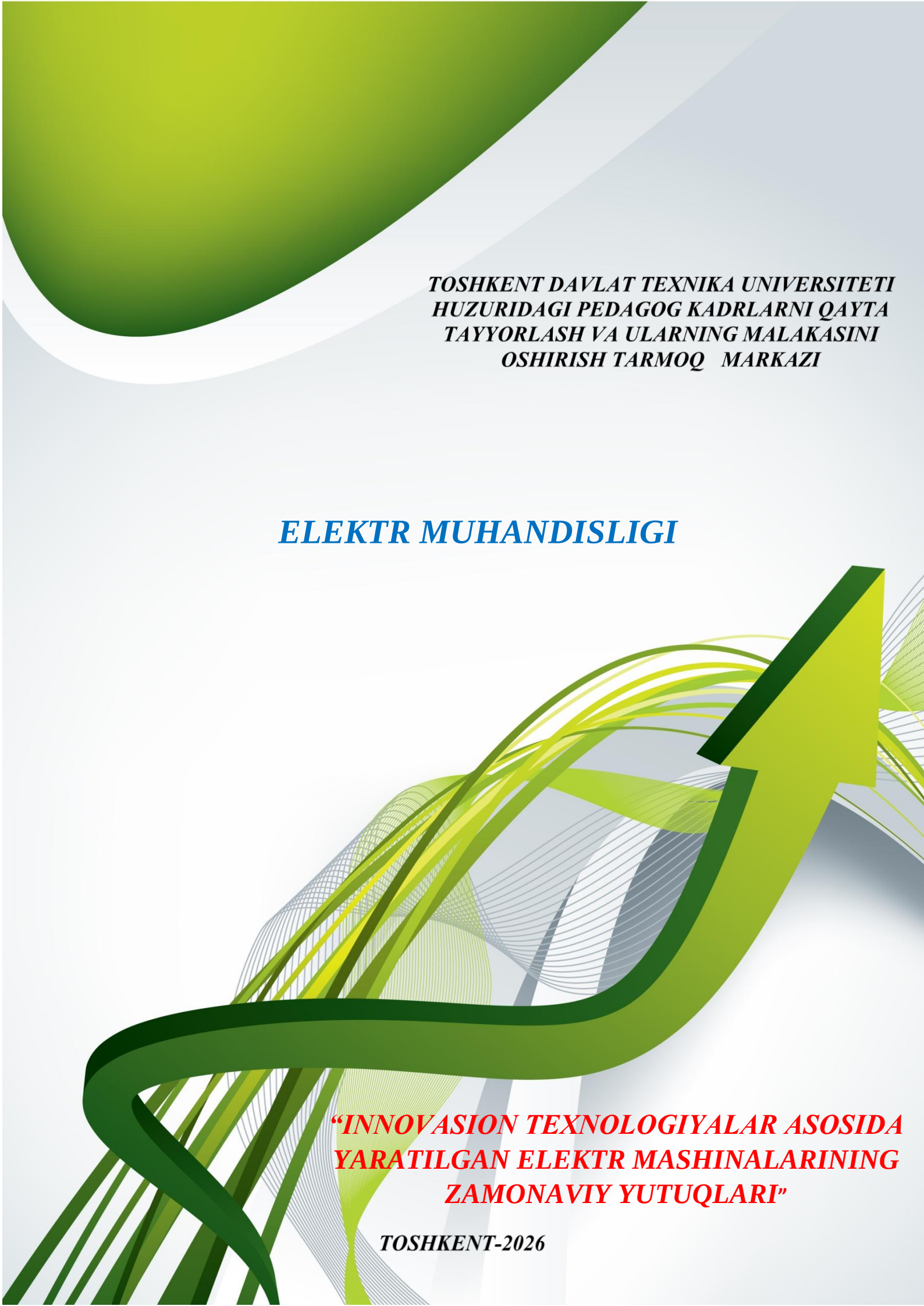




**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

ELEKTR MUHANDISLIGI

**“INNOVASION TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA
YARATILGAN ELEKTR MASHINALARINING
ZAMONAVIY YUTUQLARI”**

TOSHKENT-2026

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
OLIY TALIM TIZIMI PEDAGOG VA RABAR KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI ORSHIRISH INSTITUTI

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

ELEKTR TEXNIKASI, ELEKTR MEXANIKASI VA ELEKTR
TEXNOLOGIYALARI

yo'nalishi

"INNOVASION TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA YARATILGAN ELEKTR
MASHINALARINING ZAMONAVIY YUTUQLARI"

moduli bo'yicha

U Q U V – U S L U B I Y M A J M U A

Tuzuvchi: prof. N.B. Pirmatov

Toshkent - 2026 yil

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 27-dekabrdagi 485- sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv dastur asosida tayyorlandi

Tuzuvchi: TDTU, "Elektr mashinalari" kafedrası professori,
t.f.d. N.B. Pirmatov

Taqrizchi: TDTrU, professor, t.f.n., U.T. Berdiyev

O'quv-uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2026 yil 28-yanvardagi 5-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

MUNDARIJA

I.	Ishchi dasturi.....	5
II.	Modulni o'qitishda foydalaniladigan interfaol ta'lim metodlari.....	11
III.	Nazariy materiallar.....	17
IV	Amaliy mashg'ulot mazmuni.....	48
V	Keyslar banki.....	57
VI	Glossariy	63
VII	Adabiyotlar ro'yxati.....	66

I. ISHCHI DASTUR

Kirish

Ushbu dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida” Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 12-iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish to‘g‘risida” PF-4732-son, 2019-yil 27-avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida” PF-5789-son, 2019-yil 8-oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” PF-5847-son, 2020 yil 29 oktabrdagi “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” PF-6097-son, 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” PF-60-son, 2023-yil 25-yanvardagi “Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo‘lga qo‘yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida” PF-14-son, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida” PF-158-son Farmonlari, shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024 yil 21 iyundagi “Aholi va davlat xizmatchilarining korrupsiyaga qarshi kurashish sohasidagi bilimlarini uzluksiz oshirish tizimini joriy qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-228-son, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 17 fevraldagi “Sun‘iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-4996-son qarorlari va O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” 2019-yil 23-sentabrdagi 797-son hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Oliy ta’lim tashkilotlari rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini samarali tashkil qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 2024-yil 11-iyuldagi 415-son Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko‘nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Ushbu dastur energetika tarmoqlari uchun yangi energiya tejamlovchi texnologiyalari va usullarini yaratish uchun qo‘llaniladigan energiya tejamkor avtomatlashtirilgan elektr mashinalari va transformatorlarning energetik ko‘rsatgichlarini optimallashtirish mezonlarini tahlil qilish va qo‘llash sohalarini

kengaytirish, tarkibiy tizimlarini zamonaviy boshqariluvchi o'zgartgichlar asosida tuzish, umumsanoat asinxron motorlarining energetik ko'rsatkichlarini yuklanishning turli qiymatlarida va ishchi mexanizmlarning tezligini rostdashning iqtisodiy va energiya samarador usullarini va energiya tejamllovchi texnologiyalarini yaratish muammolari bayon etilgan.

Modulning maqsadi va vazifalari

"Innovation texnologiyalar asosida yaratilgan elektr mashinalarining zamonaviy yutuklari" modulining maqsadlari: energetika tarmoqlari uchun energiya tejamllovchi elektr mashinalari va transformatorlarning energetik ko'rsatkichlarini va ish rejimlarini optimallashtirish orqali energiyani tejashning nazariy asoslarini yaratish, funksional sxemalarini ishlab chiqish va bu texnik ishlamalarni amaliyotda qo'llash usullarini tahlil qilish kabi malaka va ko'nikmalarini shakllantirish.

"Innovation texnologiyalar asosida yaratilgan elektr mashinalarining zamonaviy yutuklari" modulining vazifalari:

- elektr mashinalar va transformatorlarni energetik ko'rsatkichlarini va asosiy tavsiflarini, turlari va imkoniyatlarini tahlil qilish;
- elektr mashinalar va transformatorlarning funksional sxemalarini tuzish va tahlil qilish;
- tinglovchilarga energiya tejamllovchi elektr mashinalar va transformatorlarning yangi turlari va ularda energiya tejashning samarali usullarini yaratishda zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalarni shakllantirish.

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

"Innovation texnologiyalar asosida yaratilgan elektr mashinalarining zamonaviy yutuklari" modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- transformatorlarning zamonaviy turlari;
- transformatorlarni sovitishning zamonaviy turlari;
- asinxron motorlarning va zamonaviy turlari haqida **bilimlarga ega bo'lishi**;
- energiya tejamlkor elektr mashinalar va transformatorlarning energetik

ko'rsatgichlarini optimallashtirish mezonlari turlari va umkoniyatlarini tahlil qilish;

- energiya tejamlor elektr mashinalar va transformatorlarni ishg'a tushirish, elektr mashinalarining tezligini rostlash va tormozlash jarayonlarida energiya tejash usullarini bilish;

- energiya tejamlor elektr mashinalar va transformatorlarning funktsional sxemalarini tuzish va tahlil qilish **ko'nikma va malakalarini egallashi**;

- energiya tejamlor elektr mashinalar va transformatorlarning yangi turlarini o'rganish;

- energiya tejamlor elektr mashinalar va transformatorlarda energiya tejashning samarali usullarini o'rganish va qo'llash **kompetensiyalarni egallashi lozim**.

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Innovation texnologiyalar asosida yaratilgan elektr mashinalarining zamonaviy yutuklari” moduli ma'ruza va amaliy mashulotlar shaklida olib boriladi.

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

- ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida taqdimot va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda texnik vositalardan, express-so'rovlar, test so'rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o'tkazish va boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash nazarda tutiladi.

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

“Innovation texnologiyalar asosida yaratilgan elektr mashinalarining zamonaviy yutuklari” moduli mazmuni o'quv rejadagi “Elektr yuritmalarda energiya tejamlor texnologiyalar” o'quv moduli bilan uzviy bog'langan holda pedagoglarning energetika uchun yangi energiya tejamlorchi texnologiyalari va usullarini yaratish bo'yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar energetika tarmoqlari uchun yangi energiya tejamlorchi texnologiyalar va usullarni o'rganish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat					
		Hammasi	Jami	Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chma mashg'ulot	Mustaqil ish
1.	Transformatorlarning zamonaviy turlari. Energetika tizimlarda qo'llaniladigan energiya tejamkor transformtorlar. Energiya tejamkor transformatorlarda energiya tejash usullari. Energiya tejamkor transformatorlarning turlari. O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha hukumat qarorlari.	2	2	2			
2	Transformatorlarni sovitishning zamonaviy turlari. Energiya tejamkor transformatorlarni zamonaviy sovutish usullari. Rivojlangan mamlakatlarda ishlab chiqarilgan transformatorlarni sovutish usullari.	2	2	2			
3.	Asinxron motorlarning zamonaviy turlari. Energiya tejamkor asinxron motorlar va ularning ekspluatatsiyasi. Asinxron motorlarning zamonaviy turlari. Asinxron mortorlarning ish rejimlari va energiya tejash.	10	10	2	2	6	
4.	Elektr motorlarning turli ish rejimlarida energiya tejash. Elektr motorlarning energetik ko'rsatgichlari. Elektr motorlarining salt ishlash, qisqa tutashuv va yuklama rejimlari.	4	4		4		
5.	Sinxron mashinalarning zamonaviy turlari. Krioturbogeneratorlar, asinxronlashtirilgan sinxron turbogeneratorlar, ikki o'qi bo'yicha qo'zg'atiladigan sinxron mashinalar, o'tao'tkazuvchan generatorlar.	4	4	2	2		
6.	Elektr mashinalarini sovitishning zamonaviy turlari. Turli xil turdagi sovitish tizimlari.	2	2		2		
	Jami:	24	24	8	10	6	

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mazu: Transformatorlarning zamonaviy turlari

Energetika tizimlarda qo'llaniladigan energiya tejamkor transformtorlar. Energiya tejamkor transformatorlarda energiya tejash usullari. Energiya tejamkor transformatorlarning turlari. O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha hukumat qarorlari.

2-mavzu: Transformatorlarni sovitishning zamonaviy turlari

Energiya tejamkor transformatorlarni zamonaviy sovutish usullari. Rivojlangan mamlakatlarda ishlab chiqarilgan transformatorlarni sovutish usullari.

3- mavzu: Asinxron motorlarning zamonaviy turlari

Asinxron motorlarning zamonaviy energiya tejamkor turlari. Asinxron mortorlarning ish rejimlari va ularda energiya tejash.

4- mavzu: Sinxron mashinalarning zamonaviy turlari

Zamonaviy hisoblangan krioturbogeneratorlar, asinxronlashtirilgan sinxron turbogeneratorlar, ikki o'qi bo'yicha qo'zg'atiladigan sinxron mashinalar, o'tao'tkazuvchan generatorlar.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

-amaliy mashg'ulot. Transformatorning parametrlarini hisoblash.

Transformatorning salt ishlash rejimida tok, kuchlanish, qarshiliklar va salt ishlash quvvat isroflarini va qisqa tutashuv rejimlarida tok, kuchlanish, qarshiliklar va qisqa tutashuv rejimidagi quvvat isroflarini aniqlansin.

2-amaliy mashg'ulot. Elektr motorlarning yuklama rejimlaridagi parametrlarini hisoblash.

Elektr motorlarining nominal M_{nom} va maksimal M_{max} momentlar qiymatlarini, nominal s_{nom} va kritik s_{kr} sirpanishlarni, shuningdek motorning boshlang'ich ishga tushirish momenti maksimalga teng bo'lishi uchun rotor faza chulg'amiga ulanishi kerak bo'ladigan rezistor qarshiligi aniqlanadi.

3-amaliy mashg'ulot. Asinxron motorning parametrlarini hisoblash

Asinxron motorning parametrlari aniqlansin.

4-amaliy mashg'ulot. Sinxron motorning parametrlarini hisoblash

Sinxron motorning aylanish chastotasi, chulg'amidagi nominal va ishga tushirish toklari, maksimal, nominal, sinxron, ishga tushirish momentlarini hamda sinxronizmga kirayotgandagi ($s = 5\%$) asinxron momentni aniqlanadi.

5-amaliy mashg'ulot. Sinxron motorning issiqlik hisobi

Sinxron motorning issiqlik hisobini amalga oshirilib parametrlari aniqlanadi.

KO'CHMA MASHG'ULOT MAZMUNI

mavzu: Asinxron motorlarning dolzarb muammolari va zamonaviy turlari.

Ko'chma mashg'ulotda tinglovchilarni Toshkent shaxar "NVA" qo'shma korxonasiga yoki "Turonelektromontaj" AJ ga olib borish ko'zda tutilgan. Mavzu yuzasidan yangi texnika texnologiyalar va amaliy ishlarni bajarish rejalashtirilgan.

TA'LIMNI TASHKIL ETISHNING SHAKLLARI

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

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

- ma'ruza;
- amaliy mashg'ulot;
- ko'chma mashg'ulot.

O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

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

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

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

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

II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN

INTERFAOL TALIM METODLARI

"BILAMAN - BILISHNI XOHLAYMAN - BILIB OLDIM" METODI

B-B-B metodi - Bilaman / Bilishni xohlayman / Bilib oldim. Mavzu, matn, bo'lim bo'yicha izlanuvchanlikni olib boorish imkonini beradi. Tizimli fikrlash, tuzilmaga keltirish, tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Talabalar:

1. Jadvalni tuzish qoidasi bilan tanishadilar. Alohida/kichik guruhlarda jadvalni rasmiylashtiradilar.
2. "Mavzu bo'yicha nimalarni bilasiz" va "Nimani bilishni xohlaysiz" degan savollarga javob beradilar (oldindagi ish uchun yo'naltiruvchi asos yaratiladi). Jadvalning 1 va 2 bo'limlarini to'ldiradilar.
3. Ma'ruzani tinglaydilar, mustaqil o'qiydilar.
4. Mustaqil / kichik guruhlarda jadvalning 3 bo'limini to'ldiradilar.

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

Ushbu metod talabalarning o'qituvchi va boshqa tinglovchilar bilan hamkorlikda ishlashga va tanqidiy fikrlashga undaydi.

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

Mavzuga qo'llanilishi:

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

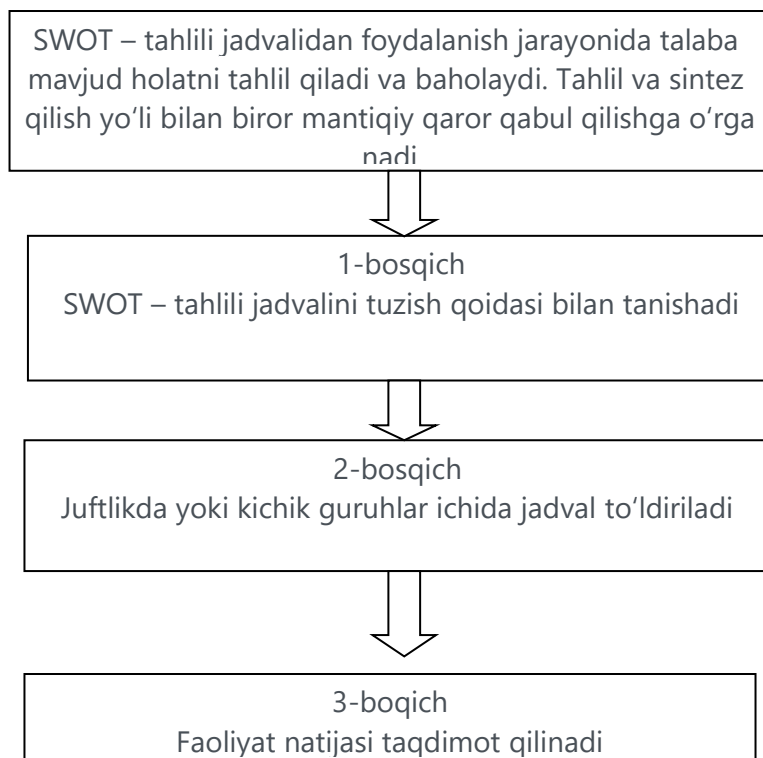
Rivojlangan va rivojlanayotgan davlatlar uchun xalqaro talablar

Bilaman	Bilishni xohlayman	Bilib oldim
1. Elektr mashinalariga qo'yilgan talablar. 2. Transformatorlarga qo'yilgan talablar.	1. Elektrashinalarining xarakteristikalarini 2. Transformatorlarning xarakteristikalarini	1. Elektr mashinalari qo'yilgan talablar 2. Transformator-larga qo'yilgan talablar 3. Elektr mashinalari va transformatorlar-ni xarakteristika-larini

“SWOT-TAHLIL” METODI.

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

	Kuchli tomonlari	Zaif tomonlari
	Imkoniyatlar "O" — OPPORTUNITIES	Tusiqlar "T" — THREATS
Tashqi muhit		
Ichki muhit	Afzaliklar "S" — STRENGTH	Kamchiliklar "W" — WEAKNESS



Mavzuga qo'llanilishi:

Elektr mashinalari uchun funksional sxemasining SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

S	Elektr mashinalari uchun funksional sxemasi foydalanishning kuchli tomonlar	Tashkil etuvchi elementlarining Open source (ochiq kodli), sonining ko'pligi
W	Elektr mashinalar uchun foydalanishning kuchsiz tomonlari	Elektr mashinaning virtual mashina orqali ishlashi
O	Elektr mashinalar foydalanishning imkoniyatlari (ichki)	Elementlarining o'zaro bog'lanishi imkoniyatlari keng
T	To'siqlar (tashqi)	Ma'lumotlar xavfsizligining to'laqonli ta'minlanmaganligi

«XULOSALASH» (REZYUME, VEER) METODI

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

Metodni amalga oshirish tartibi:



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



rening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi zarur bo'lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni tarqatiladi;

har bir guruh o'ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o'z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo'yicha tarqatmaga yozma bayon qiladi;

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

Mavzuga qo'llanilishi:

Elektr mashinalar					
O'zgarmas		O'zgaruvchan		Maxsus	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Xulosa:					

“ASSESSMENT” METODI

Metodning maqsadi: mazkur metod ta’lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o’zlashtirish ko’rsatkichi va amaliy ko’nikmalarini tekshirishga yo’naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta’lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo’nalishlar (test, amaliy ko’nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo’yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assesment” lardan ma’ruza mashg’ulotlarida talabalarning yoki qatnashchilarning mavjud bilim darajasini o’rganishda, yangi ma’lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg’ulotlarda esa mavzu yoki ma’lumotlarni o’zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o’zo’zinibaholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o’qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o’quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo’shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Mavzuga qo’llanilishi:

Har bir katakdagi to’g’ri javob 5 ball yoki 1-5 balgacha baholanishi mumkin.

TEST:

Asinxron motorlarning stator chulg’ami qanday materialdan tayyorlanadi?

- Mis, po’lat
- Po’lat
- Mis

TEST:

Asinxron motorlarning vali qanday materialdan tayyorlanadi?

- Aluminiy, mis

- Po’lat
- Mis

“INSERT” METODI

Metodning maqsadi: Mazkur metod o’quvchilarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni o’zlashtirilishini yengillashtirish maqsadida qo’llaniladi, shuningdek, bu metod o’quvchilar uchun xotira mashqi vazifasini ham o’taydi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- o'qituvchi mashg'ulotga qadar mavzuning asosiy tushunchalari mazmuni
- yoritilgan input-matnni tarqatma yoki taqdimot ko'rinishida tayyorlaydi;
- yangi mavzu mohiyatini yorituvchi matn ta'lim oluvchilarga tarqatiladi yoki taqdimot ko'rinishida namoyish etiladi

□–;ta'lim oluvchilar individual tarzda matn bilan tanishib chiqib, o'z shaxsiy qarashlarini maxsus belgilar orqali ifodalaydilar. Matn bilan ishlashda talabalar yoki qatnashchilarga quyidagi maxsus belgilardan foydalanish tavsiya etiladi:

Belgilar	1-magit	2-matin	3-matin
“V” – tannish malumot.			
“?” – mazkur ma'lumotni tushunmadim, izoh kerak.			
“+”bu ma'lumot men uchun yangilik.			
“– ” bu fikr yoki mazkur ma'lumotga qarshiman?			

Belgilangan vaqt yakunlangach, ta'lim oluvchilar uchun notanish va tushunarsiz bo'lgan ma'lumotlar o'qituvchi tomonidan tahlil qilinib, izohlanadi, ularning mohiyati to'liq yoritiladi. Savollarga javob beriladi va mashg'ulot yakunlanadi.

Mavzuga qo'llanilishi:

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

No	Asosiy quvvat isroflari	Standart asinxron motor (% larda)	Yangi seriyadagi asinxron motor (% larda)
1	Stator va rotor chulg'amlaridagi aktiv quvvat isroflari	50	47
2	Magnit tizimidagi quvvat isroflari	30	25
3	Mexanik quvvat isroflari	5	5
4	Qo'shimcha quvvat isroflari	15	8
5	Umumiy quvvat isroflari	100	85

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

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

III. NAZARIY MATERIALLAR

1-mavzu: Transformatorlarning zamonaviy turlari

Reja:

1. Transformatorlarning tasnifi, ularga qo'yiladiga asosiy talablar, gabaritlari va nominal kattaliklari
2. Zamonaviy energiya tejamkor transformatorlarning turlari.
3. Transformatorlarning ish rejimlari.
4. Transformatoridagi quvvat isroflari.

Tayanch so'z va iboralar: magnit o'tkazgich, chulg'amlar, yuklama, salt ishlash va qi sqa tutashuv rejimlar, foydali ish koeffitsiyenti, quvvat koeffitsiyenti.

1. Transformatorlarning tasnifi

Bajaradigan vazifasigako'ra transformatorlar quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) kuch transformatorlari;
- 2) maxsus transformatorlar.

Kuch transformatorlari o'z navbatida: umumiy maqsadli va sohaviy turlarga bo'linadi.

Elektr energiyani uzatish, qabul qilish hamda ishlatishga mo'ljallangan elektr tarmoqlari va uskunalarida elektr energiyani o'zgartirish (kuchlanishni oshirish yoki k amaytirish) vazifasini bajaradigan transformatorni kuch transformatori deyiladi. Bu toi faga: quvvati $6,3 \text{ kV} \cdot \text{A}$ va undan katta bo'lgan uch fazali transformatorlar hamda quvv ati $5 \text{ kV} \cdot \text{A}$ va undan katta bo'lgan bir fazali transformatorlar kiradi.

Normal sharoitda ishlayotgan elektr tarmog'iga ulash uchun, yoxud maxsus ish sharoiti, yuklamaning xarakteri yoki ish rejimi bilan farq qilmaydigan energiya iste'mo lchilarini bevosita ta'minlashga tayyorlangan transformatorlarni umumi maqsadli kuch transformatorlari deyiladi. Transformatorlar fazalar soniga ko'ra: bir, uch va ko'p faza li (sohaviy); chulg'amlar soniga ko'ra: ikki, uch va ko'p chulg'amli turlarga bo'linadi.

Agar transformatorning har fazasida uchta [yuqori kuchlanishli (YUK), o'rta kuc hlanishli (O'K) va past kuchlanishli (PK)] elektr jihatdan ulanmagan chulg'amlari

bo'lsa, bunday holda uch chulg'amli transformator deyiladi.

Agar transformatorida $U_{1N} < U_{2N}$ bo'lsa oshiruvchi, $U_{1N} > U_{2N}$ bo'lganida esa – pasaytiruvchi transformator deyiladi.

Elektr energiyani transformatorning qaysi chulg'amiga berilishiga qarab transformatorni oshiruvchi yoki pasaytiruvchi sifatida foydalanish mumkinligi uning qaytarlik xossasidir. Nominal quvvati va kuchlanishlariga bog'liq ravishda kuch transformatorlari va avto-transformatorlarining gabaritlarga ajratilishi 1.1-jadvalda ko'rsatilgan.

Kuch transformatorlariga qo'yiladigan asosiy talablar.

Elektrotexnika sanoatida ishlab chiqarilayotgan kuch transformatorlari ishonchlik, tejamlilik, chidamlilik va boshqa muhim jihatlari bilan jahon bozorida yuksak raqobatbardosh bo'lishi zarur. Shu sababli mazkur transformatorlarga qo'yidagi asosiy talablar qo'yiladi:

a) ishlab chiqarishdava ishlatishda tejimli bo'lishi; b) ishlatishda ishonchliligi; c) isroflar standartda belgilangan me'yordan oshmasligi; d) parallel ulash shartlarini qanoatlantirishi; e) me'yordan ortiqcha qizib ketmasligi; f) kuchlanishni rostlashga imkon berishi; g) transformatorni ishlatish jarayonida ayrim sabablarga ko'ra sodir bo'ladigan qisqa muddatli o'ta kuchlanishlarga va kam muddatli qisqa tutashuvdagi ancha katta bo'lgan toklar ta'siriga bardosh berishi zarur.

1.1–jadval. Kuch transformatorlari va avtotransformatorlarining gabaritlari

<i>Gabari raqamlari</i>	Kuch transformatorlari va avtotransformatorlarining standartda belgilangan qatorga mos keluvchi quvvat va kuchlanishlari	
	Nominal quvvati (S_N), kV·A	Nominal kuchlanishi (U_N), kV
I	$S_N < 100$	$U_N \leq 35$
II	$100 \leq S_N < 1000$	$U_N \leq 35$
III	$1000 \leq S_N < 6300$	$U_N \leq 35$
IV	$S_N \geq 6300$	$U_N \leq 35$
V	$S_N < 32\,000$	$U_N \leq 110$
VI	$32\,000 \leq S_N < 80\,000$	$U_N \leq 330$
VII	$80\,000 \leq S_N < 200\,000$	$U_N \leq 330$
VIII	$S_N \geq 200\,000$	$U_N \geq 330$

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

Transformatorning to'la nominal quvvati $V \cdot A$ yoki $kV \cdot A$ da ko'rsatiladi:

a) bir fazali ikki chulg'amli uchun – $S_{1N} = U_{1N} \cdot I_{1N}$; **b)** uch fazali ikki chulg'amli uchun – $S_{1N} = \sqrt{3} U_{1N} I_{1N} = 3 U_{1Nf} I_{1Nf}$.

Transformatorlarda FIK juda ham katta bo'lganligidan ikki chulg'amli transformatorlarda birlamchi (S_{1N}) va ikkilamchi (S_{2N}) chulg'am nominal quvvatlari taxminan bir xil bo'ladi, ya'ni $S_{1N} \approx S_{2N}$.

Nominal kuchlanish deganda har bitta chulg'amning liniya kuchlanishi tushuniladi. Ikkilamchi chulg'amning nominal kuchlanishi uchun $U_{2N} = U_{2(0)}$ qabul qilinadi. Transformatorning nominal toklari deganda quvvati $S_1 = S_2 = S_N$ va kuchlanishlari (U_{1N} va U_{2N}) bo'yicha hisoblangan 1- va 2-chulg'amlarning liniya qiymatlari tushuniladi. *Bulardan tashqari:* 1) nominal chastota f_N ; 2) fazalar soni m ; 3) chulg'amlarning ulanish sxemasi va guruhi; 4) qisqa tutashuv kuchlanishi $u_{qt.(\%)}$; 5) transformatorning tipi; 6) standart nomeri; 7) sovitish usuli va boshqa ayrim ma'lumotlar keltiriladi.

2. Yuqori energiya sarf-xarajatlariga nisbatan butun dunyo miqyosidagi tendentsiya bilan bog'liq holda, barcha elektr transformatorlarining parkini o'z ichiga olgan tarqatuvchi transformatorlarda energiya yo'qotishlarini kamaytirish juda muhimdir.

Dunyoning yetakchi ishlab chiqaruvchilarining transformatorlarining texnik tavsiflari va elektroenergiya narxining o'zgarishi asosida, OAO METZ nomidagi Kozlova yangi TMG12 seriyasining energiya tejaydigan transformatorlari TMG ishlab chiqarishni rivojlantirish va rivojlantirish to'g'risida qaror qabul qilindi.

Ushbu transformatorlar MDHning barcha umumiy kuchlanishli transformatorlaridan bo'sh va qisqa muddatli yo'qotishlarning eng past darajasiga ega

va Yevropa elektr texnikasi qo'mitasining (CENELEC) tavsiyalariga muvofiq tanlanadi. Bundan tashqari, sozlangan ovoz kuchini kamaytirishga ega. Shunday qilib, ushbu seriyadagi transformatorlar energiya tejaydigan va kam shovqinli.

Yetakchi jahon ishlab chiqaruvchilari (Siemens, ABB Shirkat) tomonidan ishlab transformatorlari, bu ketma-analoglar.

G'arbiy Yevropada, transformatorlar sotib olish uchun tender uzoq transformator hayoti davomida hisobga narxi zarar olib, narxlar hisoblash uchun yondashuvni foydalangan, bu transformatorlar ham juda katta qiziqish Belarus namoyish va rus (Moskva, Novosibirsk) korxona. Ushbu ketma-ket transformatorlari texnik xususiyatlari (2009 yilda ketma-ket ishlab chiqarish o'zlashtirildi)- TMG12-100 / 10-U1 (HL1) TMG12-160 / 10-U1 (HL1) TMG12-250 / 10-U1 (HL1) TMG12-400 / 10-U1 (HL1) TMG12-630 / 10-U1 (HL1) va TMG12-1000 / 10-U1 (HL1) iste'molchilarga ularning qiymati TMG12-1250 / 10-U1 (HL1), nisbatan chiqimlarni qoplash davri e'lon hajmi hisobga mavjud elektr tariflar va tariflarni olib, turli yuk chartlarining da TMG11 transformatorlar, ilovada berilgan.

Quyi yo'qotishlar va shovqin moddiy joylash texnologiyasi bilan erishiladi, lekin transformator qiymati (ΔSt) ortishi, shunday qilib, tez qoplanadi.

Misol uchun, 0.7 kunlik o'rtacha yuk uchun ham:

- 400 kVA quvvat uchun:

1. Narx (taxminan 19,6 tys.ros. Rub., Bir transformator TMG11 bilan solishtirganda) farq haqida 1 yil ichida o'zi uchun to'laydi.

2. Yillik energiyani tejash 6,2 ming kVt / soatni tashkil qiladi

- 630 kVA quvvat uchun:

1. Narx (taxminan 24,1 ming rus. rubli., Bir transformator TMG11 bilan solishtirganda) farq taxminan 1,45 yil berur.

2. Yillik energiyani tejash 5,3 ming kVt • soatni tashkil qiladi

- 1000 kVA kuchlanish uchun:

1. Narx farqb (taxminan 34,9 ming rus. rubli., Bir transformator bilan solishtirganda TMG11 taxminan 2.83 yil tannarxini qoplaydi.

2. Ortiq 3,9 ming kVt • soat yillik energiya tejash

Illyustratsiya -Rossiya yil 400 kVA haqida 1200 transformatorlar va 1900 kVA transformatorlar 630 va 1000 transformatorlar 1000 KVA sotilgan. TMG11 o'rniga TMG12 transformatorlarini sotib olib, eng muhimi konservativ hisob-kitoblarga qaraganda deyarli 21,4 mln. KVt / soatni tejash mumkin yilda.

Energiya ortiq 11 mini-inshootlarni ish bilan mutanosib bo'ladi (365 kun (bir yilga to'liq kuch faoliyat 260 kVt mini-gidrotexnik quvvati) kabi haqida 22,8 million kVt • soat ishlab chiqaradi. Shu bilan birga, ularning qurilish haqida 10 x 520 ming turadi. AQSh \$ = 5,2 mln. AQSh dollari, xizmat ko'rsatish muddati davomida talab qilinadi1.

1200 + 1900 uchun + 1000 TMG12 transformatorlar + 1900 haqida 104 million. Gru + 1000 TMG11 transformatorlar 1200 uchun ko'proq to'lash kerak bo'ladi. rubl. (yoki 3,6 mln. AQSh dollari) ko'proq. Bu miqdor har yili ortiq 67 mln. Rubl ta'sir keltirurman 1200+ 1900+ 1000 transformatorlari chiqimlarni qoplash muddati oxirida 1.55 yillarda qoplaydi bo'ladi. Har yili, xizmat muddati (eng kamida 25 yil) davomida ular milliy iqtisodiyotning o'z mahsulotlariga yuqorida aytilgan 10 mini-gidrotexnik deyarli ko'p kuch tejash imkonini beradi. Va buning uchun qo'shimcha xarajatlar, yer uchastkalarini ajratish va h.k. (mini-GES hollarida bo'lgani kabi) talab qilinmaydi.

Ushbu ko'rsatkichlar elektr energiyasining narxiga materiallarga qaraganda ancha yuqori bo'lgan narxlarda yuqori transformatorlarning o'rtacha yuki bilan yanada jozibador bo'ladi.

3. Agar transformatorning ikkilamchi chulg'amiga yuklama (Zyu) ulansa (1-rasmda kalit «K» ulangan hol), EYuK Ye2 ta'sirida shu chulg'amdan I2 tok o'tib, MYuK I2w2 ni vujudga keltiradi. Bu MYuK asosiy magnit oqimga aks ta'sir qilishdan tashqari kuch chiziqlari nomagnit yo'llar orqali faqat shu chulg'am o'ramlari bilan ilashadigan tarqoq magnit oqim $F_{\square 2}$ ni ham hosil qiladi. Ikkilamchi chulg'am MYUK I₂w₂ ning asosiy magnit oqimga ko'rsatadigan ta'sirini Lents qoidasi yordamida tushuntirish mumkin.

Lents qoidasining ta'rifi: « O'zgarayotgan magnit oqim ilashgan berk o'tkazuvchi kontur (zanjir)da shunday yo'nalishdagi EYuK hosil bo'ladi-ki, uning vujudga keltirgan toki va u bilan bog'liq bo'lgan mexanik kuchlar magnit oqimning o'zgarishiga aks ta'sir qiladi».

Demak, agar ikkilamchi chulg'amga aktiv-induktiv yuklama ulansa, undan o'tayotgan tokning reaktiv tashkil etuvchisi I_{2r} vujudga keltirgan MYuK $I_{2r}w_2$ transformatorning birlamchi chulg'am MYuK I_0w_1 ga teskari yo'nalgan bo'lib, asosiy magnit oqim F ni kamaytirishga, aktiv-sig'imiyl yuklamada esa I_0w_1 ga mos yo'nalgan bo'lib, asosiy magnit oqimni oshirishga intiladi.

Aktiv-induktiv yuklamada natijaviy oqimning kamayishi birlamchi chul-g'amda EYuK E_1 ning kamayishiga olib keladi. Natijada, elektr tarmog'ining kuchlanishi $U_1 = U_{1N} = \text{const}$ bo'lganligidan $U_1 - E_1 = \Delta E$ tufayli hosil bo'lgan birlamchi chulg'amdagi tokning qiymati I_0 dan I_1 gacha, ya'ni yuklama tokining magnitsizlovchi ta'siri to'la kompensatsiya bo'lgunga qadar oshishiga sababchi bo'ladi va natijada transformatoridagi magnit oqim o'zining dastlabki qiymatiga taxminan tenglashadi.

Shunday qilib, ikkilamchi chulg'amga yuklama ulangan transformatorida magnit oqim F to'la tok qonuniga binoan birlamchi va ikkilamchi chulg'am MYuK larining birgalikdagi ta'siri tufayli yaratilib, ularning ta'sir etuvchi qiymatlarining geometrik yig'indisi salt ishlashdagi birlamchi chulg'am MYuK I_0w_1 ga taxminan teng bo'ladi:

$$I_1w_1 + I_2w_2 \approx I_0w_1. \quad (1)$$

Bu ifodani **transformatorning MYuK lari muvozanat tenglamasi** deyiladi. Bunda: I_1w_1 – yuklama ulangan transformatorning birlamchi chulg'a-mida vujudga keladigan MYuK; I_2w_2 – ikkilamchi chulg'amda hosil bo'ladigan MYuK; I_0w_1 – salt ishlayotgan transformator birlamchi chulg'aming MYuK.

(1) tenglamaning ikkala tomonini w_1 ga bo'lamiz va $I_2(w_2/w_1) = I'_2$ belgilashdan keyin hosil bo'lgan tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$I_1 \approx I_0 + (-I'_2). \quad (2)$$

Bu ifoda transformatorning **toklar muvozanat tenglamasidir**.

(2) dan quyidagi xulosa kelib chiqadi: transformator birlamchi chulg'a-mining toki I_1 2 ta tokning geometrik yig'indisidan iborat ekan:

1) I_0 – birlamchi chulg'amda MYuK I_0w_1 ni hosil qilib magnit o'tkazgichda asosiy magnit oqimni vujudga keltiradi;

2) $(-I'_2)$ – yuklama tokining ta'siri tufayli birlamchi chulg'amdagi tok shu kattalikka oshadi va uning birlamchi chulg'amda hosil qilgan $(-I'_2 w_1)$ MYuK, Lents qoidasiga binoan ikkilamchi chulg'am MYuK $I_2 w_2$ ning ta'sirini kompensatsiya qiladi.

Natijaviy (asosiy) magnit oqimning maksimal qiymati $F_{\max}$ ni aniqlashda magnit zanjirlari uchun Om qonunidan foydalanamiz:

$$F_{\max} = \sqrt{2} (I_1 w_1 + I_2 w_2) / r_m. \quad (3)$$

Magnit oqimning bu qiymatini (3.3) formuladan ham aniqlash mumkin.

Bu holda (3.8) dagi $U_1 = E_1$ ni hisobga olib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F_{\max} \approx U_1 / (4,44 f w_1). \quad (4)$$

Demak, birlamchi chulg'amga berilgan kuchlanish U_1 va uning chastotasi $f = \text{const}$ bo'lganda transformator magnit o'tkazgichidagi asosiy oqim F ikkilamchi chulg'amga ulangan yuklamaning qiymatiga bog'liq emas ekanligi transformatorning muhim xossalardan biridir.

Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar elektr zanjirlari uchun EYuK va kuchlanishlar muvozanat tenglamalari tegishlicha ularning ta'sir etuvchi qiy-matlari orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\left. \begin{aligned} \underline{U}_1 &= -\underline{E}_1 + j\dot{I}_1 X_1 + \dot{I}_1 r_1, \\ \underline{U}_2 &= -\underline{E}_2 + j\dot{I}_2 X_2 + \dot{I}_2 r_2. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Kuch transformatorlarida yuklama tokining nominal va unga yaqin qiy-matlarida birlamchi chulg'amdagi kuchlanish tushishi ($\Delta U_1 = I_1 r_1 + I_1 X_1$) nominal kuchlanish U_{1N} ning taxminan $2 \div 5$ foizidan oshmaydi. Shu sababli transformatorga yuklama ulangan rejimda ham fizik jarayonni oydinlashtirish maqsadida $\Delta U_1 \approx 0$ deyilganda, $|U_1| \approx |E_1|$ ga ega bo'lamiz.

Transformatorning salt ishlashdagi MYuK $I_0 w_1$ uning normal yuklama bilan ishlagandagi MYuK $I_1 w_1$ ning taxminan $0,5 \div 3,0$ (ya'ni juda kam) foizini tashkil etganligidan (4.1) tenglikdagi $I_0 w_1 \approx 0$ deb qabul qilinsa, jarayonning fizik ma'nosini oydinlashtirishga imkon yaratiladi. Bunday cheklanmada chulg'amlardagi toklar, ular

vujudga keltirgan MYuK lar o'zaro muvozanatlashadigan ravishda yo'nalgan bo'ladi, ya'ni

$$I_2 = -I_1 (w_1 / w_2), \quad (6)$$

bundan quyidagi nisbatni yozish mumkin:

$$I_1 / I_2 \approx w_2 / w_1 . \quad (7)$$

(7) dan, YuK va PK chulg'amlardagi toklar nisbati ularning o'ramlari soni nisbatiga teskari mutanosibda bo'lar ekan, degan xulosa kelib chiqadi.

Zamonaviy kuch transformatorlarining FIK katta ($\eta = 0,97 \div 0,99$) bo'l-ganligidan, yuklama ulangan hol uchun fizik jarayonning mohiyatini ochish maqsadida birlamchi va ikkilamchi chulg'amlardagi elektr quvvatlarni bir-biriga tenglaganda ($I_1 U_1 \approx I_2 U_2$) quyidagi nisbatlar tengligi kelib chiqadi:

$$I_1 / I_2 \approx U_2 / U_1 , \quad (8)$$

demak, transformatorlarda toklar uning kuchlanishiga teskari mutanosiblikda bo'lar ekan.

4.Elektr uskunalar (60%) va quvvat bashorat mumkin ta'minoti va energiya transformatorlar uchun yanada talab ishonchliligini oshirish va energiya tejash tomon global tendentsiyasi bu zarurligi yomonlashuvi yuqori darajasi hisobga olib, biz sizga TMG12 tanlash kerak, deb maslaxat beramiz2.

TMG11 va TMG12 seriyali transformatorlarning energiya tejash va ekologik ta'sirini baholash uchun parametrlari qiyosiy jadvali:

	Xarakteristikalar	TMG11-400/10-U1(XL1)	TMG12-400/10-U1(XL1)
1	Quvvati, kV·A	630	630
2	Salt ishlash quvvat isrofi, kVt	0,83	0,61
3	Qisqa tutashuv quvvat isrofi, kVt	5,6	4,6
4	Shovqin darajasi, dBA	70	61

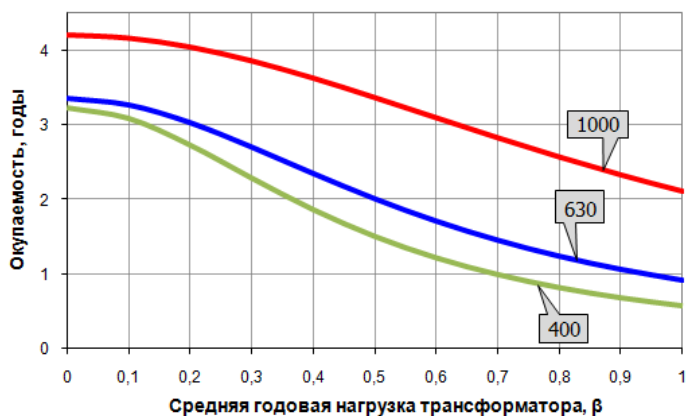
	Xarakteristkalar	TMG11-630/10-U1(XL1)	TMG12-630/10-U1(XL1)
1	Quvvati, kV·A	630	630

2	Salt ishlash quvvat isrofi , kVt	1,06	0,8
3	Qisqa tutashuv quvvat isrofi, kVt	7,45	6,75
4	Shovqin darajasi, dBA	70	61

	Xarakteristkasi	TMG11-1000/10-U1(XL1)	TMG12-1000/10-U1(XL1)
1	Quvvati, kV·A	1000	1000
2	Salt ishlash quvvat isrofi, kVt	1,4	1,1
3	Qisqa tutashuv quvvat isrofi, kVt	10,8	10,5
4	Shovqin darajasi, dBA	73	64

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

ЗАВИСИМОСТЬ СРОКА ОКУПАЕМОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ НА ТРАНСФОРМАТОРЫ ТМГ12 ПО ОТНОШЕНИЮ К ТРАНСФОРМАТОРАМ ТМГ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРЕДНЕЙ НАГРУЗКИ



Boshqa mumkin bo'lgan sxemalarning ta'sirini hisoblash uchun bazalar rolanti va qisqa tutashuvning halok bo'lishiga olib keladi. Ma'lumot uchun har bir soatda yo'qotish (kVt) transformatorga ajratiladi:

$$R = R_{xx} + \beta^2 \cdot R_{kz},$$

bu yerda P_{xx} - ishlaydigan yo'qotishlar, kVt; R_{kz} - qisqa tutashuvdagi yo'qotishlar, kVt; β - transformatorning yuk ko'effitsienti.

Nazorat savollari

1. Transformator deb qanday qurilmaga aytiladi?
2. Energiya tejamkor transformatorlarning qanday tiplarini bilasiz?

3.O'zbekistonda energiya tejamkorlikni amalga oshirish bo'yicha qanday hukumat qarorlari qabul qilingan?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. –T.: “O'zbekiston”. 2017.- 592 b.

2. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyo, 2025. -211 b.

3. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.

4. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.

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

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

7. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekttr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

2-mavzu: Transformatorlarni sovutishning zamonaviy turlari

Reja:

1. Transformatorlarni ishlatishdagi talablar.
2. Kuch transformatorlarnig sovitish tizimi.

Tayanch so'z va iboralar: transformator, avtotransformator, chulg'amlar, foydali ish koefitsienti, quvvat koefitsienti, sovitish tizimi.

1. Transformatorlarni ishlatishdagi talablar

Transformatorlarni ishlatish jarayonida ularni ishonchli ishlashi ta'minlanishi lozim. Yuklamalar, kuchlanish me'yori, transformatorlarning alohida qismlarining harorati, moyning harakteristikalari va izolyasiya parametrlari o'rnatilgan me'yorlari chegarisida bulishi kerak. Sovutish tizimi, kuchlanishni rostlash va boshqa tarkibiy qismlari shuningdek, doimiy vositalari bo'lmish yong'in o'chirish, moy qabul qilgich, moy chiqqishlar va moy to'plagichlar soz bo'lishi kerak.

Yong'in o'chirish tizimi avtomatikasi bir yilda bir marotaba sinovdan o'tishi kerak.

Ochiq taqsimlash qurilmalaridagi transformatorlar baklarida stansiya yoki podstansiya tomonidan belgilangan tartib raqamlari, hamda ushbu raqamlar eshiklarda va kameralarda shuningdek transformator punktlarining ichida bo'lishi kerak.

Ochiq taqsimlash qurilmalarida joylashgan transformatorlar tabiat hamda moy ta'sirlariga chidamli och rangli bo'yoqda bo'yalmog'i lozim.

Transformatorlarni sovutish tizimlari ikkita manbadan ta'minlanishi, moyni majburiy aylanishi tizimli transformatorlarda esa zahirani qayta o'lash tizimi orqali ulanishi kerak.

Kuchlanishni yuklama ostida rostlash qurilmasi avtomatik holatda ishga shay holatda bo'lishi kerak. Transformator kuchlanish ostida bo'lganda kuchlanishni yuklama ostida rostlash qurilmasini qulda uzib ulash man etiladi.

Havo va moyni majburiy aylanishi (DS) hamda suv va moyni majburiy aylanishli (S) tizimlari transformatorlarda ishga tushganda (o'chirilganda) transformator bilan bir vaqtning o'zida ishga tushishi (o'chirilishi) kerak. Moyni majburiy aylanishi yuklamadan qat'iy nazar uzluksiz bo'lishi, sovutish tizimini ishga tushirish (o'chirish) tartibi ishlab chiqaruvchi yo'riqnomasi bo'yicha aniqlanishi kerak.



1 – rasm. TII-630000/330 tipli kuch transformatori zovodning tajriba zalida

Transformatorlarning havoni majburiy aylanishli va moyni tabiiy aylanish (Π) tizimlaridagi ventilyatorlarning motorlari moy harorati 55°C etganda yoki nominal yuklamada ishga tushmog‘i hamda moy harorati 50°C tushganda yuklama toki nominal tokdan kichik bo‘lsa avtomatik tarzda o‘chirilishi kerak.

Moy-suvli sovutish tizimli transformatorlarning kengaytirgichlaridagi moy sathini eng kam miqdorida moy sovutgichlaridagi moy bosimi quvurlardan aylanayotgan suv bosimidan 10 kPa dan kam bo‘lmasligi kerak.

Elektr stansiya va nimstansiyalariga o‘rnatilgan uch fazali transformatorlar eng ko‘p tarqalgan, chunki ularda jami quvvati xuddi shuncha bo‘lgan uchta bir fazali transformatorlarga qaraganda isroflar 12-15%, aktiv materiallar sarfi bilan qiymati 20 - 25% kam.

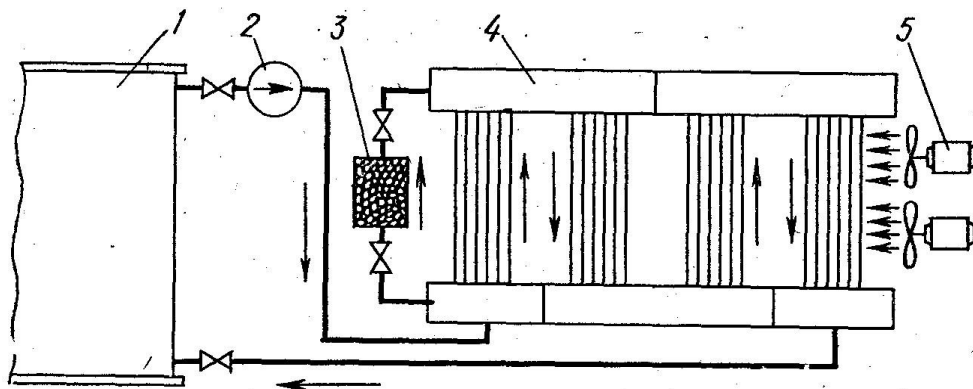
2. Kuch transformatorlarnig sovutish tizimi

Transformagorning ishlash jarayonida uning chulg‘amlari va magnit o‘tkazgichi ulardagi energiyaning isrof bo‘lishi hisobiga qiziydi. Transformator qismlarining qizish chegarasini izolyasiya cheklaydi, chunki uning ishlash muddati qizish haroratiga bog‘liq. Transformator quvvati qancha katta bo‘lsa, sovutish tizimi shuncha intensivroq bo‘lishi kerak.

Transformatorlarni havo bilan tabiiy sovitish. Bunday transformatorlar «quruq» nomini olgan. Havo bilan tabiiy sovitish shartli ravishda quyidagicha belgilanadi: ochiq tayyorlanganida C, himoyali tayyorlanganida C3; germetik tayyorlanganida CT.

«Quruq» transformator chulg‘ami haroratining sovituvchi muhit haroratidan yo‘l qo‘yiladigan oshish chegarasi izolyasiyaning qizishga chidamliligi sinfiga bog‘liq va standartlarga muvofiq A sinfi uchun 60°C; E sinfi uchun 75°C; B sinfi uchun 80°C; C sinfi uchun 100°C; N sinfi uchun 125°C dan ko‘p bo‘lmasligi kerak.

Sovitishning bu tizimi kamsamarali bo‘lganligi sababli kuchlanishi 15 kV gacha, quvvati 1600 kVA gacha bo‘lgan transformatorlar uchun qo‘llaniladi.



2-rasm. III tizimi sovitgichning prinsipial sxemasi: 1–transformator baki; 2–elektr nasosi; 3- adsorb filtr; 4-sovitkich; 5-puflash ventilyatori.

Moy bilan tabiiy sovitish (M) 16000 kVA va undan kam quvvatli transformatorlar uchun qo‘llaniladi. Bunday transformatorlarda chulg‘am va magnit o‘tkazgichda ajralgan issiqlik ular atrofidagi moyga beriladi, bu moy bak va radiator kuvirlarida aylanib, uni atrofdagi havoga beradi. Transformator yuklamasi nominal bo‘lganda moyning harorati yuqorigi eng qizigan qatlamlarida $\pm 95^{\circ}\text{C}$ dan oshmasligi kerak.

Atrofga issiqlikni yaxshi tarqatish uchun transformatorlar baki, quvvatga qarab, qovurg‘alar, sovitish kuvirlari yoki radiatorlari bilan jihozlanadi.

Moyni puflash va tabiiy sirkulyasiyash yo‘li bilan sovitish (II) quvvati katta transformatorlarda qo‘llaniladi. Bu holda radiator kuvirlaridan tashkil topgan osma sovitgichlarga ventilyator o‘rnatiladi. Ventilyator pastdan havoni so‘radi va trubalarning yuqorigi qizigan qismiga haydaydi. Ventilyatorlarni ishga tushishi va to‘xtashi

transformatorning yuklamasi va moyning qizish haroratiga qarab, avtomatik amalga oshirilishi mumkin.

Moyni puflash va moyni havo sovitgichlar orqali majburiy sirkulyasiyalash yo'li bilan sovitish (ДІІ) quvvati 63000 kVA va undan katta bo'lgan transformatorlar uchun qo'llaniladi.

Sovitgichlar tashqarisiga ventilyator havo haydaydigan qirrali yupqa trubalar tizimidan tashkil topgan. Moy trubasi ichiga joylashtirilgan elektr nasoslari moyning sovitgichlar orqali uzluksiz majburan sirkulyasiyasini hosil qiladi (2-rasm). Moy katta tezlikda sirkulyasiyalanishi, sovitish yuzalari kattalashgani va jadal puflash hisobiga sovitgichlar issiqlikni ko'p uzatadi va ixchamdir. Sovitishning bunday tizimiga o'tish transformatorlarning o'lchamlarini ancha kamaytirish imkoniyatini beradi.

Sovitgichlar transformatorlar bilan bir poydevorga yoki transformatorning baki yonidagi alohida poydevorga o'rnatilishi mumkin.

Moy majburan sirkulyasiyalanadigan moy-suvli sovitish (ІІ) prinsipial jihatdan ДІІ tizimiga o'xshash tuzilgan faqat farqi shundaki, undagi sovitgichlar trubalardan iborat bo'lib ular ichida suv aylanadi, trubalar orasida esa moy yuradi.

Transformatorning moy tizimiga suv tushishining oldini olish uchun moy sovitgichlardagi moy bosimi ularda aylanuvchi suv bosimidan kamida 0,02 MPa (2 N/sm²) ga ortiq bo'lishi kerak. Sovitishniig bu tizimi samarali, biroq konstruksiyasi jihatidan ancha murakkab bo'lib, gidrostansiya va yopiq xonalarga o'rnatiladigan (100 MVA va undan yuqori) quvvatli transformatorlarda ishlatiladi.

ДІІ va ІІ sovitish tizimli transformatorlarda moyni majburan sirkulyasiyalash qurilmasi transformator ishga tushishi bilan bir vaqtda avtomatik ulanishi va transformatorning yuklanishidan qat'iy nazar uzluksiz ishlashi kerak. Shu bilan birga, ishga tushiriladigan sovitgichlar soni transformatorning yuklanishisiga qarab aniqlanadi. Bunday transformatorlar moyning va sovituvchi suvning sirkulyasiyalanishini to'xtatish, ventilyatorni to'xtatish kerakligi haqidagi signalizatsiyaga ega bo'lishi kerak.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, hozir chulg'amlari juda ham past haroratgacha sovitiladigan transformatorlarning yangi konstruksiyalari ishlab chiqilmoqda. Metall

past haroratda o'ta o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'lib, chulg'am kesimini keskin kamaytirish imkonini beradi. O'ta o'tkazuvchanlik prinsipidagi transformatorlar kriogenli transformatorlar quvvati 1000 MVA va undan yuqori bo'lishiga qaramay kichik og'irlikka ega.

Har bir transformator qo'yida ko'rsatilgan tartibdagi shartli harfiy belgilarga eta:

- 1) fazalar soni (bir fazali uchun-0, uch fazali uchun-T);
- 2) sovitish turi - yuqorida keltirilgan tushuntirish asosida;
- 3) turli kuchlanishli tarmoqlarda ishlaydigan chulg'amlar soni (agarda u ikkitadan ortiq bo'lsa); uch chulg'amli transformatorlar uchun T, ajratilgan chulg'amli transformator uchun P (fazalar sonidan keyin ko'rsatiladi);
- 4) chulg'amlardan biri PIIH qurilmasi bilan tayyorlangan bo'lsa, qo'shimcha H harfi bilan belgilanadi;
- 5) avtotransformatorlarni belgilash uchun birinchi o'rinda A harfi qo'yiladi.

Harfiy belgidan keyin nominal quvvat va kuchlanish sinfi ko'rsatiladi. Bir xil parametrlil, bir xil konstruksiyali turli korxonalarda ishlab chiqariladigan transformatorlar uchun, shu konstruksiyadagi transformatorlar qaysi yildan boshlab ishlab chiqarilishi ko'rsatiladi.

Masalan: TMH-10000/110 - 67 - uch fazali, ikki chulg'amli, moy bilan tabiiy sovitiluvchi, PIIH li nominal quvvati 10000 kVA, 110 kV klassli, 1967 yilda yaratilgan konstruksiyali transformator.

Nazorat savollari

1. Transformatorlarda qanday sovitish tizimlari mavjud?
2. Transformatorni moy bilan tabiiy sovitish tizimini tushintitib bering.
3. Transformatorni moy majburan sirkulyasiyalanadigan moy-suvli sovitish tizimini tushintitib bering.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mirziyoev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. –T.: “O'zbekiston”. 2017.- 592 b.

2. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyo, 2025. -211 b.
3. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
4. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.
5. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekttr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.- 408 b.
6. J.B. Gupta. Theory & Performanse of Elektrical Mashine. Published by S.K. Kataria & Sons. 2015.
7. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekttr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

3- mavzu: Asinxron motorlarning zamonaviy turlari.

Reja:

1. Asinxron motorlarning energiya tejamkor qanday seriyalarini bilasiz?
2. Rivojlangan xorijiy ishlab chiqaruvchilarning energiya tejamkor asinxron motorlari.
3. Energiya tejamkor asinxron motorlarning seriyalarini belgilanishi.

Tayanch so'z va iboralar: energiya tejamkor asinxron motorlar, stator, rotor, chulg'amlar, energetik xarakteristikalar, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

1. Operatsion sarf-xarajatlarni sezilarli darajada kamaytirish, 42% ga kamroq yo'qotish, uzoq umr ko'rish: yangi energiya tejoyvchi dvigatellar har qanday nuqtai nazardan foydali.

Har bir inqilobga ega bo'lgan standart vosita bilan bir xil kuchga ega bo'lgan energiya tejaydigan dvigatellar elektr energiyasini va shuning uchun operatsion xarajatlarni tejaydi.

Avvalo, iste'molchi foydani - tabiatni ham oladi, chunki energiyani tejoyvchi vositalar kamroq elektr energiyasi bilan ishlashga imkon beradi va atrof-muhitni

yaxshilaydi, ortiqcha ishlab chiqarish jarayonida atmosferaga CO₂ emissiyasini oldini oladi.

Energiyani tejaydigan dvigatellar uchun sarf-xarajatlarni qisqartirish.

Dvigatelning o'zi 10 yil davomida yiliga 2000 soat ichida narxini motorning umumiy qiymatining 3% dan kam. Elektr narxining ulushi qariyb 95% ni tashkil qiladi. O'rnatish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari 2% ni tashkil qiladi.

Yuqori samaradorlikka ega bo'lgan mukammal texnologiya.

Ushbu motorlar juda yuqori samaradorlikka ega. Yuqori samaradorlik quyidagi yaxshilanishlarda erishildi:

- Yuqori sifat po'latdir
- Batafsil faol moddalar (temir, mis va alyuminiy)
- Yaxshilangan sovutish tizimi

Siemens texnologik jarayonlari

Ushbu chora-tadbirlar zararni kamaytirishi va dvigatelning samaradorligini oshirishga imkon beradi. Motorlarning yo'qotilishi 1,5% dan 42% gacha kamayadi. Bu shundan iboratki, tarmoqdan sarflanadigan energiya yo'qotishsiz haydovchining ehtiyojlariga mos keladi.

Afzalliklari:

Energiyani tejashga qo'shimcha ravishda, Siemens energiya tejaydigan vosita quyidagi afzalliklarga ega:

- Ish paytida shovqin kamayadi
- Kengaytirilgan sovutish tufayli ortiqcha yuk ko'tarish imkoniyati
- DURIGNIT® IR2000 chastotali konvertor bilan ishlashga mos
- Past haroratli yuklar - Operatsion xavfsizligi kafolati, oddiy texnik parvarishlash

Asosiy texnik ma'lumotlar

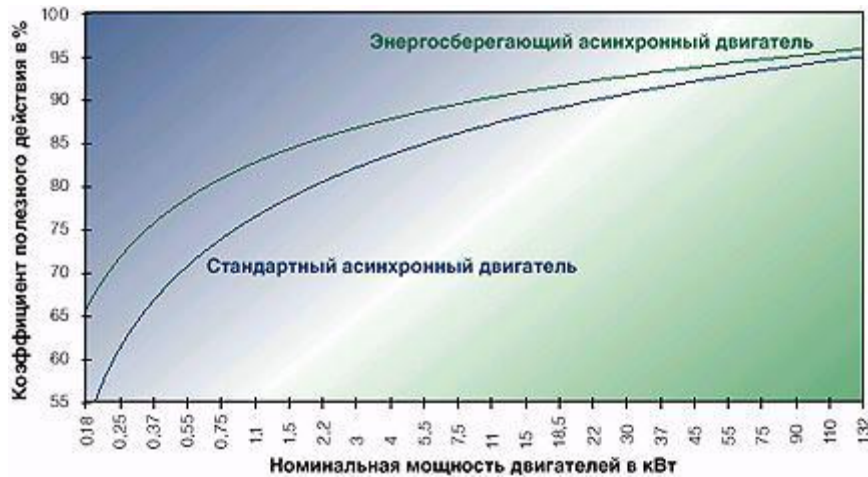
2,4 va 6 qutupli, aylanish o'qining balandligi 315 mm gacha;

Versiya 50 Gts, 0,06 kVt dan 160 kVt ga qadar

Versiya 60 Gts, 0,75 kVt dan 150 kVt ga qadar

Yevropa IEC yoki AQShning NEMA standartlari bo'yicha chiqishlar

Samaradorlikning sezilarli o'sishi



Energiya tejovchi induktsion motorlar, standart asinxron motorlarga nisbatan samaradorlikning sezilarli darajada oshishi tufayli operatsion xarajatlarni kamaytiradi, energiyani tejash va atrof-muhitni yaxshilash, ortiqcha ishlab chiqarish jarayonida atmosferaga CO2 emissiyasini oldini olish.

To'g'ridan to'g'ri elektr tarmog'iga ulanadigan elektr motorlari



2. Siemens kontserni turli xil modifikatsiyani turli mexanizmlar uchun ishlab chiqaradi. Ishlab chiqariladigan quvvatlar diapazoni 0,7 kVt dan 1550 kVtgacha (aylanish o'qining balandligi 100 mm - 635 mm).

Tavsiya etilgan dvigatellarning o'ziga xos xususiyati quyidagilardir:

- Zamonaviy muhandislik uchun juda muhim bo'lgan kichik hajm
- yuqori ishonchlilik
- past shovqin va tebranish
- ishga tushirishning sillik amalga oshirilishi.

SIMENS kompaniyasining to'g'ridan-to'g'ri motorlari yangi ishlab chiqilgan uskunalarning iqtisodiy va texnik ko'rsatkichlarini yaxshilashda muhim rol o'ynaydi. Ular yuqori sifatli materiallardan foydalangan holda Germaniyaning zavodidagi eng zamonaviy uskunalarda ishlab chiqariladi. Maxsus tanlangan materiallardan foydalanish natijasida cho'tkalar uchun juda kam qiymatlariga erishildi. Yuqori sifatli kollektor bilan birgalikda bunday yechimlar ishlab chiqarilayotgan dvigatellarning xizmat ko'rsatish muddatini sezilarli darajada oshiradi. Agar muammo yuzaga kelsa, yaxshi rivojlanayotgan servis kompaniyalari tarmog'i ularni qisqa vaqt ichida hal qiladi.

Barcha turlar yuqori himoyalanganlik darajasi (IP23, IP54 va IP55 muhofaza qilish darajasi) va keng tartibga solish oralig'i (1: 1000gacha) bilan tavsiflanadi. Barcha motorlar boshqariladigan rektifikatorlar tomonidan quvvatlanadi. Ushbu motorlar juda past tezlikda ishlashga moslashgan, mil esa silliq tarzda aylanadi¹.

DURIGNIT 2000 yalıtım tizimi tufayli, motorlar tropikal namlik va tajovuzkor muhitda ishonch bilan ishlashi mumkin. Ushbu yalıtım tizimi (izolyatsiya sinf F) quyidagilardan iborat:

- izolyatsiyalash klassi H bilan laklangan simlar
- sirtlarni izolyatsiyasi (F va undan yuqori izolyatsiya sinflari)
- erimaydigan qatronlar bilan yemdirish

Bundan tashqari, izolyatsiyani mijozning ehtiyojiga qarab juda qiyin ish sharoitida foydalanish mumkin.

Dvigatellarni almashtirish tizimi juda ishonchli va atrof-muhit ta'siriga yoki elektr uzilishlariga bog'liq ravishda keraksiz vosita buzilishlarini bartaraf etadi.

Dvigatellar yuqori ishonchliligi va bukilish qat'iyligiga ega, bu ayniqsa rulman konlarini normal ishlashi uchun muhimdir.

O'rnatish moduldir, shuning uchun klemens qutisi dvigatelning har ikki tarafida yoki lentali yoki fanning tashqi muhrida mil bilan birga bo'lishi mumkin.

Rostlashga katta e'tibor qaratiladi. 200 mm dan ortiq balandlikdagi motorlar foydalanilgan.

Bundan tashqari, dvigatelga qo'shimcha dvigatel bilan yordam berish mumkin. Ushbu parametr, milya ustidagi yuqori lamel yuk (zanjir) loyihalashtirishda talab qilinadi.

SIEMENS to'g'ridan-to'g'ri oqim motorlarining yana bir afzalligi juda kam shovqin darajasidir. Qutblarning maxsus shakli milning past nurli qiymatlarini ta'minlaydi, bu maxsus fan shakli bilan birgalikda chiqadigan shovqin darajasini pasaytirishga yordam beradi.

Iqlim sharoitiga qarab zichlik yuzaga kelishi mumkin bo'lgan joylarda foydalanish uchun ichki isitgichli vosita buyurtma berish mumkin.

Bundan tashqari, o'rnatilgan qurilmalar bilan motorlarni buyurtma qilish mumkin, masalan:

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

- Hozirgi haroratni qayd etish uchun PTC termistor
- Minimal ruxsat etilgan cho'tkasi uzunligini kuzatish uchun mikrosvitch yoki potentsiometer (Siemens cho'tkaning o'rtacha umrini oshirishga muvaffaq bo'ldi: 1Gb turdagi motorlarda 15000 ish soati)
- fonar oqimini nazorat qilish va tartibga solish uchun mo'ljallangan sensorli havo flap
- rulman qo'llab quvvatlashida joylashgan tebranish sensori; ushbu qurilmadan olingan signal uzluksiz baholanadi va yotoq birliklarining ish sharoitlari to'g'risida ma'lumot beradi
- turli xil kuchlanish va turli zarba sensorlari uchun taxogeneratorlar; va boshqalar

Tip dvigatelya		Вых. мощность, кВт.	Ном. частота вращения, об/мин.	Вых. момент, N*m	Макс. частота вращения, об/мин
IGG5	100	1,2	1500	8	7000
	102	1,7	1500	11	7000
	104	2,8	1500	18	7000
	106	3,9	1500	25	7000

	108	5,5	1500	35	7000
	114	6,4	1500	41	6000
	116	8,5	1500	54	6000
	118	9,3	1500	59	5500
	132	12,8	1500	81	5000
	134	17	1500	108	5000
	136	22	1500	140	5000
	162	26,5	1500	169	4500
	164	32,5	1500	207	4500
	166	40,2	1500	256	4500
IGG6	162	47,8	1500	305	4500
	164	60,8	1500	385	4500
	166	76,2	1500	485	4500
	186	83	1500	530	3800
	188	100	1500	640	3800
	206	125	1500	800	3500
	208	150	1500	960	3500
	226	190	1500	1200	3000
	228	230	1500	1500	3000
	256	280	1500	1800	2600
	258	340	1500	2200	2600
	286	420	1500	2700	2500
	288	500	1500	3200	2500
IGG7	351	550	1500	3500	2200
	352	675	1500	4300	2200
	353	730	1400	5000	2200
	354	750	1150	6200	2200
	355	770	900	8200	2200
	401	750	1500	4800	2000
	402	765	1250	5800	2000
	403	800	1000	7600	2000
	404	860	850	9700	2000
	405	860	660	12700	2000
	451	880	1200	7000	1800
	452	915	1000	8700	1800
	453	950	850	10700	1800
	454	1000	700	13600	1800

	455	1000	550	17400	1800
IGG5	500	900	1400	6100	1800
	501	1050	1000	10000	1800
	502	1100	850	12400	1800
	503	1100	700	15000	1700
	504	1130	600	18000	1700
	631	1340	800	16000	1500
	632	1500	650	22000	1500
	633	1470	500	28000	1300
	634	1550	450	33000	1300
	635	1550	370	40000	1300

3. Energiya tejovchi seriyali 7AVE.

Shuning uchun texnik energiya tejash masalalari va jahon ilmiy hamjamiyati alohida ahamiyatga uskunalar energiya samaradorligini oshirish. Bu e'tibor ikki muhim omilga bog'liq:

1. Oshirish, energiya samaradorligi asta-sekin jarayoni qaytmas pasayishiga qayta tiklanadigan energiya manbalari pasaytirishi mumkin, zaxiralari faqat bir necha avlodlar uchun saqlanib qoldi;

2. Energiya samaradorligini oshirish to'g'ridan-to'g'ri atrof-muhit holatini yaxshilashga olib keladi. Energiya muammolar oliy Rossiya rahbariyati sohasida doimiy bo'ladi.

Asinxron motorlar- sanoat, qishloq xo'jaligi, qurilish, uy-joy va kommunal energiya asosiy iste'molchilari. Ushbu sohalarda barcha energiya sarfi taxminan 60% ni tashkil qiladi. Bu kuch tuzilishi barcha sanoati rivojlangan mamlakatlarda mavjud bo'lib, shu sababli, ular faol, yuqori samaradorligi elektr motorlar ishlashi uchun harakat, bunday dvigatellari foydalanish majburiy bo'ladi.

Yevropa va Amerikada ishlatiladi ikki energiya samaradorligi sinflarda umumiy sanoat foydalanish uchun Rossiya birinchi energiya tejovchi, vosita yaratilgan konserni "RUSELPROM": 60034-30 energiya olish sinf o'zgartirish imkoniyati bilan Yevropa Ittifoqi IE1 va IE2 «Premium» (IE3), bugungi kunda AQShda joriy etilmoqda.

Series 7 Ave, Rossiya standart GOST R 51689-2000, kulaylik bilan tashkil etilgan, men va ichki uskunalar ham yangi energiya tejamkor vosita belgilangan bo'ladi Yevropa CENELEC, IEC 60072-1, va ayni paytda xorijiy dvigatellar ishlatiladi import bo'yicha ishlab chiqarish.

Series 7 Ave 5% (kichik o'lchov) 1,1% (yuqori registri) ning samaradorligini oshirish uchun beradi va 1,5 dan 500 kVt uchun issiq energiya turlarini o'z ichiga oladi. Energiya samarali sozlash vosita kabi energiya tejamkor dvigatellari 7AVE qator bir qator yaratish va VFD uchun dvigatellar ishlab chiqish kabi, energiya tejash eng muhim yo'nalishi bilan kelishilgan ustun xususiyatlarini, xususan, maksimal vaqt uchun katta chegarasiga ega.

Oddiy qoida mavjud: umumiy maqsadli dvigatelning energiya tejamkorlik sinfi qanchalik katta bo'lsa, uning chastota-nazorat ostida yuritma dastur maydonini kengroq.

Dvigatel dizayni seriyasining xususiyatlari 7AVE:

- Magnit tizim. Magnit materiallardan foydalanish samaradorligini oshirish, tizimning qattiqligi.
- Yangi turni saralash. Yangi avlodning zamonaviy uskunalaridan foydalanildi.
- Shimdirish.

Yangi jihozlar va laklar yuqori issiqlik o'tkazuvchanligini yuqori darajadagi sementatsiya bilan ta'minlaydi.

IE2 va IE3 energiya tejamkorligi sinflarining dvigatellarining texnologik afzalliklari:

- Yangi seriyali dvigatellar kam shovqin xususiyatlariga ega (oldingi seriyalarning motorlaridan 3-7 dB pastroq); ko'proq ergonomik. Shovqin darajasini 10 dB ga kamaytirish uning haqiqiy qiymatini 3 marta kamaytirishdir.

- 7AVE dvigatellari ish haroratini kamaytirish orqali yuqori ishonchlilikni ta'minlaydi. Ushbu motorlar "F" past izolyatsiyalash sinfiga to'g'ri keladigan haqiqiy haroratda "F" issiqlikka chidamlilik sinfiga ishlab chiqariladi. Bu esa, xizmat ko'rsatish omilining ortib borayotgan qiymatiga ega bo'lgan mashinalarni boshqarish imkonini beradi. Uzluksiz yuklarni 10-15% gacha ishonchli ishlashiga ishonch hosil qiling.

• Motorlar qo'zg'aluvchan rotorda harorat ko'tarilishining qiymatini tushirdi, bu tez-tez va og'ir boshlanadigan va teskari mexanizmlarning mexanik mexanizmida ishonchli ishlash imkonini beradi. 7AVE seriyali (IE2, IE3) seriyali motorlar chastotali boshqariladigan elektr haydovchi qismi sifatida ishlashga moslashgan. Yuqori xizmat ko'rsatish omillari tufayli motorlar VFD ning bir qismi sifatida shamollatishsiz ishlashi mumkin.

Dvigatel belgilari 7 seriyasi tarkibi:

7A V E R 160 S A 2

1 2 3 4 5 6 7 8

1- seriya raqamini belgilash;

2 - VEMZ kompaniyalar guruhi korxonalarini rivojlantirish, Vladimir;

3 - energiya tejamkorligi;

4 - qo'lning R 51689 ga muvofiq ixtiyoriy variantga muvofiq / I variantiga muvofiq R / S - ulash;

5 -gabarit o'lchamlari (aylanish o'qining balandligi, mm);

6 -ramkaning uzunligi bo'yicha o'lchamlarni o'rnatish;

7 -magnitlangan elektron paket uzunligini belgilash;

8 -qutb soni.

7AVER160S4 seriyali tarmoqning ishlashi uchun 7AVER160S4 seriyasining dizayni, misol uchun, 50 gigagertsli kuchlanish 220/380 V kuchlanishli, 1500 ayl/min sinxron tezlikda, 15 kVt quvvatga ega, I variantning o'lchamlarini kuchaytirish, oddiy energiya tejamkorlik sinfining alyuminiy ramka bilan ishlashi ilovaning iqlim versiyasi, IM1081 o'rnatish moslamasi, terminalda paqirli kirish moslamasi va tartibida va boshqa mahsulotning hujjatlarida ikkita qismini o'z ichiga oladi

Energiyani tejaydigan elektr motorlar



Energiyani tejovchi elektr mexanizmi deyarli hamma joylarda ishlatiladi va shunga o'xshash elektr motorlardan farq qiladi - energiya sarfini kamaytirish. Elektr energiyasini tejovchi vositalarning doimiy narxining oshishi tufayli juda yaxshi o'rnini bosishi mumkin.

Energiyani tejovchi vosita elektr energiyasini ishlatishda elektr energiyasini kamaytiradi, chunki bu yuqori samaradorlikdir.

Energiyani tejaydigan elektr motorlari elektr va tezlikda ishlaydigan elektr motorlariga o'xshash boshqa turlarga qaraganda 1,5 yil davomida o'z xarajatlarini qoplaydi.

Barcha energiya tejaydigan motorlar GOST standarti va CENELEC me'yorlariga muvofiq amalga oshirilishi mumkin.

Energiyani tejovchi vosita uzoq muddatli ishlash va yuqori ishonchga ega.
5 va 6-dvigatellar dizayni:

5AMX	132	M	2	БП	Y2
<u>1</u> <u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>

1 -ketma-ketlikni belgilash;

2 - modifikatsiya belgisi;

3 - o'lchov (aylanish o'qining balandligi, mm);

4 - o'rnatish hajmi;

5 - qutb soni;

6 - maqsaddagi farqning belgisi;

7 - iqlim ko'rsatkichlari.

1 Seriya belgilari:

AIR, AIV, 4A, 5A, 6A, AN, VA va boshqalar.

2. O'zgartirishni tavsifi:

qo'shimchalar - P;

zamonaviylashtirilgan - M;

alyuminiy ramka bilan - X;

fazli rotor bilan - K;

ko'tarilgan slip - C;

o'z-o'zini shamollatish - H;

majburiy sovutish bilan - F;

ichki o'rnatilgan;

yagona fazli - Yevropa Ittifoqi;

transport uchun- E;

ko'tarilgan dastlabki moment bilan - R.

3. Gabarit o'lchamlari (aylanish o'qining balandligi, mm):

80, 112, 132, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355va boshqalar.

4. Chiziq uzunligi bo'ylab o'rnatilgan o'lcham (S, M, L), yoki yadro uzunligining (V, V) uzunligi.

5. Qutb soni:

2, 4, 6, 8, 10, 12 yoki 2/4, 8/6/4 va boshqalar.

6. Asosiy farq:

CENELEK-K me'yorlariga muvofiq;

sariq haroratni saqlash sezgichi bilan - B;

tashuvchi harorat sensori bilan - B1;

Sensor va antikondsentli isitgich bilan - B2;

O'rnatish o'lchovlari bo'yicha aniqlikni oshirish - P;

kam shovqin - H;

liftlar uchun - L;

to'ymasin mashinalar uchun - C;

quritish shkaflari uchun - SS;

NPP uchun- A (A1, A2, A3).

7. GOST 15150 bo'yicha iqlimiy ishlash va joylashtirish toifasi: U3, T2, va boshqalar (12-sahifa).

Dvigatel belgilari bilan bir qatorda:

O'rnatish versiyasi - IM (24-bet);

quvvat manbai - 380 V (220/380 V va boshqalar) (11-sahifa);

IP muhofaza qilish darajasi .. (22-sahifa);

asosiy (asosiy) bajarilishdan boshqa farqlar.

Dvigatelning belgilashida modifikatsiya va belgilashning bir nechta o'ziga xos xususiyatlaridan foydalanish mumkin. Dvigatel belgilari birgalikda yoziladi, bo'sh joy qo'llanilmaydi.

Motor belgilari 7 seriyasi tarkibi:

7A	V	E	R	160	S	A	2
1	2	3	4	5	6	7	8

1 - seriya raqamini belgilash;

2 - "VEMP" kompaniyalar guruhi, Vladimir ishlab chiqish;

3 - energiya tejamkorligi;

4 - R / S - Embodiment I / GOST 51689 ko'ra, bir tartibga solishga II ulanadi;

5 - zarf (balandligi aylanish o'qi, mm);

6 - ramkaning uzunligi bo'yicha o'lchamlarni o'rnatish;

7 - magnitlangan elektron paket uzunligini belgilash;

8 - qutb soni.

1500 ayl/min, 15 kVt, tartibga solish uchun o'rnatish registri ulash imkoniyatlarini sinxron tezlik 50 Gts elektr chastotasi uchun o'rnak yozishni ko'rsatish 7AVER160S4 qator avtomobil, 220/380 V kuchlanish, bir alyuminiy rom uchun normal energiya samaradorligi sinf qotishma, panelning xulosalar va uning tartibi va boshqa mahsulotlar hujjatlarini ikki Musluklarni bilan kiritish qurilmasi K-3- II bilan

o'rnatilgan harorat sensori muhofaza qilish, iqlim o'zgartirish v3, montaj variant M1081 bilan:

Energiya tejovchi seriyali 7AVE. Muvofiqlik. Afzalliklar.

Shuning uchun texnik energiya tejash masalalari va jahon ilmiy hamjamiyati alohida ahamiyatga uskunalar energiya samaradorligini oshirish.

Bu e'tibor ikki muhim omilga bog'liq:

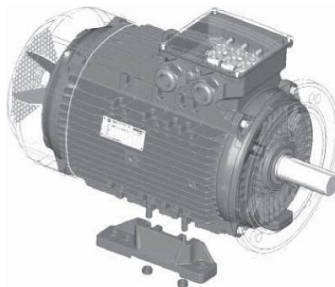
1. Oshirish, energiya samaradorligi asta-sekin jarayoni qaytmas pasayishiga qayta tiklanadigan energiya manbalari pasaytirishi mumkin, zaxiralari faqat bir necha avlodlar uchun saqlanib qoldi;

2. Energiya samaradorligini oshirish to'g'ridan-to'g'ri atrof-muhit holatini yaxshilashga olib keladi.

Energiya muammolar oliy Rossiya rahbariyati sohasida doimiy bo'ladi.

Asinxron - sanoat, qishloq xo'jaligi, qurilish, uy-joy va kommunal energiya asosiy iste'molchilari. Ushbu sohalarda barcha energiya sarfi taxminan 60% ni tashkil qiladi.

Bu kuch tuzilishi barcha sanoati rivojlangan mamlakatlarda mavjud bo'lib, shu sababli, ular faol, yuqori samaradorligi elektr motorlar ishlashi uchun harakat, bunday dvigatellari foydalanish majburiy bo'ladi.



Yevropa va Amerikada ishlatiladi ikki energiya samaradorligi sinflarda umumiy sanoat foydalanish uchun Rossiya birinchi energiya tejovchi, vosita yaratilgan kontserni "RUSELPROM": 60034-30 energiya olish sinf o'zgartirish imkoniyati bilan Yevropa Ittifoqi IE1 va IE2 «Premium» (IE3), bugungi kunda AQShda joriy etilmoqda.

Seriya 7 Ave, Rossiya standart GOST R 51689-2000, ko'raylik bilan tashkil etilgan, men va ichki uskunalar ham yangi energiya tejamkor vosita belgilangan bo'ladi

Yevropa CENELEC, IEC 60072-1, va ayni paytda xorijiy dvigatellar ishlatiladi import bo'yicha ishlab chiqarish.

Seriya 7 Ave 5% (kichik o'lchov) 1,1% (yuqori registri) ning samaradorligini oshirish uchun beradi va 1,5 dan 500 kVt uchun issiq energiya turlarini o'z ichiga oladi.

Energiya tejovchi dvigatellari 7AVE qator bir qator yaratish va avtomobil ustun energiya samarali sozlash xususiyatlarini, xususan, maksimal vaqt uchun katta chegarasiga ega o'zgarmaydi. Yuritmalar uchun dvigatellar ishlab chiqish kabi, energiya tejash eng muhim yo'nalishi bilan kelishilgan. Umumiy sanoat dvigateli yanada energiya olish sinf, VFD o'z qo'llash keng maydoni: Bu oddiy qoidani faoliyat ko'rsatmoqda.

Dvigatel dizayni seriyasining xususiyatlari 7AVE:

Magnit tizim.

Magnit materiallardan foydalanish samaradorligini oshirish, tizimning qattiqligi.

Yangi turni saralash.

Yangi avlodni yaratishda zamonaviy texnologiya va uskunalaridan foydalanildi.

Yangi jihozlar va laklar yuqori issiqlik o'tkazuvchanligini yuqori darajadagi sementatsiya bilan ta'minladi.

IE2 va IE3 energiya tejamkorligi sinflarining dvigatellarining texnologik afzalliklari:

Yangi seriyali dvigatellar past shovqin xususiyatlariga ega (oldingi seriyalarning motorlaridan 3-7 dB pastroq), ya'ni, ko'proq ergonomik. Shovqin darajasini 10 dB ga kamaytirish uning haqiqiy qiymatini 3 marta kamaytirishdir.

7AVE dvigatellari ish haroratini kamaytirish orqali yuqori ishonchlilikni ta'minlaydi. Ushbu motorlar "F" pastki izolyatsiyalash sinfiga to'g'ri keladigan haqiqiy haroratda "F" issiqlikka chidamlilik sinfiga ishlab chiqariladi. Bu esa, xizmat ko'rsatish omilining ortib borayotgan qiymatiga ega bo'lgan mashinalarni boshqarish imkonini beradi. Uzluksiz yuklarni 10-15% gacha ishonchli ishlashiga ishonch hosil qiling.

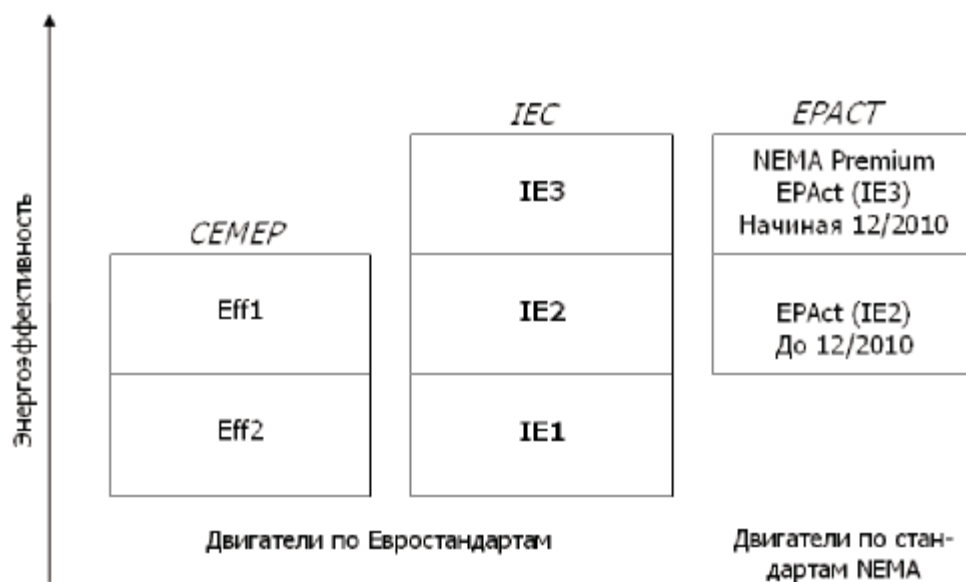
Motorlar qo'zg'aluvchan rotorda harorat ko'tarilishining qiymatini tushirdi, bu tez-tez va og'ir boshlanadigan va teskari mexanizmlarning mexanizmlar tizimida ishonchli ishlash imkonini beradi.

IEC 60034 30 energiya tejamkor motorlarining standarti.

Ushbu katalog Rossiyada birinchi bo'lib 160 mm hajmdagi energiya tejamkor motorlar seriyasini taqdim etadi. 7AVE seriyali IE1, IE2 energiyani tejash standartlari va IE3 Premium darajasida mashinalar yaratish qobiliyatiga ega1.

So'nggi paytgacha ko'pchilik mamlakatlar energiya samaradorligini oshirish bo'yicha milliy standartlarga ega bo'lmagan. Shunday qilib, Yevropa Ittifoqi davlatlari CEMEP standartlari (1999), Rossiya - GOST R 51677 2000; AQSh - Energetika siyosati to'g'risidagi qonun (EPACT) bo'yicha 1997 yilda imzolangan. 2008 yilda energiya samaradorligi standartlarining nomuvofiqligini bartaraf etish uchun IEC 60034-30 standarti "Bir fazli uch fazali asinxron motorlar energiya samaradorligi sinflari" qabul qilindi. Energiya samaradorligining uchta klassi mavjud: IE1 standarti; IE2 yuqori; IE3 "Premium".

CEMEP, EPACT va IEC 60034-30 raqamlarining taxminiy nisbati quyidagi



jadvalniko'rsatadi:

Qoidalari EPact elektr pH amal 90 kVt, va qutblanish 2P = 2, 4. - IEC 60034-30 standart elektr PH amal = -375 0.75 kVt va qutb 2p = 2, 4, 1,1 CEMEP 6. qoidalari samaradorligini quvvat qoplangan 0,75 - 150 kVt va polklar 2p = 2, 4, 6.

Standart IEC 60034-30 standartlari CEMEP o'lchov bir muhim farq, yuk-qaram PLL IEC 60034-2-1 muvofiq qo'shimcha zarar talabidir. (Ma'lumki, CEMEP va GOST R 51677 2000 samaradorligi chaqirdi ziyon yetkazib faol kuch 0,5% bo'lishi olingan holda uchun ko'rsatilgan). Deyarli barcha dvigatellarda IEC 60034-2-1 ga muvofiq

o'lgan qo'shimcha yo'qotishlar 0,5% P1dan yuqori. Bu IEC 6003430 va CEMEP muvofiq olingan shu mashinada samaradorligini yuqori qiymatlar olib keladi. Shubhasiz, CEMEP me'yorlariga ko'ra, samaradorlik yanada yuqori bo'ladi.

Bunga misol:

Dvigatel turlari	KPD po IEC 60034-30, pri PLL po IEC 60034-2-1	KPD po normam CEMEP pri PLL = 0,5% P1
7AVER160M4IE2	91,2 %	92,2 %

Loyihalar qo'mitasi 0.75 375 kVt, energiya samarali motorlar kuch o'tish quyidagi shartlarini belgilangan 2,4,6 2P: Iyun 16, 2011 energiya samaradorligi sinf elektr motorlar borish uchun IE2 ("High") dan emas, balki past bo'ladi; 1 yanvar uchun, energiya samaradorligi sinf IE3 Motorlar 2015 harakat VFD bir qismi sifatida faoliyat ("Premium") yoki sinf IE2 motorlar, quyida emas.

Amalga oshirish natijalari:

Energiya tejamkor dvigatellarni joriy etish quyidagilarni ta'minlaydi:

1. Dvigatellarning samaradorligi sababli elektr energiyasini tejash;
2. Energiya tejamkor yuritmalar ega uskunani ishlatish uchun zarur bo'lgan quvvatni kamaytirish orqali tejash.

Ushbu katalog, GOST R 51677 2000 va CEMEP me'yorlaridan IEC 60034-30 standartlariga o'tish nuqtai nazaridan, o'tish davrining bir katalogidir. Shuning uchun, foydalanuvchilarning tan olingan samaradorligini PLL = 0,5% P1da qulay tarzda saqlaydi. Keyinchalik nashrlarda IEC 60034-30 ga muvofiq samaradorlik ko'rsatiladi, IEC 60034-2-1 bo'yicha o'lgan PLL bilan belgilanadi.

Nazorat savollari

1. Energiya tejamkor asinxron elektr motorlarining qanday turlari bor?
2. Siemens firmasi motorlari nimasi bilan boshqa motorlardan farqlanadi?
3. Motor seriyalarining belgilanishini tushintiring.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyoyev, 2025. -211 b.
2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
3. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Elektr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.
4. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA.-2014.-391 b.
5. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.- 408 b.
6. J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.

4- mavzu: Sinxron mashinalarning zamonaviy turlari.

Reja:

1. Krioturbogenerator to'g'risida umumiy ma'lumot.
2. Asinxronlashtirilgan turbogeneratorlar.
3. Magnitlanish o'qi buriladigan sinxron mashinalar.

Tayanch so'z va iboralar: Krioturbogenerator, asinxronlashtirilgan turbogeneratorlar, stator, rotor, chulg'amlar, energetik xarakteristikalar, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti, magnitlanish o'qi buriladigan sinxron mashinalar.

Krioturbogenerator. Uning rotori suyuqlangan geliy bilan sovutilgan kriostatdan iborat bo'ladi. Šo'zg'atish chulg'amida tok zichligi 100 A/mm^2 mashinaning havo oralig'idagi induksiya esa $1,3 \div 1,5 \text{ T}$ ga Etadi. Bunday induk-tsiyalarda kriogenerator statori tishsiz qilib tayyorlanadi. Stator chulg'ami suv bilan sovutiladi. Krioturbogeneratorlar hozirgi vaqtda ishlab chiqarish bosqichida tajriba sinovlaridan o'tkazilmoqda.

Asinxronlashtirilgan turbogeneratorlar (ASTG). Turbogenerator-larning quvvati oshgan sari ularning parametrlari yomonlasha boradi; bu hol esa energetika sistemasining ekspluatatsiya shartlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Reaktiv qarshiliklar qiymatlarining oshishi, generatorlarning inersiya momentlarining kamayishi, hamda elektr uzatish liniyalari (EUL) uzunligining va ular orqali uzatiladigan quvvatlarning oshishi elektr sistemalarining *dinamik turg'unligini pasaytiradi*. Energetika sistemasida aktiv yuklamaning kamaygan soatlarida ortiqcha reaktiv quvvatning hosil bo'lishi EUL da me'yordan ortiq kuchlanishning oshishi vujudga keladi. Sin-xron generatorlar katta qiymatli reaktiv quvvatni iste'mol qilish re-jimida, hatto kuchli ta'sir qiluvchi regulyatorlar bo'lganda ham turg'un ishlay olish qobiliyatiga ega emaslar.

Agar EUL da *magnitlanish o'qi buriladigan* sinxron turbogeneratorlar (shu jumladan, ASTG lar) qo'llanilsa. yuqorida ko'rsatilgan muammolarni echishda katta ijobiy natijalar olinadi. ASTG ning odatdagi sinxron generatorlardan farqi shuki, uning rotorida biri-biridan fazoda 90° burchakka siljigan ikki fazali qo'zg'atish chulg'ami joylashtirilgan bo'lib, ular bosh-qariladigan statik o'zgartgichga ulanadi. Ikki fazaga alohida o'zgarmas tok berib ishlatilsa, ASTG odatdagi sinxron rejimda ishlaydi. Bunday rejim-da ishlaydigan sinxron generatorlarni *ikki o'qi bo'yicha qo'zg'atishli* yoki *bo'ylama-ko'ndalang qo'zg'atishli* sinxron mashinalar deyiladi.

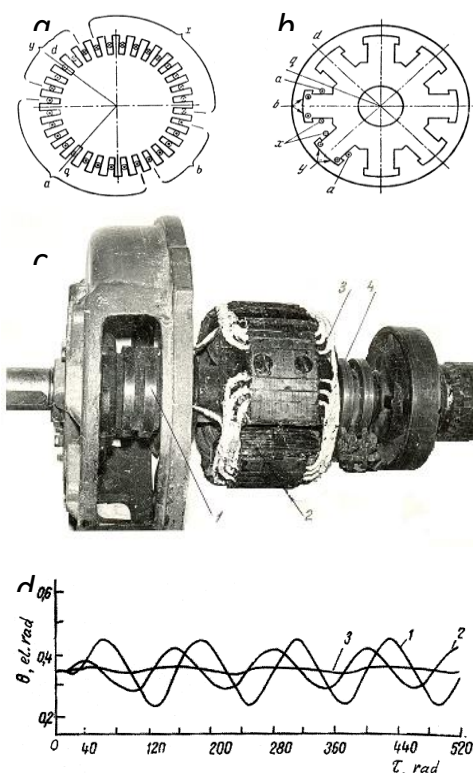
Magnitlanish o'qi buriladigan sinxron mashinalar. *Bo'ylama – ko'ndalang qo'zg'atishli sinxron mashinalar.* Bunday sin-xron mashinalarning stator tuzilishi an'anaviy sinxron mashinalarnikidan farq qilmaydi. Sinxron mashina rotoridagi tinchlantiruvchi (generator rejimida) yoki ishga tushirish chulg'ami (motor rejimida) o'rniga ikki yoki m fazali qo'zg'atish chulg'ami joylashtiriladi. Šuyida ikki fazali, chulg'ami bo'lgan noayon va ayon qutbli rotorning tuzilishini ko'rib o'tamiz. Bo'ylama va ko'ndalang o'qlari bo'yicha qo'zg'atiladigan sinxron mashinaning rotorini *noayon qutbli* bo'lsa, simmetrik ikki fazali qo'zg'atish chulg'ami rotor pazlariga xuddi

yakor chulgʻami yoki faza rotorli asinxron motorning rotor chulgʻami kabi oʻralgan boʻladi. Agar ikki chulgʻam "ax" va "vu" lar har xil boʻlsa, ya'ni nosimmetrik boʻlsa, ular har xil hajmni egallaydi. 25.1, a-rasmda "ax" chul-gʻam umumiy pazlarning 3/4 qismini, «vu» chulgʻam esa 1/4 qismini egallagan bir qatlamli noayon qutbli rotorning chulgʻamlari koʻrsatilgan.

Noayon qutbli boʻylama va koʻndalang oʻqlari boʻyicha qoʻzgʻatiladigan sinxron mashinalarda boʻylama oʻqi "ax" qoʻzgʻatish chulgʻamining oʻqi boʻyicha yoʻnalgan boʻlib, uning musbat yoʻnalishi "ax" chulgʻamning magnit oqimi bilan bir xilda yoʻnalgan boʻladi. Koʻndalang oʻq «q» esa "vu" qoʻzgʻatish chulgʻami oʻqi boʻyicha yoʻnalgan boʻladi. Shu sababli "ax" qoʻzgʻatish chulgʻamini – **boʻylama**, "vu" qoʻzgʻatish chulgʻamini esa **koʻndalang qoʻzgʻatish chulgʻamlari** deyiladi.

Boʻylama-koʻndalang oʻqlari boʻyicha qoʻzgʻatiladigan sinxron mashinaning rotori ayon qutbli boʻlsa, u holda qoʻzgʻatish chulgʻamlari "ax" va "vu" larni

1-rasm. Qoʻzgʻatish chulgʻam--lari "ax" va "by" har xil boʻlgan noayon qutbli rotor (**a**), dempfer chulgʻami oʻrniga koʻndalang qoʻzgʻatish chulgʻami joylashtirilgan 8 qutbli (**b**) va 4 qutbli (**c**) ayon qutbli rotorlar (4 qutbli modelda: boʻylama



bir xil, ya'ni simmetrik qilish mumkin emas. Asosiy bo'ylama qo'zg'atish chul-g'ami "ax" xuddi oddiy sinxron mashinalardagi qo'zg'atish chulg'ami kabi joy-lashtiriladi, qo'shimcha ko'ndalang chulg'ami "vu" esa dempferlovchi (motor re-jimida «ishga tushiruvchi») chulg'am o'rnida joylashtiriladi (25.1,b-rasm) va bu chulg'amning MYK asosiy chulg'am MYK ning $15 \div 20$ % ni tashkil etishi mumkin.

Bunday sinxron mashinalarning *ishlash prinsipi* oddiy sinxron mashinani-kidan farq qilmaydi, faqatgina o'tish jarayonlar vaqtida ko'ndalang qo'zg'atish chulg'ami "vu" ishga tushiriladi. Ikkala qo'zg'atish chulg'amiga ham o'zgarmas tok manbasidan kuchlanish beriladi. Bu mashinalar motor, generator, sinxron kompensator rejimlarida ishlashi mumkin. Bo'ylama-ko'ndalang o'qlari bo'yicha qo'zg'atiladigan sinxron mashinalarning ekspluatatsion xarakteristikalar *magnitlanish o'qi burilishi tufayli* an'anaviy sinxron mashinalar nikidan afzal bo'ladi, chunki yakor reaksiyasining ta'siri ko'ndalang qo'zg'atish chulg'ami MYK tomonidan kompensatsiyalanadi. Natijada, qo'shimcha ko'ndalang qo'zg'atish chulg'ami MYK ning ijobiy ta'siri tufayli mashinaning statik va dinamik turg'unligi oshadi, erkin va majburiy tebranishlar chastotalari tenglashgan holda rezonans hodisalari-dagi mashina parametrlarining katta amplituda bilan tebranishlarini (25.1,d-rasm) so'ndirish imkoni tug'iladi*.

Bu rasmda: **1** – tebranishlar co'ndirilmagan hol; **2** – faqat bo'ylama o'qi bo'yicha rostlanganda burchak θ ning tebranishlari nisbatan kamayadi, lekin to'la so'ndirib bo'lmaydi; $U_{qo'z(0)d} = \text{const}$ bo'lib, ko'ndalang qo'zg'atish MYK bilan rostlashda esa (**3**) mazkur tebranishlarni deyarli to'la so'ndirish imko-niyati bo'ladi hamda mashinani boshqarish yaxshilanadi.

Hozirgi vaqtda Ukrainada Rossiya hamkorligida quvvati 320 MV·A bo'l-gan bo'ylama-ko'ndalang qo'zg'atishli noayon qutbli sinxron kompensator ishlab chiqarilgan va samarali ishlatilmoqda.

Asinxronlashtirilgan sinxron mashinalar. Agar sinxron mashinada bir-biriga perpendikulyar bo'lgan ikkita qo'zg'atish chulg'ami bo'lib, ularga ik-ki fazali o'zgaruvchan kam chastotali kuchlanish manbai ulansa, u holda bu chulg'amlardan sinusoidal toklar o'tadi va qo'zg'atish chulg'amida magnitlanish o'qi buriladigan MYK

va aylanma magnit maydonini hosil qiladi. Bu maydon rotorga nisbatan kam qiymatli sirpanish bilan aylanadi.

Shu sababli, bunday mashinalarni **asinxronlashtirilgan sinxron ma-shinalar** deyiladi. Bunday mashinalarning tuzilishi va ishlash prinsipi bo'ylama va ko'ndalang o'qlari bo'yicha qo'zg'atiladigan sinxron mashinalarni-ki kabi bo'ladi, ammo qo'zg'atish chulg'amlariga barqaror ish jarayonida o'z-garmas tok berilsa, o'tish jarayonlarda esa bu chulg'amlarga o'zgaruvchan chasto-tali kuchlanish beriladi. Bu mashinalar ham motor, generator va sinxron kompensator rejimlarida ishlashi mumkin. Bu mashinalarning xarakteristikalar (sinxron ish rejimida) va ko'ndalang qo'zg'atish chulg'amining roli ham xuddi bo'ylama-ko'ndalang o'qlari bo'yicha qo'zg'atiladigan mashinalarniki kabi bo'ladi.

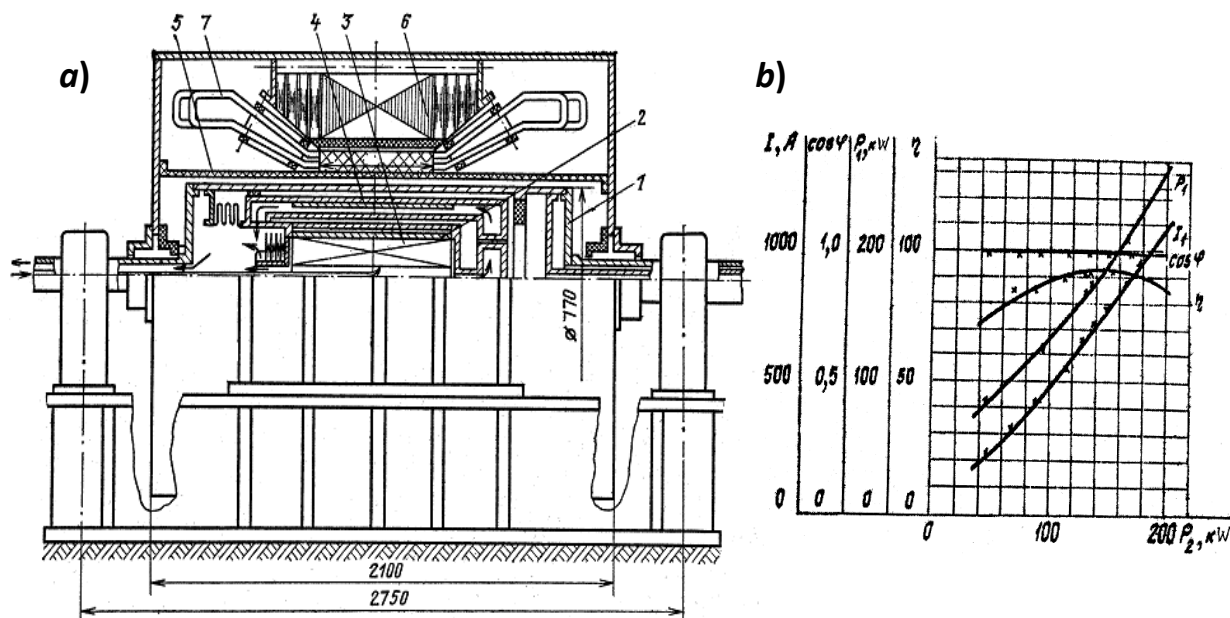
Hozirgi vaqtda Ukrainaning Burshtinsk IES da ikkita 200 MW li ikki o'qi buyicha qo'zg'atishli asinxronlashtirilgan turbogenerator ishlab tu-ribdi. Ta'kidlash lozimki,

* **Salimov D.S.** О некоторых режимах работы явнопольных синхронных машин продольно-поперечного возбуждения с учетом насыщения. – Изв. АН УзССР, СТН, 1981, № 6.

Rossiyada Ukraina bilan hamkorlikda quvvati 800 MW bo'lgan asinxronlashtirilgan turbogeneratorning loyihasi ustida ham ishlar olib borilmoqda.

O'ta o'tkazuvchan qo'zg'atish chulg'amli sinxron mashinalar.

Hozirgi vaqtda qo'zg'atish chulg'amlari o'ta o'tkazuvchan materiallardan tayyorlangan sinxron mashinalarga bo'lgan qiziqish oshib bormoqda. Ayrim metallar absolyut nul temperaturada o'ta o'tkazuvchanlik kuzatiladi. O'ta o'tkazgichlarning qarshiligi amaliy jihatdan nulgga teng. Bu holda ma'lum bir kritik temperatura va magnit induksiya hamda kritik tok zichligi saqlanadi. Hozirgi vaqtda sanoat maqsadlari uchun niobiy va titan yoki niobiy va qalay



2-rasm. Quvvati 1200 kW, 3000 ayl/min bo'lgan o'ta o'tkazgich qo'zg'atish chulg'amli turbogenerator (a): **1** – rotor; **2** – qo'zg'atish g'altagi (**3**) ni siqib turuvchi rotor bandaji (kamari); **4** – ekran; **5** – shisha plastikdan tayyorlangan vacuum idishi; **6** – elektrotexnik po'lat plastinalaridan yig'ilgan stator; **7** – mis o'tkazgichning ichidan suv bilan sovutiladigan stator chulg'ami; **b** – quvvati 200 kW, 3000 ayl/min bo'lgan o'ta o'tkazgich qo'zg'atish chulg'amli turbogeneratorning yuklama bilan ishlashidagi xarakteristikasi

* N.N. Sheremetevskiy, V.K. Kalashnikov, N.N. Плещунов i dr. Sverxprovodniko-vye elektricheskie mashiny. – L., VNIIElektromash, 1983.

qotishmalaridan tayyorlangan o'ta o'tkazuvchan materiallar foydalanilmoqda. Bunday o'tkazuvchan materiallar uchun kritik temperaturaning qiymati $4,2 \div 5$ K, kritik tok zichligi 1000 A/mm^2 , kritik magnit induksiyasi $4 \div 7$ T ga teng.

Elektr mashinalari chulg'amlari uchun o'ta o'tkazuvchan materiallarni qo'l-lash kichik kesim yuzasidan juda katta tok o'tkazib kuchli magnit maydonni hosil qilishga va chulg'amning massasini kamaytirishga imkoniyat yaratadi.

Y'ta o'tkazuvchan materiallar asosan o'zgarmas tok manbasiga ulanadigan mashinalarning qo'zg'atish chulg'amlari o'rnida ishlatildi (25.2-rasm). Ularning o'zgaruvchan tok oqadigan chulg'amlar o'rnida ishlatish texnik jihatdan mumkin, lekin elektr isroflar va juda kichik kritik toklar bo'lgani uchun qulay hisoblanmaydi. Shuning

uchun hozirgi vaqtda sinxron va o'zgarmas tok mashinalari qo'zg'atish chulg'amlari uchun ishlatiladigan o'ta o'tkazuvchan materiallarni yaratish ustida ishlar olib borilmoqda.

Qo'zg'atish chulg'ami o'ta o'tkazuvchan materialdan tayyorlangan bo'lsa, kri-tik temperaturada bu materialni tutib turish uchun maxsus sovitish quril-masi ichiga solish kerak. Bunday sovitish qurilmasiga *kriostat* deyiladi. Kriostat Dyuar idishi bo'lib, uning ichida qo'zg'atish chulg'ami joylashtiri-lib suyuq geliy bilan sovutilib turadi. Issiqlikni kamaytirish maqsadida bu idish azot bilan to'ldirilgan boshqa idish ichiga joylashtiriladi. Sin-xron mashinalarda kriostat rotorda joylashtiriladi, o'zgarmas tok mashina-larda esa kriostat statorda joylashtiriladi.

O'ta o'tkazuvchan materialdan bo'lgan chulg'amda kuchli magnit maydoni hosil bo'lgani uchun, odatdagi magnit o'tkazgichni ishlatsa magnit isroflar ancha ko'payib ketadi, va shu sababli, yakor chulg'ami joylashtirilgan muhit pazzisiz yoki nomagnit materialdan yasaladi, natijada mashinaning og'irligi kamayadi va o'lchamlari kichiklashadi.

Ferromagnit po'lat o'zakning bo'lmasligi esa mashinaning xarakteristi-kalariga yakor reaksiyasining ta'siri sezilarsiz bo'ladi. Oddiy mashina-larga qaraganda o'ta o'tkazuvchan chulg'amli mashinalarda havo oralig'ida magnit induksiyasining qiymatini $3\div 4$ marta, chizig'iy yuklamani esa $1\div 2$ marta oshirish mumkin bo'ladi, natijada mashinaning aktiv hajmi $4,5\div 8$ martagacha kichiklashadi.

Elektr mashinalarida o'ta o'tkazuvchan materiallardan tashqari krioo'tkazuvchan materiallarni ham qo'llash ustida izlanishlar olib borilmoqda. Bun-day material juda kuchli sovutilganda o'zining qarshiligini kamaytiradi, lekin o'ta o'tkazuvchanlik xossaga ega bo'lmaydi. Krioo'tkazuvchan materialga tozalangan alyuminiy misol bo'ladi. Alyuminiy 20 K temperaturada o'zining qarshiligini 10^4 marta kamaytiradi. Krioo'tkazuvchan materiallarni transformatorlar chulg'amlarini tayyorlash uchun ham ishlatish mumkin.

Katta quvvatli istiqbolli sinxron mashinalar.

Turbogeneratorlar. Hozirgi vaqtda elektr mashinasozligidagi muammolardan biri katta quvvatli elektr mashinalarini yaratishdir. Bu muammoni amalga oshirish uchun elektr mashinasozligida sifatli elektrotexnik va konstruksion materiallarni va effektiv sovitish sistemalarini qo'llash lozim bo'ladi.

Bu sohada turli xorijiy va MDH mamlakatlarida katta tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Hozirgi vaqtda Rossiyada quvvati 500 va 800 MW, aylanish chastotasi 3000 ayl/min bo'lgan turbogeneratorlarni ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. 1976 yildan buyon Rossiyada quvvati 1200 MW bo'lgan ikki qutbli turbogenerator Kostroma IES da ishlatib kelinmoqda. Bu turbogeneratorning stator chulg'ami bevosita suv bilan, rotor chulg'ami esa vodorod bi-lan sovutiladi. Xuddi shuningdek GFR va Shveysariya davlatlarida quvvati 1200 MV·A bo'lgan ikki qutbli turbogenerator, AQSh da esa quvvati 1200 MV·A bo'lgan ikki qutbli turbogenerator va quvvati 1120 MV·A bo'lgan ikki qutbli turbogeneratori yaratilgan. AES da qo'llaniladigan quvvati 500 MW bo'lgan to'rt qutbli turbogeneratori Rossiyada yaratilgan bo'lib, uning chulg'amlari suv bilan sovutiladi. Xuddi shuningdek Rossiyada quvvati 1000 MW bo'lgan to'rt qutbli turbogeneratori ham yaratilib, uning stator chulg'ami suv bilan rotor chulg'ami esa vodorod bilan sovutiladi. Fransiyada esa eng katta quvvatli 1480 MW, GFR da esa quvvatlari 1360 va 1200 MW bo'lgan to'rt qutbli turbogeneratorlari yaratilgan. Xuddi shunday quvvatli to'rt qutbli turbogeneratorlar ASh da ham tayyorlangan. Hozirgi vaqtda Rossiyada chulg'amlari suv bilan sovutiladigan quvvati 800 MW aylanish chastotasi esa 3000 ayl/min bo'lgan ikkita ikki qutbli turbogenerator ishlatilmoqda.

Gidrogeneratorlar. Keyingi vaqtlarda Rossiyada Krasnoyarsk GES uchun quvvati 590 MV·A, aylanish chastotasi 90 ayl/min va Sayano-Shushensk GES uchun esa quvvati 711 MV·A, aylanish chastotasi 142 ayl/min bo'lgan gidrogeneratorlar yaratilgan bo'lib, stator chulg'ami suv bilan rotor chulg'ami esa

<i>Generatorlarning turi</i>	<i>Alstom, Fransiya</i>	<i>Vestin gauz, AŠSh</i>	<i>Toshi-ba Xitachi</i>	<i>Elektrosila, Rossiya</i>	<i>UETM, Rossiya; Siemens FRG</i>
Šuvvati, MV·A/MW	500 / 475	615/600	700/630	711/640	353/300
Aylanish chastotasi, ayl/min	200	72	112,5	142,8	200
Kuchlanishi, V	15	15	18	15,75	15,75
Stator chulg‘amini sovitish sistemasi	havo	havo	havo	suv	suv
Rotor chulg‘amini sovitish sistemasi	havo	havo	havo	havo	suv
Šuvvat koeffitsienti FIK, %	0,95 –	0,95 98,37	0,9 98	0,9 98,3	0,85 98,3

1-jadvalga izoh: « – » ishora ma’lumot noma’lum ekanligini bildiradi.

havo bilan sovitiladi. Bundan tashqari Nurek GES (Tojikiston) uchun ishlab chiqarilgan, quvvati 353 MV·A, aylanish chastotasi 200 ayl/min bo‘lgan gidrogenerator ishlatilmoqda. Generatorning stator va rotor chulg‘amlari suv bilan, stator po‘lat o‘zagi esa havo bilan sovitiladi. Rogun GES (Tojikiston) uchun quvvati 667 MV·A, aylanish chastotasi 167 ayl/min bo‘lgan va stator hamda rotor chulg‘amlari suv bilan sovitiladigan gidrogeneratorlar yaratilgan.

Shvetsiyada quvvati 190 MV·A, aylanish chastotasi 375 ayl/min bo‘lgan gidrogeneratori yaratilgan. Agarda bu generator faqat suv bilan sovitilsa uning quvvatini 1000 MW ga oshirish mumkin bo‘lar ekan. Eng katta quv-vatli gidrogeneratorlarning ayrim parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

Sinxron kompensatorlari. Hozirgi vaqtda Rossiyada vodorod bilan sovitiladigan quvvati 160 MV·A bo‘lgan sinxron kompensatorlarini ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan. Suv bilan sovitiladigan 350 MV·A quvvatli sin-xron kompensatorlarni ishlab chiqarish

bo'yicha tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Shvetsiyadagi firmalardan birida suv bilan sovitiladigan quvvati 345 MV·A, aylanish chastotasi 900 ayl/min bo'lgan sinxron kompensator yaratilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

- 1 Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyo, 2025. -211 b.
2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
3. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.
4. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA.-2014.-391 b.
5. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.- 408 b.
6. J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.

IV. AMALIY MASHG'ULOT MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot. Transformatorning parametrlarini hisoblash.

Maqsad: Transformatorning parametrlarini hisoblash.

Vazifa: 1 – jadvalda uch fazali moyli transformatorlarning ba'zi parametrlarining ma'lumotlari keltirilgan: nominal quvvat S_{nom} ; birlamchi va ikkilamchi nominal kuchlanish U_{1nom} , U_{2nom} ; birlamchi chulg'amning nominal toki I_{1nom} ; qisqa tutashuv kuchlanishi u_{qt} va uning aktiv u_{qta} hamda reaktiv u_{qtr} tashkil etuvchilari; salt ishlash toki i_0 ; salt ishlash va qisqa tutashiv quvvatlari P_0, P_{qt} ; salt ishlash va qisqa tutashiv quvvat koeffitsiyenti $\cos \varphi_0$, $\cos \varphi_{qt}$; qisqa tutashuv qarshiligi Z_{qt} va uning aktiv r_{qt} hamda reaktiv x_{qt} tashkil etuvchilari; transformator yuklamasining quvvat koeffitsiyenti $\cos \varphi_2 = 0,8$ (yuklama xarakteri - induktiv) bo'lganda, yuklama ΔU_{nom} ga kamaytirilgandagi kuchlanishning nominal o'zgarishi.

Transformator chulgʻamlari Y/Y ulangan. Transformatorning jadvalda keltirilmagan parametrlari qiymatlarini aniqlash talab etiladi.

Yechish TM-25/10 transformator varianti.

1 – jadval

Parametrlar	Transformator tipi					
	TM-25/10	TM-40/6	TM-63/10	TM-100/6	TM-160/10	TM-250/6
S_{nom}, kVA	25	-	63	-		250
U_{1nom}, kV	10	6	10	6	10	-
$u_{qt}, \%$	4,5	-	4,5	-	4,5	-
$i_0, \%$	3,2	-	4,5	2,6	2,4	-
P_0, kW	0,13	0,175	-	-	0,51	-
P_{qt}, kW	0,6	0,88	-	-	2,65	-
I_{1nom}, A	-	3,87	-	9,6	9,2	24
I_0, A	-	0,115	0,16	-	-	-
U_{qt}, kV	-	0,28	0,45	-	-	-
Z_{qt}, Ω	-	-	-	-	-	-
$\cos \varphi_{qt}$	-	-	-	0,30	-	-
$\sin \varphi_{qt}$	-	-	-	-	-	-
$\cos \varphi_0$	-	-	-	-	-	0,13
$U_{qt.a}, \%$		-	-	1,95	-	-
$U_{qt.r}, \%$	-	-	-	6,2	-	-
r_{qt}, Ω	-	-	-	-	-	0,0036
x_{qt}, Ω	-	-	-	-	-	0,01
$\Delta U_{nom}, \%$	-	-	-	-	-	-

1. Birlamchi chulgʻamdagi nominal tok

$$I_{2nom} = \frac{S_{nom}}{(\sqrt{3} \cdot U_{1nom})} = \frac{25}{(1,73 \cdot 10)} = 1,44 \text{ A.}$$

2. Salt ishlash toki

$$I_0 = \left(\frac{i_0}{100} \right) \cdot I_{1nom} = \left(\frac{3,2}{100} \right) \cdot 1,44 = 0,046 \text{ A.}$$

3. Salt ishlash quvvat koeffitsiyenti

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{(\sqrt{3} \cdot I_0 \cdot U_{1nom})} = \frac{0,13}{(1,73 \cdot 0,046 \cdot 10)} = 0,16.$$

4. Qisqa tutashuv kuchlanishi

$$U_{qt} = \frac{U_{qt}}{100} \cdot \frac{U_{1nom}}{\sqrt{3}} = \frac{4,5}{100} \cdot \frac{10}{1,73} = 0,26 \text{ kV}.$$

5. Qisqa tutashuv quvvat koeffitsiyenti

$$\cos \varphi_{qt} = \frac{P_{qt}}{(3 \cdot I_{1nom} \cdot U_{qt})} = \frac{0,6}{(3 \cdot 1,44 \cdot 0,26)} = 0,53; \sin \varphi_{qt} = 0,85.$$

6. Qisqa tutashuv kuchlanishining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari

$$u_{qt.a} = u_{qt} \cdot \cos \varphi_{qt} = 4,5 \cdot 0,53 = 2,38\%,$$

$$u_{qt.r} = u_{qt} \cdot \sin \varphi_{qt} = 4,5 \cdot 0,85 = 3,8\%.$$

7. Qisqa tutashuv qarshiligi

$$Z_{qt} = \frac{U_{qt}}{I_{1nom}} = \frac{0,26 \cdot 10^3}{1,44} = 180 \Omega.$$

8. Qisqa tutashuv qarshiligining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari

$$r_{qt} = Z_{qt} \cdot \cos \varphi_{qt} = 180 \cdot 0,53 = 95,4 \Omega,$$

$$x_{qt} = Z_{qt} \cdot \sin \varphi_{qt} = 180 \cdot 0,85 = 153 \Omega.$$

9. Yuklama tushganda transformator kuchlanishining nominal o'zgarishi

$$\Delta U_{1nom} = u_{qt.a} \cdot \cos \varphi_2 + u_{qt.r} \cdot \sin \varphi_2 = 2,38 \cdot 0,8 + 3,8 \cdot 0,6 = 4,18\%.$$

Nazorat savollari

1. Transformatorning birlamchi chulg'amdagi nominal tok qanday aniqlanadi?
2. Qisqa tutashuv kuchlanishining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari qanday aniqlanadi?
3. Yuklama tushganda transformator kuchlanishining nominal o'zgarishi qanday aniqlanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyo, 2025. -211 b.
2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.

- 3 Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyoy, 2025. -211 b.
4. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
5. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.
6. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.- 408 b.
7. J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
8. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: Uchebnoe posobie. – T.: TashGTU, 2013.
9. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Elektr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

2-amaliy mashg'ulot. Elektr motorlarning yuklama rejimlaridagi parametrlarini hisoblash.

Maqsad: Elektr motorlarining yuklama rejimlaridagi parametrlarini hisoblash.

Vazifa: Elektr motorlarining nominal M_{nom} va maksimal M_{max} momentlar qiymatlarini, nominal s_{nom} va kritik s_{kr} sirpanishlarni, shuningdek motorning boshlang'ich ishga tushirish momenti maksimalga teng bo'lishi uchun rotor faza chulg'amiga ulanishi kerak bo'ladigan rezistor qarshiligi aniqlansin.

1-jadvalda AK2 seriyadagi uch fazali faza rotorli asinxron motorlarning texnik ma'lumotlari keltirilgan. Nominal M_{nom} va maksimal M_{max} momentlar qiymatlarini, nominal s_{nom} va kritik s_{kr} sirpanishlarni, shuningdek motorning boshlang'ich ishga tushirish momenti maksimalga teng bo'lishi uchun rotor faza chulg'amiga ulanishi kerak bo'ladigan rezistor qarshiligini aniqlash talab etiladi; shu rejim uchun mexanik

xarakteristika qurilsin va undan nominal moment M_{nom} ga mos keluvchi sirpanish aniqlansin. Tarmoq kuchlanishi 380 V, chastota 50 Hz; stator chulg'ami "yulduzcha" ulangan. Motorning tarmoqqa to'g'ridan-to'g'ri (reostatsiz) ulagandagi ishga tushirish tokining karraligi $\lambda = I_{ish.t}/I_{nom} = 7$; qisqa tutashuv rejimidagi quvvat koeffitsiyenti $\cos \varphi_{qt} = 0,5 \cdot \cos \varphi_{nom}$ deb, qabul qilinsin.

1-jadval

Motor turlari	P_{nom}, kW	$n_{nom}, ayl/min$	$\eta_{nom}, \%$	$\cos \varphi_{1nom}$	M_{max}/M_{nom}	$r_{1.20}, \Omega, 20^\circ C da.$
AK2-81-4	40	1440	90,0	0,84	2,0	0,0725
AK2-82-4	55	1440	90,5	0,84	2,0	0,0390
AK2-91-4	75	1450	90,5	0,85	2,0	0,0326
AK2-92-4	100	1450	90,5	0,85	2,0	0,0210
AK2-81-6	30	960	89,0	0,84	1,8	0,0920
AK2-82-6	40	960	89,0	0,85	1,8	0,0605
AK2-91-6	55	960	89,0	0,86	1,8	0,0590
AK2-92-6	75	960	90,5	0,86	1,8	0,0350
AK2-81-8	22	720	87,5	0,79	1,7	0,1570
AK2-82-8	30	720	87,5	0,79	1,7	0,0935

Yechish AK2-82-8 motor varianti.

1. Nominal rejimda motor iste'mol qiladigan quvvat

$$P_{1nom} = \frac{P_{nom}}{\eta_{nom}} = \frac{30}{0,875} = 34,3 \text{ kW}.$$

2. Nominal rejimda motorning iste'mol toki

$$I_{1nom} = \frac{P_{1nom}}{m_1 \cdot U_{1nom} \cdot \cos \varphi_{1nom}} = \frac{34300}{3 \cdot 220 \cdot 0,79} = 66 \text{ A}.$$

3. Nominal rejimdagi sirpanish

$$s_{nom} = \frac{750 - 720}{750} = 0,04.$$

4. Ishchi temperatura 75 °C da stator fazasining aktiv qarshiligi

$$r_1 = r_{1.20} [1 + \alpha(75 - 20)] = 0,0935 \cdot [1 + 0,004 \cdot 55] = 0,0935 \cdot 1,22 = 0,114 \Omega.$$

5. To'g'ridan – to'g'ri (reostatsiz) ulashdagi ishga tushirish toki

$$I_{ish.t} = I_{1nom} (I_{ish.t} / I_{1nom}) = 66 \cdot 7 = 462 \text{ A}.$$

6. Qisqa tutashuv qarshiligi

$$Z_{qt} = \frac{U_1}{I_{ish.t}} = \frac{220}{462} = 0,48 \Omega.$$

7. Qisqa tutashuvning quvvat ko'effitsiyenti

$$\cos \varphi_{qt} = 0,5 \cdot \cos \varphi_{1nom} = 0,5 \cdot 0,79 = 0,395; \sin \varphi_{qt} = 0,918.$$

8. Qisqa tutashuv qarshiligining induktiv takshil etuvchisi

$$x_{qt} = Z_{qt} \cdot \sin \varphi_{qt} = 0,48 \cdot 0,918 = 0,44 \Omega.$$

9. Qisqa tutashuv qarshiligining aktiv tashkil etuvchisi

$$r_{qt} = Z_{qt} \cdot \cos \varphi_{qt} = 0,48 \cdot 0,395 = 0,19 \Omega.$$

10. Stator fazasiga keltirilgan rotor fazasining aktiv qarshiligi

$$r'_2 = r_{qt} - r_1 = 0,19 - 0,114 = 0,076 \Omega.$$

11. $s_{nom} = 0,04$ sirpanishda rotor fazasining aktiv qarshiligi
 $r'_2 / s_{nom} = 0,076 / 0,04 = 1,9 \Omega.$

12. Elektromagnit momentining nominal qiymati

$$M_{nom} = \frac{m_1 \cdot U_1^2 \cdot r'_2 \cdot P}{2\pi \cdot f_1 \cdot s_{nom} [(r_1 + r'_2 / s_{nom})^2 + x_{qt}^2]} =$$

$$= \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0,076 \cdot 4}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,04[(0,114 + 1,9)^2 + 0,44^2]} = 720 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

13. Momentning maksimal qiymati

$$M_{max} = \frac{m_1 \cdot U_1^2 \cdot P}{4 \pi f_1 \left[\pm r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_{qt}^2} \right]} =$$

$$= \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 4}{4 \cdot 3,14 \cdot 50 \left[\pm 0,114 + \sqrt{0,114^2 + 0,44^2} \right]} = 1640 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

14. Kritik sirpanish

$$s_{kr} \approx \pm r_2' / x_{qt} = 0,076 / 0,44 = 0,17.$$

15. Ishga tushirish momenti maksimal bo'lishi uchun rotor zanjiriga ulanuvchi rezistor qarshiligi $r_{qo'sh}$ shunday bo'lishi kerakki, bunda rotor fazasining umumiy aktiv qarshiligi x_{qt} ga teng bo'lishi zarur. Demak,

$$r_{qo'sh} = x_{qt} - r_2' = 0,44 - 0,076 = 0,364 \Omega.$$

Nazorat savollari

2. Elektr motorining nominal rejimdagi iste'mol toki qanday aniqlanadi ?
2. Nominal rejimdagi motorning sirpanishi qanday aniqlanadi ?
3. Elektromagnit momentining nominal qiymati qanday aniqlanadi ?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyo, 2025. -211 b.
2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
3. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Darslik. –Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.
4. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.- 408 b.

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

6. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: Uchebnoe posobie. – T.: TashGTU, 2013.

7. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

3-amaliy mashg'ulot. Asinxron motorning parametrlarini hisoblash

Maqsad: 2 – jadvalda uch fazali rotori qisqa tutashgan asinxron motor parametrlarining quyidagi ma'lumotlari keltirilgan: asosiy magnit oqimi Φ , stator chulg'amida ketma-ket ulangan o'ramlar soni w_1 , nominal sirpanish s_{nom} , qo'zg'almas holatdagi rotor chulg'amida induksiyanadigan EYuK E_2 va nominal sirpanish bilan aylanayotgan rotorning EYuK E_{2s} , rotorning n_{nom} aylanish chastotasidagi EYuK chastotasi f_2 . Ta'minlovchi tarmoqdagi tok chastotasi $f_1=50\text{ Hz}$. Har bir variant uchun jadvalda ko'rsatilmagan parametrlarning qiymatlarini aniqlash talab etiladi.

Yechish varinat 1.

1. Stator chulg'aming EYuK

$$E_{1f}=4,44 \cdot \Phi \cdot f_1 \cdot w_1 \cdot k_{ch1}=4,44 \cdot 0,028 \cdot 50 \cdot 18 \cdot 0,95=106\text{ V}.$$

2. Nominal aylanish chastotasida rotor chulg'aming EYuK

$$E_{2s}=4,44 \cdot \Phi \cdot f_1 \cdot s_{nom} \cdot w_2 \cdot k_{ch2}=4,44 \cdot 0,028 \cdot 50 \cdot 0,04 \cdot 0,5 \cdot 1=0,12\text{ V}.$$

2-jadval

Parametr	Variantlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Φ, Vb	0,028	0,032	0,048	-	0,025	-	-	0,028	0,028	-
w_1 , chulg'amlar soni	18	-	24	16	-	24	18	-	36	18
k_{ch1}	0,95	0,96	0,96	0,98	0,98	0,96	0,95	0,95	0,98	0,98
s_{nom}	0,04	-	0,05	0,04	-	0,05	-	-	-	-
$2p$	4	6	2	4	-	8	4	8	-	4
E_{1f}, V	-	210	-	98	110	200	-	120	-	100
E_2, V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

E_{2s}, V	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-
f_2, Hz	-	-	-	-	-	-	2,5	3,2	-	2,5
$n_{nom}, \frac{ayl}{min}$	-	970	-	-	2920	-	-	-	1470	-

3. Qo'zg'almas rotor chulg'aming EYuK

$$E_2 = \frac{E_{2s}}{s_{nom}} = \frac{0,12}{0,04} = 3 V.$$

4. Nominal sirpanishdagi rotor EYuK ning chastotasi

$$f_2 = f_1 \cdot s_{nom} = 50 \cdot 0,04 = 2 Hz.$$

5. Rotorning nominal aylanish chastotasi

$$n_{nom} = n_1 \cdot (1 - S) = 1500 \cdot (1 - 0,04) = 1440 \frac{ayl}{min}.$$

Nazorat savollari

1. Asinxron motorining stator chulg'aming EYuK qanday aniqlanadi ?
2. Motorning nominal aylanish chastotasida rotor chulg'aming EYuK qanday aniqlanadi?
3. Motor rotorning nominal aylanish chastotasi qanday aniqlanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyo, 2025. -211 b.
2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
3. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.
4. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekttr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.- 408 b.
5. J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.

6. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: Uchebnoe posobie. – T.: TashGTU, 2013.

7. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

4-amaliy mashg'ulot. Sinxron motorning parametrlarini hisoblash

Maqsad: sinxron motorning aylanish chastotasi, chulg'amidagi nominal va ishga tushirish toklari, maksimal, nominal, sinxron, ishga tushirish momentlarini hamda sinxronizmga kirayotgandagi ($s = 5\%$) asinxron momentni aniqlash.

Vazifa: sinxron motorning aylanish chastotasi, stator chulg'amidagi nominal va ishga tushirish toklari, maksimal, nominal, sinxron, ishga tushirish momentlarini hamda sinxronizmga kirayotgandagi ($s = 5\%$) asinxron momentni aniqlansin.

Uch fazali sinxron dvigatelning nominal parametrlarining qiymatlari quyidagicha: nominal quvvat $P_{nom} = 500 \text{ kVt}$, qutblar soni $2p=12$, FIK $\eta_{nom} = 93,7\%$; ishga tushirish tokining karraligi $I_p / I_{nom} = 5,2A$, ishga tushirish momentining karraligi $M_p / M_{nom} = 1,0$; maksimal sinxron moment $M_{max} / M_{nom} = 1,9$, asinxron moment (sirpanish $s=5\%$) $M_{5\%} / M_{nom} = 1,3$; stator chulg'ami “yulduz” ulangan. Tarmoqdagi kuchlanishi $U_t = 10 \text{ kV}$, chastota 50 Gts , quvvat koefitsienti $\cos\varphi_1 = 0,8.1$.

Yechish. Aylanish chastotasi

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

2. Nominal yuklamada motor iste'mol qilayotgan quvvat

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

3. Nominal yuklamada stator zanjiridagi tok I

$$I_{1nom} = P_{1nom} / (\sqrt{3}U_1\cos\varphi_1) = 534 / (1.73 \times 10 \times 0.8) = 39 \text{ A.}$$

4. Ishga tushirish toki

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

5. Nominal yuklamada motor validagi moment

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

6. Maksimal (sinxron) moment

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

7. Ishga tushirish momenti

$$M_p = M_{\text{nom}}(M_p/M_{\text{nom}}) = 9550 \times 1,0 = 9550 \text{ N}\cdot\text{m}$$

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

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

Javob: $n_1 = 500 \text{ ayl/min}$; $I_{1\text{nom}} = 39 \text{ A}$; $I_p = 203 \text{ A}$; $M_{\text{nom}} = 9550 \text{ H}\cdot\text{m}$; $M_{\max} = 18\,145 \text{ N}\cdot\text{m}$; $M_p = 9550 \text{ H}\cdot\text{m}$; $M_{5\%} = 12\,415 \text{ N}\cdot\text{m}$

Nazorat savollari:

1. Nominal yuklamada motor iste'mol qilayotgan quvvat qanday topiladi?
2. Sinxron motorning maksimal (sinxronnyy) momenti qanday aniqlanadi?
3. Sinxron motorning sinxronizmga kirishdagi moment (sirpanish 5% bo'lgandagi asinxron moment) qanday topiladi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyo, 2025. -211 b.
2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
3. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Ekektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.
4. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekttr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.- 408 b.
5. J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
6. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: Uchebnoe posobie. – T.: TashGTU, 2013.
7. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekttr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

5-amaliy mashg'ulot. Sinxron motorning issiqlik hisobi

Maqsad: sinxron motorning issiqlik hisobini amalga oshirish.

Vazifa: sinxron motorning issiqlik hisobini amalga oshirib parametrlari aniqlansin.

Motorning nominal qiymatlari

Vazifasi	motor
Nominal ish rejimi	uzoq muddatli
Nominal quvvati P_2 , kW	200
Statorning fazalar soni m_1	3
Stator chulg'aming ulanishi	yulduz
Chastota f , Gz	50
Quvvat ko'effitsiyenti $\cos \varphi$	0,8
Nominal liniya kuchlanishi U_n , V	400
Aylanish chastotasi n_1 , ayl/min	1000
Qo'zg'alish usuli	Maxsus chulg'amdan
Tashqi ta'sirlardan himoyalash darajasi	IP23
Sovitish usuli	IC01
Montaj qilish usuli	IM1001
Klimatik shartlari va joylanish kategoriyasi	Y2

Issiqlik va ventilyatsion hisoblari

Issiqlik hisobi

Statorning asosiy va qo'shimcha chulg'amlaridagi isroflar

$$P'_{M1} = m_1 m' [I^2 r_1 + (I_{\text{m}} /) r_d] = 31,48 [360,8^2 \cdot 0,0138 + (61,4 /)^2 \cdot 0,0039] = 7998 \text{ W},$$

bu yerda $m'_T = 1,48$ – B sinf izolyatsiyaga issiqlikga chidamlilik ko'effitsiyenti

Statorning qo'shimcha chulg'amidan ta'minlangandagi qo'zg'atish chulg'amidagi isrof

$$P_{\Pi} = I_{\text{III}}^2 r_{\Pi} + 2 I_{\text{III}} = 61,4^2 \cdot 0,733 + 2 \cdot 61,4 = 4213 \text{ W.}$$

Stator aktiv qismining shartli ichki yuzasi

$$S_{n1} = \pi D_1 \ell_1 = \pi 518,2300 = 4,88 \cdot 10^5 \text{ mm}^2.$$

Ko'dalang kesimning shartli perimetri

$$\Pi_1 = 2 (h_{n1} + b_{n1}) = 2 (30,2 + 14,3) = 89 \text{ mm.}$$

Pazlar sovishining shartli yuzasi

$$S_{n,\Pi1} = z_1 \Pi_1 \ell_1 = 7289300 = 19,22 \cdot 10^5 \text{ mm}^2.$$

Stator tirsak qismining shartli sovish yuzasi

$$S_{\pi1} = 4\pi D_1 \ell_1 = 4\pi 518,2135,8 = 8,84 \cdot 10^5 \text{ mm}^2.$$

Staninadagi qovurg'lar sovishining shartli yuzasi

$$S_{\text{MaIII}} = \pi D_{H1} (\ell_1 + 2\ell_{B1}) = \pi 660 (300 + 2135,8) = 11,85 \cdot 10^5 \text{ mm}^2.$$

Chulg'am aktiv qismi va po'atdagi ilrof hosil qilgan hamda chulg'am tirsak qismining sovish yuzasiga taalluqli solishtirma issiqlik oqimi

$$p_{\pi1} = 5,12 \cdot 10^{-3} \text{ Bt.}$$

Stator aktiv qismining ichki yuzasidagi temperaturaning mashina ichidagi havo temperaturasiga nisbatan oshuvi

$$\Delta t_{\pi1} = 46,5 \text{ } ^\circ\text{C},$$

bu yerda $\alpha_1 = 17,510^{-5} \text{ W/mm}^2 \cdot \text{grad}$ – stator yuzasidagi issiqlik uzatish koefitsiyenti.

Stator pazi izolyatsiyasining bir tomonlama qalinligi

$$b_{n1} = (b_{\pi1} - N_{\text{III}} b) / 2 = (14,3 - 1 \cdot 2,8) / 2 = 4,35 \text{ mm.}$$

Stator pazi izolyatsiyasi va dumaloq simli g'altakdagi temperaturaning tushuvi

$$\Delta t_{n,\pi1} = 49,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Stator tirsak qismining tashqi yuzasidagi temperaturaning mashina ichidagi havo temperaturasiga nisbatan oshuvi

$$\Delta t_{\pi1} = p_{\pi1} / \alpha_1 = 5,12 \cdot 10^{-3} / 17,510^{-5} = 29 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Dumaloq simli g'altak tirsak qismidagi izolyatsiya temperaturaning tushuvi

$$\Delta t_{n,\pi1} = 38,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Chulg'am o'rtacha temperaturaning mashina ichidagi havo temperaturasiga nisbatan oshuvi

$$\Delta t'_1 = (\Delta t_{\pi1} + \Delta t_{n,\pi1}) + (\Delta t_{\pi1} + \Delta t_{n,\pi1}) = (46,5 + 49,2) + (29 + 38,4) \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Mashina ichida havoga uzatiladigan quvvat isrofi

$$P'_{\Sigma} = \kappa(P'_{M1} + P_{c\Sigma}) + P'_{M1} + P'_{M2} + P_{MX\Sigma} + P_{\Delta} = 7998 \text{ W}.$$

Mashina ichidagi temperaturaning tashqi havo temperaturasiga nisbatan o'rtacha oshuvi
 $\Delta t_B = 10,4 \text{ }^{\circ}\text{C}.$

Chulg'am o'rtacha temperaturaning tashqi havo temperaturasiga nisbatan oshuvi
 $\Delta t_1 = \Delta t'_1 + \Delta t_B = 79,7 + 10,4 = 90,1 \text{ }^{\circ}\text{C}.$

Qo'zg'atish chulg'ami

Simi izolyatsiyalangan ko'p qatlamli g'altakni sovitishning shartli yuzasi

$$S_{\Pi 2} = 2p \ell_{cp,\Pi} h_k = 2 \cdot 2 \cdot 924 \cdot 130 = 72,1 \cdot 10^4 \text{ mm}^2.$$

Chulg'amno sovitish yuzasiga bog'liq bo'lgan chulg'amdagi isrof hosil qilgan solishtirma
 issiqlik oqimi

$$p_{\Pi} = \kappa P_{\Pi} / S_{\Pi 2} = 0,9 \cdot 4213 / 72,1 \cdot 10^4 = 52,6 \cdot 10^{-4} \text{ W/mm}^2.$$

G'altakning issiqlik uzatish koeffitsiyenti

$$\alpha_T = 14,3 \cdot 10^{-5} \text{ W/(mm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}.$$

Chulg'am tashqi yuzasidagi sovitishdagi temperaturaning oshuvi

$$\Delta t_{\text{II}} = p_{\Pi} / \alpha_T = 52,6 \cdot 10^{-4} / (14,3 \cdot 10^{-5}) = 36,8 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Simi izolyatsiyalangan ko'p qavatli g'altak izolyatsiyasining ichki va tashqi
 temperaturasining tushuvi

$$\Delta t_{\text{III}} = 13,2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Chulg'am temperaturaning mashina ichki havo temperaturasiga nisbatan o'rtacha oshuvi

$$\Delta t_{B2} = \Delta t'_n + \Delta t_{\text{III}} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Chulg'am temperaturaning sovituvchi havo temperaturasiga nisbatan o'rtacha oshuvi

$$\Delta t_{\Pi} = \Delta t'_n + \Delta t_B = 60 + 10,4 = 70,4 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Ventilyatsiya hisobi

Zarur bo'lgan havo sarfi

$$V'_B = \kappa_1 (D_{H2} / 100)^2 10^{-2} = 3,5 (514,2 / 100)^2 10^{-2} = 0,93 \text{ m}^3 / \text{s};$$

bu yerda $\kappa_1 = 3,5$ – aylanish chastotasiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent.

Havoning nabori

$$H = 7,85 (n_1 / 1000)^2 (D_{H2} / 100)^2 = 7,85 (1000 / 1000)^2 (514,2 / 100)^2 = 208 \text{ Pa}.$$

Nazorat savollari:

1. Chulg'am o'rtacha temperaturaning mashina ichidagi havo temperaturasiga nisbatan
 oshuvi qanday aniqlanadi?

2. Sinxron motorda zarur bo'lgan havo sarfi qanday aniqlanadi?
3. Sinxron motorda havoning nabori qanday aniqlanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyoy, 2025. -211 b.
2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxxarova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
3. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Darslik.–Toshkent: Shams ASA. -2014.-391 b.
4. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. Darslik. – Toshkent: 2011.- 408 b.
5. J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
6. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Didakticheskiy material dlya prakticheskix zanyatiy po kursu «Analiticheskaya elektromexanika»: Uchebnoe posobie. – T.: TashGTU, 2013.
7. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Elektr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.

V. KEYSLAR BANKI

Keys-1.

Mavzu: Elektr motorning energiya samaradorligini aniqlash

Vaziyat: Toshkent issiqlik elektr stantsiyasida texnologik mashinalarning elektr motorlarida energiya samaradorligi pasayib ketganligi aniqlandi.

Ushbu sababini aniqlash uchun topshiriqlar:

1. Elektr sxemasi va nominal ko'rsatkichlari yuqorida keltirilgan elektr motor uchun:
 - 1.1. Elektr ta'minotining kuchlanishini tanlang.
 - 1.2. To'liq quvvat, quvvat koeffitsienti $\cos\phi$, ishga tushirishdagi isroflar $\Delta U\%$ garmonikalar ($u_k, k=n\pm 1$)ning ta'siridagi kuchlanish pasayishini aniqlang.

1.3. Hisoblangan parametrlarning Xalqaro standartlarga muvofiqligini aniqlang.

1.4. $\cos \varphi \geq 0,95$ bo'lishini ta'minlang.

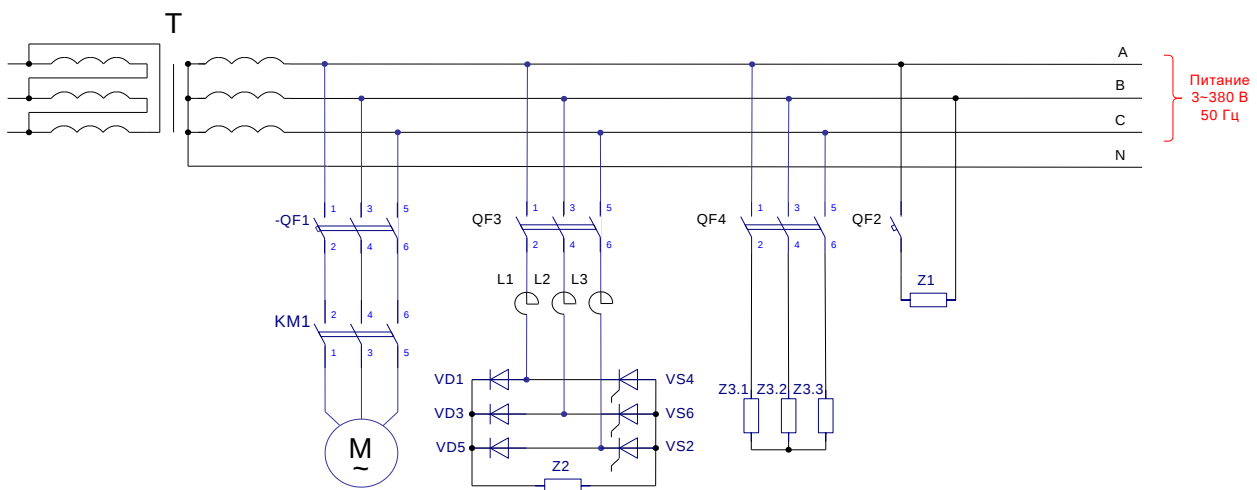
2. Texnologik mashinalarning elektr motorlarining energiya samaradorligi quyidagi kriteriyalar bo'yicha aniqlang.

2.1. Texnologik mashinalarning elektr motorlarining energiya samaradorligini aniqlash quyidagi kriteriyalar bo'yicha amalga oshiriladi:

- elektr energiya ta'minoti chastotasining sifati
- energiya samarador elektr motorlarni qo'llash
- energiya samarador o'zgartkichlarni qo'llash
- elektr motorning energetik parametrlarini (foydali ish koeffitsienti (FIK)ning

maksimumi, elektr isroflarining minimumi, iste'mol qilinayotgan quvvatning minimumi, quvvat koeffitsientining maksimumi va x.k.).

- ta'minlovchi optimal bosharish algoritmlarini amalga oshirish



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

5.9				
30				

Keys-2.

MAVZU: TMDDRIV RUSUMLI 6-10 KV KUCHLANISHDA **ISHLAYDIGAN CHASTOTA O'ZGARTKICH**

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

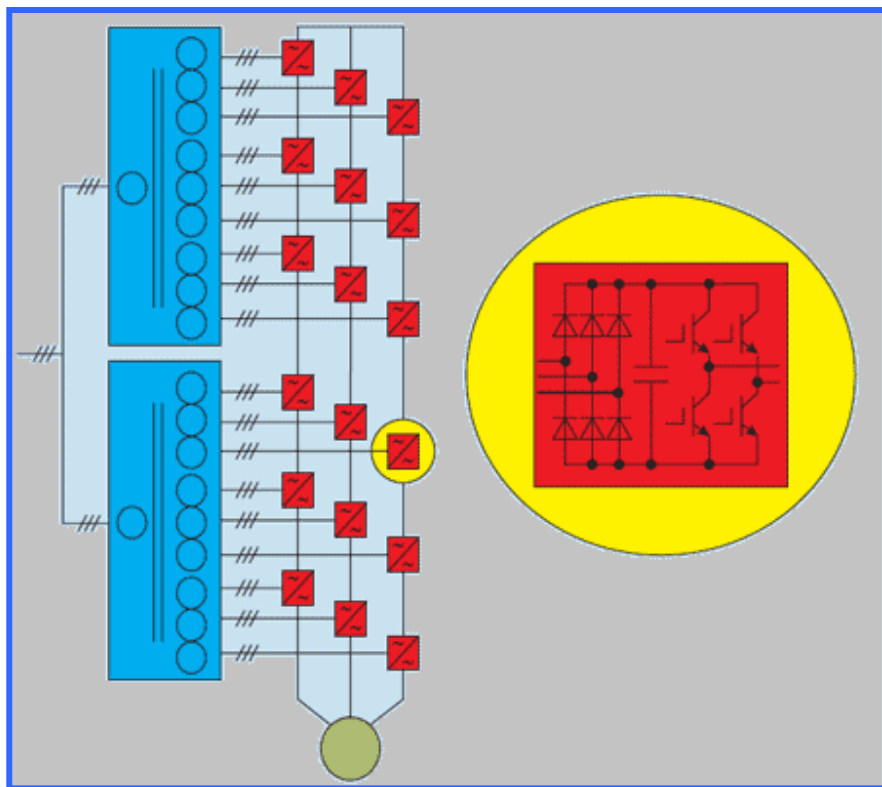
TMdrive "TOSHIBA" va "MITSUBISHI" kompaniyalari bilan hamkorlikda ishlab chiqarilgan va yuqori quvvatli hamda 6-10 kV kuchlanishda ishlaydigan asinxron motorli avtomatlashtirilgan tizimlarda qo'llaniladi. Asinxron motorning quvvat o'zgarishi oralig'i yuzlab kilovatt dan o'nlab megovattgacha bo'lishi mumkin.

Yuqori kuchlanishli chastota o'zgartkichning qo'llanilishi:

gidrozarb va dinamik o'ta yuklanishlarni bartaraf qiladi;

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

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



VAZIFA:

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

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- Mazkur o'zgartkichning funktsional imkoniyatlari va qo'llash mumkin bo'lgan sohalarini aniqlab bering.
- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

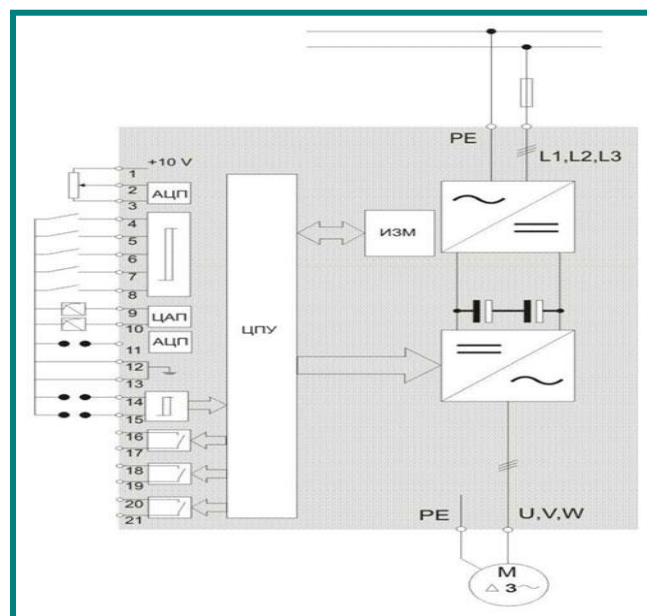
Keys-3.

Mavzu: "NORMA" RUSUMLI ChASTOTA O'ZGARTKICH

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

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

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



"NORMA" rusumli chastota o'zgartkichning funktsional sxemasi.

- **Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:**

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

Keys-4.

**MAVZU:..PCH-TTPT RUSUMLI TEZLIGI CHASTOTANI O'ZARTIRIB
ROSTLANADIGAN ASINXRON MOTORI**

PCh-TTPT rusumli tezligi chastotani o'zartirib rostlanadigan asinxron elektr motorning asosini yarim o'tkazgichli bilvosita chastota o'zgartkich tashkil etadi. DSP tipdagi kontrollerning ishlatilishi asinxron elektr motorning sozlanishini osonlashtiradi va shuningdek ishonchlilik darajasini oshiradi.

Kuch yarim o'tkazgichli modullarni sovutishda ilg'or usullarni qo'llash bu elementlarning komfort issiqlik rejimlarda ishlashini ta'minlaydi. Asinxron elektr motor chastota o'zgartkichida tezlikni rostlash jarayonida kuchlanishni rostlash vektorli usulda amalga oshirilishi tezlikni aniq darajada bo'lishini ta'minlaydi. Elektr motorning ishonchli ishlashini, chastotaning kichik qiymatlarida momentni oshirishini va dinamik isroflarning kamayishi shartlari to'liq bajariladi.

Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

VII. GLOSSARIY

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Transformator	Kuchlanishning biror bir qiymatini boshqa qiy-matga aylantirib bera-digan elektromagnit sta-tik apparat	Electromagnetic Staat Apparatus, which makes a value of voltage tangibly different
Asinxron mashina	Stator magnit maydoni-ning aylanish chastotasi rotorning aylanish chas-totasiga teng bo'lmagan mashina	The rotation frequency of the magnetic field of the magnetic field of the magnetic field is not equal to the rotation of the rotor
Asinxron motor	Elektr energiyasini me-xanik energiyaga aylan-tiradigan elektromexa-nik o'zgartkich	An electromechanical transducer that turns electrical energy into mechanical energy
Asinxron generator	Mexanik energiyasini elektr energiyaga aylan-tiradigan elektromexa-nik o'zgartkich	Electromechanical transducer that transforms mechanical energy into electricity
Sinxron motor	Elektr energiyasini me-xanik energiyaga aylan-tiradigan elektromexa-nik o'zgartkich	An electromechanical transducer that turns electrical energy into mechanical energy
Asinxron motorning energetik ko'rsatkichlari	Asinxron motorning foydali va quvvat koeffisientlari	useful coefficient and power coefficient of asynchronous motor
Asinxron motorlarda reaktiv quvvatni kompensasiyalash	Asinxron motorlarga berilayotgan kuchlanish qiymatini motorning yuklanish darajasiga bog'liq ravishda rostlash	Regulation of voltage supplying asynchronous motor related to motor load degree.
Sinxron mashina	Stator magnit maydoni-ning aylanish chastotasi rotorning aylanish chas-totasiga teng bo'lgan mashina	The rotation frequency of the magnetic field of the magnetic field is equal to the rotation of the rotor
Stator	Mashinaning qo'zg'almas qismi	The driving force of the machine
Rotor	Mashinaning aylanuvchi qismi	The rotating part of the machine

Elektr motorining xarakteristikalar	Elektr motorini eks-pluatatsiya qilish jarayonidagi asosiy xarakteristikalar	The main characteristics of the electric motor excavation process
Transformatorning chulg'ami	Asosiy qism hisoblanib undan tok oqganda MYuK hosil bo'ladi	When the main part is overcurrent, the burner is generated
Transformatorning po'lat o'zagi	Asosiy qism hisoblanib magnit maydonni kuchaytiradi	The main part is magnetic field
Mashinaning sovi-tish tizimi	Mashinaning qizishini oldini olish uchun mo'ljallangan qismlar	Parts to avoid the heat of the machine
Stator chulg'ami	Asosiy qism hisoblanib undan tok oqganda MYuK hosil bo'ladi	When the main part is overcurrent, the burner is generated
Val	Aylanuvchi qism bo'lib unga rotor mahkamlanadi	The rotating part is fastened to the rotor
Kollektor	Mis plastinalardan iborat bo'lib motor rejimida o'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokga aylantiradi generator rejimida esa aksincha	The copper-plated, in the engine mode, turns the constant current into a variable current, while in the generator mode, on the contrary
Taxogeneratorlar	aylanish tezligini elektr signaliga o'zgartiruvchi generator rejimida ishlaydigan mikromashinalar	Micro machines which work as a generator and transform the speed to electrical signal
Sirpanish	Stator magnit maydoni-ning aylanish chastotasi va rotor aylanish chastotasi orasidagi farq	The difference between the rotation frequency of the magnetic field of the stator magnet and the frequency of rotation
Kompensatsion qurilmalar	elektr tarmog'i va unga ulangan asinxron motorlarning quvvat koeffitsientlarini oshirishga xizmat qiluvchi kondensator	Condenser or synchronous compensators which help to increase power coefficient of electrical power supply or asynchronous motors

	batareyalari va sinxron kompensatorlar	
Sinxron mashinaning qo'zg'atish chulg'ami	Asosiy magnit maydonni hosil qiluvchi chulg'am	The main beacon of magnetic field
Sinxron tezlik	Stator magnit maydoni-ning aylanish chastotasi	Stator magnetic field rotation frequency

VIII. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

Maxsus adabiyotlar

1. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyo, 2025. -211 b.
2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxharova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
3. Pirmatov N.B., Toirov O.Z., Bekishev A.E., Taniyev M.X., Yusupov S.M. Elektr mashinalarini ekspluatatsiyasi, ta'mirlash va sinash. –T.: Mohirbek – Ziyo, 2025. -211 b.
4. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B., Hasanov F.F., Berdiyev O'.N., Qaxharova G.R. Elektromexanika. –T.: TDTrU, 2023.
5. Alimxodjayev K.T., Pirmatov N.B., Ziyoxodjayev T.I. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2018.- 344 b.
6. Pirmatov N.B., Zayniyeva O.E. Elektromexanika asoslari. –T.: Ma'naviyat, 2015. – 104 b.
7. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. –T.: Shams-ASA, 2014. -391 b.
8. J.B.Gupta.Theory & Performanse of Elektrical Mashine.Published by S.K.Kataria & Sons. 2015.
9. Salimov D.S, Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N. Дидактический материал для практических занятий по курсу «Аналитическая электромеханика»: – Т.: ТашГТУ, 2013. – 136 с.
10. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Ekekr mashinalari. Darslik.– Toshkent: 2011.- 408 b.
11. Imomnazarov A.T., A'zamova G.A. Asinxron motorlarning energiya tejankor ish rejimlari. Monografiya. - Toshkent: ToshDTU, 2014. – 140 b.
12. Hoshimov O.O., Imomnazarov A.T. Ekektromexanik tizimlarda energiya tejankorlik. 2- nashr. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. – 155 b.

13. A.A. Khfshumov, I.K. Pampias. Energysaving Solid State Drives Of Asynchronous Motors For Technological Machines And Installations. ISBN 978-960-93. Athens, 2011.

Internet resurslari:

1. <http://www.Ziyonet.uz>
2. <http://dhees.ime.mrsu.ru> ,
3. <http://rbip.bookchamber.ru>,
4. <http://energy-mgn.nm.ru>,
5. <http://booket.ru>,
6. <http://unilib.Ru>