradi, natijada mashinaning magnit oqimi o'zgarmaydi. Qo'zg'atish toki I_q ortganda rotorning magnitlovchi kuchi ortadi, demak statorning magnitlovchi kuchi kamayadi. Sinxron motorning qo'zg'atish toki nominal qiymatidan kichik bo'lganda, u keyinda qoluvchi tok bilan; Katta bo'lganda esa oldinda keluvchi tok bilan ishlaydi.

Sinxron motor rotorning aylanish tezligi p_2 , stator toki I_1 , motorga tarmoqdan berilgan quvvat R_1 foydali aylantiruvchi momenti M_2 xamda quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ va foydali ish koeffitsientining motordan olinadigan foydali quvvat R_2 bilan bog'lanishlari [ya'ni $p_2, M_2, I_1, R_1, \cos \varphi, \eta = f(R_2)$] uning *ish xarakteristikalari* deyiladi. Ish xarakteristikalar tarmoq kuchlanishi va uning chastotasi xamda qo'zg'atish toki o'zgaras bo'lganda tekshiriladi.

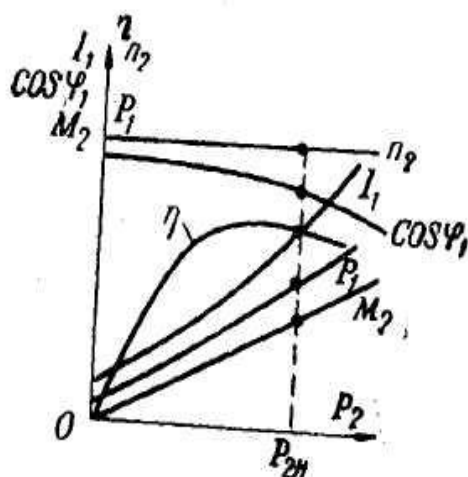
$$\text{Motor toki} \quad I_1 = \frac{P_1}{m_1 U_1 \cos \varphi_1}$$

Foydali R_2 quvvat ortgan sari tarmoqdan olingan tok ham ortib boradi.

Yuklanish $(0,5 \div 0,75) R_2 n$ da motorning foydali ish koeffitsienti eng katta qiymatga ega bo'ladi (1-rasm).

1-rasm

Elektr tarmog'idan sinxron motorga berilgan quvvat uning o'qidan ishchi mexanizmga uzatilgan hamda isrof quvvatlar yig'indisiga teng bo'ladi. Yuk ortishi bilan R_2 ΣR ham ortadi. SHuning uchun R_1 quvvat R_2 nisbatan tezroq ortadi. Boshqacha aytganda, elektr isrof quvvat tokning kvadratiga proporsional. $R_1 = f(R_2)$ bog'lanish yuqori egilgan chiziq ko'rinishida bo'ladi. $\cos \varphi_1 = f(R_2)$ bog'lanish motor salt ishlaganda uning qo'zg'atish tokiga bog'liq bo'ladi. Motor slt ishlaganda $\cos \varphi_1 = 1$ bo'lsa, yuk orta borishi bilan quvvat koeffitsienti kamaya boradi. Yuklanish $(0,5-0,75)$ da motorning foydali ish koeffitsienti eng katta qiymatli bo'ladi.



I_1

ham

Sinxron motor rotorini statorning aylanuvchi magnit maydoni yo'nalishida aylanadi. Rotorning aylanish yo'nalishi tarmoq kuchlanishi ayrim fazalarning ketma-ket kelishi hamda statorda faza chulg'amlarining joylashish tartibi bilan aniqlanadi. Faza simlarining ikkitasi o'zni almashtirilsa rotorning aylanish yo'nalishi o'zgaradi.

Sinxron motorni ishga tushirish

Sinxron motorni to'g'ridan-to'g'ri elektr tarmoqiga ulab, yurgizish mumkin emas, chunki rotorning inertsiya momenti katta, u statorning aylanma magnit maydoni ketidan ergashgan holda aylana olmaydi. Rotor sinxron tezlik bilan aylanganda aylantiruvchi elektromagnit moment doimo bir tomonga yo'naladi. Sinxron motor o'zgaruvchan tok zanjiriga to'g'ridan-to'g'ri ulansa, motor aylanmaydi, chunki elektromagnit moment rotorni sinxron tezlikda aylantira olmaydi.

Sinxron motorni bir necha usul bilan yurgizish mumkin.

A) **Sinxron motorni biror yordamchi motor yordamida ishga tushirish.** Motorni bu usulda yurgizish sinxron generatorni parallel ulashga o'xshaydi. Oldin motor rotorini sinxron tezlikkacha aylantiriladi va magnit maydon hosil bo'lganda u tarmoq bilan sinxronlanadi. So'ngra yordamchi motor elektr tarmoqidan uziladi. Odatda yordamchi motor quvvati sinxron motor quvvatining 5-15% ni tashkil qiladi. Yordamchi motor quvvati kichik, sinxron motor bu usul bilan yuksiz yoki kam yuk bilan yurgiziladi. Odatda yordamchi motor sifatida qutblar soni sinxron motor qutblar sonidan ikkita kam bo'lgan faza rotorli asinxron motor ishlatiladi. Asinxron motor zanjiriga maxsus reostat ulanadi. Hozirgi vaqtda bu usul bilan katta quvvatli sinxron kompensatorlar yurgiziladi.

B) **Sinxron motorni asinxron usulda yurgizish.** Bu usulda rotorning magnit qutblarida maxsus yurgizish cho'lg'ami bo'lgan sinxron motorlar yurgiziladi. Bu chulg'am sinxron generator rotorining tinchlantiruvchi cho'lg'amiga o'xshaydi. 186-rasm da sinxron motorni bu usulda yurgizish sxemasi berilgan. Qo'zg'atilmagan sinxron motor uch fazali tok tarmoqiga ulanadi. Statorning aylanma magnit maydoni rotorning yurgizish chug'amida e.yu.k. hosil qiladi. Qisqa tutashgan sterjenlarda tok hosil bo'ladi. Bu tokni aylanma magnit maydon bilan o'zaro ta'sirida rotor aylanadi. Bu xolda yurgizish cho'lg'ami motorning sinxron ishiga ta'sir etmaydi.

Sinxron motorni bu usulda yurgizishda qo'zg'atish cho'lg'ami ochiq xolda qoldirish mumkin emas. Chunki sinxron tezlik bilan kesib o'tuvchi stator magnit oqimi o'ramlar soni katta bo'lgan qo'zg'atish chulg'amida katta (3000-4000) V e.yu.k. hosil qiladi. Bu esa cho'lg'am izolyatsiyasi uchun va kishilar uchun xavflidir. Bundan saqlanish uchun rotor to'la aylanguncha qo'zg'atish cho'lg'ami o'z qarshiligidan sakkiz o'n marta katta qarshilikka qayta ulagich QU yordamida ulanadi.

Sinxron motorga qo'zg'atish toki berilganda u sinxron ishlab ketadi. Motorning sinxron ishlashini kuzatish uchun rotor zanjiriga ampermetr ulanadi. Ampermetr strelkasi tebranmay qolganda motor sinxron ishlaydi.

Bu usulda sinxron motorni yurgizish paytida tok qiymati ortsa, avtotransformator yordamida kamaytiriladi.

Elektr tarmoqining quvvati katta bo'lsa, sinxron motor to'g'ridan to'g'ri tarmoqqa ulab yurgiziladi.

Ishlab turgan sinxron motorni to'xtatish uchun yuk uzib qo'yiladi, stator toki kamaytiriladi so'ngra tarmoqdan uziladi va razryadlovchi qarshilikka ulanadi.

Sinxron kompensator

Sinxron motorning qo'zg'atish toki nominal qiymatidan kichik bo'lsa, u tarmoq kuchlanishi vektoriga nisbatan keyinda qoluvchi tok bilan ishlaydi. Bunda quvvat koeffitsienti kichik bo'ladi. Agar qo'zg'atish toki nominal qiymatidan katta bo'lsa, u tarmoq kuchlanishi vektoriga nisbatan oldinda keluvchi tok bilan ishlaydi. Bunda tarmoqning quvvat koeffitsienti kattalashadi. Sinxron motorning shu xususiyatidan elektr tarmoqining quvvat koeffitsientini oshirishda foydalanadi.

Sinxron kompensator yengil va yuksiz ishlaydigan sinxron motordir. Bunday motorning qo'zg'atish toki odatdagi sinxron motorning qo'zg'atish tokidan katta bo'ladi.

Kompensator tarmoqqa ulanmasdan oldin iste'molchi tarmoqdan $R = \sqrt{3} UI \cos \varphi$ quvvatni oladi. Sinxron kompensator iste'molchiga parallel ulanganda undagi quvvat isrofi e'tiborga olinmasa, tarmoqdan olingan quvvatning qiymati 0 ga teng deyish mumkin. Shunday qilib istemolchiga sinxron kompensator parallel ulanganda elektr stantsiyalardagi ishlab turgan generatordan elektr uzatish liniyalari orqali keladigan tokning qiymati kamayadi. Sinxron kompensator tarmoqdan iste'molchiga beriladigan reaktiv quvvatni kamaytiradi. Quvvatning aktiv qismi bir hilda qolaveradi. Sinxron

kompensatorlar qo'zg'atish toki nominal qiymatidan kichik bo'lganda ham ishlaydi. Bunda u elektr tarmog'iga fazasi kuchlanish vektoridan keyinda qoladigan reaktiv tok beradi.

Odatda sinxron kompensatorlarning qo'zg'atish toki avtomatik o'zgartiriladi. Sinxron kompensatorning quvvati quyidagicha aniqlanadi: $Q = P_{o'rt}(tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$ (kVar)

Bunda: Q- kompensatsiyalanadigan reaktiv quvvat, $P_{o'rt}$ -bir sutkada korxanaga berilgan o'rtacha aktiv quvvat (kVt), $tg\varphi_1$ - kompensatsiyalashdan oldingi φ_1 burchak, $tg\varphi_2$ - kompensatsiyalashdan keyingi φ_2 burchak.

Sinxron kompensator ham sinxron motor kabi yurgiziladi. Sinxron kompensator yuksiz ishlaydi, shuning uchun yurgizish ancha yengil, yurgizish toki kichik, rotorning to'la aylanib ketish vaqti qisqa bo'ladi.

Maxsus sinxron mashinalar

Reaktiv sinxron motorlar

Reaktiv sinxron motorning statori odatdagi sinxron motor statoridan xech farq qilmaydi. Rotor ayon qutbli bunda qo'zg'atish cho'lg'ami bo'lmaydi. Reaktiv motorning ishlash printsipli bilan tanishish maqadida ayon qutbli sinxron mashinaning elektro magnit momenti formulasiga murojat qilamiz: $M_{em} =$

$$\frac{m_1 U_1 E_0}{\omega_1 x_d} \sin \theta + \frac{m_1 U_1^2}{2 \omega_1} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\theta = M_{ema} + M_{emr}$$

Bunday mashinada magnit maydoni qo'zg'atilmasa ($E_0=0$), mashinaning asosiy elektro momenti (M_{eta}) 0 ga teng bo'ladi. Bunday motorning rotoriga reaktiv elektromagnit ta'sir etadi. $M_{em} =$

$$\frac{m_1 U_1^2}{2 \omega_1} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\theta$$

Demak ayon qutbli sinxron mashina qo'zg'atish cho'lg'ami bo'lmasa xam motor sifatida ishlaydi.

Bunday motor *reaktiv sinxron motor* deyiladi.

Doimiy magnitli sinxron mashinalar

Doimiy magnitli sinxron mashinalarda doim bir tomonga yunalgan kuzgatish maydonini doimiy magnitlar xosil kiladi. Bunday sinxron mashinalarda kuzgatuvchi generator kullanmaganligi sababli ularning f.i.k.lari va ishonchli ishlash boshka sinxron mashinalarga nisbatan ancha yukori.

Doimiy magnitli sinxron mashinalar elektromagnit kuzgatishli mashinalardan induktorli magnit uzaklarning konstruksiyasi Bilan fark kiladi. Elektromagnit kuzgatishli aen kutbli rotorga yulduz urinishdagi doimiy magnitli rotor uxshaydi. Bunday rotorda (63-11) magnit 1 alyumin kotishma 2 yerdamida Valga 3 maxkamlashadi. Doimiy magnitli sinxron mashinalarda buladigan elektromagnit jaraenlarni urganish uchun utgan mavzularda kurib utilgan. Elektromagnit kuzgatishli sinxron mashinalarning nazariyasini kullash mumkin.

Gisterezisli sinxron motorlar

Gisterezisli sinxron motorlarda kuzgatish magnit maydoni rotorning magnit uzagidagi koldik magnit okim xisobiga xosil buladi. Magnitelektrikli sinxron mashinalardan, gisterezisli sinxron mashinalarni ishga tushirish jaraenida rotorlari yakor (stator) chulgami xosil kilgan aylanuvchan rotorlari maxsus kurilmalar yerdamida magnitlantirilgan magnit maydoni ta'sirida Yana magnitlanishi bilan fark kiladi. Ishga tushirish jaraenida sirpanishning xar kanday kiymatlarida xam gisterezisli motorlarda bir ixl kattalikdagi elektromagnit moment xosil buladi. Agar bu moment karshilik momentidan kata bulsa motor, sinxron tezlikka erishadi. SHuning uchun kichik kuvvatli bir necha vattgacha gisterezisli motorlar texnikaning tugri soxalarida keng kullaniladi. Katta inertsion momentga ega bulgan kurilmalarni (giroskoplar) aylantirishda boshka turdagi elektr mashinalarga nisbatan gisterezisli motorlarning keng imkoniyatlari mavjud.

Ma'ruza № 18

O'zgarmas tok mashinalari

Reja:

1. O'zgarmas tok mashinalarining qo'llanilishi.
2. O'zgarmas tok mashinalarining tuzilishi.
3. O'zgarmas tok mashinalarining ishlash printsiplari.
4. o'zgarmas tok mashinalarining magnit zanjirini xisoblash.

Tayanch suzlar va iboralar. Stator, yakor, asosiy kutb uzagi, yarmo, kuzgotish chulgami, elektrotexnik pulat, magnit okim, kollektor, shetkalar.

O'zgarmas tok mashinalarining qo'llanilishi.

Elektr mashinalar yordamida mexanik energiyani elektr energiyasiga va aksincha elektr energiyani mexanik energiyaga shuningdek, elektr energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantirish mumkin. Mexanik energiyani elektr energiyaga o'zgartirish maqsadida elektr generatorlardan foydalaniladi. Generatorlarni bug', gidravlik va gaz turbinalar, ichki yonar dvigatellar va boshqa dvigatellar yordamida harakatga keltiriladi. Ko'pincha elektr stantsiyalarida ishlab chiqarilgan elektr energiya yana turli mashina va mexanizmlarni harakatga keltirish uchun mexanik energiyaga aylantiriladi. Bunday maqsadlarda elektr dvigatellardan foydalaniladi.

Tokning turiga asosan elektr mashinalar o'zgarmas va o'zgaruvchan tok mashinalariga bo'linadi. Elektr mashinalar vattning juda kichik qiymatidan million kilovattgacha va undan yuqori quvvatlarda tayyorlanadi. Ko'p qo'llaniladigan elektr mashinalarda energiyaning o'zgarishi magnit maydon taosirida bo'ladi. SHuning uchun ularni induktiv elektr mashinalar deyiladi. SHuningdek, energiyani elektr maydon taosirida ham o'zgartirish mumkin, bunday elektr mashinalarini sig'imli elektr mashinalar deyiladi, lekin bunday mashinalar ko'p tarqalmagan. Magnit maydon yordamida elektr maydonga nisbatan ming martagacha katta energiya hosil qilinishi mumkin. Bir xil o'lchamli induktiv va sig'imli elektr mashinalaridan induktiv mashinalar yordamida ancha katta quvvatga erishish mumkin. Elektr mashinaning asosiy elementi bo'lib hisoblangan ferromagnit o'zaklar yordamida kuchli magnit maydon hosil qilish mumkin. O'zgaruvchan magnit maydonlarda uyurma toklarini kamaytirish maqsadida magnit o'zaklar yuqqa elektrotexnik po'lat tunukalardan tayyorlanadi. Elektr mashinalarining chulg'amlari ham asosiy elementlardan hisoblanib, mis, alyuminiy va ularning qotishmalaridan iborat bo'lgan elektrotexnik materiallardan tayyorlanadi. CHulg'amlarni himoyalash maqsadida, turli elektr himoyalash materiallardan foydalaniladi. Elektr mashinalar generator va dvigatel rejimida qo'llanilishi mumkin. Elektr mashinalarida energiyaning o'zgarishi quvvat isroflari bilan bog'liq, shuning uchun elektr mashinalarining foydali ish koeffitsientlari 100% dan kichik bo'ladi. Katta quvvatli elektr mashinalarining FIK i $98 \div 99.5\%$ ga teng bo'lib, quvvati 10 Vt gacha bo'lgan elektr mashinalariniki $20 \div 40 \%$ gacha bo'ladi.

Elektr mashinalarni quvvatlariga nisbatan quyidagi guruhlariga bo'lish mumkin:

0.5 kVt gacha juda kichik mashinalar yoki mikromashinalar;

$0.5 \div 20$ kVt - kichik quvvatli mashinalar;

$20 \div 250$ kVt o'rtacha quvvatli mashinalar va 250 kVt dan ortiq quvvatli mashinalarga katta quvvatli mashinalar.

O'zgarmas tok mashinasining tuzilishi

Oddiy o'zgarmas tok mashinasining sxematik ko'rinishi 31-rasmda ko'rsatilgan. O'zgarmas tok mashinalari asosan ikki qismdan iborat: qo'zg'almas qismi stator va aylanadigan qismi yakordan iborat. Stator o'z navbatida yarmodan, asosiy qutb o'zagidan, qo'zg'atish chulg'amidan, qo'shimcha qutblardan, qo'shimcha qutb chulg'amlardan va boshqa konstruktiv elementlardan iborat.

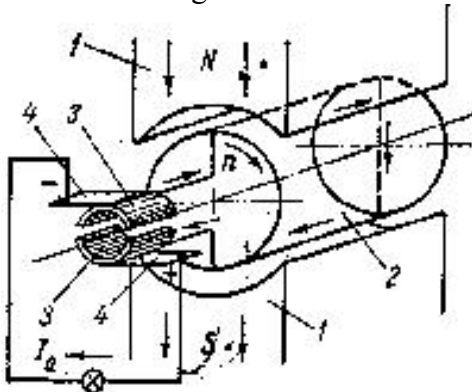
O'zgarmas tok mashinalarining asosiy qutblarini magnit o'zagi asosan qalinligi $0.5 \div 1$ mm bo'lgan elektrotexnik po'latdan yig'iladi ba'zi hollarda konstruktiv po'latlardan ham tayyorlanishi mumkin.

Elektr mashinalarning magnit o'zaklari issiq holda juvalangan E41, E42, E43 markali yoki sovuq holda juvalangan E310, E320, E330 markali elektrotexnik magnit yumshoq po'latlardan tayyorlanadi.

Keyingi paytlarda elektr mashinasozlik zavodlarida elektr mashinalarning magnit o'zaklarini tayyorlashda sovuq holda juvalangan E310, E320, E330 markali po'latlar keng qo'llanilmoqda.

Elektr mashinalarning magnit o'zaklaridagi induksiya asosan 1,2–1,5 Tl, issiq holda juvalangan po'latlar uchun 1,5–1,7 Tl ni va magnit o'zagi sovuq holda juvalangan po'latdan tayyorlangan magnit o'zaklarda induksiya 1,0–1,5 Tl ni tashkil etadi.

Magnit oqimi statsionar rejimlarda o'zgarmasdan qolganligi sababli o'zgarmas tok mashinalarida asosiy qutb magnit o'zaklarining tunukalari bir-biridan laklar bilan himoya qilinmaydi.



1-rasm. Oddiy o'zgarmas tok mashinasi

1. Asosiy qutb o'zaklari; 2. yakor'; 3. kollektor plastinalari; 4. cho'tkalar.

Katta quvvatli o'zgarmas tok mashinalari-ning o'tish jarayonlarini yaxshilash maqsadida aso-siy qutb o'zagining havo bo'shlig'iga yaqin qismida pazlar frezalanib, bu pazlarga kompensatsiya-lovchi chulg'am sektsiyalari joylashtiriladi. Bu sek-tsiyalar o'zaro ketma-ket ulanib, cho'tkalar orqali yakor chulg'ami bilan ham ketma-ket ulanadi. Qo'-shimcha qutb o'zaklari yaxlit o'zakdan tayyorlanadi va ikkita asosiy o'zaklar o'rtasiga joylashtiriladi. Qo'shimcha qutb chulg'amlari kommutatsiya jarayonini yaxshilashga xizmat qiladi, shuning uchun kompensatsiyalovchi chulg'amlarga o'xshash yakor chulg'ami bilan ketma-ket ulanadi. O'zgarmas tok mashinalarining qo'zg'atish chulg'amlari misdan tayyorlanib, asosiy qutb o'zaklariga o'rnatiladi, yaxshiroq sovutish uchun chulg'amni bir necha qismlarga bo'linib, qismlar orasida sovutish kanallari hosil qilinadi. O'zgarmas tok mashinasining qo'zg'atish chulg'ami yordamida asosiy magnit oqim hosil qilinadi.

O'zgarmas tok mashinasining yakori quyidagi elementlardan: valdan, magnit o'zakdan, kollektordan, chulg'amdan va boshqa yordamchi elementlardan iborat. O'zgarmas tok mashinasining vali konstruktiv po'latdan tayyorlanadi. Yakorning magnit o'zagi qalinligi $0.35 \div 0.5$ mm bo'lgan elektrotexnik po'lat tunukalaridan yig'iladi, tunukalar bir-biridan maxsus izolyatsiyalovchi laklar bilan qoplanadi, lakning qalinligi yakorning kuchlanishiga bog'lik. Yakorning magnit o'zagini yaxshiroq sovutish maqsadida yakorning o'qi bo'yicha magnit o'zak alohida paketlarga bo'linadi. Magnit o'zakning o'rta qismini sovutish qiyin bo'lganligi uchun o'zakning o'rtasida joylashgan paketlarni o'lchami kichik bo'ladi. Yakorning paketlarga bo'lingan magnit o'zagini sovutish uchun radial va aksial sovutish kanallaridan foydalaniladi. Bu kanallarning kengligi 10 mm gacha bo'ladi. Yakorning chulg'amlari misdan tayyorlanadi. Chulg'amlarni tayyorlash uchun chulg'amning yoyilgan sxemasi chiziladi, g'altaklarning boshi va oxiri kollektor tunukalariga ulanadi. Kollektor o'zgarmas tok mashinalarida mexanik to'g'rilagich vazifasini bajaradi.

O'zgarmas tok mashinalarida kollektor misdan tayyorlangan alohida kollektor tunukalaridan yig'iladi, so'ngra valga o'rnatiladi. Kollektor tunukalari orqali o'zgarmas tok ge-neratorlaridan elektr quvvat isteomolchilarga elektr cho'tkalar orqali uzatiladi, dvigatel rejimida esa cho'tkalar orqali yakor chulg'amiga elektr quvvati keltiriladi. Yakorning valiga o'zgarmas tok mashinalarining sovutish sistemasini yaxshilash maqsadida havo purkagichi (ventilyator) o'rnatiladi. Katta quvvatli o'zgarmas tok mashinalarida podshipniklar alohida shitlarga o'rnatiladi. Katta quvvatli o'zgarmas tok mashinalarida magnit o'zak segmentlar ko'rinishidagi elektrotexnik tunukalaridan yig'ilishi mumkin. O'zgarmas tok mashinalarning yarmosi uning korpusi ham bo'lib hisoblanadi. Mashinaning yarmosi asosan konstruktiv po'latdan tayyorlanadi, ba'zi hollarda yarmoni tayyorlash uchun cho'yan ham ishlatiladi.

O'zgarmas tok mashinalarida, shuningdek, cho'tkalar o'rnatiladigan cho'tka ushlagichlardan foydalaniladi. Cho'tkalarni kollektor yuzasiga tegib turishini taominlash uchun po'lat prujinalar

qo'llanadi. Kollektorning yuzasi cho'tkaning sirpanishi va cho'tka bilan kollektor orasidagi baozi hollarda hosil bo'ladigan uchqunlar taosirida tez yemiriladi, yemirilgan kollektorni maxsus tekkislash stanoklarida tekislanadi.

O'zgarmas tok mashinalarining ishlash printsiplari

Bizga ma'lumki, o'zgarmas tok mashinasining stator va yakorlarining magnit o'zaklari ferromagnit materiallardan tayyorlanadi. O'zgarmas tok mashinasining yakorini aylantirilganda, qo'zg'atish chulg'ami hosil qilgan asosiy magnit maydon kuch chiziqlari bilan kesishgan yakor chulg'amlarida elektr yurituvchi kuch induksiyaalanadi. Yakor chulg'amidagi elektr yurituvchi kuchning yo'nalishi o'ng qo'l qoidasi yordamida aniqlanadi. Magnit maydon o'zgarmas bo'lganligi sababli chulg'amdagi elektr yurituvchi kuch aylanish elektr yurituvchi kuchi deb ataladi. Yakor chulg'amining bitta o'tkazgichidagi elektr yurituvchi kuch

$$e_{ym} = B \ell V$$

bu yerda: V - xavo bo'shligidagi magnit maydon induksiya;

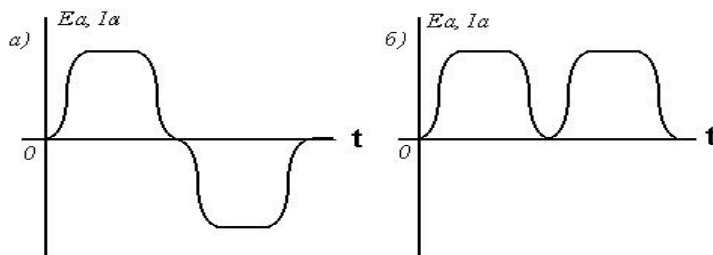
ℓ - o'tkazgichning uzunligi; $V = 2\pi r n$ - o'tkazgichning chiziqli tezligi.

Sektsiyaning o'tkazgichlari simmetrik bo'lganligi sababli, ularda bir xil kattalikdagi elektr yurituvchi kuchlar hosil bo'lib, ular kontur bo'yicha qo'shiladi va chiziqli tezlik bilan aylanayotgan yakor chulg'amining bitta o'ramidagi elektr yurituvchi kuch quyidagicha bo'ladi:

$$E_y = 2e_{ym} = 2B \ell V$$

Yakor chulg'amlari navbatma-navbat shimoliy va janubiy qutb o'zaklari ostida bo'lganligi sababli hosil bo'lgan elektr yurituvchi kuch o'zgaruvchan xarakterga ega bo'ladi (2.a-rasm). Elektr yurituvchi kuchning tarqalish formasi vaqtga bog'liq ravishda induksiya V ning havo bo'shlig'i bo'ylab tarqalish xarakteriga o'xshash bo'ladi. Lekin yakor chulg'amidagi o'zgaruvchan tok kollektor yordamida o'zgarmas tok ko'rinishiga keltirilib, tashqi zanjirga uzatiladi. Haqiqatan ham yakor bilan birga kollektor 90° ga burilganda yakorni o'tkazgichlaridagi e.y.k ning yo'nalishini o'zgarishi bilan bir vaqtda cho'tkalar ostidagi kollektor plastinalari ham almashadi. SHuning uchun yuqoridagi cho'tka ostidagi kollektor plastinasi doim shimoliy qutb o'zagi ostidagi joylashgan o'tkazgich bilan ulangan bo'lib, pastdagi cho'tka ostida joylashgan kollektor plastina bilan esa janubiy qutb o'zagi ostida joylashgan o'tkazgich ulangan bo'ladi. SHunday qilib, kollektor yordamida yakor chulg'amidagi o'zgaruvchan tok to'g'rilanib, tashqi zanjirga o'zgarmas tok ko'rinishida uzatiladi. Yakor chulg'amidagi tokning o'zgarish egri chizig'ini (2,a-rasm) abstsissa o'qining pastidagi yarim davrini ishorasini o'zgartirib, tashqi zanjirdagi tok va kuchlanishning egri chizig'ini hosil qilishi mumkin (32,b-rasm). Tashqi zanjirdagi tokning pulosatsiyalanishi kamaytirish uchun ancha murakkab konstruksiyada tayyorlangan yakor chulg'ami va kollektor qo'llaniladi. Ikki qutbli mashinalarda elektr yurituvchi kuchning chastotasi yakorning aylanishlar soniga teng $f=n$. Agar mashinada juft qutblar soni r bo'lsa, u holda elektr yurituvchi kuchning chastotasi $f = rn$ bo'ladi.

Faraz qilaylik, yakori nominal tezlik bilan aylanayotgan o'zgarmas tok mashinasini ko'zg'atish va yakor chulg'ami o'zgarmas tok manbaiga ulangan bulsin yoki qutb o'zaklari o'zgarmas magnitlardan iborat bo'lsin. Qo'zg'atish chulg'ami hosil qilgan magnit kuch chiziqlari havo bo'shlig'ini kesib o'tadi va yakorning chulg'amida elektr yurituvchi kuchni induksiyaalaydi. Yakor chulg'amidagi kuchlanish yakor tokini hosil qiladi. Bu tok o'zining magnit oqimini hosil qiladi. Yakorning magnit oqimi bilan qo'zg'atish chulg'amining magnit oqimlarini o'zaro taosiri natijasida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi.

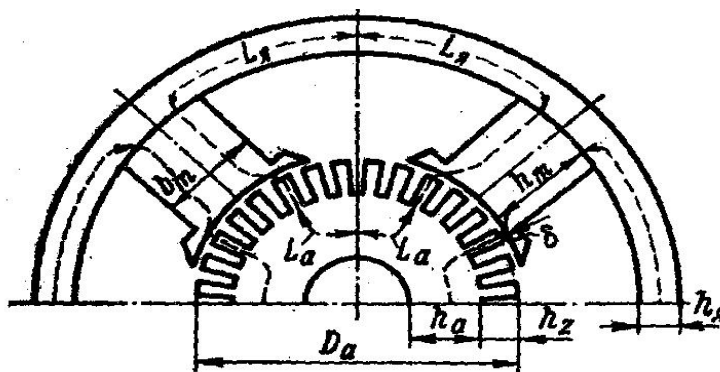


2 - rasm. Tok va elektr yurituvchi kuchni egri chiziqlari
a) yakordagi, b) tashqi zanjirdagi

Agar bu moment valga qo'yilgan statik momentdan katta bo'lsa, yakor asta sekin aylana boshlaydi va ishlab chiqarish mexanizmini harakatlantiradi. O'zgarmas tok mashinasining bu rejimi dvigatel rejimi deb ataladi. O'zgarmas tok mashinasidan elektr energiyasini olish uchun ya'ni generator rejimida ishlashi uchun uning valiga birlamchi dvigatel (elektr dvigatellar, ichki yonar dvigatellari va h.k.) yordamida aylantiruvchi moment ya'ni mexanik quvvat beriladi. Mexanik quvvat taosirida aylanayotgan yakorning chulg'amlari qo'zg'atish chulg'ami hosil qilgan magnit maydon kuch chiziqlarini kesib o'tadi va yakor chulg'amlarida elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi. Agar bu chulg'amga cho'tkalar yordamida isteomolchi ulansa bu chulg'am orqali elektr toki oqa boshlaydi va isteomolchiga elektr energiyasi beriladi.

O'zgarmas tok mashinalarining magnit zanjirini hisoblash

O'zgarmas tok mashinalarini loyihalashda havo bo'shlig'idagi magnit oqim bilan ko'zg'atish toki orasidagi bog'lanishni aniqlash lozim bo'lib qoladi, shuning uchun uning magnit zanjiri hisoblanadi. O'zgarmas tok mashinalarining asosiy magnit oqimi deb havo bo'shlig'idagi magnit oqim F_δ ga aytiladi, bu magnit oqim yakor chulg'amidagi elektr yurituvchi kuchni induksiya qiladi. O'zgarmas tok mashinalarining magnit zanjirini salt ishlash rejimi uchun hisoblanadi. O'zgarmas tok mashinalarini magnit zanjiri simmetrik bo'lganligi sababli va barcha qutblar ostidagi magnit oqim bir xil kattalikga teng bo'lganligi uchun magnit zanjirini hisoblashni bir juft qutb o'zaklari davomida bajariladi. O'zgarmas tok mashinalarining magnit zanjiri 3-rasmda ko'rsatilgan, bu rasmda punktir chiziqlar yordamida o'rtacha magnit kuch chiziqlari ko'rsatilgan.



3-rasm. O'zgarmas tok mashinasining magnit zanjirini sxemasi

Magnit zanjirni hisoblash uchun to'la tok qonunini qo'lash mumkin:

$$\oint H d\ell = \sum i$$

bu yerda, N - magnit maydon kuchlanganligi; $d\ell$ - magnit kuch chiziqlarini elementar uzunligi; $\sum i$ - magnit chizig'i bilan qamrab olingan to'la tok.

Bu integralni hisoblash murakkab bo'lganligi sababli, o'zgarmas tok mashinasining magnit zanjirini elementar bo'laklarga bo'lib hisoblash usuli qo'llanilishi mumkin. Bu usulda mashinaning magnit zanjirini havo bo'shlig'iga, yakor tishlari, yakor magnit o'zagiga, qutb o'zaklari va yarmo kabi bo'laklarga bo'linib, murakkab yechimga ega bo'lgan integral mashinaning har bir bo'lagidagi magnit maydon kuchlanganliklarini yig'indisi bilan almashtiriladi. Bunda har bir bo'lakdagi magnit maydon kuchlanganligi shu bo'lakni har bir nuqtasida bir xil qiymatga ega deb hisoblanadi.

$$2N_\delta \delta \quad 2H_z h_z \quad 2H_a L_a \quad 2H_m h_m \quad 2H_{ya} L_{ya} = 2W_q i_q$$

bu yerda: δ , h_z , L_a , h_m , L_{ya} - lar havo bo'shlig'i, tishlar zonasi, yakor magnit o'zagi, asosiy qutb o'zagi va yarmodagi magnit kuch chiziqlarining o'rtacha uzunligi; N_δ , N_z , H_a , H_m , H_{ya} - havo bo'shlig'i, tishlar zonasi, yakor magnit o'zagi, asosiy qutb o'zagi va yarmodagi magnit maydon kuchlanganligi.

Bo'laklarning magnit yurituvchi kuchlari F - magnit maydon kuchlanganligi orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$F = HL$$

Bundan foydalanib mashinaning magnit yurituvchi kuchi uchun biz quyidagi ifodani yozishimiz mumkin:

$$2F_\delta + 2F_z + 2F_a + 2F_m + 2F_{ya} = 2F_q = 2W_q i_q$$

bu yerda: W_q - qo'zg'atish chulg'amlarining o'ramlar soni; i_q - qo'zg'atish toki.

Yakorning tishlar zonasini magnit yurituvchi kuchi

Havo bo'shlig'idagi magnit maydonga o'xshash murakkab xarakterda tarqalgan maydon bu tishlar zonasidagi maydon hisoblanadi (4-rasm).

Yakorning tishlar bo'linmasini magnit maydoni: $F_t = V_\delta t_1 \ell_\delta$

bu yerda: t_1 – tishlar bo'linmasining eni; ℓ_δ – havo bo'shlig'ining uzunligi.

Bu oqim ikki bo'lakka bo'linadi:

$$F_t = F_{zx} + F_{px} \quad (10-9)$$

bu yerda: F_{zx} – tish orqali oqib o'tayotgan oqim; F_{px} – paz orqali oqib o'tayotgan oqim;
 x - hisoblash koordinatasi.

Bu bo'lakdagi magnit maydonni hisoblash qiyin bo'lganligi sababli amaliy hisoblashlarni qanoatlantiruvchi Simpson usulidan foydalaniladi. Bu usulda tishni balandligi bo'yicha uchta qismga bo'linib, har bir bo'lakning ko'ndalang kesimidagi maydon kuchlanganligi hisoblanadi. Tishlar zonasidagi magnit yurituvchi kuch

$$F_z = H_z h_z$$

bu yerda:
$$H_z = \frac{(H_{z1} + 4H_{z2} + H_{z3})}{6}$$

H_{z1} - tishning ustki qismidagi magnit maydon kuchlanganligi; H_{z2} - tishning o'rta kesmidagi magnit maydon kuchlanganligi; H_{z3} - tishning pastki kesimidagi magnit maydon kuchlanganligi; h_z - tishning, balandligi.

Tishlarning ko'ndalang kesimlarini ixtiyoriy nuqtalarida maydon kuchlanganligini o'zgarmas deb qabul qilinadi.

Yakor, qutblar va yarmo magnit o'zaklaridagi magnit maydon

Yakor, qutb va yarmo o'zaklaridagi magnit maydonlar nisbatan kichik bo'lganligi sababli, ularning maydon kuchlanganliklarini tajribalar yordamida keltirib chiqarilgan formulalar yordamida hisoblash mumkin. Yakorning magnit o'zagida magnit maydon ikkiga bo'linadi, o'zakdagi magnit maydonning o'rtacha induktsiyasi

$$B_a = \frac{\Phi_\delta}{2l_n h_a K_n}$$

bu yerda: l_n - magnit o'zakning uzunligi; h_a - magnit o'zak balandligi; K_p - po'latni to'ldirish koeffitsienti.

Yakorning magnit o'zagidagi magnit maydonning hisoblab topilgan induktsiyasiga asosan magnit o'zakni tayyorlashda qo'llanilgan elektrotexnik po'latning magnitlanish egri chiziqlaridan foydalanib, yakorning magnit o'zagidagi H_a va boshqa elementar bo'laklardagi maydon kuchlanganliklarini aniqlash mumkin. Yakor o'zagidagi magnit yurituvchi kuch

$$F_a = H_a L_a$$

bu yerda: N_a - yakor o'zagidagi maydon kuchlanganligi; L_a – yakor o'zagidagi magnit kuch chizig'ining uzunligi.

Qo'zg'atish chulg'ami hosil qilgan maydonning bir qismi havo bo'shlig'i orqali o'tmasdan konstruktiv elementlar orqali oqib o'tib sochilish magnit oqimini F_σ hosil qiladi. Qutblar va yarmo magnit o'zaklaridagi magnit maydonni hisoblashda qo'zg'atish chulg'ami hosil kilgan sochilish magnit maydonini ham hisobga olish kerak.

Asosiy qutb o'zagidagi induktsiya

$$V_m = \frac{\sigma \Phi_\delta}{\ell_m \epsilon_m K_n}$$

bu yerda:
$$\sigma = 1Q \frac{\Phi_\sigma}{\Phi_\delta}$$

σ - magnit maydonni sochilish koeffitsienti bo'lib, bu koeffitsient o'zgarmas tok mashinalari uchun $1,10 \div 1,25$ ga teng.

ℓ_m , ϵ_m , - asosiy qutb magnit o'zagining uzunligi va eni; K_p - o'zakning to'ldirish koeffitsienti.

Asosiy qutb o'zagidagi magnit yurituvchi kuch $F_m = H_m h_m$

bu yerda - N_m – qutb o'zagining maydon kuchlanganligi; h_m – qutb o'zagining balandligi.

Yarmodagi magnit yurituvchi kuchni aniqlash uchun yarmoning magnit maydon induktsiyasini

hisoblaymiz:
$$B_y = \frac{\sigma \Phi_\delta}{2l_y h_y}$$

bu yerda l_a - yarmoning yakor o'qi bo'yicha uzunligi; h_{ya} - yarmoning balandligi.

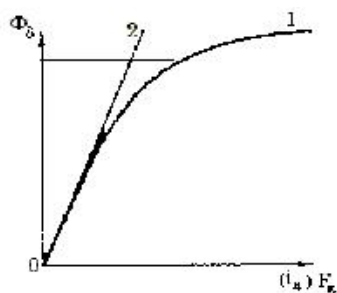
$$F_{ya} = H_{ya} L_{ya}$$

N_{ya} - yarmodagi maydon kuchlanganligi; L_{ya} - yarmodagi magnit kuch chizig'ining o'rtacha uzunligi.

Mashinaning to'la magnitlovchi kuchi va magnit tavsifi

O'zgaras tok mashinasining magnit zanjirini elementar bo'laklaridagi magnit yurituvchi kuchlarni qo'shib, bitta qutbga to'g'ri keladigan to'la magnit yurituvchi kuchni aniqlaymiz.

$$F_q = F_\delta + F_z + F_a + F_m + F_{ya}$$



6-rasm. O'zgaras tok mashinasining magnit tavsifi

Havo bo'shlig'idagi magnit maydonning bir qator qiymatlariga F_q ni hisoblab $F=f(F_q)$ tavsifini chizish mumkin. Bu tavsifga (6-rasm) o'zgaras tok mashinasining magnitlanish yoki magnit tavsifi deyiladi.

Elektr mashinasining magnit zanjirini to'yinish darajasini to'yinish koeffitsienti K_μ yordamida aniqlash mumkin.

$$K_\mu = 1 + \frac{F_z + F_a + F_m + F_{ya}}{F_\delta}$$

Agar magnit xarakteristikaning boshlanish qismiga urinma o'tkazilsa, bu urinma (36-rasm 2-chiziq) $\Phi_\delta = f(F_\delta)$ bog'lanishni ifodalaydi. Magnitlanish xarakteristikalarining 1 va 2-chiziqlarini abstsissa o'qi bo'yicha farqlari magnit zanjirning ferromagnit bo'laklaridagi magnitlovchi kuchlarning yig'indisiga teng.

Magnit zanjiri to'yinmagan elektr mashinalarini tayyorlash uchun konstruktiv materiallari ko'p sarflanganligi sababli magnit zanjiri to'yingan mashinalarga nisbatan og'ir bo'ladi. SHuningdek, magnit zanjiri kuchli to'yingan mashinalarni ishlab chiqarish uchun qo'zg'atish chulg'omini tayyorlashda ko'proq rangli metallning sarflanishini va qo'zg'atish magnit oqimini hosil qilishga elektr quvvatni ko'proq sarflashni talab qiladi. Umuman ishlab chiqarilayotgan elektr mashinalarining to'yinish koeffitsienti $K_\mu = 1.2 \div 1.35$ ga teng va baozi hollarda $K_\mu = 1.7 \div 2.2$.

Ma'ruza № 19

O'zgaras tok mashinalarida yakor reaksiyasi

Reja:

1. O'zgaras tok mashinalarida yakor reaksiyasi
2. Yakor reaksiyasini xisoblash.
3. Kollektor plastinalari orasidagi kuchlanish.

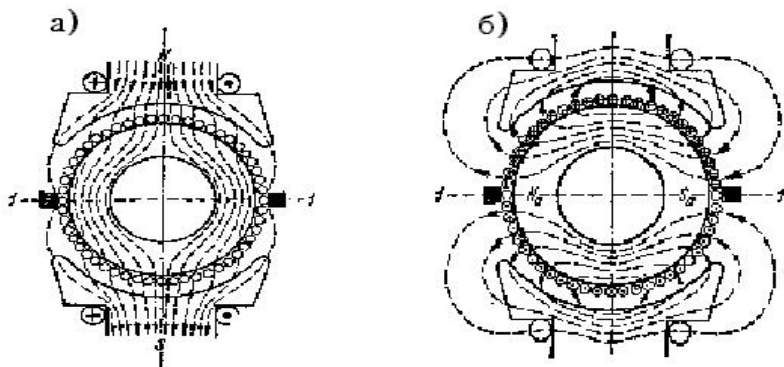
Tayanch suzlar va iboralar. SHetkalar, geometrik netral chizigi, maydon kuch chiziklari, kutb uzagi, yakor reaksiyasi, kollektor plastinkasi, kompensatsiyalovchi chulg'am, generator rejim, dvigatel rejim.

O'zgaras tok mashinalarida yakor reaksiyasi

Biz o'tgan mavzularda yakor chulg'ami orqali tok oqmagan yaoni salt ishlash rejimi uchun o'zgaras tok mashinasining havo bo'shlig'idagi magnit maydonni (1,a-rasm) ko'rib o'tgan edik. Agar yakor chulg'ami isteomolchiga ulangan bo'lsa, u holda bu chulg'am orqali elektr toki oqib o'tadi va o'zining magnit maydonini hosil qiladi. Mashinaning cho'tkalari geometrik neytral chizig'ida o'rnatilgan bo'lsa, yakor chulg'aming magnit maydon kuch chiziqlari qutb o'zaklarining o'qiga ko'ndalang yo'nalgan bo'ladi (1,b-rasm). Elektr mashinaning validagi elektromagnit moment qo'zg'atish va yakor chulg'amlari hosil qilgan magnit maydonlarning o'zaro taosiri natijasida hosil bo'ladi. Demak, yakor va qo'zg'atish chulg'amlari o'zgaras tok mashinasining umumiy maydonini hosil qilishar ekan.

Yakor chulg'ami hosil qilgan magnit maydon qo'zg'atish chulg'ami hosil qilgan magnit maydonni ko'rinishini va kattaligini sezilarli darajada o'zgartiradi, bu holga o'zgaras tok mashinasining yakor reaksiyasi deb ataladi. Yuqorida aytganimizdek, cho'tkalar kollektor yuzasida geometrik neytral chizig'ida o'rnatilgan bo'lsa, yakor reaksiyasining maydon kuch chiziqlari qutb

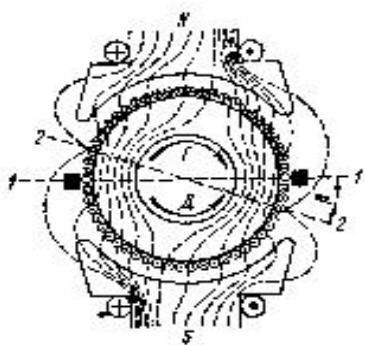
o'qiga ko'ndalang yo'nalgan bo'ladi, shuning uchun bunday holga yakorning ko'ndalang reaksiyasi deb ataladi.



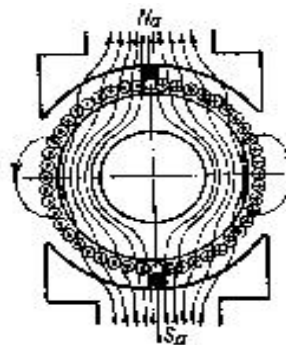
1-rasm. Qo'zg'atish chulg'amingi (a) va yakorning (b) magnet maydonlari

Yakorning ko'ndalang reaksiyasi qutb o'zagining birinchi yarmida asosiy magnet maydonni kuchaytirsa (3-rasm) ikkinchi yarmida kuchsizlantiradi. Yakorning ko'ndalang reaksiyasi taosirida mashinaning yakor yuzasidagi induksiya nolga $V=0$ teng bo'lgan nuqtalardan o'tgan geometrik neytral chizig'i β burchakka buriladi, bu chiziqqa mashinaning fizik neytral chizig'i deb ataladi (2-rasm).

O'zgarmas tok mashinasining generator rejimida geometrik neytral chizig'i yakorning aylanish yo'nalishi bo'yicha, dvigatel rejimida esa, qarama-qarshi tomonga buriladi. Yakorning ko'ndalang reaksiyasi qutb o'zagi tagida joylashgan o'tkaz-gichlarning bir qismida bir tomonga yo'nalgan elektr yurituvchi kuchni hosil qilsa, ikkinchi qismida boshqa tomonga yo'nalgan elektr yurituvchi kuchni induksiylaydi, bu elektr yurituvchi kuchlarning yig'indisi doim nolga teng.



2-rasm. Cho'tkalari geometrik neytral chizig'ida o'rnatilgan elektr mashinaning umumiy magnet maydoni



3-rasm. Bo'yлама yakor reaksiyasining magnet maydoni

Agar elektr cho'tkalar geometrik neytral chizig'idan 90° ga burilgan bo'lsa (3-rasm), u holda yakor chulg'ami hosil qilgan magnet maydon kuch chizig'lari qutb o'zagining o'qiga parallel yo'naladi. Shuning uchun yakorning bunday reaksiyasiga bo'yлама yakor reaksiyasi deb ataladi. Yakor chulg'amingi hosil qilgan magnet maydoni yakor chulg'amidagi tokning yo'nalishiga asosan, asosiy magnet oqimga magnitlovchi va magnitsizlantiruvchi taosir ko'rsatishi mumkin. Yakor chulg'ami hosil qilgan maydonlarning o'zaro taosiri natijasida elektromagnet moment hosil bo'lmaydi va cho'tkalarda induksiylangan elektr yurituvchi kuch ham nolga teng. Ko'pincha elektr cho'tkalar geometrik neytral chizig'ida o'rnatiladi, lekin ba'zi hollarda cho'tkalar aniq shu chiziqqa o'rnatilmasligi ya'ni, bu chiziqdan ma'lum burchakka burilishi ham mumkin. U holda yakor reaksiyasini bo'yлама va ko'ndalang tashkil etuvchilarga bo'lib o'rganiladi.

Yakor reaksiyasini hisoblash

Yakor reaksiyasini hisoblashni soddalashtirish maqsadida quyidagi shartlarni qabul kilamiz:

1. Yakorning magnit o'zagini tashqi yuzasida pazlar yo'q;

2. Yakor chulg'amining o'tkazgichlari yakor yuzasida bir xil tarqalgan;

Yakor reaksiyasini hisoblash uchun ham magnit o'zakni hisoblashda qo'llanilgan to'la tok qonunidan foydalanamiz.

$$\oint Hdl = \sum i$$

bu yerda: H - maydon kuchlanganligi; $\sum i$ - uchastkalardagi toklar; dl - uchastka uzunligi.

Bu masalani yechishda mashinaning magnit zanjirini to'yinishini hisobga olmaymiz. Magnit zanjiri to'yinmagan mashinalarda yakorning ko'ndalang reaksiyasi qutb o'zagi ostidagi magnit maydonining kattaligiga taosir ko'rsatmasdan faqat formasiga taosir ko'rsatadi. To'yingan magnit sistemali o'zgaras tok mashinalarida yakor reaksiyasi qutb o'zagingning bir qismida magnit maydonni kuchaytirib boshqa qismida kuchsizlantiradi.

Yakor reaksiyasining havo bo'shlig'idagi asosiy magnit maydonga taosirini 4-rasmdan ko'rishimiz mumkin. Havo bo'shlig'idagi qo'zg'atish magnit maydonini tarqalishini 1-egri chiziq va 2-egri chiziq yakor reaksiyasining maydon induksiya'sini havo bo'shlig'idagi tarqalishini xarakterlaydi. To'yinmagan magnit sistemali o'zgaras tok mashinalarining havo bo'shlig'idagi magnit maydonlarining yig'indisi bo'lib, xisoblangan umumiy maydonning o'zgarish xarakterini aniqlovchi 3-egri chiziqni 1 va 2-egri chiziqlarning har bir nuqtadagi ordinatalarini qo'shib hosil qilamiz. Mashinaning magnit o'zagini to'yinishini hisobga olinganda umumiy maydon punktir bilan belgilangan 4-egri uzilgan chiziq ko'rinishida o'zgaradi. SHuning uchun to'yingan magnit sistemali o'zgaras tok mashinalarda ko'ndalang yakor reaksiyasi qutb o'zaklarining magnit maydonini bir oz kamaytiradi, yaoni asosiy magnit oqimga magnitsizlantiruvchi taosir ko'rsatadi deyiladi.

Ma'ruza № 20

Genratorlar

Reja:

1. O'zgaras tok mashinalarining generator usulida ishlashi.
2. O'zgaras tok generatorlarining moment tenglamalari.
3. O'zgaras tok generatorlarining kuchlanish tenglamalari.

Tayanch suzlar va iboralar. Qo'zg'atish chulg'ami, parallel, ketma-ket, aralash, moment tenglamalari, kuchlanish tenglamalari mexanik burchak, shetkalardagi kuchlanishni tahlil qilish.

O'zgaras tok mashinalarining generator usulida ishlashi

Ishlab chiqarish korxonalarida asosan o'zgaruvchan tok qo'llanilishiga qaramasdan O'zgaras tok generatorlari ham turli korxonalarda transportda va qurilmalarda hozirgacha qo'llanilmokda. Bunday hollarda o'zgaras tok generatorlarining yakorlari elektrodvigatellar, par turbinalari yoki ichki yonar dvigatellari yordamida aylantiriladi.

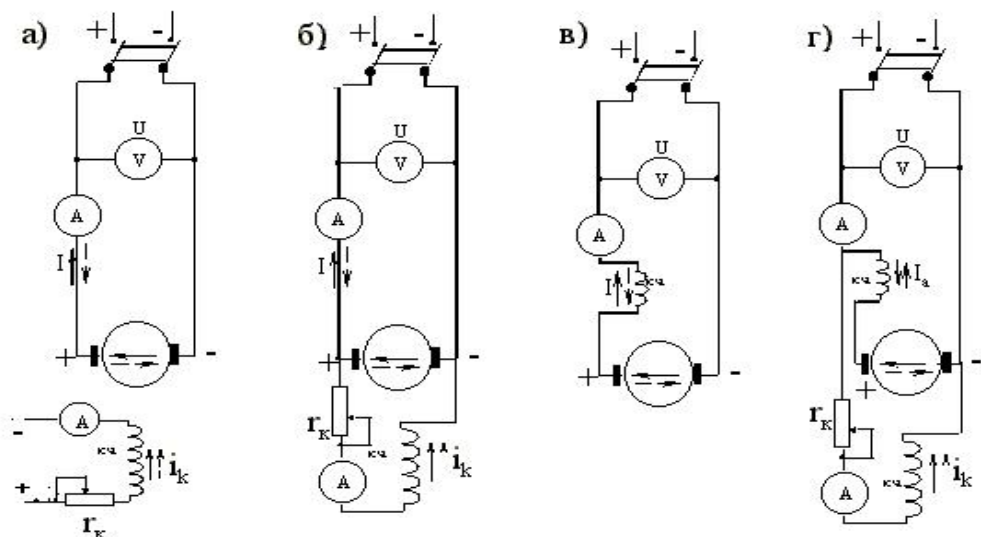
O'zgaras tok generatorlari qo'zg'atish usuliga asosan ikki turga bo'linadi:

1. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgaras tok generatori
2. O'zini-o'zi qo'zg'atuvchi o'zgaras tok generatori

Mustaqil qo'zg'atishli o'zgaras tok generatorlari (1,a-rasm) elektromagnitli va mangitoelektrikli o'zgaras tok generatorlariga bo'linadi. Elektromagnitli o'zgaras tok generatorlarining qo'zg'atish chulg'amiga qo'zg'atish toki akkumlyator batareyasidan yoki o'zgaras tok manбайдan olinadi. Magnitoelektrikli o'zgaras tok generatorlarini asosiy magnit maydoni doimiy magnit o'zaklar yordamida hosil qilinadi. o'zini-o'zi qo'zg'atuvchi o'zgaras tok generatorlarida asosiy maydonni hosil qilish uchun, elektr mashinaning o'zida hosil -qilingan elektr energiya sarflanadi. Elektromagnit qo'zg'atishli o'zgaras tok mashinalarining nominal quvvatini $0,3 \div 5$ %foizini qo'zg'atish magnit oqimini xosil qilish uchun sarflanadi. o'zini-o'zi qo'zg'atuvchi o'zgaras tok generatorlari qo'zg'atish chulg'amini yakor chulg'ami bilan ulanish usuliga asosan quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1.Parallel qo'zg'atishli yoki shuntli (1,b-rasm);
2. Ketma-ket qo'zg'atishli yoki seriesli (1,v-rasm);

3. Aralash qo'zg'atishli (1,g-rasm).

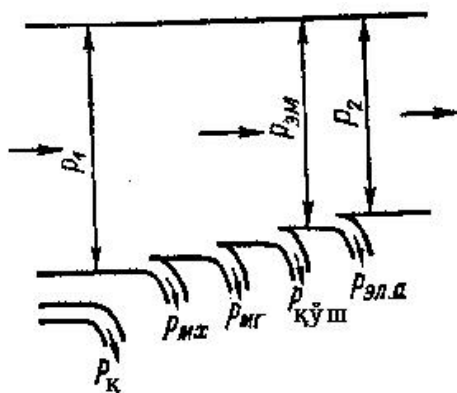


Rasmlardagi uzluksiz yoy bilan generator rejimida va uzilgan yoy bilan dvigatel rejimida ishlayotgan o'zgaras tok mashinasining yakor chulg'amidagi toklarning yo'nalishlari ko'rsatilgan.

Aralash qo'zg'atishli o'zgaras tok generatorlarining asosiy qutb o'zagiga yakor chulg'ami bilan parallel va ketma-ket ulangan parallel va ketma-ket qo'zg'atish chulg'amlari o'rnatiladi. Parallel va ketma-ket qo'zg'atish chulg'amlar bir-biri bilan mos yoki qarama-qarshi ula-nishi mumkin. Aralash qo'zg'atish chulg'amli o'zgaras tok mashinalarining chulg'amlari bir-biri bilan ko'pincha mos ulanadi.

Parallel qo'zg'atish chulg'amli generatorlarda qo'zg'atish chulg'ami yakor chulg'ami bilan parallel ulangan bo'lib, qo'zg'atish toki nominal tokning $1 \div 5\%$ ni tashkil etadi. Ketma-ket qo'zg'atishli o'zgaras tok generatorlarida qo'zg'atish chulg'ami yakor chulg'ami bilan ketma-ket ulanib, qo'zg'atish toki iste'molchi tokiga teng bo'ladi. Parallel va mustaqil qo'zg'atish chulg'amli o'zgaras tok generatorlarining qo'zg'atish tokini o'zgar-tirish uchun qo'zg'atish zanjiriga reostat ulanadi. Ko'pincha katta quvvatli o'zgaras tok generatorlari mustaqil qo'zg'atish chulg'amli variantda tayyorlanadi.

Kichik va o'rtacha quvvatli o'zgaras tok mashinalari asosan parallel qo'zg'atish chulg'amli variantda tayyorlanadi. Ketma-ket qo'zg'atish chulg'amli o'zgaras tok mashinalari uncha keng tarqalmagan bo'lib, asosan transport mexanizmlarini 'arakatga keltirish mao'sadlarida foydalaniladi. Mustaqil qo'zg'atish chulg'amli o'zgaras tok generatorini energetik diagrammasi qo'yidagi ko'rinishda bo'ladi (2-rasm).



2-rasm. Mustaqil qo'zg'atishli generatorning energetik diagrammasi

Birlamchi dvigateldan generatorning valiga berilayotgan R_1 mexanik quvvatning mexanik R_{mx} , magnet R_{mg} va qo'shimcha $R_{qo'sh}$ isoflaridan qolgan qismi yakorda elektromagnit quvvatni hosil qiladi. Yakordagi elektromagnit quvvatning bir qismi yakor zanjiridagi (yakor chulg'ami, qo'shimcha qutblar, kompensatsiyalovchi chulg'amlar) quvvat isroflarini qoplashga sarflanadi. Elektromagnit quvvatning qolgan qismi iste'molchiga uzatilayotgan foydali quvvat bo'lib hisoblanadi.

$$P_2 = P_1 - P_{mx} - P_{mag} - P_{qo'sh} - P_{ela}$$

O'zgaras tok generatorlarining moment tenglamalari

O'zgaras tok generatorlaridagi quvvatni mexanik burchak tezlikga bo'lib, aylantiruvchi moment tenglamasini hosil qilamiz: $M_{ayl} = M_o + M_{em}$

bu yerda: $M_{ayl} = R_l / \Omega$ bo'lib, birlamchi dvigateldan generatorning valiga uzatilayotgan aylantiruvchi moment $M_{em} = \frac{P_{\Sigma M}}{\Omega}$

M_{em} -yakorning elektromagnit momenti; M_o -quvvat isroflariga proporsional bo'lgan salt ishlash momenti.

O'tish jarayonlarida o'zgaras tok generatorlarining valida shuningdek dinamik moment ham hosil bo'ladi: $M_{din} = j \frac{d\Omega}{dt}$

Bu yerda j - generatorning aylanayotgan qismlarini inertsion momenti.

SHunday qilib o'tish jarayonida o'zgaras tok generatorlarining validagi moment

$$M_{ayl} = M_o + M_{em} + M_{din}$$

+aror topgan rejimda esa dinamik moment nolga teng: $M_{din} = 0$

O'zgaras tok generatorlarining kuchlanish tenglamasi

O'zgaras tok generatorining yakor cho'tkalaridagi kuchlanish, yakor chulg'amidagi elektr yurituvchi kuchdan yakor chulg'amidagi kuchlanishning aktiv pasayishi va cho'tkalardagi kuchlanishning pasayishiga farq qiladi. $U = E_a - I_a r_a - 2\Delta U_{ch}$

Bu yerda: $E_a = S_e F_b n$ ga teng bo'lib, yakor chulg'amlaridagi elektr yurituvchi kuch; $I_a r_a$ - yakor chulg'amida kuchlanishning pasayishi; r_a -yakor chulg'aming aktiv qarshiligi; $2\Delta U_{ch}$ - yakor chulg'amidan kollektor orqali ikkala qutb cho'tkalari yordamida elektr energiyani uzatishda cho'tkalar bilan kollektor orasidagi kontakt yuzalarida kuchlanishning pasayishi.

Ko'pincha o'zgaras tok generatorlarining kuchlanish tenglamasini quyidagicha ham yozish mumkin. $U = E_a - I_a R_a$

bu yerda: R_a - yakor chulg'aming to'la qarshiligi bo'lib, $R_a = r_a + r_{ch}$; r_{ch} -cho'tkaning aktiv qarshiligi.

Ma'ruza № 21

Kommutatsiyani yaxshilash usullari

Reja:

1. O'zgaras tok mashinalirda kommutatsiya jarayoni
2. Kommutatsiya jarayoni turlari.
3. Kommutatsiya jarayonini yaxshilash usullari.

Tayanch suzlar va iboralar. Kommutatsiya jaraeni shetkalaridagi uchkunlanish, kommutatsiya davri, maggnit okimi, asosiy kutb, kushimcha kutb, tarkalish magnit okimi, kompensatsiyalovchi chulg'am.

O'zgaras tok mashinalirda kommutatsiya jarayoni

O'zgaras tok mashinalarining yakor chulg'amidagi sektsiyalarning bir parallel tarmoqdan ikkinchi parallel tarmoqqa o'tishi va undan oqayotgan tokning yo'nalishini o'zgarishiga kommutatsiya jarayoni deb ataladi. Kommutatsiya jarayonida sektsiyalar cho'tkalar orqali qisqa tutashtiriladi. Qisqa tutashtirilgan sektsiyalardagi yakor toki cho'tkalar yordamida tashqi zanjirga uzatiladi yoki qabul qilinadi. O'zgaras tok mashinasining kollektori bilan cho'tka orasida bo'lib o'tadigan hodisalar kommutatsiya jarayoniga va mashinaning ishiga katta taosir ko'rsatadi. Umuman kommutatsiya jarayoni yaxshi o'tayotgan o'zgaras tok mashinalarining cho'tkasi bilan kollektori orasida kuchsiz uchqun bo'lishi mumkin. CHunki kuchli uchqunlar cho'tka va kollektor yuzalarini buzadi va elektr mashinasining uzoq muddat ishlashini taominlamaydi. Elektr mashinlardagi uchqunlanish sabablarini elektromagnit va mexanik sabablarga bo'lish mumkin.

Elektromagnit sabablar, elektr mashinalarning ichidagi elektromagnit jarayonlar bilan bog'lik. Mexanik sabablarga kollektor yuzasini notekisligi, cho'tkani kollektor yuzasiga moslab

tekislanmaganligi, kollektorni tebranishi va hokazolar kiradi. Kollektor va cho'tka orasidagi uchqunlanishni quyidagi 5 klassga bulish mumkin: 1) 1; 2) $1\frac{1}{4}$; 3) $1\frac{1}{2}$; 4) 2; 5) 3;

O'zgaras tok elektr mashinalarining hamma ish rejimlarida bu klasslardan kollektor va cho'tkalar orasida $1; 1\frac{1}{4}; 1\frac{1}{2}$; klasslardagi uchqunlanishlarni bo'lishi ruxsat etiladi. Qolgan klasslarda esa qisqa muddatli ishlashga ruxsat beriladi.

Kommutatsiya jarayoni turlari

Yakor chulg'aming sektsiyasini cho'tka yordamida qisqa tutashtirilib turgan vaqtga kommutatsiya davri deb ataladi. Oddiy sirtmoqsimon chulg'amli o'zgaras tok mashinalarida kommutatsiya davri (1-rasm):

$$T_k = \frac{\theta_u}{V_k};$$

u yerda: θ_u - cho'tkaning eni; V_k - kollektorning aylanma tezligi.

Murakkab sirtmoqsimon chulg'amlarda m ta oddiy sirtmoqsimon chulg'am bo'lganligi sababli kommutatsiya davrini aniqlashda oddiy sirtmoqsimon chulg'amlarning sonini hisobga olish kerak. Oddiy sirtmoqsimon chulg'amlardagi kommutatsiya jarayonini o'rganish uchun kommutatsiya jarayonida ishtirok etayotgan zanjir uchun Kirxgofning ikkinchi qonunini qo'llab kommutatsiya tenglamasini yozamiz:

$$ir_c + i_1(r_n + r_{u1}) - i_2(r_n + r_{u2}) = \Sigma e$$

$$\text{bu yerdan } i = \frac{r_{u2} - r_{u1}}{r_c + 2r_n + r_{u2} + r_{u1}} i_a + \frac{e}{r_c + 2r_n + r_{u2} + r_{u1}}$$

bu yerda i - kommutatsiyalanayotgan sektsiyadagi tok; i_1 va i_2 -lar sektsiyani kollektorga ulovchi o'tkazgichlardagi va kollektordagi toklar; Σe -kommutatsiya jarayonida ishtirok etayotgan sektsiyada induktsiyalangan o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchlarining yig'indisi; r_c, r_n, r_{u1}, r_{u2} - sektsiyani, "petushok"ni birinchi va ikkinchi cho'tkalarining aktiv qarshiliklari.

Kommutatsiya jarayoni kommutatsiya tok i, i_1, i_2 larining vaqt bo'yicha o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Kommutatsiyalanayotgan sektsiyani r_n, r_c qarshiliklari juda kichik bo'lganliklari sababli ularni o'zgaras deb hisoblash mumkin, lekin cho'tkalarining aktiv qarshiliklari r_{u1}, r_{u2} lar kommutatsiya tokining kattaligiga va harakteriga bog'lik ravishda juda murakkab qonuniyat asosida o'zgaradilar.

Kommutatsiya tokining o'zgarish xarakteriga asosan tezlashgan va sekinlashgan kommutatsiya jarayoni bo'lishi mumkin. Sekinlashgan kommutatsiya jarayonida cho'tka va kollektor orasida uchqun juda kuchsiz bo'ladi. Umuman amalda o'zgaras tok mashinalarini ishlab chiqarishda oz-moz tezlashgan kommutatsiya jarayoni bo'lib o'tishini taominlovchi tadbirlar o'tkaziladi. Kommutatsiya jarayoni uchun tuzilgan tenglamani yechib, kommu-tatsiya tokining kattaligini aniqlashimiz mumkin. Kommutatsiya toki ikkita tashkil etuvchidan iborat bo'lib, birinchisi kommutatsiya tokining asosiy tashkil etuvchisi bo'lib, yuklama tokiga bog'liq, ikkinchi tashkil etuvchisi esa, qo'shimcha tashkil etuvchi deb hisoblanadi va kommutatsiyalanayotgan sektsiyaning elektr zanjirini aktiv qarshiligiga va elektr yurituvchi kuchlarini yig'indisiga bog'liq. Kommutatsiya tokining qo'shimcha tashkil etuvchisini kattaligi kommutatsiya jarayonining harakteriga juda kuchli taosir ko'rsatadi, shuning uchun o'zgaras tok mashinasini ishlab chiqarishda bu tashkil etuvchini umuman yo'qotish yoki kamaytirish tadbirlarini bajarish lozim.

Kommutatsiya jarayonini yaxshilash usullari

Kommutatsiya jarayonini yaxshilash uchun eng avvalo kollektor va cho'tka apparatini xolatini yaxshilash zarur, yaoni kollektor va cho'tka orasidagi uchqunlanishning mexanik sa-bablarini taosirini pasaytirish kerak. Quyida biz kommutatsiya jarayonini yaxshilashning elektromagnit sharoitlarini ko'rib chiqamiz. Buning uchun: 1) qo'shimcha qutblar yordamida kommutatsiyalovchi elektr yurituvchi kuchni hosil qilish; 2) reaktiv elektr yurituvchi kuchni kamaytirish; 3) kommutatsiya jarayonida

ishtirok etayotgan sektsiyaning elektr zanjirini aktiv qarshiligini ko'paytirish kabi tadbirlarni bajarish zarur.

Hozirgi ishlab chiqarilayotgan o'zgarmas tok mashinalarida qo'shimcha qutblar yordamida kommutatsiyalovchi magnit oqimini hosil qilish kommutatsiya jarayonini yaxshilashning asosiy usuli bo'lib hisoblanadi.

Qo'shimcha qutblar ikkita asosiy qutb o'zagining o'rtasida yarmoga boltlar yordamida mahkamlanadi. Qo'shimcha qutb chulg'aming magnitlovchi kuchi F_{qq} yakor reaksiyasining magnit maydoniga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, uni to'liq kompensatsiyalaydi va kommutatsiyalovchi magnit maydonni hosil qiladi. Bunday maydonni hosil qilish uchun qo'shimcha qutb chulg'amlari bir - biri bilan ketma-ket ulanib yakor chulg'ami bilan ham elektr cho'tka yordamida ketma-ket ulanadi. Qo'shimcha qutb o'zaklari to'yinmagan rejimda ishlashga hisoblanadi, shuning uchun elektr mashina nominal yuklama bilan ishlaganda qo'shimcha qutb o'zagi ostidagi havo bo'shlig'ida magnit maydon induktsiyasi 0.8-1.0 Tl dan katta bo'lmaydi. O'zgarmas tok mashinasining yarmosini o'ta to'yinishdan saqlash maqsadida asosiy qutb o'zagidagi magnit maydon induktsiyasi 1,3 Tl dan ortmasligi kerak. Qo'shimcha qutb magnit o'zaklari yaxlit po'latdan yoki po'lat tunukalardan tayyorlanadi. Qo'shimcha qutb o'zaklarining chulg'amlarini sochilish magnit oqimini kamaytirish uchun uni yakor chulg'amiga yaqin joylashtiriladi. Katta quvvatli o'zgarmas tok mashinalarida qo'shimcha qutb o'zaklari ostidagi havo bo'shlig'i ikkiga bo'linib, qo'shimcha qutb magnit o'zagi bilan yarmo o'rtasiga magnit oqimini o'tkazmaydigan prokladka qo'yiladi. Nominal quvvati $R_n > 0,3$ kVt bo'lgan barcha o'zgarmas tok mashinalarida qo'shimcha qutblar o'rnatilishi mumkin. Ko'pincha qo'shimcha qutblar soni asosiy qutblar soniga teng bo'ladi, quvvati 2 - 2,5 kVt gacha bo'lgan mashinalarda asosiy qutblar sonidan ikki marta oz bo'lishi ham mumkin.

1.2. Amaliy mashg'uloti materiallari

1-AMALIY MASHG'ULOT TRANSFORMATORNING ASOSIY PARAMETRLARINI ANIQLASH

Mashg'ulot maqsadi: Transformator chulg'amlarining EYuKlarini magnit yurituvchi kuchlar qiymatlariga asosan transformatorni to'la quvvati va quvvat isroflarini hisoblash

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (1-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta	Vaqt 4 soat	
Mashg'ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg'ulot	
Transformatorning to'la quvvatini va kuchlanishlar tenglamasini aniqlash.	1. Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov: «transformator», «o'zak», «birlamchi chulg'am», «ikkilamchi chulg'am», «quvvatlar» v a x.k. 3.Savollar beriladi: «Transformatorni chulg'amlari hosil qilgan magnit maydon transformatorning ish rejimi o'zgarganda o'zgaradimi?». «Transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti nimalarga bog'liq?». Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo'yicha bilimlarni to'lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo'yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko'nikmalarini o'rgatish.		Amaliy mashg'ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • transformatorga ta'rif berish; •transformator qismlariga ta'rif berish; • transformator turlari; • nominal kattaliklari; •transformatsiya koeffitsienti; •transformator quvvati va FIK.
Ta'lim berish usullari		Blits-so'rov
Ta'lim berish vositalari		Amaliy mashg'ulot bo'yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.
Ta'lim berish shakllari		Frontal ish, guruxda ish olib borish.
Monitoring va baxolash		Hisobot va yakkama-yakka javob.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(Nº1-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «transformator», «o'zak», «birlamchi chulg'am», «ikkilamchi chulg'am», «quvvatlar» va x.k.ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: «Transformatorni chulg'amlari hosil qilgan magnit maydon transformatorning ish rejimi o'zgarganda o'zgaradimi?».«Transformatorning transfor-matsiyalash koeffitsienti nimalarga bog'liq?». 1.4.Guruhda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi xaqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izohlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruhda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAkuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

2-AMALIY MASHG'ULOT

YUKLAMA BILAN ISHLAYOTGAN TRANSFORMATORNING EKSPLUTATSION XARAKTERISTIKALARINI HISOBLASH

Mashg'ulot maqsadi: Transformatorning istemolchilarini xarakteriga asosan uning quvvat isroflarini va foydali shi koeffitsientini hisoblash

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (2-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 6 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
Transformatorning foydali ish koeffitsientini hisoblash	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «salt ishlash rejimi», «qisqa tutashuv rejimi», «yuklama rejimi», «FIKi», «quvvat koeffitsienti» v a x.k. 3.Savollar beriladi: « Nima uchun kuchlanishni o’zgartirish talab qilinadi?». « Kuchlanishni o’zgartirish uchun transformatorni qaysi parametrlari o’zgartiriladi?». «Transformatorni kuchlanishini o’zgartirish usullarini sanab bering?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.	Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • transformator salt ishlash rejimi; •transformator qisqa tutashuv rejimi; • transformator turlari; • nominal kattaliklari; •quvvat koeffitsienti; •transformator quvvat isroflari va FIK.	
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(№2-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasini to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «salt ishlash rejimi», «qisqa tutashuv rejimi», «yuklama rejimi», «FIKi», «quvvat koeffitsienti» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: « Nima uchun kuchlanishni o'zgartirish talab qilinadi?». « Kuchlanishni o'zgartirish uchun transformatorni qaysi parametrlari o'zgartiriladi?». «Transformatorni kuchlanishini o'zgartirish usullarini sanab bering?». 1.4.Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi xaqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izohlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. Yakuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

3-AMALIY MASHG'ULOT

TAJIRIBA MA'LUMOTLARI ASOSIDA TRANSFORMATORNING ASOSIY PARAMETRLARINI HISOBLASH

Mashg'ulot maqsadi: Transformator chulg'amlarining EYuKlarini magnit yurituvchi kuchlar qiymatlariga asosan transformatorni to'la quvvati va quvvat isroflarini hisoblash

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (1-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta	Vaqt 4 soat	
Mashg'ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg'ulot	
Transformatorning to'la quvvatini va kuchlanishlar tenglamasini aniqlash.	1. Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov: «transformator», «o'zak», «birlamchi chulg'am», «ikkilamchi chulg'am», «quvvatlar» v a x.k. 3.Savollar beriladi: «Transformatorni chulg'amlari hosil qilgan magnit maydon transformatorning ish rejimi o'zgarganda o'zgaradimi?». «Transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti nimalarga bog'liq?». Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo'yicha bilimlarni to'lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo'yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko'nikmalarini o'rgatish.		Amaliy mashg'ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • transformatorga ta'rif berish; • transformator qismlariga ta'rif berish; • transformator turlari; • nominal kattaliklari; • transformatsiya koeffitsienti; • transformator quvvati va FIK.
Ta'lim berish usullari		Blits-so'rov
Ta'lim berish vositalari		Amaliy mashg'ulot bo'yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.
Ta'lim berish shakllari		Frontal ish, guruxda ish olib borish.
Monitoring va baxolash		Hisobot va yakkama-yakka javob.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(№1-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «transformator», «o'zak», «birlamchi chulg'am», «ikkilamchi chulg'am», «quvvatlar» va x.k.ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: «Transformatorni chulg'amlari hosil qilgan magnit maydon transformatorning ish rejimi o'zgarganda o'zgaradimi?».«Transformatorning transfor-matsiyalash koeffitsienti nimalarga bog'liq?». 1.4.Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi xaqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izoxlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAkuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

4-AMALIY MASHG'ULOT

YUKLAMA BILAN ISHLAYOTGAN TRANSFORMATORNING

KUCHLANISH PASAYISHINI ANIQLASH

Mashg'ulot maqsadi: Transformatorning istemolchilarini xarakteriga asosan uning quvvat isroflarini va foydali shi koeffitsientini hisoblash

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (2-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 6 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
Transformatorning foydali ish koeffitsentini hisoblash	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «salt ishlash rejimi», «qisqa tutashuv rejimi», «yuklama rejimi», «FIKi», «quvvat koeffitsienti» v a x.k. 3.Savollar beriladi: « Nima uchun kuchlanishni o’zgartirish talab qilinadi?». « Kuchlanishni o’zgartirish uchun transformatorni qaysi parametrlari o’zgartiriladi?». «Transformatorni kuchlanishini o’zgartirish usullarini sanab bering?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.		Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • transformator salt ishlash rejimi; •transformator qisqa tutashuv rejimi; • transformator turlari; • nominal kattaliklari; •quvvat koeffitsienti; •transformator quvvat isroflari va FIK.
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(№2-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «salt ishlash rejimi», «qisqa tutashuv rejimi», «yuklama rejimi», «FIKi», «quvvat ko'effitsienti» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: « Nima uchun kuchlanishni o'zgartirish talab qilinadi?». « Kuchlanishni o'zgartirish uchun transformatorni qaysi parametrlari o'zgartiriladi?». «Transformatorni kuchlanishini o'zgartirish usullarini sanab bering?». 1.4.Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni xar bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi xaqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izoxlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAkuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

5-AMALIY MASHG'ULOT

ASINXRON MOTORNING MEXANIK XARAKTERISTIKASINI ANIQ HISOBLASH

Mashg'ulot maqsadi: Asinxron mashinaning stator chulg'ami hosil qilgan magnit maydoni stator va rotor chulg'amlarida induktsiyalangan EYuKlari va kuchlanishlarni hisoblash

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (3-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 4 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
Asinxron mashinaning chulg’amlarida hosil bo’lgan EYuK larni aniqlash.	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «asinxron mashina», «rotor», «stator», «EYuK», «elektr mashina» v a x.k. 3.Savollar beriladi: «Asinxron mashinaning rotor cho’lg’amidagi EYuK qanday aniqlanadi?». «Asinxron mashinaning to’la quvvati qanday aniqlanadi?». «Asinxron mashinadagi quvvat isroflarini sanab bering?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.		Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • asinxron manina haqida tushuncha; •asinxron mashina tuzilishi; • asinxron mashina turlari; • nominal kattaliklari; •quvvat koeffitsienti; •asinxron mashina EYuKi.
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(№3-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «asinxron mashina», «rotor», «stator», «EYuK», «elektr mashina» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: «Asinxron mashinaning rotor cho'lg'amidagi EYuK qanday aniqlanadi?». «Asinxron mashinaning to'la quvvati qanday aniqlanadi?». «Asinxron mashinadagi quvvat isroflarini sanab bering?». 1.4. Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni xar bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi xaqida ma'lumot beradi.	1.1. Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izoxlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1. Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAkuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

6-AMALIY MASHG'ULOT

ASINXRON MOTORNING AYLANISH CHASTOTASINI ROSTLASH USULLARIGA OID MASALALAR YECHISH

Mashg'ulot maqsadi: Asinxron mashinaning stator, rotor chulg'amlaridagi va qo'shimcha quvvat isroflarini o'rganish.

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (4-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.		Vaqt 4 soat	
Mashg’ulot shakli		Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
Asinxron mashinalardagi quvvat isroflarini hisoblash.		1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «asinxron mashina ishga tushirish», «ishlash printsiipi», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» v a x.k. 3.Savollar beriladi: «Asinxron mashinalarning bo’laklaridagi quvvat isroflarini sanab bering?». « Stator va rotorning magnit o’zaklaridagi quvvat isroflari qanday aniqlanadi?». « Mexanik quvvat isroflari qanday tashkil etuvchilardan iborat?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.			
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.		Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: asinxron mashina ishga tushirish; •asinxron mashina ishlash printsiipi; • asinxron mashina ish rejimi; • quvvat isroflari; •quvvat koeffitsienti; •asinxron mashina FIKi.	
Ta’lim berish usullari		Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari		Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari		Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash		Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(Nº4-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «asinxron mashina ishga tushirish», «ishlash printsiplari», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: «Asinxron mashinalarning bo'laklaridagi quvvat isroflarini sanab bering?». «Stator va rotorning magnit o'zaklaridagi quvvat isroflari qanday aniqlanadi?». «Mexanik quvvat isroflari qanday tashkil etuvchilardan iborat?». 1.4.Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izohlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. Yakuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

7-AMALIY MASHG'ULOT

AYON QUTBLI SINXRON GENERATORNING MUHIM PARAMETRLARINI HISOBLASH

Mashg'ulot maqsadi: Sinxron mashinaning xavo bo'shlig'idagi magnit maydoni rotorning konstruksiyasiga bog'liqligini o'rganish.

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (5-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 4 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
Sinxron mashinalarning salt ishlash rejimlaridagi magnit maydonini o’rganish.	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «sinxron mashina», «rotor», «stator», «EYuK», «generator» v a x.k. 3.Savollar beriladi: «Rotorning konstruksiyasiga asosan sinxron mashinalar necha turga bo’linadi?». «Sinxron mashinalar qanday rejimlarda ishlashi mumkin?». « Statorning to’yinish koeffitsienti qanday aniqlanadi?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.		Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • sinxron manina haqida tushuncha; •sinxron mashina tuzilishi; • sinxron mashina turlari; • nominal kattaliklari; •quvvat koeffitsienti; •sinxron mashina EYuKi.
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(№5-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «sinxron mashina», «rotor», «stator», «EYuK», «generator» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: «Rotorning konstruksiyasiga asosan sinxron mashinalar necha turga bo'linadi?». «Sinxron mashinalar qanday rejimlarda ishlashi mumkin?». « Statorning to'yinish koeffitsienti qanday aniqlanadi?». 1.4.Guruhda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni xar bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izoxlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruhda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAkuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

8-AMALIY MASHG'ULOT

SINXRON GENERATORNING TASHQI XARAKTERISTIKANI QURISH

Mashg'ulot maqsadi: Sinxron mashinaning yakor reaksiyalari yakorning konstruksiyasiga bog'liq holda o'zgarishining va yakor reaksiyasini induktiv qarshiliklarini aniqlash.

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (6-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 4 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
Sinxron mashinalarning yakor reaksiyalarning magnit maydonini kattaliklarini aniqlash.	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «sinxron mashina ishga tushirish», «ishlash printsiipi», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» v a x.k. 3.Savollar beriladi: «Yakor reaksiyasining magnit maydonini ko’rinishi rotorning konstruksiyasiga bog’liq bo’ladimi?». «Nima uchun sinxron induktiv qarshilik deb ataladi?». «Qutb bo’linmasining berkilish koeffitsienti qanday aniqlanadi?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.	Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: •sinxron mashina ishga tushirish; •sinxron mashina ishlash printsiipi; •sinxron mashina ish rejimi; •quvvat isroflari; •quvvat koeffitsienti; •sinxron mashina FIKi.	
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(Nº6-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasini to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «sinxron mashina ishga tushirish», «ishlash printsiplari», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: «Yakor reaksiyasining magnit maydonini ko'rinishi rotorning konstruksiyasiga bog'liq bo'ladimi?». «Nima uchun sinxron induktiv qarshilik deb ataladi?». «Qutb bo'linmasining berkilish koeffitsienti qanday aniqlanadi?». 1.4. Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni xar bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	1.1. Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izohlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1. Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAKuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

9-AMALIY MASHG'ULOT

SINXRON GENERATORNING U –SIMON XARAKTERISTIKASINI QURISH

Mashg'ulot maqsadi: Sinxron mashinaning yakor reaksiyalari yakorning konstruksiyasiga bog'liq holda o'zgarishining va yakor reaksiyasini induktiv qarshiliklarini aniqlash.

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (6-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 4 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
Sinxron mashinalarning yakor reaksiyalarning magnit maydonini kattaliklarini aniqlash.	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «sinxron mashina ishga tushirish», «ishlash printsiipi», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» v a x.k. 3.Savollar beriladi: «Yakor reaksiyasining magnit maydonini ko’rinishi rotorning konstruksiyasiga bog’liq bo’ladimi?». «Nima uchun sinxron induktiv qarshilik deb ataladi?». «Qutb bo’linmasining berkilish koeffitsienti qanday aniqlanadi?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.	Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: •sinxron mashina ishga tushirish; •sinxron mashina ishlash printsiipi; •sinxron mashina ish rejimi; •quvvat isroflari; •quvvat koeffitsienti; •sinxron mashina FIKi.	
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(Nº6-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «sinxron mashina ishga tushirish», «ishlash printsiplari», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: «Yakor reaksiyasining magnit maydonini ko'rinishi rotorning konstruksiyasiga bog'liq bo'ladimi?». «Nima uchun sinxron induktiv qarshilik deb ataladi?». «Qutb bo'linmasining berkilish koeffitsienti qanday aniqlanadi?». 1.4. Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni xar bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	1.1. Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izohlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1. Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAKuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

10-AMALIY MASHG'ULOT

SINXRON GENERATORNING BURCHAK XARAKTERISTIKASINI QURISH

Mashg'ulot maqsadi: Sinxron mashinaning parametrlarini ularning konstruktiv tuzilishlariga bog'liqligini o'rganish.

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (7-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 4 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
Sinxron mashinaning yakor chulg’amlaridagi magnit yurituvchi kuch magnit maydoni va EYuK larni aniqlash.	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «yakorъ reaksiyasi», «yakorъ chulg’ami», «ish rejimi», «MYuK», «EYuKi» v a x.k. 3.Savollar beriladi: «Sinxron mashinaning yakor cho’lg’amidagi istemolchiga uzatilayotgan quvvat qanday aniqlanadi?». «Sinxron mashinaning reaktiv quvvati qanday aniqlanadi?». «Sinxron mashinaning burchak xarakteristikasi qanday quriladi?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.		Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: •yakorъ reaksiyasi; •yakorъ chulg’ami; •sinxron mashina ish rejimi; • sinxron mashina EYuKi; •quvvat koeffitsienti; •sinxron mashina MYuKi.
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(Nº7-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasini to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «yakor» reaksiyasi», «yakor» chulg'ami», «ish rejimi», «MYuK», «EYuKi» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: «Sinxron mashinaning yakor cho'lg'amidagi istemolchiga uzatilayotgan quvvat qanday aniqlanadi?». « Sinxron mashinaning reaktiv quvvati qanday aniqlanadi?». « Sinxron mashinaning burchak xarakteristikasi qanday quriladi?». 1.4.Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izohlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAKuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

11-AMALIY MASHG'ULOT

O'ZGARMAS TOK MOTORINING ASOSIY PARAMETRLARINI ANIQLASH

Mashg'ulot maqsadi: Berilgan masalalarni yechish orqali o'zgarmas tok mashinalaridagi eyuk, kuchlanish va moment tenglamalaridan foydalanib, mashinaning kattaliklarini hisoblash

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (8-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 4 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
O’zgarmas tok mashinalaridagi EYuK, kuchlanish va moment tenglamalarini aniqlash.	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «o’zgarmas tok mashinalari», «stator», «induktor», «EYuK», «dvigatel», «generator» v a x.k. 3.Savollar beriladi: « O’zgarmas tok mashinalarining yakor cho’lg’amidagi elektr yurituvchi kuch (EYuK) qanday aniqlanadi?». « Yakor cho’lg’amidagi EYuK ni qanday o’zgartiriladi?». « Aylanishlar soni yordamida EYuK ni o’zgartirish mumkinmi?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.		Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • o’zgarmas tok manina haqida tushuncha; • o’zgarmas tok mashina tuzilishi; • o’zgarmas tok mashina turlari; • nominal kattaliklari; •quvvat koeffitsienti; • o’zgarmas tok mashina EYuKi.
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(№8-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «o'zgarmas tok mashinalari», «stator», «induktor», «EYuK», «dvigatel», «generator» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: « O'zgarmas tok mashinalarining yakor cho'lg'amidagi elektr yurituvchi kuch (EYuK) qanday aniqlanadi?». « Yakor cho'lg'amidagi EYuK ni qanday o'zgartiriladi?». « Aylanishlar soni yordamida EYuK ni o'zgartirish mumkinmi?». 1.4.Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni xar bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izoxlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAkuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

12-AMALIY MASHG'ULOT

O'ZGARMAS TOK GENERATORLARINING TASHQI XARAKTERISTIKASI

Mashg'ulot maqsadi: Berilgan masalalarni yechish orqali o'zgarmas tok mashinalaridagi quvvat isroflari va foydali ish koefitsientlarini aniqlashni o'rganish

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (9-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 2 soat
Mashg'ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg'ulot
O'zgarmas tok mashinalaridagi quvvat isroflari va foydali ish koefitsientini aniqlash.	1. Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov: «o'zgarmas tok mashina ishga tushirish», «ishlash printsiipi», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» v a x.k. 3. Savollar beriladi: « O'zgarmas tok mashinalarda quvvatning qanday isroflari mavjud?». « O'zgarmas quvvat isroflariga qaysi isroflar kiradi?». « Mexanik quvvat isroflariga qanday isroflar kiradi?». Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.	
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo'yicha bilimlarni to'lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo'yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko'nikmalarini o'rgatish.	Amaliy mashg'ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • o'zgarmas tok mashina ishga tushirish; • o'zgarmas tok mashina ishlash printsiipi; • o'zgarmas tok mashina ish rejimi; • quvvat isroflari; • quvvat koefitsienti; • o'zgarmas tok mashina FIKi.
Ta'lim berish usullari	Blits-so'rov
Ta'lim berish vositalari	Amaliy mashg'ulot bo'yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.
Ta'lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(№9-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruxda umumlashirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «o'zgaras tok mashina ishga tushirish», «ishlash printsipi», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: « O'zgaras tok mashinalarda quvvatning qanday isroflari mavjud?». « O'zgaras quvvat isroflariga qaysi isroflar kiradi?». « Mexanik quvvat isroflariga qanday isroflar kiradi?». 1.4.Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni xar bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izoxlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAkuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

13-AMALIY MASHG'ULOT

O'ZGARMAS TOK MOTORINING AYLANISH CHASTOTASINI ROSTLASH USULLARIGA OID MASALALAR YECHISH.

Mashg'ulot maqsadi: Berilgan masalalarni yechish orqali o'zgarmas tok mashinalaridagi eyuk, kuchlanish va moment tenglamalaridan foydalanib, mashinaning kattaliklarini hisoblash

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (8-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 4 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
O’zgarmas tok mashinalaridagi EYuK, kuchlanish va moment tenglamalarini aniqlash.	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «o’zgarmas tok mashinalari», «stator», «induktor», «EYuK», «dvigatel», «generator» v a x.k. 3.Savollar beriladi: « O’zgarmas tok mashinalarining yakor cho’lg’amidagi elektr yurituvchi kuch (EYuK) qanday aniqlanadi?». « Yakor cho’lg’amidagi EYuK ni qanday o’zgartiriladi?». « Aylanishlar soni yordamida EYuK ni o’zgartirish mumkinmi?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.		Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • o’zgarmas tok manina haqida tushuncha; • o’zgarmas tok mashina tuzilishi; • o’zgarmas tok mashina turlari; • nominal kattaliklari; •quvvat koeffitsienti; • o’zgarmas tok mashina EYuKi.
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(№8-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «o'zgarmas tok mashinalari», «stator», «induktor», «EYuK», «dvigatel», «generator» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: « O'zgarmas tok mashinalarining yakor cho'lg'amidagi elektr yurituvchi kuch (EYuK) qanday aniqlanadi?». « Yakor cho'lg'amidagi EYuK ni qanday o'zgartiriladi?». « Aylanishlar soni yordamida EYuK ni o'zgartirish mumkinmi?». 1.4.Guruxda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni xar bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izoxlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruxda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. YAkuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

14-AMALIY MASHG'ULOT

O'ZGARMAS TOK MASHINALARIDA FIK NI HISOBLASH

Mashg'ulot maqsadi: Berilgan masalalarni yechish orqali o'zgarmas tok mashinalaridagi quvvat isroflari va foydali ish koefitsientlarini aniqlashni o'rganish

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologiyasi (9-mashg'ulot)

Talabalar soni: 20 -25 ta.	Vaqt 2 soat	
Mashg’ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun amaliy mashg’ulot	
O’zgarmas tok mashinalaridagi quvvat isroflari va foydali ish koefitsentini aniqlash.	1.Amaliy ishning maqsadi va vazifalari. 2.Mavzuning asosiy tushunchalari bo’yicha blits-so’rov: «o’zgarmas tok mashina ishga tushirish», «ishlash printsiipi», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» v a x.k. 3.Savollar beriladi: « O’zgarmas tok mashinalarda quvvatning qanday isroflari mavjud?». « O’zgarmas quvvat isroflariga qaysi isroflar kiradi?». « Mexanik quvvat isroflariga qanday isroflar kiradi?». Guruxda mavzu bo’yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba hisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma’lumot beradi.	
O’quv mashg’ulotining maqsadi: mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustaxkamlash.		
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo’yicha bilimlarni to’lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo’yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko’nikmalarini o’rgatish.		Amaliy mashg’ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • o’zgarmas tok mashina ishga tushirish; • o’zgarmas tok mashina ishlash printsiipi; • o’zgarmas tok mashina ish rejimi; •quvvat isroflari; •quvvat koefitsienti; • o’zgarmas tok mashina FIKi.
Ta’lim berish usullari	Blits-so’rov	
Ta’lim berish vositalari	Amaliy mashg’ulot bo’yicha maxsus adabiyotlar, internet saytlarining materiallari.	
Ta’lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.	
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.	

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

Amaliy mashg'ulot o'tkazish texnologik xaritasi(Nº9-mashg'ulot)

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchi
1 bosqich Kirish (10min.)	1.1. Mavzuning maqsadini, amaliy rejasi to'g'risida va olinadigan natijalar to'g'risida ma'lumot beradi. Mashg'ulot guruhda umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «o'zgarmas tok mashina ishga tushirish», «ishlash printsiplari», «ish rejimi», «FIK», «quvvat isrofi» va x.k. ta'rif berishni so'raydi. 1.3. Savollar beradi: « O'zgarmas tok mashinalarda quvvatning qanday isroflari mavjud?». « O'zgarmas quvvat isroflariga qaysi isroflar kiradi?». « Mexanik quvvat isroflariga qanday isroflar kiradi?». 1.4.Guruhda mavzu bo'yicha bajarilgan ishlarni har bir talaba xisobotini tayyorlab topshirishi haqida ma'lumot beradi.	1.1.Tinglaydilar, yozadilar.
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriyalarini izohlaydi. Vazifani bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanishni tushuntiradi (maxsus adabiyotlar, maqolalar, Internet saytlari). Guruhda ish boshlangani to'g'risida e'lon qiladi.	2.1. O'quv vazifalari va baholash kriteriyalari bilan tanishadilar.
3 bosqich. Amaliy bosqich (40 min.)	3.1.Guruxdagi ishni o'zaro baholashni va so'rovni tashkil qiladi. 3.2. Bajarilgan ishni natijalarini izohlaydi, umumlashtiradi va xulosalarga alohida e'tibor beradi.	3.1. Savollarga javob beradilar, to'ldiradilar va baholaydilar.
4 bosqich. Yakuniy (15 min.)	4.1. Ishga xulosa chiqariladi. 4.2. Keyingi mavzu bo'yicha vazifa va tayyorlanish uchun savollar beradi.	4.1. Tinglaydilar, aniqlaydilar. 4.2. Vazifani yozadilar.

1.3.Laboratoriya mashg'uloti materiallari

Laboratoriya mashguloti - OUYu ta'limni tashkillashtirish shakli

Laboratoriya mashguloti - bu ta'lim beruvchini ta'lim oluvchilar bilan faol amaliy xarakatga kirishishiga yo'naltirilgan, nazariy bilimlarni amaliy faoliyatda tadqiq qilish va amalga oshrish uchun sharoitni ta'minlovchi, o'quv mashg'ulotini olib borish shaklidir.

Laboratoriya mashguloti quyidagi maqsadlarga erishish uchun qo'llaniladi:

Nazariy materialni tartibga solish.

Ko'nikmalarni hosil qilish.

Amaliy malaka xosil qilish.

Bilimlarni nazorat qilish.

Ta'lim beruvchi Laboratoriya mashgulotini samarali o'tkazish uchun quyidagilarni hisobga olish zarur:

o'zining tayyorgarligi, bunda savol va javob texnikasiga ega bo'lishi;

o'quv guruhining holati: uning motivatsiyasi, uning tashkil etish xususiyati;

o'quv jarayonining texnik jihozlanishi.

Laboratoriya mashguloti shaklidagi mashg'ulotga o'tish o'zaro mulokot sxemasidan muloqotli xarakatga o'tishni, monologdan dialogga, dialogdan amaliy xarakatga o'tishni anglatadi.

Tayyorgarlik va Laboratoriya mashgulotini olib borish bir qator savollarga javob berishni talab etadi:

1. *Nima uchun?* - Vazifa va Laboratoriya mashgulotini olib borish umumiy qilib olganda ta'lim berish maqsadlariga mos bo'lishi kerak.

2. Laboratoriya mashguloti shaklida olib borish texnologiyasini *Qanday qilib?* - ishlab chiqish kerak

3. Laboratoriya mashguloti vaqtida muhokama qilish kerak bo'lgan, material mazmunida - *Nimani?* ishlab chiqish zarur.

4. Laboratoriya mashgulotini olib borish vaqtida, ya'ni hisobga olish muhim bo'lgan omillar- *Nimani hisobga olgan holda?* yelgilanishi zarur.

5. Laboratoriya mashgulotini boshqarish uchun uning samaradorligini ta'minlash maqsadida undan foydalanish mumkin bo'lgan, ta'sir etish vositasini- *Qanday yo'l bilan?* aniqlash mumkin.

O'quv dasturining maqsad va qo'llanish sohalariga muvofiq asosiy **uch turdagi Laboratoriya mashgulotilarni** ajratib ko'rsatish mumkin:

1) ta'limiy - asosan quyidagilarga yo'naltirilgan bo'ladi:

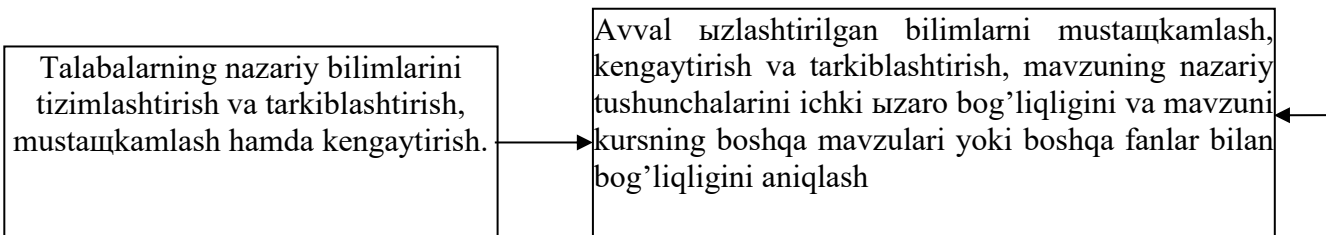
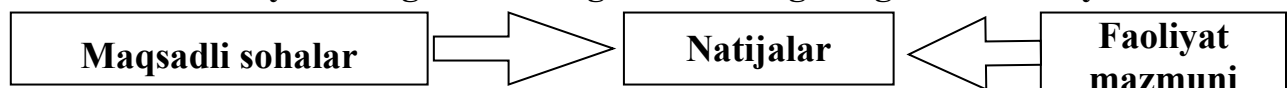
nazariy bilimlarni tartibga solish, faollashtirish yoki ularni mustaqil rivojlantirishga;

o'zlashtirilgan bilimlarni amaliy qo'llash ko'nikmalarini shakllantirishga.

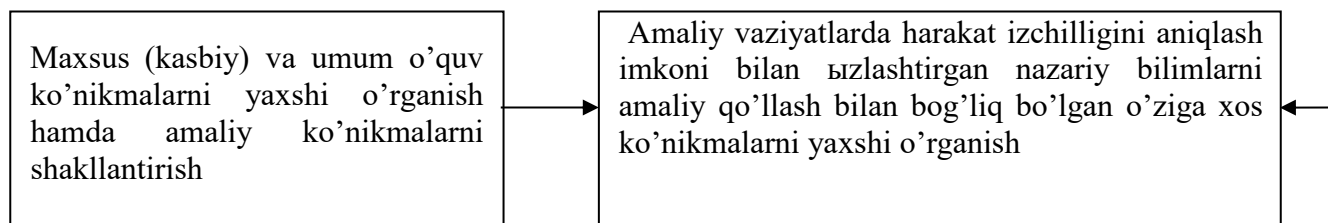
2) shakllantiruvchi-kasbiy taergarligi buyicha malaka va kunikmaga ega bulishi:

3) rivojlantiruvchi - ta'lim oluvchilarda muammoli ko'rish, tahliliy qobiliyatlar hamda bashorat qila olish ko'nikmalarini shakllantirishga yo'naltirilgan.

Laboratoriya mashg'uloti mashg'ulotlarining o'ziga xos xususiyatlari



Фаолият мазмуни	
talabalarining	o'qituvchining
Referatlar taqdimoti, ma'ruzalarni muhokama qilish	Referatlar ma'ruzalar uchun mavzularni ifodalash
Mavzu bo'yicha savollarni muhokama qilish	Muhokama uchun savollarni ishlab chiqish
Mavzuni boshi fan mavzulari bilan bog'liqligini savollarni muhokama qilish	Savollarni tuzish. qo'shimcha o'quv ma'lumotini tayyorlash.



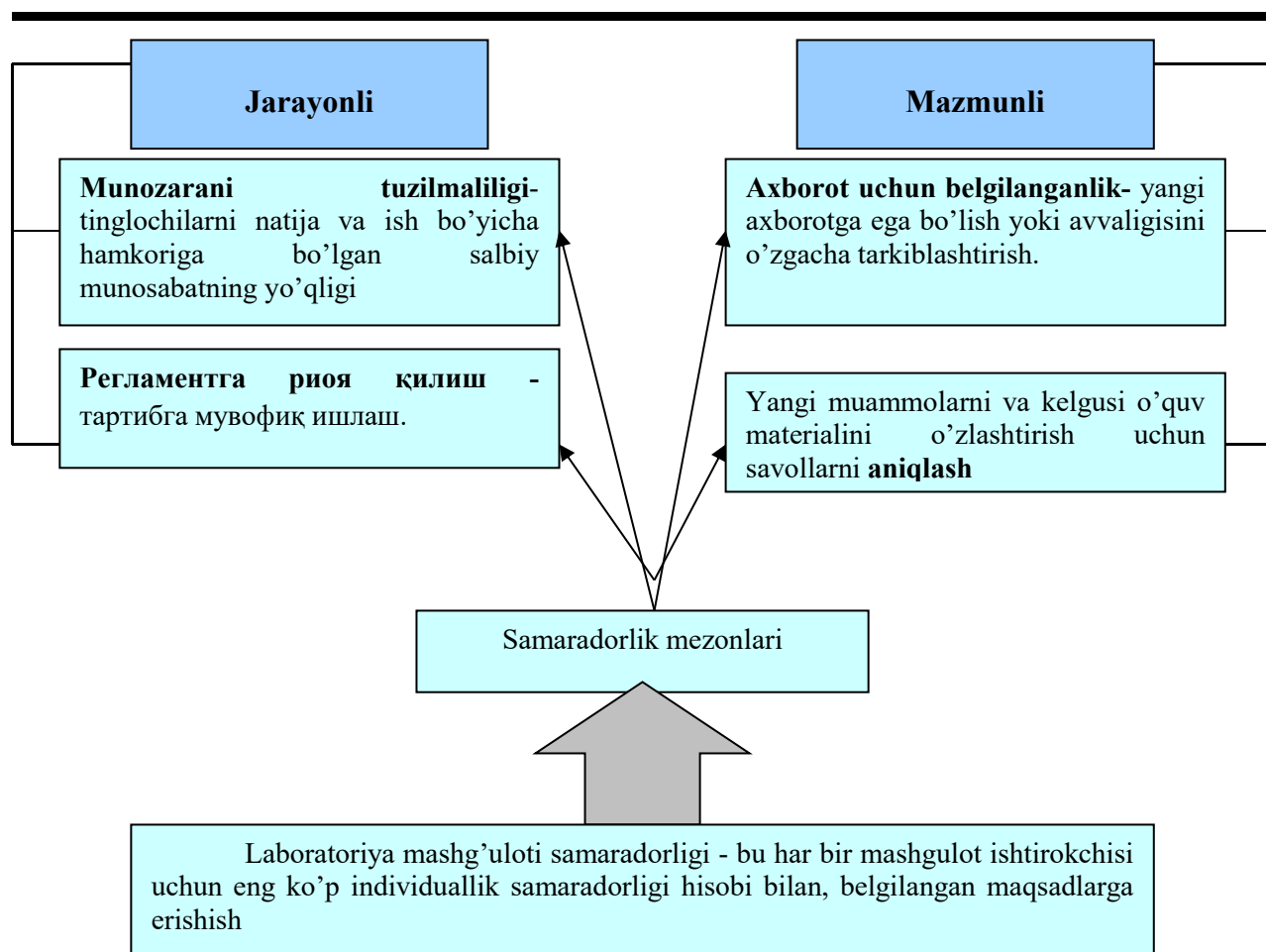
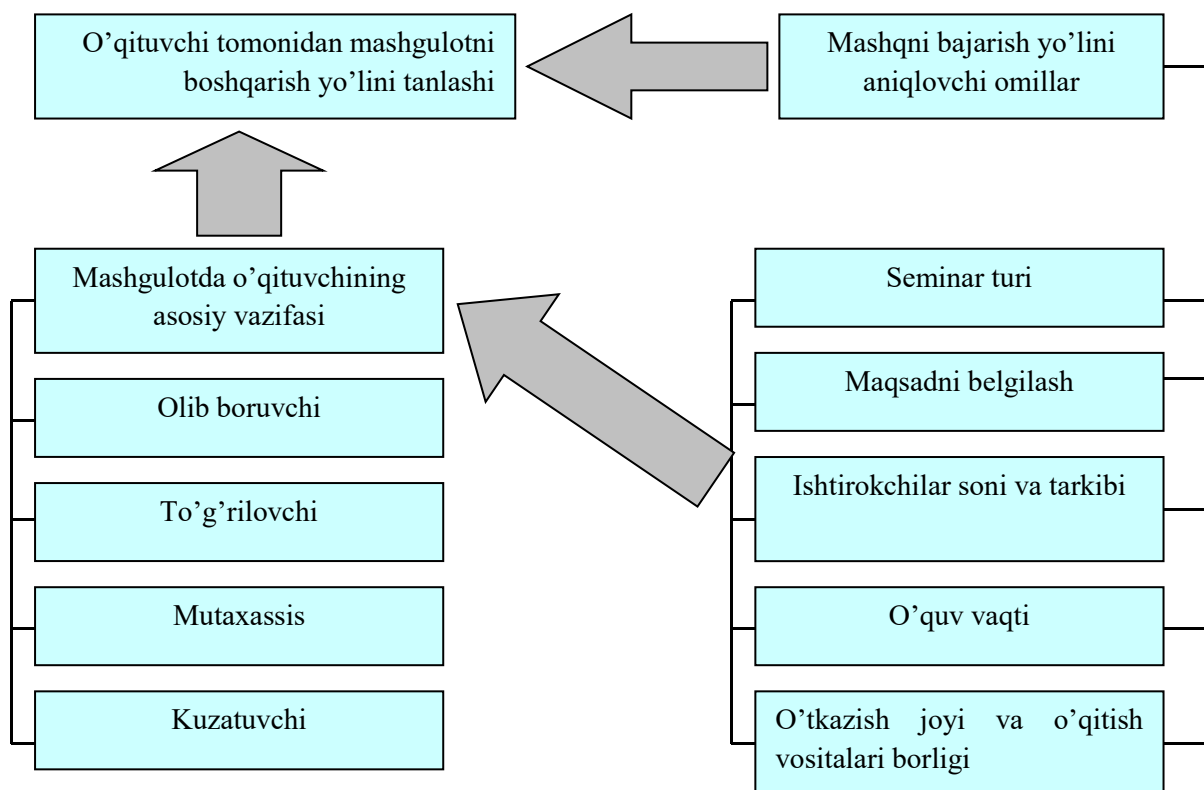
Faoliyat mazmuni	
talabalarining	o'qituvchining
Muammoni topshiriqlarni, keys-stadini yechish, o'rgatuvchi byinlarda ishtirok etish.	Referat/ma'ruzalar uchun mavzularni ifodalash
Topshiriqni yechish byyicha mashq qilish.	Muhokama uchun savollarni ishlab chiqish

Talabalar bilim va ko'nikmalarini nazorat qilish

Talabalarining nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasini baholash

Faoliyat mazmuni	
talabalarining	o'qituvchining
Nazorat savollariga javob berish va nazorat topshiriqlarini bajarish	Ma'lumotni harqiqiy bilishini, muammoni ifodaly olishini aloqida nazariy qolatlal irtasidagi qarama-qarshiliklarni topishni uddalashiga myljallangan savollar typlamini tuzish
Maxsus topshiriqlarni bajarish byyicha mashqlar	Avvalgi mashg'ulotlardan talabaga ma'lum yechish izchilligini qillash talab etiladigan, maxsus topshiriqlarni ishlab chiqish yoki berilgan topshiriqlarni mustqil yechishning uyillarini ishlab chiqish; faoliyatning maqsad, sharoitlari davomiyligini, natijalarni taqdim etish shakli va vaqtini bayon etish.

Laboratoriya mashg'ulotini pedagogik boshqarish, uning samaradorligini baholash



Laboratoriya mashg'ulotlarida ta'lim berish texnologiyasini loyihalashtirish va rejalashtirish

Xisobli turdagi laboratoriya mashg'uloti ta'lim texnologiyasi

Bunday mashg'ulotlarni o'tkazishning asosiy yo'li ta'lim oluvchilar ta'lim beruvchi tomonidan berilgan topshiriq va ma'lumotlarni guruhda texnik vositalardan foydalanib bajarishdan iborat bo'ladi.

Bunday **mashg'ulotlar samaradorligi** ta'lim oluvchilarni mashg'ulotga tayyorlanish sifati bilan aniqlanadi. Yangiliklar bilan chiquvchi, ta'lim oluvchilarning tayyorgarligi ahamiyatga ega bo'ladi.

1. Tayyorgarlik bosqichi

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
Oldindagi Laboratoriya mashg'uloti uchun ma'ruza/yangiliklar mavzular (topshiriqlar) ro'yxatini taklif etadi. O'quv fanini bundan keyin o'zlashtirishda, zamonaviy ijtimoiy/iqtisodiy va boshqa kelgusidagi kasbiy faoliyatlaridagi muammolarda to'liq yo'nalish olishda ularning muhimligini tushuntiradi. Laboratoriya mashg'ulotiga tayyorlanish uchun adabiyotlar ro'yxatini taviya etadi. Tanlangan topshiriq bo'yicha referatning batafsil rejasini tuzib chiqish vazifasini beradi. Laboratoriya mashg'uloti ishtirokchilariga: Laboratoriya mashg'uloti mavzusiga bog'liq bo'lgan ma'ruza mazmunini va qo'shimcha materiallarni o'rganish vazifasini beradi, o'zlashtirilgan bilimlar va bajarilgan topshiriq muhokamasini nazorat qilishga tayyor bo'lishlarini aytadi.	Laboratoriya mashg'ulotiga tayyorlanadilar. Referat (Topshiriq) rejasini tuzadilar
Referat (Topshiriq) rejasini muhokama qiladilar	
	Tezlikda boshlang'ich g'oyaga o'zgartirish, aniqliklar, to'ldirishlarni kiritadi.
Tayyorlangan referat (Topshiriq) mazmuni bilan tanishadi. Lozim bo'lgan holda talabalar referatni to'ldirishlari uchun savollar beradi.	
Laboratoriya mashg'ulotida ma'ruza qilishning tuzilishi va usulini muhokama qiladi	

2. Amalga oshiruvchi bosqich: seminar



F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1. Laboratoriya mashgulotiga kirish. 1.1. Mavzu muhokamasini eslatadi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini, ma'ruza material bilan bog'liqligini asoslaydi. 1.2. Ta'lim oluvchilarni materialga mos ravishda: (1) avvaldan tayyorlangan savollar bo'yicha, mazmunli aniq javoblarni nazarda tutuvchi, suhbatli shaklda, (2) matnni to'g'rilovchi nazorat yordamida bilimlarni <i>faollashtiradi</i>. Bilimlarni faollashtirish jarayonida Laboratoriya mashgulotida keyingi ma'ruzalarni tushunishlari uchun talabalar tomonidan o'zlashtirilgan bilimlarning yetarliligini va ularni muhokamadagi ishtiroklarini aniqlaydi. Bilimlar yetarlicha to'liq bo'lmaganida zarur bo'lgan bilimlarni ularni shaxsiy bayon etish/talabalar bilan suhbat shaklida o'zlashtirish/aniqlashtirish/o'zgartirishlarni (ikkinchi variant samaraliroq hisoblanadi) tashkillashtiradi.	Savollarga javob beradilar, savollar beradilar
2. Asosiy qism. 2.1. Talabalarni topshiriqni bajarish va natijalarni taqdimotini tashkillashtiradi. Ma'ruza yoki yangiliklar mazmuni tinglovchilarni qiziqitirmay qo'ygan holda, yoki aksincha, ma'ruza vaqtida ko'tarilgan savol yuqori qiziqishni uyg'otsa, ma'ruzachini ma'lum vaqtgacha xushmuomalalik bilan to'xtadi va Laboratoriya mashgulotida olingan natijalarni jamoaviy muhokama yo'lida o'tkazadi. 2.2. Laboratoriya mashgulotini tajriba usulida o'tkazishni tashkillashtiradi <i>Laboratoriya mashgulotini sekin-asta tashkillashtirilgan munozara shakliga o'tkazadi.</i> Har bir guruhcha sardorlari ma'ruzasi muhokamasini qisqa umumlashtirish, ma'ruzaning asosiy holatlari va muhokama (munozara) natijalarini qayd etish bilan tugatadi	Talabalar berilgan topshiriqni bajaradilar: kuzatadilar, tuzadilar, hisoblaydilar, xulosa qiladilar. Olingan natijalarni muhokama qiladilar va taqdimotini tayyorlaydilar. Ish mazmunini jamoaviy muhokama qiladilar, bahslashadilar

Ish mazmuni bo'yicha savollarni ikki guruhga bo'lish mumkin:

Mazmunni aniqlashtirishga yo'naltirilgan, savollar: ma'ruzani ayrim bayonini takrorlash talab etiladi;

Mazmunni kelgusi rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan, savollar: ma'ruzani to'ldirishni talab etadi.

O'qituvchi avvalo 1-chi guruhdagi savollar muhokamasini, so'ngra jamoaviy 2-chi guruh savollariga javoblarni topishni tashkillashtiradi.

Laboratoriya mashg'ulotida munozarani tashkillashtirish quyidagilarni nazarda tutadi:

1. Mashg'ulot jarayonida berilgan savollarga erkin fikr aytishlari va talabalar tomonidan o'zlarining javoblarni asoslab berishlarini ta'minlash;
2. boshqa talabalar tomonidan mos javoblarning tushunishni ta'minlash;
3. aniqlik kiritish, to'ldirish, o'zgartirishlarni tushunishni ta'minlash;
4. berilgan savollarga tasdiqlovchi javoblar berishni tashkillashtirish.

3. Yakuniy bosqich

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
Laboratoriya mashg'ulotini yakunlash: Laboratoriya mashg'uloti mavzusi mazmuni bo'yicha yakun yasaydi; Bajarilgan ishni muhokama qilishda javoblardan iborat bo'lgan xulosalarni ifodalaydi; Laboratoriya mashg'ulotida ma'ruzachi va ishtirokchilari tayyorgarligini, ularni munozara vaqtidagi faolligini baholaydi; Laboratoriya mashg'uloti natijaviyligining umumiy bahosini beradi;	Savollar beradilar, baholar bilan tanishadilar, muammo bilan tanishadilar

Jarayonli turdagi laboratoriya mashg'ulotida ta'lim texnologiyasi

Laboratoriya mashg'ulotida jarayonlar vizual kuzatiladi va bu jarayonlar ma'ruzada berilgan ma'lumotlar asosida tadqiq qilinadi va xulosa beriladi.

1. Tayyorgarlik bosqich

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1.1. Mavzu bilan tanishtiradi. 1.2. Qurilmaning sxemasi bilan tanishtiradi 1.3. Ishni bajarish vositalari bilan tanishtiradi 1.4. Mashg'ulotni bajarishda ishtirok etishi uchun muhim bo'lgan talabalar bilimini faollashtirish uchun savol va topshiriqlar ro'yxatini tuzadi. 1.5. Talabalarning bilimlarini faollashtirish asosida ularni jarayonga "olib kirish" yo'llari va vositalarini aniqlaydi	

Mashg'ulot savollari va topshiriqlar tizimini ishlab chiqish talabalarni puxta o'ylagan va imkonli javoblarini hisobga olishni nazarda tutadi. Yaxshi loyihalangan texnologiyada ham, mashg'ulot vaqtida vaqtida dastlabki rejadani, talabalarning alohida xususiyatlari ulardagi o'zaro bog'langan bilimlarning daraja va hajmi turlichaligi sababli, chetga chiqishlar bo'lishi mumkin.

2. Amalga oshiruvchi bosqich: seminar

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1. Laboratoriya mashg'ulotiga kirish. 1.1. Mavzu muhokamasini eslatadi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini, ma'ruza materialini bilan bog'liqligini asoslaydi. 1.2. Ta'lim oluvchilarni materialga mos ravishda: (1) avvaldan tayyorlangan savollar bo'yicha, mazmunli aniq javoblarni nazarda tutuvchi, suhbatli shaklda, (2) matnni to'g'rilovchi nazorat yordamida bilimlarni faollashtiradi. Bilimlarni faollashtirish jarayonida Laboratoriya mashg'ulotida keyingi ma'ruzalarni tushunishlari uchun talabalar tomonidan o'zlashtirilgan bilimlarning yetarliligini va ularni muhokamadagi ishtiroklarini aniqlaydi. Bilimlar yetarlicha to'liq bo'lmaganida zarur bo'lgan bilimlarni ularni shaxsiy bayon etish/talabalar bilan suhbat shaklida o'zlashtirish/aniqlashtirish/o'zgartirishlarni (ikkinchi variant samaraliroq hisoblanadi) tashkillashtiradi.	Savollarga javob beradilar. Topshiriqni bajarishga tayyorlanadilar

2. Asosiy qism. 2.1. Faollashtirilgan bilimlar asosida talabalarni mashg'ulotda hal etiladigan topshiriqqa "olib kiradi" va uni ifodalaydi. 2.2. Tajribani boshlashdan avval, talabalar belgilangan topshiriqni qabul qila olishlarini ta'minlash maqsadida, uni dastlabki yechib ko'rishni tashkillashtiradi. Talabalar bilan birgalikda tajribani bajarish tartibini muhokama qiladi, ularda paydo bo'lgan qiyinchiliklarni aniqlaydi va tahlil qiladi. 2.3. Topshiriqni yechish yo'llarini izlashni tashkillashtirishga o'tadi: tajriba usuli yoki koop-koop usulidan foydalanish maqsadga muvofiq. 2.4. Yakuniy xulosani ifodalaydi.	Tinglaydilar. Kuzatadilar. Ishni bajaradilar: kuzatadilar, o'lchaydilar, hisoblaydilar, tahlil qiladilar va xulosa beradilar. Olingan natijalar bo'yicha munozara qiladilar va guruh sardorlari natijalarni taqdimotga tayyorlaydilar.
--	---

3. Yakuniy bosqich

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
<i>Laboratoriya mashg'ulotini yakunlash:</i> Laboratoriya mashg'uloti mavzusi mazmuni bo'yicha yakun yasaydi: 3.1. Talabalar tomonidan bajarilgan, ish natijalarini baholaydi. 3.2. Laboratoriya mashg'uloti ishtirokchilari tayyorgarligi, ularni munozara vaqtidagi faolligini baholaydi. 3.3. Laboratoriya mashg'uloti natijaviyligining umumiy bahosini beradi. 3.4. Qatnashchilarni baholaydilar	Savollar beradilar. O'z-o'zini baholaydilar.

Berilgan savolga javob izlashni tashkillashtirish izchilligi:

1. berilgan savolga javoblarni izlash va asoslash bo'yicha talabalarning fikrlash harakatlarini tashkillashtirish;
2. javoblarning tanqidiy tahlil qilish, ularning kuchli va kuchsiz tomonlarini aniqlashni tashkillashtirish;
3. mos keluvchi tomonlarni ishlab chiqish-eng to'g'ri javoblarni tuzib chiqish maqsadida o'zlari o'rtasida javoblarni taqqoslashni tashkillashtirish.

TAJRIBA USULI

Tajriba usuli -bu shunday usulki, bunda ta'lim oluvchilar ta'lim beruvchi rahbarligi ostida va oldindan tayyorlangan reja bo'yicha tajribalar o'tkazadilar yoki amaliy topshiriqlarni bajaradilar, shu jarayonda yangi bilimlarni qabul qiladilar va anglab yetadilar.

Usulning asosiy vazifalari - o'rgatish va rivojlantirish. Bu usul ta'lim oluvchilarga quyidagi imkoniyatlarni ta'minlaydi:

- jihoz bilan ishlash malaka va ko'nikmalarini egallash;
- ma'lum bo'lganlarni tekshirish va mustaqil tadqiqotning yo'llarini tanlash;
- amaliy malakalarni egallash: o'lchash va hisoblash; natijalarni qayta ishlash va avvalgilari bilan solishtirish.

Tajriba usuli murakkabdir. U maxsus, qimmatli jihozlarni bo'lishi, nafaqat sizni, balki ta'lim oluvchilarning ham puxta tayyorgarligini talab etadi. Undan foydalanish kuch va vaqtni sarflash bilan bog'liq. SHuning uchun, tajriba usulini rejalashtirayotganda, mustaqil tadqiqotning ta'lim samaradorligini oshirishiga bo'lishiga ishonch hosil qilish zarur.

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotida ta'lim berish texnologiyasi modeli va texnologik xarita

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotida ta'lim berish texnologiyasi modeli

<i>Vaqt: 2 soat</i>	<i>Talabalar soni: 12-14 ta</i>
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	jaraenli laboratoriya mashg'uloti
<i>O'quv mashg'ulot rejasi</i>	1. 2. 3.
<i>O'quv mashg'ulot maqsadi:</i> ...bo'yicha bilimlarni mustahkamlash, ... to'g'risida muammoli vazifalarni yechish malakalarini rivojlantirish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> -... to'g'risida ma'lumotlarni tizimlashtirishni o'rgatish; - ... bo'yicha jarayonli laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishni, tahlil qilishni o'rgatish; - ... imkoniyatlarni ilgari surish, ularni baholash, yakuniy xulosalar qilishni o'rgatish.	<i>O'quv faoliyat natijalari:</i> - ... ma'lumotlarni tizimga soladilar; - ... bo'yicha jarayonli aboratoriya topshirig'ini bajaradilar, tahlil qiladilar; - ... imkoniyatlarni ilgari suradilar, ularni baholaydilar, yakuniy xulosalar qiladilar.
<i>Ta'lim usullari</i>	tajriba usuli, suhbat, munozara, koop-koop
<i>Ta'limni tashkillashtirish shakli</i>	guruhli.
<i>Ta'lim vositalari</i>	Ma'ruza matni, A32 o'lchamdagi qog'ozlar, markerlar, skoch, maxsus jixoz va kurilmalar,o'quv materiallar.
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	Guruhlarda ishlashga mo'ljallangan maxsus xona.
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: tezkor-so'rov Ezma nazorat: takdimot

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqic hlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1 - bosqich. O'quv mashg'ul otiga kirish (15 daq.)	1. Mavzuning nomi, maqsad va kutilayotgan natijalarni yetkazadi. Mashg'ulot jaraenli Laboratoriya mashguloti shaklida borishini ma'lum qiladi. 1.2. Talabalar bilimini suhbat shaklida faollashtiradi (№ ilova). Bilimlarni faollashtirish jarayonida laboratoriya mashgulotini bajarish bo'yicha izlanuvchilik faoliyatida faol ishtirok etishlari uchun talabalarning egallagan bilimlarini yetarliligini aniqlaydi. Talabalarni guruxlarga ajratadi.	Tinglaydilar, yozib oladilar
2 - bosqich. Asosiy (55 daq.)	2.1. talabalarga mashg'ulot topshirig'ini o'qib beradi. 2.2. Mashg'ulot topshirig'ini bajarish yo'llarini izlashni tashkillashtirishga o'tadi: 2.3. Talabalarni kichik 3 gurhlarga bo'ladi, topshiriqni yechish vazifasini beradi. O'quv materiallari, baholash ko'rsatkichlari va mezonlarini tarqatadi (№ ilova). Taqdimot uchun qog'ozlarni, markerlarni tarqatadi, aqliy hujum qoidasini eslatadi. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi. 2.4. Taqdimot boshlanganligini ma'lum qiladi, guruhlar chiqishlarini boshqaradi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'g'ri yechimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'liqligini baholaydi, savollarga javob beradi.	Savollarga javob beradilar. Muammoni yechish bo'yicha o'z fikrlarini beradilar. Kichik muammoni yechish bo'yicha fikrlar bildiradilar, munozara qiladilar, tahlil qiladilar, xulosa chiqaradilar. Guruh vakillari taqdimot qiladilar, yakuniy xulosani beradilar. Tinglaydilar
3 bosqich. Yakuniy (10 daq.)	3.1. Taqdimot yakunlaydi, muammoni yechishda yuzaga kelgan qiyinchiliklarni ko'rsatadi 3.2. Mavzu bo'yicha yakun qiladi, qilingan ishlarni kelgusida kasbiy faoliyatlarida ahamiyatga ega ekanligi muhimligiga talabalar e'tiborini qaratadi. 3.3. Talabalarni baholaydi.	Tinglaydilar. Topshiriqni yozadilar

1-TAJRIBA ISHI

UCH FAZALI IKKI CHULG'AMLI TRANSFORMATORNING SALT ISHLASH HOLATLARIDAGI XARAKTERISTIKALARINI VA PARAMETRLARINI TEKSHIRISH.

Ishdan maqsad: Salt ishlash tajribalarini o'tkazish va olingan natijalar bo'yicha transformatorning asosiy kattaliklarini tekshirish.

Laboratoriya ishini bajarish texnologiyasi (№1)

Talabalar soni: 15 -20 kishi.	Vaqt 3 soat
Mashg'ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun laboratoriya ishi
Transformatorning salt ishlash tajribasi	-Laboratoriya ishining maqsadi va vazifalari. -Mavuni qisqacha nazariy izoxlash. -Laboratoriya ishini bajarish uchun jixozlar. -Laboratoriya ishi bajarilishining ketma-ketligi. -Olingan natijalarning taxlili.
O'quv mashg'ulotining maksadi: mavzu bo'yicha nazariy bilimlarni mustaxkamlash	
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo'yicha bilimlarni to'lik tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo'yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko'nikmalarini o'rgatish.	O'quv mashg'ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • bajaraladigan laboratoriya ishining maqsadi; • transformator va pasport ma'lumotlari; • salt ishlash tajribasini va tashqi xarakteristikani olish; • salt ishlash xarakteristikasini qurish; • salt ishlash toki qiymatini, aktiv va reaktiv tashkil etuvchilarini aniqlash; • salt ishlash kattaliklarini aniqlash;
Ta'lim berish usullari	Laboratoriya ishi bajarish, natijalarni muxokama qilish, blits-so'rov.
Ta'lim berish vositalari	Laboratoriya ishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar, tajriba stendi, o'lchov asboblari.
Ta'lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.
Monitoring va baxolash	Hisobot va yakkama-yakka javob.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

2-TAJRIBA ISHI

UCH FAZALI IKKI CHULG'AMLI TRANSFORMATORNING QISQA TUTASHUV HOLATLARIDAGI XARAKTERISTIKALARINI VA PARAMETRLARINI TEKSHIRISH

Ishdan maqsad: Qisqa tutashish tajribasi asosida quvvat koeffitsienti aniqlash
Laboratoriya ishini bajarish texnologiyasi (№2)

Talabalar soni: 15 -20 kishi.	Vaqt 3 soat
Mashg'ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun laboratoriya ishi
Transformatorning qisqa tutashuv tajribasi	-Laboratoriya ishining maqsadi va vazifalari. -Mavuni qisqacha nazariy izoxlash. -Laboratoriya ishini bajarish uchun jixozlar. -Laboratoriya ishi bajarilishining ketma-ketligi. -Olingan natijalarning taxlili.
O'quv mashg'ulotining maksadi: mavzu bo'yicha nazariy bilimlarni mustaxkamlash	
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo'yicha bilimlarni to'liq tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo'yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko'nikmalarini o'rgatish.	O'quv mashg'ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • bajaraladigan laboratoriya ishining maqsadi; • transformator va pasport ma'lumotlari; • chulg'amlar ulanish guruhlari har xil bo'lganda transformatsiya koeffitsientini aniqlash; • tashqi xarakteristikani olish. • qisqa tutashish xarakteristikasini qurish • Qisqa tutashish kuchlanishi va uning aktiv va reaktiv tashkil etuvchilarini aniqlash. • Qisqa tutashish kattaliklarini aniqlash.
Ta'lim berish usullari	Laboratoriya ishi bajarish, natijalarni muxokama qilish, blits-so'rov.
Ta'lim berish vositalari	Laboratoriya ishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar, tajriba stendi, o'lchov asboblari.
Ta'lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.
Monitoring va baxolash	Xisobot va yakkama-yakka javob.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

3-TAJRIBA ISHI

UCH FAZALI IKKI CHULG'AMLI TRANSFORMATORNING YUKLAMA HOLATIDAGI TAVSIFLARI VA PARAMETRLARINI TEKSHIRISH

Ishdan maqsad: Transformatorning ish printspini va ikkilamchi chulgam kuchlanishini aniqlash.

Laboratoriya ishini bajarish texnologiyasi (№3)

Talabalar soni: 15 -20 kishi.	Vaqt 3 soat
Mashg'ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun laboratoriya ishi
Ikkilamchi chulg'amda kuchlanish qiymatini aniqlash	-Laboratoriya ishining maqsadi va vazifalari. -Mavuni qisqacha nazariy izoxlash. -Laboratoriya ishini bajarish uchun jixozlar. -Laboratoriya ishi bajarilishining ketma-ketligi. -Olingan natijalarning taxlili.
O'quv mashg'ulotining maksadi: mavzu bo'yicha nazariy bilimlarni mustaxkamlash	
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo'yicha bilimlarni to'liq tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo'yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko'nikmalarini o'rgatish.	O'quv mashg'ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • bajaraladigan laboratoriya ishining maqsadi; • transformator va pasport ma'lumotlari; • chulg'amlarni ulanish gurihlarini aniqlash. • birlamchi va ikkilamchi chulg'am qiymatlarini transformatorni salt va yuklama rejimida ishlatib aniqlash. • transformatsiya koeffitsientini aniqlash. • xarakteristika orqali tok va kuchlanishlar orasidagi boglanishni aniqlash
Ta'lim berish usullari	Laboratoriya ishi bajarish, natijalarni muxokama qilish, blits-so'rov.
Ta'lim berish vositalari	Laboratoriya ishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar, tajriba stendi, o'lchov asboblari.
Ta'lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.
Monitoring va baxolash	Xisobot va yakkama-yakka javob.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

4-TAJRIBA ISHI

UCH FAZALI IKKI CHULG'AMLI TRANSFORMATORLARNING TEKSHIRISH VA PARAMETRLARINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Salt ishlash, qisqa tutashish tajribalarini o'tkazish va olingan natijalar bo'yicha transformatorning asosiy kattaliklarini tekshirish.

Laboratoriya ishini bajarish texnologiyasi (№6)

Talabalar soni: 15 -20 kishi.	Vaqt 3 soat
Mashg'ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun laboratoriya ishi
Uch fazali ikki chulg'amli transformator tavsiflarini tekshirish va parametrlarini aniqlash.	-Laboratoriya ishining maqsadi va vazifalari. -Mavuni qisqacha nazariy izoxlash. -Laboratoriya ishini bajarish uchun jixozlar. -Laboratoriya ishi bajarilishining ketma-ketligi. -Olingan natijalarning taxlili.
O'quv mashg'ulotining maksadi: mavzu bo'yicha nazariy bilimlarni mustaxkamlash	
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo'yicha bilimlarni to'liq tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo'yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko'nikmalarini o'rgatish.	O'quv mashg'ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • bajaraladigan laboratoriya ishining maqsadi; • transformator va pasport ma'lumotlari; • salt ishlash tajribasini va tashqi xarakteristikani olish; • salt ishlash kattaliklarini aniqlash; • qisqa tutashish kattaliklarini aniqlash. • transformatsiya koeffitsientini aniqlash. • xarakteristika orqali tok va kuchlanishlar orasidagi boglanishni aniqlash
Ta'lim berish usullari	Laboratoriya ishi bajarish, natijalarni muxokama qilish, blits-so'rov.
Ta'lim berish vositalari	Laboratoriya ishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar, tajriba stendi, o'lchov asboblari.
Ta'lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.
Monitoring va baxolash	Xisobot va yakkama-yakka javob.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munoza, o'z-o'zini nazorat.*

5-TAJRIBA ISHI

UCH FAZALI QISQA TUTASHGAN ROTORLI ASINXRON MOTORNING SALT ISHLASH VA QISQA TUTASHUV XARAKTERISTIKALARINI TEKSHIRISH VA PARAMETRLARINI ANIQLASH.

Ishdan maqsad: Tajriba yo'li bilan salt yurish, qisqa tutashish va ishchi xarakteristikalarini olish. Elektr sxemalarni yigishni o'rganish va nazariy bilimlarni tajriba yo'li bilan tasdiqlash.

Laboratoriya ishini bajarish texnologiyasi (№4)

Talabalar soni: 15 -20 kishi.	Vaqt 3 soat
Mashg'ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun laboratoriya ishi
Asinxron dvigatelni ishga tushirish	-Laboratoriya ishining maqsadi va vazifalari. -Mavuni qisqacha nazariy izoxlash. -Laboratoriya ishini bajarish uchun jixozlar. -Laboratoriya ishi bajarilishining ketma-ketligi. -Olingan natijalarning taxlili.
O'quv mashg'ulotining maksadi: mavzu bo'yicha nazariy bilimlarni mustaxkamlash	
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo'yicha bilimlarni to'liq tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo'yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko'nikmalarini o'rgatish.	O'quv mashg'ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • bajaraladigan laboratoriya ishining maqsadi; • dvigatel va o'lchov asboblarning ma'lumotlari; • stator chulg'aming belgilanishi to'g'riligini tekshirish; • salt yurish tajribasini o'tkazish; • qisqa tutash tajribasini o'tkazish; • ishchi xarakteristikasini olish.
Ta'lim berish usullari	Laboratoriya ishi bajarish, natijalarni muxokama qilish, blits-so'rov.
Ta'lim berish vositalari	Laboratoriya ishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar, tajriba stendi, o'lchov asboblari.
Ta'lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.
Monitoring va baxolash	Xisobot va yakkama-yakka javob.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

6-TAJRIBA ISHI

UCH FAZALI QISQA TUTASHGAN ROTORLI ASINXRON MOTORNING ISH XARAKTERISTIKALARINI TEKSHIRISH.

Ishning maqsadi: Asinxron dvigatelni ishlash printsiptini va ishga tushirishni o'rganish. Asinxron dvigatelni reverslashni va to'xtatish usullarini o'rganish.

Laboratoriya ishini bajarish texnologiyasi (№5)

Talabalar soni: 15 -20 kishi.	Vaqt 3 soat
Mashg'ulot shakli	Nazariy bilimlarni chuqurlashtirish uchun laboratoriya ishi
Asinxron dvigatelni reverslash va tormozlashni o'rganish	-Laboratoriya ishining maqsadi va vazifalari. -Mavuni qisqacha nazariy izoxlash. -Laboratoriya ishini bajarish uchun jixozlar. -Laboratoriya ishi bajarilishining ketma-ketligi. -Olingan natijalarning taxlili.
O'quv mashg'ulotining maksadi: mavzu bo'yicha nazariy bilimlarni mustaxkamlash	
Pedagogning vazifasi: • mavzu bo'yicha bilimlarni to'liq tushinish uchun asos yaratish; • mavzu bo'yicha olingan bilimlarni chuqurlashtirib mustaxkamlash; • olingan bilimlarni tizimlashtirish, solishtirish, umumlashtirish, taxlil qilish ko'nikmalarini o'rgatish.	O'quv mashg'ulotning natijalari: Talaba bilishi lozim: • bajaraladigan laboratoriya ishining maqsadi; • dvigatel va o'lchov asboblarning ma'lumotlari; • stator chulg'aming belgilanishi to'g'riligini tekshirish; • asinxron dvigatelni ishlash printsipti va ishga tushirish; • asinxron dvigatelni reverslash va to'xtatish usullari; • ishchi xarakteristikasini olish.
Ta'lim berish usullari	Laboratoriya ishi bajarish, natijalarni muxokama qilish, blits-so'rov.
Ta'lim berish vositalari	Laboratoriya ishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar, tajriba stendi, o'lchov asboblari.
Ta'lim berish shakllari	Frontal ish, guruxda ish olib borish.
Monitoring va baxolash	Xisobot va yakkama-yakka javob.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blits, ajurali arra, nilufar guli, menyu, munozara, o'z-o'zini nazorat.*

1.4.Keyslar to'plami

MAVZU BO'YICHA KEYS

1. Mavjud vaziyat

Insoniyat moddiy ishlab chiqarish madaniyatining rivojlanish darajasi birinchi galda energiya manbaini hosil qilish va uni ishlatish bilan aniqlanadi. Buning ishlatilishi, keyingi 100 yil ichida esa, elektr quvvatidan foydalanish, sanoatning rivojlanishida texnik inqilobini keltirdi va sotsial munosabatlarda xal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ldi.

Hozirgi paytda rivojlangan mamlakatlarda elektr energiyasi kishi boshiga 10 kVt s. ga to'g'ri keladi. Bu esa 200 yil ilgari sanoatda asosiy ish kuchi hisoblangan insonning quvvatidan 100 marta ko'pdir.

O'zbekiston hududida joylashgan elektr stantsiyalarining umumiy quvvati 1913 yilda 3000 kVt bo'lib, ularda 3,3 million kVt.s. elektr energiyasi ishlab chiqarilgan. GOELRO plani asosida 1926 yil 1 mayda quvvati 4000 kVt bo'lgan Bo'z suv GESi qurib ishga tushirildi. Urushdan oldingi besh yillarda Qodiriya (13600 kVt.), Bo'rjar (6400 kVt), Tovoqsoy (birinchi navbati) GESlari ishga tushirildi. Ulug' Vatan urushi davrida bosib olingan hududlardan O'zbekistonga evakuatsiya qilingan korxonalarni elektr energiyasi bilan ta'minlash maqsadida Oqtepa (1943, 15 MVt), Qibray (1943, 11,2 MVt), Salar (1944, 11,2 MVt.), 1-Oqqovoq (1943, 26,1 MVt) GESlari ishga tushirildi. Farxod GESi qurila boshlandi. Urushdan keyingi davrda Namangan GES lar kaskadi (1,2-2, 1-2, 4-2,4 MVt), 19 ta GES lardan iborat CHirchiq-Bo'zsuv kaskadi kabi yirik gidroenergetika tizimlari bunyod etildi. Rivojlanayotgan xalq xo'jaligini elektr energiyasi bilan ta'minlash maqsadida Ohangaron (600 MVt), Toshkent (1920 MVt), Navoi (830 MVt), Sirdaryo (3000 MVt), Davlat rayon elektr stantsiyalari (DRES) va Farg'ona issiqlik elektr markazi (IEM) (230 MVt) qurildi.

Savol: - Elektroenergetika soxasida ishlatiladigan elektr mashinalari to'g'risida nimalarni bilasiz?

2.Mavjud vaziyat

Elektr mashinalari elektr energetika tizimining asosiy elementlari hisoblanadi. Ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining deyarli hammasi generatorlarda ishlab chiqariladi. Elektr energiyasining asosiy istemolchisi elektr yuritmalar (motorlar) bo'lib ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining qariyb to'rt dan uch qismini istemol qiladi. Uzatiladigan elektr energiyasining hammasi transformatorlardan o'tkazilib kuchlanishi o'zgartiriladi. SHunday qilib ushbu fanda elektr energiyasini ishlab chiqarishda, uzatishda va istemol qilishda qo'llaniladigan elektr mashinalari o'rganiladi.

Elektr energiyasini uzatish va taqsimlash uchun transformatorlar qo'llaniladi. Sobiq Ittifoq elektromexaniklari uzoq masofalarga o'ta katta elektr energetik quvvatlarni uzatish uchun mo'ljallangan, kuchlanishi 1150 kV va 1500 kV bo'lgan transformatorlar yaratdilar. Elektr stantsiyalardagi turbogeneratorlar kuchlanishini oshiruvchi 1000-1200 MVA quvvatli transformatorlar ham nodir qurilmalar qatoriga kiradi.

Transformator zavodlari, shu jumladan, CHirchiq transformator zavodi (CHTZ) iste'molchilarni elektr energiyasi bilan barqaror ta'minlovchi maxsus transformatorlar, reaktorlar va transformatorli nimstantsiyalar komplektlarini ko'plab ishlab chiqarmoqdalar.

Transformatorlarning xalk xujaligidagi urni nimada?

Yuqorida keltirib o'tilgan vaziyatni tahlil eting.

3. Mavjud vaziyat

Elektr energiyasi turli xil elektrostantsiyalarda ishlab chikarilib, elektr uzatish liniyalari orkali iste'molchilarga uzatiladi.

Amalda iste'molchilar nominal kuchlanish 1000 gacha, 6 V, 12 V, 24 V, 36 V, 127 V, 220 V, 380 V, 660 V, va 1000 V yukori, 6 kV, 35 kV, 110 kV, 220 kV larga bulinadi. Kupgina iste'molchilarni tugridan tugri Elektr tarmogi manbaiga ulash mumkin bulmaydi. Bunday xolda kuchlanishni uzgartirib ya'ni pasaytirib yoki kuchaytirib beruvchi kurulma kerak buladi. Bu kurulma bir kuchlanishni boshka kuchlanishga uzgartirib beruvchi statik elektromagnit apparatga transformator deyiladi.

Ma'lumki elektr energiya kuvvati asosan kuchlanish va tok kuchi kiymatlarining kupaytmasi bilan aniklanadi. Ya'ni $P = UI$ Formulaga asosan ma'lum kuvvatda kuchlanish katta bulsa tok kuchi kichkina buladi va aksincha Energiya uzatish liniya simlarida tok kuchi kichik bulsa, kuchlanishning yukotilishi xam kuvvat isrofi xam kam buladi.

SHuningdek tok kancha kichik bulsa elektr uzatish liniyalaridagi simlarning kundalang kesim yuzasi kichik bulib, bu simlarga ketgan rangli metallar va tayanchlar sarfi kam buladi. Bundan kurinib turibdiki elektr energiyani uzok masofaga uzatishda va ularni iste'molchilarga istalgancha oshirish xamda kamaytirish uchun transformatorlar keng ishlatiladi.

Muammoli savol: Elektr energiyasini transformatorlar yordamida uzatish sxemasida keltirib o'tilgan vaziyatni tahlil eting.

4. Mavjud vaziyat (Topshiriqli keys)

1-Topshiriq. «Transformatorlardan foydalanmasa ham bo'ladimi?»

Ko'rsatma: o'quvchilar guruhlariga savol bilan murojaat etiladi. 2 minut vaqt beriladi.

Savol : Transformator nima? Nima uchun transformator kurilmasi ishlatiladi?

To'g'ri javob : 1-guruh Amalda iste'molchilar nominal kuchlanish 1000 gacha, 6 V, 12 V, 24 V, 36 V, 127 V, 220 V, 380 V, 660 V, va 1000 V yukori, 6 kV, 35 kV, 110 kV, 220 kV larga bulinadi. Kupgina iste'molchilarni tugridan tugri Elektr tarmogi manbaiga ulash mumkin bulmaydi. Bunday xolda kuchlanishni uzgartirib ya'ni pasaytirib yoki kuchaytirib beruvchi kurilma kerak buladi. Bu kurilma bir kuchlanishni boshka kuchlanishga uzgartirib beruvchi statik elektromagnit apparatga transformator deyiladi.

Elektr energiya kuvvati asosan kuchlanish va tok kuchi kiymatlarining kupaytmasi bilan aniklanadi. Ya'ni $P=IU$ formulaga asosan ma'lum kuvvatda kuchlanish katta bulsa tok kuchi kichkina buladi va aksincha Energiya uzatish liniya simlarida tok kuchi kichik bulsa, kuchlanishning yukotilishi xam kuvvat isrofi xam kam buladi.

SHuningdek tok kancha kichik bulsa elektr uzatish liniyalaridagi simlarning kundalang kesim yuzasi kichik bulib, bu simlarga ketgan rangli metallar va tayanchlar sarfi kam buladi. Bundan kurinib turibdiki elektr energiyani uzok masofaga uzatishda va ularni iste'molchilarga istalgancha oshirish xamda kamaytirish uchun transformatorlar keng ishlatiladi.

2-guruh SHaxar va kishloklarda joylashgan iste'molchilari past kuchlanish bilan ta'minlanadi. Bunday vaktida pasaytiruvchi va kuchaytiruvchi transformatorlar kulaniladi.

Transformator kurilmasi bulmaganda iste'molchi talab kiladigan elektr energiya maksadli bulmaydi.

3-guruh Transformatorlar elektromagnit statik apparat bo'lib, aylanuvchan qismlari bo'lmaydi, lekin ishlash printsipi va tuzilishi elektr mashinalariga o'xshash bo'lganligi sababli elektr mashinalar guruhiga qo'shib o'rganiladi.

Elektr stantsiyalarda ishlab chiqarilgan o'zgaruvchan tokni iste'molchilarga uzatish, elektr qurilmalari yordamida yetkazib berish va taqsimlash uchun uni kuchlanishini o'zgartirish kerak bo'ladi. O'zgaruvchan tokni kuchlanishini o'zgartirish ya'ni transformatsiyalash uchun transformatorlar qo'llaniladi.

4-guruh Elektrotexniklar uzoq masofalarga o'ta katta elektr energetik quvvatlarni uzatish uchun mo'ljallangan, kuchlanishi 1150 kV bo'lgan transformatorlarni yaratdilar. Elektr stantsiyalaridagi turbogeneratorlarning kuchlanishini kuchaytiruvchi quvvati $1000 \div 1250$ MVA ga teng bo'lgan transformatorlar ham elektrotexnologik qurilmalarning nodir elementlari qatoriga kiradi.

Elektr tarmoklarida elektr energiyasini ma'lum masofaga uzatishda va uni iste'molchilar orasida taksimlashda transformatorlar keng ishlatiladi. Elektr energiyasini uzok masofalarga uzatilganda liniya simlarda sodir buladigan kuvvat isrofini iloji boricha kamaytirish talab kilinadi. Bunda iste'molchilarga kuprok energiya yetib boradi.

Baholash tartibi : 2-3-4-guruhnigina to'g'ri topgan guruhga 2 balldan, 1-guruhni ko'rsatgan guruhga yana 1 ball qo'shib beriladi.

5.Mavjud vaziyat (Topshiriqli keys)

Topshiriq. «Transformatorlarning nominal kattaliklarini sanang».

Ko'rsatma : Transformatorning ishi xarakterlanadigan nominal kattaliklar va elektr jixozlari kataloglarida hamda transformatorga maxkamlangan pasport taxtachada ko'rsatilgan parametrlarni aniklang.

Baholosh tartibi : Eng ko'p va to'g'ri topilgan parametrlar soni hisobga olinadi.

6.Mavjud vaziyat (Topshiriqli keys)

Topshiriq. «To'rt guruhga ajrat».

Ko'rsatma : talabalar bir nechta guruhlarga bo'linadi. Guruhlarga transformatorning ishi xarakterlanadigan nominal kattaliklar va elektr jixozlari kataloglarida hamda transformatorga maxkamlangan pasport taxtachada ko'rsatilgan parametrlar va ularni belgilanishlari yozilgan kartochkalar to'plami beriladi va ikki minut ichida ularni to'rt guruh : nominal kattaliklar, parametrlarni belgilanishlariga ajratish so'raladi.

Baholash tartibi : har bir guruhdagi to'g'ri ajratilgan nominal kattaliklar, parametrlarni belgilanishlar soni va ajratishga ulgurilmay qolganlari soni hamda noto'g'ri ajratilganlari soni hisoblanadi.

7.Mavjud vaziyat (Topshiriqli keys)

Topshiriq. «Transformator turini top».

Ko'rsatma : o'quvchilar bir nechta guruhlarga bo'linadi. Guruhlarga elektr mashinalar va transformator turlari yozilgan kartochkalar to'plami beriladi va ikki minut ichida transformator turlarini topib berish so'raladi. *Baholash tartibi*: har bir guruhdagi to'g'ri ajratilgan transformator turlari va ajratishga ulgurilmay qolganlari soni hamda noto'g'ri ajratilganlari soni hisoblanadi.

8.Mavjud vaziyat (mashqli keys)

Mashq. Transformator tipini aniqlash.

Ko'rsatma : turli transformator yozilgan kartochkalar va beshta tip nomi yozilgan kartochka beriladi. 1 minut ichida beshta tip bo'yicha transformatorlarni ajratib chiqish so'raladi. *Baholash tartibi* : har bir guruhdagi to'g'ri va noto'g'ri ajratilgan transformatorlar tipi hamda ajratishga ulgurilmaganlari soni hisobga olinadi.

Mavjud vaziyat (mashqli keys)

Mashq. Uch fazali transformatorning tuzilishini sanang

Ko'rsatma : Uch fazali transformator tuzilishi yozilgan kartochkalar beriladi. 1 minut ichida uch fazali transformatorlarning kismlarini ajratib chiqish so'raladi. *Baholash tartibi* : har bir guruhdagi to'g'ri va noto'g'ri ajratilgan kismlar hamda ajratishga ulgurilmaganlari soni hisobga olinadi.

Mavjud vaziyat (mashqli keys)

Mashq.Uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablarni aniklash

Ko'rsatma: Uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablar yozilgan kartochka beriladi. 1 minut ichida uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablarni ajratib chiqish so'raladi. *Baholash tartibi* : har bir guruhdagi to'g'ri va noto'g'ri ajratilgan uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablarni hamda ajratishga ulgurilmaganlari soni hisobga olinadi.

Mavjud vaziyat (mashqli keys)

Mashq.Transformator quvvat isroflari formulasini aniqlash.

Ko'rsatma Transformator quvvat isroflari nomlari yozilgan kartochkalar beriladi va guruhdan ularning 1 minut ichida formulalarini aniklash so'raladi. So'ng uning taqdimoti o'tkaziladi. (Masalan, Transformatorning po'lat o'zagida isrof bo'ladigan quvvat qiymati salt ishlash tajribasidan aniqlanadi ya'ni transformator salt ishlaganda salt ishlash quvvati P_0 uning po'lat o'zagida isrof bo'ladigan quvvat ΔP_n ga teng bo'ladi $P_0 = \Delta P_n$.

Magnit isrofi yoki salt ishlash quvvati birlamchi chulg'amdan salt ishlash toki I_0 o'tganda birlamchi chulg'amning aktiv qarshiligi R_1 da issiqlikka aylanadigan va magnit hodisalar natijasida isrof bo'ladigan quvvatlardan iborat bo'ladi, ya'ni $P_0 = I_0 R_1 + \Delta P_{suc} + \Delta P_y$)

Baholash tartibi : Har bir formulada to'g'ri va noto'g'ri aniqlangan quvvat isroflarini soni hisoblanadi. Har bir formuladagi to'g'ri topilgan quvvat isrof 1 balldan hisoblanadi.

Muammo: Hozirda talabalar o'z xotirasidan ko'p shikoyat qilada, yoki ma'lumotlar ko'p barchasini esda saqlab hololmaslik tabiiy hol deb tushunmoqda.

Muammoning yechimi:

1. Talaba zarur ma'lumotlarni tez-tez takrorlab turishi lozim
2. Talaba o'z vaqtida mashg'ulotlarga tayyorgarlik ko'rish lozim
3. Talaba o'z ustida ko'p ishlashi kerak

Muammo: O'z-o'zini anglash, o'zidagi mavjud sifatlarni baholash jarayoni ko'pincha konkret shaxs tomonidan og'ir kechadi, ya'ni inson tabiati shundayki, u o'zidagi o'sha jamiyat normalariga to'g'ri kelmaydigan, no'maqul sifatlarni anglamaslikka, ularni «yashirishga» harakat qiladi.

Muammoning yechimi:

1. Bugungi kun ko'pchilik odamlar psixologik bilimlardan xabardor bo'lishini hojlashadi
2. Bu ataylab qilinadigan ish bo'lmay, u har bir shaxsdagi o'z shaxsiyatini o'ziga xos himoya qilish mexanizmidir. Bunday himoya mexanizmi shaxsni ko'pincha turli xil yomon asoratlardan, hissiy kechinmalardan asraydi.
3. «Men» - obrazining ijobiy yoki salbiyligida yana o'sha shaxsni o'rab turgan tashqi muhit, o'zgalar va ularning munosabati katta rol o'ynaydi. Odam o'zgalarga qarab, guyoki oynada o'zini ko'rganday tasavvur qiladi

Elektr mashinalari fanining ilmiy tadqiqot metodlari bo'yicha keys

Muammo: Zaiflik, kuchsizlik, ilojisizlik «boshqa iloji yuk», «doim shunday» hislariga ko'milib yurgan talaba vaziyat yaxshi tomonga hech qachon o'zgarmasligiga ishonch hosil qilgan. Hayot uning uchun dahshatli, «hammaga baribir» iborasida aks etgan.

Muammoning yechimi:

1. Kuzatish metodi orqali batafsil muammolarni o'rganish lozim
2. Suhbat metodlari bilan muammoga yo'l toping
3. "O'z-o'zini baholash" anketasini o'tkazing

Muammo: Ko'p yoshlar o'zhissiyotlarini sir tutishga o'rinishadi yoki jilovlay olmasdan «portlab» ketishlarini ko'rsatishadi. Ota-onalar bu holatga «yuragi tor», «injiq» deb baho beradilar.

Muammoning yechimi:

1. Aslida, ulardan yutuqlari, quvonchlari, baxtli holatlari, hayajonlari hakida so'rashlari kerak
2. Ular bilan dustlashish kerak, sirlashish kerak.
3. Talaba psixolog mutaxassislariga uchrab maslahat olishlozim

3-Muammo: Hozirda talabalar o'z xotirasidan ko'p shikoyat qilada, yoki ma'lumotlar ko'p barchasini esda saqlab hololmaslik tabiiy hol deb tushunmoqda.

Muammoning yechimi:

4. Talaba zarur ma'lumotlarni tez-tez takrorlab turishi lozim
5. Talaba o'z vaqtida mashg'ulotlarga tayyorgarlik ko'rish lozim
6. Talaba o'z ustida ko'p ishlashi kerak.

Muammoning turi	Muammoning kelib chiqish sabablari	Muammoni yechishda Sizning harakatlaringiz	Muammoni yechishda uchraydigan to'siqlar
Guruxda o'qiydigan Islomjon sportning tekvondo turiga juda qiziqadi. U 2 oy davomida sport musobasalarida qatnashdi va mashg'ulotlarga bo'lgan qiziqishi yanada ortdi. Lekin o'sha paytda dars jarayonlariga to'liq qatnashmaganligi sababli darslarga bo'lgan qiziqishi sustlashdi. Qizning ota-onasi unga sport mashg'ulotlariga boshqa qatnashmasligini aytdi. Lekin Islomjon darslarni koldirib bo'lsa ham, ota- onasidan yashirincha sportga bordi. Ushbu holatga izoh bering, va o'z tavsiyalarinigizni ayting.			

Transformator mavzusi bo'yicha keys:

Transformatorning afzalliklari		Transformatorning rivojlanishida nimalarga e'tibor berish kerak?	
Muammolar	Echimi	Muammolar	Echimi

Transformatorlarning xalk xujaligidagi urni		
Muammolar	Muammoning sabablari	Muammoning

TESTLAR NAMUNALARI

1.Rasmda berilgan transformator turini aniqlang?

		Tok
		Kuch
		Kuchlanish
		Asinxron
		Avtotransformator
		Uzgarmas tok generatori
		Sinxron
		Payvandlash
		stabilizator
		moyli
		Uzgarmas tok dvigatel
		Kuruk

2.Ta’rifda tushurib holdirilgan so’zlarni yozing _____ normal sharoitda ishlasa, aylanma magnit maydoni rotorga nisbatan (n_1-n_2) tezlik bilan aylanadi. Bu nisbiy tezlik _____ **tezligi** deyiladi.

Javob: dvigatel, sirpanish

3.Ta’rifda tushurib holdirilgan so’zlarni yozing.- Bu sharoitda $n_1 > n_2$ bo’ladi. Mashinaning rotorigata’sir etadigan moment aylantiruvchi moment bo’ladi. Mashina elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi. Dvigatelni ishga tushitishning boshlang’ich paytida ($t = 0$) $n_2 = 0$ bo’ladi. Bunda sirpanish $s = 1$. dvigatel yuklamasiz (salt) ishlaganda $n_1 \approx n_2$ bo’ladi. Bunda sirpanish $s = 0$. Demak, asinxron mashina, sirpanish qiymati 0 dan 1 gacha o’zgarganda dvigatel sifatida ishlaydi.

Javob: Asinxron mashinaning asinxron dvigatel sifatida ishlashi

II. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikka erishgach, o'z rivojlanish yulini belgilab oldi. Xalq xo'jaligining turli sohalarida amalga oshirilayotgan islohotlar, ishlab chiqarish jarayonida ko'plab yangi texnologiyalarning ko'llanilishi, O'zbekiston Respublikasining ta'lim tizimida tub islohotlarning amalga oshirilishiga sabab bo'ldi.

Jamiyatimizning xar bir fuqarosi ortda qolgan yillar qadrini baholashga va kelajak hayotining turli jabxalarini belgilab olishga urinishi tabiiydir. Jumladan, ta'lim sohasida faoliyat ko'rsatayotganlar ham bundan mustasno emas.

Pedagogikada o'qitish jarayonining ikki tomonlama o'quvchi tomonidan bajariladigan o'quv faoliyati va o'qituvchining o'rgatuvchilik faoliyati yig'indisidan iborat ekanligi e'tirof etiladi. Bu qoidani inkor etib bo'lmagani kabi zamonaviy ta'lim mazmuni umuminsoniy va milliy tajribalardan tashkil topishidan ham ko'z yumish mushkul.

Ilmiy texnikaviy taraqqiyot ishlab chiqarishning ko'p sonli tarmoqlari (sanoat, qishloq xo'jaligi, tibbiyot va boshqa) bilan bir qatorda ta'lim sohasiga, ijtimoiy-gumanitar bilimlar doirasiga ham yangi texnologiyalarni joriy etishni taqozo etmokda. SHu boisdan Kadrlar tayyorlash Milliy dasturida «o'quv-tarbiyaviy jarayonni ilg'or pedagogik texnologiyalar bilan ta'minlash» uqtiriladi, uning ikkinchi va uchinchi bosqichlarida bajariladigan jiddiy vazifalardan biri sifatida belgilandi.

Nazorat ishi topshiriqlarining maqsadi talabning sessiya oraliq muayyan fan bo'yicha to'liq tayyorgarligini ta'minlash, boshqacha aytganda, yakuniy baholashga tayyorlashdir. Lekin talaba uchun nazorat ishi asosiy baxolash vazifasini bajaradi.

Nazorat ishi topshiriqlarida fanning barcha bo'limlari mazmuni qamrab olinadi va ular bo'yicha qo'yiladigan vazifalar turli ish shakllarida bajarilishi ko'zda tutiladi. SHuningdek, nazorat ishiga qo'yilayotgan har bir nazariy va amaliy masala talabning faoliyati bilan bog'lanishi hamda ilg'or pedagogik va axborot texnologiyalari bilan ta'minlanishi ham shart.

Nazorat ishi topshiriqlarini bajarish uchun muayyan fanning o'ziga xos xususiyatlaridan kelib chiqib, uning har bir bo'limi yoki bobi bo'yicha topshiriqlar banki, topshiriq variantlari va bajariladigan ish bo'yicha talabalar bilimini baholash mezonlarini ishlab chiqish kerak bo'ladi.

1. Mustaqil ishni tashkil etishning shakli va mazmuni:

1. Ma'ruzani tinglay olish. Oliy o'quv yurtida ma'ruza jarayonida talabalardan ma'ruzachini diqqat bilan tinglash, fikr yuritish va eshitganlarini yozib borish (matnlashtirish) talab etiladi. Fikrni bir joyga to'plab, diqqatni ma'ruzachi bayon qilayotgan masalaga safarbar qilish, faollik ko'rsatish bilangina ma'ruza mazmunini to'g'ri tushunish, bilish va anglab o'zlashtirish mumkin.

Talaba o'quv-biluv maqsadini aniq tasavvur etib, ma'ruzaga oldindan tayyorlanib kelsa (oldingi ma'ruzada bayon qilingan masala – materialni ko'rib, darslikdan yangi mavzuni o'qib kelsa), ma'ruzachi bayoniga o'z fikrlarini to'plab, to'la safarbarlik bilan tinglay oladi. Buning uchun talabada ma'ruzani tinglashga kuchli motiv mavjud bo'lishi lozim.

Talaba ma'ruzani tinglash jarayonida asosiy tushunchalar, muhim g'oyalarni o'z daftariga yozib borishi kerak, bunda ham eshitish, ham ko'rish, ham harakat xotirasi ishlaydi, faoliyat asosida bilim o'zlashtiriladi.

2. Ma'ruzani yozib olish. Har bir ma'ruza mazmuni (jarayoni)da quyidagilar bo'ladi: ma'ruzaning asosini tashkil etadigan muhim g'oya; muhim g'oyani asoslash, juz'iy xulosalar; qisqa muddatli pauzalar; ta'riflar, tamoyillar, tushunchalar.

Ma'ruzani matnlashtirayotganida talaba asosiy g'oya, muhim masalalar, asosiy tushunchalar, tamoyillar, ta'riflar, xulosalarni o'z daftarida qayd etib, yozib borishi kerak. Ma'ruza jarayonida professor-o'qituvchi shu xil joylarni ovozi o'zgartirish, nutq tempini kamaytirish bilan ajratib beradi, e'tibor berib tinglansa, zarur joylarni yozib olish imkoni bo'ladi.

Yozib olish paytida ma'lum tartibga amal qilinsa (ma'ruzaning muhim masalalari; fakt, dalil, ta'rif, xulosalar; savol-javoblar, mulohazalar), tinglash jarayonida asosiy narsalarni ajrata olish malakasi hosil bo'ladi.

1. Matnlashtirayotganda quyidagilarga rioya qilish lozim:

- hoshiya holdirish;

- har bir masalani tartib raqami bilan belgilash va satr boshidan yozish; ravshan yozish, ostiga chizib, ajratish;
- shaxsiy shartli qisqartirishlardan foydalanish: (qarama- qarshilik), kabi;
- tsitatalarning hoshiyasini ko'proq qoldirish;
- imloga, husnixatga rioya qilish, tartibli, toza yozish;
- yozib ulgurmaganlariga joy holdirib ketish;
- ruchkada yozish;
- yozuvlarni uyda o'qib chiqib, xatolarini to'g'rilash, to'ldirish, bu ishni iloji boricha o'sha kuni yoki vaqt ko'p o'tmay qilish;
- o'zingiz qatnashmagan ma'ruzani o'rtog'ingiz matnidan ko'chirib, kitoblardan o'qib o'rganish zarur.

4.Kitob, manbalar bilan ishlash. Yuqori malakali mutaxassis bo'lish, o'z bilimlarini muntazam oshirib borish uchun talaba kitob bilan, birinchi manbalar bilan ishlash malakasiga ega bo'lishi zarur. Kitob bilan ishlay olish malakasi nazariy bilimlarni chuqurroq egallashning shartidir.

Birinchi kurs talabalari, odatda, zarur kitobni tanlash, topishga qiynaladilar, kitobni maqsadga muvofiq tarzda qunt bilan o'qish o'rniga ayrim joylarinigina o'zgarishsiz ko'chirib qo'ya qoladilar. Vaqolanki, talaba kitobni qanday topish va undan qanday foydalanishni bilmog'i lozim.

5. Talaba mustaqil o'qib o'rganishi zarur bo'lgan kitoblarni professor - o'qituvchi ma'ruza, seminar paytida tavsiya qiladi va kerakli maslahatlarni beradi. Oliy o'quv yurti talabasi DTS va malaka talablarining ijtimoiy-gumanitar, tabiiy-ilmiy, ixtisoslik va boshqa fan bloklariga doir kitoblar, manbalarni o'rganishi zarur. U professor-o'qituvchilarning maslahati va ko'rsatmalariga amal qilishi kerak. SHu tariqa zarur kitoblarni tanlash va mustaqil ta'lim olish malakalarini egallab oladi.

6. Mustaqil ta'lim olish uchun talaba bibliografiya qanday bo'lishi, qanday tuzilishini bilib olishi lozim. Bibliografiyaga doir yozuvlarni alohida daftarga, bloknotga yoki kartochkalarga qayd etib (yozib) borishi kerak. Bunda quyidagi tartibga amal qilinadi: avvalo, kitob yoki maqola muallifining familiyasi, ismi-sharifi, kitobning nomi, joy nomi, nashriyot nomi, chiqqan yili, hajmi (necha betligi) ko'rsatiladi.

Ilmiy jurnal yoki ilmiy to'plamda bosilib chiqarilgan maqola bo'lsa, unda avvalo muallifning familiyasi, ismi-sharifi, so'ngra maqolaning nomi, jurnal (to'plam)ning nomi, joyi, vaqti (yili), soni, so'ngra betlari ko'rsatiladi.

SHu bilan birga talaba kutubxonadan o'ziga kerakli kitobni qanday qidirib topishni ham bilishi lozim. Har bir kutubxonada mavjud kitoblar bibliografiyasi (ro'yxati) shifrlanib, bibliografik kartochkalar shkaflardagi qutichalarga alfavit tartibida hamda mavzular bo'yicha (sistemalashtirilib) joylashtirilgan bo'ladi. Talaba o'ziga kerakli kitobning nomi yozilgan kartochkadan kitobning nomi va shifri aniqlab, kitob olishga buyurtma berishi mumkin.

7. Darslik, ilmiy asarlar yoki maqolalarni o'qib o'rganish tartibi quyidagicha bo'lishi mumkin: tavsiya etilgan kitob, risola, darslikning bobi, paragrafi (fasli) avvalo boshdan oxirigacha bir marta o'qib chiqiladi, umumiy tasavvur hosil qilinadi: muallifi, kitobning, maqolaning, bob yoki paragrafning nomi bilib olinadi; kitobning muqaddimasi, asarning boshida yozilgan va shu asarning mazmunini ifodalaydigan *tsitata*, *annotatsiya*, *epigrafi* bilan tanishish shu kitobning muhim g'oyasi va yo'nalishi haqida tasavvur beradi.

So'ngra qo'lda halam (ruchka) bilan jiddiy e'tibor berib, asosiy matn o'qib o'rganiladi, muhim o'rinlari yozib boriladi.

Kitobni bobma-bob yoki paragraflar bo'yicha o'rganish va asosiy g'oyalarni qisqa yozib borish maqsadga muvofiq. Kitob o'qish ijodiy ish bo'lib, o'qish jarayonida fikr yuritish, tanqidiy yondashish, mulohaza qilish, lug'atlar, entsiklopediyalardan foydalanish lozim. Kitob matnida berilgan jadval, rasm, sxema, grafik, shakl, ko'rgazmalarni sinchiklab o'rganish, matn mazmuniga solishtirib ko'rish, zarur bo'lsa, ko'chirib olish kerak. Kitobni o'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni baholash va unga tanqidiy nuqtai nazardan qaramoq, shuningdek, uning muhimligini baqolamoq zarur bo'ladi.

O'qishda u yoki bu materiallarga har xil yo'llar bilan belgi qo'yish tavsiya etiladi.

2.1. Mustaqil ish topshiriqlari

1-Topshiriq

1.1.-masala TM markali uch fazali moyli transformator parametrlari 1.1.-jadvalda berilgan. Jadvalda variant bo'yicha berilmagan parametrlarni aniqlansin. Tarmoqdagi tok chastotasi $f = 50$ Gts CHulg'amlar ulanish guruhi Y/Y .

1.1-jadval

Parametrlar	Transformator tipi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TM-1000/35	TM-50/6	TM-100/6	TM-180/6	TM-320/6	TM-560/35	TMG-750/35	TM-1000/6	TM-10/6	TM-160/6
Asosiy magnit oqimi $\Phi_{\max}$, Vb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O'ramlar soni ω_1	1600	1190	-	-	522	2000	-	-	-	260
O'ramlar soni ω_2	-	-	72	-	-	-	146	-	-	-
Sterjen magnit o'tkazgich kesimi Q_{cm} , m ² $B_{\max} = 1,5$ Tl bo'lganda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kuchlanish U_{1nom} , kV	35	6	6	6	6	35	35	6	6	6
Kuchlanish, U_{2nom} kV	-	0.4	0,5	0,5	0,4	-	3,15	0,4	0,4	0,4
Transformatsiya koeffitsienti k	5,56	-	-	-	-	5,55	-	-	-	-

1.2-masala Bir fazali ikki chulg'amli transformator parametrlari 1.2-jadvalda berilgan. Jadvalda variant bo'yicha berilmagan parametrlarni aniqlansin. Tarmoqdagi tok chastotasi $f = 50$ Gts

1.2-jadval

Parametr	Variantlar									
	11	12	13	14	15	13	17	18	19	20
S_{nom} , kVA	-	1600	-	4 000	1 600	-	100	-	4 00	630
U_{2nom} , V	400	630	-	830	660	400	630	-	630	660
ω_1	-	1800	-	-	-	-	1800	-	-	-
ω_2	-	-	169	128	140	-	-	169	128	169
k	15	-	12	23,4	9,55	23,4	-	9,55	15	12
E_{gmk}	5		6	-	-	5		6	-	-
Q_{cm}	-	0,018	-	0,022	-	-	0,022	-	0,018	-
$B_{\max}$	1.5	1,4	1.5	-	1,55	1.4	1,5	1.55	-	1,5
I_{2nom}	172	-	140	-	-	140	-	170	-	-

1.3-masala. Bir fazali transformator tok chastotasi 50 Gts bo'lgan tarmoqqa ulangan. 1.3-jadvalda transformator parametrlari berilgan. Transformator CHulg'amlardagi o'ramlar soni aniqlansin. Sterjen po'latining to'ldirish koeffitsient $k_c = 0,95$.

1.3-jadval

Parametr	Variantlar									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
U_{2nom} , V	230	400	680	230	230	400	400	680	230	230
k	15	10	12	8	10	6	8	12	14	8
Q_{cm} m ²	0,049	0,08	0,12	0,18	0,065	0,08	0,12	0,076	0,06	0,085
$B_{\max}$	1,3	1,6	1,8	1,3	1,4	1,5	1,2	1,3	1,5	1,2

1-topshiriqni yechish uchun namuna

1.1.-masala, 1-variant

Echish: 1. PK li chulg'am nominal kuchlanishi $U_{2nom} = U_{1nom} / k = 35 / 5,56 = 6,3 \text{ kV}$.

2. PK chulg'am fazalaridagi o'ramlar soni $\omega_2 = \omega_1 / k = 1600 / 5,56 = 288 \text{ o'ram}$.

3. Asosiy magnit oqimning maksimal qiymati

$$\Phi_{max} = \frac{U_{2nom}}{\sqrt{3} \cdot 4,44 f \omega_2} = \frac{6300}{(1,73 \cdot 4,44 \cdot 50 \cdot 288)} = 0,057 \text{ Vb}.$$

4. Sterjen magnito'tkazgich kesim yuzasi $Q_{cm} = \frac{\Phi_{max}}{(B_{max} k_c)} = \frac{0,057}{1,5 \cdot 0,95} = 0,04 \text{ m}^2$.

1.2.-masala, 11-variant

Echish: 1. Asosiy magnit oqim maksimal qiymati $\Phi_{max} = \frac{E_{emk}}{(4,44 f \omega)} = \frac{5}{(4,44 \cdot 50 \cdot 1)} = 0,0225 \text{ Vb}$.

2. Sterjen magnito'tkazgich ko'ndalang kesim yuzasi

$$Q_{cm} = \frac{\Phi_{max}}{(B_{max} k_c)} = \frac{0,0225}{1,5 \cdot 0,95} = 0,0158 \text{ m}^2$$

3. Ikkilamchi chulg'am o'ramlar soni $\omega_2 = \frac{U_{2nom}}{(4,44 f \Phi_{max})} = \frac{400}{(4,44 \cdot 50 \cdot 0,0225)} = 80 \text{ o'ram}$.

4. Birlamchi chulg'am o'ramlar soni $\omega_1 = \omega_2 k = 80 \cdot 15 = 1200 \text{ o'ram}$.

5. Transformatorning nominal quvvati $S_{nom} = U_{2nom} I_{2nom} = 400 \cdot 172 = 68,8 \text{ kVA}$.

1.3.-masala, 21-variant

Echish: 1. Asosiy magnit oqim maksimal qiymati $\Phi_{max} = \frac{B_{max} Q_{cm} k_c}{1} = 1,3 \cdot 0,049 \cdot 0,95 = 0,06 \text{ Vb}$.

2. Transformator ikkilamchi chulg'am o'ramlar soni

$$\omega_2 = \frac{U_{2nom}}{(4,44 f \Phi_{max})} = \frac{230}{(4,44 \cdot 50 \cdot 0,06)} = 16 \text{ o'ram}$$

3. Birlamchi chulg'am o'ralar soni $\omega_1 = \omega_2 k = 17 \cdot 15 = 255 \text{ o'ram}$.

2-Topshiriq

1.4-masala Uch fazali moyli transformator parametrlari 1.4-jadvalda berilgan. Variant bo'yicha jadvalda berilmagan parametrlarni va quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_0 = 0,8$ (yuklama induktiv xarakterli) bo'lganda kuchlanish o'zgarishi ΔU_{nom} ni aniqlang. Tarmoqdagi tok chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ CHulg'amlar ulanish guruhi Y/Y .

1.4-jadval

Parametr	Transformator tipi					
	1	2	3	4	5	6
	TM-25/10	TM-40/6	TM-63/10	TM-100/6	TM-160/10	TM-250/6
S_{nom} , kVA	25	-	63	-	-	250
U_{1nom} , V	10	6	10	6	10	-
u_K , %	4,5	-	4,5	-	4,5	-
i_0 , %	3,2	-	4,5	2,6	2,4	-
P_0 , kVt	0,13	0,175	-	-	0,51	-
P_K , kVt	0,0	0,88	-	-	2,65	-
I_{1nom} , A	-	3,87	-	9,6	9,2	24
I_0 , A	-	0,115	0,16	-	-	-
U_K , kV	-	0,28	0,45	-	-	-
Z_K , Om	-	-	-	-	-	-

$\cos \varphi_K$	-	-	-	0,30	-	-
$\sin \varphi_K$	-	-	-	-	-	-
$\cos \varphi_0$	-	-	-	-	-	0.13
$u_{Ka}, \%$	-	-	-	1,95	-	-
$u_{Kp}, \%$	-	-	-	6,2	-	-
r_K, Om	-	-	-	-	-	0,0036
x_K, Om	-	-	-	-	-	0,01
$\Delta U_{\text{НОМ}} \%$	-	-	-	-	-	-

1.5-masala 1.5-jadvalda uch fazali TM markali transformatorning texnik ma'lulotlari berilgan. Barcha parametrlari aniqlansin va qisqa tutashuv kuchlanish uchburchagi qurilsin. Tarmoqdagi tok chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ CHulg'amlar ulanish guruhi Y/Y .

1.5-jadval

	Tip transformatora	$S_{\text{НОМ}}, \text{kVA}$	$U_{1\text{НОМ}}, \text{kV}$	$U_{2\text{НОМ}}, \text{kV}$	$u_K, \%$	$P_{K\text{НОМ}}, \text{kVt}$	$P_{0\text{НОМ}}, \text{kVt}$	$i_0, \%$
7	TM-1000/10	1000	10	0,4	5,5	12,2	2,45	1.4
8	TM-1600/10	1600	10	0,4	5,5	18.0	3,3	1,3
9	TM-2500/10	2500	10	0,4	5,5	25.0	4,6	1,0
10	TM-4000/10	4000	10	0,4	5.5	33,5	6,4	0.9
11	TM-6300/10	6300	10	0,4	5,5	16,0	9,0	0,8
12	TM-630/10	630	10	0,4	5,5	7,6	1,56	2,0

1.6-masala 1.6-jadvalda uch fazali TM markali transformatorning texnik ma'lulotlari berilgan. Barcha parametrlari va nominal yuklamadagi transformatorning induktiv va sig'im xarakterli yuklamalarda quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_2 = 1$ va $\cos \varphi_2 = 0,8$ bo'lganda kuchlanish o'zgarishini aniqlang Tarmoqdagi tok chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ CHulg'amlar ulanish guruhi Y/Y .

1.6-jadval

	Tip transformatora	$S_{\text{НОМ}}, \text{kVA}$	$U_{1\text{НОМ}}, \text{kV}$	$U_{2\text{НОМ}}, \text{kV}$	$u_K, \%$	$P_{K\text{НОМ}}, \text{kVt}$	$P_{0\text{НОМ}}, \text{kVt}$	$i_0, \%$
13	TM-1000/10	1000	10	0,4	5,5	12,2	2,45	1.4
14	TM-1600/10	1600	10	0,4	5,5	18.0	3,3	1,3
15	TM-2500/10	2500	10	0,4	5,5	25.0	4,6	1,0
16	TM-4000/10	4000	10	0,4	5.5	33,5	6,4	0.9
17	TM-6300/10	6300	10	0,4	5,5	16,0	9,0	0,8
18	TM-630/10	630	10	0,4	5,5	7,6	1,56	2,0

1.7-masala 1.7-jadvalda uch fazali transformatorning parametrlari berilgan. Transformatorning barcha parametrlari va yuklama koeffitsienti β ni 0; 0,25; 0,5; 0,75; va 1 qiymatlarida kuchlanish o'zgarishlarini toping.

1.7-jadval

Parametr	Varianty									
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$S_{\text{НОМ}}, \text{kVA}$	600	250	800	4100	1800	5600	7 320	850	9 120	10 80

$U_{1\text{НОМ}}$, kV	31,5	6,3	31,5	6,3	6,3	10	10	3,4	6,3	10
$P_{K\text{НОМ}}$, kVT	20	12	22	7	10	25	13	3,5	8	5 L
u_K , %	8,5	6,5	8,5	5,5	6,5	7	6,5	5,5	^ ^	6
$\cos \varphi_2$	0,75 (emk.)	0,8.5 (ind.)	0,80 (emk.)	0,70 (ind.)	1,0	0.85 (ind.)	0.9 (emk.)	1,0	0.80 (ind.)	0,70 (ind.)

1.8-masala 1.8-jadvalda uch fazali transformator parametrlari berilgan. CHulg'amlar ulanish guruhi Y/Y . Barcha parametrlari, $\cos \varphi_2 = 1$ va $\cos \varphi_2 = 0,8$ bo'lganda va yuklama koefitsienti β ni 0; 0,25; 0,5; 0,75; va 1 qiymatlarida kuchlanish o'zgarishlarini va FIKini aniqlansin.

1.8-jadval

Parametr	Varianty									
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
$S_{\text{НОМ}}$, kVA	100	180	320	500	1000	800	600	700	400	200
$U_{1\text{НОМ}}$, kV	0,5	3,0	6,0	10	35	10	10	6,0	3,0	3,0
$U_{2\text{НОМ}}$, kV	0,23	0,4	0,4	0,4	3,0	0,4	0,6	0,6	0,23	0,23
u_K , %	5,5	5,5	8.5	0,5	5,5	6,5	8,5	5,5	6,5	5,5
i_0 , %	0,5	5.5	5,5	5,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,5
$P_{0\text{НОМ}}$, kVt	0,65	1,2	1,0	2,5	5,2	3,6	2,8	3,2	2,0	1,5
$P_{K\text{НОМ}}$, kVt	2,0	3,6	5,8	9,0	13.5	10,0	9,0	8,2	6,0	4,0

2-topshiriqni yechish uchun namuna

1.4.-masala, 1-variant

Echish: TM-25/10 transformatorning varianti

1. Birlamchi chulg'am nominal toki

$$I_{1\text{НОМ}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3}U_{1\text{НОМ}}} = \frac{25}{1,73 \cdot 10} = 1,44 \text{ A.}$$

2. Salt ishlash toki

$$I_0 = \frac{i_0}{100} I_{\text{НОМ}} = \frac{3,2}{100} \cdot 1,44 = 0,046 \text{ A.}$$

3. Salt ishlashdagi quvvat koefitsienti

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3}I_0 U_{\text{НОМ}}} = \frac{0,13}{(1,73 \cdot 0,046 \cdot 10)} = 0,16$$

4. Qisqa tutashuv kuchlanishi

$$U_K = \frac{u_K}{100} U_{1\text{НОМ}} \sqrt{3} = \frac{4,5}{100} \cdot 10 \sqrt{3} = 0,26 \text{ kV}$$

5. Qisqa tutashuvdagi quvvat koefitsienti

$$\cos \varphi_K = \frac{P_K}{3I_{1\text{НОМ}} U_K} = \frac{0,6}{(3 \cdot 1,44 \cdot 0,26)} = 0,53 \quad \sin \varphi_K = 0,85$$

6. Qisqa tutashuv kuchlanishining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari

$$u_{Ka} = u_K \cos \varphi_K = 4,5 \cdot 0,53 = 2,38 \%$$

$$u_{Kp} = u_K \sin \varphi_K = 4,5 \cdot 0,85 = 3,8 \%$$

7. Qisqa tutashuv qarshiligi

$$Z_K = \frac{U_K}{I_{1\text{НОМ}}} = \frac{0,26 \cdot 10^3}{1,44} = 180 \text{ Om.}$$

8. Qisqa tutashuvdagi aktiv va reaktiv qarshiligi

$$r_K = Z_K \cos \varphi_K = 180 \cdot 0,53 = 95,4 \text{ Om}$$

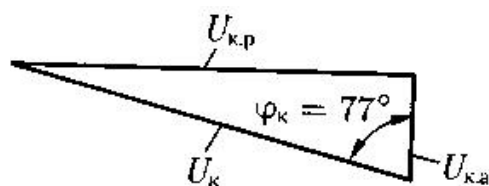
$$x_K = Z_K \sin \varphi_K = 180 \cdot 0,85 = 153 \text{ Om}$$

9. Yuklamadan keyingi transformatorning nominal kuchlanish o'zgarishi

$$\Delta U_{nom} = u_{\kappa.a} \cos \varphi_2 + u_{\kappa.p} \sin \varphi_2 = 2,38 \cdot 0,8 + 3,8 \cdot 0,6 = 4,18 \%$$

1.5.-masala, 12-variant

Echish:



1-rasm. Qisqa tutashuv kuchlanish uchburchagi

Echish. TM-630/10 transformatorning varianti.

1. Qisqa tutashuv kuchlanishi

$$U_{1K} = \frac{u_K}{100} U_{1nom} = \frac{5,5}{100} 10 \cdot 10^3 = 550 \text{ V}$$

2. Qisqa tutashuv toki

$$I_{1K} = I_{1nom} = \frac{S_{nom}}{\sqrt{3} U_{1nom}} = \frac{630 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 10 \cdot 10^3} = 36,4 \text{ A.}$$

3. Qisqa tutashuv rejimidagi quvvat koeffitsienti

$$\varphi_K = 77^\circ; \sin \varphi_K = 0,97.$$

4. Qisqa tutashuvdagi to'la qarshilik

$$z_K = \frac{U_{1K}}{(\sqrt{3} I_{1K})} = \frac{550}{1,73 \cdot 36,4} = 8,7 \text{ Om}$$

5. Qisqa tutashuvdagi aktiv qarshilik

$$r_K = z_K \cos \varphi_K = 8,7 \cdot 0,22 = 1,9 \text{ Om}$$

6. Qisqa tutashuvdagi aktiv qarshilik

$$x_K = z_K \sin \varphi_K = 8,7 \cdot 0,97 = 8,44 \text{ Om}$$

7. Qisqa tutashuv kuchlanish uchburchagi (1-rasm)

$$U_K = I_{1K} z_K = 36,4 \cdot 8,7 = 317 \text{ V};$$

$$U_{Ka} = I_{1K} r_K = 36,4 \cdot 1,9 = 69 \text{ V};$$

$$U_{Kp} = I_{1K} x_K = 36,4 \cdot 8,44 = 307 \text{ V.}$$

8. $m_g = 5 \text{ V/mm}$ masshtabi bo'yicha uzunlik vektorini ko'ramiz (qisqa tutashuv kuchlanish uchburchagi):

$$U_K = \frac{317}{5} = 63 \text{ mm}; U_{Ka} = \frac{69}{5} = 14 \text{ mm}; U_{Kp} = \frac{307}{5} = 61 \text{ mm.}$$

9. Masalani yechimidagi kerak bo'lgan asosiy formula

$$\Delta U_{nom} = u_{\kappa.a} \cos \varphi_2 + u_{\kappa.p} \sin \varphi_2$$

Bu yerda

$$u_{Ka} = \frac{U_{Ka}}{U_{1nom}} 100 = \left(\frac{69}{10000} \right) 100 = 0,69 \%;$$

$$u_{Kp} = \frac{U_{Kp}}{U_{1nom}} 100 = \left(\frac{307}{10000} \right) 100 = 3,07 \%;$$

$$u_K = \frac{U_K}{U_{1nom}} 100 = \left(\frac{317}{10000} \right) 100 = 3,17 \%;$$

$$\cos \varphi_K = \frac{u_{Ka}}{u_K} = \frac{0,69}{3,17} = 0,22.$$

10. Aktiv yuklamada $\cos \varphi_2 = 0,8$; $\sin \varphi_2 = 0,6$

$$\Delta U_{\text{HOM}} = 0,69 \cdot 1 + 0 = 0,69 \%$$

11. Aktiv-induktiv yuklamada $\cos \varphi_2 = 0,8$; $\sin \varphi_2 = 0,6$

$$\Delta U_{\text{HOM}} = 0,69 \cdot 0,8 + 3,07 \cdot 0,6 = 2,4 \%$$

12. aktiv-sig'im yuklamada $\cos \varphi_2 = 0,8$; $\sin \varphi_2 = 0,6$ (ikkinchi hisoblashdagi qo'shiluvchi o'rniga "minus" ishorasi qabul qilinadi)

$$\Delta U_{\text{HOM}} = 0,69 \cdot 0,8 - 3,07 \cdot 0,6 = -1,3 \%$$

13. aktiv-induktiv yuklamada $\varphi_2 = \varphi_K = 77^\circ$, $\cos \varphi_K = 0,22$ va $\sin \varphi_K = 0,97$

$$\Delta U_{\text{HOM}} = 0,69 \cdot 0,22 + 3,07 \cdot 0,97 = 3,13 \%$$

14. Olingan natijalarni analiz qilish, xulosa qilamiz:

a) nominal yuklamada aktiv yuklamaga ega bo'lgan transformatorning chiqishidagi minimal kuchlanish o'zgarishi (0,69%);

b) aktiv-induktiv yuklamada faza siljish burchagi $\varphi_2 = \varphi_K = 77^\circ$ bo'lganda $\Delta U_{\text{HOM}} = 3,13 \%$ eng katta ahamiyatga ega bo'ladi;

3-Topshiriq

1.9-jadvalda uch fazali TM markali transformatorning texnik ma'lumotlari berilgan. Transformatorni asosiy elektr kattaliklarini hisoblang. Transformatorni hisoblash asosiy elektr kattaliklardan boshlanadi, Bitta fazalardagi va bitta sterjendagi quvvati, VN va NN tomonlardagi nominal toklari, Faza toklari va kuchlanishlarini aniqlanadi.

$$\text{Bitta fazalardagi va bitta sterjendagi quvvat } S_\phi = S = \frac{S}{m}, \text{ kVA} \quad (1)$$

Bu yerda S - transformatorning nominal quvvati, kVA

m - fazalar soni

S_ϕ - bitta fazalardagi quvvat, kVA

S - bitta sterjendagi quvvat, kVA

VN SN va NN chulg'amlardagi nominal toklarni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$I = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U}, \text{ A} \quad (2)$$

Bu yerda S - transformator quvvati, kVA, uch chulg'amli transformatorlarda bu quvvat VN, SN va NN chulg'amlarni quvvatiga mos keladi.

U - taalluqli chulg'amlarning nominal kuchlanishi

Bir fazali transformatorlar uchun nominal tok quyidagicha aniqlanadi:

$$I = \frac{S \cdot 10^3}{U}, \text{ A} \quad (3)$$

Bitta sterjendagi chulg'amlarning faza toklari uch fazali transformatorlarda quyidagi formula bilan aniqlanadi.

Yulduz va zigzag usulida ulanganda chulg'amdagi faza toklari

$$I_\phi = I, \text{ A} \quad (4)$$

$$\text{Uchburchak usulida ulanganda } I_\phi = \frac{I}{\sqrt{3}}, \text{ A} \quad (5)$$

Bu yerda I - nominal tok (2) formula orqali aniqlanadi

Uch fazali transformatorlarni faza kuchlanishlarini aniqlash:

Yulduz va zigzag usulida ulanganda chulg'amdagi faza kuchlanishlari:

$$U_\phi = \frac{U}{\sqrt{3}}, \text{ V} \quad (6)$$

$$\text{Uchburchak usulida ulanganda } U_\phi = U, \text{ V} \quad (7)$$

Bu yerda U -taaalluqli chulgamlarning nominal kuchlanishlari

CHulgamlar orasidagi izolyatsiyani boshqa tok o'tkazuvchi qismlar va transformatorning yerlashtirish qismlarini aniqlash uchun transformatorni izolyatsiyasini elektr mustaxkamligini aniqlovchi sinash kuchlanishi katta o'rin tutadi. Bu sinash kuchlanishi kuchlanish sinfi bo'yicha transformatorning har bir chulgami uchun [5] 4.1-jadvalda berilgan.

[5] 5.8-jadvaldan quvvatiga, VN va NN chulg'am kuchlanishi va bitta sterjendagi tokiga qarab o'ram kesimini tanlaymiz

1-rasm da transformatorni asosiy o'lchamlari keltirilgan

Transformator magnit tizimi asosiy tuzilishidir. Transformatorning aktiv qismi bo'lgan chulgamlarining aktiv kesmi bilan aniqlanadigan magnitli sistemasini tanlash muximdir. Kesim shakli simmetrik ketma-ket shakldagi yassi sterjenlar sistemasidan iborat ikki chulgamli transformatorni ko'rib chiqamiz. Bunday uch fazali transformator magnit sistemasi 1-rasm da ko'rsatilgan.

Sterjenning ko'ndalang kesim diametri d asosiy o'lcham hisoblanadi. Transformatorning ikkinchi asosiy o'lchami uning chulgamlarining balandligi l hisoblanadi. Odatda ikkala chulgamning balandligi bir xil bo'ladi. Agar l har xil bo'lsa uning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi. Transformatorning uchinchi asosiy o'lchami ikkala chulgamning o'rtacha diametri d_{12} yoki a_1 , a_2 chulgamlarning radial o'lchamlari va ular orasidagi a_{12} o'lchamlarini boglovchi d_{12} diametrdir. Agar bu uchta o'lcham tanlangan yoki boshqa o'lchamlar ham ma'lum bo'lsa, yuqori kuchlanishli chulgamlarni sinash kuchlanishlar U_{BHcun} uchun a_{12} , a_{22} , l_0 [5] 4.5-jadvaldan, past kuchlanishli chulgamlarni sinash kuchlanishlar U_{HHcun} uchun a_{01} [5] 4.4-jadvaldan izolyatsiya masofalari tanlanadi.

Bunda a_{12} -birlamchi va ikkilamchi chulgam orasidagi izolyatsiya masofasi, sm

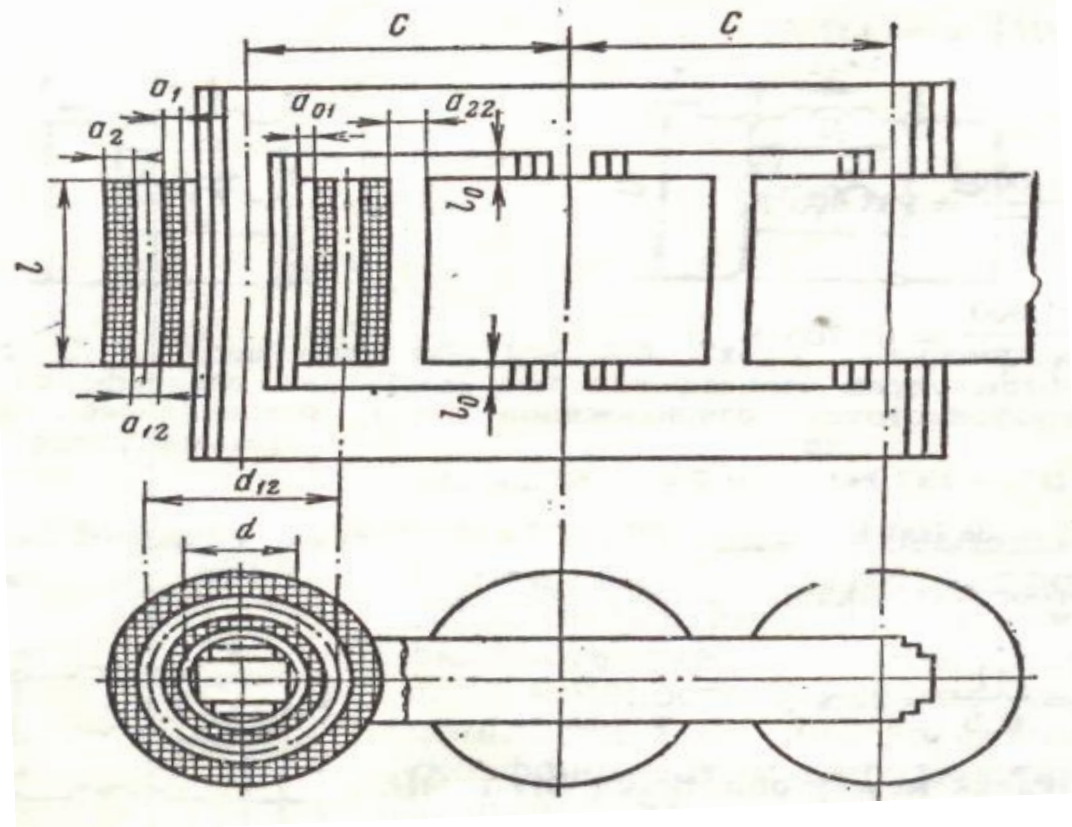
a_{22} -ikki ko'shni faza chulgamlari orasidagi masofa, sm

l_0 -yarmo bilan chulgam orasidagi masofa, sm

a_{01} -sterjen bilan birlamchi chulgam orasidagi

izolyatsiya
masofasi,

sm



1-rasm . Transformatorning asosiy ulchamlari

Ikala chulgamni keltirilgan qarshiliklarini aniqlash:

$$\frac{a_1 + a_2}{3} = k \sqrt[4]{S} \quad (8)$$

bu yerda k -transformatori quvvatiga S , chulgamni metaliga, VN chulgamni kuchlanishiga U_{BH} va qisqa tutashuvdagi isrofi P_K ga bogliq xolda [5] 3.3- jadvaldan tanlanadi. S - bitta sterjendagi kuvvat, kVA

Kanalni keltirilgan eni: $a_p = a_{12} + \frac{a_1 + a_2}{3}$, sm (9)

Qisqa tutashuv kuchlanishlarini aktiv tuzuvchilari quyidagi formula bilan aniqlanadi, %

$$U_a = \frac{P_K}{10 S} \quad (10)$$

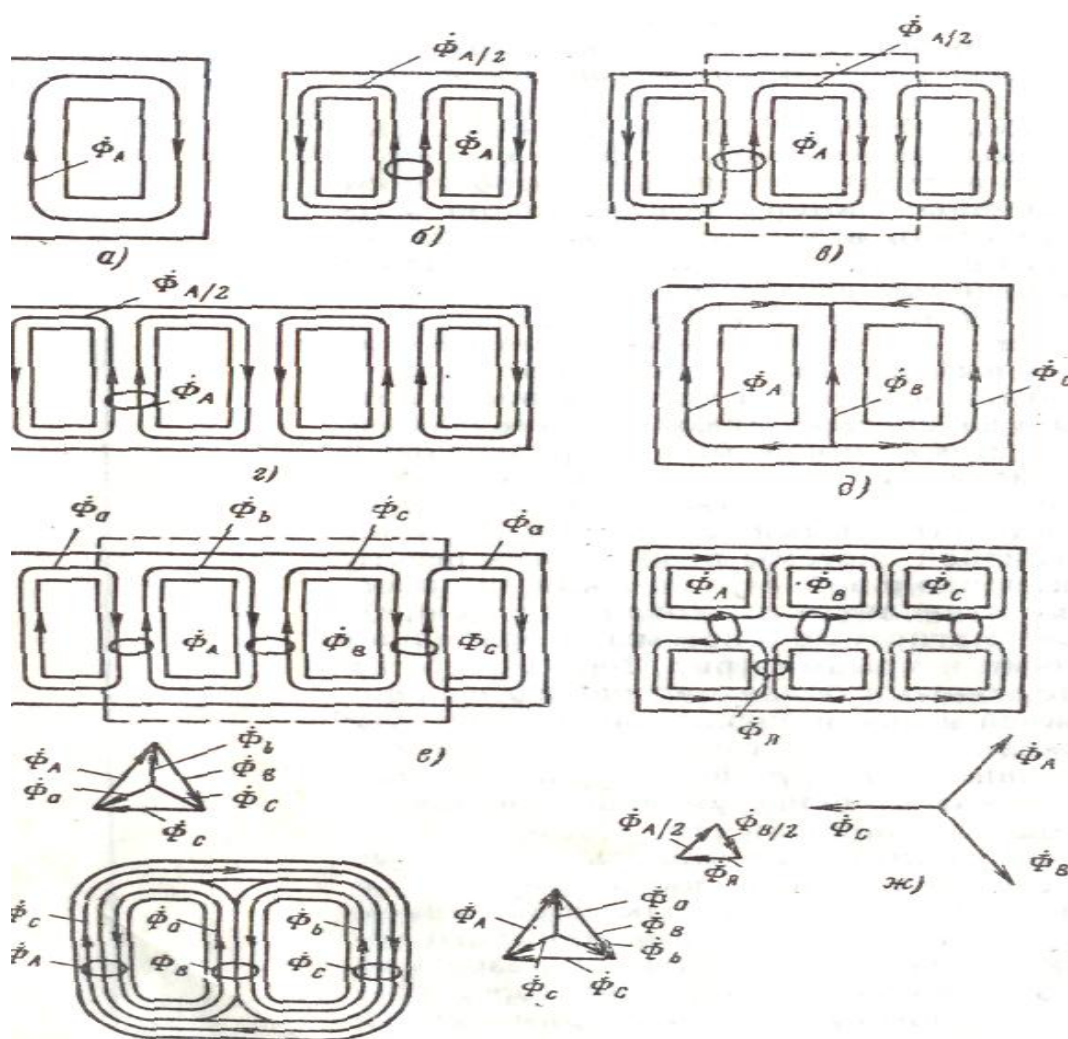
bu yerda P_K -qisqa tutashuvdagi quvvat isrofi, kVt

S -transformator quvvati, kVA

Qisqa tutashuv kuchlanishi U_K ni berilgan qiymatlarida reaktiv tuzuvchilarini aniqlash:

$$U_p = \sqrt{U_K^2 - U_a^2} \quad (11)$$

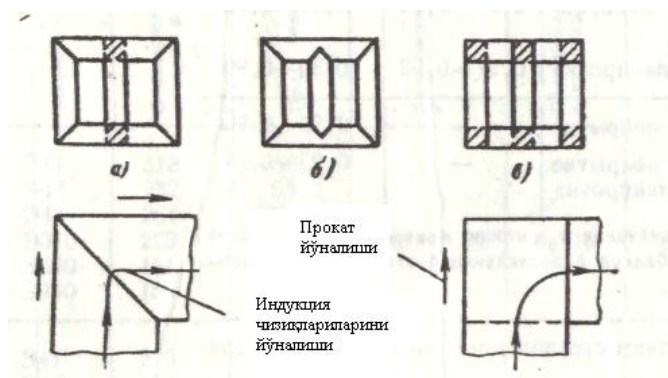
2 -rasm dan transformatorning magnit sistemasini, ya'ni o'zagini sxemasini tanlaymiz.



2-rasm Transformatori magnit sistemasini, ya'ni o'zagini sxemasi

Bir fazali: a) sterjenli; b) bronli; v va g- qo'sh quvvat oqimli bronsterjenlar; d) sterjenli; ye) bronsterjenli; j) bronli; z) yaxlit qoplama sterjenli

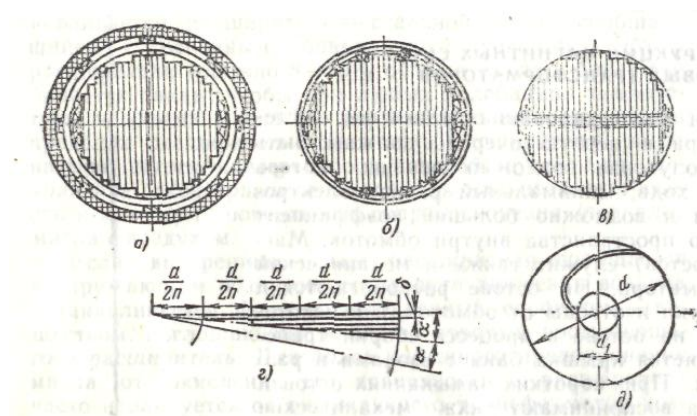
3-rasmdan yarmo va sterjenlar o'rtasidagi choklarni formalari tanlanadi.



3-rasm Yarmo va sterjenlar o'rtasidagi choklarni formalari

a) egri va to'g'ri choklarni birlashishi; b) egri choklar; v) to'g'ri choklar

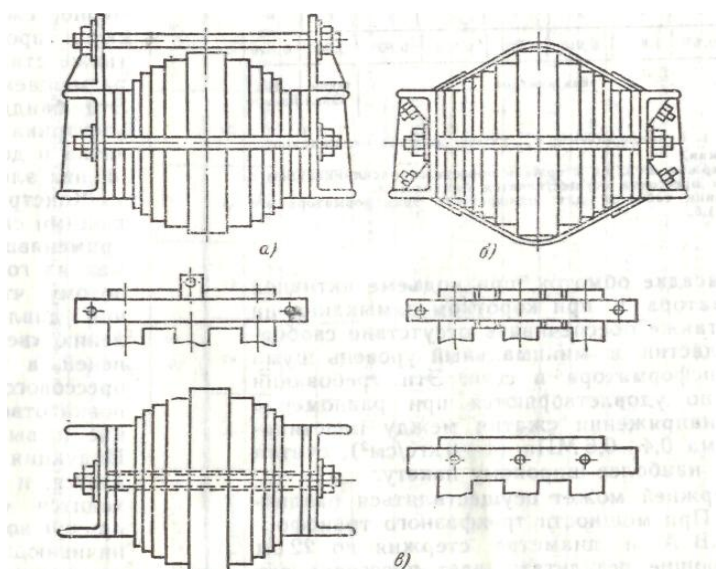
4- rasmdan sterjenni kesish va yig'ish usullarini tanlaymiz.



4- rasm. Sterjenni kesish va yig'ish usullari

a) Past chulg'amdagi qattiq tsilindr devori bilan ponalash usuli orqali; b) shina lenta bilan bandajlash orqali; v) orasidan o'tuvchi tortish shpilkalari orqali; g) radial joylashgan plastinalar orqali; d) evolventa formali plastinalar orqali.

5- rasmdan esa yarmoning yarmo balkalari yordamida yarmoni qisish usullari tanlanadi.



5- rasm Yarmo balkalari yordamida yarmoni qisish usullari

a) tashqi shpilykalar bilan; b) po'lat yarimbandaj; v) orasidan o'tuvchi shpilykalar bilan.

Sterjenning ko'ndalang kesim diametri d quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$d = 16 \sqrt[4]{\frac{S \beta a_p k_p}{f U_p B_c^2 k_c^2}} \quad (12)$$

bu yerda B_c - sterjendagi induksiya, Tl [5] (2.9-jadval);

k_c -po'latning to'ldirish ko'effitsienti $k_c = k_{kp} k_3$;

k_{kp} -aylanishning to'ldirish ko'effitsienti [5] (2.1-jadval);

k_3 -issiqqa chidamli izolyatsion qoplaman [5] 2.6- jadvaldan tanlaymiz.

Yarmoni kuchaytirish ko'effitsienti $k_{\gamma} = 1,15 \dots 1,02$. Yarmo induktsiyasi $B_{\gamma} = \frac{B_c}{k_{\gamma}}$, Tl. Magnit sistemasidagi boshliqlarini soni burchak chokli sistemalarda 4 ta, to'g'ri chokli sistemalarda 3 ta bo'ladi. To'g'ri chokli bo'shliklardagi induksiya $B_3 = B_c$, Tl; burchak choklilarda esa $B_3 = \frac{B_c}{\sqrt{2}}$

p_c -sterjenning 1 kg po'latidagi solishtirma isrofi, $\frac{Bm}{\kappa^2}$ [5] (8.4-jadval)

p_{γ} -yarmoning 1 kg po'latidagi solishtirma isrofi, $\frac{Bm}{\kappa^2}$ [5] (8.4-jadval)

p_c -sterjen va p_{γ} -yarmoning 1 kg po'latidagi solishtirma isrofi B_c sterjendagi induksiya va B_{γ} yarmo induktsiyalarga, po'lat listlarni markasi va qalinligiga bog'liq.

q_c -sterjen po'latlari uchun solishtirma magnitlanuvchi quvvati B_c sterjendagi induktsiyasiga qarab [5] 8.11-jadvaldan tanlanadi; $B \frac{A}{\text{cm}^2}$

q_{γ} -yarmo po'latlari uchun solishtirma magnitlanuvchi quvvati B_{γ} yarmo induktsiyasiga qarab [5] 8.11-jadvaldan tanlanadi; $B \frac{A}{\text{cm}^2}$

q_3 -to'g'ri chokli bo'shliklardagi solishtirma magnitlanuvchi quvvati B_3 to'g'ri chokli bo'shliklardagi induktsiyasiga qarab [5] (8.11)-jadvaldan tanlanadi; $B \frac{A}{\text{cm}^2}$

q_3 -to'g'ri chokli bo'shliklardagi solishtirma magnitlanuvchi quvvati B_3 burchak chokli bo'shliklardagi induktsiyasiga qarab [5] (8.11)-jadvaldan tanlanadi; $B \frac{A}{\text{cm}^2}$

CHulg'amlardagi asosiy isroflarni qisqa tutashish isroflariga nisbatini hisoblovchi ko'effitsienti k_o [5] (3.6-jadval) va mis yoki alyumin chulg'amlari uchun doimiy ko'effitsientlar a [5] 3.4-jadval va e [5] 3.5-jadvaldan topiladi. $k_p = 0,95$ -ideal maydon tarqalishini real xolatga bog'liq keltirilgan ko'effitsient

β chulg'amlar balandligi bilan sterjen diametri orasidagi bog'likligi [5] (12.1- jadval)

Asosiy ko'effitsientlarni hisoblash

Sterjenni ko'ndalang kesim diametri quyidagicha topiladi:

$$d = A x \quad (13)$$

bu yerda A -doimiy ko'effitsient: $A = 16 \sqrt[4]{\frac{S a_p k_p}{f U_p B_c^2 k_c^2}}$
 $x = \sqrt[4]{\beta}$

Sovuq ishlovda olingan po'lat uchun asosiy ko'effitsientlar:

$$A_1 = 5,633 \cdot 10^4 A^3 a k_c, \text{ kg} \quad (14)$$

$$A_2 = 3,605 \cdot 10^4 A^2 l_0 k_c, \text{ kg} \quad (15)$$

$$B_1 = 2,40 \cdot 10^4 A^3 k_{\gamma} k_c (a + b + e), \text{ kg} \quad (16)$$

$$B_2 = 2,40 \cdot 10^4 A^2 k_{\gamma} k_c (a_{12} + a_{22}), \text{ kg} \quad (17)$$

Ko'ndalang kesimi to'g'ri burchak shakli yarmolar uchun $e = 0,398$, ko'ndalang kesimi ko'p pog'onali shakllidagi yarmolar uchun $e = 0,411$.

$$f = 50 \text{ Gts chastota uchun} \quad C_1 = K_0 \frac{S a^2}{k_\delta k_c^2 B_c U_a A^2} \quad (18)$$

Bu yerda K_0 - koeffitsient

Moyli transformatorlar uchun mis $K_{0M} = 2,46 \cdot 10^2$

alyumin $K_{0A} = 1,20 \cdot 10^2$

Quruq transformatorlar uchun mis $K_{0M} = 2,60 \cdot 10^2$

alyumin $K_{0A} = 1,27 \cdot 10^2$

U_a - qisqa tutashuv kuchlanishlarini aktiv tuzuvchilari, %

CHulg'am simlarini mexanik tortilish kuchlanishi:

$$\sigma_p = M x^3, \text{ MPa} \quad (19)$$

Uch fazali transformatorning mis chulg'ami uchun

$$M_M = 0,244 \cdot 10^{-6} k_{\kappa.3}^2 k_\delta k_p \frac{P_\kappa}{a A}, \text{ MPa} \quad (20)$$

$$M_A = 0,1519 \cdot 10^{-6} k_{\kappa.3}^2 k_\delta k_p \frac{P_\kappa}{a A}, \text{ MPa} \quad (21)$$

$$k_{\kappa.3} = 1,41 \frac{100}{U_K} \left(1 + e^{-\frac{\pi U_a}{U_p}}\right)$$

Transformatorning aktiv qismlarini minimal qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$B = \frac{2}{3} \frac{A_2 + B_2}{B_1}, \quad (22)$$

$$C = \frac{A_1}{3B_1}, \quad (23)$$

$$D = \frac{2}{3} \frac{C_1}{B_1} k_{o.c} k_{u.p} \quad (24)$$

$k_{o.c}$ - [5] 3.7- jadvaldan quvvatiga qarab tanlanadi, $\frac{py\delta}{\kappa^2}$; $k_{u.p} = 1,06$

$$x^5 + Bx^4 - Cx - D = 0 \quad (25)$$

tenglama tuziladi.

CHulg'amlardagi tok zichligini quyidagi ifodadan topish mumkin:

$$\Delta = \sqrt{\frac{k_\delta P_K}{K G_0}} \quad (26)$$

Tok zichligini ortishi chulg'amlarni issishini ko'payishiga olib keladi. SHuning uchun odatda moyli transformatorlarning mis chulg'amlarida $\Delta_M 4,5 \frac{A}{MM^2}$, alyumin chulg'amlarda

$\Delta_A 2,7 \frac{A}{MM^2}$ (quruq transformatorlarda muvofiq ravishda 3,0 va 2,0 $\frac{A}{MM^2}$) bo'lishiga intiladi.

$G_0 = \frac{C_1}{x^2}$ ligini bilgan xolda Δ norma chegarasida bo'lish uchun x ning chegaraviy qiymatlari topiladi.

$$\text{Mis uchun} \quad \Delta_M 4,5 \sqrt{\frac{2,4 C_1}{k_\delta P_K}} \quad (27)$$

$$\text{Alyumin uchun} \quad \Delta_A 2,7 \sqrt{\frac{12,75 C_1}{k_\delta P_K}} \quad (28)$$

(19) formuladan $x = \sqrt[3]{\sigma_p / M}$ ekanligini topamiz va mis uchun x ning qiymati $x = \sqrt[3]{60 / M_M}$, alyumin uchun $x = \sqrt[3]{25 / M_A}$.

β ni tanlangan qiymati bo'yicha magnit sistemani massasidan boshlab hamma hisoblashlarni ko'rib chiqamiz.

$$x = \sqrt[4]{\beta}, \quad x^2 = \sqrt[4]{\beta^2}, \quad x^3 = \sqrt[4]{\beta^3} \quad (29)$$

- sterjen diametri (13) $d = A x$
- to'g'ri chok uchun Π_3 kanal yuzasi sterjenning aktiv kesimiga teng:

$$\Pi_3 = \Pi_c = 0,785 k_c A^2 x^2 \quad (30)$$

$$\text{- egri chok uchun } \Pi_3 = \sqrt{2} \Pi_c = 1,11 k_c A^2 x^2 \quad (31)$$

$$\text{- chulg'amning o'rtacha diametri } d_{12} = a A x \quad (32)$$

$$\text{- chulg'amning balandligi, sm } l = \frac{\pi d_{12}}{\beta} \quad (33)$$

$$\text{- sterjen balandligi, sm } l_c = l + 2l_0 \quad (34)$$

$$\text{- sterjenning o'qlari orasidagi masofa } C = d_{12} + a_{12} + bd + a_{22} \quad (35)$$

$$\text{- bitta o'ramning EYuK si } U_B = 4,44 f B_c \Pi_c 10^{-4} \quad (36)$$

$$\text{- sterjenlardagi po'lat massasi } G_c = \frac{A_1}{x} + A_2 x^2 \quad (37)$$

$$\text{- yarmolardagi po'latning massasi } G_{\pi} = B_1 x^3 + B_2 x^2 \quad (38)$$

$$\text{- po'latning umumiy og'irligi } G_{cm} = G_c + G_{\pi} \quad (39)$$

$$\text{- metal chulg'amning massasi } G_0 = \frac{C_1}{x^2} \quad (40)$$

$$\text{- mis chulg'am uchun tok zichligi } \Delta_M = 0,746 k_o \frac{P_K U_B}{S d_{12}} \quad (41)$$

$$\text{- alyumin uchun } \Delta_A = 0,463 k_o \frac{P_K U_B}{S d_{12}} \quad (42)$$

bu yerda S - transformator quvvati, kVA

U_B - bitta o'ramning EYuK si, V

k_o - koefitsient

$$\text{- aktiv qismlarini narxi} \quad (43) \quad C_{a,u} = B_1 x^3 + (B_2 + A_2) x^2 + \frac{A_1}{x} + k_{o,c} + k_{u,p} \frac{C_1}{x^2}$$

bu yerda $k_{o,c}$ - magnit sistemasi chulg'amining material narxlariga bog'liq bo'lib, po'latni markasi va chulg'am metalini o'zgarishi bilan u ham o'zgaradi [5] (3.7-jadval)

$k_{u,p}$ - o'tkazgich izolyatsiyasi va kuchlanishni o'zgartirishlarni hisobga olish uchun chulg'am metal massasini mis uchun 1,03 1,03 = 1,06 ; alyumin uchun 1,10 1,03 = 1,13 ga teng bo'lgan qiymatlarda olinadi.

$$\text{Tannarxi va pul ko'rinishida } C_{a,u} = C_{a,u} c_{cm} K_{cm} K_{omx} \quad (44)$$

K_{cm} - transformator asosini tayyorlash narxini maxkamlovchi va boshqa materiallar narxini ish xaqini va boshqa sarflarni hisobga oluvchi koefitsienti. Turli tipdagi transformatorlar uchun bu koefitsientning qiymatlari po'latning markasiga qarab va bahosiga bog'liq holda [5] 1.11-jadvaldan olish mumkin;

K_{om} -po'lat listlar uchun 1,25 o'ramli po'lat uchun 1,05 1,06 ga teng bo'lganda po'latni bichishdagi chiqindilarni hisobga olish koeffitsienti;

c_{cm} -po'latning narxi bo'yicha $\frac{c_{\check{M}}}{\kappa^2}$ yoki [5] 1.11-jadval bo'yicha baxosi.

$$P_x = k_o (P_c G_c + P_{\text{я}} G_{\text{я}}) \quad (45)$$

bu yerda k_o -solishtirma sarf koeffitsienti; k_o -qo'shimcha sarf koeffitsienti bo'lib uni quyidagicha qabul qilinishi mumkin.

Sterjen diametri: d ; sm	20 gacha	20-30	30-50	50 dan yuqori
Yarmoni to'g'ri burchakli kesimi k_o	1,0-1,01	1,02-1,05	1,05-1,10	1,10-1,15
Yarmoni pog'onali kesimi k_o	1,0	1,0-1,02	1,03-1,05	1,05-1,07

$$\text{Salt ishlash toki} \quad i_{op} = \frac{Q_x}{10 S} \quad (46)$$

Q_x -salt ishlashdagi magnitlashgan quvvat

$$Q_x = k_o (q_c G_c + q_{\text{я}} G_{\text{я}}) \quad (47)$$

k_o -oralik va sterjenlar uchun magnitlanish quvvatini hisobga oluvchi koeffitsienti

1.9-jadval

№	Transformator turi	Quvvat $S_n B A$	Yuqori kuchlanish, kV	past kuchlanish h kV	QT kuch. $U_k, \%$	Ulanish gruppasi	Aktiv quvvat isrofi, kVt		Salt ishlash toki $I_0, \%$
							Salt xolatda, P_{xx}	Qisqa tutashuv, P_K	
1	TM 400/35	400	35	0,69	6,5	Y/Y-0	1,35	5,5	2,1
2	TM25/16-10-66	25	6	0,4	4,5	Y/Y-0	1,126	0,68	3,2
3	TM40/6-1-65	40	6,3	0,23	4,5	Y/ Δ -0	0,18	0,88	3
4	TM63/6-10-66	63	6,3	0,4	4,5	Y/Y-0	0,265	1,280	2,2
5	TM100/6-10-66	100	10	0,4	4,5	Y/Y-0	0,365	1,97	2,6
6	TM160/6-10-66	160	6	0,4	4,5	Y/Y-0	0,54	2,65	2,4
7	TM250/6-10-66	250	10	0,4	4,5	Y/Y-0	1,05	3,74	2,3
8	TM630/6-10-68	630	10	0,4	5,5	Y/ Δ -0	2,27	7,6	2
9	TM-1000/10	1000	10	0,4	5,5	Y/Y-0	3,8	12,7	3
10	TM 1600/10	1600	6	0,63	5,5	Y/Y-0	3,3	16,5	1,3
11	TM2500/10 A	2500	10	0,63	5,5	Y/Y-0	6,2	25	3,5
12	TM 400/10 A	4000	10	6,3	6,5	Y/Y-0	8,5	33,5	3
13	TM6300/10 A	6300	10	6,3	6,5	Y/Y-0	12,3	46,5	3
14	TM 100/35	100	35	0,4	6,5	Y/ Δ -0	0,465	1,97	4,16
15	TM 160/35	160	35	0,4	6,5	Y/Y-0	0,66	2,65	2,4
16	TM 250/35	250	35	0,23	6,5	Y/Y-0	0,96	3,7	2,3
17	TM 400/35	400	35	0,4	6,5	Y/ Δ -0	1,35	5,5	2,1
18	TM 630/35	630	35	0,4	6,5	Y/Y-0	2	7,6	2
19	TM 1000/35	1000	35	0,63	6,5	Y/Y-0	2,75	12,2	1,5
20	TZS-160/10	160	10	0,4	5,5	Y/ Δ -0	0,7	2,7	4

4-Topshiriq

1.1.-masala. Uch fazali qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatel parametrlari 1.1-jadvald berilgan: Φ -assosiy magnit oqimi, ω_1 - stator chulg'aming o'ramlar soni, s_{nom} -nominal sirpanish, E_2 -EYuK va E_{2s} -aylanuvchi rotor chulg'ami EYuK si, f_2 -EYuK chastotasi, n_{nom} -rotor aylanish chastotasi. Tok chastotasi 50 Gts. 1.1-jadvaldagi variant bo'yicha berilmagan parametrlarni aniqlang. $n_1 = 1500$ ayl/min stator aylanish chastotasi.

1.1-jadval

Parametr	Variantlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Φ , Vb	0,028	0,032	0,048	-	0,025	—		0.028	0.028	—
ω_1 , o'ram	18	—	24	16	—	24	18	—	36	18
$k_{o\delta 1}$	0,95	0,96	0,96	0,98	0,98	0,96	0,95	0,95	0,98	0,98
s_{nom}	0,04	—	0,05	0,04	—	0,05	-			—
$2p$	4	6	2	4	—	8	4	8	—	4
E_1 V	—	210	—	98	PO	200		120		100
E_2 , V	—	—	—	-	—	—		—	-	—
E_{2s} V	-	—	—		—		0.13		—	
f_2 , Gts	—	—	—		—	—	2,5	3,2	—	2,5
n_{nom} , ayl/min	—	970	—		2920	—		-	1470	

1.2.-masala. 1.2-jadvalda uch fazali faza rotorli asinxron dvigatelni parametrlari berilgan: B_δ -havo bo'shliqlaridagi magnit induksiyaning maksimal qiymati, D_1 -stator ichki diametri, l_1 -stator o'zagi uzunligi, $2p$ -stator va rotor chulg'amlaridagi qutblar soni, ω_1 va ω_2 - stator va rotorning faza chulg'amlaridagi o'ramlar soni, $k_{o\delta 1}$ va $k_{o\delta 2}$ stator va rotorning asosiy garmonikasi chulg'am koeffitsientlari $k_{o\delta 1} = k_{o\delta 2} = 0,93$.

E_1 -stator fazalaridagi chulg'am EYuKsi, E_2 -qo'zg'almas rotor chulg'am EYuKsi, sirpanishi s bo'lgan aylanayotgan rotor EYuK si E_{2s} va tok chastotasi f_2 aniqlansin. Ta'minlovchi tok chastotasi $f_1 = 50$ Gts.

1.2-jadval

Parametr	Varianty									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B_δ , Tl	1,5	1,35	1,50	1,40	1,45	1,50	1,38	1,45	1,50	1,38
D_1 , mm	180	160	228	235	160	300	280	320	360	290
l_1 , mm	141	130	180	190	130	250	250	270	300	250
$2p$	4	4	4	b	4	4	6	4	8	6
ω_1	48	18	24	32	48	36	32	36	12	24
ω_2	8	4	6	10	16	12	16	18	8	12
s , %	8	12	10	6	5	12	8	10	6	8

1.3.-masala. Uch fazali faza rotorli asinxron dvigatelning ω_1 $k_{o\delta 1}$ va ω_2 $k_{o\delta 2}$ -stator va rotor chulg'amlaridagi o'ramlaridagi o'ramlar soni, $E_1 = 0,95U_1$ -stator chulg'amlaridagi EYuK, E_2 -

qo'zg'almas rotor chulg'am EYuK si, E_{2s} - s sirpanish bilan aylanayotgan rotor EYuKsi. 1.3-jadvalda berilmagan parametrlarni aniqlang. dvigatel $U_1 = 220/380V$ kuchlanishga ulangan.

1.3-jadval

Parametr	Varianty									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$\omega_1 k_{o\phi 1}$	18	24	-	32	-	36	-	24	-	48
$\omega_2 k_{o\phi 2}$	12	-	18	-	12	-	18	-	16	-
E_1 V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E_2 , V	-	93	-	105	-	104	-	98	-	110
E_{2s} V	-	5,58	6,5	5,25	5,8	-	4	5,8	4,6	-
s , %	0,05	-	0,04	-	0,07	0,05	0,03	-	0,05	0,04

4-topshiriqni yechish uchun namuna

1.1.-masala, 1-variant

Echish:

1. Stator fazalaridagi chulg'am EYuKsi

$$E_1 = 4,44\Phi f_1 \omega_1 k_{o\phi 1} = 4,44 \cdot 0,028 \cdot 50 \cdot 18 \cdot 0,95 = 106 \text{ V.}$$

2. Sirpanishi s bo'lgan aylanayotgan rotor EYuK si

$$E_{2s} = 4,44\Phi f_1 s_{nom} \omega_2 k_{o\phi 2} = 4,44 \cdot 0,028 \cdot 50 \cdot 0,04 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,12 \text{ V.}$$

3. qo'zg'almas rotor chulg'am EYuKsi $E_2 = \frac{E_{2s}}{s_{nom}} = \frac{0,12}{0,04} = 3 \text{ V.}$

4. sirpanishi s bo'lgan aylanayotgan rotor tok chastotasi

$$f_2 = f_1 s_{nom} = 50 \cdot 0,04 = 2 \text{ Gts.}$$

5. rotor aylanish chastotasi $n_{nom} = n_1(1 - s_{nom}) = 1500(1 - 0,04) = 1440 \text{ ayl/min,}$

1.2.-masala, 11-variant

Echish: 1. Qutb bo'linmasi $\tau = \frac{\pi D_1}{2p} = \frac{3,14 \cdot 180}{4} = 141 \text{ mm.}$

2. Asosiy magnit oqimi $\Phi = \left(\frac{2}{\pi}\right) B_\delta l_1 \tau = \left(\frac{2}{\pi}\right) 1,5 \cdot 0,8 \cdot 180 \cdot 10^{-3} \cdot 141 \cdot 10^{-3} = 0,019 \text{ Vb.}$

3. Stator fazalaridagi chulg'am EYuKsi $E_1 = 4,44\Phi f_1 \omega_1 k_{o\phi 1} = 4,44 \cdot 0,019 \cdot 50 \cdot 48 \cdot 0,93 = 188 \text{ V.}$

4. qo'zg'almas rotor chulg'am EYuKsi $E_2 = 4,44\Phi f_1 \omega_2 k_{o\phi 2} = 4,44 \cdot 0,019 \cdot 50 \cdot 8 \cdot 0,93 = 31 \text{ V.}$

5. Sirpanishi $s = 8 \%$ bo'lgan aylanayotgan rotor EYuK si

$$E_{2s} = E_2 s = 31 \cdot 0,08 = 2,5 \text{ V}$$

6. Ta'minlovchi tok chastotasi $f_1 = f_2 = 50 \text{ Gts.}$ Sirpanishi $s = 8 \%$ bo'lgan aylanayotgan rotor tok chastotasi $f_1 = f_2 s = 50 \cdot 0,08 = 4 \text{ Gts.}$

1.3.-masala, 1-variant

Echish: 1. Stator fazalaridagi chulg'am EYuKsi $E_1 = 0,95 U_1 = 0,95 \cdot 220 = 209 \text{ V}$

2. EYuK ning transformatsiya koeffitsienti $K = (\omega_1 k_{o\phi 1}) / \omega_2 k_{o\phi 2} = 18/12 = 1,5$

3. qo'zg'almas rotor chulg'am EYuKsi $E_2 = E_1 / K = 209 / 1,5 = 139 \text{ V}$

4. aylanayotgan rotor EYuK si $E_{2s} = E_2 \cdot s = 139 \cdot 0,05 = 7 \text{ V}$

5-Topshiriq

2.1-masala Ayon qutbli sinxron generatorning quvvati $S = 640 \text{ kV} \cdot \text{A}$, qutblar soni $2r = 12$, parallel ishlaganda ulangan kuchlanish $U_1 = 6000 \text{ B}$, chastota $f_1 = 50 \text{ Nz}$. Stator uzunligi $l_1 = 0,52$, diametri $D_1 = 0,8$

m, havo oralig'idagi magnit induktsiyasi $V_\delta=0,88$, stator o'zagini po'lat bilan to'ldirish koeffitsienti $k_p=0,95$, stator faza chulg'aming ketma-ket ulangan o'ramlari soni $w_1=420$, chulg'am koeffitsient $k_{ch1}=0,92$. Stator faza chulg'amlari Y ulangan. Generatorning sinxron induktiv qarshiliklari: mashinaning bo'ylama o'qi bo'yicha $x_d=89$ Om va ko'ngdalang o'qi bo'yicha $x_q=41,4$ Om.

Quyidagilarni topish kerak: generator rotoriga ta'sir etuvchi tormozlovchi momentlarni: asosiy M_{as} va M_r reaktiv momentni, ularning yig'indisini topib, momentlarni θ yuklanish burchagiga bog'liqligini chizish va generatorlarning o'ta yuklanish qobiliyatini yuklanish burchagi $\theta_{nom}=16,5^\circ$ bo'lgan nominal yuklama uchun topish kerak.

1. Generatorning faza kuchlanishi

$$U_{1f}=6000/1,73=3468 \text{ V.}$$

2. Qutb bo'linmasi $\tau = \frac{\pi D_1}{2p} = \frac{3,14 \cdot 0,8}{12} = 0,21 \text{ m.}$

3. Asosiy magnit oqimi

$$F=(2/\pi)B_\delta\tau l_1 K_p = 0,64 \cdot 0,88 \cdot 0,21 \cdot 0,52 \cdot 0,95 = 0,058 \text{ B}_\delta.$$

4. Generator EYuK $E_0=4,44f_1 W_1 FK_{ch}=4,44 \cdot 50 \cdot 0,058 \cdot 420 \cdot 0,92=4975 \text{ V.}$

5. Sinxron burchak aylanish chastotasi

$$\omega_1=2\pi f_1/p=2 \cdot 3,14 \cdot 50/6=52,3 \text{ rad/s yoki } n=500 \text{ ayl/min.}$$

6. Generator asosiy elektromagnit momentining max qiymatlari ($\theta=90^\circ$)

$$M_{amax} = \frac{m_1 U_{1\phi} E_0}{\omega_1 x_d} = \frac{3 \cdot 3468 \cdot 4975}{52,3 \cdot 89} = 11120 \text{ H} \cdot \text{m}$$

7. Generator reaktiv momentni maksimal qiymati

$$M_{rmax} = \frac{m_1 U_{1\phi}^2}{2\omega_1} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) = \frac{3 \cdot 3468^2}{2 \cdot 52,3} \left(\frac{1}{41,4} - \frac{1}{89} \right) = 4484 \text{ H} \cdot \text{m}.$$

8. Hisoblash natijalari:

Asosiy moment $M_a=M_{amax} \sin\theta$;

reaktiv moment $M_r=M_{rmax}\sin 2\theta$;

momentlar yig'indisi $M_{em} \quad M_{em}=M_a+M_r$. Yuklama burchagi θ ning ba'zi qiymatlari uchun jadval tuziladi. (___jadval)

9. Yig'indi maksimal momentga mos keluvchi yuklanish burchak kritik qiymati θ_{kr}

$$\cos\theta_{kr}=\sqrt{\beta^2+0,5}-\beta=\sqrt{0,31^2+0,5}-0,31=0,49 \quad \sin\theta_{kr}=0,857$$

bu yerda $\theta_{kr}=\arccos 0,49=59^\circ$

$$\beta = \frac{E_0}{[4U_{1\phi}(x_d/x_q-1)]} = \frac{4975}{[4 \cdot 3468(89/41,4-1)]} = 0,31$$

$\theta_{kr}=59^\circ$ ga mos keluvchi moment

$$M'_a=M_{a,max}\sin\theta_{kr}=11120 \cdot 0,857=9530 \text{ N}\cdot\text{m};$$

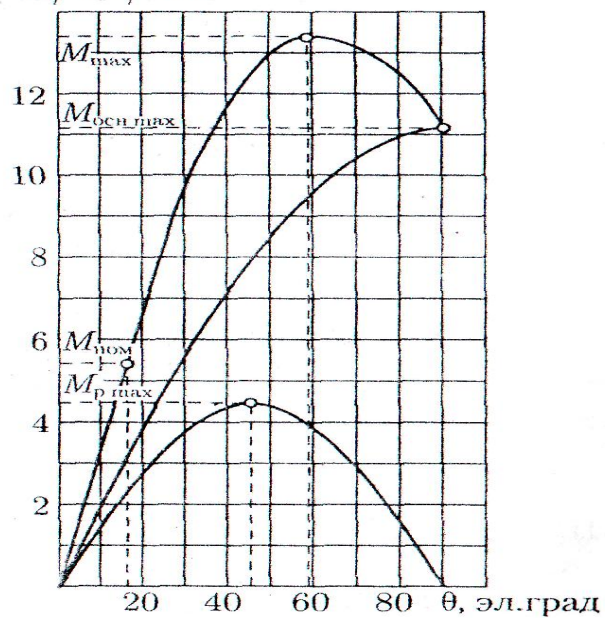
$$M'_p=M_{r,max}\sin 2\theta_{kr}=4484 \cdot 0,857=3960 \text{ N}\cdot\text{m};$$

$$M_{max}=M'_a+M'_p=9530+3960=13490 \text{ N}\cdot\text{m}.$$

Hisoblashlar natijasi bo'yicha burchak harakteristikasi qurilgan. Natijaviy moment xarakteristikasidan nominal holatdagi momentni topamiz. $\theta_{nom}=16,5^\circ$; $M_{nom}=5600 \text{ N}\cdot\text{m}$. SHu vaqtdagi generatorning o'ta yuklanish qobiliyati $M_{max}/M_n=13490/5600=2,4$

Parametr	Parametr qiymatlari					
θ	20	30	45	60	70	90
$\sin\theta$	0,342	0,5	0,707	0,866	0,94	1
$M_a, \text{ N}\cdot\text{m}$	3803	5560	7861	9629	10452	11120
$\sin 2\theta$	0,643	0,866	1	0,866	0,643	0
$M_p, \text{ N}\cdot\text{m}$	2883	3883	4484	3883	2883	0
$M, \text{ N}\cdot\text{m}$	6686	9443	12345	13512	13335	11120

$M, 10^3, \text{Н}\cdot\text{м}$



№	$S_{\text{ном}}, \text{kVA}$	$U_1, \text{В}$	$2p$	$D_{\text{л}}, \text{м}$	$l_1, \text{м}$	$V_{\delta}, \text{Тл}$	w_1	$x_d, \text{Ом}$	$x_q, \text{Ом}$
1	640	6000	12	0,80	0,52	0,88	420	89	41,4
2	400	660	8	0,92	0,25	0,78	66	4,7	0,78
3	700	6000	10	0,86	0,35	0,8	480	85	36,6
4	950	6000	16	1,80	0,50	0,85	450	62,7	21,5
5	630	6000	12	1,0	0,5	0,78	380	96,5	33,6
6	460	660	8	0,8	0,30	0,76	62	1,50	0,45
7	570	660	10	1,0	0,32	0,8	58	0,95	0,37
8	800	6000	6	0,85	0,57	0,8	430	80	35,4
9	6,25	230	4	1,1	0,52	0,81	300	2	0,38
10	630	400	16	0,7	0,36	0,85	400	80	37
11	800	400	16	0,95	0,44	0,88	420	70	28
12	630	6300	16	0,78	0,36	0,87	380	75	30
13	800	6300	16	1,2	0,5	0,86	410	88	38,9
14	37,5	400	4	1,4	0,82	0,88	100	1,5	0,4
15	25	230	4	1,2	0,81	0,85	120	2,5	0,7
16	62,5	230	4	1,5	0,91	0,78	80	10	2,8
17	62,5	400	6	1,4	0,92	0,8	78	8	1,7
18	75	230	4	1,3	0,92	0,82	90	7	2,3
19	93,7	400	4	1,5	0,93	0,84	95	9	3,2
20	93,7	230	4	1,7	0,93	0,86	100	11	4
21	31,5	230	4	1,3	0,82	0,8	110	1,3	0,35
22	10	400	4	0,8	0,61	0,82	115	1,5	0,4
23	15	400	4	0,88	0,62	0,84	120	1,8	0,6
24	500	6000	24	1,2	0,34	0,85	55	1,3	0,35
25	315	380	10	0,9	0,25	0,76	65	1,4	0,38
26	630	6000	12	1,0	0,5	0,78	380	96,5	33,6
27	460	660	8	0,8	0,30	0,76	62	1,50	0,45
28	570	660	10	1,0	0,32	0,8	58	0,95	0,37
29	800	6000	6	0,85	0,57	0,8	430	80	35,4
30	6,25	230	4	1,1	0,52	0,81	300	2	0,38

2. ELEKTR MASHINALARI FANIDAN MUSTAQIL ISH MAVZULARI

1. Sirtmoqsimon oddiy chulg'am.
2. Aralash sxemali chulg'amlar.
3. Magnit zanjiri va uni xisoblash.
4. Elektr mashina kuchaytirgichlari.
5. Elektr motorning tormoz rejimlari.
6. Parallel qo'zg'otishli motor chastotasini rostlash usullari.
7. Asinxron motorning ish prinsipi va rejimlari.
8. Asinxron mashinadagi elektromagnit jarayonlar.
9. Asinxron motorning elektrodinamik tormozlanish rejimi.
10. Kuchlanish mo''tadillashtirgichi.
11. Statorning magnit maydoni.
12. Kontaktsiz sinxron motorlar.
13. O'zgarmas tok motorlarini ishga tushirish usullari va ularda bo'ladigan jarayonlar
14. Fanning rivojlanish tarixi, ishlab chiqarishdagi o'rni va uning istiqbollari.
15. Fanning boshqa fanlar bilan aloqasi va uni muxandis pedagog tayyorlashdagi o'rni.
16. Fan bo'yicha ilmiy-texnik yangiliklar.
17. Fanni oqitishda yangi pedagogik texnologiyalardan foydalanish.
18. Asinxron motorlar to'g'risida umumiy tushunchalar.
19. Asinxron motorlarning tuzilishi.
20. Asinxron motorning ish prinsipi va rejimlari
21. Asinxron motorning salt ishlash tavsifi.
22. Asinxron motorning qisqa tutashuv tavsifi.
23. Quvvat isroflari va FIK.
24. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorni bir fazali tarmoqqa ulash.
25. Asinxron motorining elektr yurutuvchi kuchi.
26. Asinxron motorining mexanik tavsiflari to'g'risida umumiy tushunchalarga ega bo'ladi;
27. Rotor chulg'ami parametrlarini stator chulg'ami parametrlariga keltirish o'rganadi;
28. Asinxron motorini yurgizishni o'rganadi.
29. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorini ishga tushirish usullari
30. Bir fazali asinxron motor.
31. Faza rotorli asinxron motor.
32. O'zgarmas tok motori.
33. Tezligi o'zgartiriladigan qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor.
34. Kondensatorli asinxron dvigatellar to'g'risida umumiy tushunchalarga ega bo'ladi
35. Kondensatorli asinxron dvigatellarning afzalliklari.
36. Asinxron motorlar to'g'risida umumiy tushunchalar
37. Asinxron motorlarning tuzilishi
38. Asinxron motorning ish prinsipi va rejimlari
39. Asinxron motorning salt ishlash tavsifi
40. Asinxron motorning qisqa tutashuv tavsifi.
41. Quvvat isroflari va FIK.
42. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorni bir fazali tarmoqqa ulash.
43. Asinxron motorining elektr yurutuvchi kuchi.
44. Asinxron motorining mexanik tavsiflari to'g'risida umumiy tushunchalarga ega bo'ladi
45. Rotor chulg'ami parametrlarini stator chulg'ami parametrlariga keltirish o'rganadi;
46. Asinxron motorini yurgizishni o'rganadi.
47. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorini ishga tushirish usullari
48. Faza rotorli asinxron motor.
49. O'zgarmas tok motori.

50. Tezligi o'zgartiriladigan qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor.
1. Elektr mashinalariga oid umumiy ma'lumotlar.
2. O'zbekistonda elektr energetikasi va unda transformatorlarning ahamiyati.
3. Issiqlik, atom va gidro elektr stantsiyalarida elektr energiyani ishlab chiqarishda elektr mashinalarining roli va ularning istiqboli.
4. EM lari va transformatorlarning tasnifi va ularga nisbatan qo'yiladigan asosiy texnik talablar.
5. Elektr mashinalari va transformatorlarni ishlab chiqarishda ishlatiladigan elektrotexnik va izolyatsion materiallar.
6. Transformatorlarda bo'ladigan fizik jarayonlar.
7. Transformatorlarning tuzilishi
8. Transformatorning yuksiz ishlash va qisqa tutashuv rejimlarida ro'y beradigan elektr magnit jarayonlar.
9. Transformatorlarning yuksiz ishlash va qisqa tutashish rejimlar.
10. Yuksiz ishlash va qisqa tutashish xolatlarida magnit yurituvchi kuch.
11. Transformator chulg'amlaridagi EYuK va toklar.
12. Transformator xar xil ish rejimlarida chulg'amlaridagi EYuK va toklar.
13. Transformatorlarning ish rejimlaridagi tavsiflari, elektr magnit jarayonlarining tavsiflarga ta'siri.
14. Transformatorning ikkilamchi chulg'am elektr parametrlarini birlamchi chulg'am o'ramlar soniga keltirish.
15. Tashqi tavsifi.
16. Kuchlanishni rostlash.
17. Quvvat isroflari va FIK.
18. Transformatorlarda kuchlanish o'zgarishi.
19. Kuchlanishni rostlash usullari.
20. Transformatoridagi o'zgarmas va o'zgaruvchan quvvat isroflari.
21. Transformatorning foydali ish koeffitsienti.
22. Transformator chulg'amlari ulanish guruhlari.
23. Transformator ulanish guruxlarini aniqlash usullari.
24. Parallel ulash shartlari.
25. Maxsus transformatorlar turlari.
26. Transformator chulg'amlarining o'ralish yo'nalishi va uchlarining belgilanishi. Ulanish guruhini aniqlash.
27. Transformator turlari
28. Kuch transformatorlari
29. O'lchov transformatorlari
30. Transformatorning ishlash printsiplari

“Elektr mashinalari” fanidan savollar to’plami

1. Transformatorning tuzilishi, ishlash printsipi va ishlatilishi
2. Avtotransformatorlar
3. Elektr mashinalarining vazifasi va tasnifi
4. Transformatorning yuklama rejimi
5. Elektr mashina va transformatorlarning ishlash printsipi
6. Transformatorning qisqa tutashish rejimi
7. Elektr mashinalari va transformatorlar taraqqiyotining tarixi
8. Transformatorning tashqi xarakteristikasi
9. Uch fazali transformatorlar
10. Transformatorning FIKi
11. Payvandlash transformatorlari
12. Transformator chulg’amlarining ulanish usullari
13. Maxsus transformatorlar
14. Transformatorlarning parallel ishlashi
15. O’lchash transformatorlari
16. Bir va uch fazali transformatorlarning tuzilishi
17. Transformatorning ishlash printsipi
18. Transformator chulg’amlarida hosil bo’ladigan asosiy EYuKlar
19. Transformatorning salt ishlashi
20. Magnitlovchi kuchlar tenglamasi
21. Transformatorning yuklama bilan ishlashi
22. Transformatorning ekvivalent elektr sxemasi
23. Transformatorning qisqa tutashish sharoitida ishlashi
24. Transformatorning keltirilgan toki, kuchlanishi va parametrlari
25. Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning vektor diagrammasi
26. Uch fazali transformator
27. Transformator chulg’amlarning ulanish usullari
28. Transformatorning ferromagnit o’zagi magnitlanayotganda sodir bo’ladigan hodisalar
29. Transformatorning tashqi xarakteristikasi
30. Uch fazali transformatorlar
31. Transformatorning FIKi
32. Transformator chulg’amlarining ulanish gruppallari
33. Transformatorning parallel ishlashi
34. Payvandlash transformatorlari
35. Transformator chulg’amlarning ulanish usullari
36. Kuchlanish transformatorlari
37. Transformatorning yuklama bilan ishlashi
38. Tok transformatorlari
39. Transformatorning keltirilgan toki, kuchlanishi va parametrlari
40. Uch fazali transformatorlar
41. Transformatorning salt ishlashi
42. Tok transformatorlari
43. Elektr mashinalari va transformatorlar taraqqiyotining tarixi
44. Transformatorning tashqi xarakteristikasi

45. Transformatorning tashqi harakteristikasi
46. Tok transformatori.
47. Transformatorning ishlash printspi.
48. Magnitlovchi kuchlar tenglamasi
49. Transformatorning palallel ishlashi
50. Payvandlash transformatorlari
51. Bir fazali asinxron dvigatellar
52. Elektr mashinalarining vazifasi va tasnifi
53. Uch fazali asinxron dvigatellar
54. Elektr mashina va transformatorlarning ishlash printsi
55. Asinxron dvigaldagi elektromagnit jarayonlar
56. Elektr mashinalari va transformatorlar taraqqiyotining tarixi
57. ADning vektor diagrammasi va ekvivalent sxemasi
58. ADning energetik sxemasi
59. ADning mexanik xarakteristikasi
60. ADni ishga tushirish
61. Uch fazali ADning tuzilishi
62. ADning ishlash printsi
63. ADning ishlash sharoitlari
64. AD chulg'amlarining EYuKlari
65. AD EYuKning tenglamasi
66. AD magnit yurituvchi kuchlari va toklarining tenglamasi
67. ADning vektor diagrammasi
68. ADning ekvivalent elektr sxemasi
69. AD da quvvat isrofi va FIKi
70. ADning elektromagnit momenti
71. ADning mexanik xarakteristikasi
72. ADning ish xarakteristikalari
73. ADning aylana diagrammasini qurish
74. ADni yurgizish
75. Faza rotorli ADni yurgizish
76. Bir fazali ADlar.
77. Uch fazali ADni bir fazali AD sifatida ishlatish
78. ADning elektromagnit momenti
79. Sinxron generatorning ishlash prinsipi konstruktiv tuzilishi.
80. Sinxron generatorning salt ishlashdagi magnit maydoni
81. Sinxron generatorning simmetrik yuk bilan ishlashdagi magnit maydoni.
82. Sinxron genratorlarni qo'zg'atish usullari.
83. Uch fazali sinxron genratorning asosiy tavsiflari.
84. Sinxron genratorlarni EYuK tenglamasi.
85. Sinxron genratorlarining vektor diagrammasi.
86. Sinxron genratorlarida nominal kuchlanishning o'zgarishi.
87. Sinxron mashinada quvvat isrofi va FIK.
88. Sinxron dvigatelni tuzilishi ishlash prinsipi.
89. Sinxron kompensatorning vazifasi
90. Sinxron kompensatorning ulanish sxemasi.

91. Sinxron kompensatorning konstruktiv tuzilishi.
92. O'zgarmas tok mashinalari tuzilishi.
93. O'zgarmas tok mashinalari chulg'amning EYuK si.
94. Yakor reaksiyasi.
95. O'zgarmas tokda ishlaydigan kollektorli mashinalarining tuzilishi.
96. Genratorlarning salt ishlashi.
97. Kollektorli mashinalarning yakor chulg'amlari.
98. Yakor chulg'amlarini tayyorlash tartibi.
99. Murakkab sirtmoqsimon cho'lg'am.
100. Oddiy to'lqinsimon chulg'am.
101. Kollektorda uchqun chiqishi sabablari.
102. Kommutasiyaning fizikaviy mohiyati va mashina ishiga ta'siri.
103. Kommutasiyani yaxshilash usullari.
104. O'zgarmas tok mashinasining quvvati va FIK.
105. O'zgarmas tok motorlarini ishga tushirish usullari va ularda bo'ladigan jarayonlar.
106. O'zgarmas tok kollektorli motorlarning yakor chulg'amini parallel va ketma-ket tarmoqqa ulanishi sxemasi va ishlash prinsipi.
107. Mustaqil qo'zg'atishli genrator tavsiflari.
108. Motorning aylanish chatotasini rostdash.
109. Elektr mashinalarining qizishi va ularni sovitish usullari.
110. Dvigatelni zamonaviy boshqarish usullari.

III. GLOSSARIY

Elektr mashinalari – elektr energiyasini hosil qiluvchi, uzatuvchi, taqsimlovchi va istehmol qiluchi elektr qurilmalaridir.

Transformatorlar deb elektr energiyasini chastotaschini o'zgartimagan xolda boshqa parametrlarini o'zgartirib beruvchi elektrostatik apparatga aytiladi. Transformatorlar elektr stantsiyalari va podstantsiyalarda hamda aholiga yaqin joylarda ktp shaklida o'rnatilib istehmolchilarga mas keluchi elektr energiyasini yetkazib beradi.

Kuch transformatorlari-elektr energiyasini qabul qiluvchi, uzatuvchi yoki tarqatuvchi energetik tizimlarda qo'llaniluvchi quvvati 6,3 kva va undan ham yuqori bo'lgan transformatorlarni kuch transformatorlari /kt/ deyiladi.

Chulg'am (simlardan po'lat o'zakka o'ralgan g'altak) transformator va sinxron va asinxron mashinalarning asosiy ishchi qismi bo'lib, po'lat o'zakka mis yoki alyumini simlardan o'rab tayyorlanadi.

Birlamchi chulg'am- transformatorlarning elektr energiyani qabul qiluvchi chulg'ami

Ikkilamchi chulg'am- isteomolchiga energiyani uzatuvchi chulg'ami

Rotor– (yakor) sinxron, asinxron va o'zgarmas tok mashinalarining asosiy ishchi qimi bo'li haraktlanuvchi qism deyiladi.

Stator - sinxron, asinxron va o'zgarmas tok mashinalarining asosiy ishchi qimi bo'libqo'zg'almas qism deyiladi.

Kollektor –o'zgarmas tok mashinasining asosiy ishchi qismlaridan biri bo'lib, kommutatsiya jarayonini yaxshilashga xizmat qiladi. Unga cho'tka makamlanadi.

Generator – elektr stantsiyalari elektr energiyasini hosil qiluvchi qurilma bo'lib, sinxron, asinxron va o'zgarmas tok generatorlari mavjud.

Magnit o'zak – bu elektr mashinalarining chulg'amlarini asosiy qismi bo'lib, elektromagnit maydonidagi uyurmaviy toklarni cheklash uchun elektromagnit po'latdan tayyorlanadi.

Transformatorlarning nominal rejimi deb, ishlab chiqargan korxona tayyorlagan pasportida ko'rsatilgan rejimga aytiladi.

Transformatorlarning nominal qiymatlari - quvvat, kuchlanishlar, toklar, chastota va h.k. Transformatorlarning pasportida ko'rsatilgan bo'lib, ular transformatorlarning nominal rejimini ko'rsatuvchi boshqa qiymatlar, masalan, f.i.k. Kabilarga ham taalluqlidir.

Transformatorlarni nominal quvvati deb ikkilamchi chulg'amda vol't-amper bilan o'lchangan va pasportda ko'rsatilgan quvvatga aytiladi.

Transformatorlarni nominal birlamchi kuchlanishi deb, pasportda ko'rsatilgan kuchlanishga aytiladi; agar birlamchi chulg'amni shoxobchalari mavjud bo'lsa, u xolda nominal kuchlanishi alohida taokidlanadi.

Transformatorlarning nominal ikkilamchi kuchlanishi deb birlamchi chulg'amidagi kuchlanishi nominal kuchlanishiga teng bo'lib, salt ishlagandagi ikkilamchi kuchlanishga aytiladi; agar ikkilamchi chulg'amida ulamalar mavjud bo'lsa, uning nominal kuchlanishi alohida taokidlanadi.

Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarini nominal toklari deb, transformatorning pasportida ko'rsatilgan va nominal quvvat va nominal kuchlanishlar bilan maolum bog'lanishda bo'lgan birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning toklariga aytiladi.

Qisqa tutashuv kuchlanishi qisqa tutashuv sharoitida shu birlamchi chulg'am kuchlanish transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishi deyiladi.

Transformatorlarning qisqa tutashuvi deb, uning shunday cheklangan rejimiga aytiladiki, bunda ikkilamchi chulg'amning boshi va ohirini qarshiligi nolga teng bo'lgan o'tkazgich bilan ulanib, birlamchi chulg'am u_1 o'zgaruvchan kuchlanishli manbaga ulanadi. Shu sababli, ikkilamchi chulg'amning uchlaridagi kuchlanish $u_2=0$ bo'ladi.

Avtotransformatorlar deb past kuchlanishli va yuqori kuchlanishli chulg'amlari orasida magnit bog'lanishdan tashqari elektr bog'lanishlar ham mavjud bo'lgan transformatorlarga aytiladi.

Qisqa tutashuv - shikastlanishga olib keladigan eng xavfli va og'ir holatdir. Qisqa tutashuv paytida manbaning e.yu.k. Transformator yoki liniyalarning kichik qarshiligi orqali tutashib qoladi.

Tok transformatorlari - o'lchov asboblari va himoya apparatlarini yuqori kuchlanish zanjiridan izolyatsiya qilish uchun va himoya zanjirini tarmoqdagi tok bilan ta'minlash uchun ishlatiladi.

Kuchlanish transformatorlari - quvvati kichik bo'lgan kuch transformatoriga o'xshash va tarmoqqa parallel ulanadi. Ikkilamchi kuchlanish standart 100 v ga teng ikkilamchi chulg'amiga vol tmetr, o'lchov asboblarning va himoya apparatlarining kuchlanish zanjirlari ulanadi.

IV.ILOVALAR.
4.1.Fan dasturi

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

“TASDIQLAYMAN”
Namangan muhandislik – qurilish
instituti rektori

2024 yil “ ____ ” _____
Sh.Ergashev

ELEKTR MASHINALARI
FANINING O‘QUV DASTURI

Bilim sohasi: 700000-Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari
Ta’lim sohasi: 710 000 – Muhandislik ishi
Ta’lim yo‘nalishi: 60710600 –Elektr energetikasi (elektr ta’minoti)

Namangan-2024 yil

Fan / modul kodi EM14(5)10		O'quv yili 2023-2024 2024-2025	Semestr 4,5	Kreditlar 6+4	
Fan / Modul turi Majburiy		Ta'lim tili O'zbek		Haftadagi dars soatlari 6+4	
1.	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)		Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Elektr mashinalari	150 (60 m / 60 a/ 30 t)		150	300
2.	I. Fanning mazmuni Ushbu fan jamiyatning iqtisodiy negizi, uning tarkibiy qismlari, umumiy iqtisodiy qonunlar va kategoriyalar, iqtisodiy hodisa va jarayonlarning mohiyati, ijtimoiy-iqtisodiy tizimlar va ularning amal qilish qonuniyatlari, iqtisodiy o'sish kabi masalalarni qamrab oladi. Jamiyatda mavjud iqtisodiy qonunlarni bilish va ularning amal qilishiga ongli munosabatda bo'lishda, mamlakatni demokratlashtirish va iqtisodiyotni bozor tamoyillari asosida isloh qilish jarayonlarining mohiyatini tushunishda talabalarni zarur bo'lgan bilimlar bilan qurollantiradi. Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarga elektr mashinalari tanlash taffakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda ularni amaliyotda tatbiq etish ko'nikmasini hosil qilishdan iborat. Fanning vazifasi – talabalarga o'quv rejasida rejalashtirilgan umumkasbiy (elektrotexnik materiallar, elektr texnikaning nazariy asoslari) fanlarini bilishga asoslanadi xamda ixtisoslik fanlarini o'zlashtirishda asos vazifasini o'taydi. Ushbu maqsadga erishish uchun fan talabalarni nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalalar, masalalarini yecha olish ishlash printsiplari va jarayonlarga uslubiy yondashuv hamda ilmiy dunyoqarashini shakllantirish vazifalarini bajaradi. II. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari) II.I. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi: 1-Mavzu. Elektr mashinalari va transformatorlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Elektroenergetika sohasida ishlatiladigan elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar. O'zbekistonda elektr energetikasi va unda transformatorlarning ahamiyati. Issiqlik, atom va gidro elektr stantsiyalarida elektr energiyani ishlab chiqarishda elektr mashinalarining roli va ularning istiqboli. Elektr mashinalari va transformatorlarning tasnifi va ularga nisbatan qo'yiladigan asosiy texnik talablar. Elektr mashinalari va transformatorlarning ishlash printsiplari. 2-Mavzu. Elektr mashinalari va transformatorlarni ishlab chiqarishda ishlatiladigan elektrotexnik va izolyatsion materiallar. Magnit materiallar. Elektr o'tkazuvchi, o'ta o'tkazuvchan va krioo'tkazgich materiallar. Elektr izolyatsiya materiallari. 3-Mavzu. O'zgaruvchan tok elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar.O'zgaruvchan tok elektr mashinalarining asosiy turlari. O'zgaruvchan tok elektr mashinalari chulg'amlarining tuzilishi va sxemalari. 4-Mavzu. O'zgaruvchan tok elektr mashinalari chulg'amlarining EYuK va MYuK i. 5-Mavzu. Transformatorning tuzilishi, ishlash printsiplari va ishlatilishi. Tranformator tuzilishi. Transformatorning ishlash printsiplari. Transformatorlarning nominal kattaliklari. 6-Mavzu. Transformatorning ikkilamchi chulg'am elektr parametrlarini birlamchi chulg'am o'ramlar soniga keltirish. Transformatorlarning xalq ho'jaligidagi				

o'zni.

7-Mavzu. Transformatorning ish rejimlari. Transformatorning salt ish rejimi. Transformatorning yuklama rejimi. Transformatorning qisqa tutashish rejimi. Transformatorning salt ishlash va qisqa tutashish rejimlarida ro'y beradigan elektr magnit jarayonlar. Transformator parametrlarini salt ishlash va qisqa tutashish tajribalarini o'tkazish yo'li bilan aniqlash.

8-Mavzu. Transformatorning tashqi tasniflar va kuchlanish o'zgarishi. Transformatorlarda kuchlanishni rostlash usullari va vositalari.

9-Mavzu. Transformatorlarda quvvat isroflari va FIKi. Transformatorning energetik diagrammalari.

10-Mavzu. Uch fazali transformatorlar. Uch fazali transformator tuzilishi. Uch fazali transformator chulg'amlarini ulanish usullari. Transformator chulg'amlarining ulanish guruhlari va qo'llanish sohalari.

11-Mavzu. Transformatorlarning parallel ishlashi.

12-Mavzu. Maxsus transformatorlar. Uch chulg'amli transformatorlar. Avtotransformatorlar. Maxsus maqsadli kuch transformatorlari. Payvandlash transformatorlari. To'g'rilagich va avtomatika qurilmalari uchun transformatorlar. Elektrlashtirilgan temir yo'l va shahar elektr transportlari uchun kuch transformatorlari. O'lchash transformatorlari.

13-Mavzu. Asinxron mashinaning tuzilishi va ishlash printsiplari. Umumiy tushunchalar. Uch fazali asinxron dvigatelning tuzilishi. Asinxron dvigatelning ishlash printsiplari.

14-Mavzu. Asinxron mashinaning ishlash rejimlari. Asinxron mashinaning asinxron dvigatel, generator va elektromagnit tormoz sifatida ishlashi. Asinxron dvigatel chulg'amlarining elektr yurituvchi kuchlari. Asinxron dvigatelning vektor diagrammasi va almashtirish sxemasi.

15-Mavzu. Uch fazali asinxron motorning energetik diagrammasi. Asinxron dvigatelda quvvat isrofi va foydali ish koeffitsienti. Asinxron dvigatelning energetik diagrammasi.

16-Mavzu. Asinxron motorning elektromagnit momenti va ish xarakteristikasi. Asinxron motorning elektromagnit momenti. Asinxron dvigatelning mexanik xarakteristikasi. Asinxron motorning turg'un ishlash shartlari.

17-Mavzu. Asinxron dvigatelni ishga tushirish. Umumiy tushunchalar. Asinxron dvigatellarni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab ishga tushirish (qisqa tutashtirilgan rotorli dvigatellarda). Tarmoq kuchlanishini pasaytirib ishga tushirish. Rotor chulg'amiga ishga tushirish reostatini ketma-ket ulab ishga tushirish (faza rotorli dvigatellarda).

18-Mavzu. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash. Umumiy tushunchalar. Kuchlanish chastotasini o'zgartirish yo'li bilan aylanish chastotani rostlash. Motorning aylanish chastotasini juft kutblar sonini o'zgartirish bilan rostlash. Rotor zanjiriga reostat ulab asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash.

19-Mavzu. Sinxron mashinaning tuzilishi va ishlash printsiplari. Sinxron mashinaning tuzilishi. Sinxron mashinaning ishlash printsiplari. Sinxron mashinalarni qo'zg'atish usullari.

20-Mavzu. Sinxron generatorning yuklama bilan ishlashi. Sinxron generatorda yakor reaksiyasi. Sinxron generator EYuK lari tenglamasi va vektor diagrammalari. Sinxron mashinalarda quvvat isrofi va FIK.

21-Mavzu. Sinxron mashinani elektr tarmog'iga parallel ulash. Uch fazali sinxron generatorlarni tarmoqqa parallel ulash. Sinxron generatorlarni parallel ulash usullari. Sinxron generatorning elektromagnit quvvati va momenti.

22-Mavzu. Sinxron mashina reaktiv quvvatining burchak xarakteristikasi. Elektr tarmog'i bilan parallel ishlayotgan sinxron generatorning statik turg'unligi, sinxronlovchi quvvati va momenti.

23-Mavzu. Sinxron generatorning reaktiv quvvatini rostlash va U-simon xarakteristikalari.

24-Mavzu. Sinxron dvigatellar. Umumiy tushunchalar. Sinxron dvigatelning ishlash printsipi. Sinxron dvigatelning ish xarakteristikalar. Sinxron dvigatelni ishga tushirish usullari. Sinxron kompensator.

25-Mavzu. Sinxron mashinalarning maxsus turlari. Krioturbogenerator. Magnitlanish o'qi buriladigan sinxron mashinalar. Asinxronlashtirilgan sinxron mashinalar. Katta quvvatli istiqbolli sinxron mashinalar. O'ta o'tkazuvchan qo'zg'atish chulg'amlari sinxron mashinalar. Maxsus maqsadli sinxron mashinalar.

26-Mavzu. O'zgarmas tok elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar.

O'zgarmas tok elektr mashinalarining ishlashi va tuzilishi. O'zgarmas tok elektr mashinasining yakor chulg'amlari.

27-Mavzu. O'zgarmas tok elektr mashinalarining EYuK va elektromagnit momenti.

O'zgarmas tok elektr mashinasining magnit sistemasi. O'zgarmas tok elektr mashinasida tok kommutatsiyasi.

28-Mavzu. O'zgarmas tok generatorlari. Umumiy tushunchalar. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori. Ketma-ket qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori. Aralash qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori.

29-Mavzu. O'zgarmas tok dvigatellari. O'zgarmas tok dvigatelining tuzilishi va ishlash printsipi. O'zgarmas tok dvigatelining tenglamasi. O'zgarmas tok motorlarini ishga tushirish. O'zgarmas tok motorlarining ish va mexanik xarakteristikalar. O'zgarmas tok motorlarining rostdash tasniflari. O'zgarmas tok motorlarini tormozlash usullari.

30-Mavzu Maxsus maqsadli va zamonaviy o'zgarmas tok mashinalarining ayrim turlari. O'zgarmas tok mashinalarining zamonaviy turlari.

III. Amaliy mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar.

1. Transformatorning asosiy parametrlarini aniqlash.
2. Transformatorning asosiy parametrlarini aniqlash.
3. Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning eksplutatsion xarakteristikalarini hisoblash.
4. Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning eksplutatsion xarakteristikalarini hisoblash.
5. Tajriba ma'lumotlari asosida transformatorning asosiy parametrlarini hisoblash.
6. Tajriba ma'lumotlari asosida transformatorning asosiy parametrlarini hisoblash.
7. Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning kuchlanish pasayishini aniqlash.
8. Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning kuchlanish pasayishini aniqlash.
9. Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini aniq hisoblash.
10. Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini aniq hisoblash.
11. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostdash usullariga oid masalalar yechish.
12. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostdash usullariga oid masalalar yechish.
13. Ayon qutbli sinxron generatorning muhim parametrlarini hisoblash.
14. Ayon qutbli sinxron generatorning muhim parametrlarini hisoblash.
15. Sinxron generatorning tashqi xarakteristikani qurish.
16. Sinxron generatorning tashqi xarakteristikani qurish.
17. Sinxron generatorning U-simon xarakteristikasini qurish.
18. Sinxron generatorning U-simon xarakteristikasini qurish

19. Sinxron generatorning burchak xarakteristikasini qurish.
20. Sinxron generatorning burchak xarakteristikasini qurish.
21. O'zgarmas tok motorining asosiy parametrlarini aniqlash.
22. O'zgarmas tok motorining asosiy parametrlarini aniqlash.
23. O'zgarmas tok generatorlarining tashqi xarakteristikasi.
24. O'zgarmas tok generatorlarining tashqi xarakteristikasi.
25. O'zgarmas tok motorining mexanik xarakteristikalarini hisoblash.
26. O'zgarmas tok motorining mexanik xarakteristikalarini hisoblash.
27. O'zgarmas tok motorining aylanish chastotasini rostlash usullariga oid masalalar yechish.
28. O'zgarmas tok motorining aylanish chastotasini rostlash usullariga oid masalalar yechish.
29. O'zgarmas tok mashinalarida FIK ni hisoblash.
30. O'zgarmas tok mashinalarida FIK ni hisoblash.

IV. Laboratoriya ishlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar.

1. Bir fazali ikki chulg'amli transformatorning salt ishlash holatlaridagi xarakteristikalarini va parametrlarini tekshirish.
2. Bir fazali ikki chulg'amli transformatorning qisqa tutashuv holatlaridagi xarakteristikalarini va parametrlarini tekshirish.
3. Bir fazali ikki chulg'amli transformatorning yuklama holatidagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish.
4. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarning tekshirish va parametrlarini aniqlash.
5. Uch fazali asinxron dvigatelni bir fazali dvigatel sifatida ishlatishni o'rganish.
6. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning salt ishlash xarakteristikalarini tekshirish va parametrlarini aniqlash.
7. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelni ishga tushirish.
8. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelni reverslash va tormozlashni o'rganish.
9. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning ish xarakteristikalarini tekshirish.
10. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash usullarini o'rganish.
11. O'zgarmas tok motorining asosiy parametrlarini tekshirish.
12. O'zgarmas tok generatorlarining tashqi xarakteristikasini tekshirish va parametrlarini aniqlash.
13. O'zgarmas tok motorining mexanik xarakteristikalarini tekshirish va parametrlarini aniqlash.
14. O'zgarmas tok motorining aylanish chastotasi usullarini rostlashni o'rganish.
15. O'zgarmas tok mashinalarini FIK ni aniqlash.

V. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar.

Kredit-modul tizimida talaba mustaqil ta'limi alohida o'rin egallaydi. Mustaqil ta'lim-o'qituvchi rahbarligidagi talabaning mustaqil ishi (O'RTMI) va talaba mustaqil ishi (TMI)dan iborat.

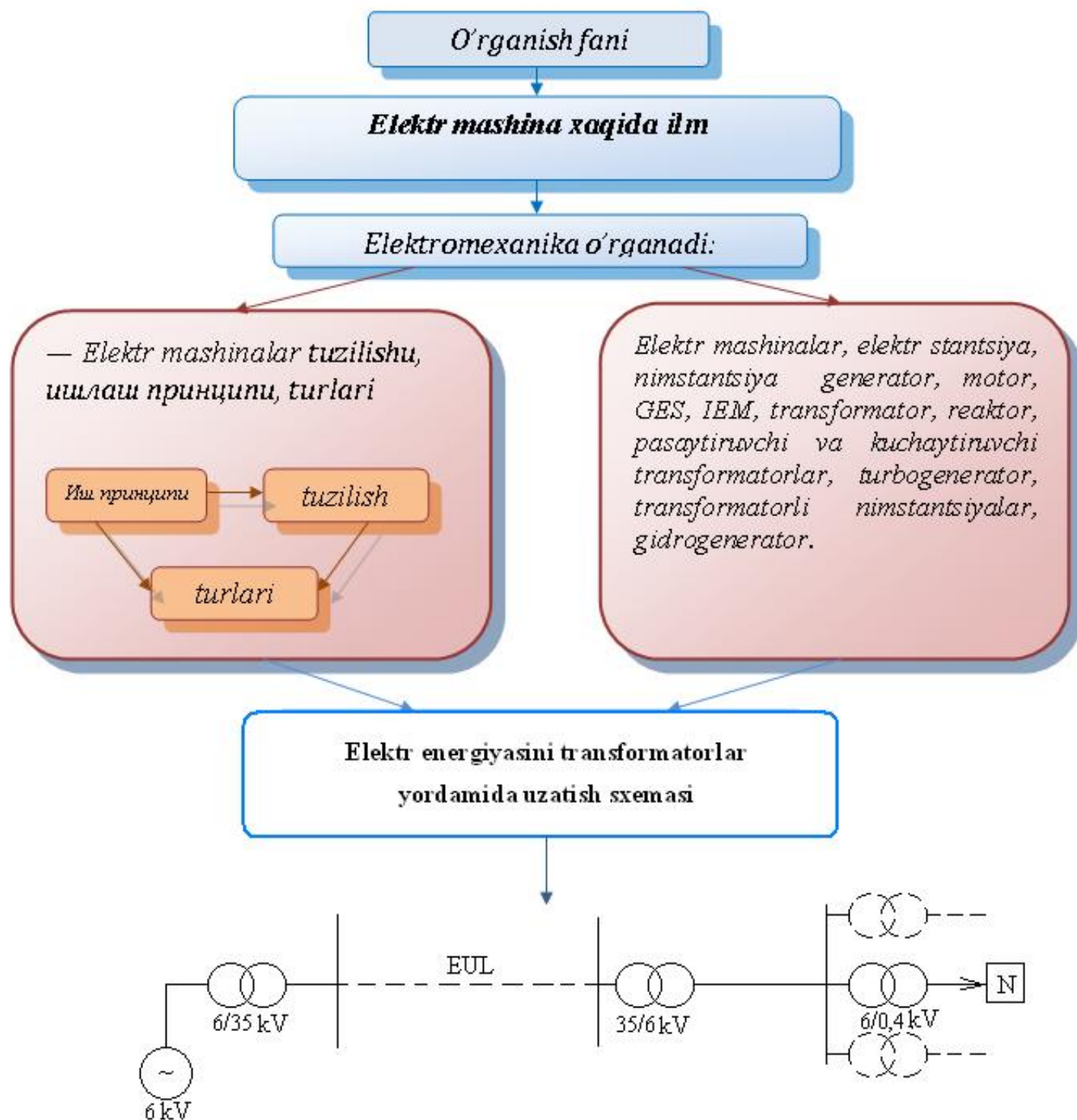
O'qituvchi rahbarligidagi talabaning mustaqil ishi (O'RTMI-Office hours).

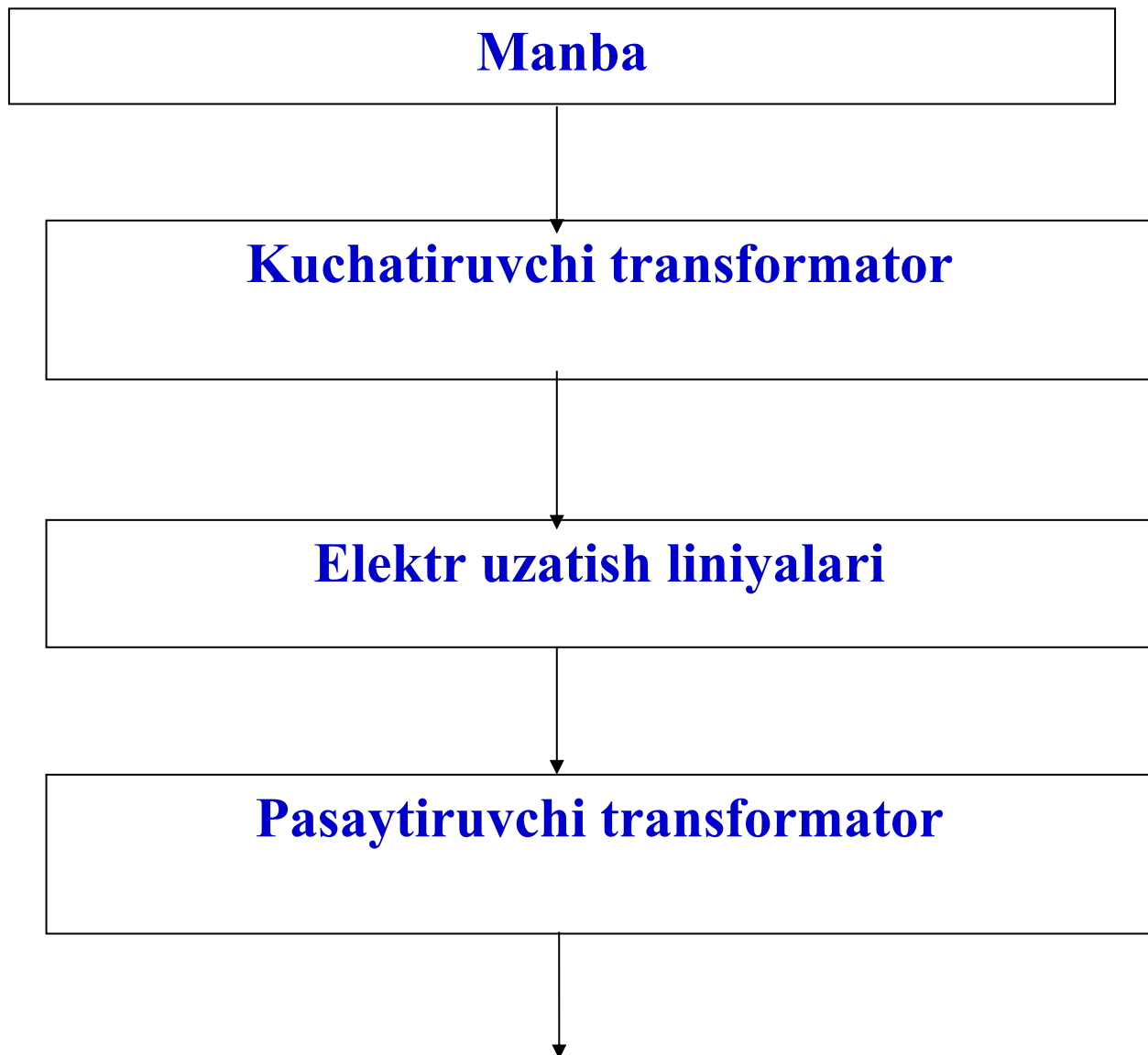
Bu auditoriyada o'tkazilgan kredit ta'lim tizimidagi o'quv shakllaridan biri sanaladi. O'RTMI ikkita maslahat va nazorat vazifalarini bajarib u o'qituvchi va talabaning birgalikdagi ishi hisoblanadi.

	O'RTMIning an'anaviy turlari amaliy va tajriba mashg'ulotlarda hisob-chizma ishlari hamda o'quv keyslardir. Bu ishlar mukammal uslubiy taminotga ega bo'lishi va kasbiy faoliyat hamda hayotiy vaziyatlar bilan bog'langan bo'lishi zarur. Kredit ta'lim tizimida TMIning yanada yuqori sifatda tashkil qilishni va nazorat qilishni talab qiladi. TMI ijodiy ishlar, keys, krossvord, masala ishlash, o'quv-ilmiy adabiyotlar ilmiy va ijodiy ishlarning tahliliy xulosalari kabi uy topshiriqlarini bajarishni o'z ichiga oladi. TMIning samaradorligi talabalarning ijodiy fikrlashga yo'naltirilganligi, uning uslubiy ta'minlanganligiga, internet resurslariga va h.k.larga bog'liq. O'qituvchi rahbarligidagi talabning mustaqil ishi (O'RTMI) uchun tavsiya etilgan topshiriqlar: 1. Transformatorlar. 2. Asinxron mashinalar. 3. Sinxron mashinalar. 4. O'zgarmas tok mashinalari. Mustaqil o'zlashtiriladigan topshiriqlar bo'yicha talabalar tomonidan taqdimotlar, guruh bilan ishlanmalar (o'quv-ilmiy adabiyotlar ilmiy va ijodiy ishlarning tahliliy xulosalari), slayd-plakatlar, maket, model, ilmiy maqola, tezislar va ma'ruza tayyorlanadi.
3.	VI. Ta'lim natijalari / Kasbiy kompetensiyalari Talaba bilishi kerak: ➤ elektr mashinalari o'zining bo'lajak kasbining mohiyati va ijtimoiy ahamiyati to'g'risida <i>tasavvurga ega bo'lishi</i>; ➤ elektr texnikada qo'llaniladigan elektr mashinalarini tajriba yo'li bilan olish va taxlil qilishni <i>bilishi va ulardan foydalana olishi</i>; ➤ talaba elektr mashinalari nazariyasi, ishlatish va qo'llanish sohalari haqidagi <i>ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak</i>.
4.	VII. Ta'lim texnologiyalari va metodlari: ➤ ma'ruzalar; ➤ interfaol ta'lim metodlari; ➤ guruhlarda ishlash; ➤ savol-javoblar; ➤ taqdimotlar tayyorlash; ➤ test topshiriqlarini bajarish.
5.	VIII. Kreditlarni olish uchun talablar: Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, taxlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va nazorat uchun berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha yozma ishni topshirish.
6.	Asosiy adabiyotlar 1. Vhattacharya. Electrical machinees 3E book. 2008, N/A p. 2. Fitzgerald. Electric machinery, 6/E book. 2002, N/A p. 3. Zokirova D.N. Elektr mashinalari. O'quv qo'llanma. -Namangan.: Fazilat servis, 2023.- 272 b. 4. Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N., Mahmadiyev G'.M. Elektr mashinalari kursidan asinxron motorlarni loyihalash. O'quv qo'llanma. -T.: ToshDTU, 2013. –95 b. 5. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. Darslik.-T.: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2011. – 408 b. 6. Ibrohimov U. Elektr mashinalari. O'quv qo'llanma.–T.:O'qituvchi, 2001. 7. Majidov S. Elektrmashinalari va elektr yuritma. O'quv qo'llanma. –T.: O'qi-tuvchi, "Ziyo-Noshir" KSHK, 2002. – 408 b Qo'shimcha adabiyotlar: 8. Pirmatov N.B., Yarmuxamedova Z.A., Mustafakulova G.N. Elektr mashinalari fanining transformatorlar qismi bo'yicha kurs loyihasini bajarishga oid o'quv-metodik qo'llanma. –T.: ToshDTU, 2012 – 117 b.

	9. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам. Учеб. пособие для вузов. –Москва.: – Издательский центр «Академия». 2012. –154 с. 10. Mustafakulova G.N., Toshev SH.E. Elektr mashinalari fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun metodik ko'rsatma. –T.: TDTU, 2015. – 45 b . 11. Pirmatov N.B., Zaynieva O.E. Elektromexanika (Elektr mashinalari) fanidan masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. –T.: TDTU, 2004. – 75 b. Axborot manbalari: 12. www.Ziyo.net 13. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm. 14. http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product_no=854. 15. http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm. 16. http://www.unilib.neva.ru/dl/059/Head.html (Электронная книга по электромеханике. Леонтьев А.Г.)
7.	Fanning o'quv dasturi Namangan muhandislik – qurilish instituti Kengashining “ ” 2023 yildagi № -sonli bayon bilan tasdiqlangan.
8.	Fan / modul uchun mas'ullar: Zokirova D.N. – NamMQI Energetika kafedrasi katta o'qituvchisi.
9.	Taqrizchilar: Nabiev SH.I. - NamMQI «Energetika» kafedrasi mudiri, f-m.f.n. Mullajanov T.T. – Namangan hududiy elektr tarmoqlari korxonasi AJ, Bosh muhandis.

4.2. Tarqatma materiallar



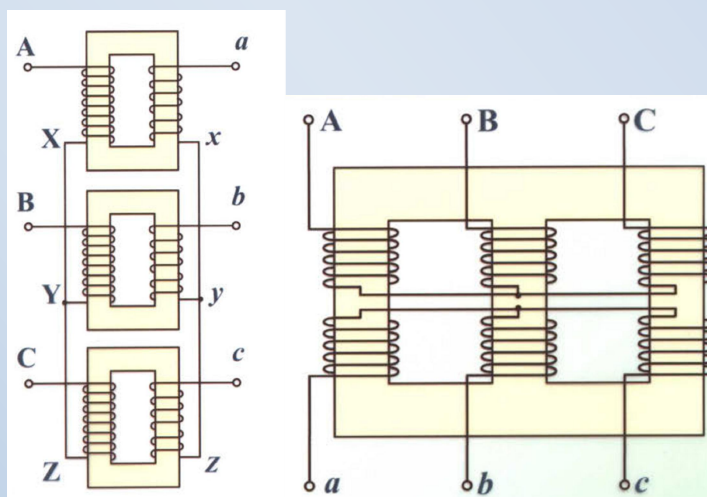


Uch fazali transformatorlar

Hozirgi vaqtda xalq xujaligining turli sohalarida uch fazali o'zgaruvchan tokdan keng foydalaniladi. Elektr stantsiyalarida asosan uch fazali o'zgaruvchan tok energiyasi ishlab chiqariladi.

Uch fazali o'zgaruvchan tok kuchlanishini bir guruhga birlashgan **uchta bir fazali yoki bitta uch fazali transformator** yordamida o'zgartirish mumkin (1-rasm).

Bir fazali transformator guruhining gabaritlari katta, vazni og'ir va tannarxi qimmat bo'lganligi sababli, ular faqat katta quvvatli markaziy nimstantsiyalarda ishlatiladi. Ularni magnit sistemasi o'zaro bog'lanmagan bo'ladi.



1-rasm. Uchta bir fazali (a) va bitta uch fazali transformatorning printsiptial sxemasi

Amalda sovitish usuliga qarab quruq, moyli va yonmaydigan suyuq dielektrik bilan to'ldirilgan kuch transformatorlari keng ishlatiladi. **Quruq transformatorlar** bino ichida, tsexlarda o'rnatiladi, ular ishlatishda qulay. Havoning elektr mustaxkamligi transformatorlarga quyiladigan maxsus moyning elektr mustaxkamligidan pastroq bo'lganligi uchun quruq transformatorlarda izolyatsion bo'shliqlar va ventilyatsion kanallar kattaroq qilinadi. Quruq transformatorlarning quvvati 1600...2500 kVA, yuqori kuchlanishi 15...20 kV gacha bo'lishi mumkin.

transformatorlar hisoblanadi.

TRANSFORMATORLAR MAVZUSIGA OID VENN DIAGRAMMASI

<i>Avtotransformator</i>	<i>Transformator</i>	<i>O'lchash transformatori</i>
1. Birlamchi kuchlanish chulg'ami ikkilamchi kuchlanish chulg'aming bir qismi bulgan transformator 2. Ikkilamchi kuchlanish birlamchi kuchlanishdan kam farq qiladi 3. Ham induktiv ham elektrik bog'langan 4. Foydali ish koeffitsienti katta energiya isrofi esa kam 5. Kuchlanishni "0"dan boshlab tekis o'zgartirish mumkin.	1. Ishlash printsipti elektromagnit induktsiya qonuniga asoslangan 2. Quvvat va chastotani o'zgartirmagan holda tok va kuchlanishni o'zgartirib beradi 3. Birlamchi chulg'am, ikkilamchi chulg'am, yopiq magnit o'tkazgich qismlari mavjud 4. Transformator koeffitsienti 5. Vazifasiga ko'ra kuchaytiruvchi va pasaytiruvchi bo'ladi 6. Induktiv bog'langan	1. 100v ga muljallangan. 2. Birlamchi chulg'ami tarmoqqa parallel ulanadi. 3. Ikkilamchi chulg'amiga o'lchov asboblari (ampermetr, vattimetr) parallel ulanadi. 4. Salt ishlash rejimiga yaqin sharoitda ishlaydi. 5. O'lchash transformatorlariga qo'yidagi 3 shart qo'yiladi: A) Tok transformatorini ikkilamchi chulg'ami ochiq qolmasligi. B) Kuchlanish transformatorini ikkilamchi chulg'amisqa tutashib qolmasligi. V) O'lchash transformatorini ikkilamchi chulg'ami zaminlangan bo'lishi kerak.

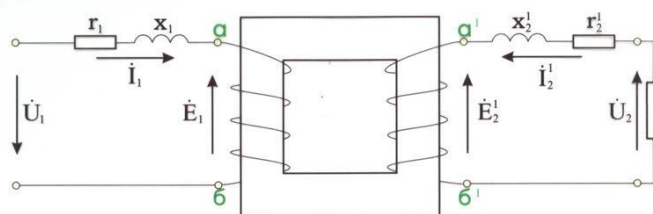
Transformatorlarning ish rejimlari

Transformatorlarning salt ishlashi

Agar transformatorning birlamchi chulg'ami elektr tarmog'iga ulansa, lekin ikkilamchi chulg'am qismalariga iste'molchi ulanmasa, bunda transformator **salt ishlaydi**. Bunda transformatorning ikkilamchi chulg'ami qismalari ochiq holda qoladi, ya'ni ikkinchi chulg'am toki $I_2 = 0$ bo'ladi (1-rasm). Transformator salt ishlaganda uning birlamchi chulg'am toki I_1 **salt ishlash toki** deyiladi. Salt ishlash toki I_0 bilan belgilanadi, ya'ni $I_1 = I_0$ bo'ladi.

Transformatorlarning yuklama bilan ishlashi

Transformator ishlash iuchun uning birlamchi chulg'amini kuchlanishi $u = U_m \sin \omega t$ bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga yoki elektr tarmog'iga uladi (2-rasm). Bunda birlamchi chulg'amdan o'zgaruvchan tok $i = I_m \sin \omega t$ o'ta boshlaydi. Bu tok ferromagnit o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ hosil qiladi. Natijada elektromagnit induksiya qonuniga binoan ikkala chulg'amda ham EYuK hosil bo'ladi. Maksvell tenglamasiga asosan, chulg'amlarning har bir o'ramida hosil bo'ladigan EYuK $e_0 = -\frac{d\Phi}{dt}$.



Hosil bo'lgan EYuK chulg'amlarning o'ramlari soniga proporsional bo'ladi.

Demak,

$$e_1 = -\omega_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$e_2 = -\omega_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

Transformatorlarning qisqa tutashuvda ishlashi

Transformator normal yuklama bilan uzoq yillar ishlashga mo'ljallab tayyorlanadi. O'ta yuklamada uzoq vaqt ishlay olmaydi. Chunki bunda uning birlamchi va ikkilamchi chulg'am toklari nominal qiymatdan ortib ketadi, bu sharoitda transformator tez qiziydi va xatto ishdan chiqishi ham mumkin. Lekin amalda shunday hollar ham bo'ladiki, ikkilamchi chulg'am qismalari yoki iste'molchilar tarmog'i qisqa tutashib qolishi natijasida transformator qisqa muddat qisqa tutashish sharoitida ishlaydi. Boshqacha aytganda, transformatorning ikkilamchi chulg'ami qismalari qisqa tutashtirilib uning birlamchi chulg'amiga kuchlanish U_1 berilsa, transformator **qisqa tutashish rejimida ishlaydi** va tez ishdan chiqadi.

Yangi mavzu: Transformatorlarda quvvat isroflari va FIK

Transformator ishlaganda temir o'zakning doimo qayta magnitlanib turishi ya'ni, gisterezis hodisasi va uyurma toklar ta'siri natijasida ma'lum miqdorda quvvat isrofi bo'ladi. Salt ishlaganda transformatorning tarmoqdan oladigan quvvati manitlashga sarflangan quvvatga teng bo'ladi. Bu quvvat **magnit isrofi yoki transformatorning po'lat o'zagida isrof bo'ladigan quvvat** (ΔP_n) deyiladi.

Gisterezis hodisasi sababli quvvat isrofi po'latning qayta magnitlanishidan yuzaga keladi

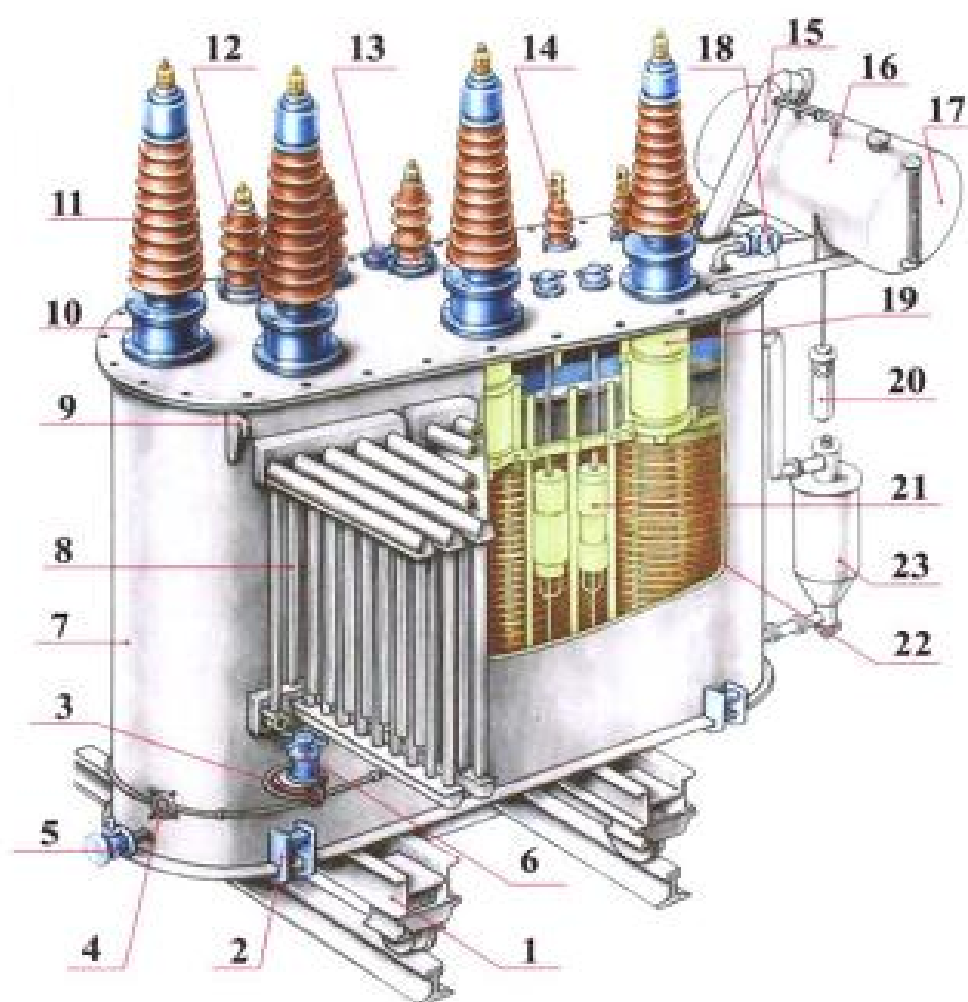
$$\Delta P_{\text{guc}} = \sigma_g \frac{f}{100} B G$$

Uyurma toklar ta'siri natijasida yuzaga keladigan quvvat isrofi

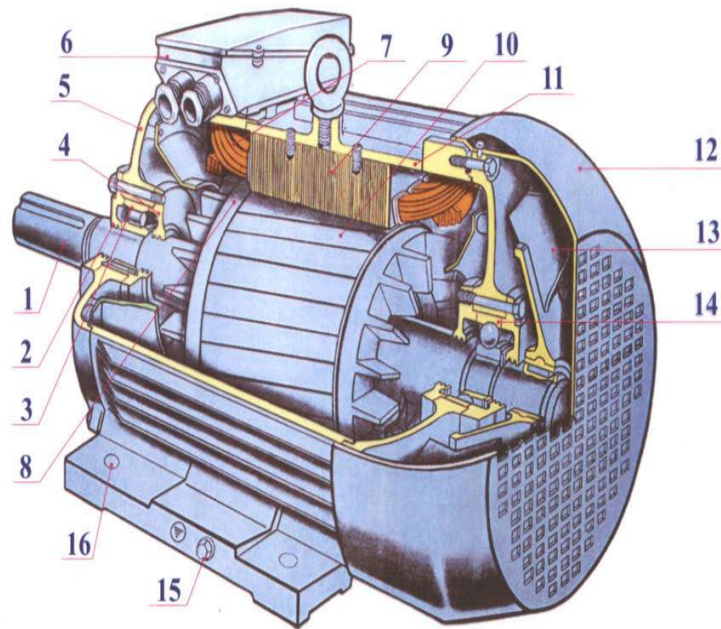
$$\Delta P_y = \sigma_y \frac{f}{100} B G$$

σ_y - po'latning markasiga va ayrim plastinalarning qalinligiga hamda sifatiga bog'liq bo'lgan koeffitsient

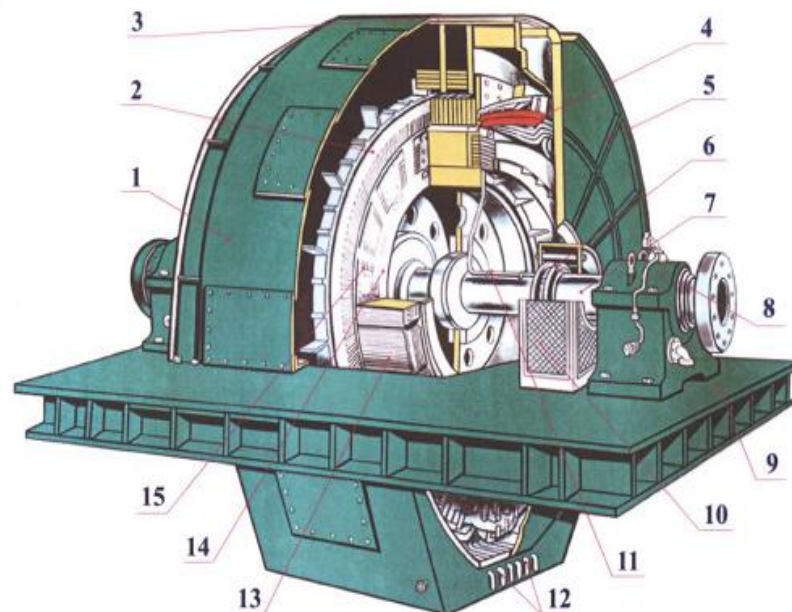
KUCH TRANSFORMATORI



ASINXRON DVIGATELLAR



SINXRON MASHINA



4.3. Testlar

1-variant

1. Avtotransformatorning oddiy transformatoridan farqi nima?

- A. Avtotransformator pulat chulg'ami bulmagan oddiy transformator
- B. Avtotransformator ikkilamchi chulg'am qismlarida kuchlanishni avtomatik ravishda o'zgarmas xolda saklab turadigan transformator
- C. Avtotransformator birlamchi chulg'am ikkilamchi chulg'amlar elektrik va elektromagnitaviy boglangan bulib, ikkilamchi chulg'amning uramlari sonini o'zgartirish xisobiga kuchlanishni keng doirada o'zgartirish uchun
- D. Avtotransformatorda oddiy transformatoridan farqi ularok chikish qismlaridagi kuchlanish kirish qismidagi berilayotgan kuchlinishdan ortik bula olmaydi

2. Statorning vazifasi nima?

- A. Dvigatelni ishga tushirish uchun xizmat kiladi
- B. O'zaklar o'rnatish uchun
- C. Statorga o'zak va chulg'amlar o'rnatilib rotor joylashadi
- D. CHulg'amlar joylashtiriladi

3. Temir o'zak nima sababdan ishlatiladi?

- A. Uyurma tok ta'sirida bo'ladigan quvvat isrofini kamaytiradi
- B. Transformator ishini yaxshilaydi
- C. O'ramlar o'raladi
- D. CHulg'amni ushlab turish

4. AO2-42-6 tipidagi asinxron dvigatel $S = 3\%$ sirpanish bilan ishlayotganda, rotorning aylanish tezligi nimaga teng?

- A. 1400 ayl/min
- B. 1000 ayl/min
- C. 970 ayl/min
- D. 750 ayl/min

5. Nima uchun katta quvvatli transformatorlarning mis chulg'amlari moyli bakga botirilgan bo'ladi?

- A. Transformator moyi chulg'amlar izolyatsiyasiga xavoning zararli ta'sirini kamaytirish va sovutish jarayonini yaxshilaydi
- B. Moy mexanikaviy ishqalanishlarni kamaytiradi
- C. Transformator moyi chulg'amlarining o'zaro izolyatsiyasini va temir o'zak bilan chulg'amlar izolyatsiyasini yaxshilaydi
- D. Quvvat buyicha talablar

6. Asinxron dvigatel necha xil usulda tarmoqlanadi?

- A. 3 xil usulda
- B. 4 xil usulda
- C. 2 xil usulda
- D. 1 xil usulda

7. Asinxron dvigatelni aylanish yo'nalishini qanday o'zgartiriladi

- A. Manba chastotasini o'zgartirib
- B. Juft qutblar sonini o'zgartirib
- C. Yurg'izish reostatini qarshiligini o'zgartirib
- D. Ikkita fazani o'rnini almashtirib

8. Asinxron dvigatelni aylanish tezligi o'zgaradi

- A. Faqat tok chastotasiga proporsional
- B. Faqat tarmoq kuchlanishiga proporsional
- C. Juft qutblar soniga teskari proporsional;
- D. Barcha javoblar to'g'ri

9. Asinxron dvigatelni ishga tushirish xarakteristikasini yaxshilash uchun

- A. Rotor chulg'ami aktiv qarshiligini oshirish kerak
- B. Rotor chulg'ami aktiv qarshiligini kamaytirish kerak
- C. Stator chulg'amini qarshiligini oshirish kerak
- D. Stator chulg'amini qarshiligini kamaytirish kerak

10. Asinxron dvigatelni ishga tushirish xossalari qanday parametrlar bilan baholanadi

- A. Faqat ishga tushirish momenti
- B. Faqat ishga tushirish toki
- C. Ishga tushirish momenti va toki
- D. Ishga tushirish momenti, toki va vaqti

11. Asinxron dvigatelni ishlash printsipi nimaga asoslangan?

- A. Magnit maydoinga kiritilgan tokli simning shu maydon bilan o'zaro ta'siriga asoslangan
- B. EYuK ga asoslangan
- C. Magnit oqimiga
- D. Kuchlanishga

12. Asinxron dvigatelning o'qiga quyilgan mexanikaviy yuklama ortganda sirpanish S ning qiymati qanday o'zgaradi

- A. Kamayadi

- B. O'zgarmaydi
- C. Ortadi
- D. $M(s)$ funktsiya buyicha o'zgaradi

13. Asinxron dvigatelning o'qiga kuyilgan mexanikaviy yuklama ortsa, stator va chulg'amlaridagi I_1 va I_2 toklarining qiymatlari qanday o'zgaradi

- A. I_1 va I_2 kamayadi
- B. I_1 va I_2 ortadi
- C. I_1 va I_2 o'zgarmaydi
- D. I_1 ortadi I_2 kamayadi

14. Asinxron dvigatel stator chulg'aming shikastlanganligini va izolyatsiyasining buzilganligini qanday xodisadan bilish mumkin

- A. Stator chulg'aming qisman qizishidan
- B. Liniya simlaridagi tokning kam ayishidan
- C. Dvigatelda shovkin va dirillashning ortishidan
- D. Rotorning aylanish tezligi kamayishidan

15. Asinxron dvigatel'ning quvvat koeffitsenti $\cos \varphi$ ni ortirish uchun qanday usullar kullaniladi?

- A. Dvigatellarni nominal quvvatigacha yuklash
- B. Statik kondensatorlar o'rnatish
- C. Stator chulg'amlarini uchburchak sxemadan yulduz sxemaga o'tkazib ulash
- D. Stator chulg'amlarini yulduz sxemadan uchburchak sxemaga ulash

16. Asinxron motor qanday qismlardan iborat?

- A. 4 qismdan
- B. 3 qismdan
- C. 2 qismdan
- D. 1 qismdan

17. Asinxron mashina qanday mashina?

- A. O'zgaras tok mashinasi
- B. O'zgaruvchan tok mashinasi
- C. Sinxron generator
- D. Seris generator

18. Asinxron mashinalar qanday rejimlarda ishlashi mumkin?

- A. Elektr motor
- B. Elektr generator
- C. Elektromagnit tormoz
- D. Elektr motor, elektr generator, elektromagnitaviy tormoz sifatida ishlatiladi

19. Bir qatlamli sirmoqsimon oddiy chulg'amni qaysi formula orqali aniqlapsh mumkin

- A. $Y = Y_1 - Y_2$
- B. $Y_K = 1; Y = 2; Y_K = 2$
- C. $Y_1 = \frac{Z \pm b}{2p}$
- D. Barcha javoblar to'g'ri

20. Birlamchi motorning mexanik quvvati qaysi ifodadan to'g'ri ko'rsatilgan

- A. $P_1 = P_0 + P_{\text{ЭМ}}$
- B. $P_0 = P_{\text{мех}} + P_{\text{II}} + P_{\text{кыз}}$
- C. $P_0 = P_1 + P_{\text{ЭМ}}$
- D. $P_1 = P_0 + P_{\text{мех}} + P_{\text{ЭМ}}$

2-variant

1. AO2-42-6 tipidagi asinxrondvigatel $S = 3\%$ sirpanish bilan ishlayotganda, rotorningaylanish tezligi nimaga teng?
 - A. 1400ayl/min
 - B. 1000 ayl/min
 - C. 970 ayl/min
 - D. 750 ayl/min
2. Elektromagnit induksiya konunini qaysi olim tomonidan kashf qilingan
 - A. M.Faradey
 - B. Kirxgof
 - C. Om
 - D. J.Lents
3. Elektromagnit kuchning qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi
 - A. $-e = \frac{d\Phi}{dt}$
 - B. $F_{\text{3M}} = BII$
 - C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
 - D. $E = Blv$
4. EYuK ni qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi
 - A. $E_1 = 4.44 f W_1 \Phi_M E_2 = 4.44 f_2 W_2 \Phi$
 - B. $\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$
 - C. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$
 - D. $K = \frac{U_1}{U_2},$
5. Nima sababdan kushimcha quvvat isrof bo'ladi
 - A. Elektr mashina ishlagani uchun
 - B. Statorni ichki tomoni tishli bo'lgani uchun
 - C. Statorning sochilma magnit oqimi sababli
 - D. Mexanik isroflar sababli
6. Dvigatellar qanday ko'rnishda ishlab chiqariladi
 - A. Ochiq
 - B. Yopiq
 - C. Ximoyalangan
 - D. Ochiq, yopiq, ximoyalangan
7. Transformator chulg'amlarini ulashni qanday usulori bor?
 - A. Uchburchak
 - B. Yulduz
 - C. Uchburchak / yulduz
 - D. Uchburchak / yulduz / zigzag
8. Transformatorini ishlatishda qaysi shartga rioya qilish kerak
 - A. Ikkilamchi chulg'am ochik kolmasligi shart
 - B. Qisqa tutashuvda bo'lmasligi shart
 - C. Erga ulanmagan bo'lishi shart
 - D. Tik o'rnatilishi shart
9. Katta kuvvatli mashinalarda yakor' reaksiyasi ta'sirini yukotish uchun qanday chulg'am ishlatiladi
 - A. Uyg'otish chulgami
 - B. Kompentsatsiyalovchi chulg'am
 - C. Qushimcha chulg'am
 - D. Kadamla chulg'am
10. Qisqa tutashish kuchlanishining qiymati 35kV li transformatorlarda necha foizni tashqil etadi
 - A. 5,5 7,5%
 - B. 6,5 7,5%
 - C. 7,5 10%
 - D. 10 10,5%
11. Kondensatorli motorlarda foydali ish koeffitsentinecha foiz
 - A. 0.6 dan 0.75

- B. 0.7 dan 0.8
- C. 0.8 dan 0.9
- D. 0.95 dan 0.99

12. Quvvat koeffitsienti qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

- A. $\sin \varphi$
- B. $\operatorname{tg} \varphi$
- C. $\cos \varphi$
- D. $\operatorname{ctg} \varphi$

13. Kuchlanish transformatorining birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari tegishli ($U_{1H} = 10000B$), ($U_{1H} = 100B$) nominal kuchlanishga muljallangan Agar chulg'amning bitta uraming izolyatsiyasi 1v-ga muljallangan bo'lsa, birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning uramlari soni qo'yidagilardan qaysi biriga teng bo'ladi?

- A. $W_1 = 5000$,
- B. $W_1 = 10000, W_2 = 200$
- C. $W_1 = 20000, W_2 = 100$
- D. $W_1 = 1, W_2 = 100$

14. Qo'yida keltirilgan formulalarning qaysi biri uch fazali transformatorning aktiv quvvatini ifodalaydi?

- A. $\sqrt{3} U I$
- B. $\sqrt{3} UI \sin \varphi$
- C. $UI \sin \varphi$
- D. $\sqrt{3} UI \cos \varphi$

15. Transformatorning foydali ish koeffitsienti necha protsent bo'ladi

- A. 0,60 0,75 %
- B. 0,75 0,80 %
- C. 0,80 0,85 %
- D. 0,98 0,99 %

16. Transformatorning yuklash koeffitsienti β -ning qo'yidagi qiymatlaridan qaysi birida uning foydali ish koeffitsienti eng katta bo'ladi?

- A. $\beta = 1$
- B. $\beta = 1,2$
- C. $\beta = 0.75$
- D. $\beta = 0,5$

17. Qo'yidagi funksiyalarning qaysi biri transformatorning tashqi xarakteristikasini ifodalaydi?

- A. $U_2 = f(I_2)$
- B. $P_2 = f(I_2)$
- C. $\Delta U = f(I_2)$
- D. $P_{km} = f(I_2)$

18. Maxsus transformatorlarga qaysilari kiradi

- A. Kuchaytiruvchi
- B. Pasaytiruvchi
- C. Avtotransformator, payvandlash, o'lchash
- D. Rostlovchi

19. Mexanik to'g'rilagichni kim qachon kashf etgan

- A. 1850 yilda Dolivo Dobrovolskiy tomonidan
- B. 1876 yilda P.N.Yablochkov tomonidan
- C. 1950 yilda S.G.Tamantsev tomonidan
- D. 1876 yilda I.F.Usagin tomonidan

20. Moy bilan sovitiladigan transformatorlarning chulg'am simlaridagi tok zichligi necha A/mm^2 teng

- A. 1 2,5 A/mm^2
- V 2 2,1 A/mm^2
- S 2 4,5 A/mm^2
- D 3 3,5 A/mm^2

1. Naminal toklarda asinxron motorlarning sirpanishi necha foizni tashqil etadi

- A. 1-3%
- B. 1-5%
- C. 1-6%
- D. 1-2%

2. Nima sababdan kushimcha quvvat isrof bo'ladi

- E. Elektr mashina ishlagani uchun
- F. Statorni ichki tomoni tishli bo'lgani uchun
- G. Statorning sochilma magnit oqimi sababli
- H. Mexanik isroflar sababli

3. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda voltmeter qanday ulanadi?

- A. Ketma-ket
- B. Kuchlanish transformatorlari orqali
- C. SHunt orqali
- D. Tok transformatori orqali

4. Yakorь reaksiyasi deb nimaga aytiladi

- A. Sinxron mashinalarni stator va rotorni magnit maydoinga aylanish tezligi teng bo'lganligi uchun
- B. Sinxron mashinaga tok ulanganda yakorning magnit maydon xosil qilishiga
- C. Stator va yakordan magnit maydonni xosil bo'lishiga
- D. Stator magnit maydonning kuzgaluvchichulg'am xosil qilgan asosiy magnit maydani ta'siriga

5. Nima uchun katta quvvatli transformatorlarning mis chulg'amlari moyli bakga botirilgan bo'ladi?

- A. Transformator moyi chulg'amlar izolyatsiyasiga xavoning zararli ta'sirini kamaytirish va sovutish jarayonini yaxshilaydi
- B. Moy mexanikaviy ishqalanishlarni kamaytiradi
- C. Transformator moyi chulg'amlarining o'zaro izolyatsiyasini va temir o'zak bilan chulg'amlar izolyatsiyasini yaxshilaydi
- D. Quvvat buyicha talablar

6. Nima uchun elektrotransport extiyojlari uchun, odatda, ketma-ket qo'zg'atishli (series) dvigatellar ishlatiladi?

- A. Bu dvigatellar arzon va konstruksiyasi oddiy
- B. Bu dvigatellar birmuncha qulay mexanikaviy xarakteristikaga ega (yurg'izish momenti katta va h)
- C. SHuntli va boshka tipdagi dvigatellarning tezligini boshkarish imkoniyati yuk
- D. Boshka tipdagi o'zgarmas tok dvigatellari bu maqsad uchun yetarli quvvat bera olmaydi

7. Qo'yidagi funktsiyalarning qaysi biri transformatorning tashqi xarakteristikasini ifodalaydi?

- A. $U_2 = f(I_2)$
- B. $P_2 = f(I_2)$
- C. $\Delta U = f(I_2)$
- D. $P_{km} = f(I_2)$

8. Maxsus transformatorlarga qaysilari kiradi

- A. Kuchaytiruvchi
- B. Pasaytiruvchi
- C. Avtotransformator, payvandlash, o'lchash
- D. Rostlovchi

9. Mexanik to'g'rilagichni kim qachon kashf etgan

- A. 1850 yilda Dolivo Dobrovol'skiy tomonidan
- B. 1876 yilda P.N.Yablochkov tomonidan
- C. 1950 yilda S.G.Tamantsev tomonidan
- D. 1876 yilda I.F.Usagin tomonidan

10. Podstantsiyadan uzoqda joylashgan iste'molchilargacha kuchlanish nominal qiymatdan kam bo'lganda qanday yo'l tutiladi?

- A. Transformatsiyalash koefitsientini o'zgartirish lozim
- B. Uramlar sonini o'zgartiriladi
- C. Foydali ish koefitsientlarini oshiriladi
- D. Kuchlanishni o'zgartirish lozim

11. Saqlagichni vazifasi nimalardan iborat?

- A. Toksiz zanjirlarni kuchlanish ostida ulash va uzish uchun xamda yukori kuchlanishli zanjirlarda yakkol kurinadigan uzilish xosil qilish uchun xizmat kiladi
- B. Zanjir ish tokiga ulash-uzish uchun xamda uni Qisqa tutashuv tokida, uta yuklanishda uzish uchun xizmat kiladi
- C. Qisqa tutashuv oldini oladi
- D. Elektr zanjirda qisqa tutashuv yoki o'ta yuklanish bo'lganida uni avtomatik ravishda bir marta uzish uchun xizmat kiladi

12. Sanoat kuchlanishlar qanday bo'ladi?

- A. 0,20kV; 0,30kV; 0,38kV; 6kV; 10kV; 110kV va 220kV

- B. 0,20kV; 0,30kV; 0,38kV; 15kV; 110kV va 220kV
- C. 0,20kV; 0,38kV; 0,500kV; 6 kV; 10 kV; 110 kV va 220 kV
- D. 0,22kV; 0,38kV; 8kV; 10kV va 110kV

13. Transformatorlar parallel ishlashi uchun qanday shartlar bajarilishi lozim

- A. Ikkala transformatorning transformatsiyalash koeffitsientlari teng, ya'ni bo'lishi kerak
- B. Ikkala transformator birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining nominal kuchlanishlari o'zaro teng, ya'ni teng bo'lishi kerak
- C. Ikkala transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishlari o'zaro teng, ya'ni bo'lishi lozim
- D. Barcha javoblar to'g'ri

14. Transformatorlarning ishlash printsipida qonunlarni qaysi biri ishtirok etadi?

- A. Uzinduksiya va o'zaro induksiya xodisalari
- B. Elektro magnit aviy induksiya qonuni
- C. To'la tok qonuni
- D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi

15. Transformatorlarning ishlash printsipida qo'yidagi xodisalarning qaysi biri ishtirok etadi?

- A. Uzinduksiya va o'zaro induksiya xodisalari
- B. Elektro magnitaviyinduksiya qonuni
- C. To'la tok qonuni
- D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi

16. Transformatorli nimstantsiyaning vazifalari

- A. Iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlash
- B. Iste'molchilarni issiklik energiyasi bilan ta'minlash
- C. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirib, iste'molchilarni ta'minlash
- D. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirmay, iste'molchilarni ta'minlash

17. Transformatorli nimstantsiyaning vazifalari

- A. Iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlash
- B. Iste'molchilarni issiklik energiyasi bilan ta'minlash
- C. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirib, iste'molchilarni ta'minlash
- D. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirmay, iste'molchilarni ta'minlash

18. Transformatorning salt ishlash tajribasini o'tkazimdan maqsad nima?

- A. Transformator mis chulg'amlari va pulat o'zagidagi quvvat nobutgarchiligini aniqlash
- B. Transformatorning transformatsiyalash koeffitsientini aniqlash
- C. Transformatorning salt ishlash rejimidagi kuchlanishni aniqlash
- D. Xamma javoblar to'g'ri

19. Transformatorning o'zgaras parametrleri

- A. Xamma parametrleri o'zgaradi
- B. Kuchlanish o'zgaradi va qarshilik uzgaradi
- C. Faqat quvvat o'zgaradi
- D. Faqat qarshilik o'zgaradi

20. Transformatorning foydali ish koeffitsienti necha protsent bo'ladi

- A. 0,60 0,75 %
- B. 0,75 0,80 %
- C. 0,80 0,85 %
- D. 0,98 0,99 %

1. Stator chulg'amlari uchburchak sxemada ulangan asinxron dvigatelning faza chulg'amlaridan birontasi uzilgan bo'lsa, qanday xodisalar ro'y beradi?
 - A. Aylanuvchi moment kamayadi
 - B. Dvigatel qiziydi
 - C. SHovkin va dirilash ortadi
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
2. Statorning vazifasi nima?
 - A. Dvigatelni ishga tushirish uchun xizmat kiladi
 - B. O'zaklar o'rnatish uchun
 - C. Statorga o'zak va chulg'amlar o'rnatilib rotor joylashadi
 - D. CHulg'amlar joylashtiriladi
3. Temir o'zak nima sababdan ishlatiladi?
 - A. Uyurma tok ta'sirida bo'ladigan quvvat isrofini kamaytiradi
 - B. Transformator ishini yaxshilaydi
 - C. O'ramlar o'raladi
 - D. CHulg'amni ushlab turish
4. Tok transformatorlari qaysi tokka asosanib tanlanadi?
 - A. Qisqa tutashuv tokiga
 - B. Iste'molchilarning nominal tokiga
 - C. Iste'molchilarning eng katta tokiga
 - D. Uyurma tokiga
5. Transformator qanday qurilma?
 - A. Statik elektromagnit apparati
 - B. Elektr mashina
 - C. Elektr jixoz
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
6. Transformator moyi nima uchun ishlatiladi?
 - A. Yoglash uchun
 - B. Tuldirish uchun
 - C. Qizdirish uchun
 - D. Sovutish uchun, Izolyatsiyalash uchun
7. Transformatorlar parallel ishlashi uchun qanday shartlar bajarilishi lozim
 - A. Ikkala transformatorning transformatsiyalash koeffitsientlari teng, ya'ni bo'lishi kerak
 - B. Ikkala transformator birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining nominal kuchlanishlari o'zaro teng, ya'ni teng bo'lishi kerak
 - C. Ikkala transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishlari o'zaro teng, ya'ni bo'lishi lozim
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
8. Transformatorlarning ishlash printsipida qonunlarni qaysi biri ishtirok etadi?
 - A. Uzinduktsiya va o'zaro induktsiya xodisalari
 - B. Elektro magnit aviy induktsiya qonuni
 - C. To'la tok qonuni
 - D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi
9. Transformatorlarning ishlash printsipida qo'yidagi xodisalarning qaysi biri ishtirok etadi?
 - A. Uzinduktsiya va o'zaro induktsiya xodisalari
 - B. Elektro magnitaviyinduktsiya qonuni
 - C. To'la tok qonuni
 - D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi
10. Transformatorli nimstantsiyaning vazifalari
 - A. Iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlash
 - B. Iste'molchilarni issiklik energiyasi bilan ta'minlash
 - C. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirib, iste'molchilarni ta'minlash
 - D. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirmay, iste'molchilarni ta'minlash
11. Transformatorning salt ishlash tajribasini o'tkazishdan maqsad nima?
 - A. Transformator mis chulg'amlari va pulat o'zagidagi quvvat nobutgarchiligini aniqlash
 - B. Transformatorning transformatsiyalash koeffitsientini aniqlash
 - C. Transformatorning salt ishlash rejimidagi kuchlanishni aniqlash
 - D. Xamma javoblar to'rg'i
12. Transformatorning o'zgaras parametrlari
 - A. Xamma parametrlari o'zgaradi
 - B. Kuchlanish o'zgaradi va qarshilik uzgaradi
 - C. Faqat quvvat o'zgaradi
 - D. Faqat qarshilik o'zgaradi
13. Transformatorning foydali ish koeffitsienti necha protsent bo'ladi

- A. 0,60 0,75 %
- B. 0,75 0,80 %
- C. 0,80 0,85 %
- D. 0,98 0,99 %

14. Transformatorning yuklash koeffitsienti β -ning qo'yidagi qiymatlaridan qaysi birida uning foydali ish koeffitsienti eng katta bo'ladi?

- A. $\beta = 1$
- B. $\beta = 1,2$
- C. $\beta = 0.75$
- D. $\beta = 0,5$

15. Transformatsiya koeffitsienti nima?

- A. O'ramlar soni
- B. Kuchlanishlar farqi
- C. Transformatorning birlamchi chulg'am EYuKning ikkilamchi chulg'am EYuKga nisbati mos xolda uralgan uramlar soni nisbatiga tengdir
- D. Effektiv qiymat

16. Transformatsiyalash koeffitsientini qo'yidagi ifodalarning qaysi biri bilan aniq hisoblash mumkin?

- A. $K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$
- B. $K = \frac{U_1}{U_2}$
- C. $K = \frac{I_2}{I_1}$
- D. $K = \frac{W_2}{W_1}$

17. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarda nechta chulg'am bo'ladi?

- A. 2ta
- B. 1ta
- C. 4ta
- D. 6ta

18. Uchfazali transformatorga oid nominal ma'lumotlar $U = 10kV, U_{1H} = 6kV, U_{2H} = 0.4kV$ $P_0 = 105W, P_{km} = 335W$ bo'lsa, qo'yidagi mikdorlardan qaysi biri ikkilamchi chulg'amning nominal toki I_{2H} - ga mos keladi?

- A. 26,2 A
- B. 8,4A
- C. 25A
- D. 14,4A

19. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda voltmetr qanday ulanadi?

- A. Ketma-ket
- B. Kuchlanish transformatorlari orqali
- C. SHunt orqali
- D. Tok transformatori orqali

20. Yakorʻ reaksiyasi deb nimaga aytiladi

- A. Sinxron mashinalarni stator va rotorni magnit maydonga aylanish tezligi teng bo'lganligi uchun
- B. Sinxron mashinaga tok ulanganda yakorning magnit maydon xosil qilishiga
- C. Stator va yakordan magnit maydonni xosil bo'lishiga
- D. Stator magnit maydonning kuzgaluvchichulg'am xosil qilgan asosiy magnit maydani ta'siriga

5-variant

1. Uchfazali transformatorga oid nominal ma'lumotlar kv't bo'lsa, qo'yidagi mikdorlardan kaisi biri birlamchi chulg'amning nominal tokiga mos keladi
 - A. 16,7 A
 - B. 9,62 A
 - C. 5,6 A
 - D. 0,4 A
2. AO2-42-6 tipidagi asinxrondvigatel $S = 3\%$ sirpanish bilan ishlayotganda, rotorningaylanish tezligi nimaga teng?
 - A. 1400ayl/min
 - B. 1000 ayl/min
 - C. 970 ayl/min
 - D. 750 ayl/min
3. Elektromagnit induksiya konuknini qaysi olim tomonidan kashf kilingan
 - A. M.Faradey
 - B. Kirxgof
 - C. Om
 - D. J.Lents
4. Elektromagnit kuchning qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi
 - A. $-e = \frac{d\Phi}{dt}$
 - B. $F_{3M} = BII$
 - C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
 - D. $E = Blv$
5. EYuK ni qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi
 - A. $E_1 = 4.44 f W_1 \Phi_M E_2 = 4.44 f_2 W_2 \Phi$
 - B. $\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$
 - C. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$
 - D. $K = \frac{U_1}{U_2},$
6. Transformatorlarning ishlash printsipida qo'yidagi xodisalarining qaysi biri ishtirok etadi?
 - A. Uzinduksiya va o'zaro induksiya xodisalari
 - B. Elektro magnitaviyinduksiya qonuni
 - C. To'la tok qonuni
 - D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi
7. O'lchash transformatorlarini ishlatishdan maqsad nima?
 - A. Elektr tarmoqi.yular-ining quvvat koeffitsientini oshirish
 - B. Transformatorning quvvat koeffitsientini oshirish
 - C. O'lchash aniqligini oshirish
 - D. Ulchov asboblarning o'lchash chegarasini oshirish
8. Faza rotorli asinxron dvigatelning yurg'izishda reostat nima uchun ishlatiladi
 - A. Yurg'izish momentini ortirish uchun
 - B. Yurg'izish tokini cheklash uchun
 - C. Dvigatelni bir tekisda yurg'izish uchun
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
9. Foydali ish koeffitsenti nima?
 - A. Transformatoridagi isrof bo'lgan quvvat
 - B. Tarmoqdan olinatgan quvvat
 - C. Transformatorning ikkilamchi chulg'amidan olingan quvvat R ning birlamchi chulg'amga tarmoqdan berilgan birlamchi quvvat R ga nisbati
 - D. Transformatoridan olinayotgan kuchlanish
10. CHastotani roslash usullari qanday ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi
 - A. Rostlash diapazoni
 - B. Rostlash silliqiligi
 - C. Rostlash tejamligi, roslash mudadilligi
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
11. Elektr energetika tizimida ishlatiluvchi asosiy elektr qurilmalarini aniqlang
 - A. Generator, transformator, iste'molchi
 - B. Generator, xavo tarmogi, ximoyavositallari, transformator, shinalar, iste'molchilar
 - C. Generator, xavo tarmogi, ximoya vositalari, transformator, o'lchash vositalari, iste'molchilar

- D. Barcha javoblar to'g'ri
- 12. Elektr energiyasi elektr mashinalarning qaysi birida ishlab chiqariladi?**
- A. Sinxron generator
B. Asinxron generator
C. O'zgaras tok generatori
D. Turbina
- 13. Elektr energiyasini uzatishda transformatorni ishlatishdan maqsad nima? (Noto'g'ri javobni ko'rsating)**
- A. Tok kuchini kamaytirish va kuchlanishni oshirish
B. Rangli metallarni tejash
C. Iste'molchilarni quvvat ko'rsatkichini oshirish
D. Elektr energiyasini uzatish liniyalarida quvvat nobudgarchiligini kamaytirish
- 14. Elektromagnit bilan qo'zg'atuvchi mashinalar qo'zg'atuvchi chulg'amning ulanish sxemasiga ko'ra necha xil bo'ladi**
- A. 2 xil ko'zg'atishli
B. 3 xil ko'zg'atishli
C. 6 xil ko'zg'atishli D. 1 xil ko'zg'atishli
- 15. Elektromagnit induksiya konuknini qaysi olim tomonidan kashf kilingan**
- A. M.Faradey B. Kirxgof C. Om D. J.Lents
- 16. Elektromagnit kuchning qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi**
- A. $-e = \frac{d\Phi}{dt}$
B. $F_{\text{sm}} = BIl$
C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
D. $E = Blv$
- 17. EYuK ni qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi**
- A. $E_1 = 4.44 \cdot f \cdot W_1 \cdot \Phi_M$ $E_2 = 4.44 \cdot f_2 \cdot W_2 \cdot \Phi$
B. $\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$
C. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$
D. $K = \frac{U_1}{U_2}$
- 18. Yuklanish ko'rsatkichining optimal qiymati qaysi ifoda orqali aniqlash mumkin**
- A. $K_{\text{IO}} = \frac{\sqrt{P_0}}{P_K}$
B. $K_{\text{IO}} = \frac{\sqrt{P_K}}{P_0}$
C. $K_{\text{IO}} = \frac{\sqrt{U_K}}{Z}$
D. $K_{\text{IO}} = \frac{\sqrt{P_0}}{U_K}$
- 19. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda voltmetr qanday ulanadi?**
- A. Ketma-ket
B. Kuchlanish transformatorlari orqali
C. SHunt orqali
D. Tok transformatori orqali
- 20. O'lchash transformatorlarini ishlatishdan maqsad nima?**
- A. Elektr tarmoqi.yular-ining quvvat ko'rsatkichini oshirish
B. Transformatorning quvvat ko'rsatkichini oshirish
C. O'lchash aniqligini oshirish
D. Ulchov asboblarning o'lchash chegarasini oshirish

6-variant

1. Avtotransformatorning oddiy transformatoridan farqi nima?

- A. Avtotransformator pulat chulg'ami bulmagan oddiy transformator
- B. Avtotransformator ikkilamchi chulg'am qismlarida kuchlanishni avtomatik ravishda o'zgarmas xolda saklab turadigan transformator
- C. Avtotransformator birlamchi chulg'am ikkilamchi chulg'amlar elektrik va elektromagnitaviy boglangan bulib, ikkilamchi chulg'amning uramlari sonini o'zgartirish xisobiga kuchlanishni keng doirada o'zgartirish uchun
- D. Avtotransformatorda oddiy transformatoridan farqi ularok chikish qismlaridagi kuchlanish kirish qismidagi berilayotgan kuchlinishdan ortik bula olmaydi

2. Statorning vazifasi nima?

- A. Dvigatelni ishga tushirish uchun xizmat kiladi
- B. O'zaklar o'rnatish uchun
- C. Statorga o'zak va chulg'amlar o'rnatilib rotor joylashadi
- D. CHulg'amlar joylashtiriladi

3. Temir o'zak nima sababdan ishlatiladi?

- A. Uyurma tok ta'sirida bo'ladigan quvvat isrofini kamaytiradi
- B. Transformator ishini yaxshilaydi
- C. O'ramlar o'raladi
- D. CHulg'amni ushlab turish

4. AO2-42-6 tipidagi asinxron dvigatel $S = 3\%$ sirpanish bilan ishlayotganda, rotorning aylanish tezligi nimaga teng?

- A. 1400ayl/min
- B. 1000 ayl/min
- C. 970 ayl/min
- D. 750 ayl/min

5. Nima uchun katta quvvatli transformatorlarning mis chulg'amlari moyli bakga botirilgan bo'ladi?

- A. Transformator moyi chulg'amlar izolyatsiyasiga xavoning zararli ta'sirini kamaytirish va sovutish jarayonini yaxshilaydi
- B. Moy mexanikaviy ishqalanishlarni kamaytiradi
- C. Transformator moyi chulg'amlarining o'zaro izolyatsiyasini va temir o'zak bilan chulg'amlar izolyatsiyasini yaxshilaydi
- D. Quvvat buyicha talablar

6. Asinxron dvigatel necha xil usulda tarmoqlanadi?

- A. 3 xil usulda
- B. 4 xil usulda
- C. 2 xil usulda
- D. 1 xil usulda

7. Asinxron dvigatelni aylanish yo'nalishini qanday o'zgartiriladi

- A. Manba chastotasini o'zgartirib
- B. Juft qutblar sonini o'zgartirib
- C. Yurg'izish reostatini qarshiligini o'zgartirib
- D. Ikkita fazani o'rnini almashtirib

8. Asinxron dvigatelni aylanish tezligi o'zgaradi

- A. Faqat tok chastotasiga proporsional
- B. Faqat tarmoq kuchlanishiga proporsional
- C. Juft qutblar soniga teskari proporsional;
- D. Barcha javoblar to'g'ri

9. Asinxron dvigatelni ishga tushirish xarakteristikasini yaxshilash uchun

- A. Rotor chulg'ami aktiv qarshiligini oshirish kerak
- B. Rotor chulg'ami aktiv qarshiligini kamaytirish kerak
- C. Stator chulg'amini qarshiligini oshirish kerak
- D. Stator chulg'amini qarshiligini kamaytirish kerak

10. Asinxron dvigatelni ishga tushirish xossalari qanday parametrlar bilan baholanadi

- A. Faqat ishga tushirish momenti
- B. Faqat ishga tushirish toki
- C. Ishga tushirish momenti va toki
- D. Ishga tushirish momenti, toki va vaqti

11. Asinxron dvigatelni ishlash printsiplari nimaga asoslangan?

- A. Magnit maydoinga kiritilgan tokli simning shu maydon bilan o'zaro ta'siriga asoslangan
- B. EYuK ga asoslangan
- C. Magnit oqimiga
- D. Kuchlanishga

12. Asinxron dvigatelning o'qiga quyilgan mexanikaviy yuklama ortganda sirpanish S ning qiymati qanday o'zgaradi

- A. Kamayadi
- B. O'zgarmaydi

- C. Ortadi
- D. M(s) funktsiya buyicha o'zgaradi

13. Asinxron dvigatelning o'qiga kuyilgan mexanikaviy yuklama ortsa, stator va chulg'amlaridagi I_1 va I_2 toklarining qiymatlari qanday o'zgaradi

- A. I_1 va I_2 kamayadi
- B. I_1 va I_2 ortadi
- C. I_1 va I_2 o'zgarmaydi
- D. I_1 ortadi I_2 kamayadi

14. Asinxron dvigatel' stator chulg'amining shikastlanganligini va izolyatsiyasining buzilganligini qanday xodisadan bilish mumkin

- A. Stator chulg'amining qisman qizishidan
- B. Liniya simlaridagi tokning kam ayishidan
- C. Dvigatelda shovkin va dirillashning ortishidan
- D. Rotoring aylanish tezligi kamayishidan

15. Asinxron dvigatel'ning quvvat koeffitsenti $\cos \varphi$ ni o'rtoirish uchun qanday usullar kulaniladi?

- A. Dvigatellarni nominal quvvatigacha yuklash
- B. Statik kondensatorlar o'rnatish
- C. Stator chulg'amlarini uchburchak sxemadan yulduz sxemaga o'tkazib ulash
- D. Stator chulg'amlarini yulduz sxemadan uchburchak sxemaga ulash

16. Asinxron mator qanday kisimlardan iborat?

- A. 4 qismdan
- B. 3 qismdan
- C. 2 qismdan
- D. 1 qismdan

17. Asinxron mashina qanday mashina?

- A. O'zgaras tok mashinasi
- B. O'zgaruvchan tok mashinasi
- C. Sinxron generator
- D. Seris generator

18. Asinxron mashinalar qanday rejimlarda ishlashi mumkin?

- A. Elektr mator
- B. Elektr generator
- C. Elektromagnit tormoz
- D. Elektr mator, elektr generator, elektromagnitaviy tormoz sifatida ishlatiladi

19. Bir qatlamli sirmoqsimon oddiy chulg'amni qaysi formula orqali aniqlapsh mumkin

- A. $Y = Y_1 - Y_2$
- B. $Y_K = 1; Y = 2; Y_K = 2$
- C. $Y_1 = \frac{Z \pm b}{2p}$
- D. Barcha javoblar to'g'ri

20. Birlamchi motorning mexanik quvvati qaysi ifodadan to'g'ri ko'rsatilgan

- A. $P_1 = P_0 + P_{\text{ЭМ}}$
- B. $P_0 = P_{\text{мех}} + P_{\text{II}} + P_{\text{кыз}}$
- C. $P_0 = P_1 + P_{\text{ЭМ}}$
- D. $P_1 = P_0 + P_{\text{мех}} + P_{\text{ЭМ}}$

7-variant

1. AO2-42-6 tipidagi asinxrondvigatel $S = 3\%$ sirpanish bilan ishlayotganda, rotorningaylanish tezligi nimaga teng?
 - A. 1400ayl/min
 - B. 1000 ayl/min
 - C. 970 ayl/min
 - D. 750 ayl/min
2. Elektromagnit induksiya konuknini qaysi olim tomonidan kashf kilingan
 - A. M.Faradey
 - B. Kirxgof
 - C. Om
 - D. J.Lents
3. Elektromagnit kuchning qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi
 - A. $-e = \frac{d\Phi}{dt}$
 - B. $F_{\text{3M}} = BII$
 - C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
 - D. $E = Blv$
4. EYuK ni qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi
 - A. $E_1 = 4.44 f W_1 \Phi_M E_2 = 4.44 f_2 W_2 \Phi$
 - B. $\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$
 - C. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$
 - D. $K = \frac{U_1}{U_2}$
5. Nima sababdan kushimcha quvvat isrof bo'ladi
 - A. Elektr mashina ishlagani uchun
 - B. Statorni ichki tomoni tishli bo'lgani uchun
 - C. Statorning sochilma magnit oqimi sababli
 - D. Mexanik isroflar sababli
6. Dvigatellar qanday ko'rinishda ishlab chiqariladi
 - A. Ochiq
 - B. Yopiq
 - C. Ximoyalangan
 - D. Ochiq, yopiq, ximoyalangan
7. Transformator chulg'amlarini ulashni qanday usulori bor?
 - A. Uchburchak
 - B. Yulduz
 - C. Uchburchak / yulduz
 - D. Uchburchak / yulduz / zigzag
8. Transformatorini ishlatishda qaysi shartga rioya kilish kerak
 - A. Ikkilamchi chulg'am ochik kolmasligi shart
 - B. Qisqa tutashuvda bo'lmasligi shart
 - C. Erga ulanmagan bo'lishi shart
 - D. Tik o'rnatilishi shart
9. Katta kuvvatli mashinalarda yakor' reaksiyasi ta'sirini yukotish uchun qanday chulg'am ishlatiladi
 - A. Uyg'otish chulgami
 - B. Kompentsatsiyalovchi chulg'am
 - C. Qushimcha chulg'am
 - D. Kadamlar chulg'am
10. Qisqa tutashish kuchlanishining qiymati 35kV li transformatorlarda necha foizni tashqil etadi
 - A. 5,5 7,5%
 - B. 6,5 7,5%
 - C. 7,5 10%
 - D. 10 10,5%
11. Kondensatorli motorlarda foydali ish koeffitsientinecha foiz
 - A. 0.6 dan 0.75
 - B. 0.7 dan 0.8

- C. 0.8 dan 0.9
- D. 0.95 dan 0.99

12. Quvvat koeffitsienti qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

- A. $\sin \varphi$
- B. $\operatorname{tg} \varphi$
- C. $\cos \varphi$
- D. $\operatorname{ctg} \varphi$

13. Kuchlanish transformatorining birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari tegishli ($U_{1H} = 10000B$), ($U_{1H} = 100B$) nominal kuchlanishga muljallangan Agar chulg'amning bitta uramining izolyatsiyasi 1v-ga muljallangan bo'lsa, birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning uramlari soni qo'yidagilardan qaysi biriga teng bo'ladi?

- A. $W_1 = 5000$,
- B. $W_1 = 10000, W_2 = 200$
- C. $W_1 = 20000, W_2 = 100$
- D. $W_1 = 1, W_2 = 100$

14. Qo'yida keltirilgan formulalarning qaysi biri uch fazali transformatorning aktiv quvvatini ifodalaydi?

- A. $\sqrt{3} U I$
- B. $\sqrt{3} UI \sin \varphi$
- C. $UI \sin \varphi$
- D. $\sqrt{3} UI \cos \varphi$

15. Transformatorning foydali ish koeffitsienti necha protsent bo'ladi

- A. 0,60 0,75 %
- B. 0,75 0,80 %
- C. 0,80 0,85 %
- D. 0,98 0,99 %

16. Transformatorning yuklash koeffitsienti β -ning qo'yidagi qiymatlaridan qaysi birida uning foydali ish koeffitsienti eng katta bo'ladi?

- A. $\beta = 1$
- B. $\beta = 1,2$
- C. $\beta = 0.75$
- D. $\beta = 0,5$

17. Qo'yidagi funktsiyalarning qaysi biri transformatorning tashqi xarakteristikasini ifodalaydi?

- A. $U_2 = f(I_2)$
- B. $P_2 = f(I_2)$
- C. $\Delta U = f(I_2)$
- D. $P_{km} = f(I_2)$

18. Maxsus transformatorlarga qaysilari kiradi

- A. Kuchaytiruvchi
- B. Pasaytiruvchi
- C. Avtotransformator, payvandlash, o'lchash
- D. Rostlovchi

19. Mexanik to'g'rilagichni kim qachon kashf etgan

- A. 1850 yilda Dolivo Dobrovol'skiy tomonidan
- B. 1876 yilda P.N.Yablochkov tomonidan
- C. 1950 yilda S.G.Tamantsev tomonidan
- D. 1876 yilda I.F.Usagin tomonidan

20. Moy bilan sovitiladigan transformatorlarning chulg'am simlaridagi tok zichligi necha A/mm^2 teng

- B. 1 2,5 A/mm^2 V 2 2,1 A/mm^2 S 2 4,5 A/mm^2 D 3 3,5 A/mm^2

1. Naminal toklarda asinxron motorlarning sirpanishi necha foizni tashqil etadi

- A. 1-3%
- B. 1-5%
- C. 1-6%
- D. 1-2%

2. Nima sababdan kushimcha quvvat isrof bo'ladi

- A. Elektr mashina ishlagani uchun
- B. Statorni ichki tomoni tishli bo'lgani uchun
- C. Statorning sochilma magnit oqimi sababli
- D. Mexanik isroflar sababli

3. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda voltmeter qanday ulanadi?

- A. Ketma-ket
- B. Kuchlanish transformatorlari orqali
- C. SHunt orqali
- D. Tok transformatori orqali

4. Yakor reaksiyasi deb nimaga aytiladi

- A. Sinxron mashinalarni stator va rotorni magnit maydonga aylanish tezligi teng bo'lganligi uchun
- B. Sinxron mashinaga tok ulanganda yakorning magnit maydon xosil qilishiga
- C. Stator va yakordan magnit maydonni xosil bo'lishiga
- D. Stator magnit maydonning kuzgaluvchichulg'am xosil qilgan asosiy magnit maydani ta'siriga

5. Nima uchun katta quvvatli transformatorlarning mis chulg'amlari moyli bakga botirilgan bo'ladi?

- A. Transformator moyi chulg'amlar izolyatsiyasiga xavoning zararli ta'sirini kamaytirish va sovutish jarayonini yaxshilaydi
- B. Moy mexanikaviy ishqalanishlarni kamaytiradi
- C. Transformator moyi chulg'amlarining o'zaro izolyatsiyasini va temir o'zak bilan chulg'amlar izolyatsiyasini yaxshilaydi
- D. Quvvat buyicha talablar

6. Nima uchun elektrotransport extiyojlari uchun, odatda, ketma-ket qo'zg'atishli (series) dvigatellar ishlatiladi?

- A. Bu dvigatellar arzon va konstruksiyasi oddiy
- B. Bu dvigatellar birmuncha qulay mexanikaviy xarakteristikaga ega (yurg'izish momenti katta va h)
- C. SHuntli va boshka tipdagi dvigatellarning tezligini boshkarish imkoniyati yuk
- D. Boshka tipdagi o'zgarmas tok dvigatellari bu maqsad uchun yetarli quvvat bera olmaydi

7. Qo'yidagi funktsiyalarning qaysi biri transformatorning tashqi xarakteristikasini ifodalaydi?

- A. $U_2 = f(I_2)$
- B. $P_2 = f(I_2)$
- C. $\Delta U = f(I_2)$
- D. $P_{km} = f(I_2)$

8. Maxsus transformatorlarga qaysilari kiradi

- A. Kuchaytiruvchi
- B. Pasaytiruvchi
- C. Avtotransformator, payvandlash, o'lchash
- D. Rostlovchi

9. Mexanik to'g'rilagichni kim qachon kashf etgan

- A. 1850 yilda Dolivo Dobrovol'skiy tomonidan
- B. 1876 yilda P.N.Yablochkov tomonidan
- C. 1950 yilda S.G.Tamantsev tomonidan
- D. 1876 yilda I.F.Usagin tomonidan

10. Podstantsiyadan uzoqda joylashgan iste'molchilargacha kuchlanish nominal qiymatdan kam bo'lganda qanday yul tutiladi?

- A. Transformatsiyalash koefitsientini o'zgartirish lozim
- B. Uramlar sonini o'zgartiriladi
- C. Foydali ish koefitsientlarini oshiriladi
- D. Kuchlanishni o'zgartirish lozim

11. Saqlagichni vazifasi nimalardan iborat?

- A. Toksiz zanjirlarni kuchlanish ostida ulash va uzish uchun xamda yukori kuchlanishli zanjirlarda yakkol kurinadigan uzilish xosil qilish uchun xizmat kiladi
- B. Zanjir ish tokiga ulash-uzish uchun xamda uni Qisqa tutashuv tokida, uta yuklanishda uzish uchun xizmat kiladi
- C. Qisqa tutashuv oldini oladi
- D. Elektr zanjirda qisqa tutashuv yoki o'ta yuklanish bo'lganida uni avtomatik ravishda bir marta uzish uchun xizmat kiladi

12. Sanoat kuchlanishlar qanday bo'ladi?

- A. 0,20kV; 0,30kV; 0,38kV; 6kV; 10kV; 110kV va 220kV

- B. 0,20kV; 0,30kV; 0,38kV; 15kV; 110kV va 220kV
- C. 0,20kV; 0,38kV; 0,500kV; 6 kV; 10 kV; 110 kV va 220 kV
- D. 0,22kV; 0,38kV; 8kV; 10kV va 110kV

13. Transformatorlar parallel ishlashi uchun qanday shartlar bajarilishi lozim

- A. Ikkala transformatorning transformatsiyalash koeffitsientlari teng, ya'ni bo'lishi kerak
- B. Ikkala transformator birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining nominal kuchlanishlari o'zaro teng, ya'ni teng bo'lishi kerak
- C. Ikkala transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishlari o'zaro teng, ya'ni bo'lishi lozim
- D. Barcha javoblar to'g'ri

14. Transformatorlarning ishlash printsipida qonunlarni qaysi biri ishtirok etadi?

- A. Uzinduksiya va o'zaro induksiya xodisalari
- B. Elektro magnit aviy induksiya qonuni
- C. To'la tok qonuni
- D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi

15. Transformatorlarning ishlash printsipida qo'yidagi xodisalarning qaysi biri ishtirok etadi?

- A. Uzinduksiya va o'zaro induksiya xodisalari
- B. Elektro magnitaviyinduksiya qonuni
- C. To'la tok qonuni
- D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi

16. Transformatorli nimstantsiyaning vazifalari

- A. Iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlash
- B. Iste'molchilarni issiklik energiyasi bilan ta'minlash
- C. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirib, iste'molchilarni ta'minlash
- D. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirmay, iste'molchilarni ta'minlash

17. Transformatorli nimstantsiyaning vazifalari

- A. Iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlash
- B. Iste'molchilarni issiklik energiyasi bilan ta'minlash
- C. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirib, iste'molchilarni ta'minlash
- D. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirmay, iste'molchilarni ta'minlash

18. Transformatorning salt ishlash tajribasini o'tkazimdan maqsad nima?

- A. Transformator mis chulg'amlari va pulat o'zagidagi quvvat nobutgarchiligini aniqlash
- B. Transformatorning transformatsiyalash koeffitsientini aniqlash
- C. Transformatorning salt ishlash rejimidagi kuchlanishni aniqlash
- D. Xamma javoblar to'g'ri

19. Transformatorning o'zgaras parametrleri

- A. Xamma parametrleri o'zgaradi
- B. Kuchlanish o'zgaradi va qarshilik uzgaradi
- C. Faqat quvvat o'zgaradi
- D. Faqat qarshilik o'zgaradi

20. Transformatorning foydali ish koeffitsienti necha protsent bo'ladi

- A. 0,60 0,75 %
- B. 0,75 0,80 %
- C. 0,80 0,85 %
- D. 0,98 0,99 %

1. Stator chulg'amlari uchburchak sxemada ulangan asinxron dvigatelning faza chulg'amlaridan birontasi uzilgan bo'lsa, qanday xodisalar ruy beradi?
 - A. Aylanuvchi moment kamayadi
 - B. Dvigatel qiziydi
 - C. SHovkin va dirilash ortadi
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
2. Statorning vazifasi nima?
 - A. Dvigatelni ishga tushirish uchun xizmat kiladi
 - B. O'zaklar o'rnatish uchun
 - C. Statorga o'zak va chulg'amlar o'rnatilib rotor joylashadi
 - D. CHulg'amlar joylashtiriladi
3. Temir o'zak nima sababdan ishlatiladi?
 - A. Uyurma tok ta'sirida bo'ladigan quvvat isrofini kamaytiradi
 - B. Transformator ishini yaxshilaydi
 - C. O'ramlar o'raladi
 - D. CHulg'amni ushlab turish
4. Tok transformatorlari qaysi tokka asosanib tanlanadi?
 - A. Qisqa tutashuv tokiga
 - B. Iste'molchilarning nominal tokiga
 - C. Iste'molchilarning eng katta tokiga
 - D. Uyurma tokiga
5. Transformator qanday qurilma?
 - A. Statik elektromagnit apparati
 - B. Elektr mashina
 - C. Elektr jixoz
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
6. Transformator moyi nima uchun ishlatiladi?
 - A. Yoglash uchun
 - B. Tuldirish uchun
 - C. Qizdirish uchun
 - D. Sovutish uchun, Izolyatsiyalash uchun
7. Transformatorlar parallel ishlashi uchun qanday shartlar bajarilishi lozim
 - A. Ikkala transformatorning transformatsiyalash koeffitsientlari teng, ya'ni bo'lishi kerak
 - B. Ikkala transformator birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining nominal kuchlanishlari o'zaro teng, ya'ni teng bo'lishi kerak
 - C. Ikkala transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishlari o'zaro teng, ya'ni bo'lishi lozim
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
8. Transformatorlarning ishlash printsipida qonunlarni qaysi biri ishtirok etadi?
 - A. Uzinduktsiya va o'zaro induktsiya xodisalari
 - B. Elektro magnit aviy induktsiya qonuni
 - C. To'la tok qonuni
 - D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi
9. Transformatorlarning ishlash printsipida qo'yidagi xodisalarning qaysi biri ishtirok etadi?
 - A. Uzinduktsiya va o'zaro induktsiya xodisalari
 - B. Elektro magnitaviyinduktsiya qonuni
 - C. To'la tok qonuni
 - D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi
10. Transformatorli nimstantsiyaning vazifalari
 - A. Iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlash
 - B. Iste'molchilarni issiklik energiyasi bilan ta'minlash
 - C. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirib, iste'molchilarni ta'minlash
 - D. Elektr energiya kuchlanishini o'zgartirmay, iste'molchilarni ta'minlash
11. Transformatorning salt ishlash tajribasini o'tkazimdan maqsad nima?
 - A. Transformator mis chulg'amlari va pulat o'zagidagi quvvat nobutgarchiligini aniqlash
 - B. Transformatorning transformatsiyalash koeffitsientini aniqlash
 - C. Transformatorning salt ishlash rejimidagi kuchlanishni aniqlash
 - D. Xamma javoblar to'rg'i
12. Transformatorning o'zgaras parametrlari
 - A. Xamma parametrlari o'zgaradi
 - B. Kuchlanish o'zgaradi va qarshilik uzgaradi
 - C. Faqat quvvat o'zgaradi
 - D. Faqat qarshilik o'zgaradi
13. Transformatorning foydali ish koeffitsienti necha protsent bo'ladi

- A. 0,60 0,75 %
- B. 0,75 0,80 %
- C. 0,80 0,85 %
- D. 0,98 0,99 %

14. Transformatorning yuklash koeffitsienti β -ning qo'yidagi qiymatlaridan qaysi birida uning foydali ish koeffitsienti eng katta bo'ladi?

- A. $\beta = 1$
- B. $\beta = 1,2$
- C. $\beta = 0,75$
- D. $\beta = 0,5$

15. Transformatsiya koeffitsienti nima?

- A. O'ramlar soni
- B. Kuchlanishlar farqi
- C. Transformatorning birlamchi chulg'am EYuKning ikkilamchi chulg'am EYuKga nisbati mos xolda uralgan uramlar soni nisbatiga tengdir
- D. Effektiv qiymat

16. Transformatsiyalash koeffitsientini qo'yidagi ifodalarning qaysi biri bilan aniq hisoblash mumkin?

- A. $K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$
- B. $K = \frac{U_1}{U_2}$
- C. $K = \frac{I_2}{I_1}$
- D. $K = \frac{W_2}{W_1}$

17. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarda nechta chulg'am bo'ladi?

- A. 2ta
- B. 1ta
- C. 4ta
- D. 6ta

18. Uchfazali transformatorga oid nominal ma'lumotlar $U = 10kV, U_{1H} = 6kV, U_{2H} = 0,4kV$ $P_0 = 105W, P_{km} = 335W$ bo'lsa, qo'yidagi mikdorlardan qaysi biri ikkilamchi chulg'amning nominal toki I_{2H} - ga mos keladi?

- A. 26,2 A
- B. 8,4A
- C. 25A
- D. 14,4A

19. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda voltmetr qanday ulanadi?

- A. Ketma-ket
- B. Kuchlanish transformatorialari orqali
- C. SHunt orqali
- D. Tok transformatori orqali

20. Yakorʻ reaksiyasi deb nimaga aytiladi

- A. Sinxron mashinalarni stator va rotorni magnit maydonga aylanish tezligi teng bo'lganligi uchun
- B. Sinxron mashinaga tok ulanganda yakorning magnit maydon xosil qilishiga
- C. Stator va yakordan magnit maydonni xosil bo'lishiga
- D. Stator magnit maydonning kuzgaluvchichulg'am xosil qilgan asosiy magnit maydani ta'siriga

1. Uchfazali transformatorga oid nominal ma'lumotlar kv't bo'lsa, qo'yidagi mikdorlardan kaisi biri birlamchi chulg'amning nominal tokiga mos keladi
 - A. 16,7 A
 - B. 9,62 A
 - C. 5,6 A
 - D. 0,4 A
2. AO2-42-6 tipidagi asinxrondvigatel $S = 3\%$ sirpanish bilan ishlayotganda, rotorningaylanish tezligi nimaga teng?
 - A. 1400ayl/min
 - B. 1000 ayl/min
 - C. 970 ayl/min
 - D. 750 ayl/min
3. Elektromagnit induksiya konuknini qaysi olim tomonidan kashf kilingan
 - A. M.Faradey
 - B. Kirxgof
 - C. Om
 - D. J.Lents
4. Elektromagnit kuchning qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi
 - A. $-e = \frac{d\Phi}{dt}$
 - B. $F_{3M} = BII$
 - C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
 - D. $E = Blv$
5. EYuK ni qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi
 - A. $E_1 = 4.44 f W_1 \Phi_M E_2 = 4.44 f_2 W_2 \Phi$
 - B. $\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$
 - C. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$
 - D. $K = \frac{U_1}{U_2}$
6. Transformatorlarning ishlash printsipida qo'yidagi xodisalarning qaysi biri ishtirok etadi?
 - A. Uzinduksiya va o'zaro induksiya xodisalari
 - B. Elektro magnitaviyinduksiya qonuni
 - C. To'la tok qonuni
 - D. Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi
7. O'lchash transformatorlarini ishlatishdan maqsad nima?
 - A. Elektr tarmoqi.yular-ining quvvat koeffitsientini oshirish
 - B. Transformatorning quvvat koeffitsientini oshirish
 - C. O'lchash aniqligini oshirish
 - D. Ulchov asboblarning o'lchash chegarasini oshirish
8. Faza rotorli asinxron dvigatelning yurg'izishda reostat nima uchun ishlatiladi
 - A. Yurg'izish momentini ortirish uchun
 - B. Yurg'izish tokini cheklash uchun
 - C. Dvigatelni bir tekisda yurg'izish uchun
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
9. Foydali ish koeffitsenti nima?
 - A. Transformatoridagi isrof bo'lgan quvvat
 - B. Tarmoqdan olinaetgan quvvat
 - C. Transformatorning ikkilamchi chulg'amidan olingan quvvat R ning birlamchi chulg'amga tarmoqdan berilgan birlamchi quvvat R ga nisbati
 - D. Transformatoridan olinayotgan kuchlanish
10. CHastotani rostlash usullari qanday ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi
 - A. Rostlash diapazoni
 - B. Rostlash silliqiligi
 - C. Rostlash tejamligi, rostlash mudadilligi
 - D. Barcha javoblar to'g'ri
11. Elektr energetika tizimida ishlatiluvchi asosiy elektr qurilmalarini aniqlang
 - A. Generator, transformator, iste'molchi
 - B. Generator, xavo tarmogi, ximoyavositlari, transformator, shinalar, iste'molchilar
 - C. Generator, xavo tarmogi, ximoya vositalari, transformator, o'lchash vositalari, iste'molchilar

D. Barcha javoblar to'g'ri

12. Elektr energiyasi elektr mashinalarning qaysi birida ishlab chiqariladi?

- A. Sinxron generator
- B. Asinxron generator
- C. O'zgarmas tok generatori
- D. Turbina

13. Elektr energiyasini uzatishda transformatorni ishlatishdan maqsad nima? (Noto'g'ri javobni ko'rsating)

- A. Tok kuchini kamaytirish va kuchlanishni o'tirish
- B. Rangli metallarni tejash
- C. Iste'molchilarni quvvat ko'effitsientini o'tirish
- D. Elektr energiyasini uzatish liniyalarida quvvat nobudgarchiligini kamaytirish

14. Elektromagnit bilan qo'zg'atuvchi mashinalar qo'zg'atuvchi chulg'amning ulanish sxemasiga ko'ra necha xil bo'ladi

- A. 2 xil ko'zg'atishli
- B. 3 xil ko'zg'atishli
- C. 6 xil ko'zg'atishli
- D. 1 xil ko'zg'atishli

15. Elektromagnit induksiya konuknini qaysi olim tomonidan kashf kilingan

- A. M.Faradey
- B. Kirxgof
- C. Om
- D. J.Lents

16. Elektromagnit kuchning qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi

- A. $-e = \frac{d\Phi}{dt}$
- B. $F_{\text{sm}} = BIl$
- C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
- D. $E = Blv$

17. EYuK ni qiymati qaysi ifodadan aniqlanadi

- A. $E_1 = 4.44 f W_1 \Phi_M E_2 = 4.44 f_2 W_2 \Phi$
- B. $\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$
- C. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$
- D. $K = \frac{U_1}{U_2}$

18. Yuklanish ko'effitsientining optimal qiymati qaysi ifoda orqali aniqlash mumkin

- A. $K_{\text{yo}} = \frac{\sqrt{P_0}}{P_K}$
- B. $K_{\text{yo}} = \frac{\sqrt{P_K}}{P_0}$
- C. $K_{\text{yo}} = \frac{\sqrt{U_K}}{Z}$
- D. $K_{\text{yo}} = \frac{\sqrt{P_0}}{U_K}$

19. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda voltmetr qanday ulanadi?

- A. Ketma-ket
- B. Kuchlanish transformatorlari orqali
- C. SHunt orqali
- D. Tok transformatori orqali

20. O'lchash transformatorlarini ishlatishdan maqsad nima?

- A. Elektr tarmoqi.yular-ining quvvat ko'effitsientini oshirish
- B. Transformatorning quvvat ko'effitsientini oshirish
- C. O'lchash aniqligini oshirish
- D. Ulchov asboblarning o'lchash chegarasini oshirish

4.4.Baholash me'zoni

Elektr mashinalari fanidan talabalar bilimini baholash mezonlari

Elektr mashinalari fani buyicha talabalar bilimini nazorat qilish va baholash mezonlari tartibi O'zbekiston Respublikasi OO'MTV ning 2018- yil 9-avgustdagi 19-2018-sonli "Oliy talim muassasalari talabalar bo'limini nazorat qilish va baholash tizimi to'g'risidagi Nizomni tasdiqlash haqida"gi buyrug'i asosida ishlab chiqildi.

Ushbu nizomga muvofiq talabalarining semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi **5 baholik** tizimda baholanadi, lekin HEMIS tizimida talabalarining o'zlashtirish ko'rsatkichlarini rasmiylashtirish **100 ballik** tizimda bo'lganligi uchun talabalar bilimini baholash mezonlari shu tizimga moslashtirildi.

Elektr mashinalari fani bo'yicha talabalarining semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi **100 ballik** tizimda baholanadi.

1.Amaliy va tajriba mashg'ulotlarida talabaning ishtiroki, daftar yuritishi, kichik guruhdagi faolligi, ijodiy fikrlashi, mustaqil qarorlar qabul qila olishi, mantiqiy xulosalar chiqara olishi va topshiriqlarni to'g'ri bajarishiga qarab baholadi.

2.O'qituvchi rahbarligidagi talabaning mustaqil ishi topshiriqlarida, talaba o'ziga berilgan topshiriqlarni bajaradi, uni tegishli tartibda rasmiylashtiradi va uni fan o'qituvchisiga himoya qiladi. Bunda mustaqil ishni rasmiylashtirilishi, hisoblashlarni to'g'ri olib borilganligi, elektr apparatlarni to'g'ri tanlanganligi hamda talabani hisoblash usullarini to'g'ri o'zlashtirganligiga qarab baholanadi.

Talabalar semestr davomida quyidagi **O'RTMI** topshiriqlarini bajaradilar:

1.Transformatorning asosiy parametrlarini aniqlash. Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning ekspluatatsion xarakteristikalarini hisoblash.Tajriba ma'lumotlari asosida transformatorning asosiy parametrlarini hisoblash bo'yicha taqdimotlar tayyorlash. (1-ON uchun);

2.Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning kuchlanish pasayishini aniqlash. Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini aniq hisoblash. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostdash usullariga oid masalalar yechish bo'yicha taqdimotlar tayyorlash. (2-ON uchun).

3.Test topshiriqlarida har bir talabaga o'tilgan mavzular bo'yicha test topshiriqlari ko'p variantli usulda beriladi. Talabalar ushbu test topshiriqlarini HEMIS tizimida yoki qog'oz variantda bajaradilar.

4.Semestr davomida **ikkita oraliq nazorat** o'tkaziladi. **Oraliq nazoratlarni** rasmiylashtirishda talabaning **amaliy** mashg'ulotlaridan (**1-band**), **O'RTMI topshiriqlaridan (2-band)** hamda **Test topshiriqlaridan (3-band)** olgan baholari qo'shiladi va yig'indi talabaning oraliq nazoratdan olgan bali sifatida HEMIS tizimiga rasmiylashtiriladi.

Oraliq nazorat ma'ruza o'qituvchisi tomonidan "NamMQI bakalavriat yo'nalishlarining o'quv jarayoni jadvali"da ko'rsatilgan xaftada rasmiylashtiriladi.

Elektr mashinalari fani bo'yicha talabalarining semestr davomidagi to'playdigan ballari quyidagicha taqsimlanadi:

4-semestr uchun

Ajratilgan umumiy soat: 180

Shundan, auditoriya 90 soat: ma'ruza – 30; amaliy – 30; tajriba – 30.

Umumiy ajratilgan ball – 100, shundan 50 ball oraliq nazorat uchun, 50 ball yakuniy nazorat uchun.

Oraliq nazoratlar soni – 2 ta: **ajratilgan ball 25+25=50**

Yakuniy nazorat – 1 ta: **ajratilgan ball 50**

Ballar taqsimoti

1-ON uchun	Ja'mi	Ma'ruza	Amaliy	Tajriba
------------	-------	---------	--------	---------

auditoriya	11	6	3	2
mustaqil ta'lim	14	4	5	5
Ja'mi	25	10	15	
2-ON uchun				
auditoriya	11	6	3	2
mustaqil ta'lim	14	4	5	5
Ja'mi	25	10	15	
Semestr bo'yicha	50	20	30	

1-ON uchun Ma'ruza mashg'uloti hisobida – 10 (6+4):

- 1-8 ma'ruza mavzulari yuzasidan "og'zaki" ko'rinishda nazorat o'tkaziladi, maksimal 6 balni tashkil etadi;
- Ma'ruza darslariga tayyorgarlik ko'rish, shuningdek, qo'shimcha o'quv va ilmiy adabiyotlarni o'qib o'rganish, nazorat ishlariga tayyorgarlik ko'rish, konspekt daftarini yuritish hisobiga mustaqil ta'limi uchun – 4 balgacha;

1-ON uchun Amaliy va tajriba mashg'uloti hisobida – 15 (5+10):

- Amaliy va tajriba mashg'ulotlarda talabaning ishtiroki, daftar yuritishi, kichik guruhdagi faolligi, ijodiy fikrlashi, mustaqil qarorlar qabul qila olishi, mantiqiy xulosalar chiqara olishi va topshiriqlarni to'g'ri bajarganligi uchun – 5 balgacha
- Transformatorning asosiy parametrlarini aniqlash. Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning eksplutatsion xarakteristikalarini hisoblash. Tajriba ma'lumotlari asosida transformatorning asosiy parametrlarini hisoblash bo'yicha taqdimotlar tayyorlash bo'yicha taqdimotlar tayyorlab, mustaqil ta'lim hisobidan himoya qilganligi uchun – 10 balgacha.

2-ON uchun Ma'ruza mashg'uloti hisobida – 10 (6+4):

- 1-15 ma'ruza mavzulari yuzasidan "Test" ko'rinishda nazorat o'tkaziladi, maksimal 6 balni tashkil etadi;
- Ma'ruza darslariga tayyorgarlik ko'rish, shuningdek, qo'shimcha o'quv va ilmiy adabiyotlarni o'qib o'rganish, nazorat ishlariga tayyorgarlik ko'rish, konspekt daftarini yuritish hisobiga mustaqil ta'limi uchun – 4 balgacha;

2-ON uchun Amaliy va tajriba mashg'uloti hisobida – 15 (5+10):

- Amaliy va tajriba mashg'ulotlarda talabaning ishtiroki, daftar yuritishi, kichik guruhdagi faolligi, ijodiy fikrlashi, mustaqil qarorlar qabul qila olishi, mantiqiy xulosalar chiqara olishi va topshiriqlarni to'g'ri bajarganligi uchun – 5 balgacha
- Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning kuchlanish pasayishini aniqlash. Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini aniq hisoblash. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostdash usullariga oid masalalar yechish bo'yicha taqdimotlar tayyorlab, mustaqil ta'lim hisobidan himoya qilganligi uchun – 10 balgacha.

Oraliq nazoratlar bo'yicha umumiy bal 30 dan kam bo'lmasligi kerak, aks holda talaba yakuniy nazoratga qo'yilmaydi.

Yakuniy nazorat 50 ballik "Yozma ish" ko'rinishida ko'p variantli usulda o'tkaziladi. Har bir variant 3 ta (har biri uchun 10 baldan) tayanch so'z, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta (20 balgacha) masaladan iborat bo'lib, fanning 1-15 ma'ruza mavzularini o'z ichiga qamrab oladi. Talaba maksimal 50 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantlarda berilgan topshiriqlarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan ballar qo'shiladi va yig'indi talabanning yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish bali hisoblanadi.

Yakuniy nazorat turi bo'yicha 30 va undan ko'p ball olgan talaba fanni o'zlashtirgan hisoblanadi hamda fanga ajratilgan 6 kreditga ega bo'ladi. Aks holda talaba akadem qarzdor sifatida qayta topshirishga qoldiriladi.

Fanga ajratilgan umumiy auditoriya (90 soat) soatining 25% dan ortig'i (23 soatdan ko'p)ni sababsiz qoldirgan talaba fandan chetlashtiriladi va nazorat turlariga kiritilmaydi.

5-semestr uchun

Ajratilgan umumiy soat: 120

Shundan, auditoriya 60 soat: ma'ruza – 30; amaliy – 30.

Umumiy ajratilgan ball – 100, shundan 50 ball oraliq nazorat uchun, 50 ball yakuniy nazorat uchun.

Oraliq nazoratlar soni – 2 ta: *ajratilgan ball 25+25=50*

Yakuniy nazorat – 1 ta: *ajratilgan ball 50*

Ballar taqsimoti

1-ON uchun	Ja'mi	Ma'ruza	Amaliy
auditoriya	11	6	5
mustaqil ta'lim	14	4	10
Ja'mi	25	10	15
2-ON uchun			
auditoriya	11	6	5
mustaqil ta'lim	14	4	10
Ja'mi	25	10	15
Semestr bo'yicha	50	20	30

1-ON uchun Ma'ruza mashg'uloti hisobida – 10 (6+4):

- 1-8 ma'ruza mavzulari yuzasidan "og'zaki" ko'rinishda nazorat o'tkaziladi, maksimal 6 balni tashkil etadi;
- Ma'ruza darslariga tayyorgarlik ko'rish, shuningdek, qo'shimcha o'quv va ilmiy adabiyotlarni o'qib o'rganish, nazorat ishlariga tayyorgarlik ko'rish, konspekt daftarini yuritish hisobiga mustaqil ta'limi uchun – 4 balgacha;

1-ON uchun Amaliy mashg'uloti hisobida – 15 (5+10):

- Amaliy va mashg'ulotlarda talabanning ishtiroki, daftar yuritishi, kichik guruhdagi faolligi, ijodiy fikrlashi, mustaqil qarorlar qabul qila olishi, mantiqiy xulosalar chiqara olishi va topshiriqlarni to'g'ri bajarganligi uchun – 5 balgacha
- Transformatorning asosiy parametrlarini aniqlash. Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning ekspluatatsion xarakteristikalarini hisoblash. Tajriba ma'lumotlari asosida transformatorning asosiy parametrlarini hisoblash bo'yicha taqdimotlar tayyorlash bo'yicha taqdimotlar tayyorlab, mustaqil ta'lim hisobidan himoya qilganligi uchun – 10 balgacha.

2-ON uchun Ma'ruza mashg'uloti hisobida – 10 (6+4):

- 1-15 ma'ruza mavzulari yuzasidan "Test" ko'rinishda nazorat o'tkaziladi, maksimal 6 balni tashkil etadi;

- Ma'ruza darslariga tayyorgarlik ko'rish, shuningdek, qo'shimcha o'quv va ilmiy adabiyotlarni o'qib o'rganish, nazorat ishlariga tayyorgarlik ko'rish, konspekt daftarini yuritish hisobiga mustaqil ta'limi uchun – 4 balgacha;

2-ON uchun Amaliy mashg'uloti hisobida – 15 (5+10):

- Amaliy va mashg'ulotlarda talabaning ishtiroki, daftar yuritishi, kichik guruhdagi faolligi, ijodiy fikrlashi, mustaqil qarorlar qabul qila olishi, mantiqiy xulosalar chiqara olishi va topshiriqlarni to'g'ri bajarganligi uchun – 5 balgacha
- Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning kuchlanish pasayishini aniqlash. Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini aniq hisoblash. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostdash usullariga oid masalalar yechish bo'yicha taqdimotlar tayyorlab, mustaqil ta'lim hisobidan himoya qilganligi uchun – 10 balgacha.

Oraliq nazoratlar bo'yicha umumiy bal 30 dan kam bo'lmasligi kerak, aks holda talaba yakuniy nazoratga qo'yilmaydi.

Yakuniy nazorat 50 ballik "Yozma ish" ko'rinishida ko'p variantli usulda o'tkaziladi. Har bir variant 3 ta (har biri uchun 10 baldan) tayanch so'z, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta (20 balgacha) masaladan iborat bo'lib, fanning 1-15 ma'ruza mavzularini o'z ichiga qamrab oladi. Talaba maksimal 50 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantlarda berilgan topshiriqlarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan ballar qo'shiladi va yig'indi talabaning yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish bali hisoblanadi.

Yakuniy nazorat turi bo'yicha 30 va undan ko'p ball olgan talaba fanni o'zlashtirgan hisoblanadi hamda fanga ajratilgan 4 kreditga ega bo'ladi. Aks holda talaba akadem qarzdor sifatida qayta topshirishga qoldiriladi.

Fanga ajratilgan umumiy auditoriya (60 soat) soatining 25% dan ortig'i (15 soatdan ko'p)ni sababsiz qoldirgan talaba fandan chetlashtiriladi va nazorat turlariga kiritilmaydi.

4.5.SILLABUS
O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

“TASDIQLAYMAN”

O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor

_____ Q.M.Inoyatov

2024 yil “__” _____

ELEKTR MASHINALARI

FANI BO‘YICHA

SILLABUS

Kunduzgi bo‘lim uchun

Bilim sohasi:	700000-Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari
Ta’lim sohasi:	710 000 – Muhandislik ishi
Ta’lim yo‘nalishi:	60710600 –Elektr energetikasi (elektr ta’minoti)

Namangan-2024

Model / FAN SILLABUSI
Energetika va mehnat muhofazasi fakulteti
60710600 –Elektr energetikasi (elektr ta'minoti)
ta'lim yo'nalishlari

Fan nomi:	<i>Elektr mashinalari</i>
Fan turi:	Majburiy
Fan kodi:	EM14(5)10
Bosqich:	2
Semestr:	4,5
Ta'lim shakli:	Kunduzgi
Mashg'ulotlar shakli va semestrga ajratilgan soatlar:	300
Ma'ruza	30+30
Amaliy mashg'ulotlar	30+30
Laboratoriya mashg'ulotlari	30
Seminar	-
Mustaqil ta'lim	90+60
Kredit miqdori:	6+4
Baholash shakli:	Imtixon(Yozma ish)
Fan tili:	O'zbek

Fan maqsadi (FM)	
FM1	Ushbu fan jamiyatning iqtisodiy negizi, uning tarkibiy qismlari, umumiy iqtisodiy qonunlar va kategoriyalar, iqtisodiy hodisa va jarayonlarning mohiyati, ijtimoiy-iqtisodiy tizimlar va ularning amal qilish qonuniyatlari, iqtisodiy o'sish kabi masalalarni qamrab oladi. Jamiyatda mavjud iqtisodiy qonunlarni bilish va ularning amal qilishiga ongli munosabatda bo'lishda, mamlakatni demokratlashtirish va iqtisodiyotni bozor tamoyillari asosida isloh qilish jarayonlarining mohiyatini tushunishda talabalarni zarur bo'lgan bilimlar bilan qurollantiradi. Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarga elektr mashinalari tanlash taffakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda ularni amaliyotda tatbiq etish ko'nikmasini hosil qilishdan iborat. Fanning vazifasi – talabalarga o'quv rejasida rejalashtirilgan umumkasbiy (elektrotexnik materiallar, elektr texnikaning nazariy asoslari) fanlarini bilishga asoslanadi xamda ixtisoslik fanlarini o'zlashtirishda asos vazifasini o'taydi. Ushbu maqsadga erishish uchun fan talabalarni nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalalar, masalalarini yecha olish ishlash printsiplari va jarayonlarga uslubiy yondashuv hamda ilmiy dunyoqarashini shakllantirish vazifalarini bajaradi.

Fanni o'zlashtirish uchun zarur boshlang'ich bilimlar	
1.	Fizika (Fiz11(2)10)
2.	Oliy matematika (OM1(2)12)
3.	Metrologiya va standartlashtirish (MS1305)
4.	Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari (TTAT1104)
5.	Nazariy elektrotexnika NE13(4)10

\	
	Bilimlar jixatidan:
TN1	elektr mashinalari o'zining bo'lajak kasbining mohiyati va ijtimoiy ahamiyati to'g'risida tasavvurga ega bo'lishi ;
TN2	elektr texnikada qo'llaniladigan elektr mashinalarini tajriba yo'li bilan olish va taxlil qilishni bilishi va ulardan foydalana olishi ;
TN3	talaba elektr mashinalari nazariyasi, ishlatish va qo'llanish sohalari haqidagi ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak .
	Ko'nikmalar jixatidan:
TN4	O'zgaruvchan tok elektr mashinalarining asosiy turlari, tuzilishi va sxemalari ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak ;
TN5	Transformator parametrlarini salt ishlash va qisqa tutashish tajribalarini o'tkazish yo'li bilan aniqlay oladi ;
TN6	Asinxron dvigatelda quvvat isrofi va foydali ish ko'effitsienti, energetik diagrammasi to'g'risida ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak ;
TN7	Sinxron generatorda yakor reaksiyasi; Sinxron generator EYuK lari tenglamasi va vektor diagrammalari to'g'risida ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak ;

Mashg'ulotlar shakli: ma'ruza (M)	
4-semestr	
M1	Elektr mashinalari va transformatorlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Elektroenergetika sohasida ishlatiladigan elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar. O'zbekistonda elektr energetikasi va unda transformatorlarning ahamiyati. Issiqlik, atom va gidro elektr stantsiyalarida elektr energiyani ishlab chiqarishda elektr mashinalarining roli va ularning istiqboli. Elektr mashinalari va transformatorlarning tasnifi va ularga nisbatan qo'yiladigan asosiy texnik talablar. Elektr mashinalari va transformatorlarning ishlash printsipi.
M2	Elektr mashinalari va transformatorlarni ishlab chiqarishda ishlatiladigan elektrotexnik va izolyatsion materiallar. Magnit materiallar. Elektr o'tkazuvchi, o'ta o'tkazuvchan va krioo'tkazgich materiallar. Elektr izolyatsiya materiallari.

M3	O'zgaruvchan tok elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar. O'zgaruvchan tok elektr mashinalarining asosiy turlari. O'zgaruvchan tok elektr mashinalari chulg'amlarining tuzilishi va sxemalari.
M4	O'zgaruvchan tok elektr mashinalari chulg'amlarining EYuK va MYuK i.
M5	Transformatorning tuzilishi, ishlash printsiplari va ishlatilishi. Transformator tuzilishi. Transformatorning ishlash printsiplari. Transformatorlarning nominal kattaliklari.
M6	Transformatorning ikkilamchi chulg'am elektr parametrlarini birlamchi chulg'am o'ramlar soniga keltirish. Transformatorlarning xalq ho'jaligidagi o'rni.
M7	Transformatorning ish rejimlari. Transformatorning salt ish rejimi. Transformatorning yuklama rejimi. Transformatorning qisqa tutashish rejimi. Transformatorning salt ishlash va qisqa tutashish rejimlarida ro'y beradigan elektr magnit jarayonlar. Transformator parametrlarini salt ishlash va qisqa tutashish tajribalarini o'tkazish yo'li bilan aniqlash.
M8	Transformatorning tashqi tasniflar va kuchlanish o'zgarishi. Transformatorlarda kuchlanishni rostdash usullari va vositalari.
M9	Transformatorlarda quvvat isroflari va FIKi. Transformatorning energetik diagrammalari.
M10	Uch fazali transformatorlar. Uch fazali transformator tuzilishi. Uch fazali transformator chulg'amlarini ulanish usullari. Transformator chulg'amlarining ulanish guruhlari va qo'llanish sohalari.
M11	Transformatorlarning parallel ishlashi.
M12	Maxsus transformatorlar. Uch chulg'amli transformatorlar. Avtotransformatorlar. Maxsus maqsadli kuch transformatorlari. Payvandlash transformatorlari. To'g'rilagich va avtomatika qurilmalari uchun transformatorlar. Elektrlashtirilgan temir yo'l va shahar elektr transportlari uchun kuch transformatorlari. O'lchash transformatorlari.
M13	Asinxron mashinaning tuzilishi va ishlash printsiplari. Umumiy tushunchalar. Uch fazali asinxron dvigatelning tuzilishi. Asinxron dvigatelning ishlash printsiplari.
M14	Asinxron mashinaning ishlash rejimlari. Asinxron mashinaning asinxron dvigatel, generator va elektromagnit tormoz sifatida ishlashi. Asinxron dvigatel chulg'amlarining elektr yurituvchi kuchlari. Asinxron dvigatelning vektor diagrammasi va almashtirish sxemasi.
M15	Uch fazali asinxron motorning energetik diagrammasi. Asinxron dvigatelda quvvat isrofi va foydali ish koeffitsienti. Asinxron dvigatelning energetik diagrammasi.
5-semestr	
M1	Asinxron motorning elektromagnit momenti va ish xarakteristikasi. Asinxron motorning elektromagnit momenti. Asinxron dvigatelning mexanik xarakteristikasi. Asinxron motorning turg'un ishlash shartlari.

M2	Asinxron dvigatelni ishga tushirish. Umumiy tushunchalar. Asinxron dvigatellarni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab ishga tushirish (qisqa tutashtirilgan rotorli dvigatellarda). Tarmoq kuchlanishini pasaytirib ishga tushirish. Rotor chulg'amiga ishga tushirish reostatini ketma-ket ulab ishga tushirish (faza rotorli dvigatellarda).
M3	Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash. Umumiy tushunchalar. Kuchlanish chastotasini o'zgartirish yo'li bilan aylanish chastotani rostlash. Motorning aylanish chastotasini juft kutblar sonini o'zgartirish bilan rostlash. Rotor zanjiriga reostat ulab asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash.
M4	Sinxron mashinaning tuzilishi va ishlash printsipi. Sinxron mashinaning tuzilishi. Sinxron mashinaning ishlash printsipi. Sinxron mashinalarni qo'zg'atish usullari.
M5	Sinxron generatorning yuklama bilan ishlashi. Sinxron generatorda yakor reaksiyasi. Sinxron generator EYuK lari tenglamasi va vektor diagrammalari. Sinxron mashinalarda quvvat isrofi va FIK.
M6	Sinxron mashinani elektr tarmog'iga parallel ulash. Uch fazali sinxron generatorlarni tarmoqqa parallel ulash. Sinxron generatorlarni parallel ulash usullari. Sinxron generatorning elektromagnit quvvati va momenti.
M7	Sinxron mashina reaktiv quvvatining burchak xarakteristikasi. Elektr tarmog'i bilan parallel ishlayotgan sinxron generatorning statik turg'unligi, sinxronlovchi quvvati va momenti.
M8	Sinxron generatorning reaktiv quvvatini rostlash va U-simon xarakteristikalari.
M9	Sinxron dvigatellar. Umumiy tushunchalar. Sinxron dvigatelning ishlash printsipi. Sinxron dvigatelning ish xarakteristikalari. Sinxron dvigatelni ishga tushirish usullari. Sinxron kompensator.
M10	Sinxron mashinalarning maxsus turlari. Krioturbogenerator. Magnitlanish o'qi buriladigan sinxron mashinalar. Asinxronlashtirilgan sinxron mashinalar. Katta quvvatli istiqbolli sinxron mashinalar. O'ta o'tkazuvchan qo'zg'atish chulg'amli sinxron mashinalar. Maxsus maqsadli sinxron mashinalar.
M11	O'zgarmas tok elektr mashinalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar. O'zgarmas tok elektr mashinalarining ishlashi va tuzilishi. O'zgarmas tok elektr mashinasining yakor chulg'amlari.
M12	O'zgarmas tok elektr mashinalarining EYuK va elektromagnit momenti. O'zgarmas tok elektr mashinasining magnit sistemasi. O'zgarmas tok elektr mashinasida tok kommutatsiyasi.
M13	O'zgarmas tok generatorlari. Umumiy tushunchalar. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori. Ketma-ket qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori. Aralash qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori.
M14	O'zgarmas tok dvigatellari. O'zgarmas tok dvigatelining tuzilishi va ishlash printsipi. O'zgarmas tok dvigatelining tenglamasi. O'zgarmas tok motorlarini ishga tushirish. O'zgarmas tok motorlarining ish va mexanik xarakteristikalari. O'zgarmas tok motorlarining rostlash tasniflari. O'zgarmas tok motorlarini tormozlash usullari.
M15	Maxsus maqsadli va zamonaviy o'zgarmas tok mashinalarining ayrim turlari. O'zgarmas tok mashinalarining zamonaviy turlari.
Mashg'ulotlar shakli: amaliy mashg'ulot (A)	

4-semestr	
A1	Transformatorning asosiy parametrlarini aniqlash.
A2	Transformatorning asosiy parametrlarini aniqlash.
A3	Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning eksplutatsion xarakteristikalarini hisoblash.
A4	Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning eksplutatsion xarakteristikalarini hisoblash.
A5	Tajriba ma'lumotlari asosida transformatorning asosiy parametrlarini hisoblash.
A6	Tajriba ma'lumotlari asosida transformatorning asosiy parametrlarini hisoblash.
A7	Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning kuchlanish pasayishini aniqlash.
A8	Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning kuchlanish pasayishini aniqlash.
A9	Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini aniq hisoblash;
A10	Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini aniq hisoblash;
A11	Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash usullariga oid masalalar yechish.
A12	Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash usullariga oid masalalar yechish.
A13	Ayon qutbli sinxron generatorning muhim parametrlarini hisoblash.
A14	Ayon qutbli sinxron generatorning muhim parametrlarini hisoblash.
A15	Sinxron generatorning tashqi xarakteristikani qurish.
5-semestr	
A1	Sinxron generatorning tashqi xarakteristikani qurish.
A2	Sinxron generatorning U–simon xarakteristikasini qurish.
A3	Sinxron generatorning U–simon xarakteristikasini qurish
A4	Sinxron generatorning burchak xarakteristikasini qurish.
A5	Sinxron generatorning burchak xarakteristikasini qurish.
A6	O'zgaras tok motorining asosiy parametrlarini aniqlash.
A7	O'zgaras tok motorining asosiy parametrlarini aniqlash.
A8	O'zgaras tok generatorlarining tashqi xarakteristikasi.
A9	O'zgaras tok generatorlarining tashqi xarakteristikasi.
A10	O'zgaras tok motorining mexanik xarakteristikalarini hisoblash.
A11	O'zgaras tok motorining mexanik xarakteristikalarini hisoblash.
A12	O'zgaras tok motorining aylanish chastotasini rostlash usullariga oid

	masalalar yechish.	
A13	O‘zgarmas tok motorining aylanish chastotasini rostlash usullariga oid masalalar yechish.	
A14	O‘zgarmas tok mashinalarida FIK ni hisoblash.	
A15	O‘zgarmas tok mashinalarida FIK ni hisoblash.	
Mashg‘ulotlar shakli: laboratoriya mashg‘ulot (A)		
4-semestr		
L1	Bir fazali ikki chulg‘amli transformatorning salt ishlash holatlaridagi xarakteristikalarini va parametrlarini tekshirish.	
L2	Bir fazali ikki chulg‘amli transformatorning qisqa tutashuv holatlaridagi xarakteristikalarini va parametrlarini tekshirish.	
L3	Bir fazali ikki chulg‘amli transformatorning yuklama holatidagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish.	
L4	Uch fazali ikki chulg‘amli transformatorlarning tekshirish va parametrlarini aniqlash.	
L5	Uch fazali asinxron dvigatelni bir fazali dvigatel sifatida ishlatishni o‘rganish.	
L6	Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning salt ishlash xarakteristikalarini tekshirish va parametrlarini aniqlash.	
L7	Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelni ishga tushirish.	
L8	Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelni reverslash va tormozlashni o‘rganish.	
L9	Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning ish xarakteristikalarini tekshirish.	
L10	Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash usullarini o‘rganish.	
L11	O‘zgarmas tok motorining asosiy parametrlarini tekshirish.	
L12	O‘zgarmas tok generatorlarining tashqi xarakteristikasini tekshirish va parametrlarini aniqlash.	
L13	O‘zgarmas tok motorining mexanik xarakteristikalarini tekshirish va parametrlarini aniqlash.	
L14	O‘zgarmas tok motorining aylanish chastotasi usullarini rostlashni o‘rganish.	
L15	O‘zgarmas tok mashinalarini FIK ni aniqlash.	
Mustaqil ta’lim (MT)		
1.	Amaliy mashg‘ulot va laboratoriya mashg‘ulotlarga tayyorgarlik ko‘rish va uy ishlarini bajarish	60 soat
2.	Transformatorlar mavzusi bo‘yicha taqdimotlar, guruh bilan ishlanmalar (o‘quv-ilmiy adabiyotlar ilmiy va ijodiy ishlarning tahliliy xulosalari), slayd-plakatlar, maket, model kabi mustaqil ish topshiriqlarini bajarish.	20 soat
3.	Asinxron mashinalar mavzusi bo‘yicha taqdimotlar, guruh bilan ishlanmalar (o‘quv-ilmiy adabiyotlar ilmiy va ijodiy ishlarning tahliliy xulosalari), slayd-plakatlar, maket, model kabi mustaqil ish topshiriqlarini bajarish.	20 soat
4.	Sinxron mashinalar mavzusi bo‘yicha taqdimotlar, guruh bilan ishlanmalar (o‘quv-ilmiy adabiyotlar ilmiy va ijodiy ishlarning tahliliy xulosalari), slayd-plakatlar, maket, model kabi mustaqil ish topshiriqlarini bajarish.	15 soat

5.	O'zgarmas tok mashinalari mavzusi bo'yicha taqdimotlar, guruh bilan ishlanmalar (o'quv-ilmiy adabiyotlar ilmiy va ijodiy ishlarning tahliliy xulosalari), slayd-plakatlar, maket, model kabi mustaqil ish topshiriqlarini bajarish.	15 soat
6.	Anjumanga ilmiy maqola, tezislar va ma'ruza tayyorlash	20 soat

Asosiy adabiyotlar		
1.	Vhattachrya. Electrical machines 3E book. 2008, N/A p.	
2.	Fitzgerald. Electric machinery, 6/E book. 2002, N/A p.	
3.	Zokirova D.N. Elektr mashinalari. O'quv qo'llanva. -Namangan.: Fazilat servis, 2023.-272 b.	
4.	Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N., Mahmadiyev G'.M. «Elektr mashinalari» kursidan «Asinxron motorlarni loyihalash». O'quv qo'llanma. -T.: ToshDTU, 2013. – 95 b.	
5.	Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. Darslik.-T.: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2011. – 408 b.	
6.	Ibrohimov U. Elektr mashinalari. O'quv qo'llanma. – T.:O'qituvchi, 2001.	
7.	Majidov S. Elektrmashinalari va elektr yuritma. O'quvqo'llanma. –T.: O'qituvchi, “Ziyo-Noshir” KSHK, 2002. – 408 b	
Qo'shimcha adabiyotlar		
1.	Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.	
2.	Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr. – T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 48 b.	
3.	Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O'zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.	
4.	11. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. – T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.	
5.	N.B. Pirmatov, Z.A. Yarmuxamedova, G.N. Mustafakulova. Elektr mashinalari fanining transformatorlar qismi bo'yicha kurs loyahasini bajarishga oid o'quv-metodik qo'llanma. –T.: ToshDTU, 2012 – 117 b.	
6.	Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам. Учеб. Пособие для вузов. –Москва.: – Издательский центр «Академия». 2012. –154 с.	
7.	Mustafakulova G.N., Toshev SH.E. Elektr mashinalari fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun metodik ko'rsatma. –T.: TDTU, 2015. – 45 b .	
8.	Pirmatov N.B., Zaynieva O.E. Elektromexanika (Elektr mashinalari) fanidan masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. –T.: TDTU, 2004. – 75 b.	
Axborot manbalari:		
1.	1www.Ziyo.net	
2.	http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm ;	
3.	http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product_no=854 ;	
4.	http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm	
5.	http: //www.unilib.neva.ru/dl/059/Head.html (Электронная книга по электромеханике. Леонтьев А.Г.)	

V. ADABIYOTLAR RO'YXATI

Asosiy adabiyotlar

1. Vhattacharya. Electrical machinees 3E book. 2008, N/A p.
2. Fitzgerald. Electric machinery, 6/E book. 2002, N/A p.
3. Zokirova D.N. Elektr mashinalari. O'quv qo'llanma. -Namangan.: Fazilat servis, 2023.-272 b.
4. Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N., Mahmadiyev G'.M. Elektr mashinalari kursidan asinxron motorlarni loyihalash. O'quv qo'llanma. -T.: ToshDTU, 2013. –95 b.
5. Ximmataliyev D.O., Zokirova D.N. Nazariy elektrotexnika. O'quv qo'llanma. - Namangan.: Fazilat servis, 2022.-176 b.
6. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. Darslik.-T.: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2011. – 408 b.
7. Ibrohimov U. Elektr mashinalari. O'quv qo'llanma.–T.:O'qituvchi, 2001.
8. Majidov S. Elektr mashinalari va elektr yuritma. O'quv qo'llanma. –T.: O'qi-tuvchi, "Ziyo-Noshir" KSHK, 2002. – 408 b

Qo'shimcha adabiyotlar:

9. Pirmatov N.B., Yarmuxamedova Z.A., Mustafakulova G.N. Elektr mashinalari fanining transformatorlar qismi bo'yicha kurs loyihasini bajarishga oid o'quv-metodik qo'llanma. –T.: ToshDTU, 2012 – 117 b.
10. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам. Учеб. пособие для вузов. –Москва.: – Издательский центр «Академия». 2012. –154 с.
11. Mustafakulova G.N., Toshev SH.E. Elektr mashinalari fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun metodik ko'rsatma. –T.: TDTU, 2015. – 45 b .
12. Pirmatov N.B., Zaynieva O.E. Elektromexanika (Elektr mashinalari) fanidan masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. –T.: TDTU, 2004. – 75 b.

Axborot manbalari:

13. www.Ziyo.net
14. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm.
15. http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product_no=854.
16. <http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm>.
17. <http://www.unilib.neva.ru/dl/059/Head.html> (Электронная книга по электромеханике. Леонтьев А.Г.)

