

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

NAMANGAN MUXANDISLIK QURILISH ISNTITUTI

“ENERGETIKA” KAFEDRASI

“ELEKTR MASHINALARI”

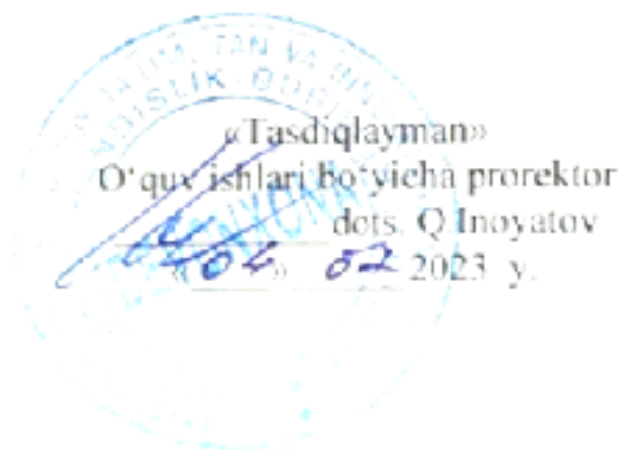
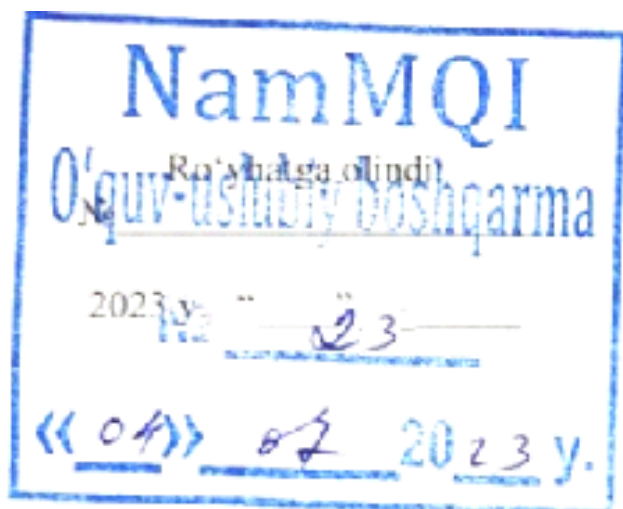
**FANI BO'YICHA
O'QUV-USLUBIY MAJMUA**



NAMANGAN – 2023

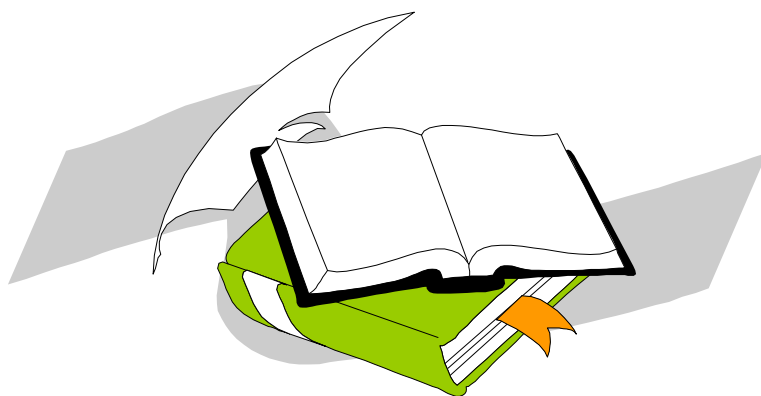
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**NAMANGAN MUXANDISLIK QURILISH ISNTITUTI
“ENERGETIKA” KAFEDRASI**



“ELEKTR MASHINALARI”

**FANI BO'YICHA
O'QUV-USLUBIY MAJMUA**



NAMANGAN – 2023

Mazkur O'quv-uslubiy majmua Namangan muhandislik-qurilish instituti O'quv-uslubiy Kengashning 2023-yil 3-iyuldagi 11-sonli bayonnomasi bilan maqullangan. Elektr mashinalari fanining o'quv dasturi asosida ishlab chiqilgan.

Tuzuvchi: D. Zokirova. NamMQI “Energetika” kafedrası o'qituvchisi

F.Sharipov. NamMQI “Energetika” kafedrası dotsenti

Taqrizchilar:

Murodov M. - NamMQI, Energetika kafedrası dotsenti, f-m.f.n.

Nishanov X. -“O'zstandart” agentligi Namangan sinov va sertifikatlashtirish markazi davlat korxonasi, metrologiya bo'lim boshlig'i.

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi Energetika kafedrasining 2023 yil “__4__” __07__ dagi “_11/23__”-sonli yigilishida muhokamadan o'tgan va fakultet ilmiy-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua institut ilmiy-uslubiy kengashining 2023 yil “__3__” __07__ dagi “_11_”-sonli yigilishida muhokama qilingan va institut ilmiy-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

I	O'QUV MATERIALLARI.....	6
1.1.	Ma'ruza mashg'uloti materiallari.....	6
1.2.	Amaliy mashg'uloti materiallari.....	45
1.3.	Laboratoriya mashg'uloti materiallari.....	58
1.4.	Keys to'plami.....	93
II	MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI.....	100
2.1.	Kurs ishini bajarish bo'yicha tavsiyalar.....	101
2.2.	Mustaqil ish topshiriqlari.....	106
III	GLOSSARIY.....	120
IV	ILOVALAR.....	128
4.1.	Fan dasturi.....	1288
4.2.	Ishchi fan dasturi.....	134
4.3.	Tarqatma materiallar.....	147
4.4.	Testlar.....	169
4.5.	Baholash me'zoni.....	193
V	ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	194

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 mantiqiyligi, 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'rnini 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 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. Urishdan 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'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. 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 konstruksiyalarini 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.

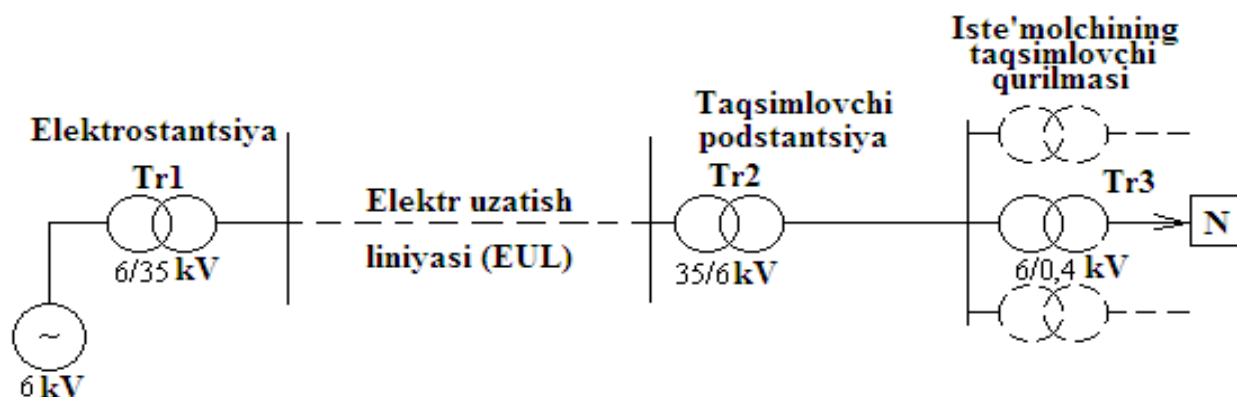
Ma'lumki elektr energiya kuvvati asosan kuchlanish va tok kuchi kiymatlarining kupaytmasi bilan aniklanadi. Ya'ni $P=IU$ Formulaga asosan ma'lum kuvvatda kuchlanish katta bulsa tok kuchi kichkina buladi va aksincha Energiya uzatish liniya simlarida tok kuchi kichik bulsa, kuchlanishning yukotilishi xam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

Agar NGRES dan ishlab chikarilgan kuvvatni 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 kuvvatlari mavjud.



1-rasm. Elektr energiyasini transformatorlar yordamida uzatish sxemasi

Ma'ruza № 2

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 printsipli 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.

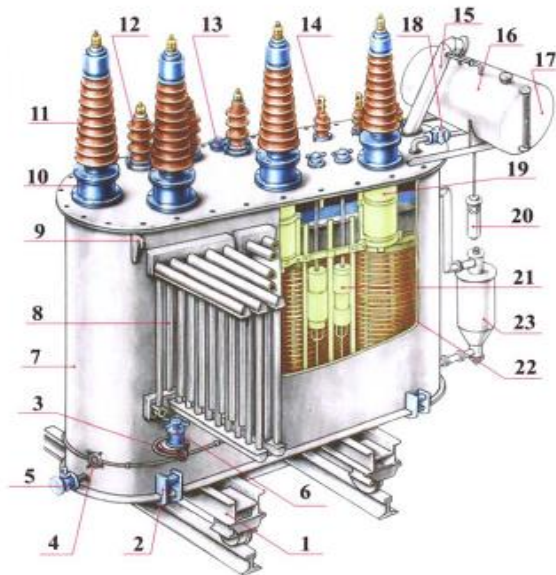
Elektrotexniklar uzoq masofalarga o'ta katta elektr energetik quvvatlarni uzatish uchun mo'ljallangan, kuchlanishi 1150 kV bo'lgan transformatorlarni yaratdilar. Elektr stantsiyalaridagi turbogeneratorlarning kuchlanishini kuchaytiruvchi quvvati 1000÷1250 MVA ga teng bo'lgan transformatorlar ham elektrotexnologik 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 uzok masofalarga uzatilganda liniya simlarda sodir buladigan kuvvat isrofini iloji boricha kamaytirish talab kilinadi.

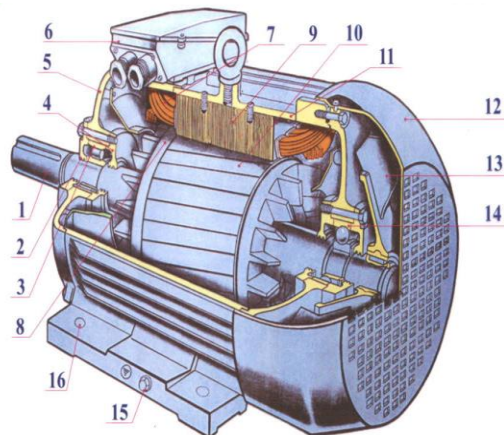
Bunda iste'molchilarga kuprok energiya yetib boradi.

Xozirgi paytda elektr stantsiyalarida ishlatilayotgan turbo va gidrogeneratorlarning nominal kuchlanishi 6 kV dan 24 kV gacha bulganligi sababli uzok 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.



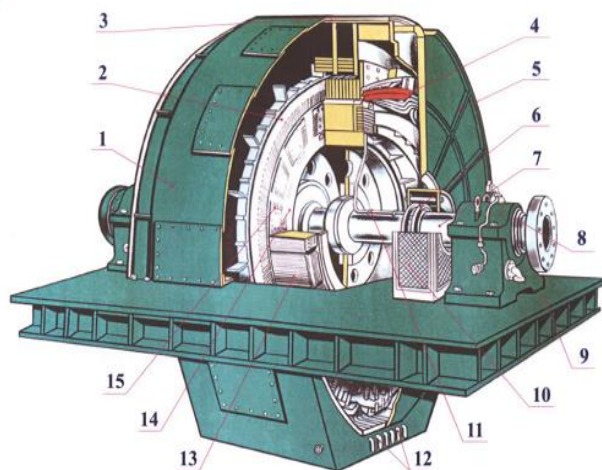
1-rasm. Kuch transformatori

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.



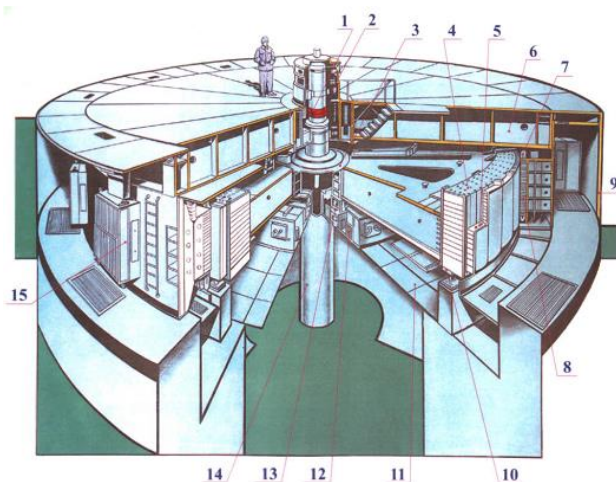
2-rasm. Asinxron dvigatellar

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

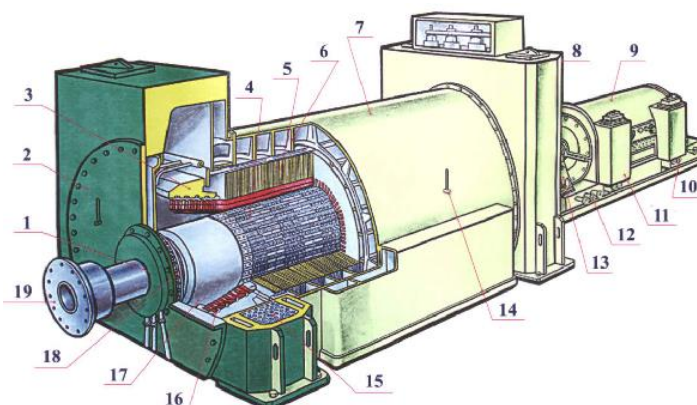


3-rasm. Sinxron mashina

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 :

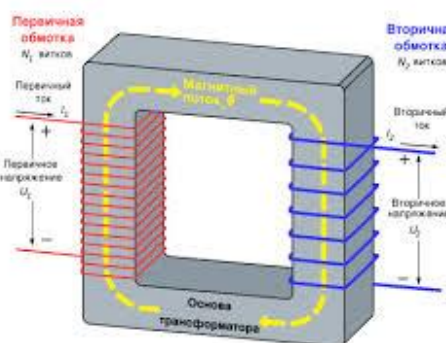
1. Transformatorning tuzilishi.
2. Transformatorlarning nominal kattaliklari
3. Transformatorning turlari.
4. Transformatorlarning ishlash printsipi
5. Transformatorlarning ish rejimlari

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.

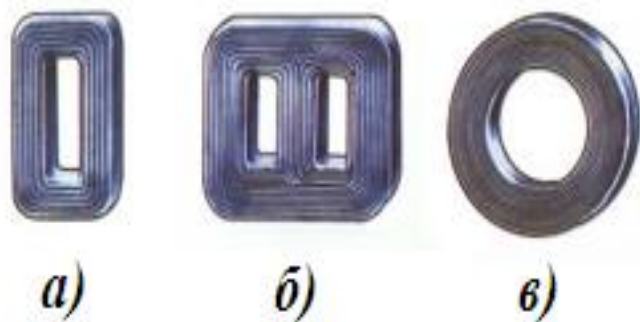
Transformatorning tuzilishi

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 printsipl 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 Y_{e1} va Y_{e2} 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 jixozlari 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) sovutish 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 transformator**larda 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.

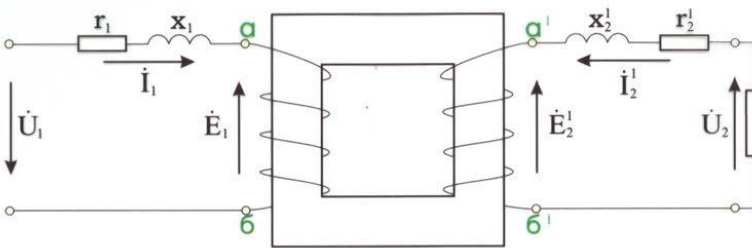
Transformatsiyalash koeffitsientlarini o'zgartirish uchun chulg'amlarida maxsus ulamalari bo'lgan transformatorlarga **ulamali transformatorlar** deyiladi.

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 printsipli

Transformator ishlash uchun uning birlamchi chulg'amini kuchlanishi $u = U_m \cdot \sin \omega t$ bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga yoki elektr tarmog'iga uladi (3-rasm). Bunda birlamchi chulg'amdan o'zgaruvchan tok $i = I_m \cdot \sin \omega t$ o'ta boshlaydi. Bu tok ferromagnit o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \cdot \sin \omega t$ 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 $E = \frac{E_M}{\sqrt{2}} = \frac{\omega \cdot \Phi_M}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi \cdot f \cdot \Phi_M}{\sqrt{2}} = 4,44 \cdot \Phi_M \cdot f$

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

amaliy EYuKlar:

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

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

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

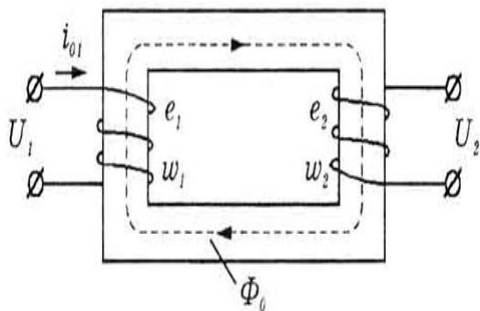
Transformatorlarning ish rejimlari

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).

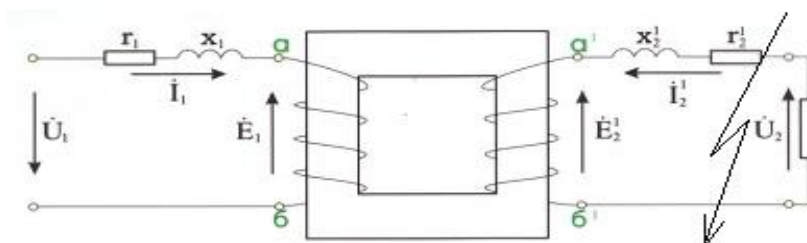


4-rasm. Transformatorning salt ishlash sxemasi

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 $i = I_m \cdot \sin \omega t$ o'ta boshlaydi. Bu tok ferromagnit o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \cdot \sin \omega t$ 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.

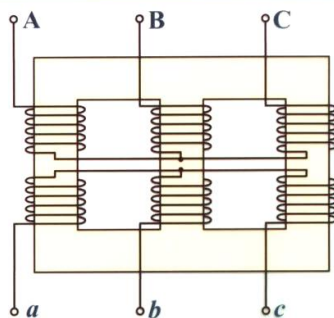
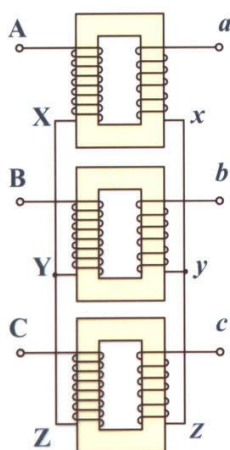
Tayanch so'zlar va iboralar. transformator, ferromagnit o'zak, birlamchi chulg'am, ikkilamchi chulg'am, pasaytiruvchi transformator, kuchaytiruvchi transformator, kuch transformatori, bir fazali transformator, transformatorli podstantsiyalar, uch fazali transformator, transformatorning nominal quvvati, 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



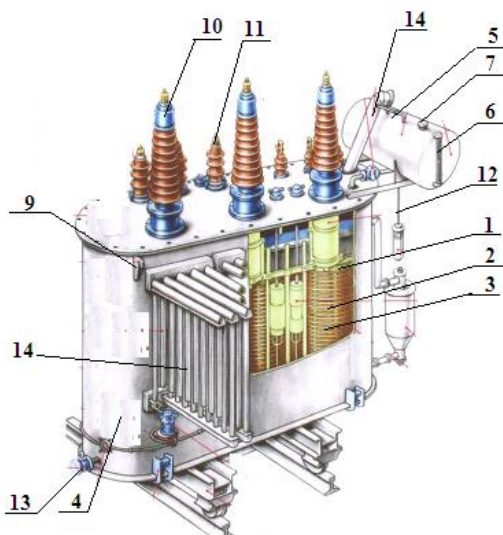
Bir fazali transformator guruhining gabaritlari katta, vazni og'ir va tannarxi qimmat bo'lganligi sababli, ular faqat katta quvvatli markaziy nimstantsiyalarda ishlatiladi. Ularni magnit sistemasi o'zaro bog'lanmagan bo'ladi.

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 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.

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 mustaxkamligini 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:**

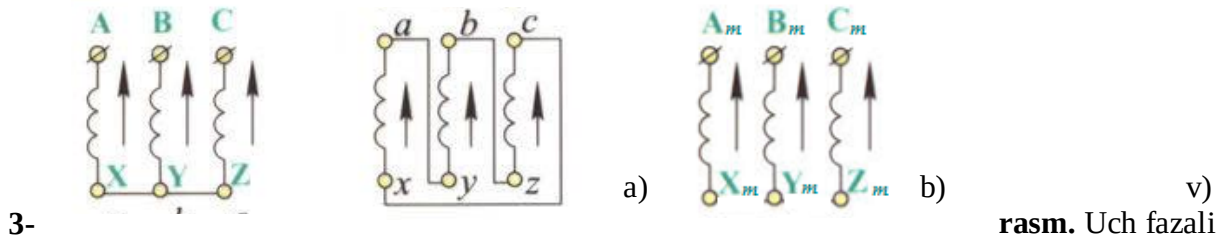
- 1) ishlatishda ishonchli bo'lishi;
- 2) ishlab chiqarishda va ishlatishda tejamli bo'lishi;
- 3) isroflar standartda belgilangan me'yordan oshmasligi;
- 4) parallel ishlash shartlarini qanoatlantirashi;
- 5) me'yordan ortiqcha qizib ketmasligi;
- 6) kuchlanishni rostlashga imkon berishi;
- 7) transformatorni 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



rasm. Uch fazali

transformator chulg'amlarini ulanish usullari.

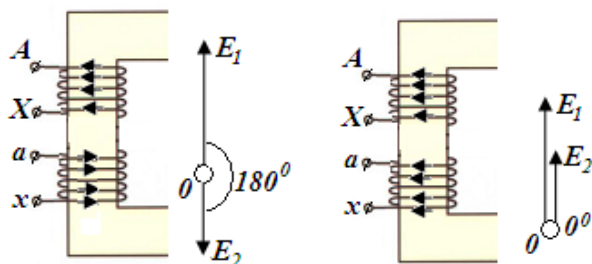
Agar transformatorning past yoki yuqori kuchlanish chulg'amlari yulduz usulida ulangan bo'lsava uning neytral nuqtasidan nolb sim tashqari klemmaga chiqarilsa, bu klemma O harfi bilan belgilanadi. Uch fazali transformatorning chulg'amlari yulduz usulida ulanganda $U_{\text{ll}} = \sqrt{3}U_{\phi}$ $I_{\text{ll}} = I_{\phi}$ va uchburchak uchulida ulandanda: $U_{\text{ll}} = U_{\phi}$, $I_{\text{ll}} = \sqrt{3}I_{\phi}$ 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/Δ , Δ/Y - 0, Y/Δ , Δ/Y - 0

Transformator chulg'amlarining ulanish guruhlar

Bir vauch fazali taransformator chulg'amlarining ulanishguruhlar 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 uchlari 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 uchlari 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 sijish burchagi nolga teng. Agar transformatorning ikkilamchi chulg'ami uning birlamchi chulg'amiga nisbatan teskari tomonga o'ralsa yoki ikkilamchi

chulg'am uchlari 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).

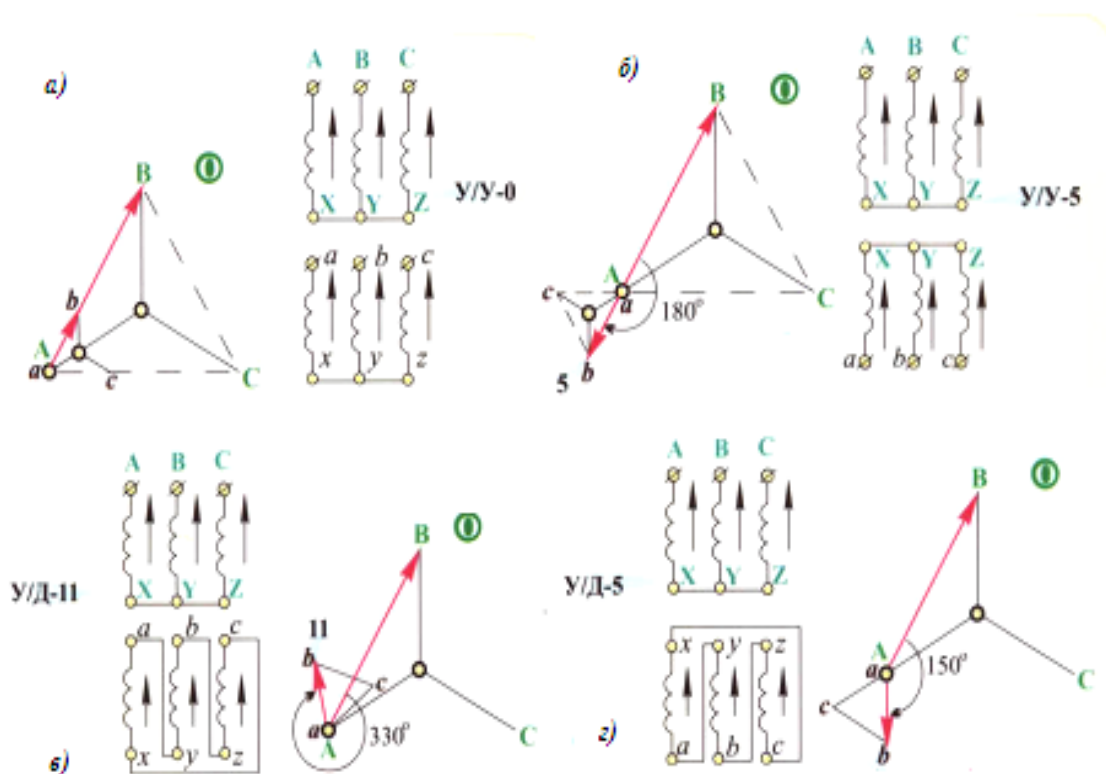


4-rasm. Bir fazali transformator ulanish guruxlari

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.



Transformatorlarning ish rejimlari

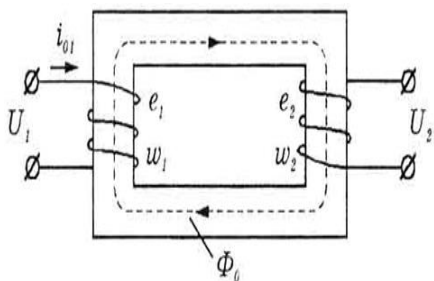
Reja :

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 printsipi.

Transformatorlarning salt ishlash

Agar transformatorning birlamchi chulg'ami elektr tarmog'iga ulansa, lekin ikkilamchi chulg'am qismlariga 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 Ohm 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:

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= E_1 + jI_0 x_1 + I_0 R_1 \\ U_2 &= E_2 \\ I_1 &= I_0 \end{aligned} \right\}$$

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.

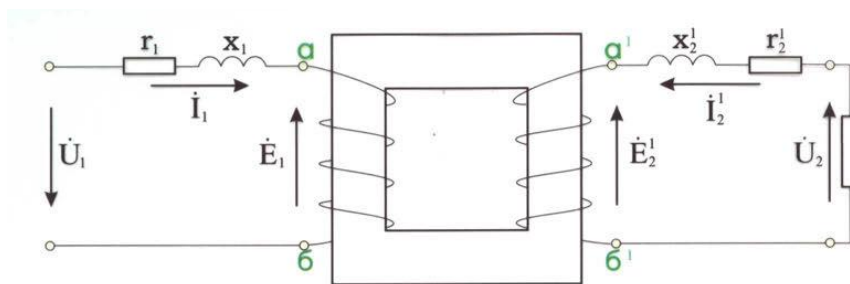
Birlamchi chulg'amda salt ishlash toki o'tganda quvvatning bir qismi chulg'amda issiqlik energiyasiga aylanadi. Lekin salt ishlash tokining qiymati juda kichik bo'lganligi uchun transformatorning birlamchi chulg'amida issiqlik energiyasiga aylanadigan quvvat $I_0 R = P_1$ juda oz bo'ladi.

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 $u = U_m \cdot \sin \omega t$ bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga yoki elektr tarmog'iga uladi (2-rasm). Bunda birlamchi chulg'amdan o'zgaruvchan tok $i = I_m \cdot \sin \omega t$ o'ta boshlaydi. Bu tok ferromagnit o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \cdot \sin \omega t$ 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 $E_M = \omega \Phi_M$,

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

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

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

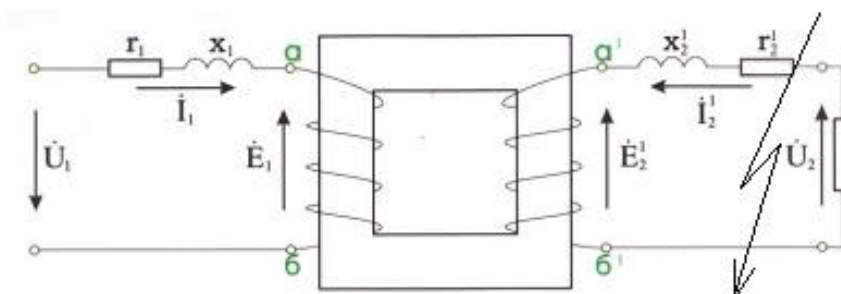
$$E_2 = 4,44 \cdot W_2 \cdot f \cdot \Phi_M$$

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.

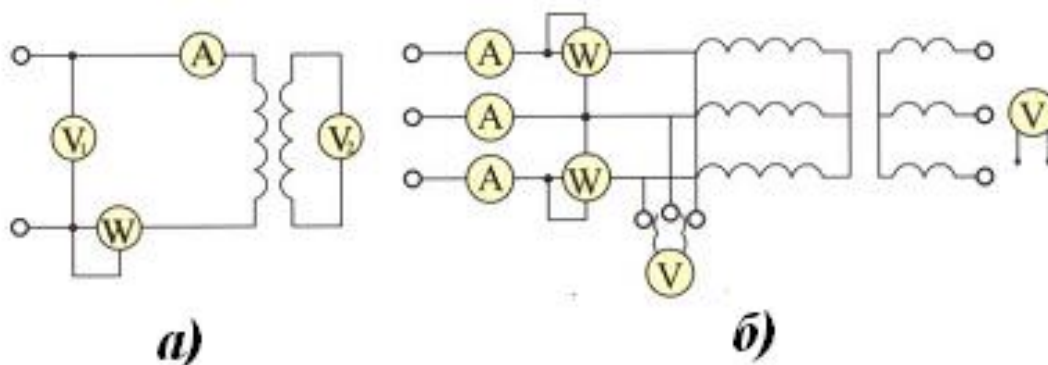


4-rasm. Transformatorning qisqa tutashuv rejimida ishlash sxemasi

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 klemmlariga 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: $i\% = \frac{i_0}{I_{1H}} \cdot 100\%$

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

4) Magnitlovchi shaxobchani 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 $R_1 \ll R_m$ 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 shaxobchani to'la qarshiligi: $z_0 = z_1 + z_m = \frac{U_1}{I_0}$, lekin $z_1 \ll z_m$, shuning uchun

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

6) magnitlovchi shaxobchani 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: $u_K = \frac{U_K}{U_{1H}} \cdot 100\%$

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:

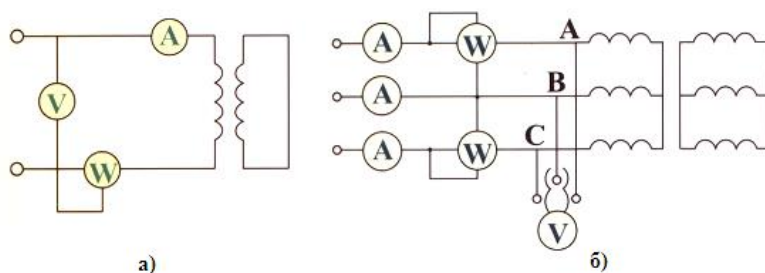
$$U_K = \frac{U_{KA} + U_{KB} + U_{KC}}{3} \quad I_K = \frac{I_{KA} + I_{KB} + I_{KC}}{3}$$

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 magnetlovchi 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 printsiplari.

Transformator normal sharoitda ishlaganda tarmoqdan olgan energiya 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

$$\Delta P_{suc} = \sigma_z \left(\frac{f}{100} \right) \cdot B \cdot G$$

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 $\Delta P_y = \sigma_y \left(\frac{f}{100} \right) \cdot B \cdot G$

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:

$$P_K = \Delta P_{\text{HK}} + \Delta P_{\text{O}}$$

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: $P_K = \Delta P_{\text{O}}$ bo'ladi yoki $P_K = \Delta P_{\text{O}} = m I_1^2 R_K$

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

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

bu yerda P_{KH} -nominal qisqa tutashish quvvati; $K_{\text{HK}} = \frac{I_1'}{I_{2H}}$ yuklama koeffitsienti.

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

Transformatorlarda 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:

$$P_2 = K_{\text{HK}} S \cos \varphi_2 \text{ bo'ladi.}$$

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

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

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. Transformatorlardan 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.

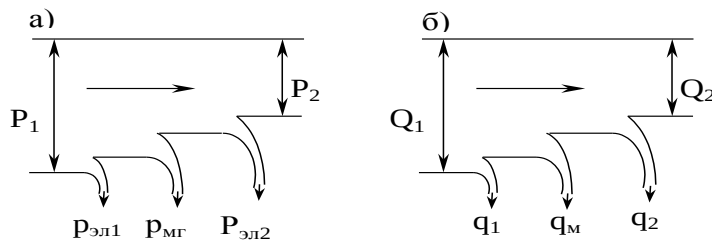
$$P_{\text{O}1} = m_1 I_1^2 R_1$$

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

$$P_{\text{mg}} = m_1 I_m^2 R_m$$

bu yerda R_m - magnit zanjirining qarshiligi.

Transformatorlarning birlamchi chulg'amidan ikkilamchi chulg'amiga magnit maydon kuch chiziqlari yordamida uzatilayotgan elektromagnit quvvat.



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

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

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

$$P_{\text{эл 2}} = m I_2'^2 \cdot R_2'$$

Isteomolchiga uzatilayotgan foydali quvvat

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

Transformatorlarda reaktiv kuvvatning 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 guruhlarini 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 guruhlarini 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 konturlarida elektr yurituvchi kuchlarning farqi hosil bo'ladi. Vektor diagrammadan:

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

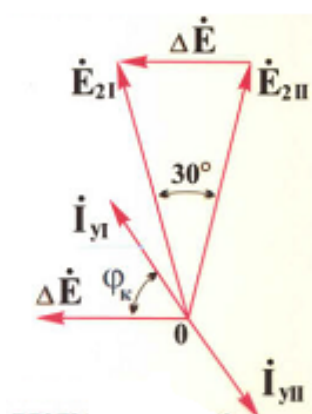
Elektr yurituvchi kuchlar farqi ΔE ta'sirida muvozanatlashtiruvchi tok hosil bo'ladi. Muvozanatlashtiruvchi toklar faqat transformatorlarning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarida oqadi, toklarning kattaligi shu chulg'amlarning to'la qarshiligi bilan ya'ni transformatorlarning qisqa

tutashuv qarshiliklari bilan chegaralanadi.

$$I_m = \frac{\Delta E}{Z_{K1} + Z_{K2}} \quad (2)$$

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 ishgа 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 $I_1 + I_2 + I_2 = I$ 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:

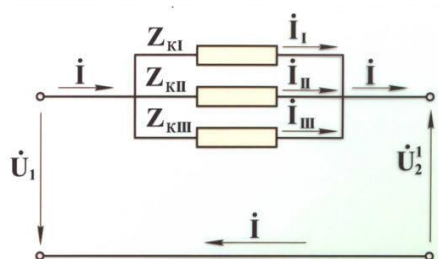
$$S_{1*} = \frac{S_1}{S_{n1}} = \frac{S}{U_{k\%1} \sum_n \frac{S_{nn}}{U_{k\%n}}} \quad S_{2*} = \frac{S_2}{S_{n2}} = \frac{S}{U_{k\%2} \sum_n \frac{S_{nn}}{U_{k\%n}}} \quad S_{3*} = \frac{S_3}{S_{n3}} = \frac{S}{U_{k\%3} \sum_n \frac{S_{nn}}{U_{k\%n}}}$$

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.

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

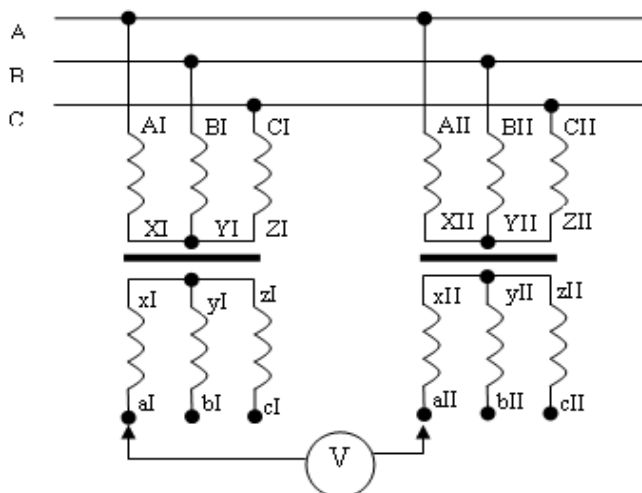
ya'ni transformatorlarning nisbiy yuklamalari ularning qisqa tutashuv kuchlanishlariga teskari proporsional bo'ladi. Agar $U_{KI\%} \approx U_{KII\%} \approx U_{KIII\%}$ bo'lsa, u holda, $S_1 = S_{II} = S_{III}$ ya'ni qisqa tutashuv kuchlanishlari teng bo'lsa, transformatorlar o'rtasida yuklama bir xil 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'indisidan 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.

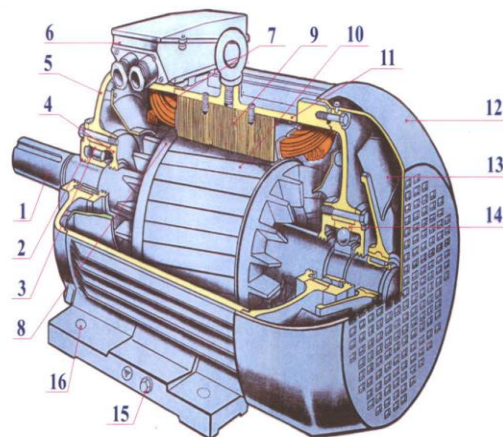
Asinxron mashinalar

Reja :

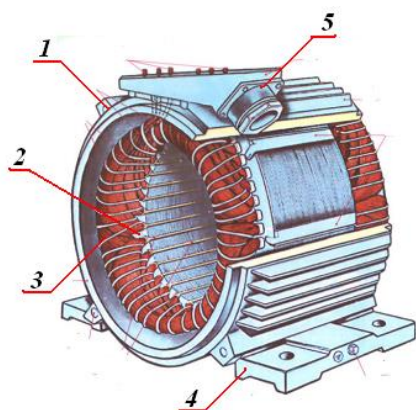
1. Asinxron mashinalar haqida umumiy tushunchalar.
2. Uch fazali asinxron dvigatelning tuzilishi.
3. Asinxron motorning ishlash printsipti
4. Asinxron mashinaning ishlash rejimlari
5. Asinxron dvigatel chulg'amlarining elektr yurituvchi kuchlari
6. Asinxron mashinaning stator chulg'amlari
7. Asinxron 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 printsipti magnit maydoniga kiritilgan tokli simning shu maydon bilan o'zaro tahsiriga 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

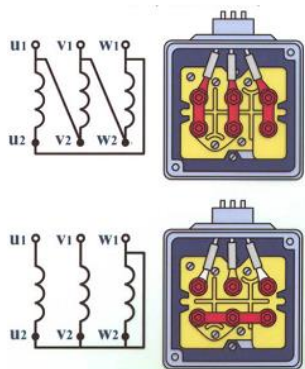


Uch fazali asinxron dvigatelning tuzilishi

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.

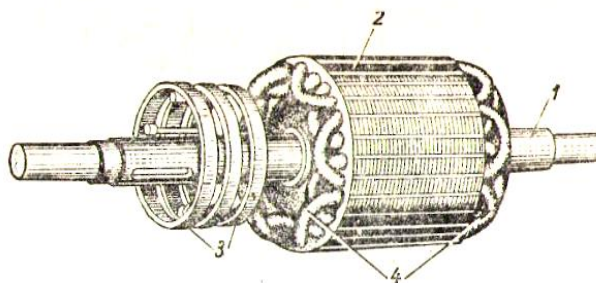
b) Faza rotorli asinxron dvigatel.

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 uchlarini birlashtiruvchi xalqalarni undan chiqarib olinsa «Olmaxon xalqasi» hosil bo'ladi. «Olmaxon xalqasi» ning sterjenlari rotorning qisqa tutashgan simlari, rotor esa **qisqa tutashgan rotor** deyiladi.



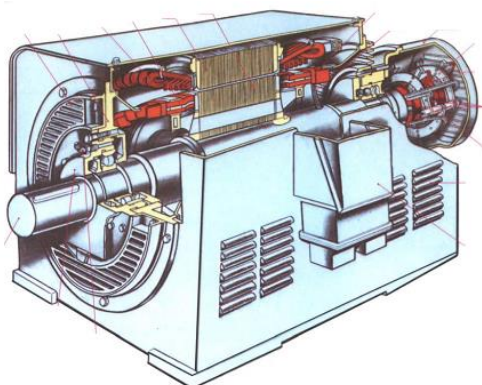
3-rasm. Qisqa tutashgan rotor

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 aylananda 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.



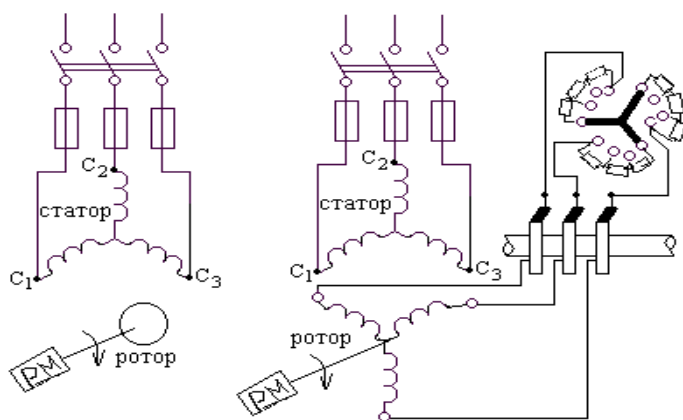
5-rasm. Faza rotorli asinxron dvigatelning umumiy ko'rinishi.

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'rnida 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 printsipi



Asinxron dvigatelning ishlash printsipi stator chulg'amlaridan uch fazali tok o'tganda, stator ichida aylanma magnit maydoni hosil bo'lishiga asoslangan. Asinxron dvigatelning ishlash printsipini 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) ma'lum 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.

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

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

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 rotoriga ta'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 $-\infty$ 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 rotori 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 ilgariidek 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 $+\infty$ 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 statordan 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 ($\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$) 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'aming EYuK E_1 tabiatan o'zinduksiya EYuK bo'lib, uning qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

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

bu yerda : k_1 - chulg'am koeffitsienti; W_1 - stator chulg'aming 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.

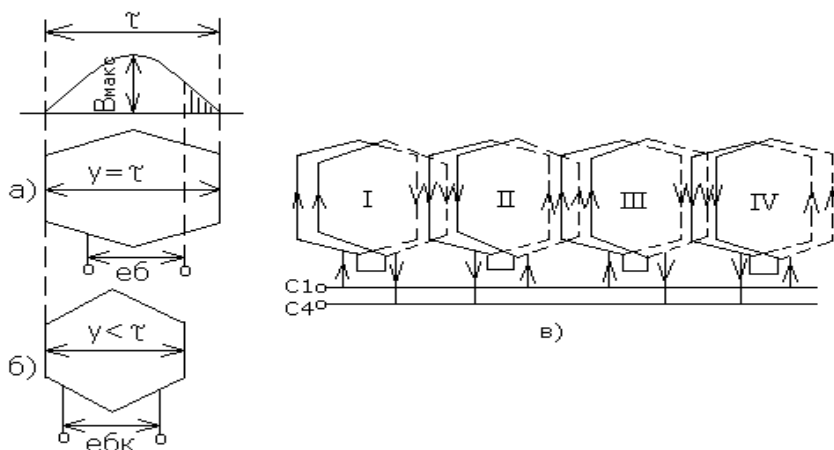
Asosiy magnit oqimi rotor chulg'ami (yoki qisqa tutashtirilgan simlari) bilan ham kesishadi va ularda ham EYuK E_2 hosil qiladi. Rotor chulg'amida hosil bo'ladigan EYuK quyidagicha aniqlanadi:

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

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°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 guruhlari (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 dvigatel 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_{s1}) sifatida yo'qoladi.

Stator chulg'amlarida elektrik isrof: $\Delta p_{s1} = m_1 I_1^2 \cdot R_1$ bilan aniqlanadi.

Tarmoqdan olingan quvvatning qolgan qismi magnit maydoni vositasida rotorga uzatiladi va bu quvvat **elektromagnit quvvat** (P_2) deyiladi. Elektromagnit quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$P_2 = P_1 - (\Delta p_{s1} + \Delta p_m)$$

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

$$\Delta p_{s2} = m_2 I_2^2 \cdot R_2 = m_2 (I_2')^2 \cdot R_2'$$

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: $P_2' = P_2 - \Delta p_{s2}$

Dvigatelning rotor chulg'amidan olinadigan quvvat:

$$P_2' = m_2 (I_2')^2 \cdot R_2' \left(\frac{1-s}{s} \right) = \Delta p_{s2} \left(\frac{1-s}{s} \right)$$

Bu ifodadalar P_2' ning qiymatini tenglasak, ya'ni: $\Delta p_{s2} \left(\frac{1-s}{s} \right) = P_2' - \Delta p_{s2}$

Bu ifodadan Δp_{s2} ni aniqlaymiz: $\Delta p_{s2} = P_2' \cdot s$

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 ($\Delta p_{k\u0304\u0304\u0304\u0304\u0304}$) 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: $P_2 = P_2' - (\Delta p_{mex} + \Delta p_{k\u0304\u0304\u0304\u0304\u0304})$

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:

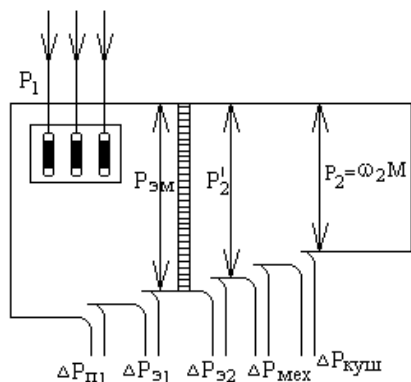
$$P_2 = P_1 - \sum \Delta p$$

$$\text{bunda: } \sum \Delta p = \Delta p_{n1} + \Delta p_{\text{э1}} + \Delta p_{\text{э2}} + \Delta p_{\text{мех}} + \Delta p_{\text{ёёё}}$$

bu yerda: $\sum \Delta p$ -dvigatelda isrof bo'ladigan quvvatlar yig'indisi.

Yuqoridagi mulohazalar asosida asinxron dvigatelning energetik diagrammasini qurish mumkin

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



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'zgarishligi; 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

$$\text{ifodalanadi: } M = \frac{P_{\text{э}}}{\omega_{1M}} \quad (1)$$

$$\text{bunda: } \omega_{1M} = \frac{2\pi n_1}{60} - \text{aylanma magnit maydonining burchak tezligi;}$$

$$n_1 - \text{sinxron tezlik.}$$

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

$$\omega_{1M} = \frac{2\pi f_1 60}{60p} = \frac{\omega_{1\text{э}}}{p} = \frac{2\pi f}{p} \quad (2)$$

Aylantiruvchi moment formulasini chiqarish uchun quyidagilarni qayta yozamiz:

$$\Delta p_{\text{э}} = P_{\text{э}} \cdot s; \quad P_{\text{э}} = \frac{m_1 I_2'^2 R_2'}{s}.$$

$$\text{U holda dvigatelning aylantiruvchi momenti: } M = \frac{P_{\text{э}}}{\omega_{1M}} = \frac{m_1 I_2'^2 R_2'}{\omega_{1M} s} \quad (3)$$

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

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

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

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

bu yerda U_1 - stator chulg'amining faza kuchlanishi.

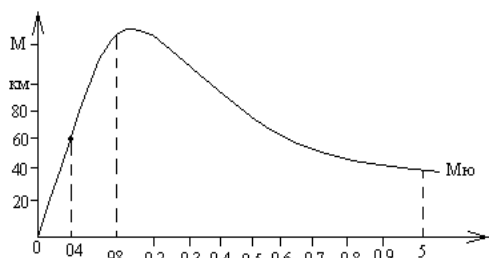
Demak, asinxron dvigatelning aylantiruvchi momenti stator chulg'amiga beriladigan tarmoq kuchlanishining kvadratiga to'g'ri proporsional, shuning uchun ham dvigatelning aylantiruvchi momenti tarmoq kuchlanishining o'zgarishi bilan o'zgarib turadi.

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:

$$M_{00} = \frac{m_1 p U_1^2 R_2'}{2\pi f_1 \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2 \cdot s \right]}$$

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'yibbu masala

xalqilinadivaso'ngra s_k qo'yidagicha aniqlanadi: $s_k = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$

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'aming aktiv qarshiligiga proporsional ekan. Qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlarda 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_o dan iborat bo'ladi. Agar tarmoq kuchlanishi o'zgarmas 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

$$M = \frac{2M_{\max}(1+q)}{s} \quad M = \frac{\frac{2M_{\max}(1+q)}{s}}{\frac{s}{s_{kp}} + \frac{s_{kp}}{s} + 2q} \quad M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_{kp}} + \frac{s_{kp}}{s}}$$

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

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:

$$I_{\text{ю}} \approx I'_2 = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (x_1 + x'_2)^2}}.$$

Har bir asinxron dvigatel uchun ishga tushirish tokining nominal tokka nisbati, ya'ni $\frac{I_{\text{ю}}}{I_{\text{H}}}$

ishga tushirish momentining nominal momentga nisbati, ya'ni $\frac{M_{\text{ю}}}{M_{\text{H}}}$ 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.

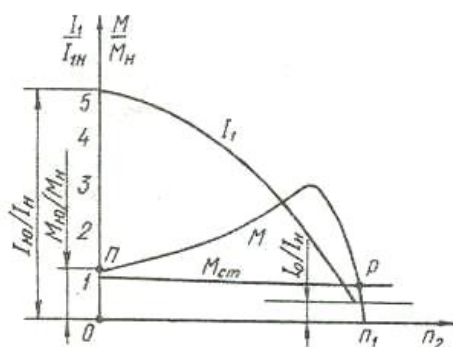
Kichik va o'rtacha quvvatli dvigatellar rubil'nik yoki magnitli yurgizgich yordamida to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab yurgiziladi, bu usul eng ko'p tarqalgan va oson usul hisoblanadi. Dvigatelning nominal toki:

$$I_{\text{H}} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{\text{H}} \cos \varphi \eta_{\text{H}}}$$

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:

$$I_{\text{ю}} = m I_{\text{H}} = (4 - 7) I_{\text{H}},$$

bu yerda: $m = \frac{I_{\text{ю}}}{I_{\text{H}}}$ - ishga tushirish tokining nominal tokdan necha marta kattaligini ko'rsatuvchi koeffitsient.

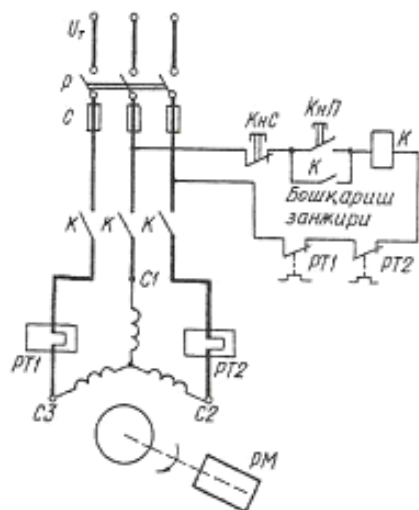


1-rasm

Rasmda II nuqta boshlang'ich (ishga tushirish) momentni ifodalaydi, aylantiruvchi moment P nuqtada statik moment bilan muvozanatlashadi, ya'ni $M \leq M_{st}$. 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

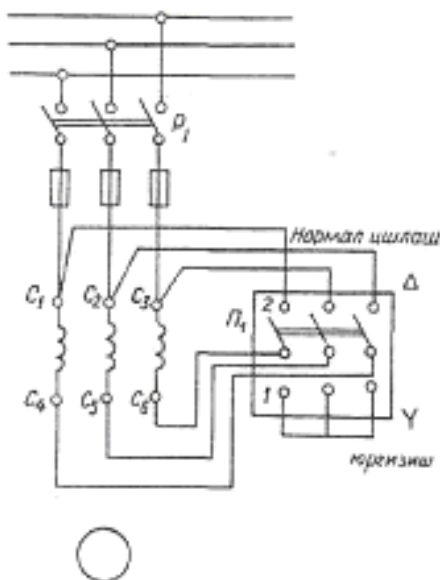
bo'ladi. Katta quvvatli dvigatel yurgizilayotganda kuchlanishning kamayishi shu tarmoqqa ulangan va ishlab turgan boshqa asinxron dvigatellar ishiga yomon ta'sir kdladi. CHunki, dvigatelning aylantiruvchi momenti tarmoq kuchlanishi kvadratiga to'g'ri proporsionaldir ($M = U_1^2$). SHuning uchun har qnday katta quvvatli asinxron dvigatelni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab ishga tushirish yaramaydi. Odatda, to'g'ridan-to'g'ri tarmoqda 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 tarmoq,ka 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'amalarini 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.



3-rasm

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' chakrnik bilan 2 vaziyatga o'tkaziladi. Bunda stator chulg'amlari uchburchak usulida ulanib qoladi va dvigatel normal sharoitda ishlaydi.

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-rubilnik yordamida tarmoqda ulanadi, bu vaqtda 2-rubilnik ochiq holatda bo'ladi. Stator chulg'amiga tok reaktor orqali o'tadi va uning induktiv qarshiligida (x_r) kuchlanish pasayadi ($I_1 x_r$). Stator chulg'amlariga pasaygan kuchlanish U_1^1 beriladi. U_1^1 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_1 dvigatelning tezligi ortgan sari avtomatik ravishda Ko'payib boradi. Dvigatel yurgizilgandan so'ng 2-rubilnik 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 momentning $(U_1^1/U_{1n})^2$ marta kamayishi bu usulning kamchiligi hisoblanadi. Turli dvigatellarni ishga tushirish uchun lozim bo'lgan qarshiligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$x_p = \frac{U_{1n}(1-K_p)}{K_p I_{10}},$$

bu yerda: U_{1n} — stator chulg'amining nominal faza kuchlanishi; I_{10}^1 — reaktor yordamida ishga tushirish toki; I_{10} — dvigatelni to'g'ridan-to'g'ri tarmoqqa ulab yurgizilgandagi ishga tushirish toki. Bu

$$k_p = \frac{I'_{10}}{I_{1n}}.$$

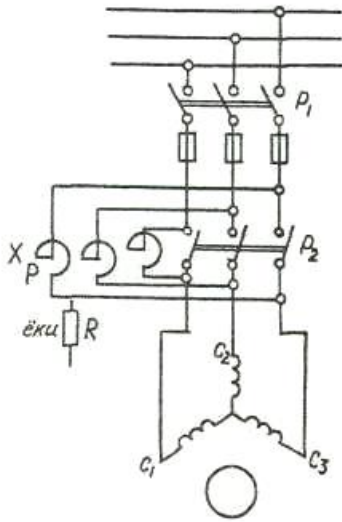
yerda

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

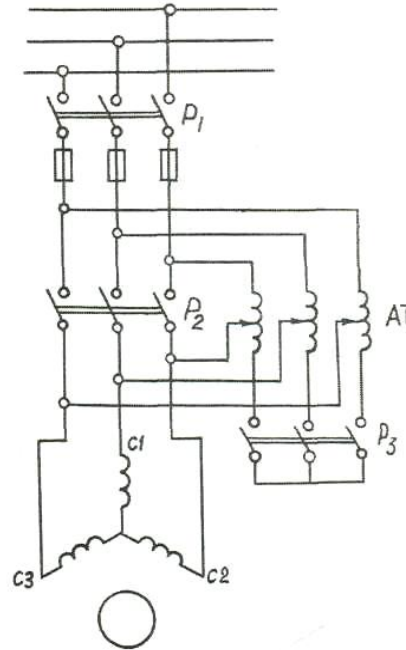
Asinxron dvigatelni avtotransformator yordamida tarmoq kuchlanishini pasaytirib ishga tushirish (5-rasm). Sxemada uchta rubilnik ishlatiladi. Dastlab avtotransformator chulg'amlarini yulduz usulida ulaydigan 3-rubilnik yopiladi, so'ngra uni tarmoqda ulaydigan 1-rubilnik ulanadi va dvigatelga pasaytirilgan 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 tarmoqda 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 $\frac{I_{\text{ro}}^1}{I_{\text{ro}}} = \frac{m}{K_a^2} = \frac{6}{\left(\frac{380}{220}\right)^2} = 2$. Demak, bu sharoitda dvigatel yurgizilganda uning

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



4-rasm



5-rasm

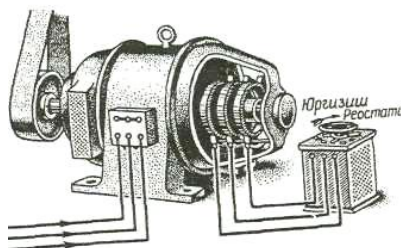
Dvigatelning rotorini aylanib ketgandan so'ng 3-rubil'nik uziladi. Bunda avtotransformator reaktiv qarshilikka aylanadi va stator chulg'amiga beriladigan kuchlanish bir oz ko'payadi. Nihoyat, 2-rubil'nik yopiladi va dvigatel tarmoqdan nominal kuchlanish olib ishlay boshlaydi. Avtotransformator yordamida 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 tashqi 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:

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

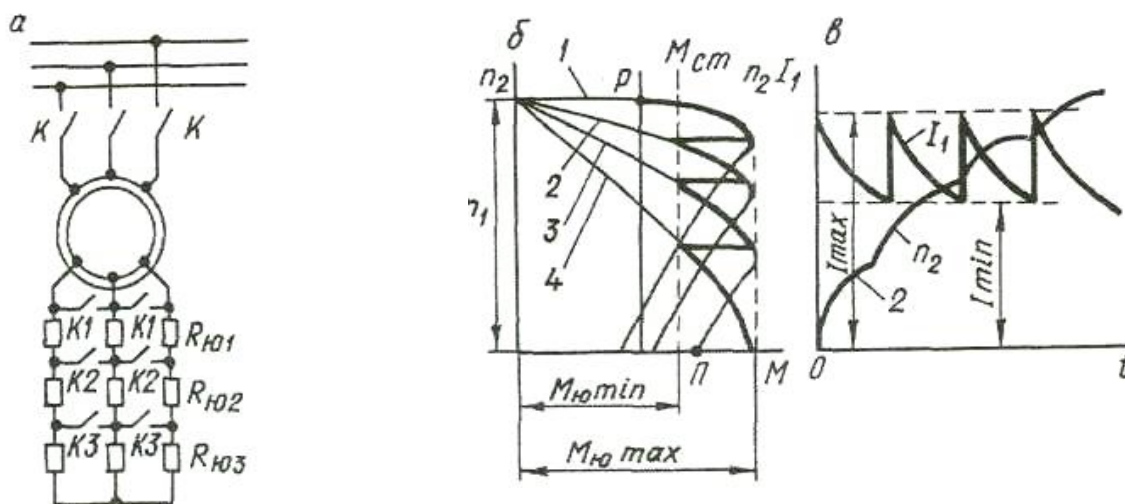


6-rasm

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 $R_{yu} = R_{yu1} + R_{yu2} + R_{yu3}$ ga teng bo'ladi, aylantiruvchi moment maksimal momentga teng bo'ladi ($M = M_{tax}$).

Dvigatelning aylanish chastotasi ortib borgani sari shlantiruvchi moment kamaya eoradi. $M = M_{yutp}$ 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 $R_{yu} = R_{yu1} + R_{yu2}$ ga teng bo'ladi. Moment yana $M = M_{yutp}$ gacha kamaya boradi; K2 kontakt yopiladi va dvigatel 2-xarakteristika bo'yicha ishlay boshlaydi, bunda ishga tushirish reostatining qarshiligi $R_{yu} = R_{yu1}$ 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 chiziqli buyicha o'sib boradi (7-rasm, v). Ishga tushirishning oxirida K1 kontakt yopiladi va reostatni sxemadan butunlay chiqaradi, rotor chulg'amlari qarshiliksiz tutashadi va dvigatel 1-tabi'iy 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.

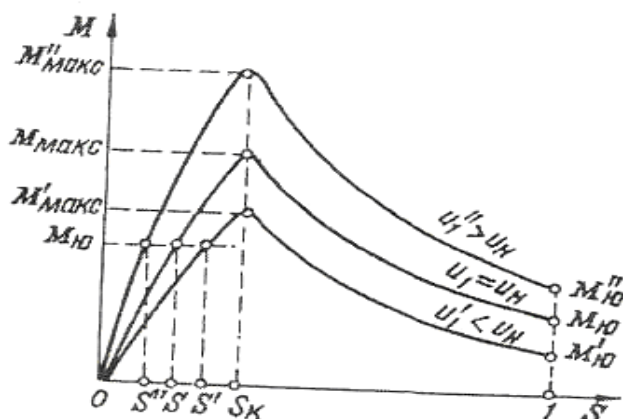
Yuqorida qisqa tutashtirilgan rotorli va faza rotorli asinxron dvigatellarni ishga tushirishning asosiy va maxsus usullari bilan tanishdik. Faza rotorli dvigatellar ham, qisqa tutashtirilgan rotorli dvigatellar ham ma'lum afzalliklarga va ma'lum kamchiliklarga ega. Amalda qisqa tutashtirilgan rotorli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



7-rasm

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

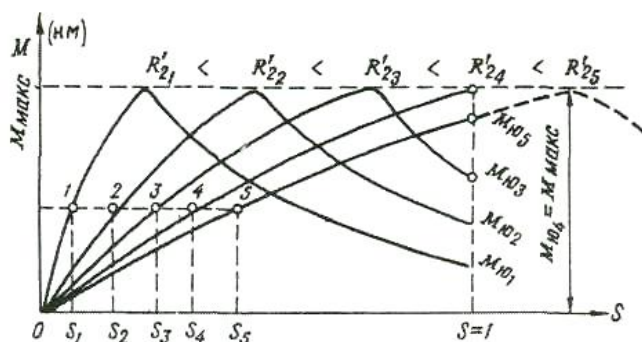
Xarakteristikaning moment o'qida yuklama momenti (M_n) ni belgilab olamiz va bu nuqtadan abstsissa o'qiga (OS) parallel chiziq. o'tkazamiz. Bu chiziqning xarakteristikalar bilan kesishgan nuqtalari dvigatel yuklamasi o'zgarmas bo'lganda

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 $U_1 = U_H$ bo'lganda (1- egri chiziq) va kuchlanishi $U_1 = 0,7 \cdot U_H$ 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'aminin 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'aminin aktiv qarshiligini oshirib yurgizish momentini maksimal momentga tenglashtirish mumkin (2-rasm, 4- xarakteristika). Lekin R_2^1 qarshilik R_{24}^1 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 xarakteristikalarni olish mumkin.

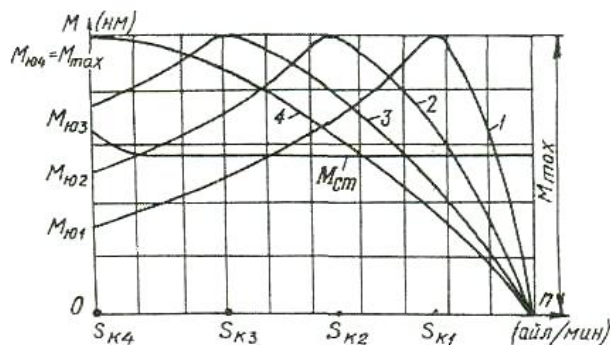


2-rasm

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 ta dvigatelning mexanik xarakteristikalari ko'rsatilgan. Bu xarakteristikalarning shakli bir-biriga o'xshamaydi.

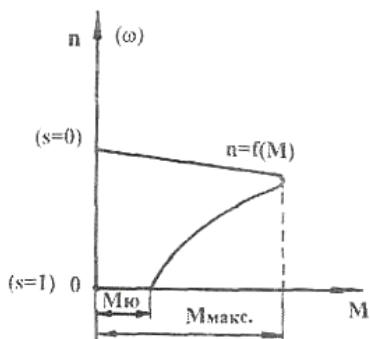
3-rasm



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

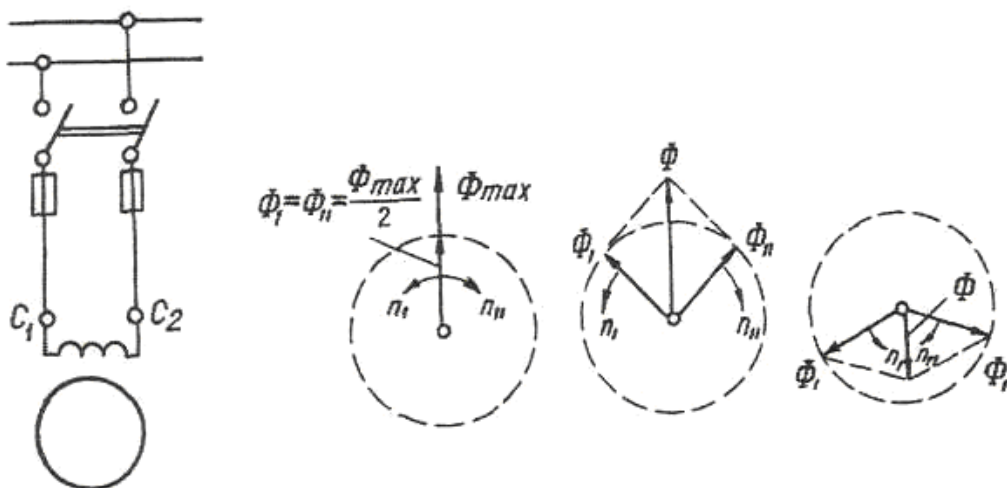
Reja:

1. Bir fazali asinxron dvigatellarning tuzilishi, ishlash printsipti va ishlatilishi
2. Bir fazali kondesatorli asinxron dvigatelъ

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 induksiya 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_1 va M_{11} 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: $M = M_1 - M_{11}$

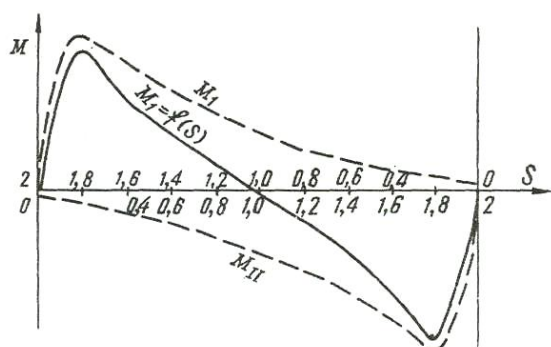
F_1 va F_{11} magnit oqimlar kuzalmas rotor chulg'amida o'zaro teng va bir-biriga nisbatan qarama-qarshi yo'nalgan Y_{e1} va Y_{e11} EYuK larni hosil qiladi. Bu EYuK lar o'z navbatida rotor chulg'amida I_{21} va I_{211} toklarni hosil qiladi. Bu sharoitda rotorga teng va qarama-qarshi yo'nalgan to'g'ri M_1 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, $s_t < s_2$ bo'ladi. Oldin aytib o'tilganidek, rotor tokining chastotasi uning sirpanishiga to'g'ri proporsional ($f_2 = f_1 - s_1$). $s_t < s_2$ 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:

$$s_1 = \frac{1500 - 1450}{1500} = 0,03; s_{11} = \frac{1500 - 1450}{1500} = 1696 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

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'aming 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 $M = M_1 + M_{11}$ bo'ladi.

2-rasmda bir fazali dvigatel uchun $M = f(s)$ bog'lanish berilgan. Bu grafik $M_1 = f(s_1)$ va $M_{11} = f(s_{11})$ bog'lanishlar asosida qurilgan. Agar $s_1 = s_{11} = 1$ bo'lsa, M_1 va M_{11} 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.

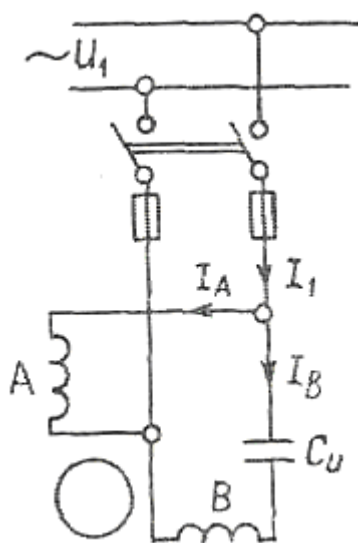
Bir fazali asinxron dvigatel tarmoqda ulanishi bilan ishga tushib ketishi uchun u maxsus yurgizish chulg'ami bilan ta'minlanadi. Ko'pincha bu chulg'am stator pazlarining bush qolgan 1/3 qismida joylashtiriladi. Bunda yurgizish chulg'amining magnitlovchi kuchi asosiy chulg'amning magnitlovchi kuchiga 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 rotori 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 kondesatorli 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.

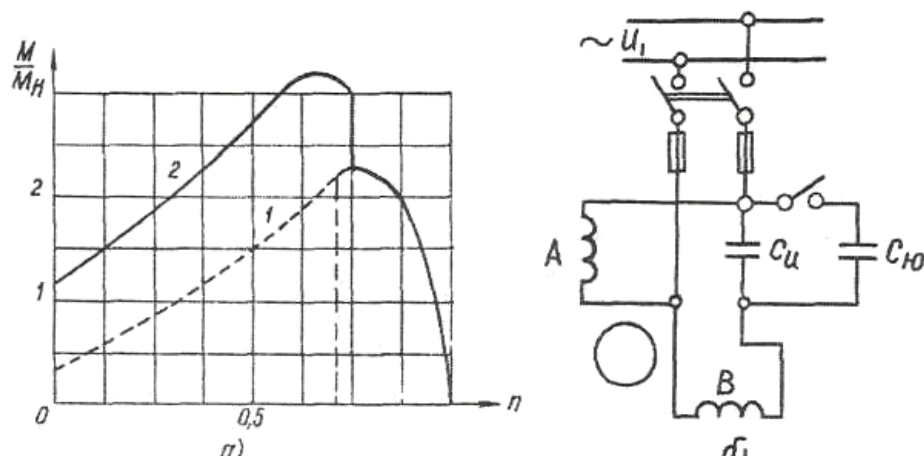


3-rasm

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 pul'slanuvchi maydon bilan ishlasa, kondensatorli dvigatel doiraviy (yoki o'nga yaqin) aylanma magnit maydoni bilan ishlaydi. Faza siljitish kondensator bilan amalga oshirilganda yurgizish chulg'amida kuchlanish: $U_{1y} = U_1 - U_c = U_1 + jI_{y0}x_s$ 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 dvigatellarning 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 statorda 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 proporsional bo'ladi:

$$f_1 = \frac{n_1 p}{60}$$

bunda: r - juft qutblar soni.

Mashina motor sifatida ishlaganda rotorning aylanish tezligi tarmoq kuchlanishining chastotasiga proporsional 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.

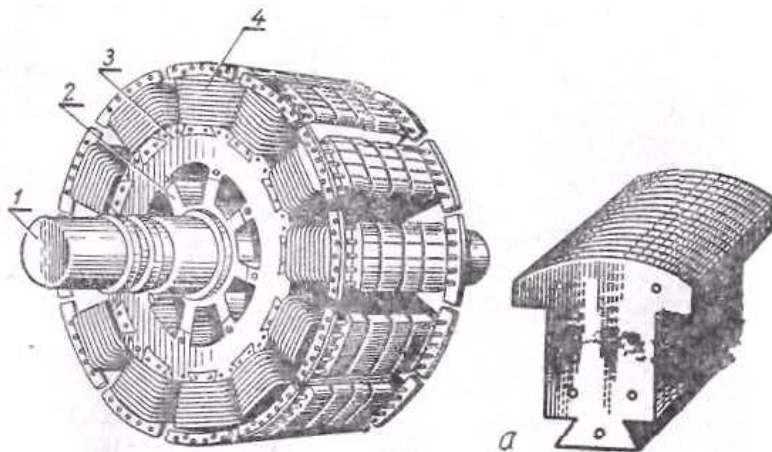
Sinxron mashinalarning tuzilishi va turlari.

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.

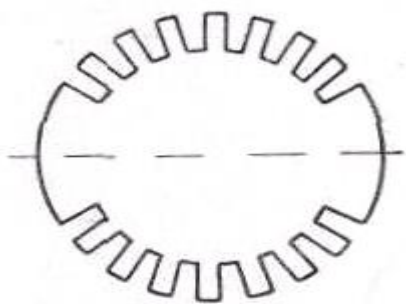


1-Rasm. Ayon qutbli rotor.

1-val; 2-gardish yulduzi; 3-rotor gardishi; 4- magnit qutbli va qo'zg'atish cho'lg'ami

Ayon qutbli rotor, asosan val va unga kiydirilgan rotor gardishi va shu gardishga maxkamlangan magnit qutblardan tizilgan. Magnit qutblari yoki qutb temir o'zagi maxsus po'latdan 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'zgarmas 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 izolttsiyalangan mis simdan o'raladi. Cho'lg'am uchlari halqa va cho'tkalar orqali mashinaning klemmlar qutisiga chiqariladi. Bu cho'lg'am o'zgarmas 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 ventelyator kabi qo'shimcha qismlar bo'ladi. Odatda, o'zgaruvchan tok mashinari o'zgarmas 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'zgarmas 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 bo'ladi.

Aylanuvchan yakorli sinxron mashinalar amalda kam ishlatiladi, chunki kuchlanish yuqori va tok kuchi katta bo'lganda yakor chulg'omini 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 klemmalariga 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 generatoring qo'zg'atuvchi cho'lg'aming tuki 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'lgamlarini kesib o'tadi va ularda e.yu.k. ni hosil qiladi. Agar rotor bilan stator orasidagi havo oraliqda magnit induktsiyasi 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:
$$e = BIV = B_M IV \cdot \sin w_t \quad (1)$$

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:
$$n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p}$$

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.

Gidroelektr stantsiyalarda 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 tsilindirlik rotor o'rnatiladi. Turbogeneratorlar ishlaganda uning rotoriga (ayanish 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 magnit 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'amining 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'amining 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'amining asosiy garmonikasi xisobga olinadi. Qo'zg'atish magnit maydonini asosiy garmonikasining amplitudasini V_{f1} . SHu maydonning xaqiqiy maksimal qiymatiga V_{fm} qo'zg'atish cho'lg'amining maydonini ko'rinishini formasi K_f deb

$$\text{ataladi: } K_f = \frac{B_f m_1}{B_{fm}}$$

Maydon koeffitsienti K_f quyidagi nisbatlardan $\delta w/\delta$, δ/τ va qutb yoyining koeffitsientiga bog'liq

$$\alpha = \frac{6\delta}{\tau}$$

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; Y_e qutb bo'linmasi.

Qo'zg'atish cho'lg'amining 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'amining o'ramlar soni va i_l -qo'zg'atish toki

$$\text{Qo'zg'atish magnit maydonining amplitudasi } B_f m_1 = k_1 B_{fm} = \frac{M_o}{K_\infty K_\mu d_\infty} \cdot F_f k_f$$

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

$$\text{Yuqoridagilarga asosan: } B_f m_1 = \frac{M_o}{K_\infty K_\mu d_\infty} \cdot \frac{w_f i_f}{2P} \cdot k_f$$

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

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'amining tarqalish koeffitsienti, yoki cho'lg'am koeffitsienti deb ataladi.

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

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

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

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 kidan o'zgacha usulda aniqlanadi.

Ma'ruza № 14

Sinxron genratorlarni ishga tushirish

Reja:

1. Yakor cho'lg'amining 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 nazaryasi, 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'amining 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'amining magnit maydoni deb ataladi. Bizga ma'lumki o'zgaras tok mashinalarining ko'ndalang yakor reaksiyasi mashinaning parametrlariga unchalik katta ta'sir ko'rsatmaydi, lekin sinxron mashinalarning yakor cho'lg'amining magnit maydoni asosiy magnit maydonga kuchli ta'sir ko'rsatadi va uning ko'rinishini o'zgartirib yuboradi. Yakor cho'lg'amining magnit maydonini qo'zg'atish cho'lg'amining 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.

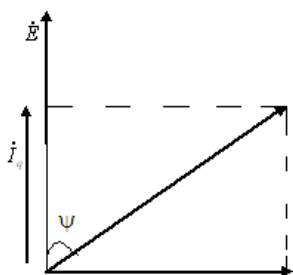
Sinxron mashinani bo'ylama yakor reaksiyasi asosiy maydonni kuchaytirishi va kuchsizlantirishi mumkin, ko'ndalang yakor reaksiyasi esa yakor cho'lg'amida ancha katta eyuk ni

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 Ye 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 Ye 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 parallel 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 I tashkil etuvchi* deb atalib yakor reaksiyasini ko'ndalang tashkil etuvchisini hosil qiladi. Bo'ylama tok yakorning I_d bo'ylama magnit yurituvchi kuchini hosil qiladi.

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

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

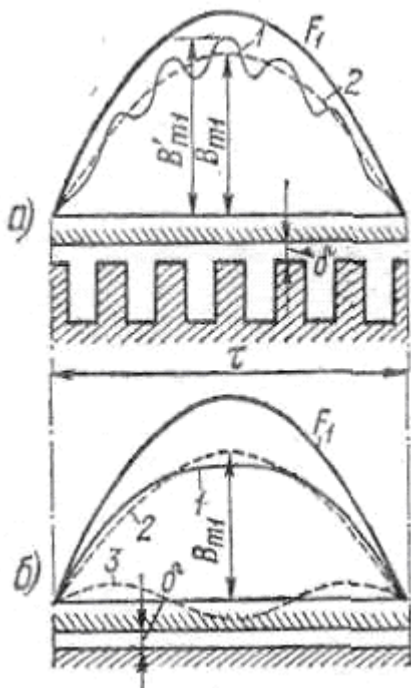
Magnit yurituvchi F_{ad} va F_{aq} kuchlar havo bo'shlig'ida magnit oqimning fazoviy sinusoidal to'liqlarini hosil qiladi.

$$B_{adm} = \frac{\mu_o}{K_\delta K_{\mu_d}} F_{ad}; \quad B_{aqm} = \frac{\mu_o}{K_\delta K_{\mu_q}} F_{aq}$$

Bu yerda K_{md} va K_{mq} lar mashinaning bo'ylama va ko'ndalang o'qlar bo'yicha to'yinish koeffitsientlari 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 magnit maydonini Fur'ye qatoriga yoyib barcha toq garmonikalarni aniqlash mumkin. O'qlar bo'yicha havo bo'shlig'ini xarakterini hisobga olish uchun magnit maydonni o'qlar bo'yicha formasini belgilovchi K_{ad} va K_{aq} koeffitsientlarni aniqlanadi.

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

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



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

a)-pazlar mavjud;

b)- magnit o'zak

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

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

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

$$\Phi_{ad} = \frac{\mu_0 \tau l_{\delta}}{K_{\delta} K_{\mu q} \delta} \frac{m \sqrt{2}}{\pi^2} \frac{W_1 K_{q1}}{p} K_{ad} I_d$$

$$\Phi_{ad} = \frac{\mu_0 \tau l_{\delta}}{K_{\delta} K_{\mu q} \delta} \frac{m \sqrt{2}}{\pi^2} \frac{W_1 K_{q1}}{p} K_{aq} I_q$$

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

Sinxron mashinaning yakor cho'lg'ami hosil qilgan F_{ad} va F_{aq} magnit oqimlar rotor bilan sinxron tezlikda aylanib yakor cho'lg'amida 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.

$$X_{ad} = 4mf_1 \frac{\mu_0 \tau l_{\delta}}{\pi K_{\mu d} K_{\delta} \delta} \frac{W_1^2 K_{q1}^2}{p} K_{ad}; \quad X_{aq} = 4mf_1 \frac{\mu_0 \tau l_{\delta}}{\pi K_{\mu q} K_{\delta} \delta} \frac{W_1^2 K_{q1}^2}{p} K_{aq}$$

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'amini sochilma ilashish oqimini $\psi_{\sigma a}$ ham bo'ylama d 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.

Yakor 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.

a) O'zgaruvchan EYuK ning qiymati va chastotasi oldindan belgi-langani standart qiymatga teng bo'lishi.

b) 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-tsenta aniqlanadi. 10 dan 1000 kVA gacha generatorlarda nominal kuchlanishda va generator salt ishlaganda bo'zish 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 $ye = B \cdot \sin \theta$.

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 gruppasining EYuK (E_g) butun q bo'laklarda hosil bo'lgan EYuK arifmetik yigindisiga teng bo'ladi. $E_g = E_6 \cdot q$

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

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: $E_g = \sum_{i=1}^q E\delta$

Vektor diogrammasiga asosan bir pazda birlashgan bo'laklar gruppasiga EYuK ($E_\delta \cdot q$) tarkalgan bo'laklar gruppasidagi EYuK (E_l) dan katta bo'ladi. Ularning nisbati $K_t = \frac{\sum_{i=1}^q}{E\delta \cdot q} L$ chulg'am tarqalish

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

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

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

Sinxronlovchi quvvat va moment

Elektr tarmoqi bilan parallel ishlab turgan sinxron gene-ratorning 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 $\frac{\Delta P_{\text{em}}}{\Delta \theta} > 0$ 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 printsipi

Sinxron mashinalar generator hamda motor sifatida ishlay oladi. Sinxron motor to'zilishi jixatidan sinxron generator dan 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, ya'ni 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 printsipi 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 printsipini 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 ishkalinishiga 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. $R_{gis} = Q_{gis}$

$$G \frac{t}{100} \left(\frac{B_{mak}}{1000} \right)^2$$

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.

$$R_v = \delta_v G \left(\frac{f \cdot B_{mak}}{100 \cdot 1000} \right)^2$$

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'aming 75⁰S 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 $\eta = \frac{P_2}{P_1} - \frac{P_1 - \sum P}{P_1}$ bilan aniqlanadi. Quyidagi ifodada

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

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

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

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 tejamli 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 180⁰ 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 gene-ratorlariga tegishli.

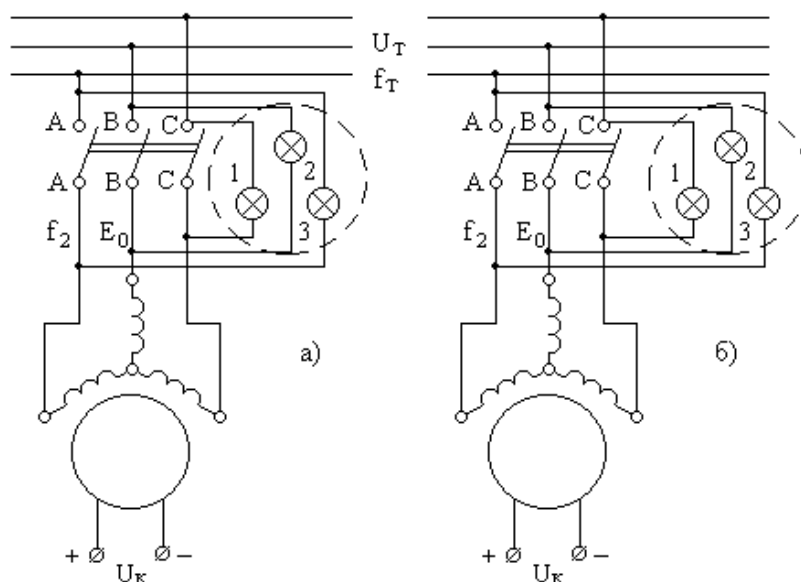
Parallel ulash shartlarining bajarilishi generatorni sin-xronlash deyiladi.

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 sinxronskop yordamida aniqlanadi. Eng oddiy sinxronskop 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, lam-palar yonmaydi shu vaktida chastotalar teng bo'lgan payt bo'ladi. Bu esa uzoq vaqt davom etmaydi. CHastotasi teng

bo'lmaganda esa kuchlanishlar 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 statorda 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 $\frac{M_{\text{эмммакс}}}{M_{\text{эном}}} = \frac{1}{\sin \theta} = 2,0 \div 2,5$ 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'zgatish toki I_q ortganda rotorning magnitlovchi kuchi ortadi, demak statorning magnitlovchi kuchi kamayadi. Sinxron motorning qo'zgatish 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.

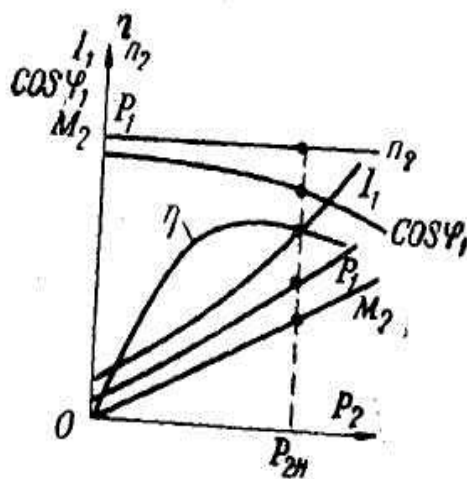
$$\text{Motor toki} \quad I_1 = \frac{P_1}{m_1 U_1 \cos \varphi_1}$$

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 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



I_1

ham

isrof

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.

Sinxron motor rotorining 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 inertsia 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 telikda 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 paralel ulashga o'xshaydi. Oldin motor rotorini sinxron tezlikkacha aylatiriladi 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 qutublarida 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'amda 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 paralel ulanganda undagi quvvat isrofi e'tiborga olinmasa, tarmoqdan olingan quvvatning qiymati 0 ga teng deyish mumkin. SHunday qilib istemolchiga sinxron kompensator paralel ulanganda elektr stantsiyalardagi ishlab turgan generatordan elektr uzatish

liniyalari orqali keladigan tokning qiymati kamayadi. Sinxron kompensator tamoqdan 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 printsipti bilan tanishish maqadida ayon qutbli sinxron mashinaning elektro magnit momenti formulasiga murojat qilamiz: $M_{em} =$

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

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. $M_{em} =$

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

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 yupqa 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.

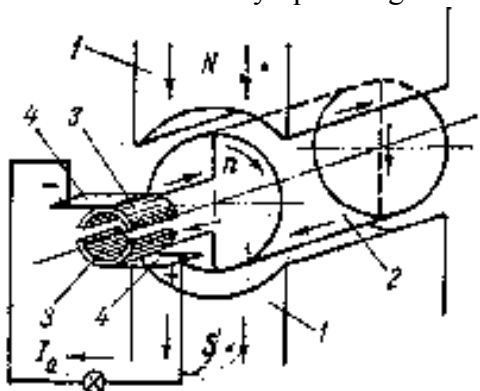
O'zgarmas tok mashinalarining asosiy qutblarini magnit o'zagi asosan qalinligi $0.5 \div 1$ mm bo'lgan elektrotexnik po'latdan yig'iladi ba'zi hollarda konstruktiv po'latlardan ham tayyorlanishi mumkin.

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

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 $0.35 \div 0.5 \text{ mm}$ 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, baozi 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 printsipi

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 xosil qilgan asosiy magnit maydon kuch chiziqlari bilan kesishgan yakor'

chulg'amlarida elektr yurituvchi kuch induktsiyalanadi. Yakor chulg'amidagi elektr yurituvchi kuchning yo'nalishi o'ng qo'l qoidasi yordamida aniqlanadi. Magnit maydon o'zgaras bo'lganligi sababli chulg'amdagi elektr yurituvchi kuch aylanish elektr yurituvchi kuchi deb ataladi. Yakor chulg'aming bitta o'tkazgichidagi elektr yurituvchi kuch

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

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

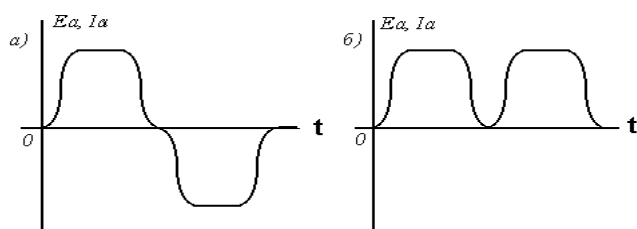
ℓ - o'tkazgichning uzunligi; $V = 2\pi r n$ - o'tkazgichning chiziqli tezligi.

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'aming 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'zgaras 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'zgaras 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'zgaras tok mashinasini ko'zg'atish va yakor chulg'ami o'zgaras tok manbaiga ulangan bulsin yoki qutb o'zaklari o'zgaras 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 induktsiyalaydi. Yakor chulg'amidagi kuchlanish yakor tokini hosil qiladi. Bu tok o'zining magnit oqimini hosil qiladi. Yakorning magnit oqimi bilan qo'zg'atish chulg'aming magnit oqimlarini o'zaro taosiri natijasida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi.



2 - rasm. Tok va elektr yurituvchi kuchni egri chiziqlari

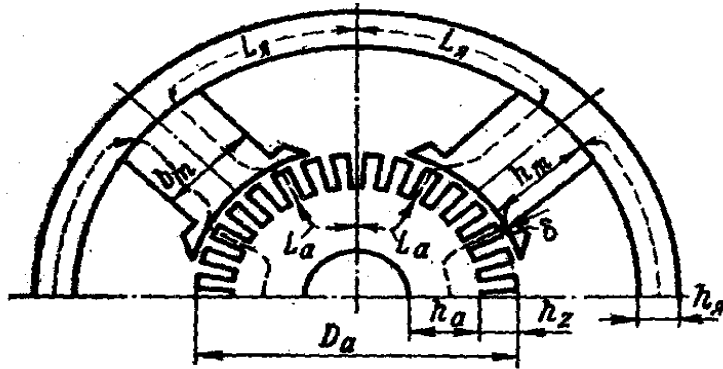
a) yakordagi, b) tashqi zanjirdagi

Agar bu moment valga qo'yilgan statik momentdan katta bo'lsa, yakor asta sekin aylana boshlaydi va ishlab chiqarish mexanizmini harakatlantiradi. O'zgaras tok mashinasining bu rejimi dvigatel rejimi deb ataladi. O'zgaras tok mashinasidan elektr energiyasini olish uchun yaoni generator rejimida ishlashi uchun uning valiga birlamchi dvigatel (elektr dvigatellar, ichki yonar dvigatellari va h.k.) yordamida

aylantiruvchi moment yaoni 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 induktsiyalaydi. 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'llash mumkin:

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

bu yerda, N - magnit maydon kuchlanganligi; $d\ell$ - magnit kuch chiziqlarini elementar uzunligi; Σi - 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.

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

bu yerda: $\delta, h_z, L_a, h_m, L_{ya}$ - lar havo bo'shlig'i, tishlar zonasi, yakor magnit o'zagi, asosiy qutb o'zagi va yarmodagi magnit kuch chiziqlarining o'rtacha uzunligi; $N_\delta, N_z, H_a, H_m, H_{ya}$ - 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 induksiyasi

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

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 induksiyasiga 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 induksiya

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

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'zagini 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 induksiyasini

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

bu yerda l_y - yarmoning yakor o'qi bo'yicha uzunligi; h_y - yarmoning balandligi.

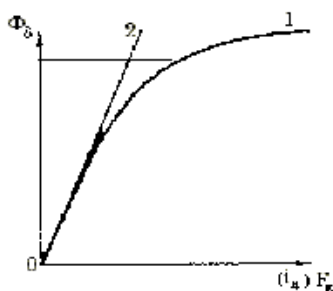
$$F_{ya} = H_{ya} L_{ya}$$

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

Mashinaning to'la magnitlovchi kuchi va magnit tavsifi

O'zgarmas 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'zgarmas 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'zgarmas tok mashinasining magnitlanish yoki magnit tavsifi deyiladi.

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

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

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'amini 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 ba'zi hollarda $K_\mu = 1.7 \div 2.2$.

Ma'ruza № 19

O'zgarmas tok mashinalarida yakor reaksiyasi

Reja:

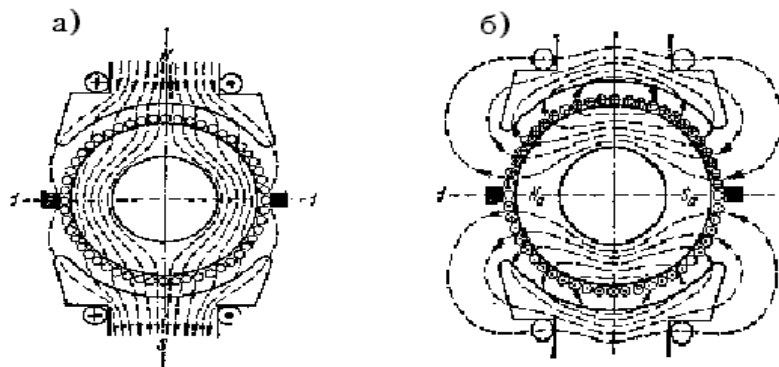
1. O'zgarmas tok mashinalarida yakor reaksiyasi
2. Yakor reaksiyasini xisoblash.
3. Kollektor plastinalari orasidagi kuchlanish.

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

O'zgarmas tok mashinalarida yakor reaksiyasi

Biz o'tgan mavzularda yakor chulg'ami orqali tok oqmagan ya'ni salt ishlash rejimi uchun o'zgarmas tok mashinasining havo bo'shlig'idagi magnit maydonni (1,a-rasm) ko'rib o'tgan edik. Agar yakor chulg'ami iste'molchiga 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'amining 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'zgarmas tok mashinasining umumiy maydonini hosil qilishar ekan.

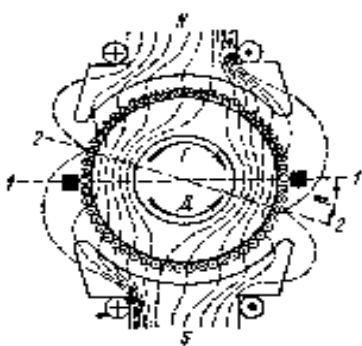
Yakor chulg'ami hosil qilgan magnit maydon qo'zg'atish chulg'ami hosil qilgan magnit maydonni ko'rinishini va kattaligini sezilarli darajada o'zgartiradi, bu holga o'zgarmas tok mashinasining yakor reaksiyasi deb ataladi. Yuqorida aytganimizdek, cho'tkalar kollektor yuzasida geometrik neytral chizig'ida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



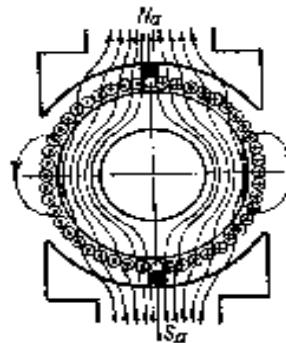
1-rasm. Qo'zg'atish chulg'aming (a) va yakorning (b) magnet maydonlari

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'zgaras 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 induksiyalaydi, 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'ylama 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'ylama yakor reaksiyasi deb ataladi. Yakor chulg'aming 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 induksiyalangan 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'ylama va ko'ndalang tashkil etuvchilarga bo'lib o'rganiladi.

Yakor reaksiyasini hisoblash

Yakor reaksiyasini hisoblashni soddalashtirish maqsadida quyidagi shartlarni qabul kilamiz:

1. Yakorning magnet o'zagini tashqi yuzasida pazlar yo'q;
2. Yakor chulg'aming o'tkazgichlari yakor yuzasida bir xil tarqalgan;

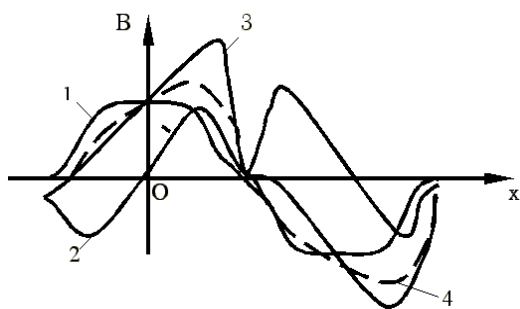
Yakor reaksiyasini hisoblash uchun ham magnit o'zakni hisoblashda qo'llanilgan to'la tok qonunidan foydalanamiz.

$$\oint Hdl = \sum i$$

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'zagining 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 induktsiyasini 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.



4-rasm. Mashinaning havo bo'shlig'idagi magnit maydonini ko'ndalang yakor reaksiyasi ta'sirida o'zgarishi

Baozi hollarda quvvati 30-40 kVt gacha va undan katta quvvatli mashinalarda yakor reaksiyasi taosirida qutb o'zagi ostidagi magnit maydonning yo'nalishi karama-qarshi tomonga o'zgarishi mumkin. Nominal quvvati 50 kVt dan katta elektr mashinalarda maydonning yo'nalishini o'zgarasligini taominlash uchun asosiy qutb o'zagining ikki chekkalaridagi havo bo'shlig'i kattalashtiriladi. Yakor reaksiyasini hisoblash uchun juda ko'p usullar tavsiya qilingan bo'lib, bulardan Kas'yanov V.T. va Petrov G.N lar tavsiya qilgan yuzalarni tenglashtirish usullari keng qo'llaniladi.

Kollektor plastinalari orasidagi kuchlanish

Yakor reaksiyasi baozi sharoitlarda elektr mashinaning ichki jarayonlarini buzilishiga olib keladi. Bulardan asosiysi yakor reaksiyasi taosirida mashinaning kollektor plastinalari orasidagi kuchlanishni ortib ketishi hisoblanadi. Yakor reaksiyasi kuchli taosir etmagan mashinalarda kollektor plastinalari orasidagi o'rtacha kuchlanish 18÷22 V dan ortib ketmasligi kerak. Yakor reaksiyasi taosirida havo bo'shlig'idagi magnit maydon qutb o'zagining bir qismida ortib ketadi va kollektor plastinalari orasidagi kuchlanish ham kattalashadi ($U_{kmax} \leq 30 \div 50B$)

$$U_{kmax} = \frac{2pU_n}{K} \cdot \frac{B_{\delta max}}{\alpha_{\delta} B_{\delta}}$$

bu yerda: $V_{\delta max}$ - eng katta induktsiya; V_{δ} - havo bo'shlig'idagi magnit maydon induktsiyasi; U_n - nominal kuchlanish; K - kollektor plastinalarining soni; $2r$ - qutblar soni; θ_{δ} - qutb o'zagining eni;

$\alpha_{\delta} = \frac{\theta_{\delta}}{\tau}$ - qutb bo'linmasining koeffitsienti.

Magnit maydon formasini o'zgarasligini va kollektor plastinalari orasidagi kuchlanishni belgilangan chegaradan ortib ketmasligini taominlash uchun o'zgaras tok mashinalarida kompensatsiyalovchi chulg'amlar qo'llaniladi. Kompensatsiyalovchi chulg'amlar hosil qilgan magnit maydon yordamida yakor reaksiyasini to'liq kompensatsiyalash mumkin.

Kompensatsiyalovchi chulg'am elektr mashinaning asosiy qutb o'zaklarini havo bo'shlig'iga yaqin qismida frezalanib, tayyorlangan pazlarga joylashtiriladi. Kompensatsiyalovchi chulg'am sektiylari bir-biri bilan ketma-ket ulanadi. Yakor reaksiyasi yakor toki taosirida hosil bo'lganligi

sababli uni kompensatsiyalash maqsadida qo'llanilayotgan kompensatsiyalovchi chulg'am cho'tkalar yordamida yakor chulg'amiga ketma-ket ulanadi.

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

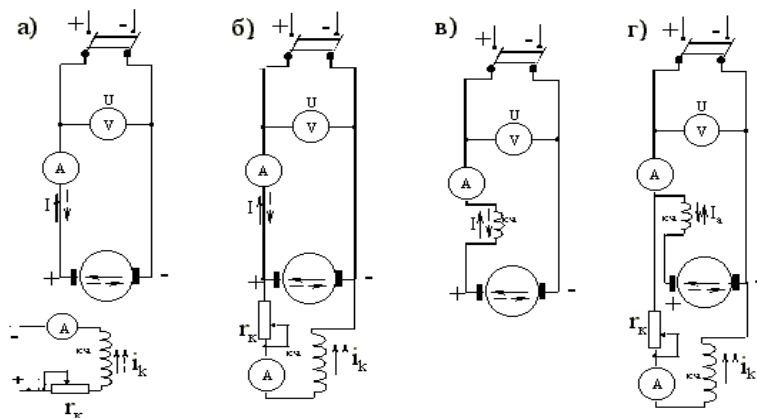
Ishlab chiqarish korxonalarida asosan o'zgaruvchan tok qo'llanilishiga qaramasdan O'zgaras tok generatorlari ham turli korxonalarda transportda va qurilmalarda hozirgacha qo'llanilmokda. Bunday hollarda o'zgaras tok generatorlarining yakorlari elektrodvigatellar, par turbinalari yoki ichki yonar dvigatellari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



1-rasm. Generator va dvigatellarning elektr sxemalari

a) mustaqil b) parallel v) ketma-ket g) aralash
o'z'atish chulg'amli

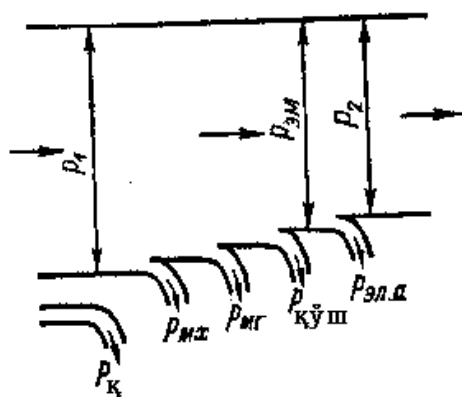
chulg'amli o'zgaras tok mashinalarining chulg'amli bir-biri bilan ko'pincha mos ulanadi.

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÷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

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'amli o'rnatiladi. Parallel va ketma-ket qo'zg'atish chulg'amli bir-biri bilan mos yoki qarama-qarshi ulanishi mumkin. Aralash qo'zg'atish

tok generatorlarining qo'zg'atish tokini o'zgar-tirish uchun qo'zg'atish zanjiriga reostat ulanadi. Ko'pincha katta quvvatli o'zgar-mas tok generatorlari mustaqil qo'zg'atish chulg'amli variantda tayyorlanadi.



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

Kichik va o'rtacha quvvatli o'zgar-mas tok mashinalari asosan parallel qo'zg'atish chulg'amli variantda tayyorlanadi. Ketma-ket qo'zg'atish chulg'amli o'zgar-mas tok mashinalari uncha keng tarqalmagan bo'lib, asosan transport mexanizmlarini 'arakatga keltirish mao'sadlarida foydalaniladi. Mustaqil qo'zg'atish chulg'amli o'zgar-mas tok generatorini energetik diagrammasi qo'yidagi ko'rinishda bo'ladi (2-rasm). Birlamchi dvigateldan generatorning valiga berilayotgan R_1 mexanik quvvatning mexanik R_{mx} , magnit 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'zgar-mas tok generatorlarining moment tenglamalari

O'zgar-mas tok generatorlaridagi quvvatni mexanik burchak tezlikga bo'lib, aylantiruvchi moment tenglamasini hosil qilamiz: $M_{ayl} = M_0 + M_{em}$

bu yerda: $M_{ayl} = R_1 / \Omega$ bo'lib, birlamchi dvigateldan generatorning valiga uzatilayotgan aylantiruvchi

moment $M_{em} = \frac{P_{\partial M}}{\Omega}$

M_{em} - yakorning elektromagnit momenti; M_0 - quvvat isroflariga proporsional bo'lgan salt ishlash momenti.

O'tish jarayonlarida o'zgar-mas 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'zgar-mas tok generatorlarining validagi moment

$$M_{ayl} = M_0 + M_{em} + M_{din}$$

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

O'zgar-mas tok generatorlarining kuchlanish tenglamasi

O'zgar-mas 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'zgar-mas 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.

Kommutatsiyani yaxshilash usullari

Reja:

1. O'zgarmas tok mashinalarda 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'zgarmas tok mashinalarda kommutatsiya jarayoni

O'zgarmas 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'zgarmas 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'zgarmas 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 sabablarlarga 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;

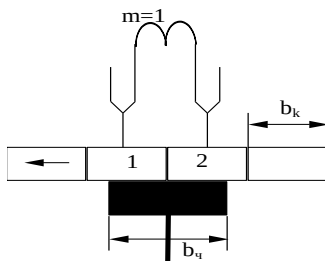
O'zgarmas tok elektr mashinalarining hamma ish rejimlarida bu klasslardan kollektor va cho'tkalar orasida 1 ; $1\frac{1}{4}$; $1\frac{1}{2}$; klasslardagi uchqunlanishlarni bo'lishi ruxsat etiladi. Qolgan klasslarda esa qisqa muddatli ishlashga ruxsat beriladi.

Kommutatsiya jarayoni turlari

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

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

bu yerda: θ_q - cho'tkaning eni; V_k - kollektorning aylanma tezligi.



1-rasm. Kommutatsiya davrini aniqlash

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:

$$ir_c + i_1(r_n + r_{u1}) - i_2(r_n + r_{u2}) = \sum e \quad \text{bu}$$

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

bu yerda i - kommutatsiyalanayotgan sektsiyadagi tok; i_1 va i_2 -lar sektsiyani kollektorga ulovchi o'tkazgichlardagi va kollektordagi toklar; $\sum e$ -kommutatsiya jarayonida ishtirok etayotgan sektsiyada

induksiyalangan o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchlarining yig'indisi; r_c, r_n, r_{q1}, r_{q2} - 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'zgarmas deb hisoblash mumkin, lekin cho'tkalarining aktiv qarshiliklari r_{q1}, r_{q2} 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'zgarmas 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'zgarmas 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_{bit} 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 umimlashtirilgan 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 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, umimlashtiradi 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(Nº1-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 «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 transformatsiyalash 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.

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 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 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 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.

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 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 «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 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.

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 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 «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 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», «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 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.

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 (№6-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 umumlashtirilgan xolda texnologiya bo'yicha olib borilishi to'g'risida ma'lum	1.1. Tinglaydilar, yozadilar.

	qiladi.. 1.2. Mavzuning asosiy tushunchalari bo'yicha blits-so'rov o'tqazadi va «sinxron mashina ishga tushirish», «ishlash printsiipi», «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.	
2 bosqich (5 min.)	Topshiriq tarqatadi. Olinadigan natijalarni aniqlaydi. Baholash kriteriylarini 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 kriteriylari 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 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.

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 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 «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 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.

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(Nº9-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 «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. 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.

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 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 «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 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.

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 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 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 «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. 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.

1.3.Laboratoriya mashg'uloti materiallari

Laboratoriya mashg'uloti - OUYu ta'limni tashkillashtirish shakli

Laboratoriya mashg'uloti - 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 mashg'uloti 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 mashg'ulotini 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 mashg'uloti shaklidagi mashg'ulotga o'tish o'zaro mulokot sxemasidan muloqotli xarakatga o'tishni, monologdan dialogga, dialogdan amaliy xarakatga o'tishni anglatadi.

Tayyorgarlik va Laboratoriya mashg'ulotini olib borish bir qator savollarga javob berishni talab etadi:

1. *Nima uchun?* - Vazifa va Laboratoriya mashg'ulotini olib borish umumiy qilib olganda ta'lim berish maqsadlariga mos bo'lishi kerak.

2. Laboratoriya mashg'uloti shaklida olib borish texnologiyasini *Qanday qilib?* - ishlab chiqish kerak

3. Laboratoriya mashg'uloti vaqtida muhokama qilish kerak bo'lgan, material mazmunida - *Nimani?* ishlab chiqish zarur.

4. Laboratoriya mashg'ulotini olib borish vaqtida, ya'ni hisobga olish muhim bo'lgan omillar- *Nimani hisobga olgan holda?* yelgilanishi zarur.

5. Laboratoriya mashg'ulotini 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 mashg'ulotlarni** ajratib ko'rsatish mumkin:

1) ta'limiy - asosan quyidagilarga yo'naltirilgan bo'ladi:

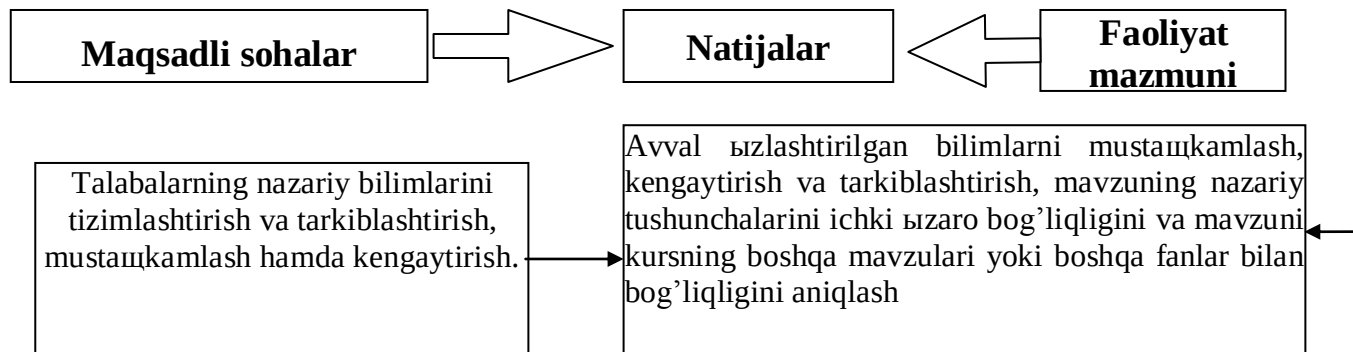
nazariy bilimlarni tartibga solish, faollashtirish yoki ularni mustaqil rivojlantirishga;

o'zlashtirilgan bilimlarni amaliy qo'llash ko'nikmalarini shakllantirishga.

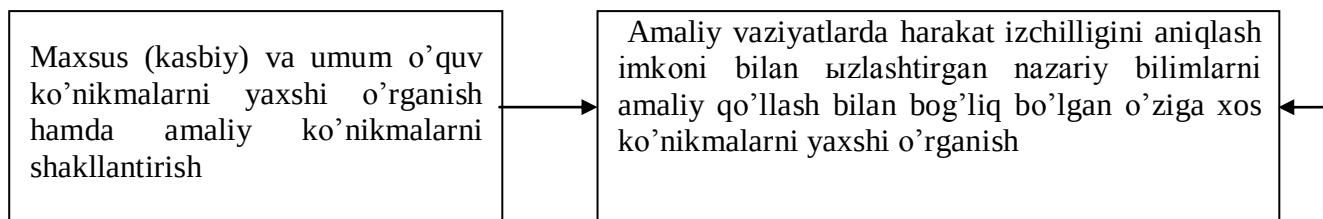
2) shakllantiruvchi-kasbiy taergarligi buyicha malaka va kunikmaga ega bulishi:

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	
talabalarning	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.



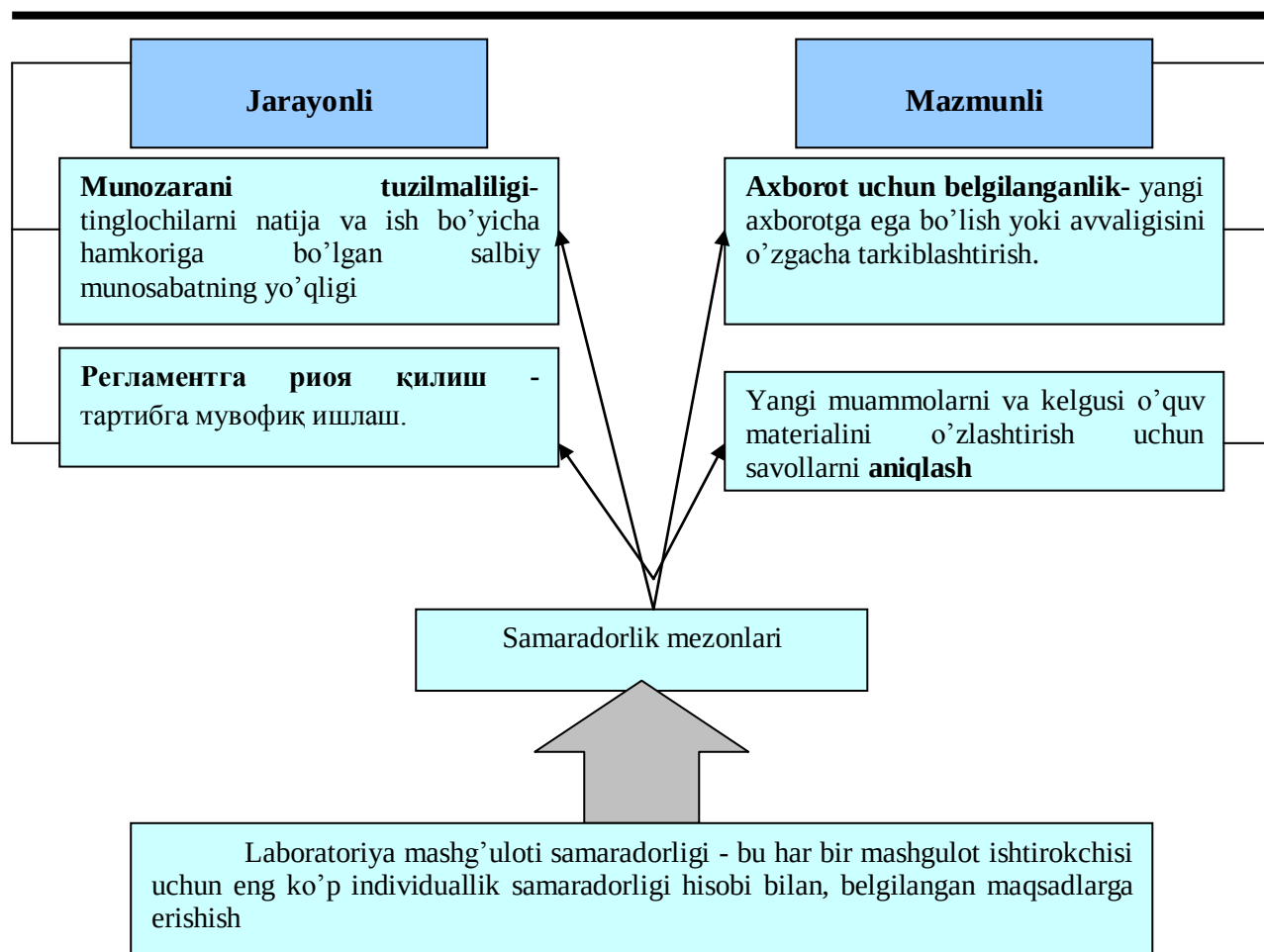
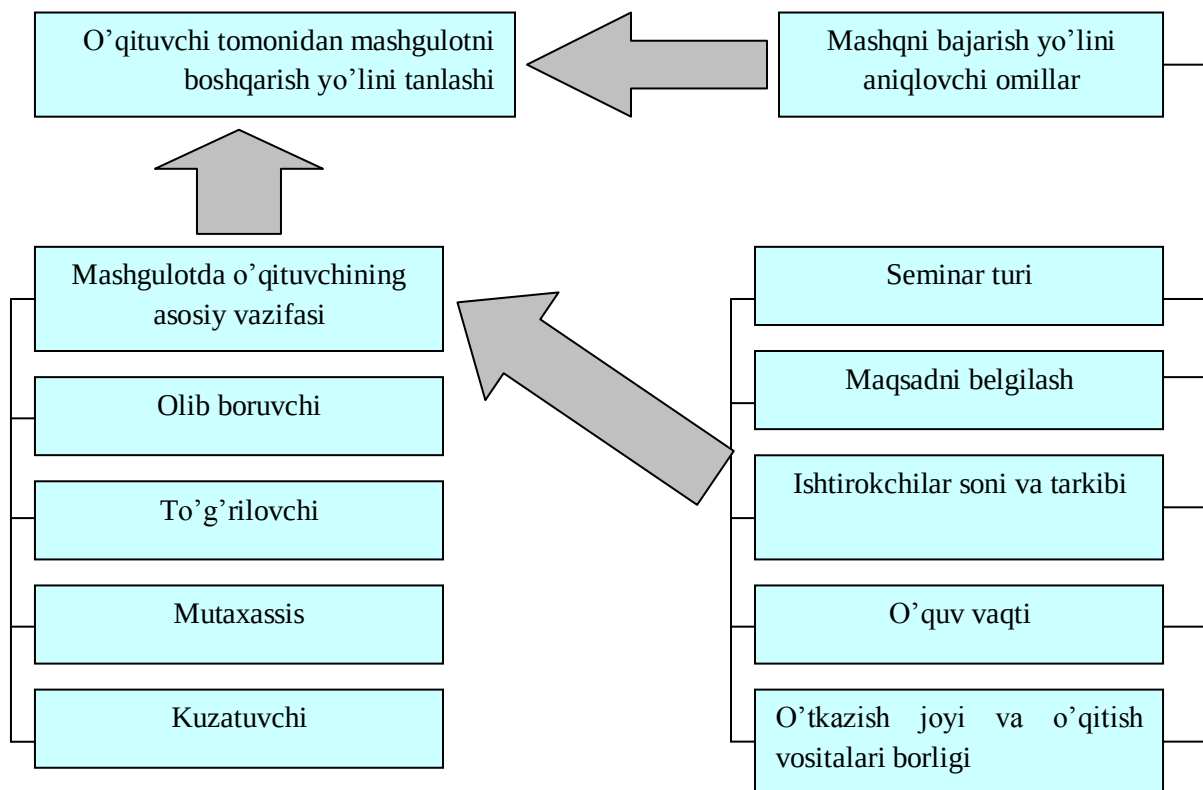
Faoliyat mazmuni	
talabalarning	o'qituvchining
Muammoli topshiriqlarni, keys-stadini yechish, o'rgatuvchi ıyınlarda ishtirok etish.	Referat/ma'ruzalar uchun mavzularni ifodalash
Topshiriqni yechish ııyıyicha mashq qilish.	Muhokama uchun savollarni ishlab chiqish

Talabalar bilim va ko'nikmalarini nazorat qilish

Talabalarning nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasini baholash

Faoliyat mazmuni	
talabalarning	o'qituvchining
Nazorat savollariga javob berish va nazorat topshiriqlarini bajarish	Ma'lumotni harqiqiy bilishini, muammoni ifodaly olishini aloıııda nazariy ııolatlar ıırtasidagi qarama-qarshiliklarni topishni uddalashiga ıııljallangan savollar ıııplamini tuzish
Maxsus topshiriqlarni bajarish ııyıyicha mashqlar	Avvalgi mashg'ulotlardan talabaga ma'lum yechish izchilligini qillash talab etiladigan, maxsus topshiriqlarni ishlab chiqish yoki berilgan topshiriqlarni mustqil yechishning ıııllarini 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 mashg'ulotiga 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 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, 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 mashg'ulotida olingan natijalarni jamoaviy muhokama yo'lida o'tkazadi. 2.2. Laboratoriya mashg'ulotini tajriba usulida o'tkazishni tashkillashtiradi <i>Laboratoriya mashg'ulotini 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

Faoliyat	
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

Faoliyat	
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
Laboratoriya mashg'ulotini yakunlash: 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:

- berilgan savolga javoblarni izlash va asoslash bo'yicha talabalarning fikrlash harakatlarini tashkillashtirish;
- javoblarning tanqidiy tahlil qilish, ularning kuchli va kuchsiz tomonlarini aniqlashni tashkillashtirish;
- 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: ...bo'yicha bilimlarni mustahkamlash, ... to'g'risida muammoli vazifalarni yechish malakalarini rivojlantirish</i>	
<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 laboratoriya 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. • transformsiya 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, nihufar guli, menyu, munozara, 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'rttdan 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÷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.Transformatorlarda quvvat isroflari formulasini aniqlash.

Ko'rsatma Transformatorlarda 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'zgalari 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 $s = 1$. Dvigatelъ 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 dvigatelъ sifatida ishlaydi.

Javob: Asinxron mashinaning asinxron dvigatelъ sifatida ishlashi

II. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

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 talabari, 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 talabalarining 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 shifrlarni 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. Mustaqil ta'lim mavzulari

Bir va uch fazali transformatorlarining magnit tizimlari.

Transformatorlarda quvvat isroflari va FIK.

Maxsus transformatorlar.

Sirtmoqsimon oddiy chulg'am.

Aralash sxemali chulg'amlar.

Transformatorlarning parallel ishlash shartlari.

Transformatorning yuklama rejimi.

Magnit zanjiri va uni xisoblash.

Elektr mashina kuchaytirgichlari.

Elektr motorning tormoz rejimlari.

Parallel qo'zg'otishli motor chastotasini rostlash usullari.

Asinxron motorning ish prinsipi va rejimlari.

Asinxron mashinadagi elektromagnit jarayonlar.

Asinxron motorning elektrodinamik tormozlanish rejimi.

Kuchlanish mo''tadillashtirgichi.

Statorning magnit maydoni.

Kontaktsiz sinxron motorlar.

O'zgarmas tok motorlarini ishga tushirish usullari va ularda bo'ladigan jarayonlar

Fanning rivojlanish tarixi, ishlab chiqarishdagi o'rni va uning istiqbollari.

Fanning boshqa fanlar bilan aloqasi va uni muxandis pedagog tayyorlashdagi o'rni.

Fan bo'yicha ilmiy-texnik yangiliklar.

Fanni oqitishda yangi pedagogik texnologiyalardan foydalanish.

Transformatorlarning asosiy qismlarning tuzilishi.

Bir va uch fazali transformatorlarining magnit tizimlari.

Uch fazali transformatorlarning salt ishlash rejimida bo'lgan elektromagnit jarayonlar.
 Uch fazali transformatorlarda hosil bo'ladigan EYuK lar va transformasiyalash koeffisienti.
 Uch fazali transformatorlarni chulg'amlarini ulanish guruhlarini aniqlash. Salt ishlash tajribasi, tavsiflari va parametrlari.
 Salt ishlash rejimi uchun almashtirish sxemasi
 Salt ishlash rejimi vektor diagrammasi.
 Ikki chulg'amli transformatorlarda qisqa tutashuv tajribasi.
 Transformatorlarda quvvat isroflari va FIK.
 Transformatorlarning asosiy tasniflari.
 Transformatorlarning parallel ximoyasi to'g'risida umumiy tushunchalar.
 Transformatorlarning parallel ishlash shartlari.
 Asinxron motorlar to'g'risida umumiy tushunchalar.
 Asinxron motorlarning tuzilishi.
 Asinxron motorning ish prinsipi va rejimlari
 Asinxron motorning salt ishlash tavsifi.
 Asinxron motorning qisqa tutashuv tavsifi.
 Quvvat isroflari va FIK.
 Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorni bir fazali tarmoqqa ulash.
 Asinxron motorining elektr yurutuvchi kuchi.
 Asinxron motorining mexanik tavsiflari to'g'risida umumiy tushunchalarga ega bo'ladi;
 Rotor chulg'ami parametrlarini stator chulg'ami parametrlariga keltirish o'rganadi;
 Asinxron motorini yurgizishni o'rganadi.
 Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorini ishga tushirish usullari
 Bir fazali asinxron motor.
 Faza rotorli asinxron motor.
 O'zgarmas tok motori.
 Tezligi o'zgartiriladigan qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor.
 Kondensatorli asinxron dvigatellar to'g'risida umumiy tushunchalarga ega bo'ladi
 Kondensatorli asinxron dvigatellarning afzalliklari.
 Transformatorlarning parallel ximoyasi to'g'risida umumiy tushunchalar
 Transformatorlarning parallel ishlash shartlari.
 Asinxron motorlar to'g'risida umumiy tushunchalar
 Asinxron motorlarning tuzilishi
 Asinxron motorning ish prinsipi va rejimlari
 Asinxron motorning salt ishlash tavsifi
 Asinxron motorning qisqa tutashuv tavsifi.
 Quvvat isroflari va FIK.
 Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorni bir fazali tarmoqqa ulash.
 Asinxron motorining elektr yurutuvchi kuchi.
 Asinxron motorining mexanik tavsiflari to'g'risida umumiy tushunchalarga ega bo'ladi
 Rotor chulg'ami parametrlarini stator chulg'ami parametrlariga keltirish o'rganadi;
 Asinxron motorini yurgizishni o'rganadi.
 Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorini ishga tushirish usullari
 Bir fazali asinxron motor.
 Faza rotorli asinxron motor.
 O'zgarmas tok motori.
 Tezligi o'zgartiriladigan qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor.

I. Kurs loyixalashning vazifa va maqsadlari

Kurs loyixasi talabalarni Elektr mashinalari masalalarini yechishga, o'kish davomida olingan bilimlarini mustaxkamlashga, ma'lumotnoma kitoblar, yagona me'yorlar davlat andoza standartlari, tipik loyixalar bilan tanishuvga imkoniyat beradi.

Loyixada ishlab chiqilgan tizimni texnik-iqtisodiy asoslashga katta e'tibor beriladi. Bunda asosiy mezon bo'lib elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlash normal va avariya dan keyingi rejimlarda ishonchli ishlash hamda elektr yuklamalarining kelajakdagi o'sishini hisobga olish uchun xizmat kiladi.

Kurs loyixalashda fan va texnikaning Elektr mashinalari soxasidagi so'ngi yutuqlari hisobga olingan xolda yig'ma va tipik qurilmalar ishlatilishi lozim.

Kurs loyixalash davrida talaba mustaqil ishlashni, tashabuskorlikni, texnik hisoblar qilishni, turli sxemalar tuzishni o'rganadilar.

Kurs loyixasining maqsadi talabalarni mustakil ishlash qobiliyatini rivojlantirish, olgan nazariy bilimlarini qullashda Amaliy ko'nikmalar hosil qilish, bevosita ishlab chiqarishdagi real sharoitlarga mos texnik yechimlar qabul qilish va zamonaviy texnika va texnologiyalarni qulash ko'nikmalarini hosil qilishdir.

II. Kurs loyixasini tayyorlash va tashkil qilish.

Kurs loyixasi bajarish uchun asosiy baza bo'lib o'kuv rejasida ko'zda tutilgan fanlarni o'qitishda talabalar olgan bilimlar va malakaviy amaliyoti davrida yig'ilgan materiallar xizmat kiladi.

Loyixalash ob'ekti sifatida iste'molchilari o'rnatiladigan podstantsiyalarni umumiy quvvati 2500 kVt-dan kam bo'lmagan nimstantsiyalarni qabul qilinadi.

Loyixalash uchun berilganlar aniq sanoat korxonasida malakaviy amaliyoti davrida yig'iladi va ular quyidagilardan iborat.

1. Transformatorning texnologik jixozlar, elektr qurilmalari va turli kommunikatsiyalar ko'rsatilgan rejas
2. Transformatoridagi asosiy ko'rsatkichlari: kuchlanish, nominal quvvati, ish rejimi, ishonchlik buyicha kategoriyasi;
3. Transformatoridagi texnologik jarayon va transformatorlar uchun quyiladigan talablar;
4. Transformatorning muxit sharoiti.

Loyixalash oldidan talabaga loyixa raxbari bo'lgan o'qituvchi va kafedra mudiri qo'l qo'ygan topshiriq varaqasi beriladi. (1-ilova) Bu varaqada Elektr mashinalari sistemasi loyixalanayotgan transformator tug'risida asosiy materiallar va ishning bajarish grafigi keltiriladi.

Loyixalash davrida loyixa raxbari, loyixaning bulimlari buyicha amaliy darslar o'tkazadi va darsdan tashkari maslaxatlar beradi. Loyixa raxbari bajarilgan ishni yoki uni bir qismini tez-tez tekshirib turadi, talabaning bir etapni bajarganini tekshirib, kul kuyadi va keyingi etapni bajarishga ruxsat beradi. Loyixa tayyor bulgandan sung talaba kul kuyadi va raxbarga topshiradi. Raxbar tekshirib xatolarini tuzatilgandan keyin ximoyaga ruxsat beradi.

III. Loyixaning tuzulishi

Kurs loyixasida asosan sanoat korxonalarining transformatorlarini loyixasi ishlab chikiladi.

Loyixa tarkibi quyidagilardan iborat:

1. Kirish. Transformator texnologiyasi, elektr mashinalari talablar va hisoblash uchun berilganlar.
2. Transformatorning asosiy kattaliklarini xisoblash.
3. Transformatorning chulg'amlarini hisoblash
4. Qisqa tutashuv parametrlarini xisoblash.

5. Transformatorni magnit sistemalari hisobi
6. Transformatorning issiklik hisobi
7. Elektr mashinalar sxemasi (2-ilova)
8. Xulosa
9. Foydalanilgan adabiyotlar ruyxati

Kurs loyixasi tushuntirish xati va grafik qismlardan iborat bo'ladi.

Tushuntirish xatida topshirik varaqasi, barcha hisoblar, jadvallar, grafiklar, xulosa va adabiyotlar ruyxati keltiriladi.

Grafik qismi uchta varaqdan iborat:

- 1–varoq. Transformatorning asosiy ulchamlari;
- 2–varoq. Sterjen kesimini paketlarining o'lchovlari;
- 3– varoq. Elektr mashinalar sxemasi (2-ilova)

1 va 2 varaqlar– millimetrlri kogoza, 3–varoq vatman kogoza bajariladi.

IV. Kurs loyixasini bajarish.

Bu qismda loyixani bajarish tartibi, ishlatiladigan ifodalar bulimlar buyicha keltiriladi.

Kirish, transformator texnologiyasi, elektr mashina talablari va hisoblash uchun berilganlar qismida:

Transformator texnologiyasi xakida qisqa tushuncha yoziladi. Elektr mashinalar ishonchliligi buyicha kategoriyalari, elektr energiyasi sifatiga talablari va boshka talablar aniqlanadi va yoziladi.

Hisoblash uchun transformator turi, transformator kuvvati, fazalar soni, chastotasi, chulg'amdagi nominal kuchlanishlari, sxemasi va ulanish gruppalari qisqa tutashuv kuchlanishi, qisqa tutashuvdagi isroflar, salt ishlashdagi isrof, salt ishlashdagi toki berilgan (3-ilova)

Transformatorning asosiy kattaliklarini xisoblash, transformatorning chulg'amlarini hisoblash, qisqa tutashuv parametrlarini xisoblash, transformatorni magnit sistemalari hisobi, transformatorning issiklik hisobi qismlarida quyidagi hisoblash uchun berilgan formulalardan, jadvallardan va grafiklardan foydalanib hisob-kitob qilinadi.

Elektr mashinalar sxemasi qismida 2-ilovada keltirilgan mavzulardan olingan topshiriq varaqasidagi mavzusi yoritilib, sxemasi vatman qog'ozga chiziladi.

2. Asosiy elektr kattaliklarni hisoblash.

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 kuvvat, kVA; S' - bitta sterjendagi kuvvat, 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

$$\text{Bir fazali transformatorlar uchun nominal tok quyidagicha aniqlanadi: } I = \frac{S \cdot 10^3}{U}, \text{ A} \quad (3)$$

Bitta sterjendagi chulg'amlarning faza toklari uch fazali transformatorlarda quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\text{Yulduz va zigzag usulida ulanganda chulg'amdagi faza toklari } I_{\phi} = I, \text{ A} \quad (4)$$

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:

$$U_{\phi} = \frac{U}{\sqrt{3}}, \text{ V} \quad (6)$$

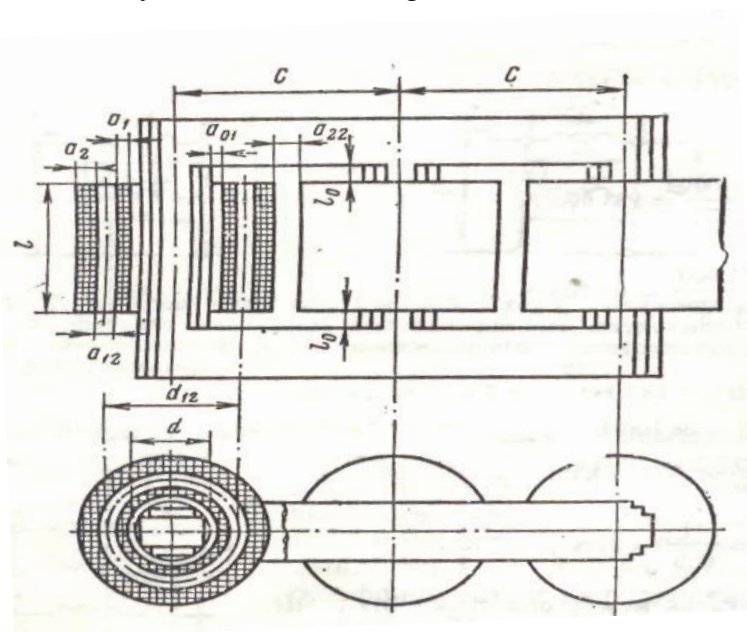
Uchburchak usulida ulanganda
$$U_{\phi} = U, \text{ V} \quad (7)$$

Bu yerda U -taaalluqli chulg'amlarning nominal kuchlanishlari

Chulg'amlar 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 chulg'ami 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-rasmda transformatorni asosiy o'lchamlari keltirilgan



1-rasm . Transformatorning asosiy ulchamlari

Transformator magnit tizimi asosiy tuzilishidir. Transformatorning aktiv qismi bo'lgan chulg'amlarining aktiv kesmi bilan aniqlanadigan magnitli sistemasini tanlash muximdir. Kesim shakli simmetrik ketma-ket shakldagi yassi sterjenlar sistemasidan iborat ikki chulg'amli transformatorni ko'rib chiqamiz. Bunday uch fazali transformator magnit sistemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.

Sterjenning ko'ndalang kesim diametri d asosiy o'lcham hisoblanadi. Transformatorning ikkinchi asosiy o'lchami uning chulg'amlarining balandligi l hisoblanadi. Odatda ikala chulg'amning balandligi bir xil bo'ladi. Agar l har xil bo'lsa uning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi. Transformatorning uchinchi asosiy o'lchami ikala chulg'amning o'rtacha diametri d_{12} yoki a_1 , a_2 chulg'amlarning 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 chulg'amlarni sinash kuchlanishlar $U_{BH\text{син}}$ uchun a_{12} , a_{22} , l_0 [5] 4.5-jadvaldan, past kuchlanishli chulg'amlarni sinash kuchlanishlar $U_{HH\text{син}}$ uchun a_{01} [5] 4.4-jadvaldan izolyatsiya masofalari tanlanadi.

Bunda a_{12} -birlamchi va ikkilamchi chulg'am orasidagi izolyatsiya masofasi, sm

a_{22} -ikki ko'shni faza chulg'amlari orasidagi masofa, sm

l_0 -yarmo bilan chulg'am orasidagi masofa, sm

a_{01} -sterjen bilan birlamchi chulg'am orasidagi izolyatsiya masofasi, sm

Ikala chulg'amni keltirilgan qarshiliklarini aniqlash: $\frac{a_1 + a_2}{3} = k \cdot \sqrt[4]{S'} \quad (8)$

bu yerda k -transformatorni quvvatiga S , chulg'amni metaliga, VN chulg'amni 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: $a_p = a_{12} + \frac{a_1 + a_2}{3}, \text{ sm} \quad (9)$

Qisqa tutashuv kuchlanishlarini aktiv tuzuvchilari quyidagi formula bilan aniqlanadi, %

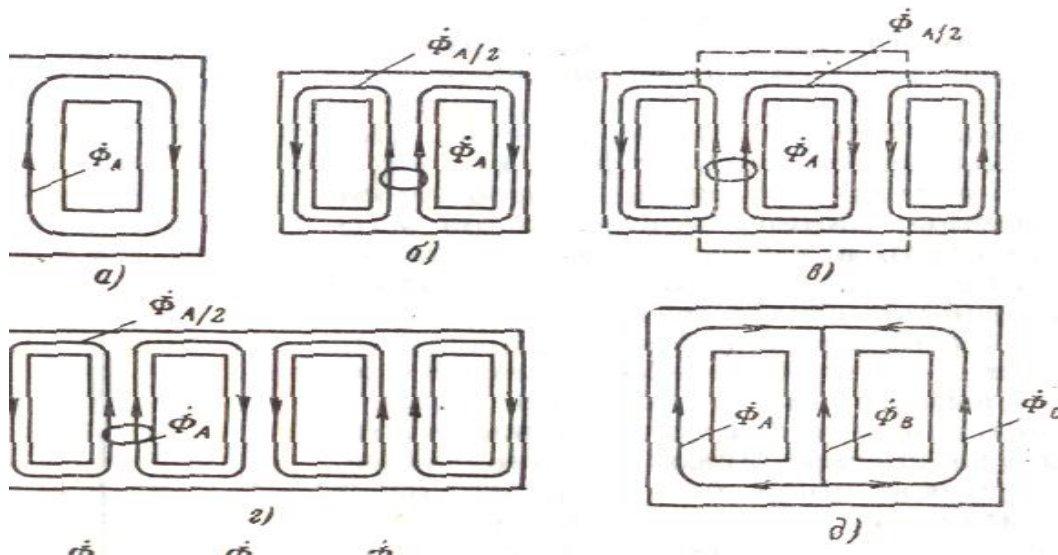
$$U_a = \frac{P_K}{10 \cdot S} \quad (10)$$

bu yerda P_K -qisqa tutashuvdagi quvvat isrofi, kVt; S -transformator quvvati, kVA

Qisqa tutashuv kuchlanishi U_K ni berilgan qiymatlarida reaktiv tuzuvchilarini aniqlash:

$$U_p = \sqrt{U_K^2 - U_a^2} \quad (11)$$

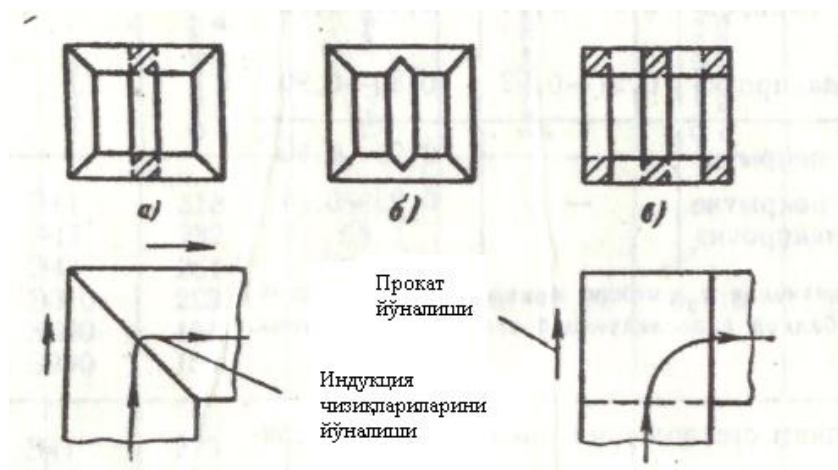
2 -rasmdan transformatorning magnit sistemasini, ya'ni o'zagini sxemasini tanlaymiz.



2-rasm Transformatorni magnit sistemasini, ya'ni o'zagini sxemasi

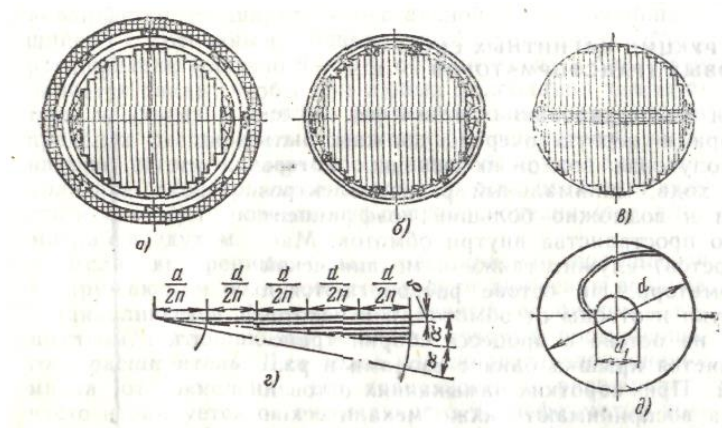
Bir fazali: a) sterjenli; b) bronli; v va g- qo'sh quvvat oqimli bronsterjenlar; d) sterjenli; E) bronsterjenli; j) bronli; z) yaxlit qoplama sterjenli

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; B) to'g'ri choklar

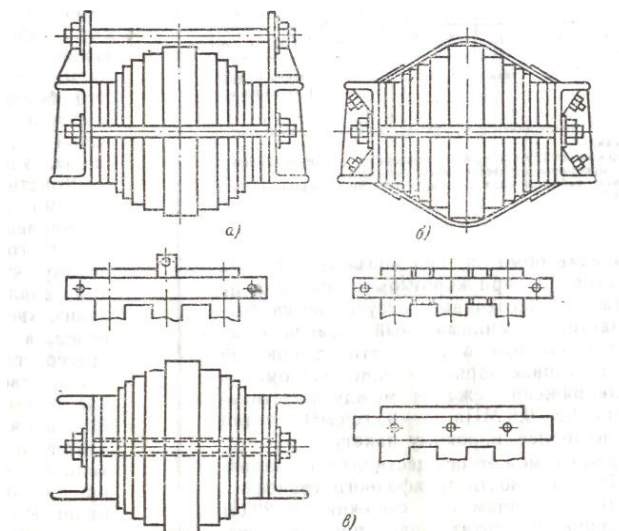
4- rasmdan sterjenni kesish va yig'ish usullarini tanlaymiz.



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; B) 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 shpilkalar bilan; b) po'lat yarimbandaj; B) orasidan o'tuvchi shpilkalar bilan. Sterjenning ko'ndalang kesim diametri d quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$d = 16 \cdot \sqrt[4]{\frac{S' \cdot \beta \cdot a_p \cdot k_p}{f \cdot U_p \cdot B_c^2 \cdot k_c^2}} \quad (12)$$

bu yerda B_c - sterjendagi induksiya, Tl [5] (2.9-jadval);

k_c -po'latning to'ldirish koeffitsienti $k_c = k_{kp} \cdot k_3$;

k_{kp} -aylanishning to'ldirish koeffitsienti [5] (2.1-jadval);

k_3 -issiqqa chidamli izolyatsion qoplamani [5] 2.6- jadvaldan tanlaymiz.

Yarmoni kuchaytirish koeffitsienti $k_y = 1,15 \div 1,02$. Yarmo induksiyasi $B_y = \frac{B_c}{k_y}$, 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)

$p_{\text{я}}$ -yarmoning 1 kg po'latidagi solishtirma isrofi, Bm/κ^2 [5] (8.4-jadval)

p_c -sterjen va $p_{\text{я}}$ -yarmoning 1 kg po'latidagi solishtirma isrofi B_c sterjendagi induksiya va $B_{\text{я}}$ 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; $B \cdot A/\text{cm}^2$

$q_{\text{я}}$ -yarmo po'latlari uchun solishtirma magnitlanuvchi quvvati $B_{\text{я}}$ yarmo induktsiyasiga qarab [5] 8.11-jadvaldan tanlanadi; $B \cdot A/\text{cm}^2$

q_3'' -to'g'ri chokli bo'shliqlardagi solishtirma magnitlanuvchi quvvati B_3'' to'g'ri chokli bo'shliklardagi induktsiyasiga qarab [5] (8.11)-jadvaldan tanlanadi; $B \cdot A/\text{cm}^2$

q_3' -to'g'ri chokli bo'shliqlardagi solishtirma magnitlanuvchi quvvati B_3' burchak chokli bo'shliklardagi induktsiyasiga qarab [5] (8.11)-jadvaldan tanlanadi; $B \cdot A/\text{cm}^2$

CHulg'amlardagi asosiy isroflarni qisqa tutashish isroflariga nisbatini hisoblovchi koeffitsienti k_o [5] (3.6-jadval) va mis yoki alyumin chulg'amlari uchun doimiy koeffitsientlar a [5] 3.4-jadval va ϵ [5] 3.5-jadvaldan topiladi. $k_p = 0,95$ -ideal maydon tarqalishini real xolatga bog'liq keltirilgan koeffitsient

β chulg'amlar balandligi bilan sterjen diametri orasidagi bog'likligi [5] (12.1-jadval)

Asosiy koeffitsientlarni hisoblash

Sterjenni ko'ndalang kesim diametri quyidagicha topiladi:

$$d = A \cdot x \quad (13)$$

bu yerda A -doimiy koeffitsient:
$$A = 16 \cdot \sqrt[4]{\frac{S' \cdot a_p \cdot k_p}{f \cdot U_p \cdot B_c^2 \cdot k_c^2}}$$
$$x = \sqrt[4]{\beta}$$

Sovuq ishlovda olingan po'lat uchun asosiy koeffitsientlar:

$$A_1 = 5,633 \cdot 10^4 \cdot A^3 \cdot a \cdot k_c, \text{ kg} \quad (14)$$

$$A_2 = 3,605 \cdot 10^4 \cdot A^2 \cdot l_0 \cdot k_c, \text{ kg} \quad (15)$$

$$B_1 = 2,40 \cdot 10^4 \cdot A^3 \cdot k_{\text{я}} \cdot k_c (a + b + e), \text{ kg} \quad (16)$$

$$B_2 = 2,40 \cdot 10^4 \cdot A^2 \cdot k_{\text{я}} \cdot k_c (a_{12} + a_{22}), \text{ kg} \quad (17)$$

Ko'ndalang kesimi to'g'ri burchak shakli yarmolar uchun $e = 0,398$, ko'ndalang kesimi ko'p pog'onali shakllidagi yarmolar uchun $e = 0,411$.

$$f = 50 \text{ Gts chastota uchun} \quad C_1 = K_0 \frac{S \cdot a^2}{k_o \cdot k_c^2 \cdot B_c \cdot U_a \cdot A^2} \quad (18)$$

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:

$$\sigma_p = M \cdot x^3, \text{ MPa} \quad (19)$$

Uch fazali transformatorning mis chulg'ami uchun

$$M_M = 0,244 \cdot 10^{-6} \cdot k_{\kappa,3}^2 \cdot k_\phi \cdot k_p \cdot \frac{P_\kappa}{a \cdot A}, \quad \text{MPa} \quad (20)$$

$$M_A = 0,1519 \cdot 10^{-6} \cdot k_{\kappa,3}^2 \cdot k_\phi \cdot k_p \cdot \frac{P_\kappa}{a \cdot A}, \quad \text{MPa} \quad (21)$$

$$k_{\kappa,3} = 1,41 \cdot \frac{100}{U_K} \left(1 + e^{-\frac{\pi \cdot U_a}{U_p}} \right)$$

Transformatorning aktiv qismlarini minimal qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$B = \frac{2}{3} \frac{A_2 + B_2}{B_1}, \quad (22)$$

$$C = \frac{A_1}{3B_1}, \quad (23)$$

$$D = \frac{2}{3} \frac{C_1}{B_1} k_{o,c} \cdot k_{u,p} \quad (24)$$

$k_{o,c}$ - [5] 3.7- jadvaldan quvvatiga qarab tanlanadi, $\frac{py\phi}{\kappa\epsilon}$; $k_{u,p} = 1,06$

$$x^5 + Bx^4 - Cx - D = 0 \quad (25)$$

tenglama tuziladi.

CHulg'amlardagi tok zichligini quyidagi ifodadan topish mumkin:

$$\Delta = \sqrt{\frac{k_\phi \cdot P_K}{K \cdot G_0}} \quad (26)$$

Tok zichligini ortishi chulg'amlarni issishini ko'payishiga olib keladi. SHuning uchun odatda moyli transformatorlarning mis chulg'amlarida $\Delta_M \leq 4,5 \frac{A}{MM^2}$, alyumin chulg'amlarda $\Delta_A \leq 2,7 \frac{A}{MM^2}$ (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.

Mis uchun $\Delta_M \leq 4,5 \sqrt{\frac{2,4 \cdot C_1}{k_\phi P_K}} \quad (27)$

Alyumin uchun $\Delta_A \leq 2,7 \sqrt{\frac{12,75 \cdot C_1}{k_\phi P_K}} \quad (28)$

(19) formuladan $x = \sqrt[3]{\frac{\sigma_p}{M}}$ ekanligini topamiz va mis uchun x ning qiymati $x \leq \sqrt[3]{\frac{60}{M_M}}$,

alyumin uchun $x \leq \sqrt[3]{\frac{25}{M_A}}$.

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) $d = A \cdot x$

- to'g'ri chok uchun Π_3'' kanal yuzasi sterjenning aktiv kesimiga teng:

$$\Pi_3'' = \Pi_c = 0,785 \cdot k_c \cdot A^2 \cdot x^2 \quad (30)$$

- egri chok uchun $\Pi_3' = \sqrt{2} \cdot \Pi_c = 1,11 \cdot k_c \cdot A^2 \cdot x^2 \quad (31)$

- chulg'amning o'rtacha diametri $d_{12} = a \cdot A \cdot x \quad (32)$

- chulg'amning balandligi, sm $l = \frac{\pi \cdot d_{12}}{\beta} \quad (33)$

- sterjen balandligi, sm $l_c = l + 2l_0$ (34)

- sterjenning o'qlari orasidagi masofa $C = d_{12} + a_{12} + bd + a_{22}$ (35)

- bitta o'ramning EYuK si $U_B = 4,44 \cdot f \cdot B_c \cdot \Pi_c \cdot 10^{-4}$ (36)

- sterjenlardagi po'lat massasi $G_c = \frac{A_1}{x} + A_2 x^2$ (37)

- yarmolardagi po'latning massasi $G_{\pi} = B_1 x^3 + B_2 x^2$ (38)

- po'latning umumiy og'irligi $G_{cm} = G_c + G_{\pi}$ (39)

- metal chulg'amning massasi $G_0 = \frac{C_1}{x^2}$ (40)

- mis chulg'am uchun tok zichligi $\Delta_M = 0,746 \cdot k_0 \frac{P_K \cdot U_B}{S \cdot d_{12}}$ (41)

- alyumin uchun $\Delta_A = 0,463 \cdot k_0 \frac{P_K \cdot U_B}{S \cdot d_{12}}$ (42)

bu yerda S - transformator quvvati, kVA

U_B - bitta o'ramning EYuK si, V

k_0 - koeffitsient

-aktiv qismlarini narxi (43)

$$C'_{a,y} = B_1 x^3 + (B_2 + A_2) x^2 + \frac{A_1}{x} + k_{o,c} + k_{u,p} \frac{C_1}{x^2}$$

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 $1,03 \cdot 1,03 = 1,06$; alyumin uchun $1,10 \cdot 1,03 = 1,13$ ga teng bo'lgan qiymatlarda olinadi.

Tannarxi va pul ko'rinishida $C_{a,y} = C'_{a,y} \cdot c_{cm} \cdot K_{cm} \cdot K_{omx}$ (44)

K_{cm} - transformator asosini tayyorlash narxini maxkamlovchi va boshqa materiallar narxini ish xaqini va boshqa sarflarni hisobga oluvchi koeffitsienti. Turli tipdagi transformatorlar uchun bu koeffitsientning qiymatlari po'latning markasiga qarab va bahosiga bog'liq holda [5] 1.11-jadvaldan olish mumkin;

K_{omx} - po'lat listlar uchun 1,25 o'ramli po'lat uchun $1,05 \div 1,06$ ga teng bo'lganda po'latni bichishdagi chiqindilarni hisobga olish koeffitsienti;

c_{cm} - po'latning narxi bo'yicha $\left(\frac{c_{\pi M}}{K_2} \right)$ yoki [5] 1.11-jadval bo'yicha baxosi.

Salt ishlashdagi isrof: $P_x = k'_0 (P_c \cdot G_c + P_{\pi} \cdot G_{\pi})$ (45)

bu yerda k'_0 - solishtirma sarf koeffitsienti; k_0 - 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'_0	1,0-1,01	1,02-1,05	1,05-1,10	1,10-1,15
Yarmoni pog'onali kesimi k''_0	1,0	1,0-1,02	1,03-1,05	1,05-1,07

Salt ishlash toki $i_{op} = \frac{Q_x}{10 \cdot S}$ (46)

Q_x - salt ishlashdagi magnitlashgan quvvat $Q_x = k''_0 (q_c \cdot G_c + q_{\pi} \cdot G_{\pi})$ (47)

k''_0 - oraliq va sterjenlar uchun magnitlanish quvvatini hisobga oluvchi koeffitsienti

2. CHulg'amlarni hisoblash

Past kuchlanishli chulg'amlarni hisoblash.

Past kuchlanishli chulg'amning bir fazasiga bo'lgan o'ramlar soni

$$\omega_1 = \frac{U_{\phi 1} \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_c \cdot \Pi_c} \quad (1)$$

Bitta o'ramning kuchlanishi $u_B = \frac{U_{\phi 1}}{\omega_1}$, V (2)

CHulg'amdagi toklarning o'rtacha zichligi, Δ_{cp}

Mis sim uchun $\Delta_{Mcp} = 0,746 \cdot k_o \frac{P_K \cdot u_B}{S \cdot d_{12}}, A/mm^2$ (3)

Alyumin sim uchun $\Delta_{Acp} = 0,463 \cdot k_o \frac{P_K \cdot u_B}{S \cdot d_{12}}, A/mm^2$ (4)

O'ram kesimining taxminiy qiymati, mm² $\Pi'_1 = \frac{I_{\phi 1}}{\Delta_{cp}}$ (5)

Transformator qavvati S , bitta sterjendagi toki $I_{\phi 1}$, chulg'amning past kuchlanishi U_{HH} va konstruktiv jixatdan uzluksiz katushka chulg'ami bo'yicha o'ram kesimi Π_1 ga asosan [5] 5.8-jadvaldan parallel chulg'am simlarni soni n_{B1} tanlaymiz. Radial kanalning o'lchamini boshlang'ich o'lchov sifatida $h_{K1} = 5$ mm deb olamiz.

Bir o'ramli yoki ikki o'ramli (ko'p o'ramli) chulg'amlarni tanlash bitta o'ram o'qli o'lchami (balandligi), sm quyidagi formula bilan aniqlanadi:

Bir o'ramli chulg'am uchun $h_{B1} = \frac{l}{\omega_1 + 4} - h_{K1}$ (6)

Ikki o'ramli chulg'am uchun $h_{B1} = \frac{l}{\omega_1 + 1} - h_{K1}$ (7)

CHulg'am simlarining o'lchamlarini quyidagicha tanlanadi:

$$\text{Параллель чулгам симларни сони} \times \frac{\text{Чулгам симларининг изоляцияланмаган холатидаги ўлчамлари}}{\text{Чулгам симларининг изоляцияланган холатидаги ўлчамлари}}$$

Yoki $n_{B1} \times \frac{a \times b}{a' \times b'}$

a - chulg'am simini eni, qo'shimcha yo'qotishlar 5% dan 20% gacha [5] 5.9-jadval

b - chulg'am simini bo'yi quyidagi formula bilan topiladi.

Mis chulg'am uchun $b \leq \frac{qk_3}{107 \cdot \Delta_{Mcp}^2}$ (8)

Alyumin chulg'am uchun $b \leq \frac{qk_3}{172 \cdot \Delta_{Acp}^2}$ (9)

Bu yerda q - chulg'am yuzasini atrofidagi qizishiga ketgan yo'qotishlar, $\frac{Bm}{M^2}$

Moy bilan tabiiy sovitish transformatorlarida $q \leq 1200 - 1400 \frac{Bm}{M^2}$, moy bilan sun'iy sovitish

transformatorlarida $q \leq 2000 - 2200 \frac{Bm}{M^2}$. Bu hisoblashda $k_3 = 1$ ga teng bo'ladi. k_3 - to'ldirish

koeffitsienti Elektr izolyatsiya qatlami 0,5 mm

a' va b' - chulg'am simining izolyatsiyalangan xolatidagi o'lchamlari

O'ramni to'la kesimi $\Pi_1 = n_{B1} \Pi'_1$ (10)

Bu yerda Π'_1 - bitta chulg'am simini kesimi [5] (5.2 -va 5.3-jadval).

Tok zichligi
$$\Delta_1 = \frac{I_{\phi 1}}{\Pi_1} \quad (11)$$

O'ramlar va o'ramlar orasida 39 radial kanallarni $h_{K1} = 0,5$ sm; 4 kanal o'rtacha balandligi $h_{K2} = 1$ sm dan deb olamiz.

Quritilgandan keyin proklatika presslanishini hisobga olib o'ramning to'liq balandligi:

$$l_1 = 2b'(\omega_1 + 1) + k(2\omega_1 - 3)h_{K1} + 4h_{K2} \quad (12)$$

Bitta sterjendagi g'altaklar soni
$$n_{kam1} = \frac{l \cdot 10^3}{b' + 4h_{K2}} \quad (13)$$

G'altaklardagi o'ramlar soni
$$\omega_{kam1} = \frac{\omega_1}{n_{kam1}} \quad (14)$$

CHulg'amni radial o'lchami
$$a_1 = \frac{n_{B1}}{2} \cdot a' \quad (15)$$

CHulg'amni ichki diametri
$$D'_1 = d + 2a_{01} \quad (16)$$

CHulg'amni tashqi diametri
$$D''_1 = D'_1 + 2a_1 \quad (17)$$

Sovitishni ustki qismi
$$\Pi_{01} = ck_3(D'_1 + D''_1) \cdot l_1 \quad (18)$$

Yuqori kuchlanishli chulg'amlarni hisoblash.

Yuqori kuchlanishli chulg'amning bir fazasiga bo'lgan o'ramlar soni:

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{U_{\phi 2}}{U_{\phi 1}} \quad (19)$$

O'ram kesimining taxminiy qiymati, mm²
$$\Pi'_2 = \frac{I_{\phi 2}}{\Delta_{cp}} \quad (20)$$

Transformator qavvati S , bitta sterjendagi toki $I_{\phi 2}$, chulg'amning past kuchlanishi U_{BH} va konstruktiv jixatdan uzluksiz katushka chulg'ami bo'yicha o'ram kesimi Π_2 ga asosan [5] 5.8-jadvaldan parallel chulg'am simlarni soni n_{B2} tanlaymiz.

$$\text{Сим марки} \times \text{Параллел чулгам симларни soni} \times \frac{\text{Чулгам симларининг изоляцияланмаган холатидаги ўлчамлари}}{\text{Чулгам симларининг изоляцияланган холатидаги ўлчамлари}}$$

Yoki
$$\text{Sim markasi} \times n_{B2} \times \frac{a \times b}{a' \times b'}$$

a - chulg'am simini eni, qo'shimcha yo'qotish lar 5% dan 20% gacha [5] (5.9-jadval)

b - chulg'am simini bo'yi quyidagi formula bilan topiladi.
$$b = \frac{\omega_2 \Pi'_2}{l \cdot k_{oc}}, \quad (21)$$

a' va b' - chulg'am simining izolyatsiyalangan xolatidagi o'lchamlari

O'ramni to'la kesimi
$$\Pi_2 = n_{B2} \Pi''_2 \quad (22)$$

Bu yerda Π''_2 - bitta chulg'am simini kesimi [5] (5.2- va 5.3-jadval).

Tok zichligi
$$\Delta_2 = 2\Delta_{cp} - \Delta_1 \quad (23)$$

Bitta sterjendagi g'altaklar soni
$$n_{kam2} = \frac{l \cdot 10^3}{b' + 4h_{K2}} \quad (24)$$

G'altaklardagi o'ramlar soni
$$\omega_{kam2} = \frac{\omega_2}{n_{kam2}} \quad (25)$$

Quritilgandan keyin proklatika presslanishini hisobga olib o'ramning to'liq balandligi:

$$l_2 = b' n_{kam2} + k(4h_{K2}(n_{kam2} - 2)) \quad (26)$$

k - koefitsient, $k = 0,94 \div 0,96$

Qatlamdagi o'ramlar soni
$$\omega_{K2} = \frac{l_2}{n_{B2} \cdot b'} - 1 \quad (27)$$

$$\text{CHulg'amdagi qatlam soni } n_{\kappa 2} = \frac{\omega_2}{\omega_{\kappa 2}} \quad (28)$$

$$\text{Ikki qatlamdagi ishchi kuchlanish } U_{\text{MK}} = 2\omega_{\kappa 2} u_B, \text{ V} \quad (29)$$

Ikki qatlamdagi ishchi kuchlanish U_{MK} ga asosan [5] 4.7-jadvaldan qatlamlar soni δ_{MKI} aniqlanadi
CHulg'amni radial o'lchami ekransiz ikkita katushka

$$a_2 = a'_{n_{\kappa 2}} + \delta_{\text{MKI}} (n_{\kappa 2} - 1) + a_{22} \quad (30)$$

$$\text{CHulg'amni radial o'lchami ekranli ikkita katushka } a'_2 = a_2 + 0,3 \quad (31)$$

Birlamchi va ikkilamchi chulg'amning kanalini izolyatsiya masofasi

$$a'_{12} = a_{12} + 0,3 \quad (32)$$

$$\text{CHulg'amni ichki diametri } D'_2 = D''_1 + 2a_{12} \quad (33)$$

$$\text{CHulg'amni tashqi diametri ekransiz } D'_2 = D'_2 + 2a_2 \quad (34)$$

$$\text{ekranli } D''_2 = D'_2 + 2a'_2 \quad (35)$$

$$\text{Sovitishni ustki qismi } \Pi_{02} = cnk\pi(D'_2 + D''_2) \cdot l_2 \cdot 10^{-4} \quad (36)$$

VN chulg'am uchun ikki katushka $n = 2, k = 0,8$

NN chulg'am uchun ikki katushka $n = 2, k = 0,75$

3. Qisqa tutashuv parametrlari hisobi CHulg'amlardagi asosiy isroflarni aniqlash.

Asosiy isrofni aniqlash uchun $P_{\text{acoc}} = I^2 R$ formuladan foydalanish mumkin. Ammo, amalda ushbu formulani hisoblashlar uchun o'zgartirilgan ko'rinishda qo'llaniladi. Tok I ni o'ramlar kesimiga nisbatan chulg'amdagi tok zichligini ifodasi $\Delta A / \text{mm}^2$ bilan almashtirib va $R = \frac{\rho \cdot l}{\Pi}$ qiymatini ochib, bu yerda ρ - simni solishtirma qarshiligi ($\text{MKOM} \cdot \text{M}$, ya'ni $\text{OM} \cdot \text{mm}^2 / \text{M}$); l - simni to'liq uzunligi, m;

$$\text{quyidagi ifodani olamiz. } P_{\text{acoc}} = \Delta^2 \cdot \Pi^2 \frac{\rho \cdot l}{\Pi} = \Delta^2 \cdot (\Pi \cdot l) \cdot \rho$$

$(\Pi \cdot l)$ - chulg'am simlarini hajmini tashkil etadi, sm^3 va tenglikni o'ng tomonini chulg'am metali zichligiga $\gamma_0, \text{kg} / \text{M}^3$ bo'lamiz va ko'paytiruvchi 10^6 $P_{\text{acoc}} = \Delta^2 \cdot (\Pi \cdot l \frac{\gamma_0}{10^6}) \cdot \rho \frac{10^6}{\gamma_0}$

Ushbu ifodada $(\Pi \cdot l \frac{\gamma_0}{10^6})$ ni chulg'am metali og'irligi G_0 bilan almashtirib va γ_0 ni real qiymatini va 75^0 xaroratdagi chulg'amni metalini solishtirma elektr qarshiligi ρ ni qo'yib $P_{\text{acoc}} = k \cdot \Delta^2 \cdot G_0 \quad (1)$

Mis sim uchun ($\gamma_M = 8900 \text{ kg} / \text{M}^3, \rho_{M75^0} = 0,02135 \text{ MKOM} \cdot \text{M}$)

$$\text{Past kuchlanishli chulg'ami uchun } P_{\text{Macoc1}} = 2,4 \cdot \Delta_1^2 \cdot G_{M1} \quad (2)$$

$$\text{Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun } P_{\text{Macoc2}} = 2,4 \cdot \Delta_2^2 \cdot G_{M2} \quad (2')$$

Alyumin sim uchun ($\gamma_A = 2700 \text{ kg} / \text{M}^3, \rho_{A75^0} = 0,0344 \text{ MKOM} \cdot \text{M}$)

$$\text{Past kuchlanishli chulg'ami uchun } P_{\text{Aacoc1}} = 12,75 \cdot \Delta_1^2 \cdot G_{A1} \quad (3)$$

$$\text{Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun } P_{\text{Aacoc2}} = 12,75 \cdot \Delta_2^2 \cdot G_{A2} \quad (3')$$

Δ - past va yuqori kuchlanishli chulg'amlarning tok zichligi, A / mm^2

Har bir chulg'amni metall og'irligini 6-rasmdan va

$$G_0 = c \cdot \pi \cdot D_{cp} \cdot \omega \cdot \Pi \cdot \gamma_0 \cdot 10^{-5} \quad \text{formulasidan topish mumkin.}$$

Bu yerda c -transformatorni aktiv sterjenlari soni;

D_{cp} -chulg'amni o'rtacha diametri, sm; ω -chulg'am o'ramlari soni;

P-o'ram kesimi, mm^2 π va γ_0 ni real qiymatini qo'yib

$$G_0 = k_\gamma \cdot c \cdot D_{cp} \cdot \omega \cdot \Pi \cdot 10^{-5} \quad (4)$$

Bu yerda $k_\gamma = \pi \cdot \gamma_0 \cdot 10^{-3}$

Mis sim uchun ($\gamma_M = 8900 \text{ } \frac{\text{K}^2}{\text{M}^3}$)

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $G_{M1} = 28 \cdot c \cdot D_{cp1} \cdot \omega_1 \cdot \Pi_1 \cdot 10^{-5} \quad (5)$

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $G_{M2} = 28 \cdot c \cdot D_{cp2} \cdot \omega_2 \cdot \Pi_2 \cdot 10^{-5} \quad (5')$

Alyumin sim uchun ($\gamma_A = 2700 \text{ } \frac{\text{K}^2}{\text{M}^3}$)

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $G_{A1} = 8,47 \cdot c \cdot D_{cp1} \cdot \omega_1 \cdot \Pi_1 \cdot 10^{-5} \quad (6)$

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $G_{A2} = 8,47 \cdot c \cdot D_{cp2} \cdot \omega_2 \cdot \Pi_2 \cdot 10^{-5} \quad (6')$

To'g'ri simdan iborat o'ram uchun o'rtacha koefitsient

$$k_o = 1 + 1,73\beta^2 \left(\frac{f}{\rho \cdot 10^4} \right)^2 a^4 (n^2 - 0,2) \quad (7)$$

Yumaloq sim uchun $k_o = 1 + 0,8\beta^2 \left(\frac{f}{\rho \cdot 10^4} \right)^2 d^4 (n^2 - 0,2) \quad (7')$

Bu ifodalarda β quyidagi formulalar bilan hisoblash mumkin:

To'g'ri sim uchun (7)

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $\beta_1 = \frac{bn_{kam1}}{l_1} k_p \quad (8)$

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $\beta_2 = \frac{bn_{kam2}}{l_2} k_p \quad (8')$

Yumaloq sim uchun (7')

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $\beta_1 = \frac{dn_{kam1}}{l_1} k_p \quad (9)$

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $\beta_2 = \frac{dn_{kam2}}{l_2} k_p \quad (9')$

Yakkalangan o'tkazgich uchun β va β' qiymatlari doimo birdan kichik bo'ladi.

(7)-(9) formulalarda:

f - tok chastotasi, Gts

ρ - o'ram metali solishtirma qarshiligi, $\text{MKOM} \cdot \text{M}$

n - sochilish maydoni magnit induktsiyasi yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan o'ram simlari soni

n_{kam} - sochilish maydoni magnit induktsiyasi yo'nalishiga parallel bo'lgan o'ram simlari soni a -

sochilish maydoni magnit induktsiyasi yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan o'ram simlari o'lchami

b - sochilish maydoni magnit induktsiyasi yo'nalishiga parallel bo'lgan o'ram simlari soni

l - parallel o'ram umumiy o'lchami

d - yumaloq sim diametri,

k_p - sochilish maydoni koefitsienti.

k_o ni aniqlashda a, b, d qiymatlarini sm larda ifodalanadi. Agar k_o qisqa tutashuv kuchlanishigacha hisoblansa kontsentik o'lchamlar uchun $k_p = 0,95$ deb olish mumkin.

Ba'zi hollarda 50 Gts chastotada mis va alyuminiy simlar uchun quyidagi formulalardan foydalanish mumkin. k_o qiymati tegishli chulg'amlar uchun aniqlanadi.

To'g'ri burchakli mis sim uchun ($\rho_{M75^0} = 0,02135 \text{ } \text{MKOM} \cdot \text{M}$) va $n \leq 2$

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{oM1} = 1 + 0,095\beta_1^2 a^4 (n^2 - 0,2) \quad (10)$

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{oM2} = 1 + 0,095\beta_2^2 a^4 (n^2 - 0,2) \quad (10')$

$n > 2$ uchun

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial M1} = 1 + 0,095\beta_1^2 a^4 n^2$ (11)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial M2} = 1 + 0,095\beta_2^2 a^4 n^2$ (11')

Yumaloq sim uchun $n > 2$

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial M1} = 1 + 0,095\beta_1^2 d^4 n^2$ (12)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial M2} = 1 + 0,095\beta_2^2 d^4 n^2$ (12')

To'g'ri burchakli alyumin sim uchun ($\rho_{A750} = 0,0344 \text{ } \mu\text{K} \cdot \text{O} \cdot \text{M} \cdot \text{M}$) va $n \leq 2$

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial A1} = 1 + 0,037\beta_1^2 a^4 (n^2 - 0,2)$ (13)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial A2} = 1 + 0,037\beta_2^2 a^4 (n^2 - 0,2)$ (13')

$n > 2$ uchun

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial A1} = 1 + 0,037\beta_1^2 a^4 n^2$ (14)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial A2} = 1 + 0,037\beta_2^2 a^4 n^2$ (14')

Yumaloq sim uchun $n > 2$

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial A1} = 1 + 0,17\beta_1^2 d^4 n^2$ (15)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $k_{\partial A2} = 1 + 0,17\beta_2^2 d^4 n^2$ (15')

O'tkazuvchilar kesimi o'rama kesimiga teng deb

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $\Pi_{\partial M1} \approx \Pi_{\partial M1}$ (16)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $\Pi_{\partial M2} \approx \Pi_{\partial M2}$ (16')

va yulduz ulash uchun ketgan simlarning umumiy uzunligi

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $l_{\partial M1} \approx 7,5l_1$ (17)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $l_{\partial M2} \approx 7,5l_2$ (17')

va uchburchak ulash uchun ketgan simlarning umumiy uzunligi

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $l_{\partial M1} \approx 14l_1$ (18)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $l_{\partial M2} \approx 14l_2$ (18')

O'tkazuvchi simlar massasini quyidagi formulalardan topish mumkin:

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $G_{\partial M1} = l_{\partial M1} \Pi_{\partial M1} \gamma \cdot 10^{-8}$ (19)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $G_{\partial M2} = l_{\partial M2} \Pi_{\partial M2} \gamma \cdot 10^{-8}$ (19')

Bu yerda $l_{\partial M}$, sm; $\Pi_{\partial M}$, mm²; γ - o'tkazgich metalining zichligi (mis sim uchun $\gamma_M = 8900 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, alyumin sim uchun $\gamma_A = 2700 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$).

O'tkazgichlarning asosiy sarfini quyidagi formula orqali topamiz.

Past kuchlanishli chulg'ami uchun $P_{\partial M1} = k \cdot \Delta_1^2 \cdot G_{\partial M1}$ (20)

Yuqori kuchlanishli chulg'ami uchun $P_{\partial M2} = k \cdot \Delta_2^2 \cdot G_{\partial M2}$ (20')

Bu yerda k o'tkazgich metaliga bog'liq holda (2) va (3) kabi qabul qilinadi.

Kuch transformatorlarida o'tkazgichlardagi isrof QT isrofi 5÷8% dan ko'p emas. O'tkazgichlarda qo'shimcha isrof 5% dan oshmaydi. SHuning uchun o'tkazgichlarni ma'lum uzunliklaridagi isrofini dastlabki hisobi (12) yoki (13) formulalar bo'yicha yetarli natija beradi va o'tkazgichlardagi qo'shimcha isrofini aniqlash shart emas.

Transformator tuzilishidagi ferromagnit qismlaridagi isrof QT isrofini hisoblash ma'lum soxalardagi quvvatlar uchun taxminiy usullardan foydalaniladi. 10÷63000 kVA quvvatli transformatorlar uchun bak o'lchami noma'lum bo'lganda o'ramni hisoblashda bakdagi va qismlardagi isrofini quyidagi formula orqali aniqlanadi. $P_{\partial} \approx 10 \cdot kS$ (21)

Bu yerda S - transformatorning to'la quvvati, kVA, k -koeffitsient, [5] (7.1-jadval)

Nominal kuchlanishlarni aktiv tashkil etuvchisini ifodalasak,

$$u_a = \frac{U_a}{U_H} \cdot 100 = \frac{r_K \cdot I_H}{U_H} 100$$

Surat va maxrajni fazalar soni m ga va nominal faza toki I_H ga ko'paytirib, har qanday fazali transformator uchun quyidagi formulani olamiz:

$$u_a = \frac{r_K \cdot I_H^2 \cdot m}{U_H I_H \cdot m} 100 = \frac{P_K}{S \cdot 10^3} 100 = \frac{P_K}{10S} \quad (22)$$

Bu yerda P_K - transformator QT isrofi, Vt

S - transformator nominal quvvati, kVA

QT kuchlanishining tashkil etuvchisi $U_p = x_K \cdot I_H$

Bu yerda $x_K = x_1 + x_2$ - transformatorning QT reaktiv qarshiligi; u o'ramlarni biriga berilgan

kuchlanishni reaktiv tashkil etuvchisini quyidagicha ifodalasak: $U_p = \frac{x_K \cdot I_H}{U_H} 100 \quad (23)$

Transformatorlarning umumiy nazariyasidan ma'lumki 6-rasmda ko'rsatilgan o'zaro konsentrik joylashgan o'ramli transformatorlar reaktiv qarshiligi bir xil balandlikdagi o'ramlar va bir tekis o'ralgan o'ram uchun (24) formula bilan aniqlanadi. Bu ifoda faqat ko'ndalang o'ramlar sochilish maydonini ifodalaydi, bunda hamma induksion chiziqlar butun balandlik bo'yicha o'ram o'qiga to'g'ri va parallel deb hisoblanadi. Induksion chiziqlarning o'ram o'qlaridan yo'nalishini og'ishini k_p koeffitsientda hisoblanadi.

$$x_K = \frac{7,92 \cdot f \cdot \omega^2 \pi \cdot d_{12}}{l} a_p k_p \cdot 10^{-8} \quad (24)$$

Bu ifoda (23) ga qo'yib va U_H ni $u_B \omega$ bilan almashtirib

$$u_p = \frac{7,92 \cdot f \cdot \omega \cdot I \cdot \pi \cdot d_{12}}{u_B \cdot l} a_p k_p \cdot 10^{-6} \quad (25)$$

$\beta = \frac{\pi \cdot d_{12}}{l}$ nisbat asosiy munosabatlardan biri bo'lib, transformatoridagi aktiv materiallarni

taqsimlanishini aniqlaydi. Bu belgilashlarni kiritib (19) ifodaning suratidagi o'ramlar soni $\omega = \frac{U_H}{u_B}$

bilan almashtirib: $u_p = \frac{7,92 \cdot f \cdot S' \cdot \beta}{u_B^2} a_p k_p \cdot 10^{-3} \quad (26)$

(18)-(20) da a_p , sochilish kengligini o'ramning a_1 , a_2 radial o'lchamlari teng yoki bir-biridan kam farq qilgan xollarda (quvvati $S < 10000$ kVA bo'lgan transformatorlar uchun) quyidagicha

aniqlanadi. $a_p \approx a_{12} + \frac{a_1 + a_2}{3} \quad (27)$

Quvvati 10000 kVA dan katta bo'lgan transformatorlar uchun a_1 , a_2 va a_p quyidagi formuladan

aniqlanadi. $a_p = \frac{d_{12} \cdot a_{12} + D_{cp1} \frac{a_1}{3} + D_{cp2} \frac{a_2}{3}}{d_{12}}, \quad (28)$

Bu yerda d_{12} - o'ramlar orasidagi kanalning o'rtacha diametri, sm

D_{cp1}, D_{cp2} - o'ramlarning o'rtacha diametri, sm

Sochilishning real oqimini ideal parallel oqimdan og'ishini hisobga oluvchi k_p koeffitsienti, o'ramning o'q o'lchami l uning radial o'lchamlari (a_1 , a_2 , a_{12}) o'ramlar joylashishi uchun quyidagi formuladan topiladi. $k_p \approx 1 - \sigma, \quad (29)$

Bu yerda $\sigma = \frac{a_{12} + a_1 + a_2}{\pi \cdot l}$

O'ramlar o'zaro joylashishini u yoki bu xollarini taxlil qilish shuni ko'rsatadiki o'ramlarning reaktiv qarshiligi ba'zi xollarda o'ramlar balandligi bo'yicha quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$x_K = x'_K k_q, \quad (30)$$

Bu yerda x'_K (18) formuladan aniqlanib, bunda o'ramlarning notekis taqsimlanish hisobga olinmaydi. k_q koeffitsient quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$k_q \approx 1 + lx^2 / ma_p k_p, \quad (31)$$

Bu yerda $x = \frac{l_x}{l}$ ni aniqlashda transformator yuqori kuchlanish o'rtacha poo'onasida ishlaydi deb hisoblanadi. $m = 3$ deb olinadi.

$$\text{Qisqa tutashuv kuchlanishi: } u_K = \sqrt{u_a^2 + u_p^2} \quad (32)$$

Yoki berilgan qiymat uchun $\frac{u_K \cdot 100}{U_K} \%$

QT tokining tarmoq qarshiligini hisobga olgan xolda tokning ta'sir etuvchi qiymati:

$$I_{K,y} = \frac{100I_{\phi 2}}{u_K \left(1 + \frac{100S_{HO,M}}{u_K S_K} \right)}, \quad (33)$$

Bu yerda $I_{\phi 2}$ -chulg'amning nominal toki, A

S_H -transformator nominal quvvati, MVA

S_K -elektr tarmog'i QT qavvati [5] (7.2-jadval), MVA

u_K -transformatorning QT kuchlanishi, %

Transformatorlarning umumiy nazariyasiga muvoviq QT tokining oniy maksimal qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi: $i_{K \max} = \sqrt{2} k_{\max} I_{K,y}$ (34)

Bu yerda $k_{\max}$ - QT tokining aperiodik tashkil etuvchisini hisobga olivchi koeffitsienti va u quyidagi

formula bilan aniqlanadi. $k_{\max} = 1 + e^{-\frac{\pi u_a}{u_p}}$ (35)

Radial kuch $F_p = 0,628(i_{K \max} \omega_2)^2 \beta k_p \cdot 10^{-6}$ (36)

Bu yerda ω -chulg'amlardan birining to'liq o'ramlar soni

$i_{K \max}$ -(34) dan topiladigan QT vaqtidagi o'ramdagi tokning oniy maksimal qiymati. ω_2 -yuqori kuchlanishli chulg'amning bir fazasiga bo'lgan o'ramlar soni

QT paydo bo'lgandan keyin $t_K = 5$ sekunddan keyingi xarorati $\theta_H = 90^\circ \text{C}$ da quyidagi formuladan aniqlanadi:

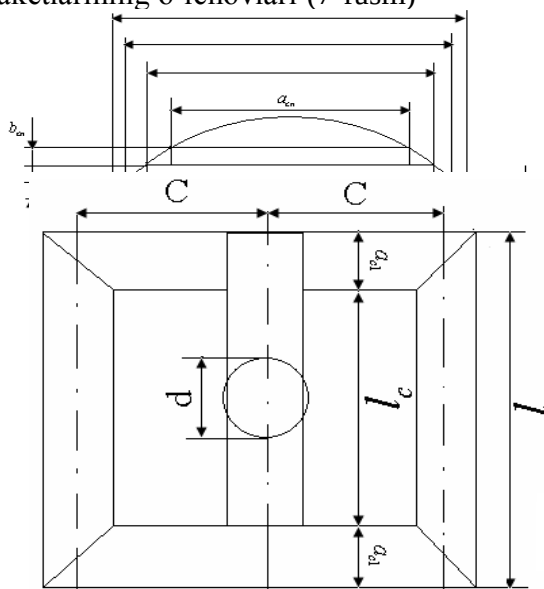
$$\text{Mis sim uchun } \theta_{KM} = \frac{670t_K}{12,5 \left(\frac{u_K}{\Delta_2 \cdot 10^{-6}} \right)^2 - t_K} + \theta_H \quad (37)$$

$$\text{Alyumin sim uchun } \theta_{KA} = \frac{670t_K}{5,5 \left(\frac{u_K}{\Delta_2 \cdot 10^{-6}} \right)^2 - t_K} + \theta_H \quad (37')$$

Bu yerda Δ_2 -nominal yuklamada tok zichligi, A/mm^2

4. Transformatorni magnit sistemalari hisobi.

Sterjen kesimini paketlarining o'lchovlari (7-rasm)



№ Paket	Sterjen, sm		Ko'ndalang kesm yuzasi, $\Pi_{\phi.c.n}, \text{sm}^2$
	Paket kengligi, a_{cn}, sm	Paket qalinligi, b_{cn}, sm	
1	a_{c1}	b_{c1}	$\Pi_{\phi.c.1}$
2	a_{c2}	b_{c2}	$\Pi_{\phi.c.2}$
...	...	...	...
n	a_{cn}	b_{cn}	$\Pi_{\phi.c.n}$

Sterjen kesimini paketlarining o'lchovlari sterjen diametriga qarab [5] 8.1-jadvaldan aniqlanadi.

Sterjen kesimni pog'onali figuralarini maydoni: $\Pi_{\phi.c} = \sum a_{cn} \cdot b_{cn}, \text{sm}^2$ (1)

Bu yerda a_{cn} va b_{cn} -paket kengligi va qalinligi, $\Pi_{\phi.c}$ qiymati 24 (8.2)-jadvalga to'g'ri keladi.

Sterjen aktiv kesimi: $\Pi_c = k_3 \Pi_{\phi.c}$ (2)

k_3 -koeffitsient, 2.6-jadvaldan aniqlanadi.

Yarmo kesimini paketlarining o'lchovlari [5] (8.1-jadval)

№ Paket	Yarmo, sm		Ko'ndalang kesm yuzasi, $\Pi_{\phi.y.n}, \text{sm}^2$
	Paket kengligi, a_{yn}, sm	Paket qalinligi, b_{yn}, sm	
1	a_{y1}	b_{y1}	$\Pi_{\phi.y.1}$
2	a_{y2}	b_{y2}	$\Pi_{\phi.y.2}$
...	...	...	...
n	a_{yn}	b_{yn}	$\Pi_{\phi.y.n}$

Yarmo kesimni pog'onali figuralarini maydoni: $\Pi_{\phi.y} = \sum a_{yn} \cdot b_{yn}, \text{sm}^2$ (3)

Bu yerda a_{yn} va b_{yn} -paket kengligi va qalinligi, $\Pi_{\phi.y}$ qiymati [5] 8.2-jadvalga to'g'ri keladi.

Yarmo aktiv kesimi: $\Pi_y = k_3 \Pi_{\phi.y}$ (4)

k_3 -koeffitsient, [5] 2.6-jadvaldan aniqlanadi.

Yarmo kengligi $b_y = \sum 2 \cdot b_n$ (5)

Sterjen uzunligi $l_c = l_1 + 2l_0$ (6)

Sterjen o'qlari orasidagi masofa $C = D_2'' + a_{22}$ (7)

D_2'' - yuqori kuchlanishli chulg'am tashqi diametri

a_{22} - ikki qo'shni chulg'amlari orasidagi masofa, sm [5] (4.5-jadval)

Magnit sistemalari burchagining po'latini og'irligi

$$G_y = 2k_3 \gamma_{cm} \cdot 10^{-9} (a_{1c} a_{1y} b_{1c} + a_{2c} a_{2y} b_{2c} + \dots + a_{nc} a_{ny} b_{nc}) \quad (8)$$

Bu yerda a_{1c} , a_{1y} va xokazo- sterjen va yarmo paketlari kengligi, sm

b_{1c}, b_{2c} va x.k.-sterjen paketi qalinligi, sm

γ_{cm} -transformator po'latining zichligi, $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Kuch transformatorlarida po'lat markasi

o'zgarib turadi: issiqlikda $7550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, sovuqda $7650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Yarmodagi po'lat massasi har ikki qo'shiluvchini yig'indisi sifatida aniqlanadi.

CHetki sterjenlar orasidagi yarmolar qismining massasi, kg

$$G'_y = 2(c-1)C\Pi_y \gamma_{cm} \cdot 10^{-6} \quad (9)$$

Bu yerda s-aktiv sterjenlar soni: uch fazali transformatorlarda $c = 3$, bir fazalida $c = 2$ ga teng.

Ikki yarmoni to'liq massasi $G_y = G'_y + G''_y$ (10)

Yarmo qismlarining massasi $G''_y = \frac{4G_y}{2} = 2G_y$ (11)

Demak, $G_y = G'_y + 2G_y$ (12)

Sterjen po'latini og'irligi, kg $G_c = G'_c + G''_c$ (13)

Magnit sistema atrofidagi po'lat sterjenlar massasi, kg $G'_c = c l_2 \Pi_c \gamma_{cm} \cdot 10^{-6}$ (14)

Sterjen va yarmo paketi birlashish joyidagi po'latlar massasi

$$G''_c = c(a_{1y} \Pi_c \gamma_{cm} \cdot 10^{-3} - G_y) \quad (15)$$

Po'latning umumiy og'irligi $G_{cm} = G_c + G_y$ (16)

Sterjen induktsiyasi $B_c = \frac{u_B}{4,44 \cdot f \cdot \Pi_c}$, Tl (17)

Yarmo induktsiyasi $B_y = \frac{u_B}{4,44 \cdot f \cdot \Pi_y}$, Tl (18)

u_B -bitta o'ram EYuK si

Egri chiziqli ulanishdagi induktsiya $B_{cm} = \frac{B_c}{\sqrt{2}}$ (19)

Po'lat sterjenlar, yarmo va ulanishi uchun solishtirma isrof [5] 8.4-jadvaldan induktsiyalariga asosan aniqlanadi.

B_c sterjen induktsiyasi uchun solishtirma isrof p_c va [5] 8.4-jadvalda keltirilgan sovuq po'lat uchun solishtirma isrof p_{3c} , $\frac{\text{Bm}}{\text{cm}^2}$

B_y yarmo induktsiyasi uchun solishtirma isrof p_y va [5] 8.4-jadvalda keltirilgan sovuq po'lat uchun solishtirma isrof p_{3y} , $\frac{\text{Bm}}{\text{cm}^2}$

B_{cm} egri chiziqli ulanish induktsiyasi uchun solishtirma isrof [5] 8.4-jadvalda keltirilgan sovuq po'lat uchun solishtirma isrof p_{3cm} , $\frac{\text{Bm}}{\text{cm}^2}$

Egri chiziqli ulanishdagi sterjen kesimini maydoni $\Pi_y = \sqrt{2}\Pi_c$, m² (20)

Salt ishlashdagi isrof

$$P_x = k_{n,y} k_{n,u} k_{n,n} k_{n,3} k_{n,p} \left[p_c G_c + p_y (G'_y - k_\phi G_y) + \frac{p_c + p_y}{2} G_y k_{y,n} + \sum p_3 n_3 \Pi_3 \right] \quad (21)$$

Bu yerda $k_\phi = 2(c-1) = 4$ uch fazali transformatorlar uchun

$k_\phi = 2(c-1) = 2$ bir fazali transformatorlar uchun

$k_{n.y} = 1,0$; $k_{n.u} = 1,02$; $k_{n.n} = 1,03$; $k_{n.3} = 1,0$; $k_{n.p} = 1,0$

$[k_{y.n}]$ -koeffitsient [5] (8.6-jadval)

yoki berilgan qiymati uchun $\frac{P_{x\phi} - P_x}{P_{x\phi}} \cdot 100\%$

$P_{x\phi}$ -berilgan qiymati

Salt ishlash toki hisobi

Po'lat sterjenlar, yarmo va ulanishi uchun magnitlashtirilgan solishtirma quvvati [5] 8.11-jadvaldan induktsiyalariga asosan aniqlanadi.

B_c sterjen induktsiyasi uchun solishtirma isrof q_c va [5] 8.11-jadvalda keltirilgan sovuq po'lat uchun solishtirma isrof q_{3c} , $\frac{BA}{K^2}$

B_y yarmo induktsiyasi uchun solishtirma isrof q_y va [5] 8.11-jadvalda keltirilgan sovuq po'lat uchun solishtirma isrof q_{3y} , $\frac{BA}{K^2}$

B_{cm} egri chiziqli ulanish induktsiyasi uchun solishtirma isrof [5] 8.11-jadvalda keltirilgan sovuq po'lat uchun solishtirma isrof q_{3cm} , $\frac{BA}{K^2}$

Salt ishlashdagi magnitlashgan quvvat

$$Q_x = k_{m.y} k_{m.u} k_{m.n} \left\{ k_{m.3} k_{m.p} \left[q_c G_c + q_y (G'_y - k_\phi G_y) + \frac{q_c + q_y}{2} G_y k_{y.m} \right] + \sum q_3 n_3 \Pi_3 \right\} \quad (22)$$

Bu yerda $k_\phi = 2(c-1) = 4$ uch fazali transformatorlar uchun

$k_\phi = 2(c-1) = 2$ bir fazali transformatorlar uchun

$k_{m.y} = 1,0$; $k_{m.u} = 1,02$; $k_{m.n} = 1,06$; $k_{m.3} = 1,10$; $k_{m.p} = 1,0$

$k_{y.m}$ -koeffitsient, [5] (8.12-jadval)

$$\text{Aktiv tuzuvchilari } i_{0a} = \frac{P_x}{10S} \quad (23)$$

$$\text{Reaktiv tuzuvchilari } i_{0p} = \frac{Q_x}{10S} \quad (24)$$

$$\text{Salt ishlash toki } i_0 = \sqrt{i_{0a}^2 + i_{0p}^2} \quad (25)$$

$$\text{yoki berilgan qiymati uchun } \frac{i_{0\phi} - i_0}{i_{0\phi}} \cdot 100\% \quad (26)$$

$i_{0\phi}$ -berilgan salt ishlash toki

5. Transformatorlarni issiqlik hisobi

1. CHulg'amlarni issiqlik hisobi

Xaroratni ichki tushishi

$$\text{Past kuchlanishli chulg'am uchun } \theta_{01} = \frac{q_1 \cdot \delta}{\lambda_{u3}} \quad (1)$$

δ - simning bir tomondagi izolyatsiya qalinligi $\delta = 0,25 \cdot 10^{-3}$ m

$$q \text{ -chulg'amni yuzasidagi issiqlik oqimi zichligi } q_1 = \frac{107 \cdot \Delta_1 \cdot I_{\phi 1} \cdot \omega_k \cdot k_\phi}{k_s (b' + a_1)} \cdot 10^{-10} \quad (2)$$

λ_{u3} - sim izolyatsiyasini issiqlik o'tkazuvchanligi turli materiallar uchun [5] 9.1-jadvaldan aniqlanadi.

$$\text{Yuqori kuchlanishli chulg'am uchun } \theta_{02} = \frac{q_2 \cdot \delta}{\lambda_{u3}} \quad (3)$$

$$q_1 = \frac{107 \cdot \Delta_1 \cdot I_{\phi 1} \cdot \omega_{\kappa} \cdot k_d}{k_3(b' + a_1)} \cdot 10^{-10} \quad (4)$$

CHulg'am sirtidagi xarorat tushishi

$$\text{Past kuchlanishli chulg'am uchun } \theta_{oM1} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot 0,35 \cdot q_1^{0,6} \quad (5)$$

k_1 -chulg'am ichidagi moy harakati tezligini hisobga olish koeffitsienti

k_1 koeffitsient har xil sovitish turlari uchun quyidagi qiymatlarni qabul qiladi.

-tabiiy moyli sovitish uchun – 1,0

-purkab moyli sovitish uchun - 0,9

-moyli majrubiyy tserkulyatsiyali moyli sovitish uchun-0,7

k_2 - NN va SN larni ichki chulg'amlari kanallarida moyni konveksiyasini qiyinlashuvini hisobga oluvchi koeffitsient:

VN tashqi chulg'amlari uchun -1,0

NN va SN larni ichki chulg'amlari uchun -1,1

k_3 -gorizontal moyli kanallar kengligi (balandligi) nisbatan moy konveksiyasiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient [5] (9.3-jadval)

$$\text{Yuqori kuchlanishli chulg'am uchun } \theta_{oM2} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot 0,35 \cdot q_2^{0,6} \quad (6)$$

CHulg'amning moy xaroratlarini to'la va o'rtacha tushishi

$$\text{Past kuchlanishli chulg'am uchun } \theta_{oMcp1} = \theta_{o1} + \theta_{oM1} \quad (7)$$

$$\text{Yuqori kuchlanishli chulg'am uchun } \theta_{oMcp2} = \theta_{o2} + \theta_{oM2} \quad (8)$$

3. Bakni issiqlik hisobi

$$\text{Bakni minimal kengligi } B = D_2' + (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + d_1 + d_2) \cdot 10^{-3} \quad (9)$$

Izolyatsiya masofalari

S_1 -VN tashqi chulg'amidan xususiy chulg'amigacha bo'lgan masofa [5] (4.11-jadval); S_2 -VN tashqi chulg'amidan bak devorlarigacha bo'lgan masofa [5] (4.11-jadval); S_3 -izolyatsiyalanmagan yoki NN va SN chulg'amlarini izolyatsiyalangan tarqatini VN chulg'amigacha bo'lgan izolyatsiya masofasi [5] (4.2-jadval)

S_4 -NN yoki SN chulg'amlari tarqalishidan bak devorigacha bo'lgan izolyatsiya masofasi [5] (4.11-jadval)

d_1 -10 va 35 kV kuchlanish sinflarida VN chulg'amini izolyatsiyalangan tarqatmasini diametri. 10000 kVA gacha quvvatlarda $d_1 = 20$ mm, katta quvvatlarda $d_1 = 25$ mm.

d_2 -NN yoki SN chulg'amlaridan izolyatsiyalangan chiqish diametri, d_1 ga teng yoki NN izolyatsiyalanmagan chiqishni o'lchami 10-15 mm.

$$\text{Bak uzunligi } A = 2C + B \quad (10)$$

$$\text{Aktiv qism balandligi } H_{a,q} = l_c + 2a_{c1} + n \cdot 10^{-3} \quad (11)$$

Bu yerda n - pastki yarmo ostidagi taglik qalinligi $n = 30 \div 50$ mm

$$\text{Bak chuqurligi } H_{\phi} = H_{a,q} + H_{я,к} \quad (12)$$

Bu yerda $H_{я,к}$ - yarmodan bak qopqog'igacha bo'lgan minimal masofa [5] (9.5-jadval)

$$\text{Radiator o'rnatish uchun bak chuqurligi } H_{\phi} = A_p + c_1 + c_2 \quad (13)$$

A_p - flantslar o'qlari orasidagi masofa [5] 9.9-jadval; c_1 va c_2 - bak devorini yuqori va pastki kesimlaridan radiatori flants o'qlarini masofasi [5] 9.9-jadval

Moyni ruxsat etilgan xaroratini o'rab turgan havo xaroratidan ortishi

$$\text{Qizigan yuqori kuchlanish chulg'ami uchun } \theta_{m,6} = 65 - \theta_{o,мcp1} \quad (14)$$

$$\text{Moyni yuqori qatlam xarorati } \theta_{m,6,6} = 1,2 \cdot \theta_{m,6} < 60^{\circ}C \quad (15)$$

Bak devorlaridagi ichki yuzadagi xaroratni tushishini qo'shimcha ravishda quyidagicha qabul qilamiz. $\theta_{m,6} = 5 - 6^{\circ}C$

Havo xaroratini bilan bak devorini tashqi xaroratini o'rtacha oshishini topamiz.

$$\theta_{\delta, \delta} = \theta_{\text{м.в}} - \theta_{\text{м.в}}^0 \text{ } ^\circ\text{S} \quad (16)$$

Silliq bak devorini konventsiya yuzasi $\Pi_{\kappa, \text{эл}} = H_{\delta} [2(A - B) + \pi \cdot B] \text{ m}^2 \quad (17)$

Radiatorli bakni satxini taxminiy nurlanishi: $\Pi_u = k \cdot \Pi_{\kappa, \text{эл}} \quad (18)$

k - nurlanish satxi perimetrini bakni silliq satxiga nisbati hisobga oluvchi koeffitsient: silliq bak uchun 1,0; trubali bak uchun 1,2-1,5 gacha; osma radiatorli bak uchun 1,5-2 gacha

Taxminiy konventsiya yuzasi uchun kerak bo'lgan qiymatlar

$$\Pi'_{\kappa} = \frac{1,05(P_{\kappa} + P_{\chi})}{2,5 \cdot \theta_{\delta, \delta}^{1,25}} - 1,12 \cdot \Pi_u \quad (19)$$

Bak qopqog'i yuzasi $\Pi_{\kappa, \text{кп}} = 0,5 \left[(A + B)(B + 0,16) + \pi \frac{(B + 0,16)^2}{4} \right] \quad (20)$

Radiator konventsiyasining yuzasi $\sum \Pi_{\kappa, \text{р}} = \Pi'_{\kappa} - \Pi_{\kappa, \text{эл}} - \Pi_{\kappa, \text{кп}} \quad (21)$

Radiator konventsiya yuzasini silliq devor yuzasiga keltirilganligi

$$\Pi_{\kappa, \text{р}} = \Pi_{\kappa, \text{мп}} \cdot k_{\phi} + \Pi_{\kappa, \text{кп}} \quad (22)$$

k_{ϕ} - koeffitsient [5] 9.6-jadval; $\Pi_{\kappa, \text{мп}}$ - trubalar konvektsiya yuzasi [5] 9.9-jadval; $\Pi_{\kappa, \text{кп}}$ - ikkita kollektor konventsiya yuzasi

bir qator trubada 0,15 m² ; ikki qator trubada 0,34 m²

Kerak bo'lgan radiator soni $n_p = \frac{\sum \Pi_{\kappa, \text{р}}}{\Pi_{\kappa, \text{р}}} \quad (23)$

Bak konventsiya yuzasi $\Pi_{\kappa} = \sum \Pi_{\kappa, \text{р}} + \Pi_{\kappa, \text{эл}} + \Pi_{\kappa, \text{кп}} \quad (24)$

Havo xaroratidan trubalarni tashqi yuzasi xaroratini o'rtacha ortishi

$$\theta_{\delta, \delta} = \left[\frac{k(P_{\chi} + P_{\kappa})}{2,8 \cdot \Pi_u + 2,5 \Pi_{\kappa}} \right]^{0,8} \quad (25) \quad k = 1,05 \div 1,10$$

Devorlar yaqinidagi xaroratni turdalar devorlari yuzasidagi ichki moy xaroratini o'rtacha ortishi

$$\theta_{\text{м.в}} = k_1 \cdot 0,165 \cdot \left[\frac{k(P_{\chi} + P_{\kappa})}{\sum \Pi_{\text{кмп}} + \Pi_{\kappa, \text{эл}} + 0,5 \Pi_{\kappa, \text{к}}} \right]^{0,6} \quad (26)$$

Havo xaroratidan moy xaroratini o'rtacha ortishi $\theta_{\text{м.в}} = \theta_{\text{м.в}} + \theta_{\delta, \delta} \quad (27)$

Moy xaroratlarini yuqori qatlamini havo xaroratidan ortishi

$$\theta_{\text{м.в.в}} = k \cdot \theta_{\text{м.в}} < 60^{\circ}\text{C} \quad (28) \quad k = 1,2$$

CHulg'am xaroratini havo xaroratidan o'rtacha ortishi

Past kuchlanishli chulg'am uchun $\theta_{\text{о.в}} = \theta_{01} + \theta_{\text{о.в1}} + \theta_{\text{м.в}} < 65^{\circ}\text{C} \quad (29)$

Yuqori kuchlanishli chulg'am uchun $\theta_{\text{о.в2}} = \theta_{02} + \theta_{\text{о.в2}} + \theta_{\text{м.в}} < 65^{\circ}\text{C} \quad (30)$

Elektr mashinalar sxemasi

1. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok generatorining printsipl sxemasi
2. O'zgarmas tok mashinasining asosiy qismlari
3. Yakorʻ reaksiyasi
4. O'zgarmas tok generatorlarning printsipl sxemasi
5. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori va uning xarakteristikallari
6. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori va uning xarakteristikallari
7. Ketma-ket qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori va uning xarakteristikallari
8. Aralash qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori va uning xarakteristikallari
9. Elektr mashina kuchaytirgichlari
10. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motori
11. Generator-motor sistemasining ulanish sxemasi
12. Ketma-ket qo'zg'atishli o'zgarmas tok motori
13. Aralash qo'zg'atishli o'zgarmas tok motori
14. Bir fazali ikki chulg'amli transformatorning printsipl sxemasi
15. Transformatorning salt ish rejimi
16. Transformatorning yuklama rejimi
17. Transformatorning qisqa tutashish rejimi
18. Uch fazali transformatorlar
19. Uch fazali transformator chulg'amlarining ulanish sxemalari
20. Transformatorlarning parallel ishlashi
21. Avtotransformatorlar
22. Payvandlash transformatorlari
23. Kuchlanish transformatori
24. Tok transformatori
25. Ferrarezonans stabilizatori
26. Magnit kuchaytirgich
27. Sinxron mashinasining statori
28. Sinxron generatorning vektor diagrammalari
29. Sinxron generatorlarning qo'zg'atish sxemalari
30. Sinxron generatorlarning parallel ishlashi
31. Sinxron motorning mexanik va burchak xarakteristikallari
32. Sinxron motorni ishga tushirish
33. Sinxron motorni elektodinamik usulda tormozlash sxemasi va ish xarakteristikallari
34. Asinxron motorning chulg'ami va uning ulanishi
35. Faza rotorli asinxron motorning ulanish sxemasi
36. Asinxron motorning vektor diagrammasi va ekvivalent sxemasi
37. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorni ishga tushirish
38. Asinxron motorning teskari ulanish rejimi
39. Asinxron motorning elektodinamik tormozlanish rejimi
40. Bir fazali motorlarni ishga tushirish
41. Uch fazali asinxron motorni bir fazali elektr tarmo-iga ulab ishga tushirish
42. Uch fazali induktiv rostlagich
43. Yarim o'tkazgichli statik chastota o'zgartgichlar
44. Tiristorli chastota o'zgartgich

Kurs loyihasi topshiriqlari

№	Transformator turi	Quvvat $S, \text{kB} \cdot \text{A}$	Yuqori kuchlanish, kV	past kuchlanish kV	Qt kuch. Uk, %	Ulanish gruppasi	Aktiv quvvat isrofi, kVt		Salt ishlash toki $I_0, \%$
							Salt xolatda, R_{XX}	Qisqa tutashuv, R_{QT}	
1	2	3	4	5	6	Y/Y-0	7	7	9
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

“Elektr mashinalari” fanidan cavollar to’plami

1. Transformatorning tuzilishi, ishlash printsiipi va ishlatilishi
2. Avtotransformatorlar
3. Elektr mashinalarining vazifasi va tasnifi
4. Transformatorning yuklama rejimi
5. Elektr mashina va transformatorlarning ishlash printsiipi
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 printsiipi
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 gruppalari
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 xarakteristikasi
46. Tok transformatori.
47. Transformatorning ishlash printsi.
48. Magnitlovchi kuchlar tenglamasi
49. Transformatorning parallel 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 rostlash.
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'zgaras tok mashinalarining asosiy ishchi qimi bo'li haraktlanuvchi qism deyiladi.

Stator - sinxron, asinxron va o'zgaras tok mashinalarining asosiy ishchi qimi bo'libqo'zg'almas qism deyiladi.

Kollektor –o'zgaras tok mashinasining asosiy ishchi qismlaridan biri bo'lib, kommutatsiya jarayonini yaxshilashga hizmat qiladi. Unga cho'tka makamlanadi.

Generator – elektr stantsiyalari elektr energiyasini hosil qiluvchi qurilma bo'lib, sinxron, asinxron va o'zgaras 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-ampere 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 ta'kidlanadi.

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 ta'kidlanadi.

Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarini nominal toklari deb, transformatorning pasportida ko'rsatilgan va nominal quvvat va nominal kuchlanishlar bilan ma'lum 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

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

“ТАСДИҚЛАЙМАН”

“КЕЛИШИЛДИ”

Ректор

С.М. Мурадов

Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги



2019 йил “ 07 ” 12

Рўйх атга олинди: №БД-5310200-2.07

2019 йил “ 30 ” 10

ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРИ

ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 300.000 – Ишлабчи қариш техник соҳа.

Таълим соҳаси: 310.000– Мухандислик иши.

Таълим йўналиши: 5310200 – Электр энергетикаси (электр таъминоти).

ТОШКЕНТ – 2020

1.

Фаннинг мазмуни

1.1. Фанни ўқитиш мақсади ва вазифалари

Ушбу фан жамиятнинг иқтисодий негизи, унинг таркибий қисмлари, умумиқтисодий қонунлар ва категориялар, иқтисодий ҳодиса ва жараёнларнинг моҳияти, ижтимоий-иқтисодий тизимлар ва уларнинг амал қилиш қонуниятлари, иқтисодий ўсиш каби масалаларни қамраб олади. Жамиятда мавжуд иқтисодий қонунларни билиш ва уларнинг амал қилишига онгли муносабатда бўлишда, мамлакатни демократлаштириш ва иқтисодиётни бозор тамойиллари асосида ислох қилиш жараёнларининг моҳиятини тушунишда талабаларни зарур бўлган билимлар билан қуроллантиради.

Фанни ўқитишдан мақсад – талабаларга электр машиналари танлаш таффақурини шакллантириш ва ривожлантириш, ўзининг фикр-мулоҳаза, хулосаларини асосли тарзда аниқ баён этишга ўргатиш ҳамда уларни амалиётда татбиқ этиш кўникмасини ҳосил қилишдан иборат.

Фаннинг вазифаси – талабаларга ўқув режасида режалаштирилган умумқасбий (электротехник материаллар, электр техниканинг назарий асослари) фанларини билишга асосланади ҳамда ихтисослик фанларини ўзлаштиришда асос вазифасини ўтайди.

Ушбу мақсадга эришиш учун фан талабаларни назарий билимлар, амалий кўникмалар, масалаларини еча олиш ишлаш принциплари ва жараёнларга услубий ёндашув ҳамда илмий дунёқарашини шакллантириш вазифаларини бажаради.

1.2. Асосий назарий қисм (маъруза машғулоти)

Фан таркиби мавзулари:

1-модуль. Электр машиналарига оид умумий маълумотлар. Трансформаторлар

1-мавзу. «Электр машиналари» фанига кириш

Кириш. Электр машиналарига оид умумий маълумотлар. Ўзбекистонда электр энергетикаси ва унда трансформаторларнинг аҳамияти. Иссиқлик, атом ва гидро электр станцияларида электр энергияни ишлаб чиқаришда электр машиналарининг роли ва уларнинг истикболи. ЭМ лари ва трансформаторларнинг таснифи ва уларга нисбатан қўйиладиган асосий техник талаблар. Электр машиналари ва трансформаторларни ишлаб чиқаришда ишлатиладиган электротехник ва изоляцион материаллар.

2-мавзу. Трансформаторларда бўладиган физик жараёнлар. Трансформаторларнинг тузилиши

Трансформаторлар чулғамларида бўладиган физик жараёнлар.

3-мавзу. Трансформаторнинг юксиз ишлаш ва қисқа туташув

режимларида рўй берадиган электр магнит жараёнлар.

Трансформаторларнинг юксиз ишлаш ва қисқа тутатиш режимлар. Юксиз ишлаш ва қисқа тутатиш ҳолатларида магнит юритувчи куч.

4-мавзу. Трансформатор чулғамларидаги ЭЮК ва тоқлар

Трансформатор ҳар хил иш режимларида чулғамларидаги ЭЮК ва тоқлар. Трансформаторларнинг иш режимларидаги тавсифлари, электр магнит жараёнларининг тавсифларга таъсири.

5-мавзу. Трансформаторнинг иккиламчи чулғам электр параметрларини бирламчи чулғам ўрамлар сонига келтириш.

Трансформаторнинг иккиламчи чулғам электр параметрларини бирламчи чулғам ўрамлар сонига келтириш, электромагнит жараёнларни ўрганиш учун.

6-мавзу. Ташқи тавсифи.

Трансформаторларнинг ташқи тавсифини таҳлил қилиш.

2-модуль. Трансформаторларда кучланиш, қувват исрофлари ва ФИК, уланиш гуруҳлари.

7-мавзу. Кучланишни ростлаш. Қувват исрофлари ва ФИК

Трансформаторда кучланиш ўзгариши. Кучланишни ростлаш усуллари. Трансформатордаги ўзгармас ва ўзгарувчан қувват исрофлари. Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти.

8-мавзу. Трансформатор чулғамлари уланиш гуруҳлари.

Трансформатор чулғамлари уланиш гуруҳларини таҳлил қилиш. Трансформатор уланиш гуруҳларини аниқлаш усуллари.

9-мавзу. Параллел улаш шартлари. Махсус трансформаторлар турлари.

Трансформатор чулғамларининг ўралиш йўналиши ва учларининг белгиланиши. Уланиш гуруҳини аниқлаш. Трансформаторларни параллел ишлаши. Параллел улаш шартлари. Махсус трансформаторлар уларнинг ишлатилиш жойлари ва авфзалликлари.

3-модуль. Ўзгарувчан ток машиналари

10-мавзу. Ўзгарувчан ток машиналарининг умумий масалалари.

Ўзгарувчан ток машиналарининг статор чулғами қисмлари, схемалари.

Электр ёйи воситасида пайванлаш учун ишлатиладиган махсус мақсадли трансформаторлар. Ўзгарувчан ток машиналари ва уларга

оид умумий маълумотлар. Ўзгарувчан ток машиналарининг асосий турлари. Асинхрон машиналарнинг тузилиши ва уларнинг турли соҳаларда тутган ўрни. Ўзгарувчан ток машиналарининг статор чулғами қисмлари, схемаларини турлари.

11-мавзу. Ўзгарувчан ток статор чулғами ЭЮКлари, магнит юритувчи кучлари (МЮК) ва магнит майдонлари

Ўзгарувчан ток машиналарида статор чулғамининг турлари ва уланиш схемалари. Ўзгарувчан ток чулғамларини тушунтиришда методик мулоҳазалар. Синхрон ва асинхрон машиналарда айланма магнит майдон ҳосил қилиш усуллари. Ғалтак ўрамининг ЭЮК. Ғалтаклар гуруҳининг ЭЮК. Чулғам фазасининг ЭЮК.

4-модуль. Асинхрон машиналардаги жараёнлар.

12-мавзу. Асинхрон машина турлари, тузилиши ва ишлаш принципи

Бир фазали чулғамнинг магнит майдонини ҳосил қилиш. Асинхрон машинанинг турлари. Қисқа туташган роторли асинхрон машинанинг тузилиши ва ишлаш принципи.

13-мавзу. Ротори тормозланган асинхрон машинада бўладиган электромагнит жараён.

Асинхрон машиналарда ротори тормозланган ҳолдаги жараёнлар.

14-мавзу. Асинхрон машинанинг вектор диаграммалари ва алмаштириш схемаси. Асинхрон машинанинг энергетик диаграммаси Электромагнит (айлантирувчи) моменти ва механик тавсифи

Ротори айланаётган асинхрон машинада электромагнит жараён. Асинхрон машинанинг вектор диаграммаси. Алмаштириш схемаси. Асинхрон машинанинг энергетик диаграммаси. Электромагнит момент. Механик тавсиф. Асинхрон моторнинг турғун ишлаш шартлари.

15-мавзу. Асинхрон моторнинг иш тавсифи. Асинхрон моторни ишга тушириш

Асинхрон моторнинг юклама билан ишлаган ҳолдаги тавсифлари. Асинхрон мотор иш тавсифи. Қисқа туташтирилган ва фаза роторли асинхрон моторларни ишга тушириш усуллари.

16-мавзу. Асинхрон моторнинг айланиш частотасини ростлаш. Асинхрон генератор, ундаги электромагнит жараёнлар ва тавсифлари

Асинхрон машинанинг айланиш частотасини ростлаш усуллари. Асинхрон генераторнинг электр тармоғи билан параллел ишлаши.

Электр тармоғига уланмаган асинхрон генераторнинг ўз-ўзини қўзғатиши. Асинхрон генераторнинг юклама билан ишлаши.

5-модуль. Синхрон генераторлар

17-мавзу. Синхрон генераторнинг турлари, синхрон машиналарнинг тузилиши ишлаш принципи.

Синхрон генераторларнинг турлари, тузилиши ва ишлаш принципи.

18-мавзу. Якор реакцияси.

Синхрон генератор турлари. Синхрон генераторнинг тузилиши ва ишлаш принципи. Синхрон генераторда якор реакцияси.

19-мавзу. Аён ва ноён қутбли синхрон генераторнинг тенгламалари ва вектор диаграммалари.

Аён қутбли синхрон генераторнинг тенгламалари ва вектор диаграммаларини қуриш. Ноён қутбли синхрон генераторнинг тенгламалари ва вектор диаграммаларини қуриш.

20-мавзу. Синхрон машинани электр тармоғига параллел улаш. Синхронлаш усуллари.

Тармоққа параллел улаш шартлари ва тахлили. Аниқ ва ноаниқ синхронлаш усуллари.

21-мавзу. Синхрон генераторнинг электр тармоғи билан параллел ишлашидаги тавсифлари

СГ нинг иш хоссалари унинг тавсифлари: юксиз ишлаш, симметрик қисқа туташув, юкланиш, ташки ва ростлаш тавсифлари. СГ ни электр тармоғига ёки ишлаб турган генераторлар билан параллел улаш. Генераторларни синхронлаш усуллари. Бурчак тавсифи. Синхрон машинанинг электромагнит моменти.

22-мавзу. Синхрон машина реактив қувватининг бурчак тавсифи. Синхрон машина бурчак тавсифи.

23-мавзу. U-симон тавсифлари.

Синхрон машиналарда U-симон тавсифи тахлили.

24-мавзу. Синхрон моторнинг тузилиши ва ишлаш принципи. Синхрон моторнинг тузилиши ва ишлаш принципи, ўрганиш.

25-мавзу. Синхрон моторнинг иш тавсифлари.

Синхрон моторнинг иш режимларида тавсифларини тахлили.

26-мавзу. Синхрон машинадаги қувват исрофлари ва ФИК Синхрон машиналарнинг махсус турлари.

Синхрон генератор ва мотордаги қувват исрофлари. Синхрон генератор ва моторнинг ФИК. Синхрон машиналардаги қувват исрофлари. Реактив синхрон моторлар; доимий магнитли синхрон моторлар; автотрактор генераторлари; индукторли генераторлар. Асинхронлаштирилган синхрон машиналар; икки ўқи бўйича қўзғатиладиган синхрон машиналар.

27-мавзу. Ўзгармас ток машиналари тузилиши ва ишлаш принципи.

Ўзгармас ток машиналари тузилиши ва ишлаш принципини таҳлил қилиш.

28-мавзу. Ўзгармас ток генераторлари тавсифлари

Ўзгармас ток машиналари тузилиши ва ишлаш принципи. Мустақил қўзғатишли ўзгармас ток генератортавсифлари. Юксиз ишлаш ва юкланиш тавсифлари. Юкланиш тавсифси. Қисқа туташув тавсифси. Ташқи ва ростлаш тавсифлари.

29-мавзу. Ўзгармас ток моторларидаги физик жараёнлар. Моторни ишга тушириш.

Ўзгармас ток моторларидаги физик жараёнларни ўзлаштириш ҳамда моторни ишга тушириш усуллари.

30-мавзу. Ўзгармас ток машиналари махсус турлари.

Ўзгармас ток машиналари махсус турларини тузилиши ва ишлатилиш соҳалари, авфзалликлари.

1.2. Амалий машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларини ташкил этиш юзасидан кафедра томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини амалий масалалар, кейслар орқали янада бойитадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида талабалар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни чоп этиш орқали талабалар билимини ошириш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича тақдимотлар ва кўргазмали қуроллар тайёрлаш, норматив-ҳуқуқий ҳужжатлардан фойдаланиш ва бошқалар тавсия этилади.

Амалий машғулотларнинг тахминий рўйхати

1. Трансформаторнинг асосий параметрларини аниқлаш;
2. Юклама билан ишлаётган трансформаторнинг эксплуатацион характеристикаларини ҳисоблаш;

3. Тажриба маълумотлари асосида трансформаторнинг асосий параметрларини ҳисоблаш.

4. Юклама билан ишлаётган трансформаторнинг кучланиш пасайишини аниқлаш;

5. Асинхрон моторнинг механик характеристикасини аниқ ҳисоблаш;

6. Асинхрон моторнинг айланиш частотасини ростлаш усулларига оид масалалар ечиш;

7. Аён қутбли синхрон генераторнинг муҳим параметрларини ҳисоблаш;

8. Синхрон генераторнинг ташқи характеристикани қуриш;

9. Синхрон генераторнинг U –симон характеристикасини қуриш;

10. Синхрон генераторнинг бурчак характеристикасини қуриш;

11. Ўзгармас ток моторининг асосий параметрларини аниқлаш;

12. Ўзгармас ток генераторларининг ташқи характеристикаси;

13. Ўзгармас ток моторининг механик характеристикаларини ҳисоблаш;

14. Ўзгармас ток моторининг айланиш частотасини ростлаш усулларига оид масалалар ечиш;

15. Ўзгармас ток машиналарида ФИК ни ҳисоблаш;

1.3. Лаборатория ишларининг тахминий рўйхати

1. Трансформаторнинг салт ишлаш тажрибаси.

2. Қисқа тутатиш тажрибаси.

3. Иккиламчи чўлғамда кучланиш қийматини аниқлаш

4. Асинхрон двигателни ишга тушириш.

5. Асинхрон двигателни реверслаш ва тормозлашни ўрганиш

6. Уч фазали икки чулғамли трансформатор тавсифларини текшириш ва параметрларини аниқлаш.

1.4. Курс лойиҳаси бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Курс лойиҳасини мақсади талабаларни мустақил ишлаш қобилиятларини ривожлантириш, олган назарий билимларини қўллашда амалий кўникмалар ҳосил қилиш, бевосита ишлаб чиқаришдаги реал шароитга мос техник ечимларни қабул қилиш ва замонавий техника ва технологияларни қўллаш кўникмаларини ҳосил қилишдир.

Курс лойиҳасининг мавзулари бевосита ишлаб чиқариш корхоналари технологик жараёнларига боғлиқ ҳолда электр машиналарнинг параметрларини мустақил ҳисоблаш ва қуриш белгиланади. Чизмада электр машиналарни конструктив ва электр қисми элементлари ва уларни асосий параметрлари кўрсатилиши керак.

Қуйида намунавий курс иши мавзулари келтирилган:

1. Трансформаторларнинг конструктив тузилиши ва электр қисмини ишлаб чиқиш.
2. Асинхрон машиналарнинг конструктив тузилиши ва электр қисмини ишлаб чиқиш.
3. Синхрон машиналарнинг конструктив тузилиши ва электр қисмини ишлаб чиқиш.

1.5. Мустақил ишлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Мустақил ишларнинг тахминий рўйхати

1. Трансформаторлар иш режимлари бўйича.
2. Махсус трансформаторларнинг турлари.
3. Ўзгарувчан ток машиналарининг умумий масалалари.
4. Асинхрон машиналар.
5. Синхрон машиналар бўйича.
6. Ўзгармас ток машиналари.

Мустақил таълимни ташкил этишда ушбу фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади ва жорий назорат сифатида баҳоланади:

1) Мавзулар бўйича конспект (реферат, такдимот) тайёрлаш. Назарий материални пухта ўзлаштиришга ёрдам берувчи бундай усул ўқув материалига диққатни кўпроқ жалб этишга ёрдам беради. Талаба конспекти турли назорат ишларига тайёргарлик ишларини осонлаштиради ва вақтни тежайди;

2) Ўқитиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимлари билан ишлаш. Олган билимларини ўзлаштиришлари, турли назорат ишларига тайёргарлик кўришлари учун тавсия этилган электрон манбалар, инновацион дарс лойиҳаси намуналари, ўз-ўзини назорат учун тест топшириқлари ва бошқалар;

3) Фан бўйича қўшимча адабиётлар билан ишлаш. Мустақил ўрганиш учун берилган мавзулар бўйича талабалар тавсия этилган асосий адабиётлардан ташқари қўшимча ўқув-илмий адабиётлардан фойдаланадилар. Бунда рус ва хорижий тиллардаги адабиётлардан фойдаланиш рағбатлантирилади;

4) Интернет тармоғидан фойдаланиш. Фан мавзуларини ўзлаштириш, амалий машғулот ва мустақил ишларни ёзишда мавзу бўйича интернет манбаларини топиш, улар билан ишлаш назорат турларининг барчасида қўшимча рейтинг баллари билан рағбатлантирилади;

5) Мавзуга оид масалалар, кейс-стадилар ва ўқув лойиҳаларини ишлаб чиқиш, шунинг билан бирга иштирок этиш;

6) Амалиёт турларига асосан материал йиғиш, амалиётдаги мавжуд

	муаммоларнинг ечимини топиш, ҳисоботлар тайёрлаш; 7) Илмий семинар ва анжуманларга тезис ва мақолалар тайёрлаш ва иштирок этиш; 8) Мавжуд амалий машғулот ишларини такомиллаштириш, масофавий (дистанцион) таълим асосида машғулотларни ташкил этиш бўйича методик кўрсатмалар тайёрлаш ва ҳ.к. Янги билимларни мустақил ўрганиш, керакли маълумотларни излаш ва уларни топиш йўллари аниқлаш, Интернет тармоқларидан фойдаланиб маълумотлар тўплаш ва илмий изланишлар олиб бориш, илмий тўғарак доирасида ёки мустақил равишда илмий манбалардан фойдаланиб илмий мақола (тезис) ва маърузалар тайёрлаш кабилар талабаларнинг дарсда олган билимларини чуқурлаштиради, уларнинг мустақил фикрлаш ва ижодий қобилиятини ривожлантиради. Вазифаларини текшириш ва баҳолаш амалий машғулот олиб боровчи ўқитувчи томонидан, конспектларни ва мавзунини ўзлаштиришни маъруза дарсларини олиб боровчи ўқитувчи томонидан ҳар дарсда амалга оширилади. Мустақил ишни ташкил этиш бўйича услубий кўрсатма ва тавсиялар, кейс-стади, вазиятли масалалар тўплами ишлаб чиқилади. Маъруза мавзулари бўйича амалий топшириқ, кейс-стадилар ечиш услуби ва мустақил ишлаш учун вазифалар белгиланади.
2.	Фан ўқитилишининг натижалари (шаклландиган компетенциялар). Фанни ўзлаштириш натижасида талаба: – электр машиналари ўзининг бўлажак касбининг моҳияти ва ижтимоий аҳамияти тўғрисида тасаввурга эга бўлиши; – электр техникада қўлланиладиган электр машиналарини тажриба йўли билан олиш ва таҳлил қилишни билиши ва улардан фойдалана олиши; – талаба электр машиналари назарияси, ишлатиш ва қўлланиш соҳалари ҳақидаги қўникмаларига эга бўлиши керак.
3.	Таълим технологиялари ва методлари: •маърузалар; •интерфаол кейс-стадилар; •семинарлар (мантикий фикрлаш, тезкор савол-жавоблар); гуруҳларда ишлаш; тақдиротларни қилиш; индивидуал лойиҳалар; жамоа бўлиб ишлаш ва ҳимоя қилиш учун лойиҳалар.
4.	Кредитларни олиш учун талаблар: Фанга оид назарий ва услубий тушунчаларни тўла ўзлаштириб, таҳлил натижаларини тўғри акс эттира олиш, ўрганилаётган жараёнлар ҳақида мустақил мушоҳада юритиш ва жорий, оралиқ назорат шаклларида берилган вазифа ва топшириқларни бажариш, якуний назорат бўйича ёзма ишни топшириш.
5.	Адабиётлар 5.1.Асосий адабиётлар 1. Bhattachrya. Electrical machinees 3E book. 2008, N/A p.

2. Fitzgerald. Electric machinery, 6/E book. 2002, N/A p.
3. Berdiev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Texnika oliy oquv yurtlarining «Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari» va "elektr energetika" yonalishi talabalari uchun darslik.– T.: Shams-Asa. 2014. –386 b.
4. Пирматов Н.Б., Мустафакулова Г.Н., Махмадиев Ғ.М. «Электр машиналари» курсидан «Асинхрон моторларни лойиҳалаш». Ўқув қўлланма. -Т.: ТошДТУ, 2013. –95 б.
5. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. Darslik.-T.: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2011. – 408 b.
6. Иброҳимов У. Электр машиналари. Ўқув қўлланма. – Т.:Ўқитувчи, 2001.
7. Мажидов С. Электр машиналари ва электр юритма. Ўқувқўлланма. – Т.: Ўқитувчи, “Зиё-Ношир” КШК, 2002. – 408 б

5.2.Қўшимча адабиётлар

8. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимида киришиш тантанали маросимида бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. –Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 56 б.
9. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза 2016 йил 7 декабрь. – Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 48 б.
10. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга курамиз. – Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2017. – 488 б.
11. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. – Т.:2017 йил 7 февраль, ПФ-4947-сонли Фармони.
12. N.B. Pirmatov, Z.A. Yarmuxamedova, G.N. Mustafakulova. Elektr mashinalari fanining transformatorlar qismi bo'yicha kurs loyihasini bajarishga oid o'quv-metodik qo'llanma. –Т.: ToshDTU, 2012 – 117 b.
13. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам. Учеб. Пособие для вузов. –Москва.: – Издательский центр «Академия». 2012. – 154 с.
14. Мустафакулова Г.Н., Тошев Ш.Э. Электр машиналари фанидан лаборатория машғулотларини бажариш учун методик кўрсатма. –Т.: ТДТУ, 2015. – 45 б.
15. Пирматов Н.Б., Зайниева О.Э. Электромеханика (Электр машиналари) фанидан масалалар тўплами. Ўқув қўлланма. –Т.: ТДТУ, 2004. – 75 б.

5.3. Интернет сайтлар

16. www.Ziyo.net
17. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm;

	18. http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product_no=854; 19. http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm 20. http://www.unilib.neva.ru/dl/059/Head.html (Электронная книга по электромеханике. Леонтьев А.Г.)
6.	Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 202__ йил “__” _____ даги _____ -сонли баённомаси билан маъқулланган. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 202__ йил “__” _____ даги _____ -сонли буйруғи билан маъқулланган фан дастурларини таянч олий таълим муассасаси томонидан тасдиқлашга розилик берилган.
7.	Фан/модуль учун маъсулар: Н.Б. Пирматов – ТДТУ, “Электр машиналари” кафедраси профессори, т.ф.н. А.Е. Бекишев - ТДТУ, “Электр машиналари” кафедраси катта ўқитувчиси;
8.	Такризчилар: А.А. Шавазов - “Ўзбекэнерго” АЖ Илмий техника маркази катта илмий ходими, техника фанлари бўйича PhD; О.З. Тоиров - ТошДТУ “Электр машиналари” кафедраси мудири, профессор, DSc

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAHSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

Ro'yhatga olindi:
 № _____
 2021 y. " ____ " _____

«Tasdiqlayman»
 O'quv ishlari bo'yicha prorektor
 _____prof. M.Dadamirzayev
 « ____ » _____ 2021 y.

ELEKTR MASHINALARI

fanining

ISHCHI FAN DASTURI

Bilim sohasi: 300 000 - Ishlab chiqarish-texnik soha
 Ta'lim sohasi: 310000 – Muhandislik ishi.
 Ta'lim yo'nalishi 5312400 – Muqobil energiya manbalari (turlari bo'yicha)

Semest r	Fan tarkibi						Nazora t turi	Ja'm i o'qu v soati
	Ma'ruz a	Amaliy mashg'ulo t	Labora -toriya ishlari	Seminar mashg'ulo t	Mustaqi l ta'lim	Kurs ishi (loyihasi)		
Kunduzgi bo'lim								
IV	15	15	15	-	45		Yozma	90
V	45	15	-	-	60		Yozma	120

Namangan - 2021 y.

Fanning ishchi o'quv dasturi OO'MTV ning 07.12.2020 yil №BD-5312400-2.07 raqamli "Elektr mashinalari" fanining o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchi:

D.Zokirova - NamMQI, «Energetika» kafedrasida katta o'qituvchisi.

Taqrizchi:

Q.Umarov - NamMQI «Energetika» kafedrasida mudiri, f-m.f.n.

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika kafedrasining 2021 yil «__» _____dagi «__» -son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: _____ **Q.Umarov**

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika va mehnat muhofazasi fakultetining kengashida muhokamadan o'tgan va foydalanishga tavsiya etilgan.

(2021 yil «__» _____dagi «__» -sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi: _____ **R.Soliyev**

K E L I S H I L D I:

Mutaxassislik kafedralari:

Кафедра номи

Имзо

Кафедра мудири И.Ф.Ш

O'quv-uslubiy bo'lim boshlig'i: _____

dots. T.Jo'rayev

Namangan muhandislik-qurilish instituti ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan. «__»_____2021 y. dagi ____ sonli majlis bayoni. (____ - son bilan ro'yhatga olingan).

Kirish

Ushbu fan jamiyatning iqtisodiy negizi, uning tarkibiy qismlari, umumiqtisodiy 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.

Fanning maqsad va vazifalari

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'qitish jarayonini tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

Fanni o'zlashtirish natijasida talaba:

- elektr mashinalari o'zining bo'lajak kasbining mohiyati va ijtimoiy ahamiyati to'g'risida **tasavvurga ega bo'lishi**;
 - elektr texnikada qo'llaniladigan elektr mashinalarini tajriba yo'li bilan olish va taxlil qilishni **bilishi va ulardan foydalana olishi**;
- talaba elektr mashinalari nazariyasi, ishlatish va qo'llanish sohalari haqidagi **ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.**

Fan bo'yicha talabalarning bilim, ko'nikma va malakalariga qo'yiladigan talablar

Elektr mashinalari fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

- elektr mashinalarining vazifasi, turlari, ishlash tamoyillari, xarakteristikalarini, ularda kuzatiladigan o'tish jarayonlarini bilishi kerak;
- elektr mashinalarini almashtirish sxemalari to'g'risida asosiy bilimlarga va elektr mashinalarni almashtirish sxemalarini, xarakteristikalarini hisoblash va qurish ko'nikmalariga ega bulishi kerak;
- elektr mashinalarini tanlash va ulardan amalda foydalanish hamda o'qitish metodikasi bo'yicha malakaga ega bo'lishi kerak.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviyligi

Elektr mashinalari fani elektr energetika asoslari kursining asosiy fani xisoblanib 4- va 5-semestrlarida o'qitiladi. Dasturni amalga oshirish o'quv rejasiga kiritilgan matematika va tabiiy, umumkasbiy (elektrotexnikaning nazariy asoslari) fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishini talab etadi.

Fanning ishlab chiqarishdagi o'rni

Elektr mashinalari fani energetika sohasida elektr energiya manbalari, ular asosida issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va iste'mol qilish jarayonlari bilan bevosita bog'liq. Fan o'zlashtirilishi natijasida elektr energiya manbalari uchun energetika qurilmalarining tuzilishi, ishlashi, ko'rsatkichlari, muammolari va istiqbollari masalalarini tahlil qilish uchun zaruriy bilimlar shakllantiriladi.

Fanni o'qitishda foydalaniladigan zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

O'quv jarayoni bilan bog'liq ta'lim sifatini belgilovchi holatlar quyidagilar: yuqori ilmiy-pedagogik darajada dars berish, muammoli ma'ruzalar o'qish, darslarni savol-javob tarzida qiziqarli tashkil qilish, ilg'or pedagogik texnologiyalardan va mulhtimedia vositalaridan foydalanish, tinglovchilarni undaydigan, o'ylantiradigan muammolarni ular oldiga qo'yish, talabchanlik, tinglovchilar bilan individual ishlash, erkin muloqot yuritishga, ilmiy izlanishga jalb qilish.

Elektr mashinalari kursini loyihalashtirishda quyidagi asosiy kontsepsual yondoshuvlardan foydalaniladi:

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirilayotganda, albatta, ma'lum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyliigi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoshuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga ehtiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obhektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati tahminlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallash), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning anhanaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda - kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikatsiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blits-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

"Elektr mashinalari" fanini o'qitish jarayonida kompyuter texnologiyasidan, "Power point" dasturidan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo'yicha talabalar bilimni baholash test asosida va kompyuter yordamida bajariladi. "Internet" tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

ASOSIY QISM

Ma'ruza mashg'ulotlari

1-modul. Elektr mashinalariga oid umumiy ma'lumotlar. Transformatorlar

1-mavzu. «Elektr mashinalari» faniga kirish

Kirish. Elektr mashinalariga oid 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. EM lari va transformatorlarning tasnifi va ularga nisbatan qo'yiladigan asosiy texnik talablar. Elektr mashinalari va transformatorlarni ishlab chiqarishda ishlatiladigan elektrotexnik va izolyatsion materiallar.

2-mavzu. Transformatorlarda bo'ladigan fizik jarayonlar. Transformatorlarning tuzilishi

Transformatorlar chulg'amlarida bo'ladigan fizik jarayonlar.

3-mavzu. Transformatorning yuksiz ishlash va qisqa tutashuv rejimlarida ro'y beradigan elektr magnit jarayonlar.

Transformatorlarning yuksiz ishlash va qisqa tutashish rejimlar. Yuksiz ishlash va qisqa tutashish xolatlarida magnit yurituvchi kuch.

4-mavzu. Transformator chulg'amlaridagi EYuK va toklar

Transformator xar xil ish rejimlarida chulg'amlaridagi EYuK va toklar. Transformatorlarning ish rejimlaridagi tavsiflari, elektr magnit jarayonlarining tavsiflarga ta'siri.

5-mavzu. Transformatorning ikkilamchi chulg'am elektr parametrlarini birlamchi chulg'am o'ramlar soniga keltirish.

Transformatorning ikkilamchi chulg'am elektr parametrlarini birlamchi chulg'am o'ramlar soniga keltirish, elektromagnit jarayonlarni o'rganish uchun.

6-mavzu. Tashqi tavsifi.

Transformatorlarning tashqi tavsifini tahlil qilish.

2-modul. Transformatorlarda kuchlanish, quvvat isroflari va FIK, ulanish guruxlari.

7-mavzu. Kuchlanishni rostlash. Quvvat isroflari va FIK

Transformatorlarda kuchlanish o'zgarishi. Kuchlanishni rostlash usullari. Transformatorlardagi o'zgarmas va o'zgaruvchan quvvat isroflari. Transformatorning foydali ish koeffitsienti.

8-mavzu. Transformator chulg'amlari ulanish guruhlari.

Transformator chulg'amlari ulanish guruhlari taxlil qilish. Transformator ulanish guruxlarini aniqlash usullari.

9-mavzu. Parallel ulash shartlari. Maxsus transformatorlar turlari.

Transformator chulg'amlarining o'ralish yo'nalishi va uchlarining belgilanishi. Ulanish guruhini aniqlash. Transformatorlarni parallel ishlashi. Parallel ulash shartlari. Maxsus transformatorlar ularning ishlatilish joylari va avfzalliklari.

3-modul. O'zgaruvchan tok mashinalari

10-mavzu. O'zgaruvchan tok mashinalarining umumiy masalalari.

O'zgaruvchan tok mashinalarining stator chulg'ami qismlari, sxemalari.

Elektr yoyi vositasida payvanlash uchun ishlatiladigan maxsus maqsadli transformatorlar. O'zgaruvchan tok mashinalari va ularga oid umumiy ma'lumotlar. O'zgaruvchan tok mashinalarining asosiy turlari. Asinxron mashinalarning tuzilishi va ularning turli sohalarida tutgan o'rni. O'zgaruvchan tok mashinalarining stator chulg'ami qismlari, sxemalarini turlari.

11-mavzu. O'zgaruvchan tok stator chulg'ami EYuKlari, magnit yurituvchi kuchlari (MYuK) va magnit maydonlari

O'zgaruvchan tok mashinalarida stator chulg'aming turlari va ulanish sxemalari. O'zgaruvchan tok chulg'amlarini tushuntirishda metodik mulohazalar. Sinxron va asinxron mashinalarda aylanma magnit maydon hosil qilish usullari. G'altak o'ramining EYuK. G'altaklar guruhining EYuK. CHulg'am fazasining EYuK.

4-modul. Asinxron mashinalardagi jarayonlar.

12-mavzu. Asinxron mashina turlari, tuzilishi va ishlash printsiplari

Bir fazali chulg'amning magnit maydonini hosil qilish. Asinxron mashinaning turlari. Qisqa tutashgan rotorli asinxron mashinaning tuzilishi va ishlash printsiplari.

13-mavzu. Rotori tormozlangan asinxron mashinada bo'ladigan elektromagnit jarayon.

Asinxron mashinalarda rotorli tormozlangan xoldagi jarayonlar.

14-mavzu. Asinxron mashinaning vektor diagrammalari va almashtirish sxemasi. Asinxron mashinaning energetik diagrammasi Elektromagnit (aylantiruvchi) momenti va mexanik tavsifi

Rotori aylanayotgan asinxron mashinada elektromagnit jarayon. Asinxron mashinaning vektor diagrammasi. Almashtirish sxemasi. Asinxron mashinaning energetik diagrammasi. Elektromagnit moment. Mexanik tavsif. Asinxron motorning turg'un ishlash shartlari.

15-mavzu. Asinxron motorning ish tavsifi. Asinxron motorni ishga tushirish

Asinxron motorning yuklama bilan ishlagan xoldagi tavsiflari. Asinxron motor ish tavsifi. Qisqa tutashtirilgan va faza rotorli asinxron motorlarni ishga tushirish usullari.

16-mavzu. Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash. Asinxron generator, undagi elektromagnit jarayonlar va tavsiflari

Asinxron mashinaning aylanish chastotasini rostlash usullari. Asinxron generatorning elektr tarmog'i bilan parallel ishlashi. Elektr tarmog'iga ulanmagan asinxron generatorning o'z-o'zini qo'zg'atishi. Asinxron generatorning yuklama bilan ishlashi.

5-modul. Sinxron generatorlar

17-mavzu. Sinxron generatorning turlari, sinxron mashinalarning tuzilishi ishlash printsiplari.

Sinxron generatorlarning turlari, tuzilishi va ishlash printsiplari.

18-mavzu. Yakor reaksiyasi.

Sinxron generator turlari. Sinxron generatorning tuzilishi va ishlash printsiplari. Sinxron generatorda yakor reaksiyasi.

19-mavzu. Ayon va noayon qutbli sinxron generatorning tenglamalari va vektor diagrammalari.

Ayon qutbli sinxron generatorning tenglamalari va vektor diagrammalarini qurish. Noayon qutbli sinxron generatorning tenglamalari va vektor diagrammalarini qurish.

20-mavzu. Sinxron mashinani elektr tarmog'iga parallel ulash. Sinxronlash usullari.

Tarmoqqa parallel ulash shartlari va taxlili. Aniq va noaniq sinxronlash usullari.

21-mavzu. Sinxron generatorning elektr tarmog'i bilan parallel ishlashidagi tavsiflari

SG ning ish xossalari uning tavsiflari: yuksiz ishlash, simmetrik qisqa tutashuv, yuklanish, tashqi va rostlash tavsiflari. SG ni elektr tarmog'iga yoki ishlab turgan generatorlar bilan parallel ulash. Generatorlarni sinxronlash usullari. Burchak tavsifi. Sinxron mashinaning elektromagnit momenti.

22-mavzu. Sinxron mashina reaktiv quvvatining burchak tavsifi.

Sinxron mashina burchak tavsifi.

23-mavzu. U-simon tavsiflari.

Sinxron mashinalarda U-simon tavsifi taxlili.

24-mavzu. Sinxron motorning tuzilishi va ishlash printsipi.

Sinxron motorning tuzilishi va ishlash printsipi, o'rganish.

25-mavzu. Sinxron motorning ish tavsiflari.

Sinxron motorning ish rejimlarida tavsiflarini taxlili.

26-mavzu. Sinxron mashinadagi quvvat isroflari va FIK Sinxron mashinalarning maxsus turlari.

Sinxron generator va motordagi quvvat isroflari. Sinxron generator va motorning FIK. Sinxron mashinalardagi quvvat isroflari. Reaktiv sinxron motorlar; doimiy magnitli sinxron motorlar; avtotraktor generatorlari; induktorli generatorlar. Asinxronlashtirilgan sinxron mashinalar; ikki o'qi bo'yicha qo'zg'atiladigan sinxron mashinalar.

27-mavzu. O'zgarmas tok mashinalari tuzilishi va ishlash printsipi.

O'zgarmas tok mashinalari tuzilishi va ishlash printsipini taxlil qilish.

28-mavzu. O'zgarmas tok generatorlari tavsiflari

O'zgarmas tok mashinalari tuzilishi va ishlash printsipi. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generator tavsiflari. Yuksiz ishlash va yuklanish tavsiflari. Yuklanish tavsifsi. Qisqa tutashuv tavsifsi. Tashqi va rostlash tavsiflari.

29-mavzu. O'zgarmas tok motorlaridagi fizik jarayonlar. Motorni ishga tushirish.

O'zgarmas tok motorlaridagi fizik jarayonlarni o'zlashtirish xamda motorni ishga tushirish usullari.

30-mavzu. O'zgarmas tok mashinalari maxsus turlari.

O'zgarmas tok mashinalari maxsus turlarini tuzilishi va ishlatilish soxalari, avfzalliklari.

“Elektr mashinalari” fani bo'yicha ma'ruza mashg'ulotlarining kalendar tematik rejasi

1 – jadval

№	Mavzularning nomi	Ma'ruza
IV-semestr		
1	«Elektr mashinalari» faniga kirish. Kirish. Elektr mashinalariga oid 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. EM lari va transformatorlarning tasnifi va ularga nisbatan qo'yiladigan asosiy texnik talablar. Elektr mashinalari va transformatorlarni ishlab chiqarishda ishlatiladigan elektrotexnik va izolyatsion materiallar.	2
2	Transformatorlarda bo'ladigan fizik jarayonlar. Transformatorlarning tuzilishi Transformatorlar chulg'amlarida bo'ladigan fizik jarayonlar.	2
3	Transformatorning yuksiz ishlash va qisqa tutashuv rejimlarida ro'y beradigan elektr magnit jarayonlar. Transformatorlarning yuksiz ishlash va qisqa tutashish rejimlar. Yuksiz ishlash va qisqa tutashish xolatlarida magnit yurituvchi kuch.	2
4	Transformator chulg'amlaridagi EYuK va toklar. Transformator xar xil ish rejimlarida chulg'amlaridagi EYuK va toklar. Transformatorlarning ish rejimlaridagi tavsiflari, elektr magnit jarayonlarining tavsiflarga ta'siri.	2
5	Transformatorning ikkilamchi chulg'am elektr parametrlarini birlamchi chulg'am o'ramlar soniga keltirish. Transformatorning ikkilamchi chulg'am elektr parametrlarini birlamchi chulg'am o'ramlar soniga keltirish, elektromagnit jarayonlarni o'rganish uchun.	2
6	Tashqi tavsifi. Transformatorlarning tashqi tavsifini tahlil qilish.	2
7	Kuchlanishni rostlash. Quvvat isroflari va FIK. Transformatorlarda kuchlanish o'zgarishi. Kuchlanishni rostlash usullari. Transformatoridagi o'zgarmas va o'zgaruvchan quvvat isroflari. Transformatorning foydali ish koeffitsienti.	2
8	Transformator chulg'amlari ulanish guruhlari. Transformator chulg'amlari ulanish guruhlari taxlil kilish. Transformator ulanish guruxlarini aniqlash usullari.	1
	Jami	15
V-semestr		
1	Parallel ulash shartlari. Maxsus transformatorlar turlari. Transformator chulg'amlarining o'ralish yo'nalishi va uchlarining belgilanishi. Ulanish guruhini aniqlash. Transformatorlarni parallel ishlashi. Parallel ulash shartlari. Maxsus transformatorlar ularning ishlatilish joylari va avfzalliklari.	2
2	O'zgaruvchan tok mashinalarining umumiy masalalari. O'zgaruvchan tok mashinalarining stator chulg'ami qismlari, sxemalari. Elektr yoyi vositasida payvanlash uchun ishlatiladigan maxsus maqsadli transformatorlar. O'zgaruvchan tok mashinalari va ularga oid umumiy ma'lumotlar. O'zgaruvchan tok mashinalarining asosiy turlari. Asinxron mashinalarning tuzilishi va ularning turli sohalarida tutgan o'zni. O'zgaruvchan tok mashinalarining stator chulg'ami qismlari, sxemalarini turlari.	2
3	O'zgaruvchan tok stator chulg'ami EYuKlari, magnit yurituvchi kuchlari (MYuK) va magnit maydonlari. O'zgaruvchan tok mashinalarida stator chulg'aminin turlari va ulanish sxemalari. O'zgaruvchan tok chulg'amlarini tushuntirishda metodik mulohazalar.	2
4	Sinxron va asinxron mashinalarda aylanma magnit maydon hosil qilish usullari. G'altak o'ramining EYuK. G'altaklar guruhining EYuK. CHulg'am fazasining EYuK.	2

5	Asinxron mashina turlari, tuzilishi va ishlash printsiplari. Bir fazali chulg'amning magnit maydonini hosil qilish. Asinxron mashinaning turlari. Qisqa tutashgan rotorli asinxron mashinaning tuzilishi va ishlash printsiplari.	2
6	Rotori tormozlangan asinxron mashinada bo'ladigan elektromagnit jarayon. Asinxron mashinalarda rotor tormozlangan xoldagi jarayonlar.	2
7	Asinxron mashinaning vektor diagrammalari va almashtirish sxemasi. Asinxron mashinaning energetik diagrammasi Elektromagnit (aylantiruvchi) momenti va mexanik tavsifi. Rotori aylanayotgan asinxron mashinada elektromagnit jarayon. Asinxron mashinaning vektor diagrammasi. Almashtirish sxemasi. Asinxron mashinaning energetik diagrammasi. Elektromagnit moment. Mexanik tavsif. Asinxron motorning turg'un ishlash shartlari.	2
8	Asinxron motorning ish tavsifi. Asinxron motorni ishga tushirish. Asinxron motorning yuklama bilan ishlagan xoldagi tavsiflari. Asinxron motor ish tavsifi. Qisqa tutashtirilgan va faza rotorli asinxron motorlarni ishga tushirish usullari.	2
9	Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash. Asinxron generator, undagi elektromagnit jarayonlar va tavsiflari. Asinxron mashinaning aylanish chastotasini rostlash usullari. Asinxron generatorning elektr tarmog'i bilan parallel ishlashi.	2
10	Elektr tarmog'iga ulanmagan asinxron generatorning o'z-o'zini qo'zg'atishi. Asinxron generatorning yuklama bilan ishlashi.	2
11	Sinxron generatorning turlari, sinxron mashinalarning tuzilishi ishlash printsiplari. Sinxron generatorlarning turlari, tuzilishi va ishlash printsiplari.	2
12	Yakor reaksiyasi. Sinxron generator turlari. Sinxron generatorning tuzilishi va ishlash printsiplari. Sinxron generatorda yakor reaksiyasi.	2
13	Ayon va noayon qutbli sinxron generatorning tenglamalari va vektor diagrammalari. Ayon qutbli sinxron generatorning tenglamalari va vektor diagrammalarini qurish. Noayon qutbli sinxron generatorning tenglamalari va vektor diagrammalarini qurish.	2
14	Sinxron mashinani elektr tarmog'iga parallel ulash. Sinxronlash usullari. Tarmoqqa parallel ulash shartlari va taxlili. Aniqlik va noaniqlik sinxronlash usullari.	2
15	Sinxron generatorning elektr tarmog'i bilan parallel ishlashidagi tavsiflari. SG ning ish xossalari uning tavsiflari: yuksiz ishlash, simmetrik qisqa tutashuv, yuklanish, tashqi va rostlash tavsiflari. SG ni elektr tarmog'iga yoki ishlab turgan generatorlar bilan parallel ulash. Generatorlarni sinxronlash usullari. Burchak tavsifi. Sinxron mashinaning elektromagnit momenti.	2
16	Sinxron mashina reaktiv quvvatining burchak tavsifi. Sinxron mashina burchak tavsifi.	2
17	U-simon tavsiflari. Sinxron mashinalarda U-simon tavsifi taxlili.	2
18	Sinxron motorning tuzilishi va ishlash printsiplari. Sinxron motorning tuzilishi va ishlash printsiplari, o'rganish. Sinxron motorning ish tavsiflari. Sinxron motorning ish rejimlarida tavsiflarini taxlili.	2
19	Sinxron mashinadagi quvvat isroflari va FIK. Sinxron mashinalarning maxsus turlari. Sinxron generator va motordagi quvvat isroflari. Sinxron generator va motorning FIK. Sinxron mashinalardagi quvvat isroflari. Reaktiv sinxron motorlar; doimiy magnitli sinxron motorlar; avtotraktor generatorlari; induktorli generatorlar. Asinxronlashtirilgan sinxron mashinalar; ikki o'qi bo'yicha qo'zg'atiladigan sinxron mashinalar.	2
20	O'zgarmas tok mashinalari tuzilishi va ishlash printsiplari. O'zgarmas tok mashinalari tuzilishi va ishlash printsiplari taxlil qilish.	2
21	O'zgarmas tok generatorlari tavsiflari. O'zgarmas tok mashinalari tuzilishi va ishlash printsiplari. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generator tavsiflari. Yuksiz ishlash va yuklanish tavsiflari. Yuklanish tavsiflari. Qisqa tutashuv tavsiflari. Tashqi va rostlash tavsiflari.	2
22	O'zgarmas tok motorlaridagi fizik jarayonlar. Motorni ishga tushirish. O'zgarmas tok motorlaridagi fizik jarayonlarni o'zlashtirish xamda motorni ishga tushirish usullari.	2
23	O'zgarmas tok mashinalari maxsus turlari. O'zgarmas tok mashinalari maxsus turlarini tuzilishi va ishlatilish soxalari, avfzalliklari.	1
	Jami	45
	Hammasi	60

Laboratoriy, amaliy ishlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Amaliy mashg'ulotlarini tashkil etish yuzasidan kafedra tomonidan ko'rsatma va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Unda talabalar asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha olgan bilim va ko'nikmalarini amaliy masalalar, keyslar orqali yanada boyitadilar. SHuningdek, darslik va o'quv qo'llanmalar asosida talabalar bilimlarini mustahkamlashga erishish, tarqatma materiallardan foydalanish, ilmiy maqolalar va tezislarni chop etish orqali talabalar bilimini oshirish, masalalar yechish, mavzular bo'yicha taqdimotlar va ko'rgazmali qurollar tayyorlash, normativ-huquqiy hujjatlardan foydalanish va boshqalar tavsiya etiladi.

“Elektr mashinalari” fani bo'yicha amaliy mashg'ulotlarining kalendar tematik rejai

2 – jadval

№	Mavzularning nomi	soati
IV-semestr		
1	Transformatorning asosiy parametrlarini aniqlash.	2
2	Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning eksplutatsion xarakteristikalarini hisoblash.	2
3	Tajriba ma'lumotlari asosida transformatorning asosiy parametrlarini hisoblash.	2
4	Yuklama bilan ishlayotgan transformatorning kuchlanish pasayishini aniqlash	2
5	Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini aniq hisoblash.	2
6	Asinxron motorning aylanish chastotasini rostlash usullariga oid masalalar yechish.	2
7	Ayon qutbli sinxron generatorning muhim parametrlarini hisoblash	2
8	Sinxron generatorning tashqi xarakteristikani qurish.	1
	Jami	15
V-semestr		
1	Sinxron generatorning U –simon xarakteristikasini qurish	2
2	Sinxron generatorning burchak xarakteristikasini qurish	2
3	O'zgarmas tok motorining asosiy parametrlarini aniqlash.	2
4	O'zgarmas tok generatorlarining tashqi xarakteristikasi.	2
5	O'zgarmas tok motorining mexanik xarakteristikalarini hisoblash.	2
6	O'zgarmas tok motorining aylanish chastotasini rostlash usullariga oid masalalar yechish.	2
7	O'zgarmas tok mashinalarida FIK ni hisoblash	2
8	O'zgarmas tok mashinalarida FIK ni hisoblash	1
	Jami	15

3-jadval

T/R	Tajriba mashg'ulot nomi	Soati
IV-semestr		
1	Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning salt ishlash holatlaridagi xarakteristikalarini va parametrlarini tekshirish.	2

2	Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning qisqa tutashuv holatlaridagi xarakteristikalarini va parametrlarini tekshirish.	2
3	Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning yuklama holatidagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish.	2
4	Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarning tekshirish va parametrlarini aniqlash.	2
5	Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning salt ishlash va qisqa tutashuv xarakteristikalarini tekshirish va parametrlarini aniqlash.	4
6	Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning ish xarakteristikalarini tekshirish.	3
Jami		15

Kurs ishi bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar.

O'quv rejada kurs loyihasi (kurs ishi) ko'zda tutilmagan.

Mustaqil ishni tashkil etishning shakli va mazmuni

Talabaga mustaqil ishning asosiy maqsadi- o'qtuvchining raxbarligi va nazoratida muayyan o'quv ishlarini mustaqil ravishda bajarish uchun bilim va ko'nikmalarni shakllantirish va rivojlantirish.

Talaba mustaqil ishini tashkil etishda quyidagi shakllardan foydalaniladi:

-ayrim nazariy mavzularni o'quv adabiyotlari va Internet materiallari yordamida mustaqil o'zlashtirish;

- berilgan mavzu bo'yicha axborot (referat) tayyorlash;

- nazariy bilimlarni amaliyotda qo'llash;

- maket, model va namunalar yaratish;

-ilmiy maqola, anjumanga ma'ruza tayyorlash va h.k..

Amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etish bo'yicha kafedra professor-o'qituvchilari tomonidan qo'rsatma va tavsiyalar, masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Unda talabalarga asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy masala va misollar yechish uslubi va mustaqil yechish uchun masalalar keltirildi.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ta'limning mavzulari

4-jadval

№	Mustaqil ta'lim mavzulari
1	Transformatorlar ish rejimlari bo'yicha.
2	Maxsus transformatorlarning turlari.
3	O'zgaruvchan tok mashinalarining umumiy masalalari.
4	Asinxron mashinalar.
5	Sinxron mashinalar bo'yicha.
6	O'zgarmas tok mashinalari.
7	Aralash sxemali chulg'amlar
8	Sirtmoqsimon oddiy chulg'am.
9	Magnit zanjirlari va uni xisoblash

10	Elektr mashina kuchaytirgichlari
11	Elektr motorning tormoz rejimlari
12	Transformatorning ishlash rejimlari
13	Transformatorlarning parallel ishlash shartlari.
14	Maxsus transformatorlar
15	Uch fazali transformatorlarni chulg'amlarini ulanish guruhlarini aniqlash.
16	Asinxron mashinadagi elektromagnit jarayonlar
17	Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorni bir fazali tarmoqqa ulash.
18	Statorning magnit maydoni
19	Kontaktsiz sinxron motorlar
20	O'zgaras tok motori

Dasturning informatsion-uslubiy ta'minoti

Mazkur fanni o'qitish jarayonida tahlilning zamonaviy ilg'or interfaol usullaridan, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining prezentatsiya (taqdimot), multimedia va elektron-didaktik texnologiyalardan foydalaniladi. Amaliy mashg'ulotlarda aqliy hujum, klaster, blits-so'rov, guruh bilan ishlash, insert, taqdimot, keys stadi kabi usul va texnikalardan keng foydalaniladi.

Fan bo'yicha talabalar bilimni baholash tartibi

Baholash tartibini ishlab chiqishda 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 haqidag'i buyrug'i asos qilib olindi.

1. Talabalar bilimni baholash 5 ballik tizimda amalga oshiriladi.

2. Talabaning amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari va mustaqil ta'lim topshiriqlarini bajarishi shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi fan o'qituvchisi tomonidan baholab boriladi.

2.1 Amaliy mashg'ulot darslarida baholash:

- Ilg'or pedogagik texnologiya usullaridan foydalanib 2-jadvaldagi har bir modul bo'yicha barcha talabalarning baholanishiga erishish talab etiladi.

- Oraliq nazorat turi oldidan amaliy mashg'ulotda olingan baholar o'rtachalashtiriladi.

2.2 Laboratoriya mashg'ulotlarida baholash:

- 3-jadvaldagi keltirilgan V-semestrda 3 ta laboriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 2 tasi uchun 4 ball, 1 tasi uchun 3 ball baholanadi. VI-semestrda 3 ta laboriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 2 tasi uchun 4 ball, 1 tasi uchun 3 ball, bilan baholanadi.

3. Amaliy mashg'ulotlarda va laboratoriya mashg'ulotlarida olingan ballar o'rtachalashtiriladi.

4. Ishchi dasturda keltirilgan mavzular bo'yicha 4-jadvalda keltirilgan mustaqil ish topshiriqlari ishlab chiqildi. Talabalardan ularni semestr davomida bosqichma-bosqich topshirish talab etiladi. Talaba kamida uch marta 5 ballik tizimda baholanishi kerak.

5. Oraliq nazorati fanning xususiyati va unga ajratilgan soatdan kelib chiqqan holda har semestrda 2 marta yozma shaklda o'tkaziladi. (Kafedra yig'ilishining tegishli qarori bo'lishi kerak.)

5.1 Oraliq nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi.

5.2 Oraliq nazoratida 2 ta nazariy va 1 ta masala (yoki laboratiya ishining topshirig'i) alohida variantlar ko'rinishida beriladi.

5.3 Oraliq nazorat turini alohida 5 ballik tizimda baholab, uning yakuniy bahosini chiqarishda amaliy, laboratoriya va mustqail talim baholari bilan qo'shiladi va o'rtachalashtiriladi. O'rtachalashtirilgan baho kasr son chiqsa, kasr qism 0.4 dan yuqori bo'lgan taqdirda talaba foydasiga yaxlitlanadi.

6. Yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabanning bilimlarini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

7. Talaba elektrotexnika va elektronika fani bo'yicha yakuniy nazorat turini o'tkaziladigan kunga qadar oraliq nazorat turini topshirgan bo'lishi shart.

8. Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

9. Yakuniy nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi. Variantlar yakuniy nazorat o'tkaziladigan kuni o'tkazish uchun mas'ul etib belgilangan professor-o'qituvchiga kafedra mudiri tomonidan taqdim etiladi.

9.1 yakuniy nazorat variantiga semestrda o'qitilgan mavzulardan 2 ta, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta kiritiladi.

9.2 Yakuniy nazoratni baholash OO'MTV Nizomining 15-bandida nazarda tutilgan mezonlar asosida amalga oshiriladi. Uchta savolning har biri 5 ballik tizimda baholanib, o'rtachalashtiriladi va kasr chiqqan taqdirda, kasr qismi 0.4 dan yuqori bo'lsa talaba foydasiga yaxlitlanadi.

Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar

1. Vhattacharya. Electrical machines 3E book. 2008, N/A p.
2. Fitzgerald. Electric machinery, 6/E book. 2002, N/A p.
3. Berdiev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Texnika oliy oquv yurtlarining «Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari» va " elektr energetika" yonalishi talabalari uchun darslik.– T.: Shams-Asa. 2014. –386 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. Elektr mashinalari va elektr yuritma. O'quv qo'llanma. –T.: O'qituvchi, "Ziyo-Noshir" KSHK, 2002. – 408 b

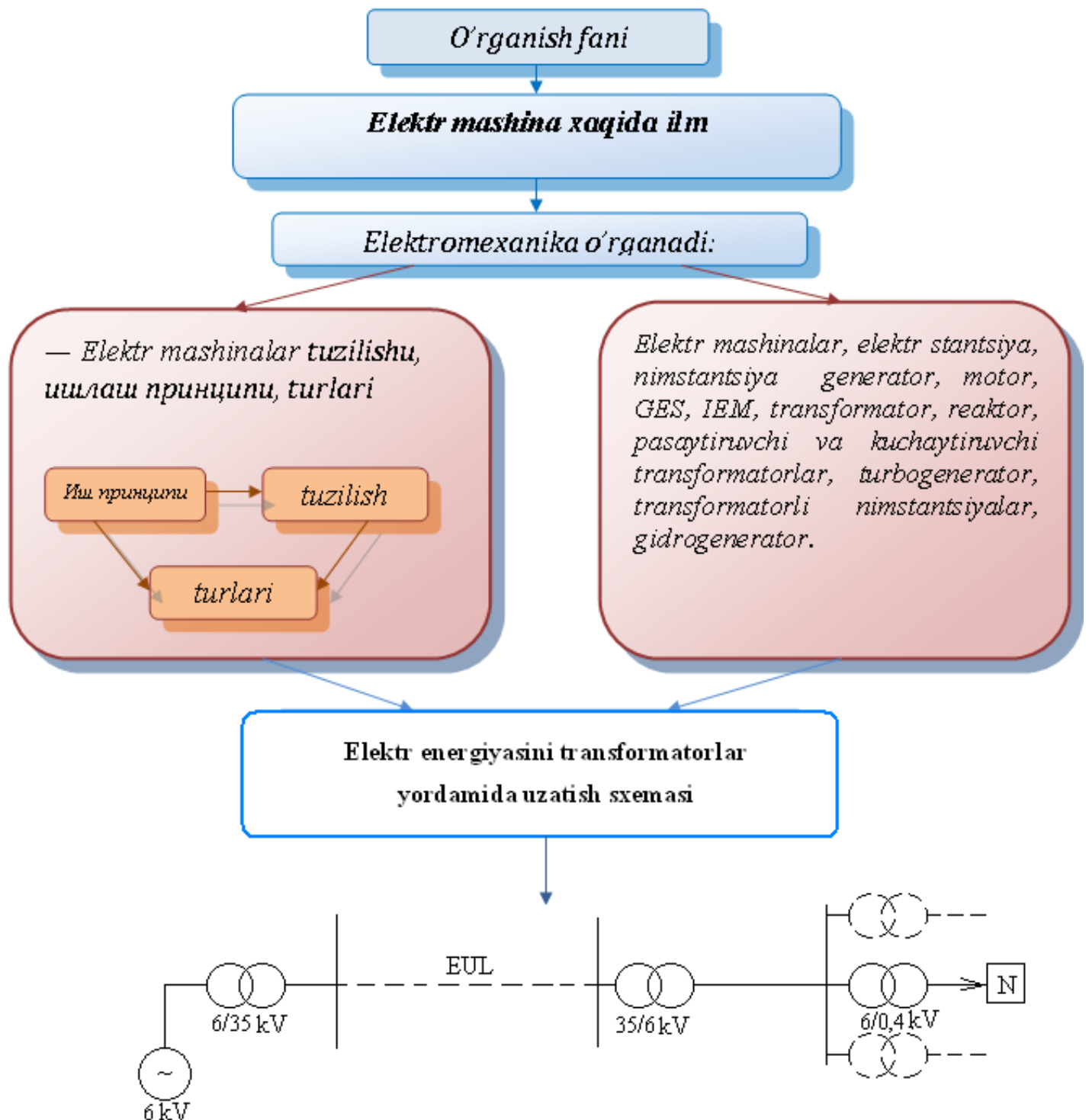
Qo'shimcha adabiyotlar

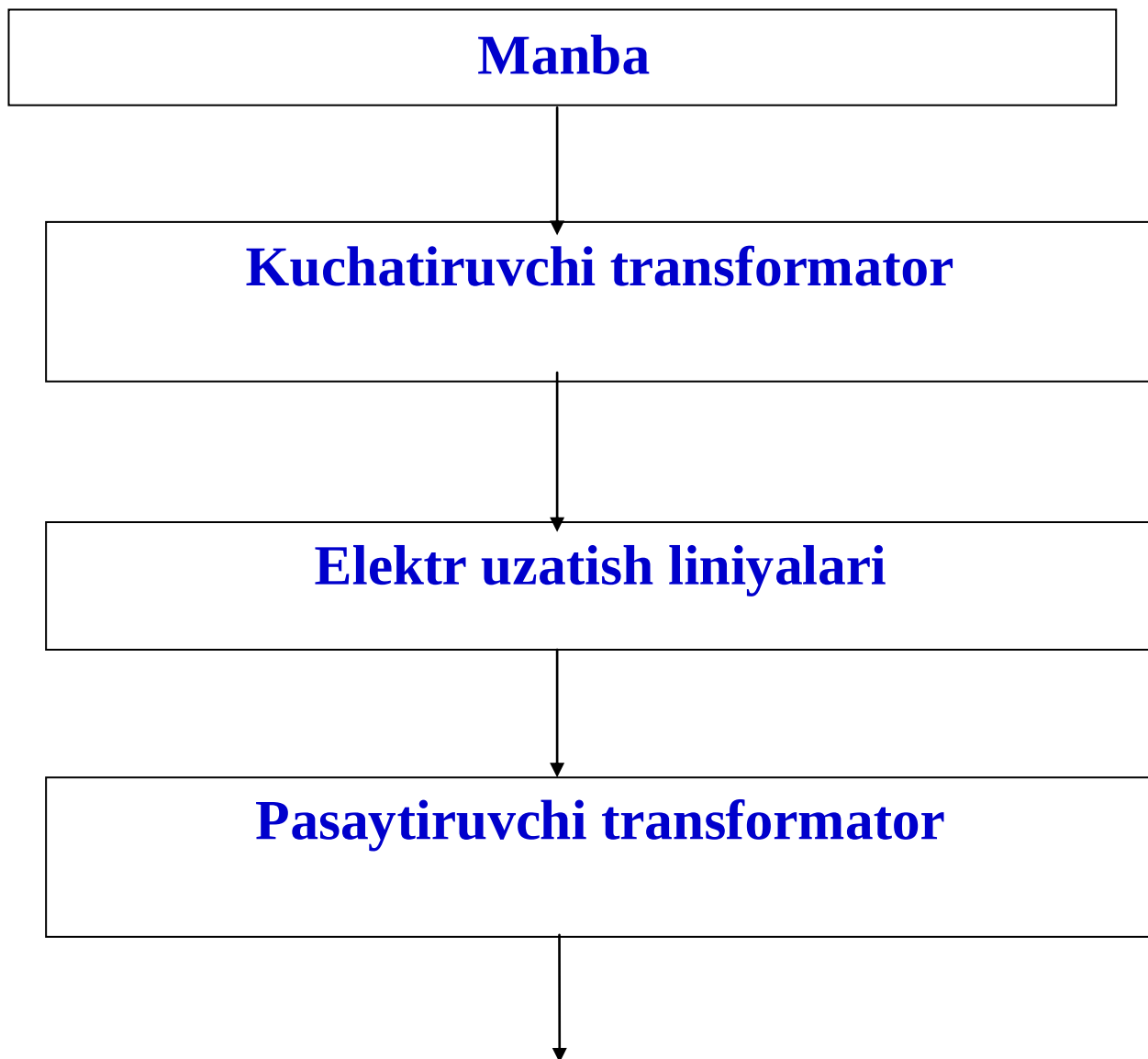
8. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. – 56 b.
9. Mirziyoev SH.M. 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.
10. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 488 b.
11. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. – T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.
12. N.B. Pirmatov, Z.A. Yarmuxamedova, G.N. Mustafakulova. Elektr mashinalari fanining transformatorlar qismi bo'yicha kurs loyihasini bajarishga oid o'quv-metodik qo'llanma. –T.: ToshDTU, 2012 – 117 b.
13. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам. Учеб. Пособие для вузов. –Москва.: – Издательский центр «Академия». 2012. –154 с.
14. Mustafakulova G.N., Toshev SH.E. Elektr mashinalari fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun metodik ko'rsatma. –T.: TDTU, 2015. – 45 b .
15. Pirmatov N.B., Zaynieva O.E. Elektromexanika (Elektr mashinalari) fanidan masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. –T.: TDTU, 2004. – 75 b.

Internet saytlar

16. www.Ziyo.net
17. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm;
18. http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product_no=854;
19. <http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm>
20. <http://www.unilib.neva.ru/dl/059/Head.html>

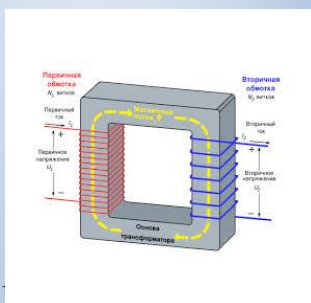
4.3. Tarqatma materiallar





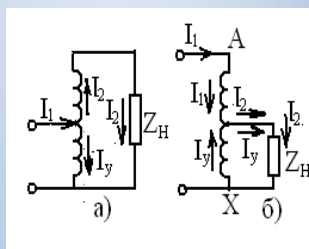
Transformatorning turlari

Bir fazali yoki uch fazali kuch transformatorlari – elektr energiyani uzoq masofaga uzatishda,



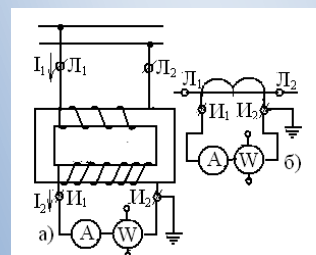
orasida taqsimlashda va umuman, istemolchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda ishlatiladi.

Avtotransformatorlar – kuchlanish qiymatini bir oz o'zgartirish yoki kuchlanish qiymatini noldan boshlab oshirish uchun hamda katta quvvatli asinxron



O'lchov transformatorlari (kuchlanish va tok transformatorlari)

– elektr o'lchash sxemalarida, yuqori kuchlanishlarni va katta toklarni o'lchash uchun ishlatiladi.



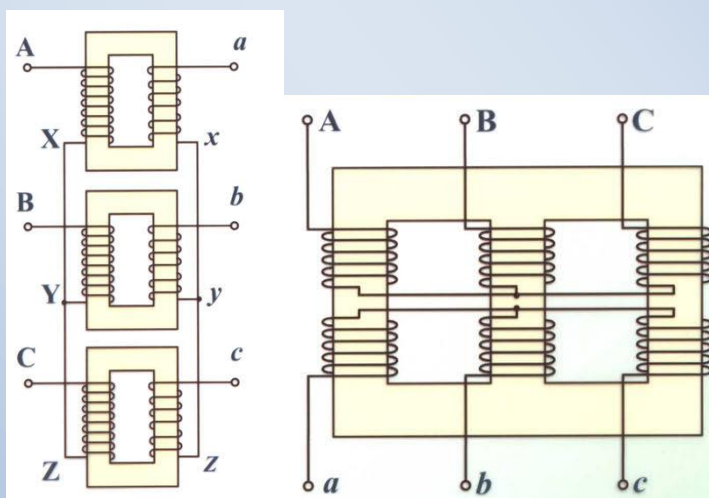
Maxsus transformatorlar – payvandlash transformatorlari; sinov transformatorlari; radio, televidenie, aloqa va avtomatika qurilmalarida ishlatiladigan transformatorlar; o'zgaruvchan tokning fazalar sonini yoki chastotasini o'zgartiruvchi transformatorlar maxsus transformatorlar hisoblanadi.

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 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'gzartirish mumkin.	1. Ishlash printsipti elektromagnit induksiya 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'amisqqa tutashib qolmasligi. V) O'lchash transformatorini ikkilamchi chulg'ami zaminlangan bo'lishi kerak.

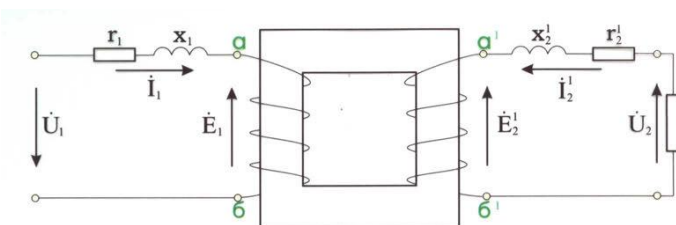
Transformatorlarning ish rejimlari

Transformatorlarning salt ishlashi

Agar transformatorning birlamchi chulg'ami elektr tarmog'iga ulansa, lekin ikkilamchi chulg'am qismlariga 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.

Transformatorlarning yuklama bilan ishlashi

Transformator ishlash iuchun uning birlamchi chulg'amini kuchlanishi $u = U_m \cdot \sin \omega t$ bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga yoki elektr tarmog'iga uladi (2-rasm). Bunda birlamchi chulg'amdanda o'zgaruvchan tok $i = I_m \cdot \sin \omega t$ o'ta boshlaydi. Bu tok ferromagnit o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \cdot \sin \omega t$ 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 qismlari yoki iste'molchilar tarmog'i qisqa tutashib qolishi natijasida transformator qisqa muddat qisqa tutashish sharoitida ishlaydi. 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.

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 ma-nitlashga 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

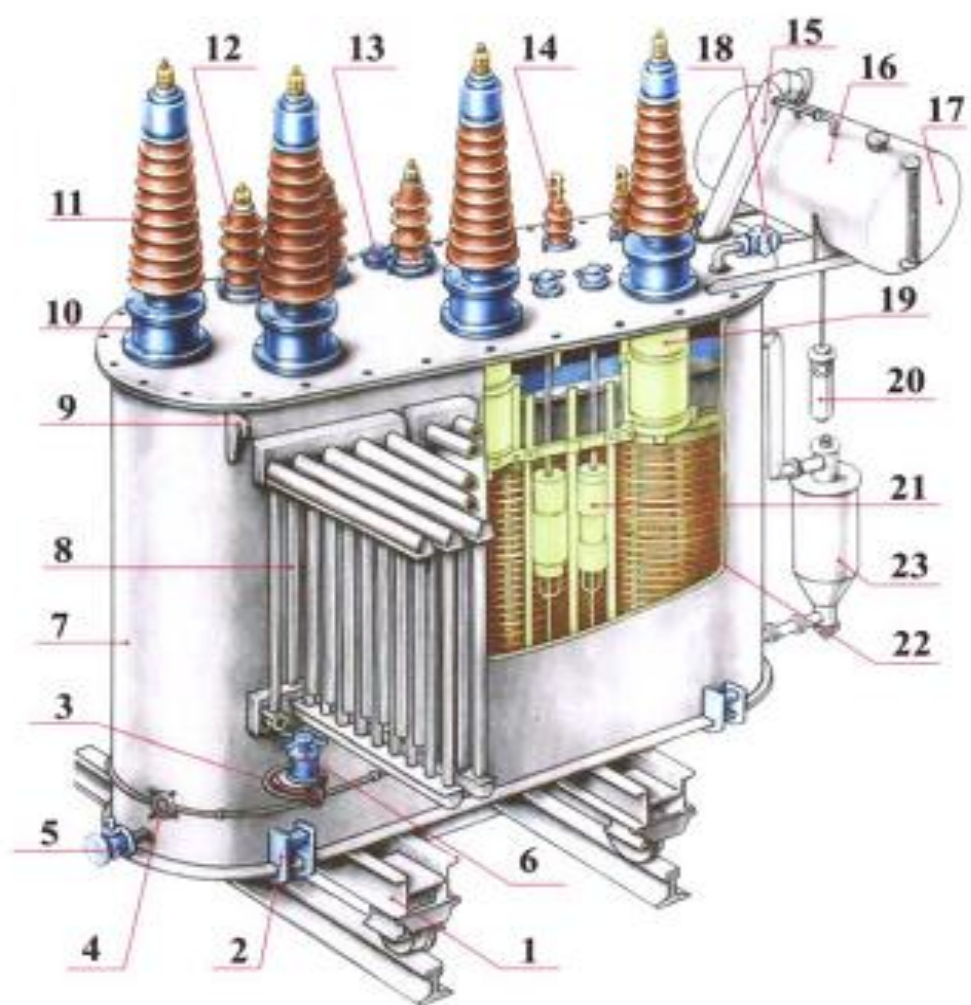
$$\Delta P_{\text{guc}} = \sigma_g \left(\frac{f}{100} \right) \cdot B \cdot G$$

Uyurma toklar ta'siri natijasida yuzaga keladigan quvvat isrofi

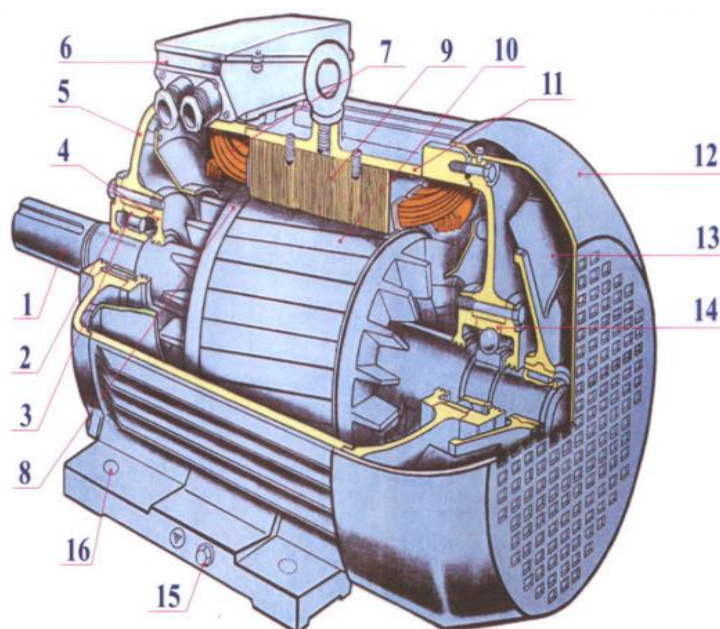
$$\Delta P_y = \sigma_y \left(\frac{f}{100} \right) \cdot B \cdot G$$

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

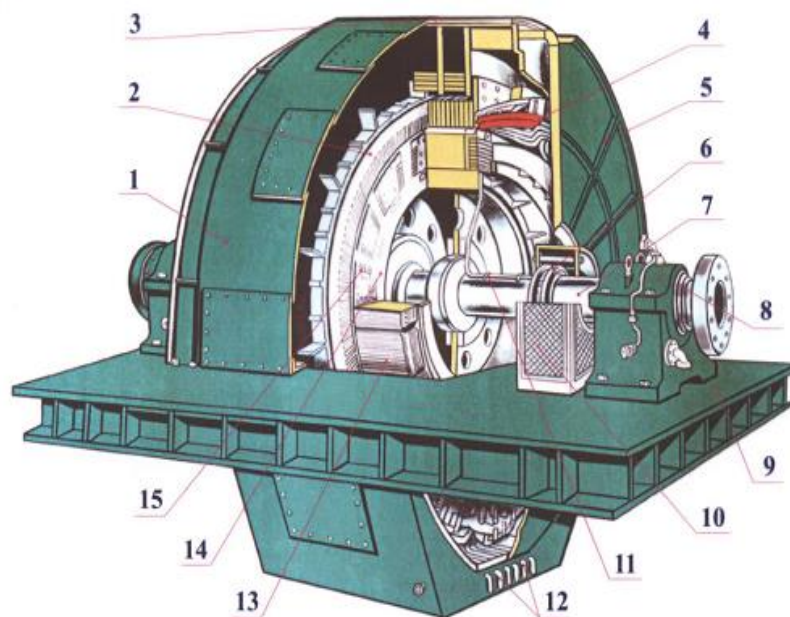
KUCH TRANSFORMATORI



ASINXRON DVIGATELLAR



SINXRON MASHINA



4.4. 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'rmini 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 maydonga 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 o'tirish 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 mator qanday qismlardan iborat?

- A. 4 qismdan
- B. 3 qismdan
- C. 2 qismdan
- D. 1 qismdan

17. Asinxron mashina qanday mashina?

- A. O'zgarmas 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. $P_0 = P_{\text{мех}} + P_{\text{II}} + P_{\text{квз}}$
- 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. $F_{\text{эм}} = BII$
 - C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
 - D. $E = Blv$
4. 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. $K = \frac{U_1}{U_2},$
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 usulari 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. $5,5 \div 7,5\%$
 - B. $6,5 \div 7,5\%$
 - C. $7,5 \div 10\%$

D. $10 \div 10,5\%$

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. $\sqrt{3} \cdot U \cdot I$

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. $0,60 \div 0,75\%$

B. $0,75 \div 0,80\%$

C. $0,80 \div 0,85\%$

D. $0,98 \div 0,99\%$

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. $P_{\kappa m} = f(I_2)$

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. $1 \div 2,5 A/mm^2$ V $2 \div 2,1 A/mm^2$ S $2 \div 4,5 A/mm^2$ D $3 \div 3,5 A/mm^2$

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. **Yakorʼ reaksiyasi deb nimaga aytiladi**
 - A. Sinxron mashinalarni stator va rotorini magnit maydonga aylanish tezligi teng bo'lganligi uchun
 - B. Sinxron mashinaga tok ulanganda yakorning magnit maydon xosil kilishiga
 - C. Stator va yakordan magnit maydonni xosil bo'lishiga
 - D. Stator magnit maydonning kuzgaluvchichulg'am xosil kilgan 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 koefitsentlarini 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 kilish 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'tkazitudan 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

19. Transformatorning o'zgaras parametrilari

- A. Xamma parametrilari 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. $0,60 \div 0,75 \%$
- B. $0,75 \div 0,80 \%$
- C. $0,80 \div 0,85 \%$
- D. $0,98 \div 0,99 \%$

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 induksiya xodisalari
 - B. Elektro magnit aviy induksiya 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 induksiya 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. $0,60 \div 0,75\%$
- B. $0,75 \div 0,80\%$
- C. $0,80 \div 0,85\%$
- D. $0,98 \div 0,99\%$

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 $U = 10kV, U_{1H} = 6kV, U_{2H} = 0,4kV$ $P_0 = 105W, P_{\text{km}} = 335W$ 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. Yakorʼ 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 mikdordlardan kaysi 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 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
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. $F_{\text{эм}} = BII$
 - C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
 - D. $E = Blv$
5. 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. $K = \frac{U_1}{U_2}$
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 koeffitsienti 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 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, 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'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 ortirish
- B. Rangli metallarni tejash
- C. Iste'molchilarni quvvat koefitsientini ortirish
- 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. $F_{\text{sm}} = BII$
- 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 koefitsientining 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 koeffitsientini oshirish
- B. Transformatorning quvvat koeffitsientini 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'zgaras 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. Avtotransformatorida 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, rotorningaylanish 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'rmini 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 quyilgan 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. Rotorning aylanish tezligi kamayishidan

15. Asinxron dvigatel'ning quvvat ko'effitsenti $\cos \varphi$ ni o'tirish 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 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. $P_1 = P_0 + P_{\text{OM}}$
- B. $P_0 = P_{\text{mex}} + P_{II} + P_{\text{kyz}}$
- C. $P_0 = P_1 + P_{\text{OM}}$
- D. $P_1 = P_0 + P_{\text{mex}} + P_{\text{OM}}$

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. $F_{\text{эм}} = BII$
 - C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
 - D. $E = Blv$
4. 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. $K = \frac{U_1}{U_2},$
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 usulari 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. $5,5 \div 7,5\%$
 - B. $6,5 \div 7,5\%$
 - C. $7,5 \div 10\%$

D. $10 \div 10,5\%$

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. $\sqrt{3} \cdot U \cdot I$

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. $0,60 \div 0,75\%$

B. $0,75 \div 0,80\%$

C. $0,80 \div 0,85\%$

D. $0,98 \div 0,99\%$

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

- B. $1 \div 2,5 A/mm^2$ V $2 \div 2,1 A/mm^2$ S $2 \div 4,5 A/mm^2$ D $3 \div 3,5 A/mm^2$

8-variant

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 kilishiga
C. Stator va yakordan magnit maydonni xosil bo'lishiga
D. Stator magnit maydonning kuzgaluvchichulg'am xosil kilgan 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. $P_{\text{km}} = f(I_2)$

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 Dobrovolskiy 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 kilish 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 ko'effitsientlari 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 printsiptida 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 printsiptida 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

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 ko'effitsientini aniqlash
C. Transformatorning salt ishlash rejimidagi kuchlanishni aniqlash
D. Xamma javoblar to'g'ri

19. Transformatorning o'zgarmas parametrlari

- A. Xamma parametrlari o'zgaradi
B. Kuchlanish o'zgaradi va qarshilik uzgaradi
C. Faqat quvvat o'zgaradi
D. Faqat qarshilik o'zgaradi

20. Transformatorning foydali ish ko'effitsienti necha protsent bo'ladi

- A. $0,60 \div 0,75\%$
B. $0,75 \div 0,80\%$
C. $0,80 \div 0,85\%$
D. $0,98 \div 0,99\%$

9-variant

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. Uyrma 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. 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
- 9. 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
- 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. $0,60 \div 0,75 \%$
 - B. $0,75 \div 0,80 \%$
 - C. $0,80 \div 0,85 \%$
 - D. $0,98 \div 0,99 \%$
- 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 koeffitsenti 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 $U = 10kV, U_{1H} = 6kV, U_{2H} = 0,4kV$ $P_0 = 105W, P_{\text{sm}} = 335W$ 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. 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

10-variant

1. Uchfazali transformatorga oid nominal ma'lumotlar kvt bo'lsa, qo'yidagi mikdorlardan kaysi 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 asinxrondvigatelъ $S = 3\%$ sirpanish bilan ishlayotganda, rotorningaylanish tezligi nimaga teng?

- A. 1400ayl/min
- B. 1000 ayl/min
- C. 970 ayl/min
- D. 750 ayl/min

3. Elektromagnit induktsiya 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. $F_{\text{эм}} = BII$
 C. $I = \frac{E}{R_0 + R}$
 D. $E = Blv$

5. 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. $K = \frac{U_1}{U_2},$

6. Transformatorlarning ishlash printsipida qo'yidagi xodisalarning qaysi biri ishtirok etadi?

- A. Uzinduktsiya va o'zaro induksiya xodisalari
 B. Elektro magnitaviyinduktsiya 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 koeffitsienti 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, 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'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 ortirish
 B. Rangli metallarni tejash
 C. Iste'molchilarni quvvat koeffitsientini ortirish
 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. $F_{\text{эм}} = BII$
- 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 koeffitsientining optimal qiymati qaysi ifoda orqali aniqlash mumkin

- A. $K_{\text{ю}} = \frac{\sqrt{P_0}}{P_K}$
- B. $K_{\text{ю}} = \frac{\sqrt{P_K}}{P_0}$
- C. $K_{\text{ю}} = \frac{\sqrt{U_K}}{Z}$
- D. $K_{\text{ю}} = \frac{\sqrt{P_0}}{U_K}$

19. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda voltmeter qanday ulanadi?

- A. Ketma-ket
- B. Kuchlanish transformatorialari orqali
- C. SHunt orqali
- D. Tok transformatori orqali

20. 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

4.5.Baholash me'zoni

Fan bo'yicha talabalar bilimini baholash tartibi

Baholash tartibini ishlab chiqishda 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 haqidag'i buyrug'i asos qilib olindi.

1. Talabalar bilimini baholash 5 ballik tizimda amalga oshiriladi.

2. Talabaning amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari va mustaqil ta'lim topshiriqlarini bajarishi shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi fan o'qituvchisi tomonidan baholab boriladi.

2.1 Amaliy mashg'ulot darslarida baholash:

- Ilg'or pedagogik texnologiya usullaridan foydalanib 2-jadvaldagi har bir modul bo'yicha barcha talabalar baholanishiga erishish talab etiladi.

- Oraliq nazorat turi oldidan amaliy mashg'ulotda olingan baholar o'rtachalashtiriladi.

2.2 Laboratoriya mashg'ulotlarida baholash:

- 3-jadvaldagi keltirilgan V-semestrda 3 ta laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 2 tasi uchun 4 ball, 1 tasi uchun 3 ball baholanadi. VI-semestrda 3 ta laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 2 tasi uchun 4 ball, 1 tasi uchun 3 ball, bilan baholanadi.

3. Amaliy mashg'ulotlarda va laboratoriya mashg'ulotlarida olingan ballar o'rtachalashtiriladi.

4. Ishchi dasturda keltirilgan mavzular bo'yicha 4-jadvalda keltirilgan mustaqil ish topshiriqlari ishlab chiqildi. Talabalardan ularni semestr davomida bosqichma-bosqich topshirish talab etiladi. Talaba kamida uch marta 5 ballik tizimda baholanishi kerak.

5. Oraliq nazorati fanning xususiyati va unga ajratilgan soatdan kelib chiqqan holda har semestrda 2 marta yozma shaklda o'tkaziladi. (Kafedra yig'ilishining tegishli qarori bo'lishi kerak.)

5.1 Oraliq nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi.

5.2 Oraliq nazoratida 2 ta nazariy va 1 ta masala (yoki laboratoriya ishining topshirig'i) alohida variantlar ko'rinishida beriladi.

5.3 Oraliq nazorat turini alohida 5 ballik tizimda baholab, uning yakuniy bahosini chiqarishda amaliy, laboratoriya va mustaqil talim baholari bilan qo'shiladi va o'rtachalashtiriladi. O'rtachalashtirilgan baho kasr son chiqsa, kasr qism 0.4 dan yuqori bo'lgan taqdirda talaba foydasiga yaxlitlanadi.

6. Yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabaning bilimlarini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

7. Talaba elektrotexnika va elektronika fani bo'yicha yakuniy nazorat turini o'tkaziladigan kunga qadar oraliq nazorat turini topshirgan bo'lishi shart.

8. Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

9. Yakuniy nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi. Variantlar yakuniy nazorat o'tkaziladigan kuni o'tkazish uchun mas'ul etib belgilangan professor-o'qituvchiga kafedra mudiri tomonidan taqdim etiladi.

9.1 yakuniy nazorat variantiga semestrda o'qitilgan mavzulardan 2 ta, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta kiritiladi.

9.2 Yakuniy nazoratni baholash OO'MTV Nizomini 15-bandida nazarda tutilgan mezonlar asosida amalga oshiriladi. Uchta savolning har biri 5 ballik tizimda baholanib , o'rtachalashtiriladi va kasr chiqqan taqdirda, kasr qismi 0.4 dan yuqori bo'lsa talaba foydasiga yaxlitlanadi.

V. ADABIYOTLAR RO'YXATI

Asosiy adabiyotlar

1. Vhattacharya. Electrical machines 3E book. 2008, N/A p.
2. Fitzgerald. Electric machinery, 6/E book. 2002, N/A p.
3. Berdiev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Texnika oliy oquv yurtlarining «Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari» va " elektr energetika" yonalishi talabalari uchun darslik. – T.: Shams-Asa. 2014. –386 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. Elektr mashinalari va elektr yuritma. O'quv qo'llanma. –T.: O'qituvchi, "Ziyo-Noshir" KSHK, 2002. – 408 b

Qo'shimcha adabiyotlar

8. 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.
9. 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.
10. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2017. – 488 b.
11. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. – T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.
12. N.B. Pirmatov, Z.A. Yarmuxamedova, G.N. Mustafakulova. Elektr mashinalari fanining transformatorlar qismi bo'yicha kurs loyihasini bajarishga oid o'quv-metodik qo'llanma. –T.: ToshDTU, 2012 – 117 b.
13. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам. Учеб. Пособие для вузов. –Москва.: – Издательский центр «Академия». 2012. –154 с.
14. Mustafakulova G.N., Toshev SH.E. Elektr mashinalari fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun metodik ko'rsatma. –T.: TDTU, 2015. – 45 b .
15. Pirmatov N.B., Zaynieva O.E. Elektromexanika (Elektr mashinalari) fanidan masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. –T.: TDTU, 2004. – 75 b.

Internet saytlar

16. www.Ziyo.net
17. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm;
18. http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product_no=854;
19. <http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm>
20. <http://www.unilib.neva.ru/dl/059/Head.html>