

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**ELEKTR MASHINALARI VA
TRANSFORMATORLARNI TA‘MIRLASH VA
SINASH**

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun

USLUBIY KO‘RSATMA

**5310700 –Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalar
(elektr mashinasozlik) bakalavr ta‘lim yo‘nalishi uchun**

Toshkent 2019

Mustafakulova G. N., Bekishev A. E., Taniyev M. X.
“Elektr mashinalari va transformatorlarni taʼmirlash va sinash” fanidan
laboratoriya ishilarini bajarish uchun uslubiy koʻrsatma. - Toshkent.
ToshDTU. 2019. 40 b

Ushbu uslubiy koʻrsatma 5310700 – «Elektr texnikasi, elektr
mexanikasi va elektr texnologiyalari (elektromashinasozlik) yoʻnalishdagi
talabalarga “Elektr mashinalari va transformatorlarni taʼmirlash va sinash”
fanidan laboratoriya ishlarini bajarishda yordam beradi.

*I. A. Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy–
uslubiy kengashi qarori bilan chop etildi*

Taqrizchilar: Sulliyev A. X. - Toshkent temir yoʻllari muxandislik
instituti “Temir yoʻllar elektr taʼminoti” kafedrası
dotsenti, t.f.n.

Xamutxanov M. M. - Toshkent davlat texnika universiteti
“Elektr texnikasi va elektr texnologiyalari” kafedrası
dotsenti, t.f.n.

KIRISH

O'zbekiston Respublikasi rivojlanishining asosiy talablaridan biri xalq xo'jaligining turli sohalari uchun yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashdir. Buning uchun oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonini yanada takomillashtirish, talabalarni mustaqil ishlashga o'rgatish, kasbiy qobiliyatlarini rivojlantirish lozim bo'ladi. Talabalar bilimini o'quv yili davomida nazorat qilish, bajarilayotgan uy vazifalarini va mustaqil ishlarini kuzatib borish, dars vaqtida ta'lim olishda faol bo'lishlarini o'rgatish ularning chuqur bilimli mutaxassis bo'lishlariga olib keladi. Talabalarning mustaqil ish, uy ishlarini va dars vaqtlarida qanday bilim olayotganlarini tekshirib turish va rivojlantirish shakllaridan biri laboratoriya mashg'ulotidir.

Ushbu metodik qo'llanma «Elektr mashinalari» o'rganuvchi 5310700 – «Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari (elektrmashinasozlik)», yo'nalishidagi talabalarga «Elektr mashinalari va transformatorlarni ta'mirlash va sinash» fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun yordam beradi.

1 - Laboratoriya ishi

Qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning nazorat sinovlari

Ishning dasturi

1. Asinxron mashinalarning maxsus standarti bilan tanishish.
2. Motorning tashqi ko'rinishini tekshirish. Pasport ma'lumotlari bo'yicha nominal qiymatlarni aniqlash.
3. Korpusga nisbatan va chulg'amlararo izolyatsiya qarshiligini o'lchash.
4. Tarmoq kuchlanishi o'zgargandagi ish xarakteristikasini tekshirish.

Laboratoriya ishini o'tkazish bo'yicha metodik ko'rsatma

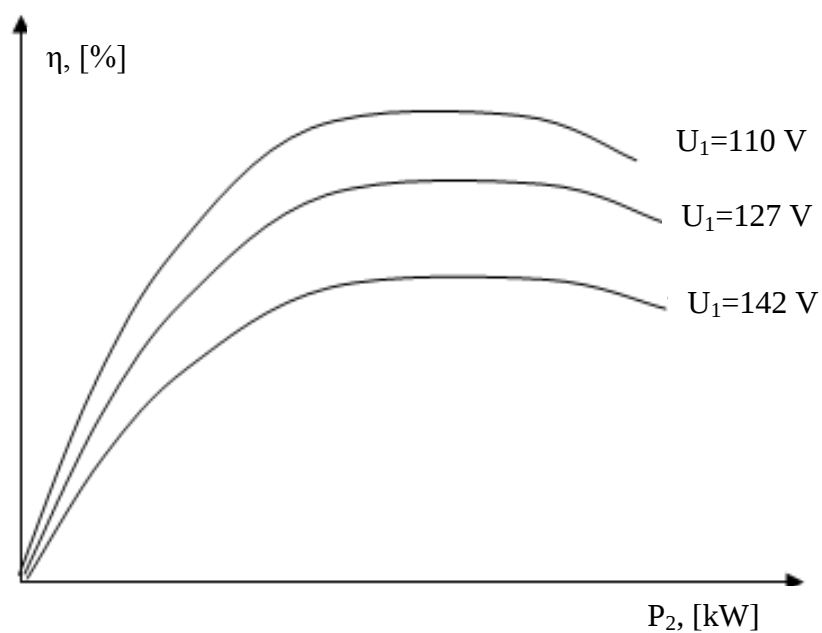
1. Korpusga nisbatan va chulg'amlararo izolyatsiya qarshiligini o'lchash. Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan elektr mashinalarining izolyatsiya qarshiligini o'lchashda 500 voltli megoommetr ishlatiladi, 1000 V dan yuqori bo'lsa, 2500 V li megoommetr ishlatiladi. Megoomda o'lchangan qarshilik qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblangan qiymatdan kichkina bo'lmasligi kerak;

$$r = \frac{U}{1000 + \frac{P_N}{100}} \cdot 10^6, [\Omega]$$

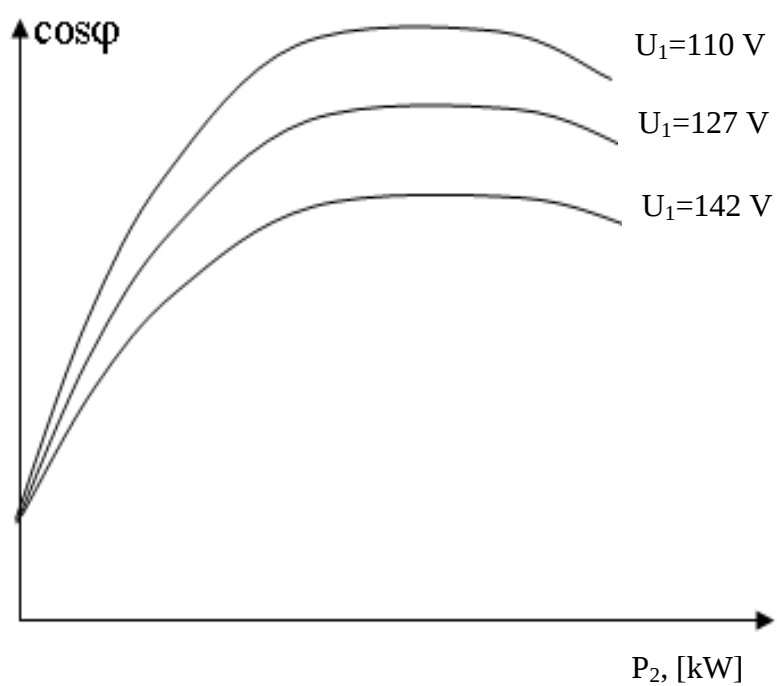
bu yyerda U – kuchlanish [V], R_N – nominal quvvat [kVA].

Yerga ulanishi kerak bo'lgan megommetr qisqichi mashina korpusiga ulanadi, boshqasi esa o'lchanishi kerak bo'lgan chulg'am uchlariga navbat bilan ulanadi. O'lchash tamom bo'lgandan keyin chulg'amlarni korpusga ulab zaryadsizlash kerak.

2. Yuklanish tajribasi. Tajriba davomida asinxron mashinaning tarmoq kuchlanishini o'zgartirib, 4÷6 ta nuqta olinadi. Bunda motorning yuklamasi sifatida uning valiga ulangan o'zgarmas tok generatoridan foydalaniladi. Asinxron motorni ishga tushirgandan so'ng tarmoq kuchlanishini (142, 127, 110) Vga o'zgartirib, generatorning qo'zgatish chulg'amiga nominal tok berib, yuklama reostati R_{yuk} yordamida $I=1,2I_N$ gacha yuklama toki oshiriladi. Keyin R_{yuk} yuklamani yuksiz ishlash holatigacha sekin asta kamaytirib, o'lchov asboblari ko'rsatkichini yozib olamiz. Stator chulg'amini uchburchak shaklida ulab olingan ma'lumotlar 1.1 – jadvalga yoziladi.

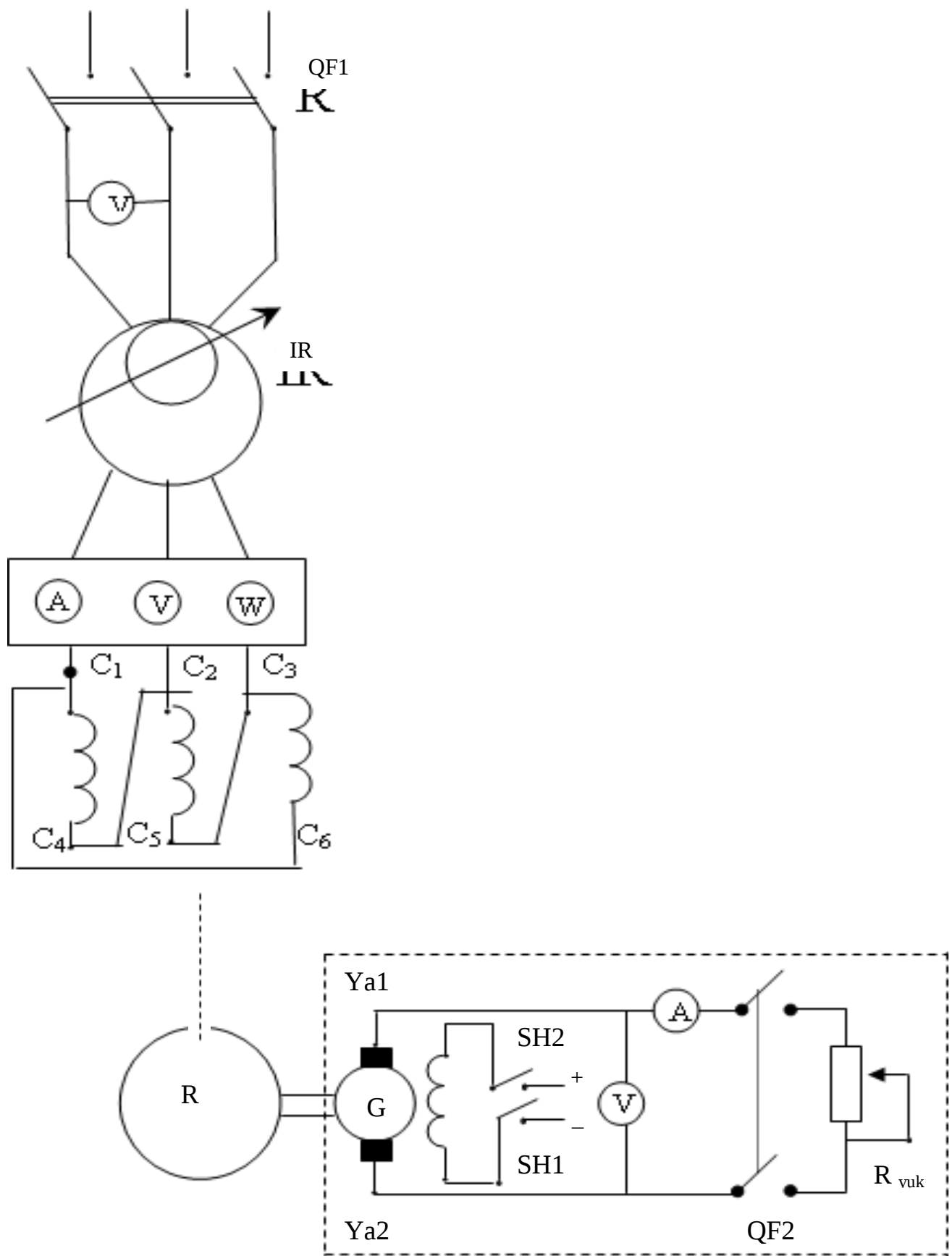


1.1– rasm. $\eta = f(P_2)$ – Foydali ish koeffitsiyentining yuklamaga bog‘liqlik grafigi



1.2 – rasm. $\cos\varphi = f(P_2)$ – Quvvat koeffitsiyentning yuklamaga bog‘liqlik grafigi

$\sim U_1$



1.3 – rasm. Motorni yurgizish va tajriba o'tkazish sxemasi

Jadvaldagi ma'lumotlarga qarab $f_1 = f_N = \text{const}$ holat uchun aloxida $\eta = f(R_2)$ (1.1 – rasm) va $\cos\varphi = f(R_2)$ (1.2 – rasm) bog'liqlik grafigi quriladi.

1.1 – jadval

№	O'lchangan qiymatlar								Hisoblangan qiymatlar							
	I _A	I _B	I _C	P _A	P _B	P _C	U ₂	I ₂	n	P ₁	I ₁	P ₂	S	M ₂	cosφ ₁	η
Stator chulg'amiga 110 V kuchlanish berilgan holat uchun																
1																
2																
3																
4																
5																
Stator chulg'amiga 127 V kuchlanish berilgan holat uchun																
1																
2																
3																
4																
5																
Stator chulg'amiga 142 V kuchlanish berilgan holat uchun																
1																
2																
3																
4																
5																

Foydali quvvat va foydali ish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$P_2 = U_2 I_2 [\text{W}]$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 [\%]$$

Tajriba natijasiga ko'ra quvvat koeffitsiyenti quyidagicha topiladi;

$$\cos\varphi = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_1I_1}$$

Motorning aylanuvchi momenti quyidagicha aniqlanadi;

$$M = 9,75 \frac{P_2}{n_1} = 16,25 \frac{pP_2}{f}$$

bu yerda n_1 – sinxron aylanish tezligi [ayl/min], f – tarmoq chastotasi [Hz],

r – juft qutblar soni, P_2 – rotordagi quvvat [W].

Nazorat savollari:

1. Qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning ishchi xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
2. Asinxron motorning yuklamasi sifatida nima ishlatilishi mumkin?
3. $\eta = f(R_2)$ egri chizig‘i o‘zgarishini tushuntirib bering?
4. Korpusga nisbatan va chulg‘amlararo izolyatsiya qarshiligi qanday o‘lchanadi?

2 – Laboratoriya ishi

Faza rotorli asinxron motorni nazorat sinovlari

Ishning dasturi

1. Asinxron mashinalarning maxsus standarti bilan tanishish.
2. Motorni tashqi ko‘rinishini tekshirish. Pasport ma‘lumotlarini o‘qish.
3. Motorning sovuq holatida o‘zgarmas tokda chulg‘am qarshiligini aniqlash.
4. Yuksiz ishlash toki va isrofini aniqlash.
5. Qisqa tutashish toki va isrofini aniqlash.
6. O‘ramlararo izolyatsiyaning elektr mustahkamligini aniqlash.

Laboratoriya mashg‘ulotini o‘tkazish uchun uslubiy ko‘rsatma

1. Faza rotorli asinxron motorni tashqi ko‘rikdan o‘tkazish.

Faza rotorli asinxron motor tashqi ko‘rikdan o‘tkazilganda, kontakt halqaning holati tekshiriladi (yemirilishi, korroziya dog‘lari), chiyotkaning

holati va uning kontakt halqa yuzasiga bosimi hamda kontakt xalqani qisqa tutashtiruvchi mexanizm holati tekshiriladi.

Faza rotorning pazlariga izolyatsion chulgʻam joylashtiriladi, stator chulgʻami fazalar soni nechta boʻlsa, shuncha rotor chulgʻami fazalar soni mavjud. Rotor chulgʻami asosan yulduz ulanadi, ayrim hollarda uchburchak ulanadi va val ichidan oʻtuvchi uchta chiqish klemmasiga ega. Kontakt halqa yordamida tashqi ishga tushirish qarshiligini ulash orqali yurgʻiziladi.

2. Chulgʻamning qarshiligini amaliy sovuq holatda oʻzgarmas tokda oʻlchash. Chulgʻam qarshiligini tekshirganda atrof-muhit temperaturasi oʻlchanadi. Amaliy sovuq holat deb mashina qismlarining harorati atrof-muhit haroratidan $\pm 3^{\circ}\text{C}$ gacha farq qilgan holatga aytiladi.

Qarshilikni oʻlchashda birlik yoki ikkitalik koʻprik usuli, logometr usuli (ommetr yoki mikroommetr) hamda oʻzgarmas tokda voltmeter–ampermetr usuli bilan oʻlchanadi.

Voltmetr va ampermetr usulida oʻlchash (2.1– rasm) elektr koʻprik usulida oʻlchashga nisbatan aniqroq. Oʻlchov asboblarning aniqlik sinfi yuqori boʻlsa, oʻlchash natijasi yuqori boʻladi. Oʻlchov asboblari shunday tanlash kerakki, oʻlchash natijalari 20–90% oraliqda boʻlsin.

Qarshilikni oʻlchash va yuqori aniq natija olish uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

- voltmeter qarshilik oʻlchanadigan qismga toʻgʻridan – toʻgʻri ulanadi, kuchlanish zanjiri oʻtkazgichlari tok zanjiri oʻtkazgichlaridan alohida ulanadi;

- yechiladigan kontaktlar soni iloji boricha kam boʻlish kerak va yechilmaydigan kontakt yaxshilab payvandlanadi;

- oʻzgarmas tok manbai sifatida yaxshi zaryadlangan akkumulyator batareyasi ishlatilishi zarur;

- bir xil qarshiliklarni oʻlchashda oʻlchash chegarasi oʻzgartirilmaydi;

- oʻlchash natijalarini hisoblash, uning tugashi bilan amalga oshiriladi;

- har bir qarshilikni oʻlchash har xil tokda yuqoridan pastga qarab amalga oshiriladi. Oʻlchashlarning normal soni 3 ta boʻlishi kerak, yuqori aniqlik talab etilsa, 5 ta boʻladi. Oʻlchash natijalari 2.1 - jadvalga yoziladi. Oʻlchash natijalari darhol hisoblanishi kerak.

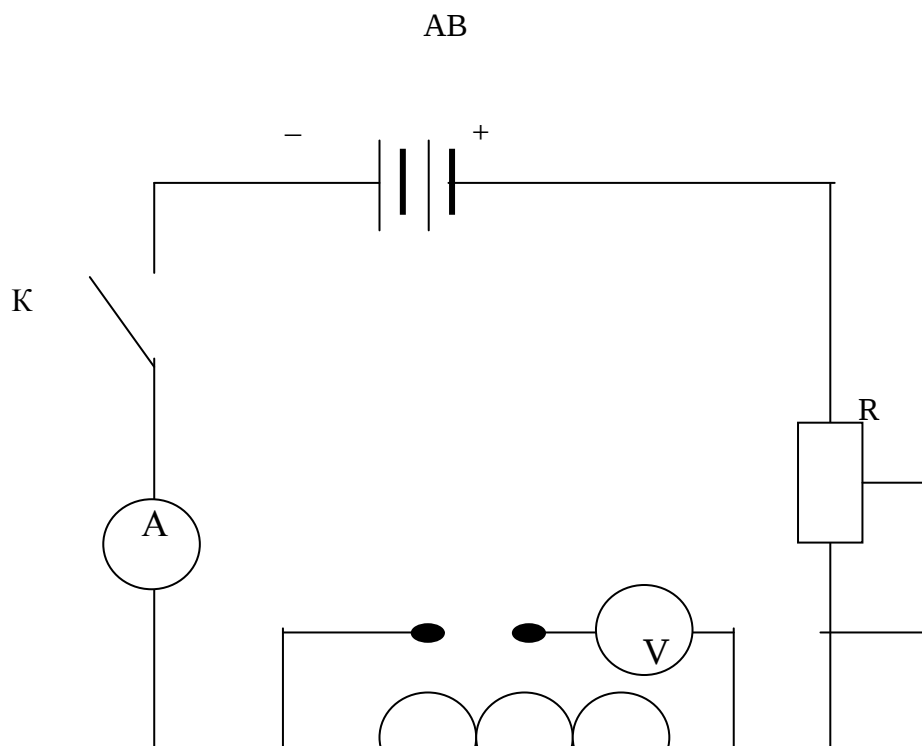
$$r = \frac{C_{\theta} \cdot n_{\theta}}{C_a \cdot n_a}, [\Omega]$$

Bu yyerda S_v – voltmetrning bo‘linma qiymati;

S_a – ampermetrning bo‘linma qiymati;

n_v – voltmetrning bo‘linma bo‘yicha o‘zgarishi;

n_a – ampermetrning bo‘linma bo‘yicha o‘zgarishi.



2.1 - rasm. Asinxron motorning stator chulg‘ami qarshiligini o‘zgarmas tokda aniqlash sxemasi

2.1 – jadval

№	U			I			R	muhit harorati	Eslatma
	n_v	C_v	V	n_a	C_a	A	Ω		
1									
2									
3									

3. Yuksiz ishlash tajribasi. Tajribani o'tkazish uchun 2.3 – rasmdagi sxema yig'iladi va tajriba davomida asinxron mashina iste'mol qilayotgan tok va quvvat yoziladi. Kuchlanish $1,3U_N$ dan $0,2U_N$ gacha ($6\div 8$ nuqta) o'zgartiriladi. $1,3U_N$ kuchlanish 5 minut davomida ushlab turiladi, o'ramlarni chulg'am izolyasiyasini sinash uchun quvvat isroflarini taqsimlash quyidagicha bo'ladi:

Stator chulg'amidagi quvvat isrofi:

$$R_0 = 3I_0^2 r_0.$$

bu yerda r_0 – tajriba olinayotgan haroratdagi chulg'am qarshiligi.

O'lchash natijalari 2.2 – jadvalga yoziladi va 2.2 – rasmdagi grafik quriladi.

O'zakdagi va mexanik isroflar yig'indisi: $R_r + R_m = R_0 - R_{mo}$ quvvat isrofi, I – tok kuchi va $\cos\varphi = f(U)$ – quvvat koefitsiyentining kuchlanishga bog'liqlik grafigi 2.2 – rasmda ko'rsatilgan. Bu grafik yordamida quvvat isrofining taqsimlanishi ko'rinadi.

Salt ishlash toki quyidagicha topiladi:

$$I_0 = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} \alpha_I.$$

Salt ishlash kuchlanishi:

$$U_0 = \frac{U_A + U_B + U_C}{3} \alpha_U.$$

Salt ishlash quvvati:

$$P_0 = (P_A + P_B + P_C) \alpha_w.$$

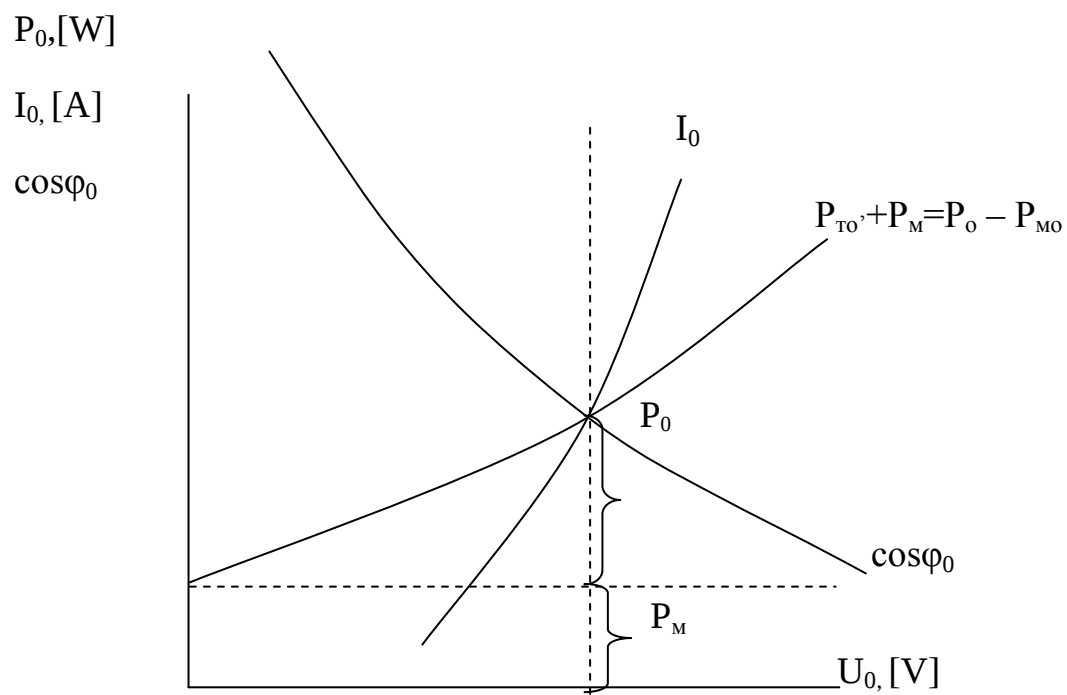
Salt ishlash quvvat koefitsiyent:

$$\cos\varphi_0 = \frac{P_0}{3U_0 \cdot I_0}$$

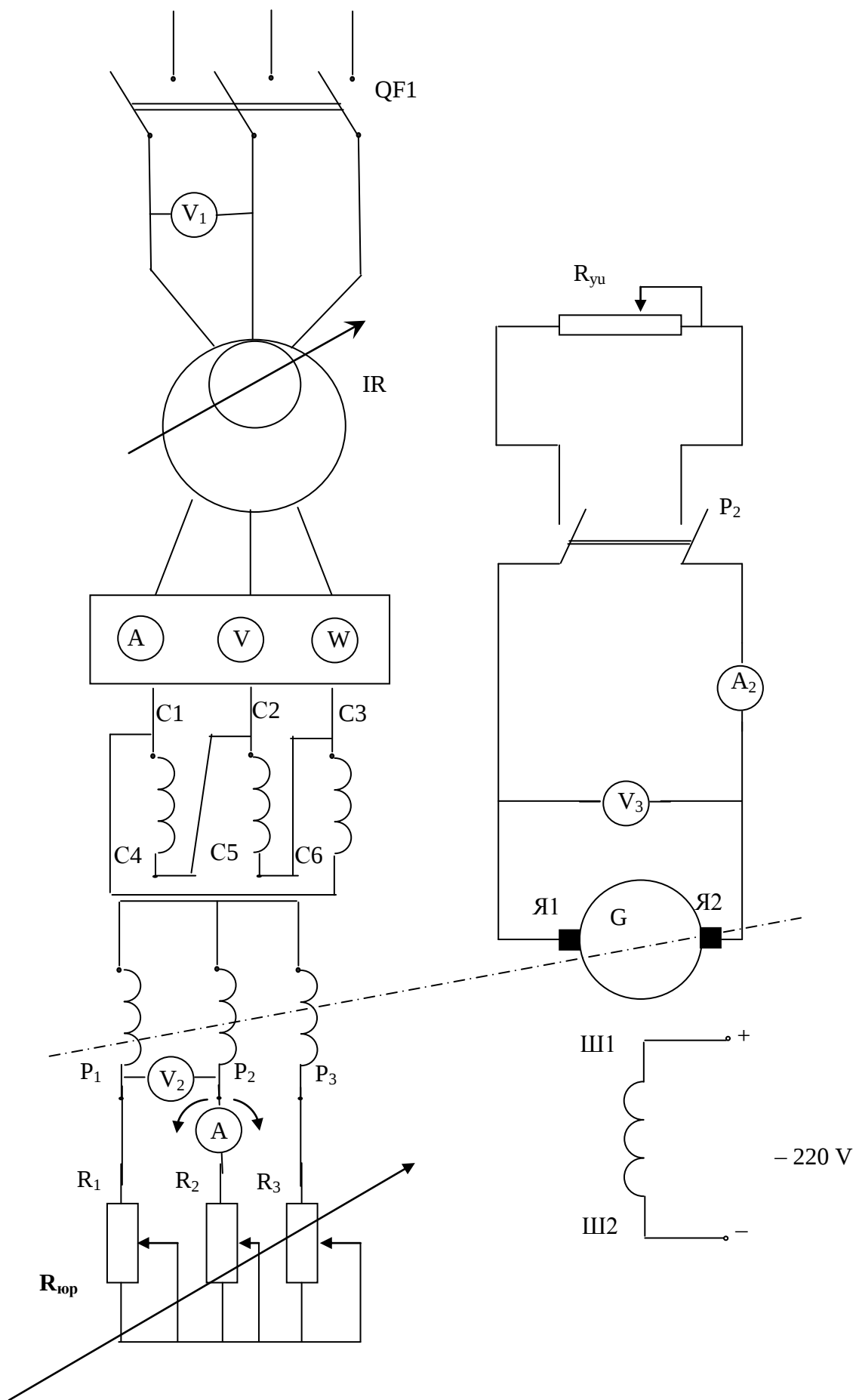
bu yerda α_I , α_U , α_w – o'lchov asbobi jamlanmasidagi ampermetr, voltmeter va vattmetr koefitsiyentlari.

2.2 – jadval

№	O'lchangan qiymatlar									Hisoblangan qiymatlar			
	I_A	I_B	I_C	U_A	U_B	U_C	P_A	P_B	P_C	I_0	U_0	P_0	$\cos\varphi_0$
1													
2													
3													
4													
5													
6													



2.2 – rasm. Asinxron motorning yuksiz ishlash xarakteristikasi



2.3 – rasm. Motorni yurgizish va tajriba sxemasi

4. Qisqa tutashuv tajribasi. Asinxron motorning qisqa tutashuvi deb stator chulg'ami tarmoqqa ulanib, rotor chulg'ami qisqa tutashtirilib, tormozlangan holatiga aytiladi. Kuchlanish U ni o'zgartirib 5÷6 nuqta olinadi.

Motorga berilayotgan hamma quvvat issiqlik sifatida chiqqanligi uchun stator va rotor chulg'amlari tez qiziydi, shuning uchun tajriba tez olinishi kerak, bu paytda har bir nuqta uchun 10 sekund vaqt sarflanadi. Tajriba natijasi 2.3 - jadvalga yoziladi va 2.4 - rasmdagi grafik quriladi.

2.3 – jadval

№	O'lchangan qiymatlar									Hisoblangan qiymatlar			
	I_A	I_B	I_C	U_A	U_B	U_C	P_A	P_B	P_C	I_{qt}	U_{qt}	P_{qt}	$\cos\varphi_{qt}$
1													
2													
3													
4													

Qisqa tutashuv toki:

$$I_{qt} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \alpha_I.$$

Qisqa tutashuv kuchlanishi:

$$U_{qt} = \frac{U_a + U_b + U_c}{3} \alpha_U$$

Qisqa tutashuv quvvati:

$$P_{qt} = (P_a + P_b + P_c) \alpha_w.$$

Qisqa tutashuv quvvat koeffitsiyent

$$\cos\varphi_{qt} = \frac{P_{qt}}{3U_{qt} \cdot I_{qt}}$$

Mis chulg'amdagi isrof
bu yerda

$$R_{m2} = R_{qt} - R_{m1} - R_{st}$$

$$R_{m1} = 3I_{qt}^2 r_0 \text{ [w]} - Y \text{ holatda}$$

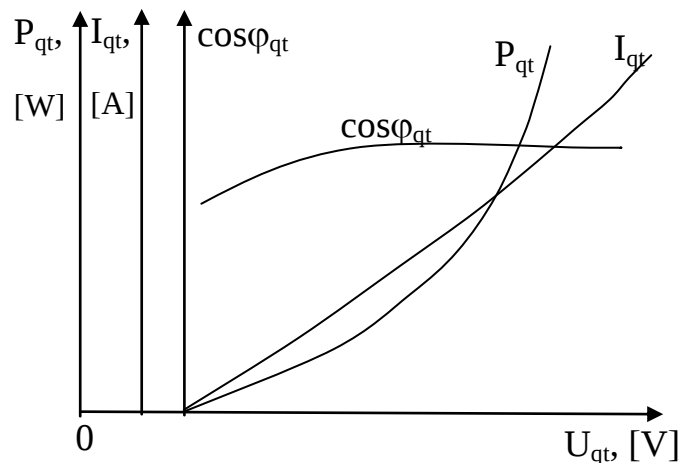
$$R_{m2} = I_{qt}^2 r_0 \text{ [w]} - \Delta \text{ holatda}$$

r_0 – tajriba olinayotgan haroratga mos keluvchi bitta faza qarshiligi,
 R_{mo} – magnit isrof, yuksiz ishlash tajribasidan U_N ga mos bo'lgan isrof.

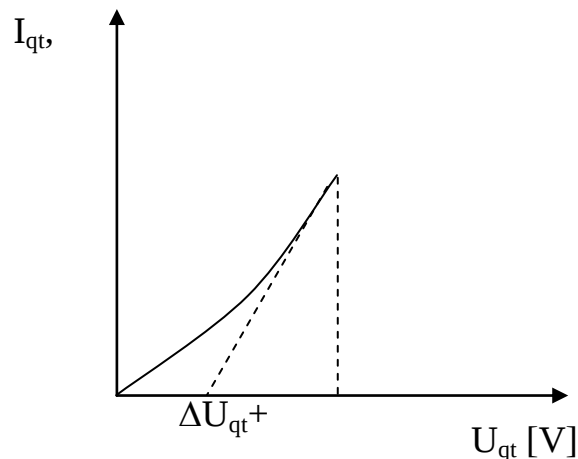
Boshlang'ich yurgazish toki quyidagicha aniqlanadi.

$$I_{qtN} = \frac{U_N - \Delta U_{qt}}{U_{qt} - \Delta U_{qt}} I_{qt}$$

U_{qt} va I_{qt} – tajribadan olingan U va I ning eng katta qiymatlari. ΔU_{qt} to'yinishining tuzatish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi (2.5 rasm):



2.4 – rasm. Asinxron motorning qisqa tutashuv xarakteristikasi



2.5 – rasm. To'yinishning tuzatish koeffitsienti tuzatish aniqlash

Nazorat savollari

1. Elektr mashinalarni nazorat va qabul qilish sinovlari bir - biridan qanday farq qiladi?

2. Nazorat sinovlari dasturiga nimalar kiradi?
3. Salt ishlash va qisqa tutashuv xarakteristikalaridan $\cos\varphi_q$ va tok egri chiziqlari xarakterini tushuntirib bering.
4. O'ramlararo izolyatsiyasi elektr mustahkamligi qanday aniqlanadi?

3 - Laboratoriya ishi

Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning sinovi

Ishning dasturi

1. Transformatorning tashqi ko'rinishi(chizmalarga mosligini)ni tekshirish.
2. Transformatsiyalash koefitsiyentini aniqlash.
3. Chulg'amlar ulanish guruhini aniqlash.
4. Chulg'am qarshiligini o'zgaras tokda aniqlash.

Laboratoriya mashg'ulotini o'tkazish uchun uslubiy ko'rsatma

1. Transformator yig'ilgan holatda sinaladi.
2. Transformator sinalayotgan paytdagi nominal atrof-muhit harorati 10^0 dan 40^0 gacha deb qabul qilinadi.
3. Tok, quvvat va kuchlanishni o'lchash aniqlik sinfi 0,5 dan kichik bo'lmagan asboblarda bilan o'lchanadi. Kuchlanishni o'rtacha qiymatini o'lchash aniqligi 1,5 bo'lgan asboblarda bilan aniqlanadi. Aniqlik sinfi 1 bo'lgan vattmetr bilan o'lchash ruxsat etiladi.

1. Transformatorning transformatsiyalash koefitsiyentni tekshirish

Transformatsiyalash koefitsiyent hamma fazalarning shaxoblangan chulg'amlarida aniqlanadi. Transformatsiyalash koefitsiyentni aniqlash uchun ko'prik va ikki voltmeter usullari ishlatiladi. Ikki voltmeter usulida o'lchash quyidagicha bo'ladi. Transformatorning chulg'amlaridan biriga kuchlanish beriladi va voltmترلarning biri bilan o'lchanadi. Bir vaqtning o'zida boshqa voltmeter bilan ikkinchi chulg'amdagi kuchlanish o'lchanadi. Berilayotgan kuchlanish nominal kuchlanishdan katta bo'lmasligi kerak va undan 1% gacha farq qilishi mumkin.

2. Chulg'am ulanish guruhini tekshirish

Ulanish guruhini quyidagi usullardan biri bilan aniqlanadi.

1. To'g'ri usul (pyamoy metod);
2. Ikki voltmeter usuli;
3. Ko'prik usuli;
4. O'zgaras tok usuli;

Ulanish guruhini ikki voltmeter usuli bilan o'lchash uchun A va a klemmlar ulanadi(3.1–rasm). Chulg'amlardan biriga $U \leq U_N$ kuchlanish berilib, ketma-ket U_{av} , U_{AV} , U_{Vv} , U_{Ss} , U_{Vs} , U_{Sv} o'lchanadi. Olingan U_{v-v} , U_{S-s} , U_{B-s} , U_{S-v} qiymatlar 3.1 - jadvaldagi hisob formulalari bo'yicha olingan qiymatlar bilan solishtiriladi. Agarda o'lchangan va hisoblangan qiymatlar bir xil bo'lsa, unda ushbu guruhlar to'g'ri bo'ladi.

3.1 – jadval

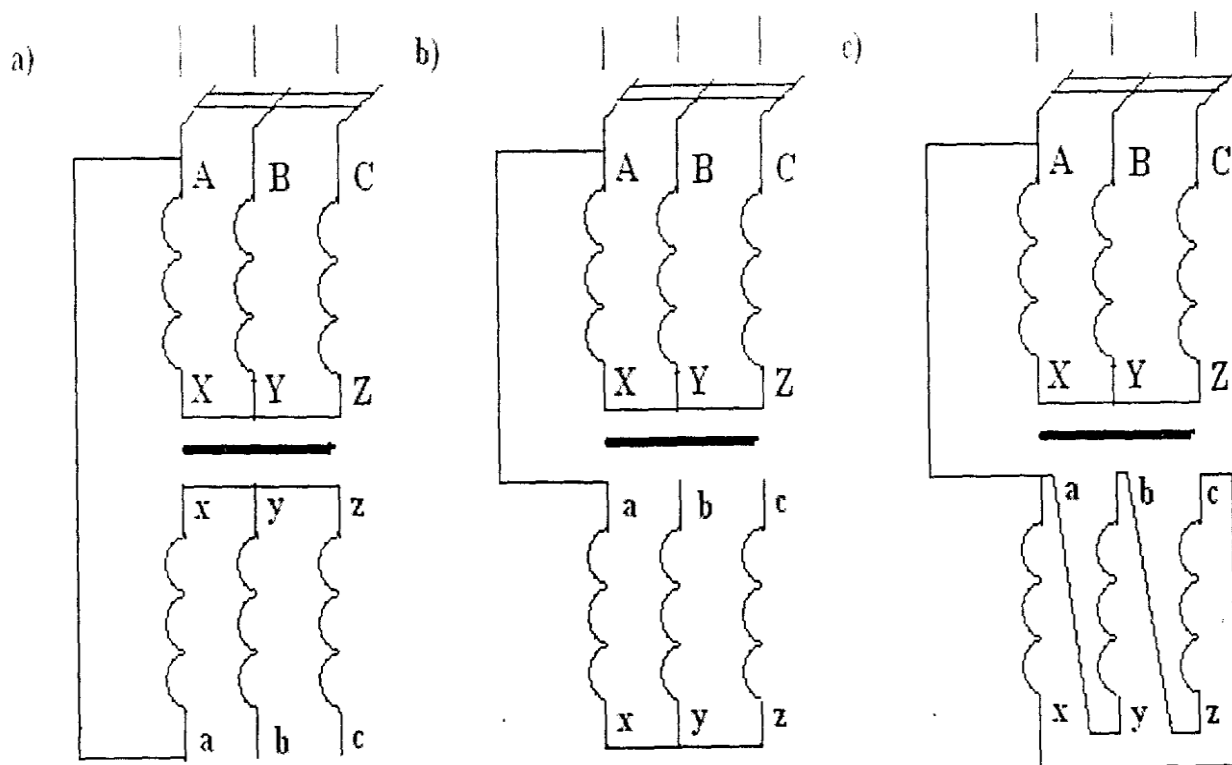
Guruh	U_{b-B}	U_{c-C}	U_{c-B}	U_{c-C}
Y/Y-0	$U_{ab}(k-1)$	$U_{ab} \sqrt{1-k+k^2}$	$U_{ab} \sqrt{1-k+k^2}$	$U_{ab} (k-1)$
Y/Y-6	$U_{ab} (k+1)$	$U_{ab} \sqrt{1+k+k^2}$	$U_{ab} \sqrt{1+k+k^2}$	$U_{ab} (k+1)$
$\Delta/Y-11$	$U_{ab} \sqrt{1-\sqrt{3}k+k^2}$	$U_{ab} \sqrt{k^2+1}$	$U_{ab} \sqrt{1-\sqrt{3}k+k^2}$	$U_{ab} \sqrt{1-\sqrt{3}k+k^2}$

Eslatma: U_{ab} -past kuchlanish chulg'ami klemmlaridagi liniya kuchlanishi, K-liniyaviy transformatsiyalash koefitsiyenti.

3. O'zgaras tokda chulg'am qarshiligini aniqlash.

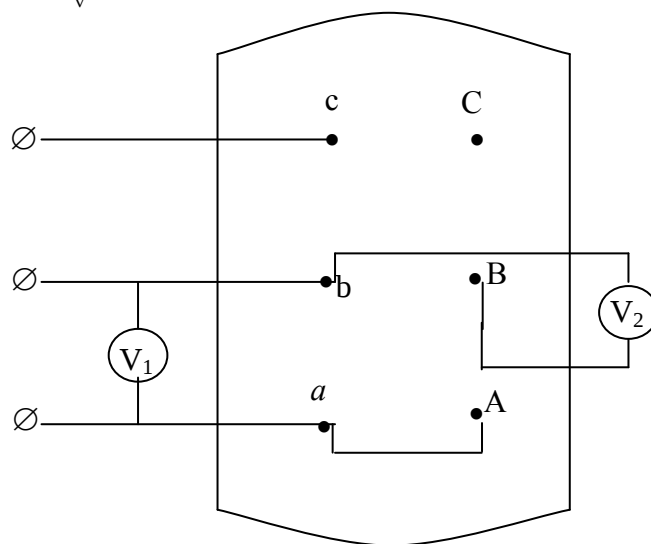
Chulg'am qarshiligi voltmeter – ampermetr usuli yoki ko'prik usulida aniqlanadi. O'lchash paytida tokning qiymati $0,2I_N$ dan katta bo'lmasligi kerak. Bitta chulg'am qarshiligi o'lchanganda qolgan chulg'amlar ochiq bo'lishi kerak.

Voltmeter – ampermetr usulida qarshiliklar o'lchanayotganda ($R < 1\Omega$) bo'lsa 3.3.a – rasm bilan va ($R > 1\Omega$) bo'lsa, 3.3.b. - rasmdagi sxemalar yig'iladi. $1 [\Omega]$ dan kichik qarshilik o'lchanayotganda o'lchanayotgan qarshilikning hisoblangan qiymati, voltmeter qarshiligining 0,5% va undan katta qiymatini tashkil etsa, bu paytda o'lchanayotgan qarshilik qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.



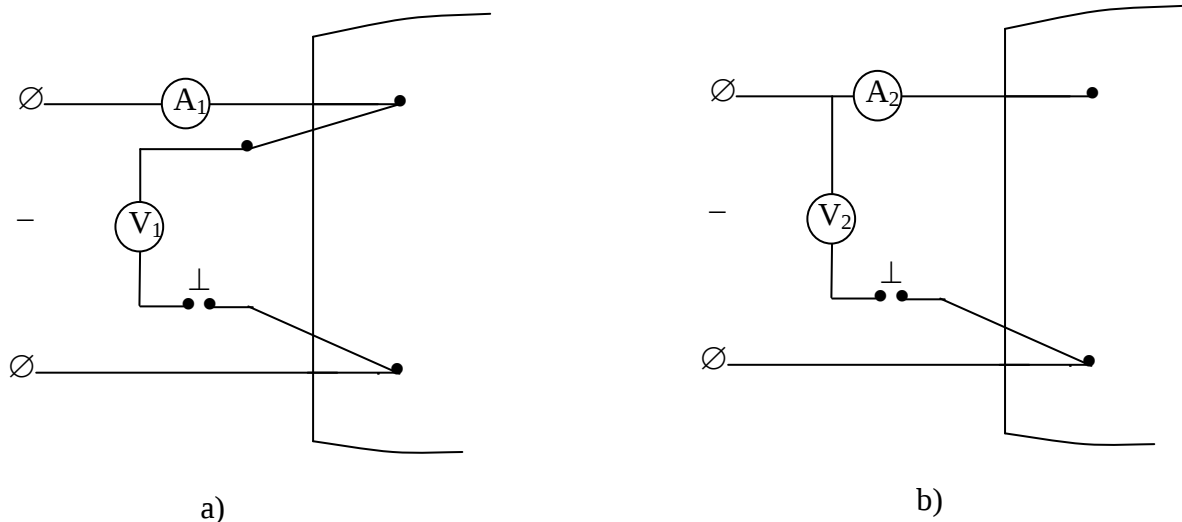
3.1 – rasm. Transformatorning guruhini aniqlash sxemalari: a) Y/Y–0 ulanish guruhi uchun, b) Y/Y–6 ulanish guruhi uchun, d) Y/Δ–11 ulanish guruhi uchun

$$R' = R \frac{1}{1 - \frac{R}{R_v}} \quad R = \frac{U}{I} \quad [\Omega] \quad R_v - \text{Voltmetr qarshiligi} [\Omega]$$



3.2- rasm. Transformatorning ulanish guruhini ikki voltmetr usuli yordamida aniqlash

Tok manbai sifatida sig'imi 200 A·soat, kuchlanishi 4–12 V li akkumulyator batareyasidan foydalaniladi. Chulg'am qarshiligini o'lchashda transformator tom qismida joylashgan chiqishlarining to'g'ri joylashganini tekshirish kerak. O'lchash barcha chulg'amlar va rostlash pog'onalarida amalga oshiriladi. Faza chulg'amining liniya qarshiligi qayta ulagich qurilmasining barcha holatida o'lchanadi.



1.3– rasm. Voltmetr- ampermetr usulida qarshiliklarni o'lchash sxemalari:

(($R < 1\Omega$) bo'lsa, a – rasmdagi sxema bilan va ($R > 1\Omega$) bo'lsa, b – rasmdagi sxema bilan o'lchanadi)

Nazorat savollari

1. Transformatorning guruhi qanday aniqlanadi?
2. Qaysi holatlarda Y ulanish qo'llaniladi?
3. Qaysi holatda Δ ulanish qo'llaniladi?
4. Toq guruhlar qanday ulanishda va juft guruhlar qanday ulanishda foydalaniladi?

4 - Laboratoriya ishi

Uch fazali uch chulg'amli transformatorning sinovi

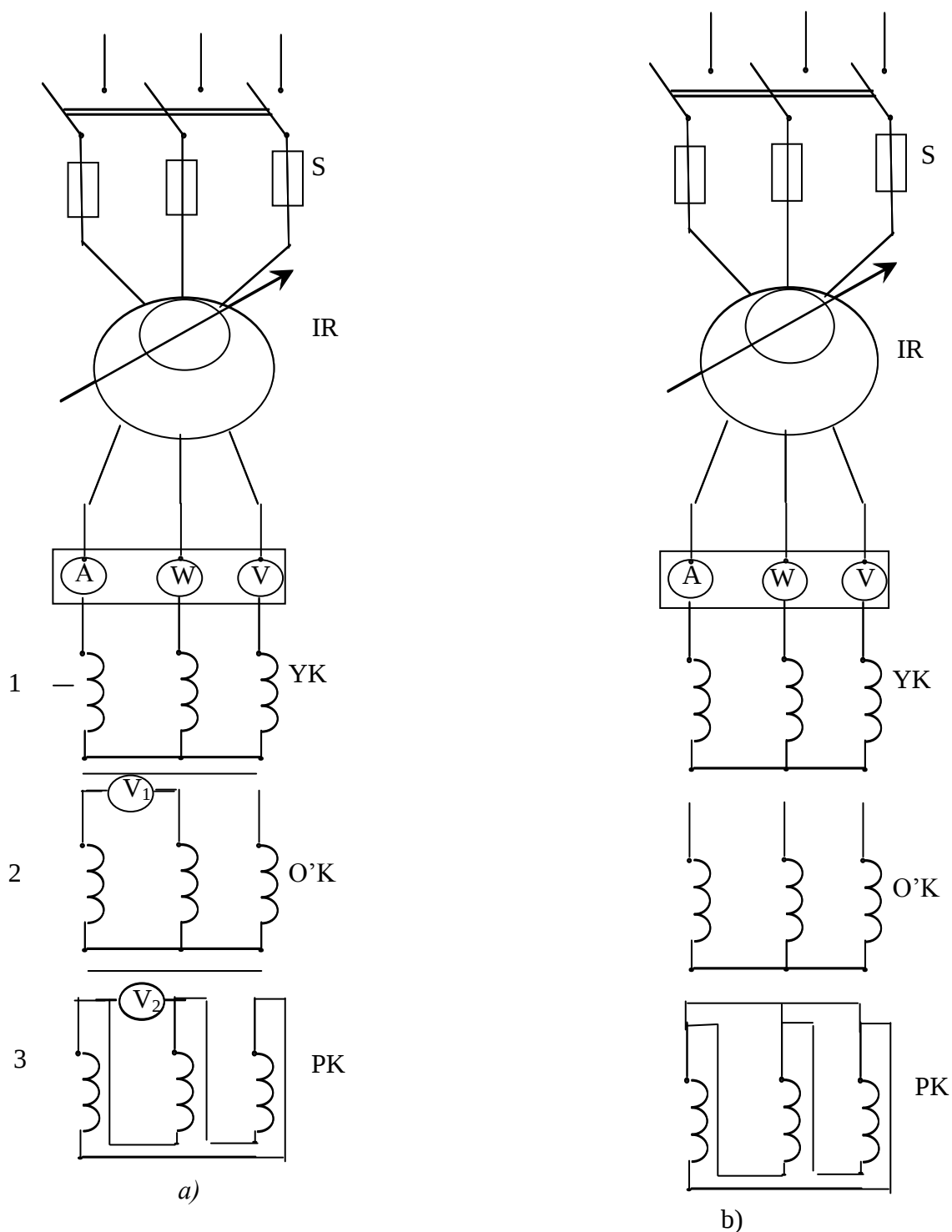
Ishning dasturi

1. Transformatorning tashqi ko'rinishi(chizmalarga mosligini)ni tekshirish.
2. Yuksiz ishlash toki va isrofini tekshirish.
3. Qisqa tutashuv toki va isrofini tekshirish.
4. Nol ketma-ketlikdagi qarshilikni o'lchash.

Laboratoriya mashg'ulotini o'tkazish uchun uslubiy ko'rsatma

1. Transformatorning tashqi ko'rinishini tekshirish

Transformator yig'ilgan holatda sinaladi. Transformator sinalayotgan paytdagi nominal atrof-muhit harorati 10^0 dan 40^0 gacha deb qabul qilinadi.



4.1– rasm. Uch chulg'amli transformatorning; a) salt ishlash va b) qisqa tutashuv tajribasi sxemalari:

Tok, quvvat va kuchlanish va o'lchash aniqlik sinfi 0,5 dan kichik bo'lmagan kuchlanish transformatori yordamida amalga oshiriladi, keyinchalik boshqa aniqlikdagi o'lchov asboblardan foydalanish ko'zda tutiladi.

2. Yuksiz ishlash toki va isrofini tekshirish. Yuksiz ishlash toki va isrofi nominal kuchlanish berilgan paytda o'lchanadi. Yuksiz ishlash tajribasida chulg'amlardan biriga (past kuchlanish chulg'amiga) qolgan chulg'amlar ochiq paytda simmetrik U_N kuchlanish beriladi (4.1.a – rasm). Berilgan kuchlanish 3 ta liniya kuchlanishining o'rtacha arifmetik qiymatidan topiladi va 4.1 - jadvalga yoziladi hamda 4.2 - rasmdagi grafik quriladi.

Salt ishlash toki quyidagicha topiladi:

$$I_0 = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} \alpha_I.$$

Salt ishlash kuchlanishi:

$$U_0 = \frac{U_A + U_B + U_C}{3} \alpha_U.$$

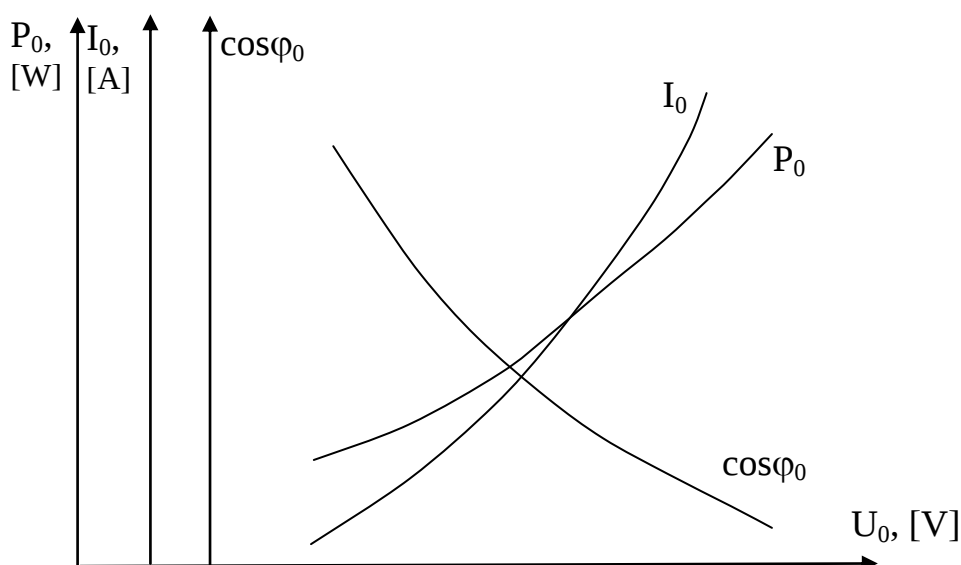
Salt ishlash quvvati:

$$P_0 = (P_A + P_B + P_C) \alpha_W.$$

Salt ishlash quvvat koeffitsiyent:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{3U_0 \cdot I_0}$$

bu yerda α_I , α_U , α_W – o'lchov asbobi jamlanmasidagi ampermetr, voltmeter va vattmetr koeffitsientlari.



4.2 – rasm. Transformatorning salt ishlash xarakteristikasi

№	O‘lchangan qiymatlar									Hisoblangan qiymatlar			
	I _A	I _B	I _C	U _A	U _B	U _C	P _A	P _B	P _C	I ₀	U ₀	P ₀	cosφ ₀
1													
2													
3													
4													

3. Qisqa tutashuv kuchlanishini va isrofini tekshirish.

Transformatorning qisqa tutashuv tajribasida chulg‘amlardan biri qisqa tutashtirilib, ikkinchisiga nominal chastotali o‘zgaruvchan tok beriladi. Chastota nominal chastotadan 1% gacha farq qilishi mumkin. Qisqa tutashuv tajribasida tok $0,25I_N$ dan kichik bo‘lmasligi kerak. Qisqa tutashuv tajribasida tok va kuchlanish uchta fazadagi tok va kuchlanishlarning o‘rtacha arifmetik qiymatidan aniqlanadi (4.1, b – rasm). CHulg‘amning nominal tokiga mos keluvchi qisqa tutashuv kuchlanishi U_{qt} va isrofi R_{qt} quyidagi formulalardan topiladi va 4.2 – jadvalga yoziladi:

$$P_{qt} = P'_{qt} \left[\frac{I_u}{I} \right]^2 \quad U_{qt} = \frac{U_{qt}}{U_N} 100\%$$

№	O‘lchangan qiymatlar									Hisoblangan qiymatlar			
	I _A	I _B	I _C	U _A	U _B	U _C	P _A	P _B	P _C	I _{qt}	U _{qt}	P _{qt}	cosφ _{qt}
1													
2													
3													

Qisqa tutashuv toki:

$$I_{qt} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \alpha_I.$$

Qisqa tutashuv kuchlanishi:

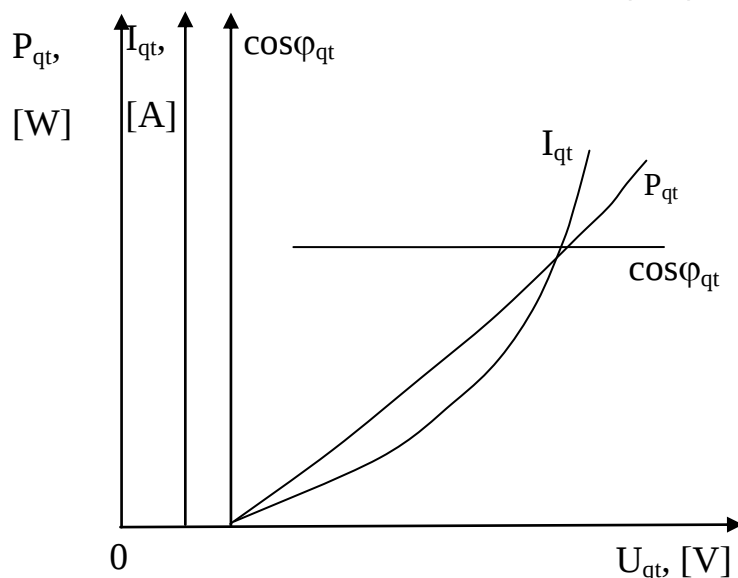
$$U_{qt} = \frac{U_a + U_b + U_c}{3} \alpha_U$$

Qisqa tutashuv quvvati:

$$P_{qt} = (P_a + P_b + P_c) \alpha_W$$

Qisqa tutashuv quvvat koeffitsiyent:

$$\cos \varphi_{qt} = \frac{P_{qt}}{3U_{qt} \cdot I_{qt}}$$



4.3 – rasm. Transformatorning qisqa tutashuv xarakteristikasi

4. Nol ketma ketlikdagi qarshilikni o‘lchash. Nol ketma – ketlikdagi qarshilik to‘liq yig‘ilgan uch fazali transformatorlarda o‘lchanadi. CHulg‘amlar yulduz usulida ulanadi va neytral klemmasi chiqariladi. O‘lchangan qarshilik Ω larda o‘lchanadi va 1 fazaga mos keluvchi qiymatlarga keltiriladi.

$$Z = 3 \frac{U}{I}$$

U – tarmoqdagi berilgan kuchlanish,
I – tokning o‘lchangan qiymati.

Nazorat savollari

1. Transformatorlarni qabul qilish sinovlariga nimalar kiradi?
2. Nazorat sinovlari dasturiga nimalar kiradi?
3. Salt ishlash va qisqa tutashuv xarakteristkalaridan $\cos \varphi$ va tok egri chiziqlari xarakterini tushuntirib bering.
4. Nol ketma – ketlikdagi qarshilik qanday o‘lchanadi?

5 - Laboratoriya ishi

Sinxron mashinaning parametrlarini aniqlash

Ishning dasturi

1. Tajriba qurilmasiga kiradigan barcha asbob va uskunalar bilan tanishish.
2. Tekshiriladigan mashinaning pasportida ko'rsatilgan texnik ma'lumotlar bilan tanishib, ularni hisobot daftoriga yozib qo'yish.
3. Kam sirpanish tajribasini o'tkazish.
4. Teskari-sinxron aylanish tajribasini o'tkazish.
5. Nol ketma – ketlik induktiv qarshiligini (X_0) aniqlash tajribasini o'tkazish.
6. Mashinaning bo'ylama va ko'ndalang o'qi bo'yicha o'ta o'tkinchi induktiv qarshiliklarini (X_d'', X_q'') statik usulda aniqlash tajribasini o'tkazish.

Laboratoriya mashg'ulotini o'tkazish uchun uslubiy ko'rsatma

1. Tekshirish sxemalari

1. Salt ishlash va qisqa tutashuv xarakteristikasini olish uchun 5.1-rasmdagi sxemadan foydalaniladi.
2. Kam sirpanish va teskari-sinxron aylanish tajribasini o'tkazish sxemasi 5.1 - rasmda keltirilgan. Kuchlanish induksion rostlagich yordamida o'zgartiriladi. Qo'zg'atish chulg'ami kam sirpanish tajribasini o'tkazish vaqtida voltmetrغا ulanadi, teskari – sinxron aylanish tajribasida esa kalit K orqali qisqa tutashtiriladi.
3. X_0 ni topish sxemasi 5.2 - rasmda keltirilgan. Yakor uchchala fazalari ketma-ket ulanadi. Qo'zg'atish chulg'ami esa qisqa tutashtiriladi.
4. Statik tajriba sxemasi 5.3 - rasmda ko'rsatilgan. Bu tajribani o'tkazish vaqtida qo'zg'atish ampermetr orqali qisqa tutashtiriladi.

2. Ishga oid qisqacha nazariy ma'lumotlar va ishni bajarish tartibi

Salt ishlash va uch, ikki va bir fazali qisqa tutashuv tajribalari kabi o'tkaziladi. Kam sirpanish tajribasi quyidagicha o'tkaziladi:

Sinxron generator rotorining aylanish tezligi nominal tezlikka yaqin bo'lgan tezlikda birlamchi yuritkich yordamida aylantiriladi. Generatorning yakor chulg'amlariga induksion rostlagich yordamida $U_1=(0,1+0,2)U_N$ bo'lgan kuchlanish beriladi, qo'zg'atish chulg'ami esa ochiq qoldiriladi. Tajribani o'tkazishdan oldin rotorning aylanishi stator magnit maydoni yo'nalishi bo'yicha bo'lishi tekshirilishi lozim. Kam sirpanish tajribasini o'tkazish vaqtida o'lchov asboblarning ko'rsatkichlari o'zgarib turadi. Yakor va qo'zg'atish chulg'amlari o'qi ustma-ust tushsa, yakor ta'siri bo'ylama o'q bo'yicha yo'naladi, bu holda X_d aniqlanadi. Agar yakor va qo'zg'atish chulg'amlari o'qi bir-biriga perpendikulyar bo'lsa, yakor ta'siri ko'ndalang o'q bo'yicha yo'naladi, bu holda esa X_q aniqlanadi. $X_d > X_q$ bo'lgani uchun X_d ga tokning minimum va kuchlanishning maksimal qiymatlari to'g'ri keladi. O'lchash natijalari 5.1-jadvalga yoziladi.

5.1- jadval

O'lchashlar				Hisoblashlar			
U_{max}	$I_{F min}$	U_{min}	$I_{f max}$	X_d		X_q	
B	A	B	A	Ω	n.b	Ω	n.b

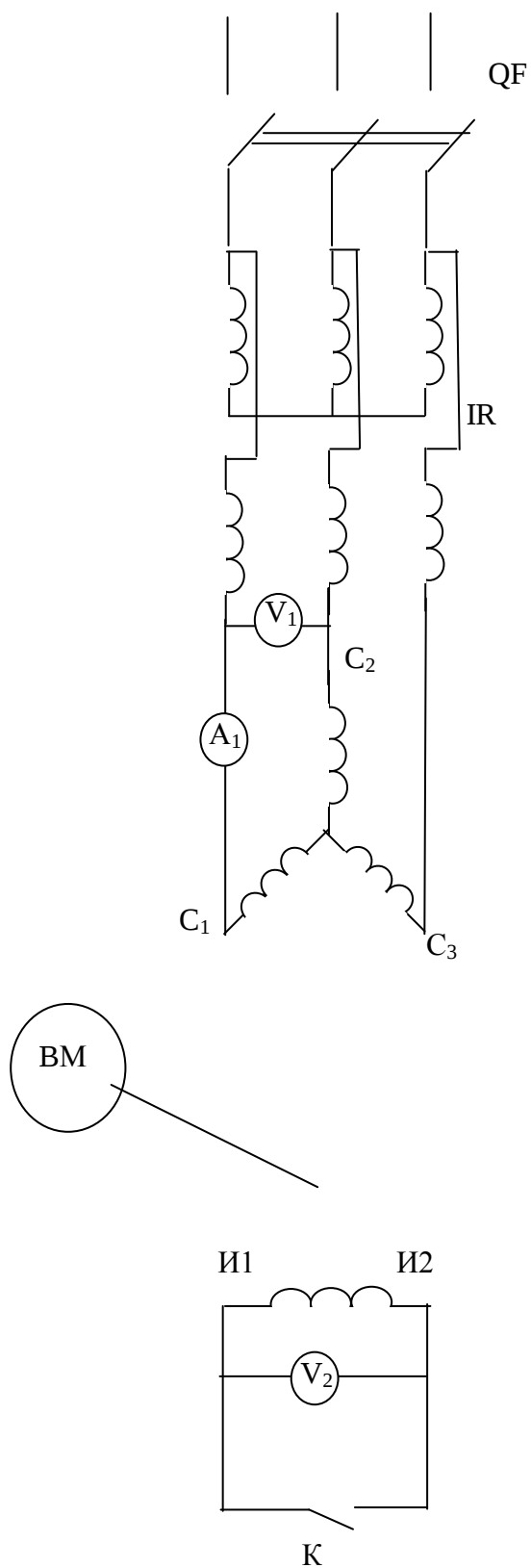
3. Teskari-sinxron aylanish tajribasini o'tkazish

Bu tajribani o'tkazishda ham 5.2 - rasmdagi sxemadan foydalaniladi, lekin qo'zg'atish chulg'ami qisqa tutashtiriladi. Shunga e'tibor berish kerakki, statorning aylanma magnit maydoni yo'nalishi generator rotorining aylanishiga teskari bo'lishi kerak. Generator rotor nominal tezlik bilan aylantiriladi va stator chulg'amlariga shunday kuchlanish beriladiki, bunda yakor toki $(0,3 \div 0,4) I_N$ dan oshib ketmasin.

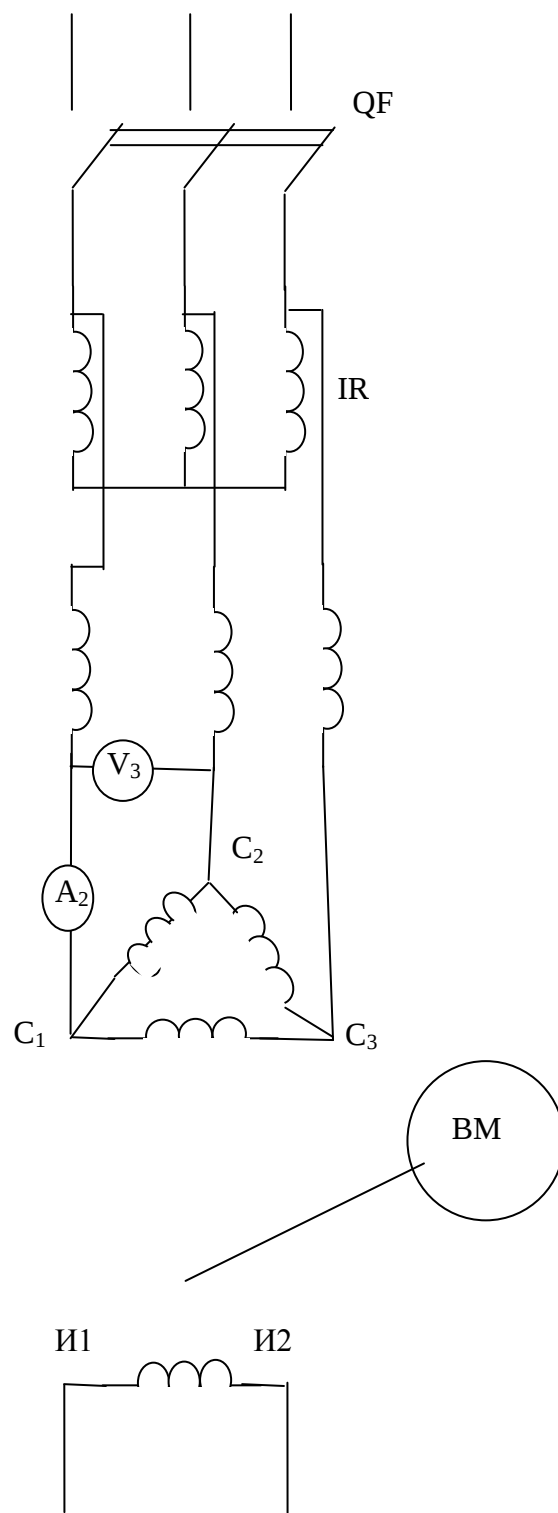
Sirpanish bunda 200% ga teng va mashinada rotor aylanishiga teskari yo'nalgan magnit oqimi hosil bo'ladi. Bunda I_1 va U_1 o'lchanib va X_2 hisoblaniladi. O'lchash natijalari 5.2 - jadvalga yoziladi.

5.2-jadval

O'lchashlar		Hisoblashlar	
I_1	U_1	X_2	
A	B	Ω	N.b



5.1 – rasm. Kam sirpanish tajribasini o'tkazish sxemasi



5.2 – rasm. Fazalarning nol ketma-ketlik induktiv qarshiligini aniqlash sxemasi

4. Nol ketma-ketlik induktiv qarshiligini aniqlash.

Yakor chulgʻamlari bir fazali tarmoqqa ulanadi va bunda uchala faza chulgʻamlari ketma-ket yoki parallel ulanishi mumkin (5.3 - rasm). Qoʻzgʻatish chulgʻami qisqa tutashtirilgan. Yakor chulgʻamlariga shunday kuchlanish beriladiki, yakor toki $I_1 \leq I_{1N}$ dan oshib ketmasin. Bunda I_0 va U_0 lar oʻlchanib, 5.3 - jadvalga yoziladi va X_0 hisoblanadi.

5. Statik tajriba oʻtkazilib oʻtkinchi va oʻta oʻtkinchi qarshiliklar mashinaning boʻylama va koʻndalang oʻqlari boʻyicha topiladi. Bu tajribani oʻtkazish sxemasi 5.3 - rasmda koʻrsatilgan. Bunda yakorning ikkita fazasi chulgʻamlari ketma-ket ulanadi va shunday kuchlanish beriladiki, yakor toki $I_1 = (0,2 \div 0,4)I_N$ boʻlsin. Qoʻzgʻatish chulgʻami oʻzgaruvchan tokni oʻlchaydigan ampermetr orqali qisqa tutashtiriladi. Yakor magnit oqimi va qoʻzgʻatish chulgʻami oʻqlarining joylashish holatiga qarab bu chulgʻamlar orasidagi magnit bogʻlanishlar oʻzgarib turadi.

5.3 - jadval

Oʻlchashlar		Hisoblashlar	
I_1	U_1	X_0	
A	B	Ω	N.b

Bu bogʻlanish juda katta boʻladi, qachonki rotorning boʻylama oʻqi yakor magnit oqimi bilan bir xil boʻlsa, bunda qoʻzgʻatish chulgʻamidagi ampermetr koʻrsatkichi oʻzining eng katta qiymatiga erishadi. Shu holatga toʻgʻri keluvchi qarshilik boʻylama oʻq boʻyicha oʻta oʻtkinchi induktiv qarshilik X_d'' deyiladi.

Agar rotor 90° burilsa, yakor magnit oqimi rotorning koʻngdalang oʻqi bilan mos tushadi, qoʻzgʻatish chulgʻamidagi ampermetr koʻrsatkichi oʻzining eng kichik qiymatini koʻrsatadi. Bu holatga toʻgʻri keluvchi qarshilik koʻngdalang oʻq boʻyicha oʻta oʻtkinchi induktiv qarshilik X_q'' deyiladi. Oʻlchash natijalari 5.4 - jadvalga yoziladi.

5.4 - jadval

Oʻlchashlar						Hisoblashlar					
$I_{qo'zmax}$			$I_{qo'zmin}$			X_d''		X_q''		X_2	
I_1	U_1	P_1	I_1	U_1	P_1						
A	B	B_T	A	B	B_T	Ω	N.b	Ω	N.b	Ω	N.b

Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot tayyorlashga oid ba'zi ko'rsatmalar:

1. Nisbiy birliklar (n.b.) har xil quvvatli mashinalarning parametrlari, xarakteristikalarini solishtirish uchun juda qulaydir. Shuning uchun yuqoridagi parametrlar n.b. larda hisoblanadi.

2. Bazis qarshilik quyidagicha aniqlanadi: $Z_b = U_{N\phi} / I_{N\phi}; [\Omega]$

3. Qisqa tutashuv xarakteristikolari bitta grafikda chiziladi, 5.4 - rasm.

4. Agar to'g'ri, teskari va nol ketma-ketlik aktiv qarshiliklarni hisobga olmasak, qisqa tutashuv toklari quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{qt.3} = \frac{U_{\phi}}{x_d}; \quad I_{qt.2} = \frac{\sqrt{3}U_{\phi}}{x_d + x_2}; \quad I_{qt.1} = \frac{3U_{\phi}}{x_d + x_2 + x_0};$$

$x_0 = x_2 \ll x_d$ bo'lgani uchun $I_{qt.3}:I_{qt.2}:I_{qt.1} = 1:\sqrt{3}:3$ bo'ladi. Shunday qilib, bir fazali qisqa tutashuv toki eng katta qiymatga ega bo'lar ekan.

5. Ikki fazali qisqa tutashuv rejimida teskari ketma-ketlik induktiv qarshiligi X_2 topiladi.

$$X_2 = U_F / I_F; [\Omega], \quad X_2 = X_2 / Z_b; [n.b.]$$

6. Kam sirpanish tajribasidan foydalanib, mashinaning bo'ylama va ko'ndalang o'qi bo'yicha sinxron-induktiv qarshiliklar topiladi.

$$\begin{aligned} X_d &= \frac{U_{\phi, \max}}{I_{\phi, \min}}; [\Omega] & X_q &= \frac{U_{\phi, \min}}{I_{\phi, \max}}; [\Omega] \\ X_{d*} &= \frac{X_d}{Z_5}; [h.\delta], & X_{q*} &= \frac{X_q}{Z_6}; [h.\delta] \end{aligned}$$

7. Qisqa tutashuv nisbati (QTN) ning qiymati topiladi. $K_{qtn} = I / X_{d*}$

8. Yakor chulg'amiga bir fazali kuchlanish berib, nol ketma-ketlik induktiv qarshiligi X_0 topiladi.

8.1. Yakor chulg'amlari ketma-ket ulanganda

$$X_0 = 3U_0 / I_0; [\Omega], \quad X_{0*} = X_0 / Z_b; [n.b.]$$

8.2. Yakor chulg'amlari parallel ulanganda

$$X_0 = U_0 / 3I_0; [\Omega], \quad X_{0*} = X_0 / Z_b; [n.b.]$$

9. Statik tajribadan foydalanib,

$$X_d'' = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{U_1}{I_1}\right)^2 - \left(\frac{P}{I^2}\right)}; [\Omega] \quad X_{d*}'' = \frac{X_d''}{Z_{\delta}}; [H.\delta.]$$

$$X_q'' = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{U_1}{I_1}\right)^2 - \left(\frac{P_1}{I^2}\right)^2}; [\Omega] \quad X_{q*}'' = \frac{X_q''}{Z_{\delta}}; [H.\delta.]$$

10. X_d'' va X_q'' lardan foydalanib, teskari ketma-ketlik induktiv qarshiligi X_2 aniqlanadi.

$$X_2 = \sqrt{X_d'' X_q''}; [\Omega] \quad X_{2*} = X_2 / Z_{\delta}; [n.b.]$$

Nazorat savollari

1. Kam sirpanish tajribasi qanday o'tkaziladi?
2. Teskari – sinxron aylanish tajribasi qanday o'tkaziladi?
3. Nol ketma – ketlik induktiv qarshilik (X_0) qanday aniqlanadi?
4. Mashinaning bo'ylama va ko'ndalang o'qi bo'yicha o'ta o'tkinchi induktiv qarshiliklar (X_d'', X_q'') qanday aniqlanadi?

6 - Laboratoriya ishi

O'zgarmas tok mashinasining kommutatsiyasini sozlash

Ishning dasturi

1. Uchqunsiz ishlash oralig'ini qurish.
2. Uchqunsiz ishlash oralig'ining o'rtacha chizig'ini aniqlash.
3. ΔI_N ni aniqlash.
4. Havo oralig'ini o'zgartirish.
5. Bajarilgan ishni baholash.
6. Kasyanov usuli bilan kommutatsiyani qanday sozlanishni tushuntirish.

Laboratoriya mashg'ulotini o'tkazish uchun uslubiy ko'rsatma

Qiymatlari quyidagicha bo'lgan: $P = 20,5$ [kW], $U = 115$ [V],
 $\eta = 86,6$ [%], $2p = 4$, $\delta = 3$ [mm], $N = 178$, $a = 4$, $a_d = 1$ o'zgarmas tok generatori berilgan 6.1- jadvaldagi o'z variantingiz uchun berilgan qiymatlar bilan uchqunsiz ishlash oralig'ini quring. So'ng uchqunsiz

ishlash oralig'ining o'rtaga chizig'ini aniqlang. Yuk toki nominal I_N bo'lganda uchqunsiz ishlash oralig'i o'rtacha chizig'ining absissa o'qidan og'ishi I_N ga teng. Bu og'ishni yo'qotish uchun qo'shimcha qutbdagi chulg'am o'ramlar sonini quyidagicha o'zgarishi kerak:

$$\Delta W_q = \frac{\Delta I_N}{I_N} W_q$$

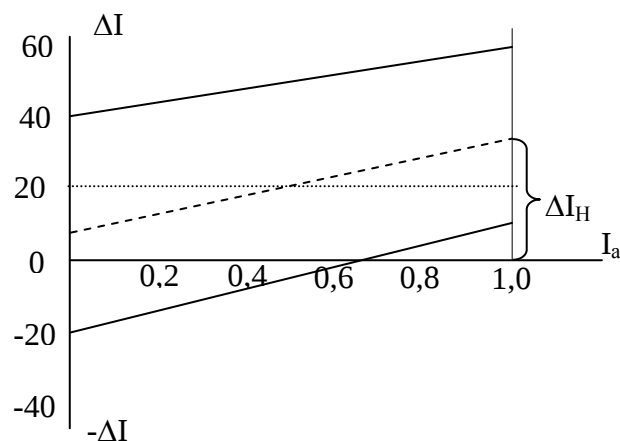
Agar ΔI_N musbat bo'lsa, qo'shimcha qutb chulg'amiga yana o'ramlar o'rash kerak, agar ΔI_N manfiy bo'lsa, chulg'amdagi o'ramlarni kamaytirish kerak. Bu esa texnik jihatdan qiyin, chunki buning uchun butun mashinani qismlarga ajratish va g'altakni o'zgartirish kerak. Boshqa usul, qo'shimcha qutbning havo oralig'i δ ni o'zgartirish. Buning uchun yarmo va qutb orasiga po'lat taglik qo'yish kerak. δ qancha kam bo'lsa, qo'shimcha qutb shuncha kuchli bo'ladi.

6.1 - rasmda 1 - variantning uchqunsiz ishlash oralig'i ko'rsatilgan, uchqunsiz ishlash oralig'ining o'rtacha chizig'i va ΔI_N ko'rsatilgan. Havo oralig'i quyidagicha aniqlanadi:

$$\delta' = \frac{\delta}{I + \frac{\Delta I}{I} \frac{\theta}{\theta - 1}}$$

I – yuklama toki (shu tok uchun qo'shimcha qutbni rostlash kerak) odatda $I = I_N$;

θ – kompensatsiya chulg'ami.



6.1-rasm. Kuchsiz oraliq: uchqunsiz ishlash oralig'i

Qo'shimcha qutb chulg'ami magnitlovchi kuchlarining yakor chulg'ami magnitlovchi kuchlariga nisbati:

$$\theta = \frac{2p(W_k + W_q)l}{\frac{N}{4a}Ia_k} = \frac{8pa(W_k + W_q)}{Na_k}$$

bu yerda, a_1 , a_q – yakor chulg'ami va qushimcha qutb chulg'amlarining parallel shaxobchalari soni;

N – yakor chulg'aming o'tkazgichlar soni;

W_k – bitta qo'shimcha qutb atrofidagi kompensatsiyalovchi chulg'amning o'ramlar soni;

W_q – bitta qo'shimcha qutbning o'ramlar soni.

Qo'shimcha qutb boshmoqlari kengligi bo'yicha maydon kuchsizligini (kuchayishi) bir xil bo'lishi uchun olib tashlangan tagliklar o'rniga magnit bo'lmagan materialdan (masalan – latun) bir xil qalinlikda taglik qo'yiladi. Odatda mashina magnit va nomagnit materialli tagliklar zaxirasi bilan ta'minlanadi.

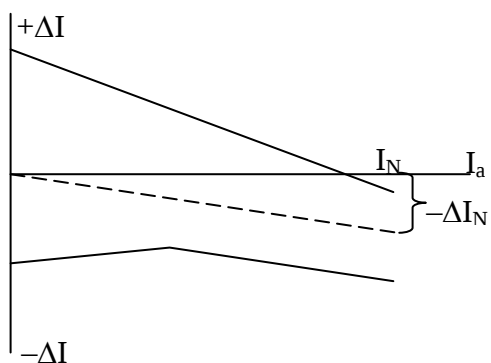
Agar uchqunsiz ishlash oralig'ining o'rtaga chizig'i 6.1-rasmdagidek abssissa o'qidan yuqoriga og'sa qo'shimcha qutb chulg'amlarida magnitlovchi kuchning qiymati kamligini, 6.2 - rasmdagidek abssissa o'qidagi pastga og'ishni qo'shimcha qutb chulg'am magnit kuchining qiymati o'ta yuqoriligini ko'rsatadi.

Uchqunsiz ishlash oralig'ini aniqlash usuli Kasyanov V.T. tomonidan yaratilgan (usul sodda, sanoat sinovlarida ishlatish qulay). Bu usulning asosida yuklama toki 0 dan to 1,2 I_N gacha oshirilganda qo'shimcha qutbning yuqori va pastki chegaralari aniqlanadi, bu chegaralar orasida kommutatsiya «qorong'i» bo'lib qoladi. Bu chegaralar orasi uchqunsiz ishlash oralig'i deyiladi. Bu chegaralardan tashqarida uchqunsiz ishlash mumkin emas.

Qo'shimcha qutb chulg'ami qo'shimcha (+ ΔI) tok bilan ta'minlanadi, qo'shimcha tokni salt ishlashdan boshlab uchqunlanish paydo bo'lguncha o'zgartiriladi. Sinov yakor toki (I_a) turli qiymatlarda o'zgartirilib, qator hosil qilinadi. Bu qator uchqunsiz ishlashning yuqori va pastki chegaralarini beradi.

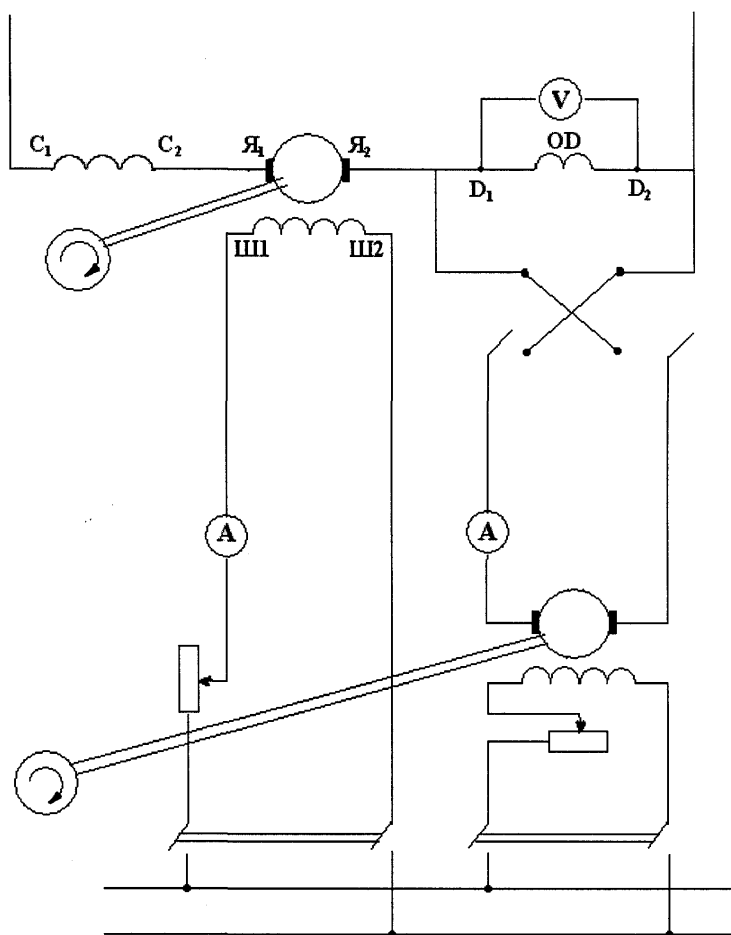
6.1-jadval

N_0	I_n	o' b.	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	W_q	W_k
1	$+\Delta I$	A	40	44	48.0	52	56	60	4	0
	$-\Delta I$	A	-20	-12	-4	4	12	20		
2	$+\Delta I$	A	30	35	40	45	50	55	3	1
	$-\Delta I$	A	-20	-15	-10	-5	0	5		
3	$+\Delta I$	A	25	22.5	20	17.5	15	12.5	4	0
	$-\Delta I$	A	-25	-27.5	-30	-32.5	-35	-37.5		
4	$+\Delta I$	A	30	25	22	17.5	13	10	4	0
	$-\Delta I$	A	-30	-32.5	-35	-36.5	-38	-40		
5	$+\Delta I$	A	40	45	50	55	60	65	3	0
	$-\Delta I$	A	-20	-15	-10	0	10	15		
6	$+\Delta I$	A	30	25	20	15	10	5	4	1
	$-\Delta I$	A	-30	-33	-37	-40	-42.5	-45		
7	$+\Delta I$	A	35	37	39	41	43	45	3	0
	$-\Delta I$	A	-25	-20	-15	-10	-5	0		
8	$+\Delta I$	A	20	15	10	7.5	5	2.5	4	0
	$-\Delta I$	A	-20	-25	-30	-32.5	-35	-37.5		



6.2 – rasm. Kuchli oraliq: uchqunsiz ishlash oralig

Qo'shimcha qutb chulg'amlarini qo'shimcha manbadan ta'minlash sxemasi 6.3 - rasmda ko'rsatilgan.



6.3 – rasm. Uchqinsiz ishlash oralig'ini tekshirish sxemasi

Nazorat savollari

1. O'zgarmas tok mashinasida kommutatsiya qanday sabablarga bog'liq?
2. Uchqunlanish darajasi qanday baholanadi?
3. Uchqunsiz ishlash oralig'ining o'rtacha chizig'i abssissa o'qidan yuqoriga yoki pastga og'gan bo'lsa, bu nimani bildiradi va uni abssissa o'qiga yaqinlashtirish uchun nima qilish kerak?
4. Kommutatsiya haqidagi mulohazalar qanday mezonlarga asoslangan?

7 – Laboratoriya ishi

Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorini reostatsiz ishga tushirishdagi o'tkinchi jarayonlarni tadqiq qilish

Ishning dasturi

1. Stendning elektr jihozlari bilan tanishish.
2. Motor chotkasining geometrik neytralda joylashgandagi yakor chulg'amining r_a aktiv va x_a induktiv qarshiliklarini aniqlash.
3. Bo'yлама o'q bo'yicha yakor chulg'ami bilan qo'zg'atish chulg'amining oqim ilashuvchanligi ψ_{d0} ning $i_{qo'z}$ qo'zg'atish toki bilan bog'liqligini aniqlash: generatorning yuksiz ishlash rejimidan $\psi_{d0} = (i_{qo'z})$ xarakteristikasi olinadi.
4. Motorni yuksiz ishga tushirish va ossillograf yordamida $i_a, n=f(t)$ bog'liklik grafigini a) $i_{qo'z}=i_{qo'zN}$ va $i=i_1$; b) $i_{qo'z}=0,3i_{qo'zN}$ va $i=i_1$; v) $i_{qo'z}=0,3i_{qo'zN}$ va $i=2i_1$ holatlarda aniqlash.
5. Tajriba va hisoblash yo'li bilan olingan $i_a, n=f(t)$ egri chizig'ini qurish.

Laboratoriya mashg'ulotini o'tkazish uchun uslubiy ko'rsatma

1. Yakor zanjirining r_a va x_a qarshiliklari 7.1- rasmdagi sxema yordamida aniqlanadi.
2. O'lchash natijalari quyidagi formulalar yordamida r_a va x_a qarshiliklari hisoblanadi.

$$r_a = \frac{P_a}{J_a^2}, \quad X_a = \sqrt{\left(\frac{U_a}{J_a}\right)^2 - r_a^2}$$

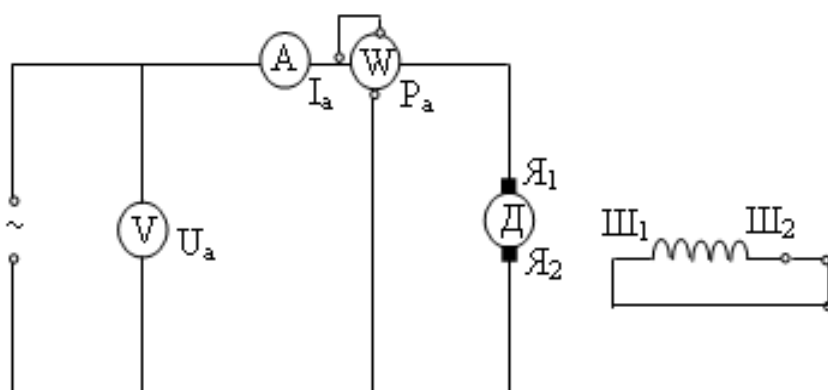
bunda

$$X_a = \frac{x_a}{2\pi f} = \frac{x_a}{314}$$

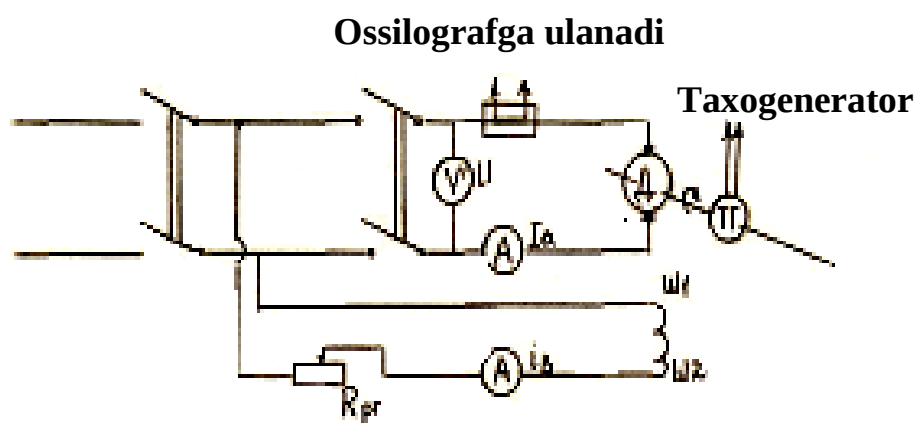
$$3. \psi_{d0} = f(i_{qo'z}) \text{ bog'liqligi} \quad \psi_{d0} = \frac{E_0 \cdot 60}{pn}$$

formulasi yordamida topiladi.

bu yerda generatorning yuksiz ishlashi rejimidagi E_0 – EYUK,
 n – generatorning aylanish tezligi.



7.1 – rasm. Parallel qo‘zg‘atishli o‘zgarmas tok motorini reostatsiz ishga tushirish



7.2 – rasm. O‘zgarmas tok motorini yakor toki va tezligini ossilograflash sxemasi

4. $i_a = f(t)$ bog‘liqligini hisoblash uchun motorning kuchlanish muvozanat differensial tenglamasi ildizlarini topish zarur:

$$R_{1,2} = -\delta \pm \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2};$$

bu yerda

$$\delta = \frac{r_a}{2\alpha_a}; \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{\alpha_a C\mathfrak{D}}}; \quad C\mathfrak{D} = \frac{J}{\mathcal{L}_{do}^2}.$$

Agar ildizlar r_1 va r_2 haqiqiy va har xil bo‘lsa, unda

$$i_a = \frac{U}{\alpha_a} \cdot \frac{1}{p_1 - p_2} \cdot (e^{p_1 t} - e^{p_2 t}).$$

Agar r_1 va r_2 teng hamda haqiqiy bo'lsa, unda $i_a = \frac{U}{\alpha_a} \cdot \frac{1}{p_1 - p_2} \cdot e^{-\delta t}$

Ildizlarning kompleks qiymatida $i_a = \frac{U}{\alpha_a} \cdot \frac{\sin \beta t}{\beta} \cdot e^{-\delta t}$

bu yerda $\beta = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$

Nazorat savollari

1. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorining reostatsiz ishga tushirishdagi o'tkinchi jarayonlarini tushuntirib bering?
2. Motorning kuchlanish muvozanat differensial tenglamasi ildizlari?
3. O'zgarmas tok mashinalari qo'zg'atish turlari?
4. Parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorining nominal kuchlanishi o'zgarishi?

Адабиётлар

1. Пирматов Н.Б. Трансформаторларни таъмирлаш. – Тошкент.: Чулпон нашриёти- матбаа ижодий уйи, 2007. – 62 б.
2. Салимов Ж.С, Пирматов Н.Б. Трансформаторлар ва автотрансформаторлар. –Тошкент.: Вектор-Пресс, 2010.
3. Салимов Ж.С, Пирматов Н.Б. Электр машиналари. –Тошкент: Ўзбекистон файласуфлар миллий нашриёти, 2011.
4. Пирматов Н.Б., Бердиев У.Т., Электромеханика. – Тошкент.: Шамс АСА, 2014.
5. Атабеков В.Б. Ремонт трансформаторов и электрических машин. Издательство: Высшая школа, – 430 с.
6. Гольдберг О.Д. Испытание электрических машин. –М.: Высшая школа, 2000. –255 с.
7. Котеленц Н.Ф., Акимова Н.А., Антонов М.В. «Испытание эксплуатация и ремонт электрических машин» -М.: Академия, 2003. Каракаев А.Б. Эксплуатация и ремонт электрических машин. –СПб.: Изд-во ГМА, 2008. –80 с. Колесников В.В. Эксплуатация и ремонт электрических машин. –СПб.: СЗТУ, 2005. –43 с.
8. Смирнов А.А., Гурлов И.В., Мельнико В.И. Устройство, эксплуатация и ремонт электрических машин.–СПб.: ПГУПС, 2005. – 98 с.
9. Сердешнов А.П. Ремонт электрооборудования. –Мн.: УП «ИВЦ Минфина», 2006.

MUNDARIJA

Kirish	3
Laboratoriya ishi № 1	
Qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning nazorat sinovi.....	4
Laboratoriya ishi № 2	
Faza rotorli asinxron motorning nazorat sinovi.....	8
Laboratoriya ishi № 3	
Uch fazali ikki chulgʻamli transformatorning sinovi.....	16
Laboratoriya ishi № 4	
Uch fazali uch chulgʻamli transformatorning sinovi.....	19
Laboratoriya ishi № 5	
Sinxron mashinaning parametrlarini aniqlash	24
Laboratoriya ishi № 6	
Oʻzgarmas tok mashinasining kommutatsiyasini sozlash	30
Laboratoriya ishi № 7	
Parallel qoʻzgʻatishli oʻzgarmas tok mashinasini reostatsiz ishga tushirishdagi oʻtkinchi jarayonlarini tadqiq etish.....	35
Adabiyotlar	38

Mustafakulova G. N, Bekishev A. E, Taniyev M. X.

“Elektr mashinalari va transformatorlarni taʼmirlash va sinash” fanidan laboratoriya ishilarini bajarish uchun uslubiy koʻrsatma.

Muharrir: Miryusupova Z.M.