

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

S.M. Giyasov, F.S. Isakov

ELEKTR MASHINALARI

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun

USLUBIY KO‘RSATMALAR

Toshkent 2019

Giyasov S.M., Isakov F.S. “Elektr mashinalari”: Laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko‘rsatmalar. – Toshkent: ToshDTU, 2019. - 42 b.

Ushbu uslubiy ko‘rsatmalar “Elektr mashinalari” fanining dasturi asosida ishlab chiqilgan bo‘lib, laboratoriya ishlarini bajarish tartibi keltirilgan.

Uslubiy ko‘rsatmalarda uch fazali ikki chulg‘amli transformatorlar (salt ishlash va qisqa tutashuv, yuklama holati, ulanish guruhlari, parallel ishlashi), qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlar (salt ishlash va qisqa tutashuv, yuklama holati), sinxron mashinalar (salt ishlash va qisqa tutashuv, induksion yuklanish holati), o‘zgarmas tok mashinalari (salt ishlash va qisqa tutashuv, yuklama holati) da laboratoriya ishlarini bajarish, hisobot tayyorlash ketma-ketligi keltirilgan.

Uslubiy ko‘rsatmalar oliy ta‘lim bakalavriat bosqichining “5312100 – Energoaudit va sanoat korxonalarining energetik tekshiruvi” ta‘lim yo‘nalishi uchun mo‘ljallab tuzilgan.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qarori bilan chop etildi

Taqrizchilar: Axmedov A. P.– Toshkent avtomobil yo‘llarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiyasi instituti “Tabiiy fanlar” kafedrası mudiri, f-m.f.n., dots;

Tulyaganov. M. M. - Toshkent davlat texnika universiteti “Elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari” kafedrası mudiri, t.f.n., dots.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2019

KIRISH

O'zbekiston Respublikasi rivojlanishi 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'lishga olib keladi. Talabalarning mustaqil ish, uy ishlarini va dars vaqtida qanday bilim olayotgalarini tekshirib turish va rivojlantirish shakllaridan biri laboratoriya mashg'ulotlaridir.

Ushbu uslubiy ko'rsatmalar keyinchalik talabalarni sanoat korxonalari miqyosida ishlashi davomida, loyihalash jarayonini, elektr qurilmalarni tanlash va hisoblashda hamda davr talabidan kelib chiqqan holda korxonaning iqtisodiy holatini hisobga olib, tejamkor elektr uskunalarni o'rnatishiga yordamchi ko'rsatma hisoblanadi.

Elektr mashina va transformatorlar sanoatning turli ishlab chiqarish korxonalarida, energetikada, transportda (aviatsiya, temir yo'l, avtomobil, metro, tramvay, trolleybus), qishloq va suv xo'jaligida, qurilishda va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi.

Uslubiy ko'rsatmalar oliy o'quv yurtlarining "Energoaudit va sanoat korxonalarining energetik tekshiruvi" yo'nalishi talabalari uchun "Elektr mashinalari" fanining dasturi asosida yozilgan bo'lib, uning mazmuni: transformatorlar, asinxron mashinalar, sinxron mashinalar va o'zgarmas tok mashinalari ketma-ketligida bayon qilingan.

Ushbu uslubiy ko'rsatmalar oliy ta'lim bakalavriat bosqichining 5312100 - Energoaudit va sanoat korxonalarining energetik tekshiruvi yo'nalishi talabalari uchun "Elektr mashinalari" fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun yordam beradi.

1-laboratoriya ishi

Uch fazali ikki chulgʻamli transformatorning salt ishlash, qisqa tutashuv holatlaridagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish

1.1. Ishni bajarishdan maqsad

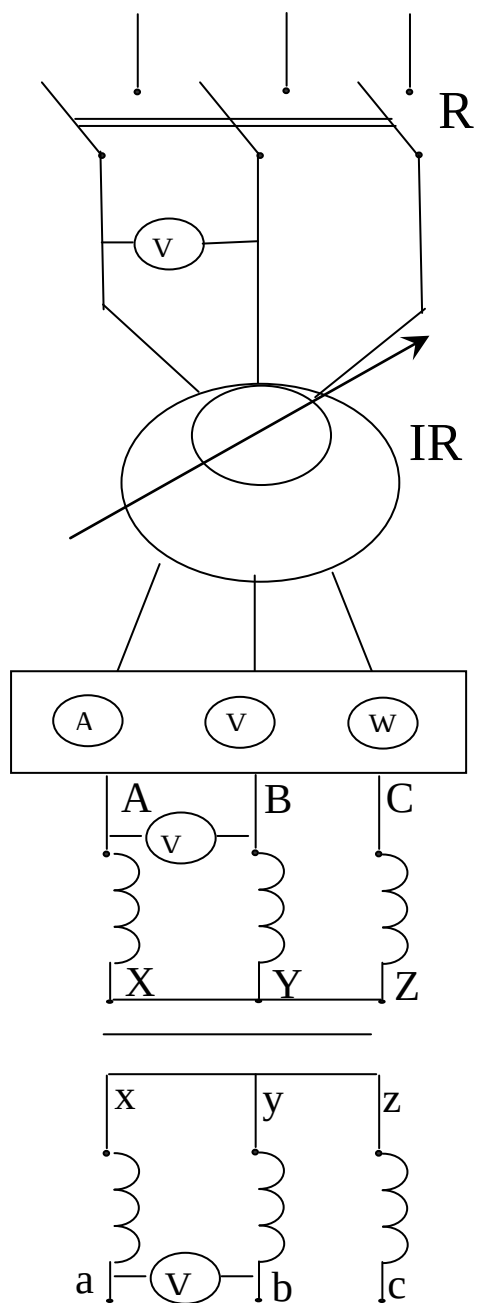
1. Uch fazali transformatorning tuzilishi va tavsiflarini oʻrganish.
2. Transformatorning salt ishlash va qisqa tutashuv holatida uning parametrlarini tekshirish.

1.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Transformator tashqi koʻrikdan oʻtkazilsin va pasportida koʻrsatilgan maʼlumotlar hamda chulgʻamlar qarshiliklari hisobot daftariga yozilsin.
2. Transformatorning salt ishlash tajribasi oʻtkazilsin va $f = f_H = \text{const}$ va $I_2 = 0$ xol uchun I_0 , P_0 , $\cos\varphi_0 = f(U_0)$ tavsiflari qurilsin.
3. Transformatorning qisqa tutashuv tajribasi oʻtkazilsin va $f = f_H = \text{const}$ va $U_2 = 0$ xol uchun I_q , P_q , $\cos\varphi_q = f(U_q)$ tavsiflari qurilsin.
4. Tajriba maʼlumotlaridan foydalanib quyidagilar aniqlansin:
 - a) Transformatsiyalash koefitsiyenti topilsin – k_{tr}
 - b) $U_0 = U_H$ hol uchun salt ishlash toki nominal tokning necha % ni tashkil etishi.
 - d) salt ishlash parametrlari: Z_0 , R_0 , X_0 .
 - e) $I = I_H$ hol uchun qisqa tutashuv kuchlanishi nominal kuchlanishning necha % ni tashkil etishi.
 - f) qisqa tutashuv parametrlari: Z_K , R_K , X_K .

1.3. Ishni bajarish va hisobot tayyorlash tartibi

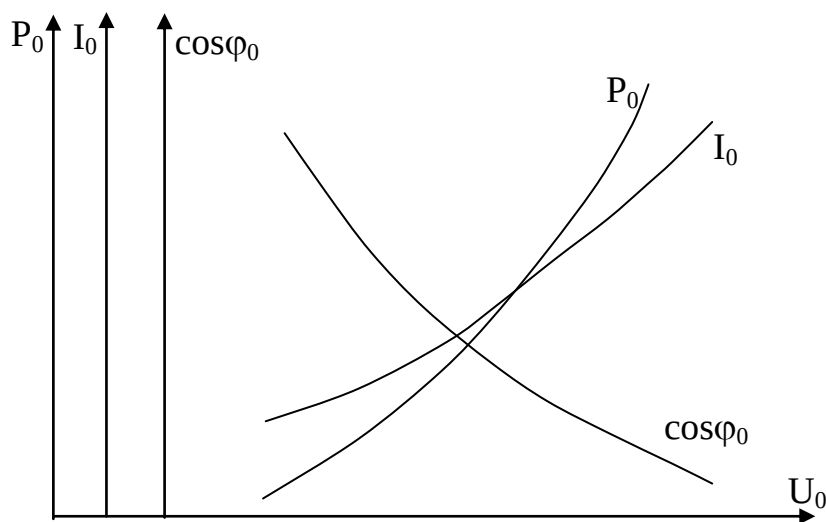
1. Salt ishlash tajribasi. Tajribaning bajarilishidan maqsad transformatorning transformatsiyalash koefitsiyenti, magnit oʻzakdagi quvvat isrofini va ekvivalent almashtirish sxemasining ayrim parametrlarini tekshirish hamda salt ishlash xarakteristikasini qurishdir.
2. Salt ishlash tajribasini oʻtkazish sxemasi 1.1 - rasmda koʻrsatilgan. Transformator birlamchi chulgʻamidagi kuchlanish noldan $U = 1,2 U_H$ gacha oshiriladi. Kuchlanishning bir necha qiymatlari uchun ampermetr, voltmetr va vattmetrlarning koʻrsatkichlari 1.1- jadvalga yozib olinadi.



1.1- rasm. Transformatorning salt ishlash tajribasini o'tkazish sxemasi

1.1-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	$\cos\varphi_0$	Z_0	X_0	r_0



1.2-rasm. Transformatorning salt ishlash tavsifi

P_0 - salt ishlash quvvati, I_0 - salt ishlash toki, $\cos\varphi_0$ - salt ishlash quvvat koeffitsiyenti, U_0 - faza kuchlanishlarining oʻrtacha qiymati

Transformatorning transformatsiyalash koeffitsiyenti:

$$K_{TR} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_2}$$

bu yerda E_1 , U_1 , W_1 va E_2 , U_2 , W_2 – birlamchi va ikkilamchi choʻlgʻamlarning EYUK lari, kuchlanishlari va oʻramlar soni.

Salt ishlash tokining nominal toki

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

bu yerda (I – ampermetr bir boʻlinmasidagi tok qiymati; A)

Faza kuchlanishlarining oʻrtacha qiymati

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

Salt ishlash quvvati

$$P_0 = (P_A + P_B + P_C) \cdot \alpha_P$$

Salt ishlash va almashtirish sxemasining ba'zi parametrlari

$$Z_0 = \frac{U_0}{\sqrt{3} \cdot I_0}, \quad X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2}, \quad r_0 = \frac{P_0}{mI_0^2}$$

Transformatorning salt ishlash quvvat koeffitsienti

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{mU_0 I_0}$$

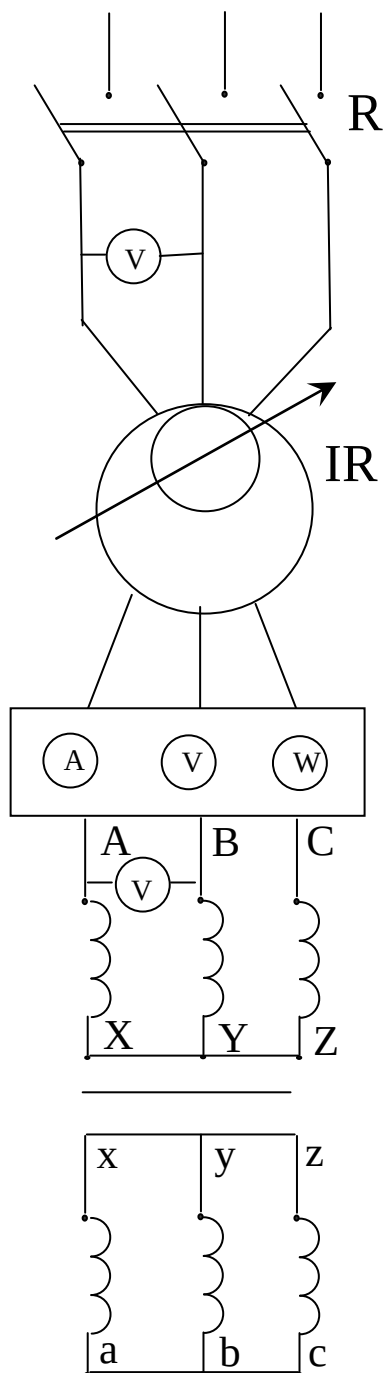
Hisoblangin qiymatlar asosida salt ishlash xarakteristikalarini quriladi (1.2 - rasm).

3. Transformator qisqa tutashuv tajribasi.

Transformator qisqa tutashuvi ikkilamchi chulgʻami boshi va oxiri qarshiligi nolga yaqin boʻlgan oʻtkazgich bilan ulanib, birlamchi chulgʻamga kuchlanish berilganda sodir boʻladi. Bunda ikkilamchi chulgʻam kuchlanishi $U_2 = 0$ va yuk qarshiligi $Z_{yu} = 0$ boʻladi.

Transformator qisqa tutashuv holatida birlamchi chulgʻamga nominal kuchlanish berilsa, uning qarshiliklari nisbatan kichik boʻlganligi sababli, chulgʻamlarda nominal tokdan 15-20 marta katta boʻlgan qisqa tutashuv toklari I_{1qt} , va I_{2qt} oʻta boshlaydi. Chulgʻamlar oʻramlarida bu toklarning kvadratiga proporsional boʻlgan elektrodinamik kuchlar vujudga keladi va issiqlik ajralib chiqadi. Elektrodinamik kuchlar chulgʻam simlarini uzib va eritib yuborishga olib kelishi mumkin. Shu tufayli nominal kuchlanishli transformatorning qisqa tutashuvi «avariya qisqa tutashuvi» deb hisoblanadi. Agar birlamchi chulgʻam kuchlanishini shunday U_{qt} , qiymatgacha kamaytirilganda $I_{1qt} = I_{1n}$ boʻlsa, bunday holatni sinov qisqa tutashuvi deyiladi. Z_{qt} ning qiymati kichikligi sababli $U_{qt} = (0,05 - 0,17) U_n$ boʻladi. Qisqa tutashuv holatidagi ekvivalent elektr sxemasi parametrlarini va qisqa tutashuv kuchlanishi uchburchagini tekshirish imkonini beradi. Uchburchak yordamida esa transformator ishchi holatida tajriba oʻtkazmay turib, uning ishchi tavsiflarini qurish mumkin boʻladi. Qisqa tutashuv tajribasi 1.3 - rasmdagi sxema asosida bajariladi. Sxema yigʻilgandan soʻng IR minimal kuchlanishlik holatga keltiriladi va manbaga ulanadi.

Kuchlanish noldan oshirilib, tokning qiymati $1,2I_n$ da oʻrnatiladi. Oʻlchov asboblarning koʻrsatkichlari yozib olinadi. Tok qiymati I_n oʻrnatilib, ikkinchi koʻrsatkichlar yozib olinadi. Shu tariqa tok nolgacha 4 marta kamaytirilib 1.2 - jadvalning chap tomoni toʻldiriladi.



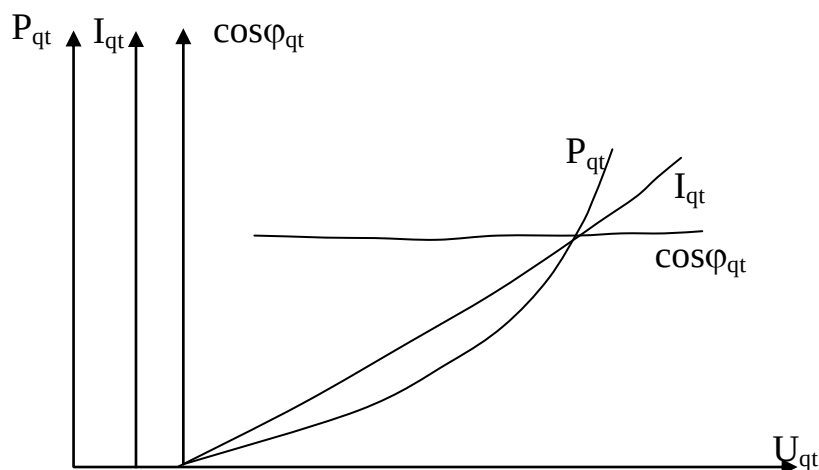
1.3 - rasm. Transformorning qisqa tutashish tajribasi o'tkazish sxemasi

Qisqa tutashuv tajribasi ma'lumotlari asosida quyidagilar hisoblanadi va 1.2 - jadvalning o'ng tomoniga kiritiladi. Qisqa tutashuv toki $I_{qt.}$, kuchlanishi $U_{qt.}$, quvvati $P_{qt.}$ va quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi_{qt}$ quyidagicha topiladi:

$$I_{qt} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \alpha_I, \quad U_{qt} = \frac{U_a + U_b + U_c}{3} \alpha_U, \quad P_{qt} = (P_a + P_b + P_c) \alpha_W, \quad \cos \varphi_{qt} = \frac{P_{qt}}{3U_{qt} \cdot I_{qt}}$$

Qisqa tutashuv holatidagi aktiv, induktiv va to'la qarshiliklar quyidagicha topiladi:

$$Z_{qt} = \frac{U_{qt}}{I_{qt}}, \quad r_{qt} = \frac{P_{qt}}{mI_{qt}^2}, \quad X_{qt} = \sqrt{Z_{qt}^2 - r_{qt}^2}.$$



1.4-rasm. Transformatorning qisqa tutashuv tavsifi:

P_{qt} - qisqa tutashuv quvvati, I_{qt} - qisqa tutashuv toki, $\cos \varphi_{qt}$ - qisqa tutashuv quvvat koeffitsiyenti, U_{qt} - faza kuchlanishlarining o'rtacha qiymati.

Bu formulalar yordamida topilgan qiymatlar 1.2 - jadvalning o'ng tomoniga yozib qo'yiladi va ular yordamida transformatorning qisqa tutashuv tavsifi – I_{qt} , P_{qt} , $\cos \varphi_{qt} = f(U_{qt})$ quriladi (1.4 - rasm).

1.2-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_{qt}	U_{qt}	P_{qt}	$\cos \varphi_{qt}$	Z_{qt}	X_{qt}	R_{qt}

1.4. Sinov savollari

1. Nima uchun transformatorning qisqa tutashuv holati tekshiriladi?
2. Qisqa tutashuv holatidagi aktiv, induktiv va to'la qarshiliklari qanday topiladi?
3. Transformatorning qisqa tutashuv holatidagi vektor diagrammasini chizib bering?
4. Nima uchun transformatorning ikkilamchi chulg'ami qisqa tutashtirilganda birlamchi chulg'am toki oshib ketadi?
5. Nima uchun transformatorning qisqa tutashuv parametrlari salt ishlash parametrlaridan kichik bo'ladi?
6. Transformator qisqa tutashuv quvvat isrofini topishning qanday amaliy ahamiyati bor?
7. Transformator qisqa tutashuv kuchlanishi miqdori uning qanday xususiyatlarini aniqlab beradi?

2-laboratoriya ishi

Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning yuklama holatidagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish

2.1. Ishni bajarishdan maqsad

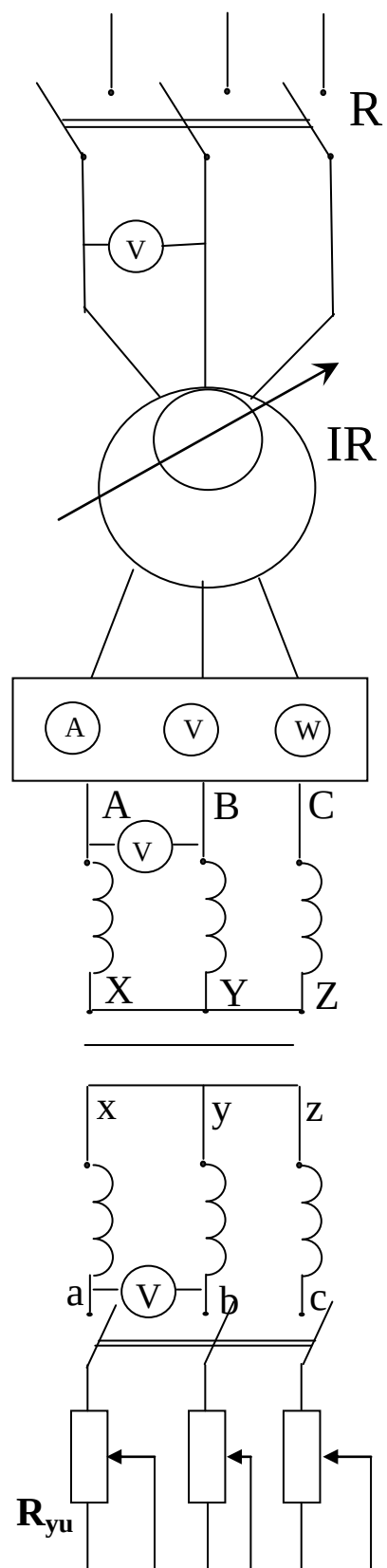
1. Transformatorning ishchi tavsiflarini qurish, foydali ish koefitsientini aniqlash va yuklama holatida uning parametrlarini tekshirish.

2.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Transformator tashqi ko'rikdan o'tkazilsin va pasportida ko'rsatilgan ma'lumotlar hisobot daftariga yozilsin.
2. Yuklama tavsiflari I_1 , P_1 , $\cos\varphi_1$, U_2 , $\eta = f(k_{yu})$ ni qurish uchun ma'lumotlar 2.1- jadvalga yozib olinsin.

2.3. Ishni bajarish va hisobot tayyorlash tartibi

1. Transformator tashqi ko'rikdan o'tkazilsin va 2.1- rasmdagi sxema yig'ilsin.



2.1- rasm. Transformatorning yuklama tajribasi o'tkazish sxemasi

2.Transformatorning yukli ishlash rejimini hosil qilish uchun, birlamchi chulg'amga nominal kuchlanish berib, ikkilamchi chulg'amni esa iste'molchiga ulash lozim. Kuchlanish $U_1 = U_{1n}$ qiymatni o'zgartirmasdan saqlagan holda, Z_{yuk} ning 4-5 ta qiymatlari uchun birlamchi chulg'am toklari, quvvati va ikkilamchi chulg'am toki hamda kuchlanishlarining qiymatlarini o'lchov asboblarning ko'rsatkichlarini 2.1- jadvalning chap tomoniga yozib olinadi.

3.Hisoblashlar quyidagi ifodalar yordamida bajariladi:

$$I_1 = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} C_A,$$

$$P_1 = (P_A + P_B + P_C) C_w,$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{P_1}{3 \cdot U_1 \cdot I_1},$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}.$$

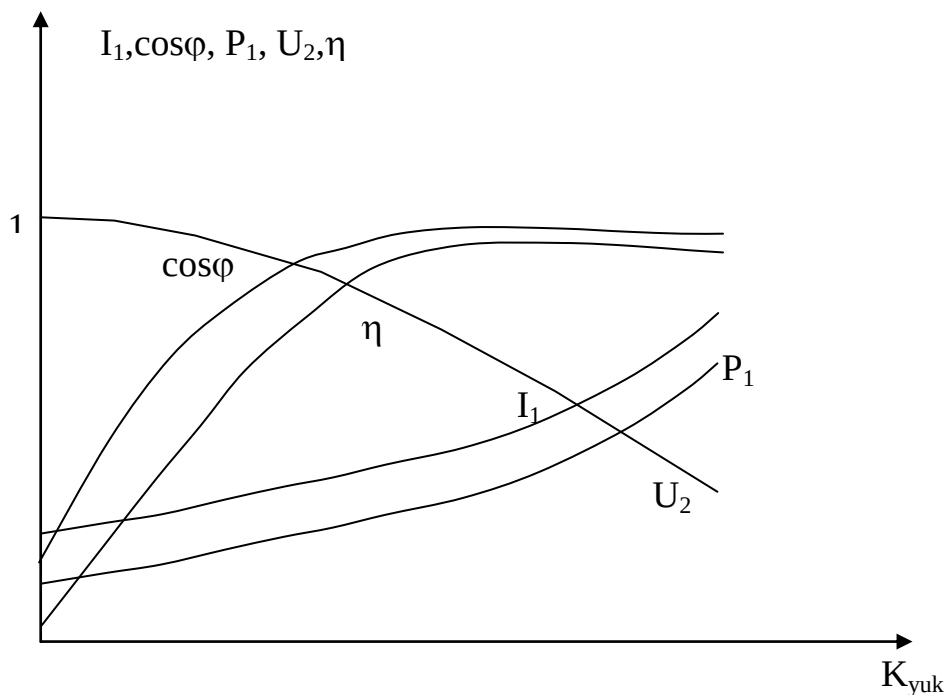
foydali ish koefitsiyentini quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\eta = 1 - \frac{P_0 + K_{HT}^2 P_{KH}}{K_{HT} S_H \cos\varphi_2 + P_0 + K_{HT}^2 P_{KH}};$$

Birlamchi cho'lg'am tokining o'rtacha qiymati, quvvati va quvvat koefitsientlari avvalgi tajribalardagidek hisoblanib 2.1-jadvalning o'ng tomoni to'ldiriladi.

2.1- jadval

O'lchangan qiymatlar								Hisoblangan qiymatlar					
I_A	I_B	I_C	P_A	P_B	P_C	U_2	I_2	U_1	P_1	I_1	P_2	$\cos\varphi_1$	η



2.2-rasm.Transformatorning yuklama tavsifi

I_1 - birlamchi cho'lg'am tokining o'rtacha qiymati, $\cos\varphi$ - quvvat koeffitsient, P_1 - quvvat, U_2 - ikkilamchi cho'lg'am kuchlanishi, η - F.I.K, K_{yuk} - yuklama koeffitsienti

2.4. Sinov savollari

1. Nima uchun transformatorning yuklama holati tekshiriladi?
2. Yuklama holatida ikkinchi chulg'am kuchlanishi nega tushib ketadi?
3. Transformatorning yuklama holatidagi vektor diagrammasini chizib bering.
4. Transformator qisqa tutashuv parametrlariga uning konstruktiv qismlari o'lchamlarining qanday ta'siri bor?

3-laboratoriya ishi

Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarning ulanish guruhlarini tekshirish

3.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Transformator chulg'amlarining ulanish guruhlarini tekshirish.

3.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Tekshirilayotgan transformatorlarning hujjatlarida ko'rsatilgan ma'lumotlarni hisobot daftariga yozilsin.
2. Transformatorlar ulanish guruhleri aniqlansin.

3.3. Ishni bajarishga oid uslubiy ko'rsatmalar

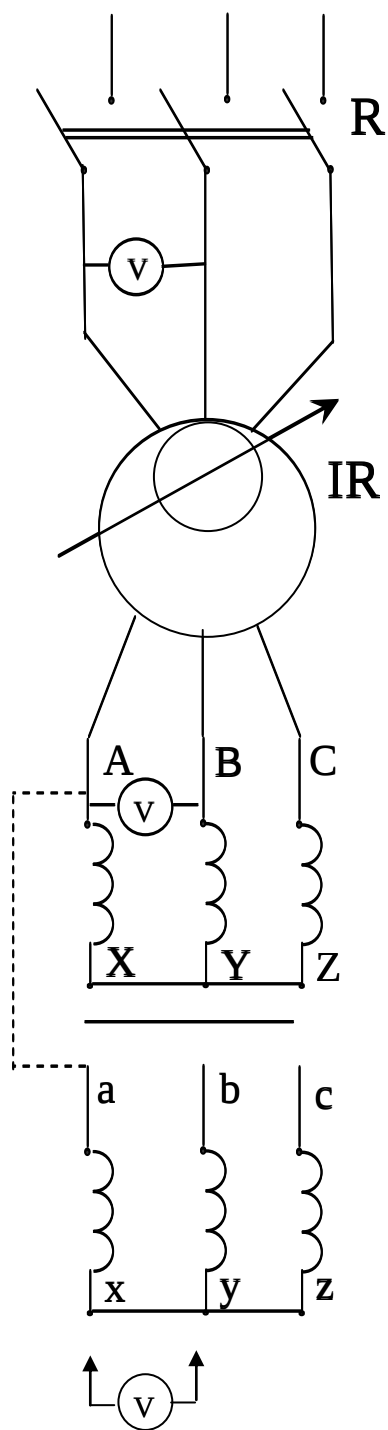
Transformatorlar parallel ulanganda iste'molchilarni uzluksiz elektr energiya bilan ta'minlash, transformatorlarni ta'mirlashni tashkil etish yengillashadi, iste'molchi qabul qilayotgan quvvatning qiymati o'zgarganda parallel ishlayotgan transformatorlar sonini o'zgartirib ularni nominal rejimda ushlab turiladi.

Transformatorlarni parallel ulash uchun, transformatorni parallel ulash shartlari bajarilishi kerak. Shu shartlardan biriga asosan parallel ulanayotgan transformatorlar ulanish guruhleri bir xil bo'lishi kerak. Agar ushbu shart bajarilmasa ikkilamchi chulg'amlarning kuchlanishlari orasidagi faza burchaklari hisobiga tenglashtiruvchi tok har doim mavjud bo'lishiga olib keladi. Transformatorlar ulanish guruhleri nazariyasiga asosan, agarda transformatorlardan biri 0 guruh, ikkinchisi 11 guruhga taalluqli bo'lsa faza burchaklari $\frac{\pi}{6}$ ga teng. Bu qiymat esa ikki xil ulanish guruhli transformatorlarda minimaldir. Ko'p hollarda uchraydigan $U_{qt}=5.5\%$ va 6-10kV kuchlanishli transformatorlar uchun, Salt

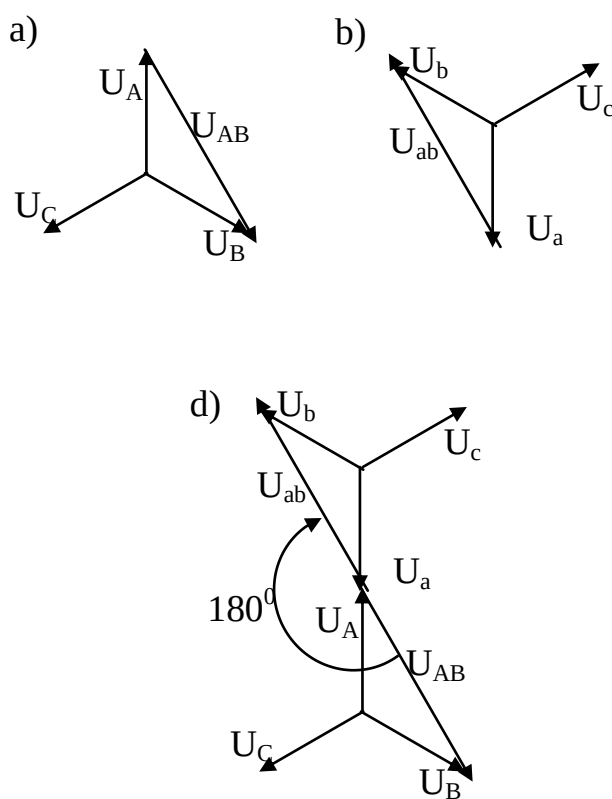
ishlagandagi tenglashtiruvchi tok nominal tokdan $\frac{I_{teng}}{I_2} = \frac{100 \sin \frac{\pi}{12}}{U_{qt}} = 4.7$ marta katta bo'ladi. Bu esa har xil ulanish guruhlariga mansub bo'lgan transformatorlarni parallel ishlatish qat'iyan man etilishiga dalildir.

O'qituvchining ko'rsatmasiga ko'ra transformatorning bir necha ulanish guruhleri tajriba usuli bilan aniqlanadi. Buning uchun 3.1-rasmdagi sxema yig'iladi. Birlamchi chulg'amga uch fazali kuchlanish beriladi va A-X, B-Y, C-Z, a-x, b-y, c-z, B-B, C-c, A-B, a-b nuqtalar orasidagi kuchlanishlar (potensiallar farqi) voltmeter yordamida o'lchanib, 3.1-jadvalga kiritiladi.

Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar uchun alohida vektor diagrammalar quriladi (3.2-rasm, a, b, d).



3.1- rasm. Voltmetr yordamida transformator ulanish guruhlarini aniqlash sxemasi



3.2-rasm. Vektor diagramma

Chulgʻamlar «A» va «a» nuqtalarda elektrik bogʻlanganligini hisobga olib, ikkala vektor diagrammasi birgalikda chiziladi. U_{AB} va U_{ab} kuchlanishlar vektorlari aniqlanib, ular orasidagi burchak 30° ga boʻlinadi. Hosil boʻlgan son ulanish guruhining tartibini bildiradi.

3.1- jadval

Ulanish guruhi sxemasi	U_{AB}	U_{ab}	U_{Bb}		U_{Bc}		U_{Cc}		U_{Cb}	
			tajriba	hisob natijasi	tajriba	hisob natijasi	tajriba	hisob natijasi	tajriba	hisob natijasi
1. Y/Y ₀										
2. Y/Y ₆										
3. Y/ Δ ₁₁										
4. Y/ Δ ₅										

Transformatsiya koeffitsiyenti quydagicha aniqlanadi:

$$K = \frac{U_{AB}}{U_{ab}}$$

Soʻngra 3.2- rasmda keltirilgan vektor diagrammalar quriladi.

3.4. Sinov savollari

1. Transformatorning ulanish guruhlar haqida nima bilasiz?
2. Transformatorning ulanish guruhlarini tekshirish usullari.
3. Chulgʻamlari Y/Y yoki Δ/Δ ulansa qanday guruh boʻladi?
4. Chulgʻamlari Y/ Δ yoki Δ/Y ulansa qanday guruh boʻladi?

4- laboratoriya ishi

Uch fazali ikki chulgʻamli transformatorlarning parallel ishlashi

4.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Transformatorlarni parallel ulashni oʻrganish va parallel ishlab turgan transformatorlarning ish rejimini tahlil qilish.

4.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Tekshirilayotgan transformatorlarning hujjatlarida koʻrsatilgan maʼlumotlarni hisobot daftariga yozilsin.
2. Ikkita transformatorlar parallel ulansin.
3. Parallel ulangan transformatorlarning U_{21} , U_{22} , I_{21} , $I_{22} = f(I_{yuk})$ xarakteristikallari qurilsin.

4.3. Ishni bajarishga oid uslubiy ko'rsatmalar

Transformatorlar parallel ulanganda iste'molchilarni uzluksiz elektr energiya bilan ta'minlash, transformatorlarni ta'mirlashni tashkil etish yengillashadi, iste'molchi qabul qilayotgan quvvatning qiymati o'zgarganda parallel ishlayotgan transformatorlar qonuni o'zgartirilib ularni nominal rejimda ushlab turiladi.

Transformatorlarni parallel ulash uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1. Parallel ulanayotgan transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari nominal kuchlanishlari ishlab turgan transformatorlarning birlamchi va ikkilamchi chulg'am kuchlanishlariga o'zaro teng bo'lishi yoki ularning transformatsiyalash koeffitsiyentlari teng bo'lishi kerak.

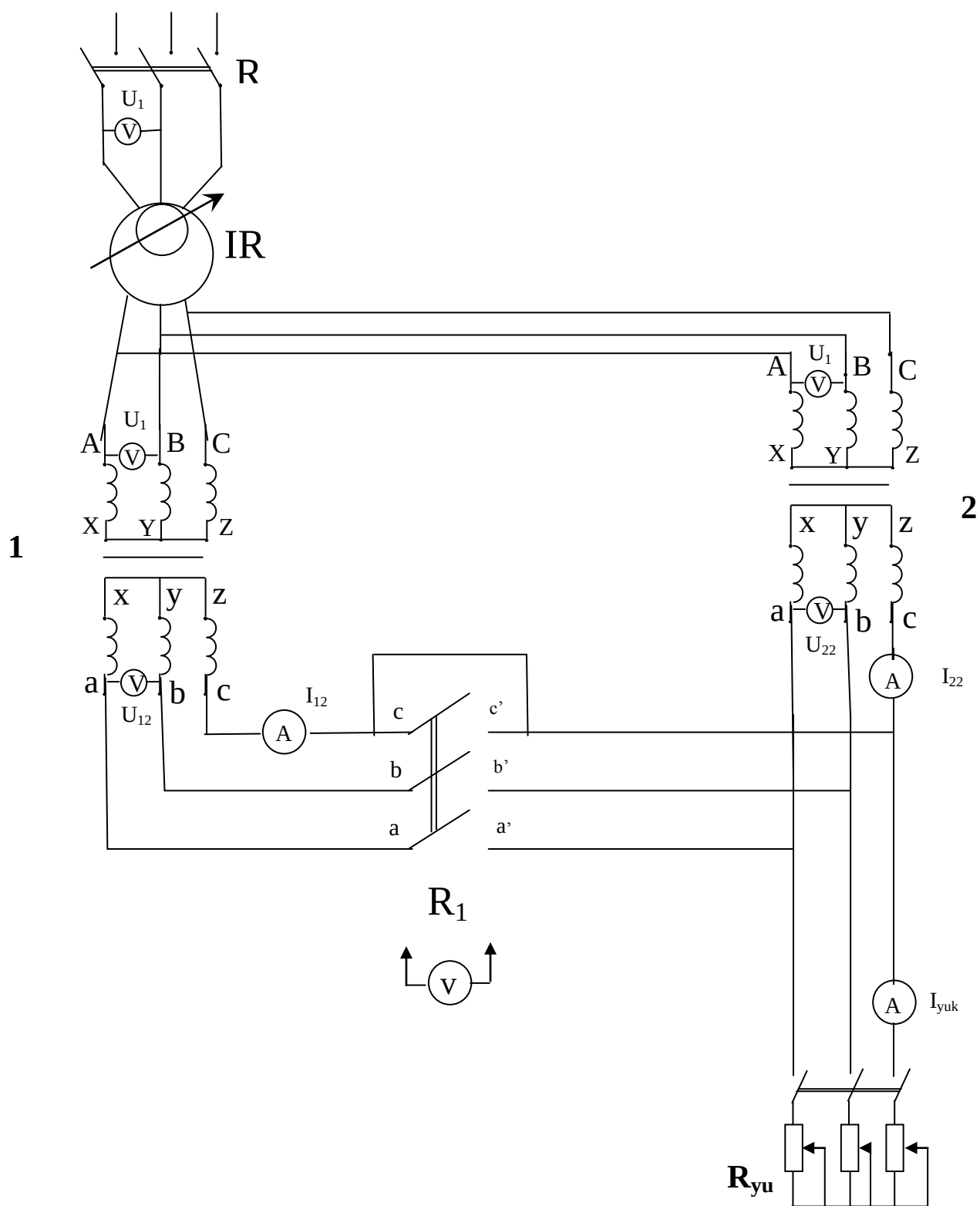
2. Parallel ulanayotgan transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlarining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari o'zaro teng ya'ni ulanayotgan transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlari teng, yoki qisqa tutashuv uchburchaklari teng bo'lishi kerak.

3. Parallel ulanayotgan transformatorlar ulanish guruhleri bir xil bo'lishi kerak. Agar ushbu shart bajarilmasa, ikkilamchi chulg'amlarning kuchlanishlari orasidagi faza burchaklari hisobiga tenglashtiruvchi tok har doim mavjud bo'lishiga olib keladi. Transformatorlar ulanish guruhleri nazariyasiga asosan, agarda transformatorlardan biri 0 guruh, ikkinchisi 11guruhga taalluqli bo'lsa, faza burchaklari $\frac{\pi}{6}$ ga teng. Bu qiymat esa ikki xil ulanish guruhli transformatorlarda minimaldir.

4. Ko'p hollarda uchraydigan $U_{qt}=5.5\%$ va 6-10 kV kuchlanishli transformatorlar uchun salt ishlagandagi tenglashtiruvchi tok nominal

tokdan $\frac{I_{teng}}{I_2} = \frac{100 \sin \frac{\pi}{12}}{U_{qt}} = 4.7$ marta katta bo'ladi. Bu esa har xil ulanish

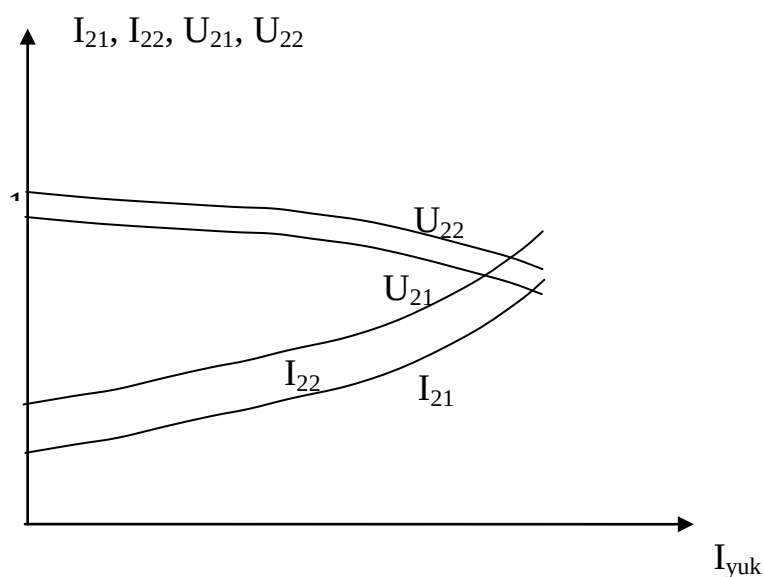
guruhlariga mansub bo'lgan transformatorlarni parallel ishlatish qat'iyan man etilishiga dalildir. 1- shart bajarilmasa, qolgan shartlar bajarilsa, kuchlanishlar vektorlari farqining qiymati transformatsiyalash koeffitsiyentlari farqiga proporsional bo'ladi; 2-shart bajarilmasa, transformatorlar yuklanish darajasi har xil bo'ladi, ya'ni qisqa tutashuv kuchlanishi kichik bo'lgan transformator nominal yuklanishdan ortiqroq, qisqa tutashuv kuchlanishi katta bo'lgan transformator nominal yuklanishdan kamroq yuklanadi.



4.1- rasm. Transformatorlarni parallel ishlatish tajribasi sxemasi

4.1 – jadval

№ o'lchov	U_{2I}	U_{2II}	I_{2I}	I_{2II}	I_{yuk}
	B	B	A	A	A
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					



4.2 - rasm. Transformatorlarning parallel ishlash holatidagi tok va kuchlanish tavsiflari

I_{21} , I_{22} , - transformatorlarning ikkilamchi chulg'am toklari, U_{21} , U_{22} - transformatorlarning ikkilamchi chulg'am kuchlanishlari, I_{yuk} - umumiy yuklama toki

4.4. Sinov savollari

1. Ulanish guruhlari har hil bo'lgan transformatorlarni parallel ulab ishlatsak nima bo'ladi?
2. Qisqa tutashuv kuchlanishi deb nimaga aytiladi?
3. Transformatorlar parallel ishlatilganda ularning transformatsiya koefitsiyentlari necha foizga farq qilishi mumkin?
4. Transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlari mos ravishda: $U_{kI} = 6\%$, $U_{kII} = 7\%$ bo'lsa, bu transformatorlarni parallel ishlatish mumkinmi, qolgan ko'rsatkichlar mos kelib tursa?

5. Parallel ishlab turgan transformatorlar orasidagi yuklama qanday taqsimlanadi:

- a) Barcha shartlar bajarilgan bo'lsa;
- b) Qisqa tutashuv kuchlanishlari har xil bo'lsa.

5- laboratoriya ishi

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning salt ishlash va qisqa tutashuv tavsiflarini tekshirish

5.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning tuzilishini va ishlash prinsipini o'rganish.
2. Motorni ishga tushirish usullari bilan tanishish.
3. Motorning salt ishlash va qisqa tutashuv tavsiflarini tajribada tekshirish va ularni grafik tarzda tasvirlash.

5.2. Ishning dasturi

1. Motorning konstruktiv tuzilishi bilan tanishish. Sxemalarni yig'ish.
2. Motorni tarmoqqa to'g'ridan-to'g'ri ulab ishga tushirish.
3. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning stator chulg'amlarini yulduz sxemasidan uchburchak sxemasiga o'tkazish orqali ishga tushirish.
4. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning salt ishlash tavsifi I_0 , P_0 , $\cos\varphi_0 = f(U_0)$ ni ifodalovchi bog'liqlikni $f_1 = f_n = \text{const}$ va $P_2=0$ bo'lganda olish.
5. Qisqa tutashuv tavsifi I_q , P_q , $\cos\varphi_q = f(U_q)$ ni ifodalovchi bog'liqlikni $f_1 = f_n = \text{const}$ va $n = 0$ bo'lganda olish.

5.3. Ishni bajarish tartibi va hisobot tayyorlash bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

1. Motor pasportidagi uning normal ish holatini ko'rsatuvchi nominal kattaliklar hisobot daftarchasiga ko'chirilib yoziladi.

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motori yurgiziladi. Motorning stator chulg'amini yulduz (Y) usulidan uchburchak (Δ) usulida ulab yurgiziladi (5.1 - rasm). Asinxron motorning stator chulg'ami ko'pincha Δ usulida ulanadi. Chulg'amlar Δ usulida ulanganda yurgizish toki ancha

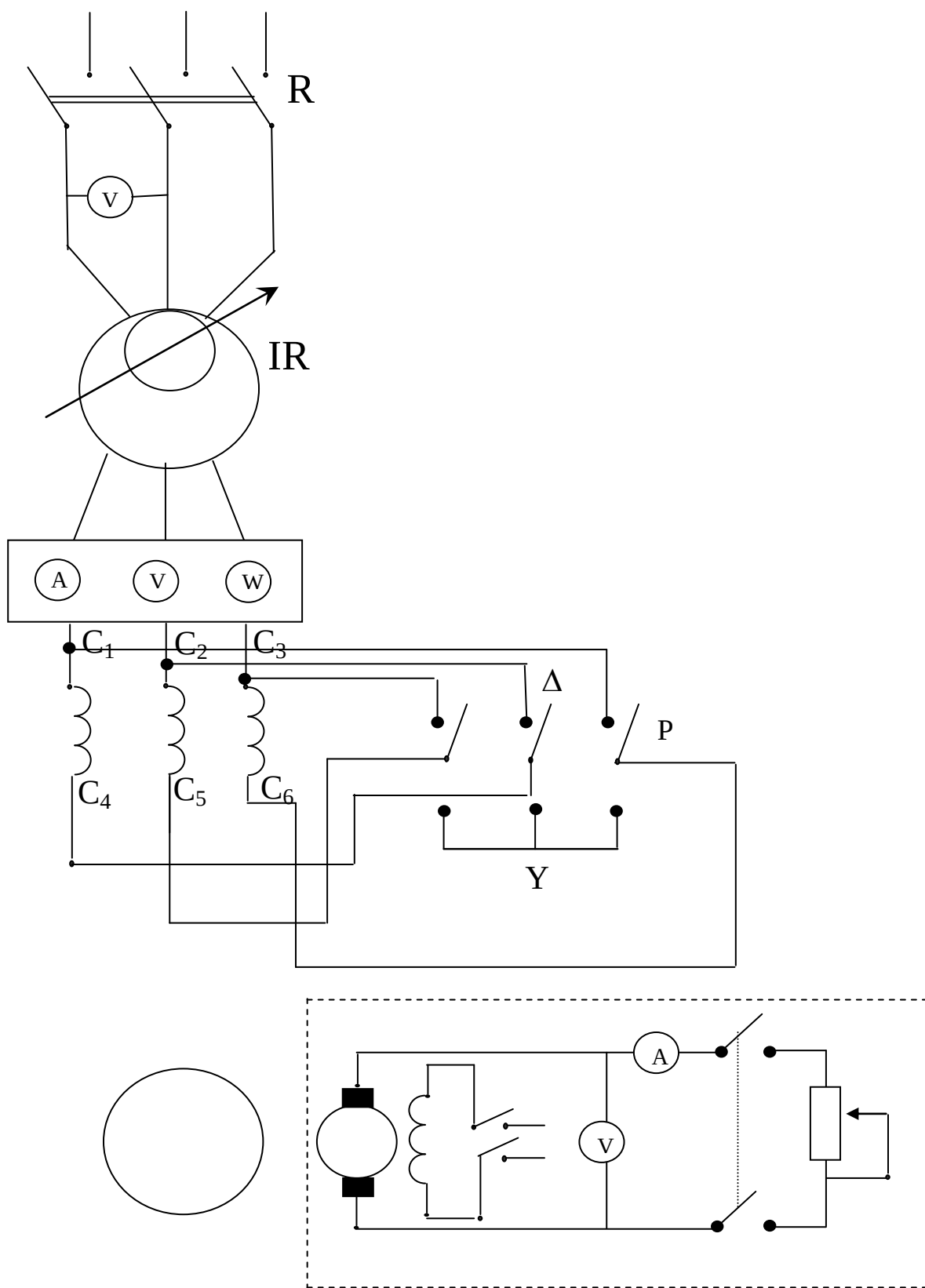
katta bo‘ladi. Agar chulg‘amlar Y usulida ulansa, ayrim faza cho‘lg‘amlariga beriladigan kuchlanish $\sqrt{3}$ marta kamayadi, demak, faza toklari ham $\sqrt{3}$ marta kamayadi. Motorni 5.1-rasmdagi sxema asosida yurgizish uchun qayta ulagich II Y holatiga o‘tkazilib, motor rubilnik P₁ yordamida elektr tarmog‘iga ulanadi. Motorning aylanish tezligi barqarorlashgan qiymatga yetganda qayta ulagich II Δ holatiga chaqqonlik bilan o‘tkaziladi. Bunda stator chulg‘amlari Δ usulida ulanib qoladi va motor normal sharoitda ishlaydi. Motorning yurgizish momenti tarmoq kuchlanishi kvadratiga to‘g‘ri mutanosib ($M \equiv U_1^2$) bo‘lgani uchun yurgizish vaqtida aylantiruvchi moment M_{top} ham uch marta kamayadi. Shu sababli nominal yuklama bilan yurgiziladigan motorlarni bu usul bilan yurgizib bo‘lmaydi. Yurgizish vaqtida M_{top} ning kichik bo‘lishi bu usulning kamchiligi hisoblanadi.

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning salt ishlash tavsifini olish uchun 5.1 - rasm sxema yig‘iladi. Stator chulg‘ami induksion rostlagich (IR) orqali P₁ rubilnik yordamida elektr tarmog‘iga ulanadi. IR yordamida stator chulg‘amiga berilayotgan kuchlanishning qiymati o‘zgartirib turiladi. Kuchlanish, tok va aktiv quvvatlarning qiymatlari o‘lchov asbobi K-50 yoki K-505 yordamida aniqlanadi.

Motorni yurgizgandan so‘ng stator chulg‘amiga berilayotgan kuchlanishning qiymati IR yordamida $1,2U_H$ ga yetkaziladi va birinchi o‘lchash amalga oshiriladi. So‘ngra kuchlanishning qiymati kamaytirilib, 5-6 ta nuqta olinadi. O‘lchash natijalari 5.1-jadvalga yoziladi.

5.1- 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	cosφ ₀	Z ₀	X ₀	r ₀



5.1- rasm. Motorni yurgizish va tajriba oʻtkazish sxemasi

Salt ishlash toki I_0 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 koeffitsiyenti:

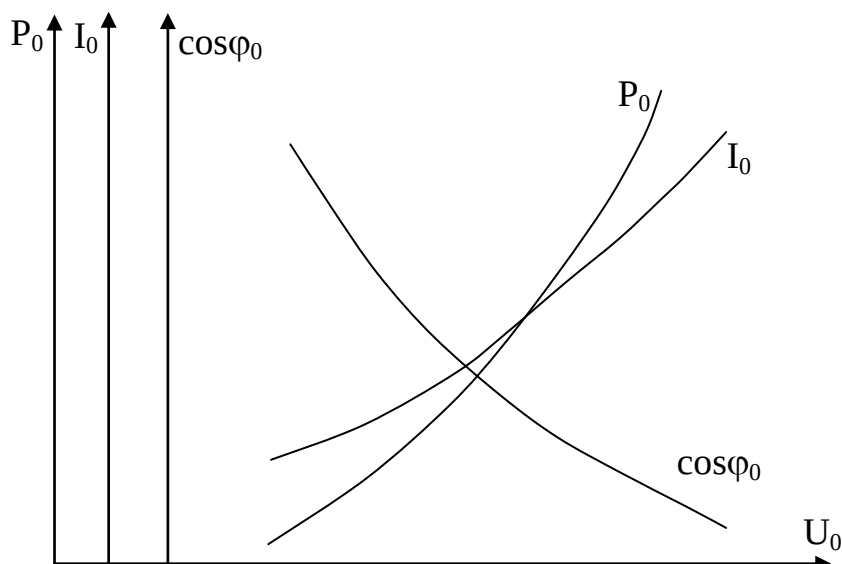
$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{3U_0 \cdot I_0}$$

Salt ishlash holatidagi aktiv r_0 , induktiv X_0 va to'la qarshiliklar Z_0 quyidagicha topiladi:

$$Z_0 = \frac{U_0}{I_0}, \quad r_0 = Z_0 \cos \varphi_0, \quad X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2}.$$

Bu formulalar yordamida topilgan qiymatlar 5.1 – jadvalning o'ng tomoniga yozib qo'yiladi va ular yordamida motorning salt ishlash tavsifi – I_0 , P_0 , $\cos \varphi_0 = f(U_0)$ quriladi (5.2 - rasm).

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning Qisqa tutashuv tavsifini olish uchun ham 5.1- rasmdagi sxemadan foydalanamiz. Lekin bu tajribani o'tkazish jarayonida motorning rotorini tormozlovchi qurilma yordamida qo'zg'almas holatda ushlab turiladi. IR ning holati nol (0) holatiga o'rnatilib, P_1 rubilnik yordamida motor tarmoqqa ulanadi va tezda IR yordamida kuchlanish qiymati oshirilib borilib, tokning $1,2I_H$ qiymati qo'yiladi va birinchi o'lchash amalga oshiriladi. So'ngra IR yordamida kuchlanish pasaytirib boriladi va I , P , U ning 5-6 nuqtasi o'lchab olinadi va 5.2 – jadvalning chap tomoniga yozib qo'yiladi.



5.2 - rasm. Motorning salt ishlash tavsifi

P_0 - salt ishlash quvvati, I_0 - salt ishlash toki, $\cos\varphi_0$ - salt ishlash quvvat koeffitsiyenti, U_0 - faza kuchlanishlarining o'rtacha qiymati

Qisqa tutashuv toki I_{qt} , kuchlanishi U_{qt} , quvvati P_{qt} va quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi_0$ quyidagicha topiladi:

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

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

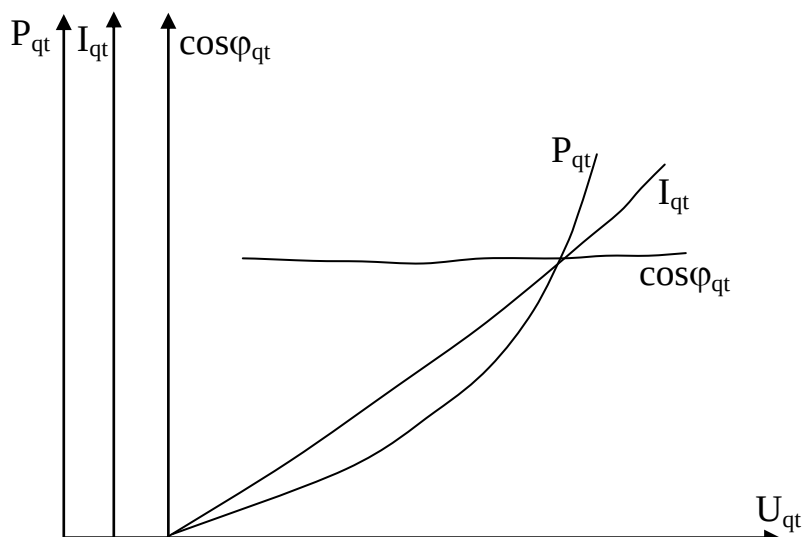
$$P_{qt} = (P_a + P_b + P_c) \alpha_W \cdot$$

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

Qisqa tutashuv holatidagi aktiv, induktiv va to'la qarshiliklar quyidagicha topiladi: $Z_{qt} = \frac{U_{qt}}{I_{qt}}$, $r_{qt} = Z_{qt} \cos \varphi_{qt}$, $X_{qt} = \sqrt{Z_{qt}^2 - r_{qt}^2}$. Bu formulalar yordamida topilgan qiymatlar 5.2-jadvalning o'ng tomoniga yozib qo'yiladi va ular yordamida motorning qisqa tutashuv tavsifi - I_{qt} , P_{qt} , $\cos\varphi_{qt} = f(U_{qt})$ quriladi (5.3 - rasm)

5.2 - 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_{qt}	U_{qt}	P_{qt}	$\cos\varphi_{qt}$	Z_{qt}	X_{qt}	r_{qt}



5.3-rasm. Motorning qisqa tutashuv tavsifi

P_{qt} - qisqa tutashuv quvvati, I_{qt} - qisqa tutashuv toki, $\cos\varphi_{qt}$ - qisqa tutashuv quvvat ko'effitsiyenti, U_{qt} - faza kuchlanishlarining o'rtacha qiymati

5.4. Sinov savollari

1. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering.
2. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlarning qanday yurgizish usullarini bilasiz.
3. Motorning salt ishlash tavsiflari tajribada qanday olinadi va ularning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.
4. Motorning qisqa tutashuv tavsiflari tajribada qanday olinadi va ularning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.

6 - laboratoriya ishi.

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning ish tavsiflarini tekshirish

6.1. Ishni bajarishdan maqsad

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning ish tavsiflarini tajriba yo'li bilan olish va uni qurishni o'rganish.

6.2. Ishning dasturi

Motorning ish tavsiflarini ifodalovchi bog'liqlik $P_1, I_1, \cos\varphi_1, \eta, s, n = f(P_2)$ larni $U_1 = U_n = \text{const}$ va $f_1 = f_n = \text{const}$ bo'lganda

1) stator chulg'amlari yulduz ulangan holatlar uchun $P_1, I_1, \cos\varphi_1, \eta, s, n = f(P_2)$ larni $U_1 = U_n = \text{const}$ va $f_1 = f_n = \text{const}$ bo'lganda

2) stator chulg'amlari uchburchak ulangan holatlar uchun $P_1, I_1, \cos\varphi_1, \eta, s, n = f(P_2)$ larni $U_1 = U_n = \text{const}$ va $f_1 = f_n = \text{const}$ bo'lganda olish.

6.3. Ishni bajarish tartibi va hisobot tayyorlash bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

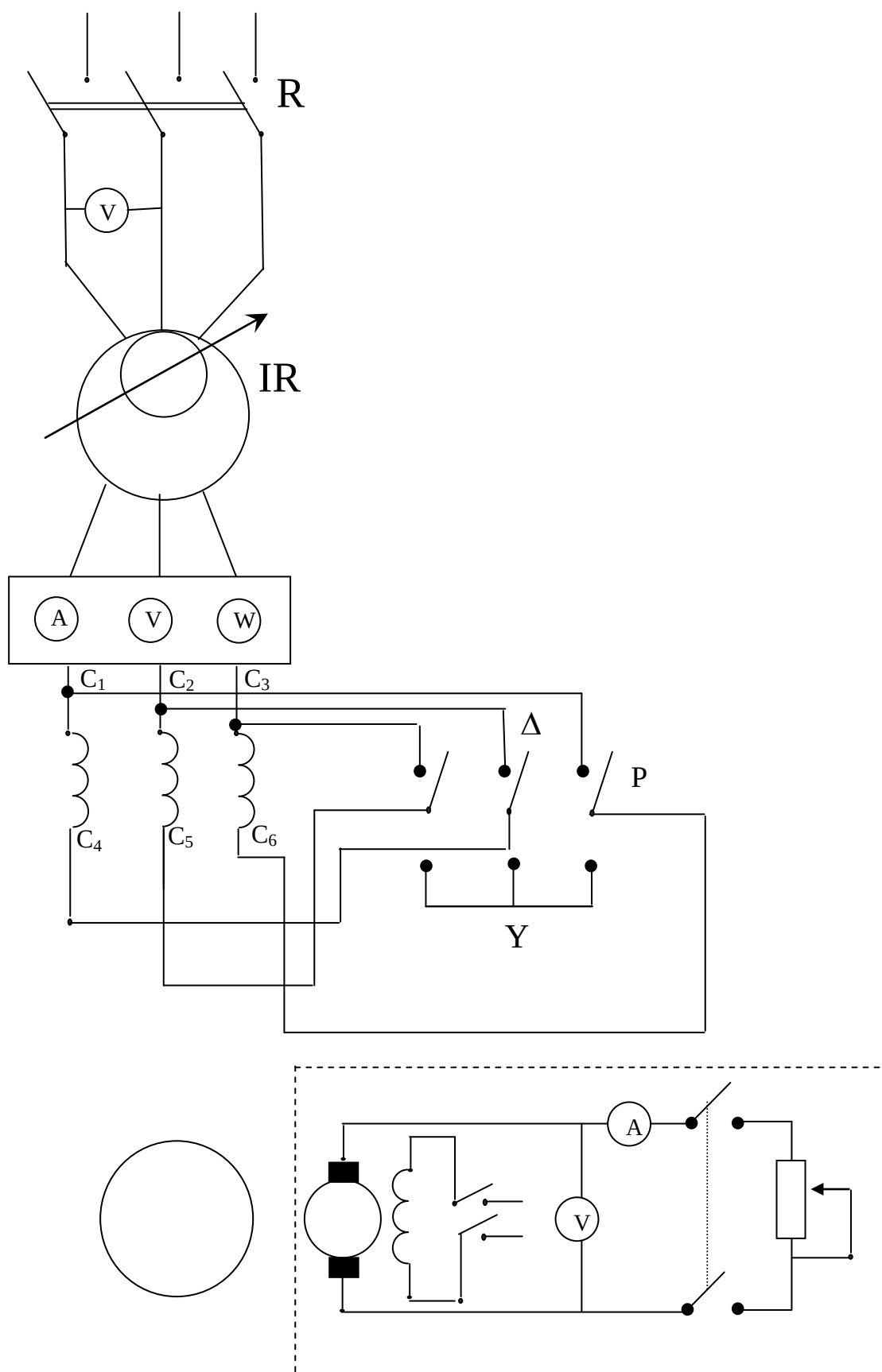
1. Motorning pasportidagi uning normal ish holatini ko'rsatuvchi nominal kattaliklar hisobot daftarchasiga ko'chirib yoziladi.

Motorning ish tavsiflarini olish uchun 6.1 - rasmdan foydalaniladi. Asinxron motori uchun yuklama vazifasini o'zgarmas tok generatori bajaradi. Motorni yurgizib bo'lgandan keyin o'zgarmas tok generatori nominal kuchlanishgacha qo'zg'atiladi va reostat P ulanib, asinxron motori tokning $I = 1,2I_n$ qiymatigacha yuklatiladi. Ana shu nuqta birinchi o'lchash natijasi bo'lib hisoblanadi. Motorning toki, quvvati K-505 yoki K-50 o'lchov asbobi yordamida o'lchab olinadi; so'ngra reostat R yordamida yukni kamaytirib 5-6 ta nuqta olinadi va 6.1- jadvalga kiritiladi.

Asinxron motorning foydali quvvati P_2 , momenti M_2 , F.I.K, η , sirpanish s , quvvat ko'effitsiyenti $\cos\varphi$ quyidagicha topiladi:

$$\begin{aligned}P_2 &= U_r I_r, \quad [W] \\M_2 &= \frac{P_2}{0.105 \cdot n}, \quad [N \cdot m] \\ \eta &= \frac{P_2}{P_1} \cdot 100, \quad [\%] \\s &= \frac{n_1 - n}{n_1} \cdot 100 \quad [\%] \\ \cos\varphi &= \frac{P_1}{3I_1 U_1}\end{aligned}$$

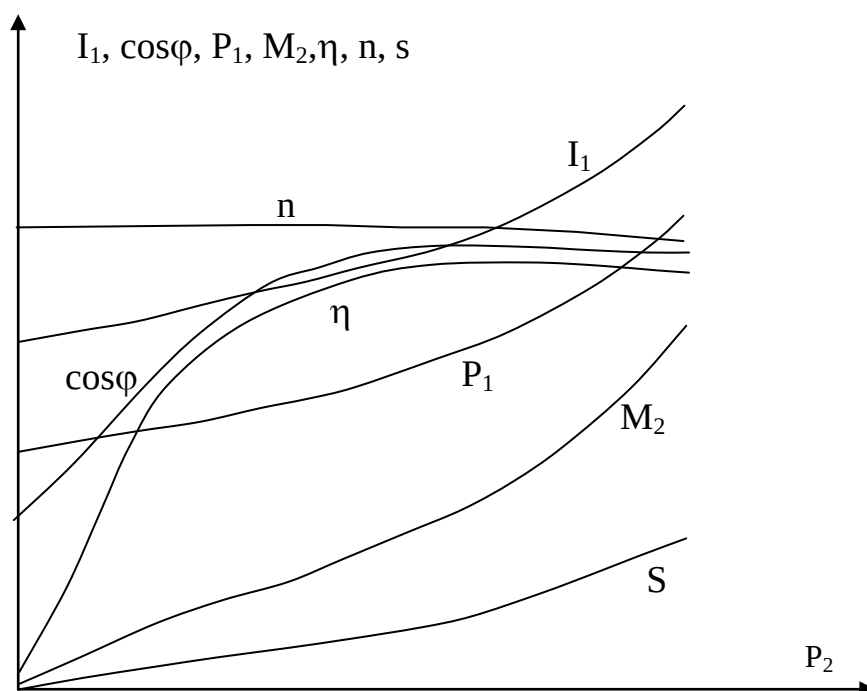
Ushbu formulalardan topilgan kattaliklar 6.1 - jadvalning o'ng tomoniga kiritiladi va motorning ish tavsifi $P_1, I_1, \cos\varphi, M_2, \eta, s, n = f(P_2)$ bog'lanishlar quriladi (6.2 - rasm).



6.1- rasm. Motorning ish tavsiflarini aniqlash va tajriba oʻtkazish sxemasi

6.1-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	$\cos\varphi_1$	η



6.2 - rasm. Asinxron motorning ish tavsifi

I_1 - stator toki, $\cos\varphi$ - quvvat koeffitsienti, P_1 - quvvat, M_2 - moment, η - F.I.K, n - rotni aylanish chastotasi, s - sirpanish, P_2 - foydali quvvat.

6.4. Sinov savollari

1. Asinxron motorning ish tavsifi deb qanday bog'lanishga aytiladi?
2. Motorning ish tavsifi qanday olinadi?
3. $\eta = f(P_2)$ bog'lanishning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.
4. $I_1 = f(P_2)$ bog'lanishning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.
5. $M_2 = f(P_2)$ bog'lanishning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.
6. $s = f(P_2)$ bog'lanishning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.

7- laboratoriya ishi

Sinxron generatorning salt ishlash va yuklanish tavsiflarini tekshirish

7.1. Ishdan maqsad

Uch fazali sinxron generatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish. Muxtor holda ishlayotgan sinxron generatorning salt ishlash va yuklanish tavsiflarini tekshirish.

7.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Sinxron generatorning tuzilishi hamda tajriba qurilmasiga kiradigan barcha asbob va uskunalar bilan tanishing. Stend bilan tanishib, generatorning sxemasiga kiradigan jihozlar va o'lchov asboblarini aniqlang hamda generatorning pasportida ko'rsatilgan texnik ma'lumotlar bilan tanishib, ularni hisobot daftariga yozib qo'ying.

2. Sxemani 7.1- rasmga binoan yig'ing.

3. Salt ishlash tavsifi - $E_0 = f(i_q)$ ni olish, bunda $I_1 = 0$, $n = n_n = \text{const}$ yoki $f = f_n = \text{const}$ bo'lishi lozim.

4. Induktiv yuklanish tavsifi $U = f(i_q)$ ni olish. Bunda $I_1 = \text{const}$, $\cos\varphi = 0$, $n = n_n = \text{const}$ yoki $f = f_n = \text{const}$ bo'lishi lozim. $U = 0$, $n = n_n = \text{const}$ bo'lishi lozim.

5. Uch fazali qisqa tutashish tavsifi $I_{qt} = f(i_q)$ ni olish.

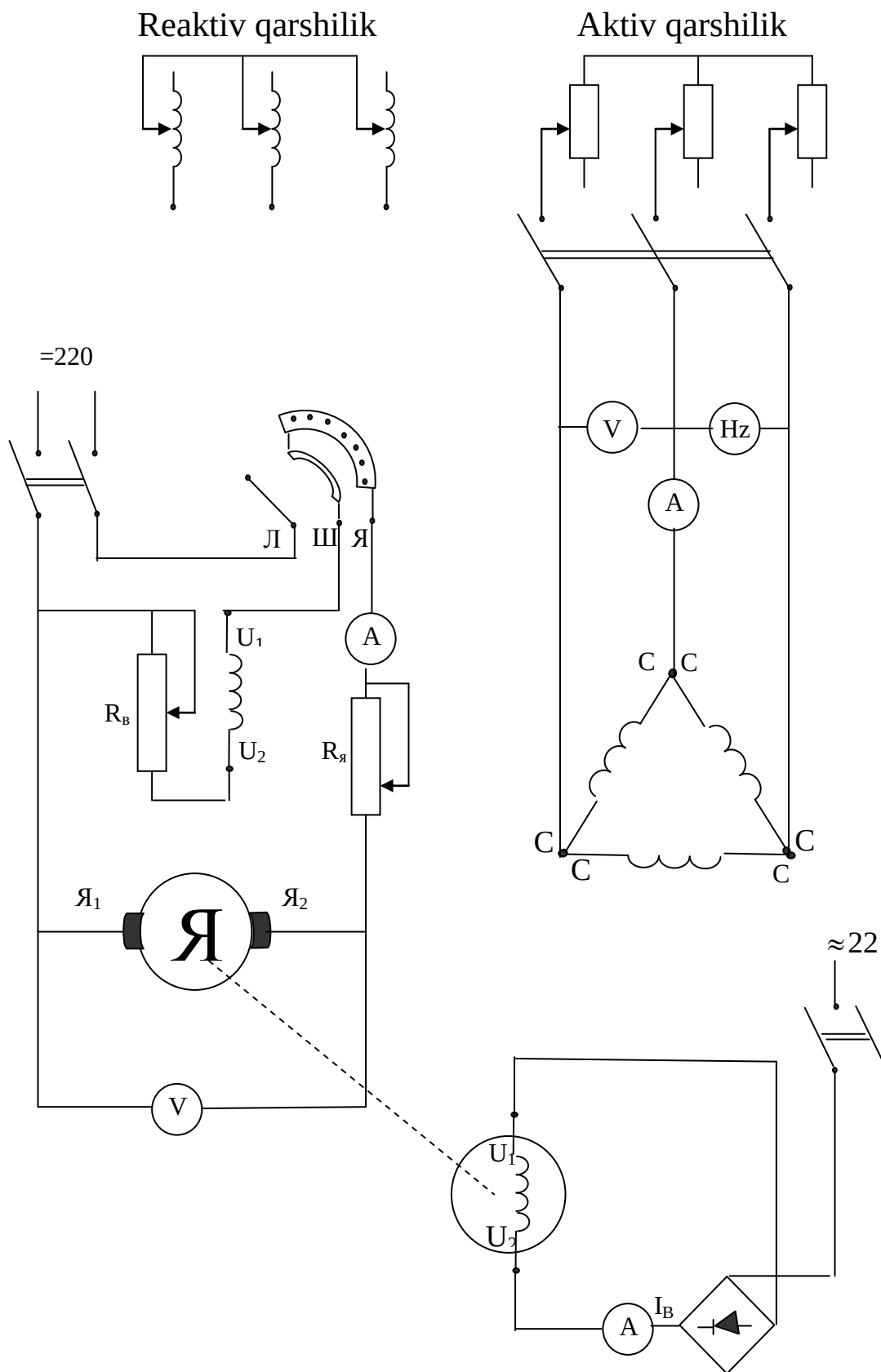
6. Salt ishlash tavsifidan mashina magnit zanjirining to'yinish ko'effitsiyentini toping.

7. Salt ishlash va induktiv yuklanish tavsiflari asosida reaktiv uchburchakni quring va Pot'ye qarshiligi X_p ni toping.

7.3. Isni bajarishga oid qisqacha nazariy tushunchalar va hisobot tayyorlash tartibi

1. Laboratoriya sharoitida salt ishlash tavsifini olish uchun sinxron generator birlamchi motor yordamida nominal tezlik bilan aylantiriladi. Bu sinxron tezlik o'zgarmas tok motorining qo'zg'atish chulg'amidagi reostat orqali rostlanib, o'zgarmas holda ushlab turiladi va generatorning stator chulg'amiga ulangan chastotamer yordamida nazorat qilib turiladi. Sinxron generatorning qo'zg'atish chulg'amiga o'zgarmas tok beriladi va stator

kuchlanishi $1,3U_n$ ga yetkaziladi, so'ngra qo'zg'atish toki nolgacha kamaytirilib 5-7 ta nuqta olinadi.



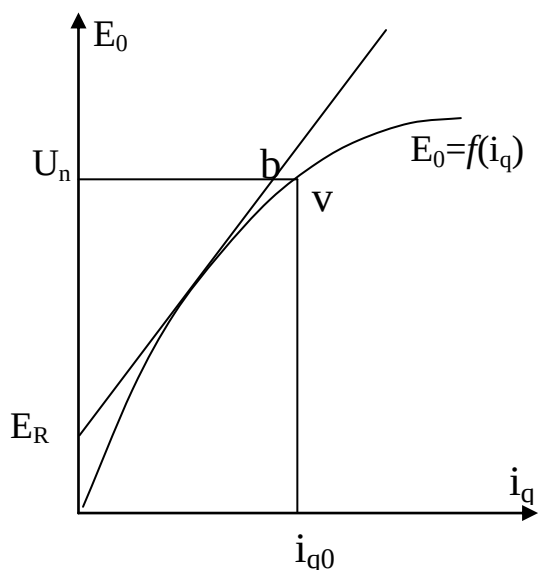
7.1 - rasm. Sinxron generatorini ishga tushirish tajriba sxemasi

Qo'zg'atish toki nol bo'lganda qoldiq EYUKning qiymati yozib olinadi. Tajribadan olingan qiymatlar 7.1-jadvalga yoziladi. So'ngra salt ishlash tavsifi (7.1-rasm) haqiqiy birliklarda quriladi. Bu tavsif yordamida generatorning to'yinish ko'effitsiyenti aniqlanadi. Buning uchun salt ishlash tavsifining boshlang'ich qismiga urinma o'tkaziladi.

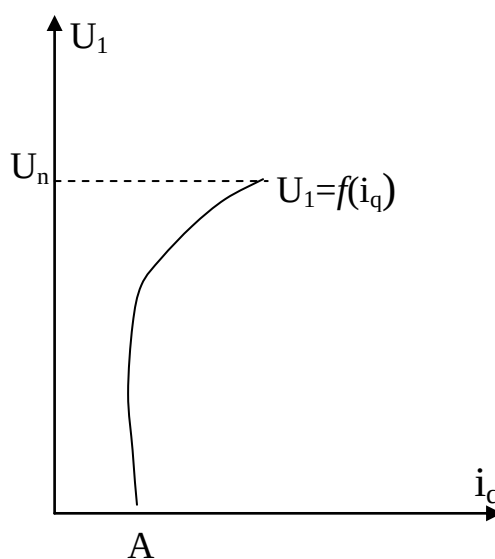
7.1-jadval

E_0	B			
	n.b.			
i_q	A			
	n.b.			

2. Sinxron generatorning induktiv yuklanish tavsifi (7.2-rasm) – yakor (stator) toki $I_1 = \text{const}$, aylanish tezligi $n_1 = \text{const}$ va quvvat ko'effitsiyenti nolga teng bo'lganida generator yakori chulg'amidagi kuchlanish U_1 ning qo'zg'atish toki I_q ni rostlab $I_1 = I_n$ qo'yiladi. Sekin asta qo'zg'atish toki I_q ni pasaytirib, shu bilan birgalikda induktiv qarshilik shunday o'zgartiriladiki, $I_1 = I_n = \text{const}$ bo'lsin. Shunday qilib, yakor chulg'ami kuchlanishi va qo'zg'atish tokining 5-6 ta nuqtalaridagi qiymatlari yozib olinadi. Tajribadan olingan ma'lumotlar 7.2 - jadvalga kiritiladi.



7.2 - rasm. Salt ishlash tavsifi
 E_0 - salt ishlashdagi EYUK, i_q – qo'zg'atish toki, U_n – nominal kuchlanish



7.3 - rasm. Induktiv yuklanish tavsifi
 U_1 – kuchlanish, i_q – qo'zg'atish toki, U_n – nominal kuchlanish

7.2-jadval

U	B			
	n.b.			
i_q	A			
	n.b.			

Sinxron mashinasining tuzilishi. Elektr stansiyalarida ishlab chiqariladigan elektr energiyasi asosan sinxron generatorlar yordamida hosil qilinadi. Sinxron mashina qo'zg'almas qismi stator va aylanuvchi qismi rotordan tashkil topgan. Elektro texnik po'latdan ishlangan o'zak korpusga o'rnatiladi. Bu o'zak uyurma toklardan hosil bo'ladigan isroflarni kamaytirish maqsadida bir-biridan izolyatsiyalangan po'lat tunukachalardan yig'iladi. Po'lat o'zakning ichki tomonida bir tekisda ariqchalar (pazlar) bo'ladi. Pazlarda uch fazali o'zgaruvchan tok chulg'ami joylashtiriladi.

Sinxron generatorning rotorini ikki turda, ya'ni ayon va noayon qutbli qilib ishlanadi. Rotor o'zagi ayrim tunukachalardan yoki quyma po'latdan yasaliib unga qo'zg'atuvchi chulg'am joylashtiriladi.

7.4. Sinov savollari

1. Uch fazali sinxron generatorning tuzilishi va ishlash prinsipini gapirib bering.
2. Generatorning salt ishlash tavsifi qanday olinadi?
3. Generatorning yuklanish tavsifi qanday olinadi?
4. Salt ishlash va yuklanish tavsiflarining qanday amaliy ahamiyati bor?
5. Nima sababdan salt ishlash tavsifi egri chiziq shaklida bo'ladi?
6. Sinxron generatorlar qayerlarda ishlatiladi?

8- laboratoriya ishi

Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorining yakor aylanish tezligi $n = n_n = \text{const}$ bo'lgan sharoit uchun tekshirish

8.1. Ishdan maqsad

1. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorining tuzilishi va asosiy xossalari bilan tanishish. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori tavsiflarini tajribada tekshirish va ularning grafik tasvirini nisbiy birlik (n.b.) lar sistemasida chizishni o'rganish.

8.2. Ishning dasturi

1. Salt ishlash tavsifini ifodalovchi $U_0 = f(i_q)$ bog'liqlikni yakor chulg'ami iste'molchiga ulanmagan ($I_a = 0$) holda olish. Bu tavsifdan mashina magnit zanjirining to'yinish darajasini tekshirish.

2. Qisqa tutashuv tavsifini ifodalovchi $I_{qt} = f(i_q)$ bog'liqlikni yakor chulg'amini qisqa tutashtirib, ya'ni yakor kuchlanishi $U_{ya} = 0$ bo'lganda olish.

8.3. Ishni bajarish tartibi va hisobot tayyorlash bo'yicha ko'rsatmalar

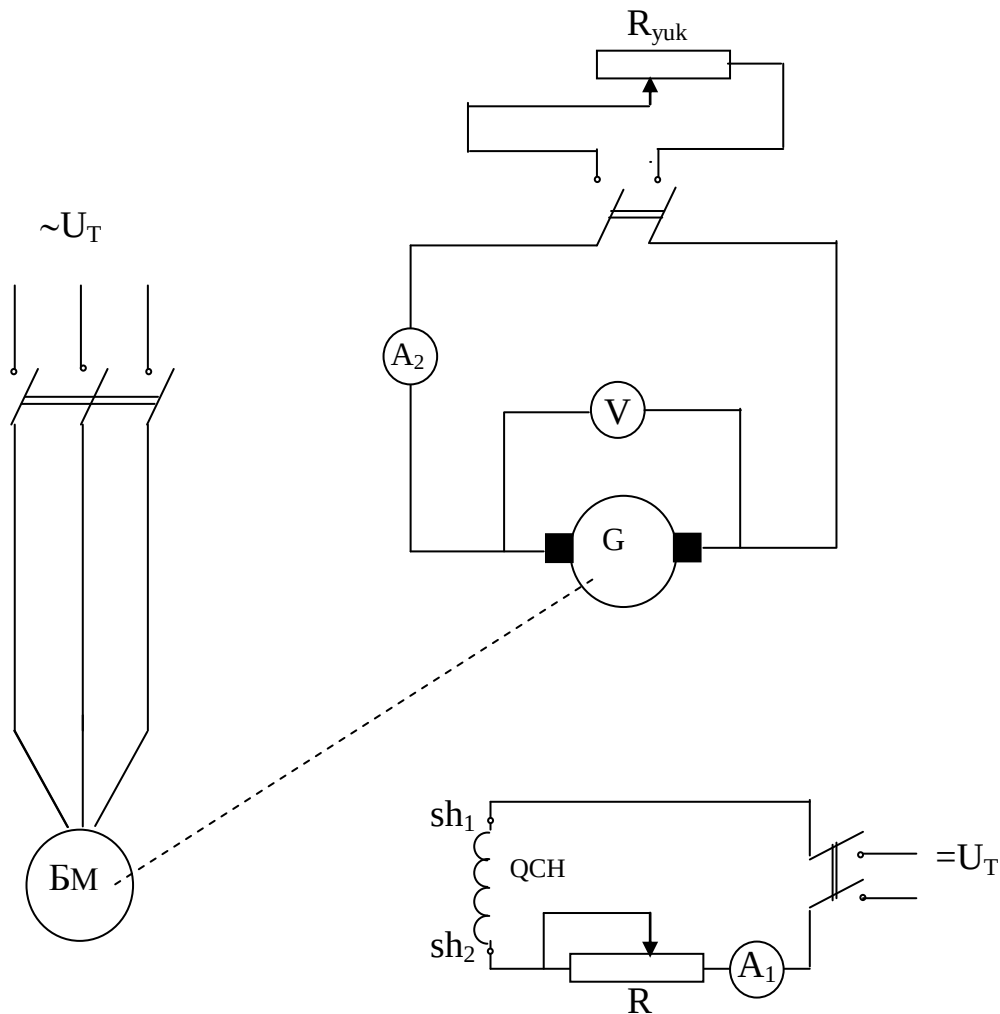
1. 8.1-rasmda ko'rsatilgan tajriba o'tkazish elektr sxemasi yig'iladi.

2. Dasturda ko'rsatilgan generator tavsiflarini tekshirishda generator yakorini birlamchi motor bilan $n = n_n = \text{const}$ tezlikda aylantirib tajriba o'tkaziladi.

3. Salt ishlash tavsifi. $U_0 = f(i_q)$ quyidagicha olinadi. Tajriba o'tkazish vaqtida yakor chulg'ami iste'molchiga ulanmagan. Generatorning qo'zg'atish tokini $i_q = 0$ dan boshlab kuchlanish $U_0 = 1,15U_n$ ga yetguncha bir tekisda oshirib boriladi. Qo'zg'atish tokining bir necha (kamida 8 ta) oraliq qiymatlariga to'g'ri kelgan kuchlanish o'lchanadi va 8.1-jadvalga yoziladi.

Olingan ma'lumotlarni ularning nominal kattaliklariga bo'lib, hisoblangan nisbiy birliklardagi qiymatlari asosida salt ishlash tavsifi quriladi (8.2-rasm).

4. Qisqa tutashuv tavsifi $I_{qt} = f(i_q)$ quyidagicha olinadi. Qisqa tutashuv tajribasini o'tkazish uchun yakor zanjiri qisqa tutash tiriladi va $I_{qt} = f(i_q)$ bog'lislik olinadi (buholda $U_{ya} = 0$ bo'ladi).



8.1-rasm. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori tavsiflarini tajribada tekshirishga oid elektr sxema. [BM-birlamchi motor, G-generator yakori, QCH-qo'zg'atish chulg'ami, A₁-kam qiymatli tokni o'lchaydigan ampermetr, A₂- katta qiymatli tokni o'lchaydigan ampermetr]

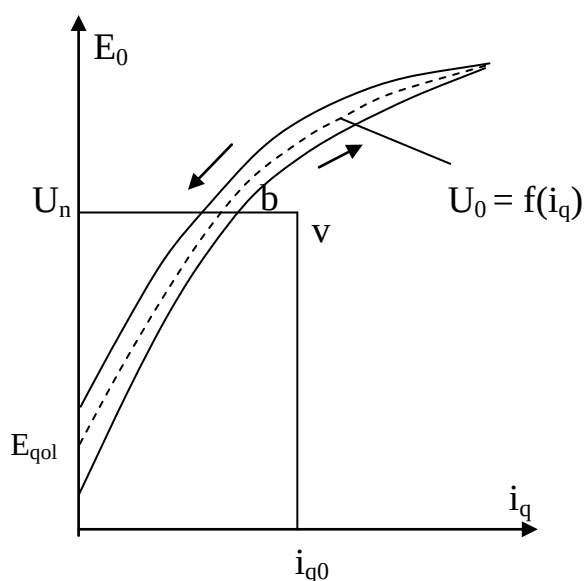
8.1-jadval

U_0	B						
	n.b.						
i_q	A						
	n.b.						

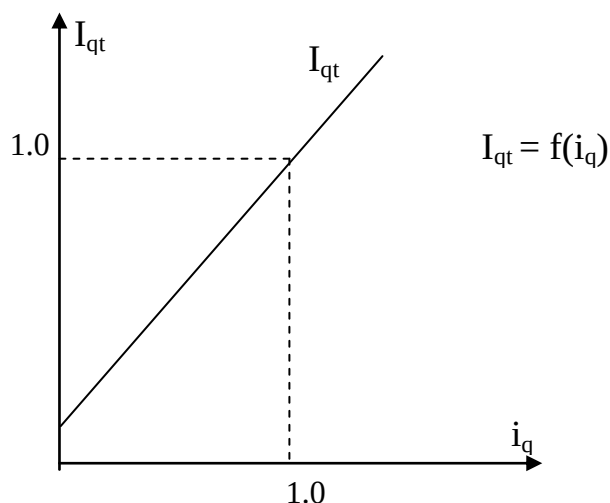
8.2- jadval

I_{qt}	A						
	n.b.						
i_q	A						
	n.b.						

Qo'zg'atish toki i_q ni 0 dan boshlab oshirib qisqa tutashuv toki $I_{qt} = (1,1-1,2) I_n$ gacha bo'lgan oraliqda 4-5 ta qiymat o'lchab bo'linadi va natijalar 2-jadvalga yoziladi. Qisqa tutashish tavsifining taxminiy ko'rinishi 8.3 – rasmda ko'rsatilgan.



8.2-rasm. Salt ishlash tavsifi
 E_0 - salt ishlashdagi EYUK, i_q – qo'zg'atish toki, U_n – nominal kuchlanish, E_{qol} - qoldiq EYUK



8.3-rasm. Qisqa tutashuv tavsifi
 I_{qt} – qisqa tutashuv toki,
 i_q – qo'zg'atish toki

8.4. Sinov savollari

1. O'zgaras tok mashinasining konstruksiyasi va ishlash prinsipini tushuntiring.
2. O'zgaras tok mashinalarida geometrik neytrallik deb nimani aytiladi.
3. O'zgaras tok mashinalarida fizik neytrallik deb nimani aytiladi?
4. O'zgaras tok mashinalarida yakor reaksiyasi deb nimaga aytiladi?
5. Nima uchun salt ishlash tavsifi 0 nuqtadan boshlanmaydi?
6. Nima uchun qisqa tutashuv tavsifi chiziqli o'zgaradi?

9- laboratoriya ishi

Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorini rostlash, tashqi va qisqa tutashish tavsiflarini tekshirish

9.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorining tuzilishi va asosiy xossalari bilan tanishish. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori rostlash, tashqi va yuklanish tavsiflarini tajribada tekshirish va ularning grafik tasvirini nisbiy birlik (n.b.) lar sistemasida chizishni o'rganish.

9.2. Ishning dasturi

1. Rostlash tavsifini ifodalovchi $i_q = f(I_{ya})$ bog'liqlikni yakor kuchlanishi $U_{ya} = U_n = \text{const}$ bo'lganda olish.

2. Tashqi tavsifini ifodalovchi $U_{ya} = f(I_{ya})$ bog'liqlikni qo'zg'atish chulg'ami toki $i_q = \text{const}$ bo'lganda yuklanish tokini oshirib olish. Tashqi tavsifdan kuchlanishning o'zgarish qiymati ΔU ni tekshirish.

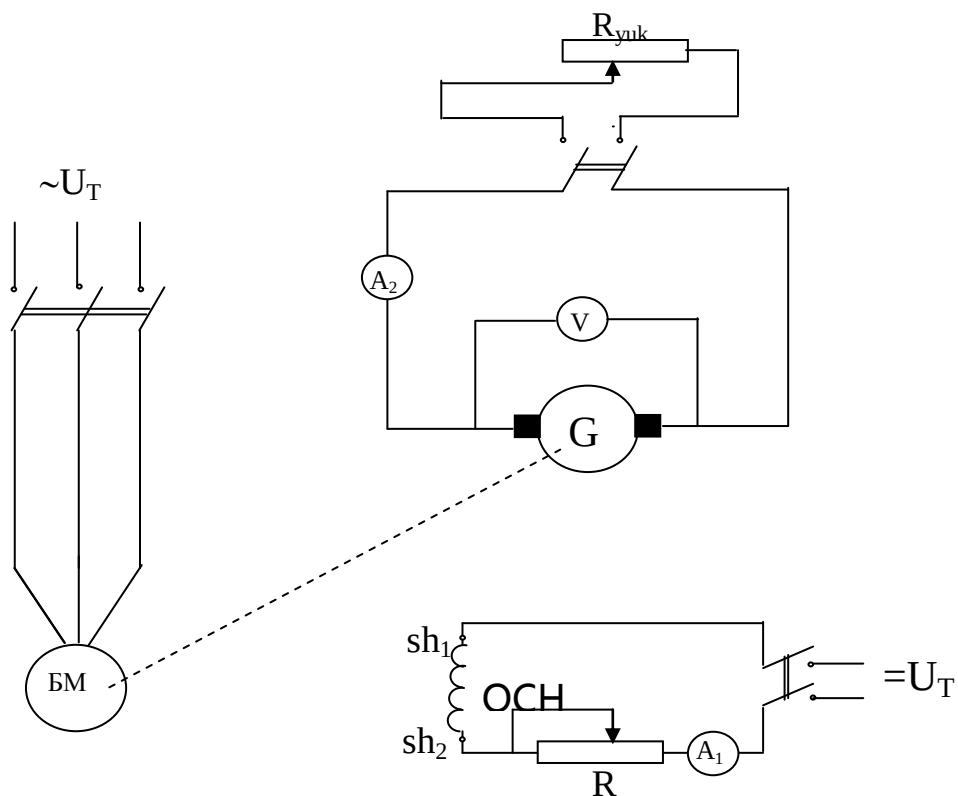
3. Yuklanish tavsifini ifodalovchi $U_a = f(i_q)$ bog'liqlikni yakor cho'lg'amidan o'tadigan yuklanish toki $I = I_a = \text{const}$ ($I_a > 0$) bo'lganda olish.

9.3. Ishni bajarish tartibi va hisobot tayyorlash bo'yicha ko'rsatmalar

1. 9.1 - rasmda ko'rsatilgan tajriba o'tkazish elektr sxemasi yig'iladi.

2. Dasturda ko'rsatilgan generator tavsiflarini tekshirishda generator yakorini birlamchi motor bilan $n = n_n = \text{const}$ tezlikda aylantirib tajriba o'tkaziladi.

3. Rostlash tavsifi. $i_q = f(I_{ya})$ quyidagicha olinadi. Rostlash tavsifini olish uchun yuklanish toki $I_{ya} = 0$ bo'lganda, qo'zg'atish tokini oshirib yakor klemmlarida $U_{ya} = U_n$ kuchlanish hosil qilinadi. Yakor zanjiri yuklanish qarshiligi R_{yuk} ga ulanadi va uni kamaytirib yakor cho'lg'ami tokini $I_{yak} = I_n$ qiymatga yetguncha oshirib boriladi. Ma'lumki, yakor zanjiri qarshiliklarida kuchlanish pasayishi $I_{ya} \Sigma R_{ya}$ va yakor reaksiyasining magnitsizlanishi ta'sirida kuchlanish $U_{ya} = U_n$ qiymatidan kamayib boradi.



9.1-rasm. Mustaqil qo‘zg‘atishli o‘zgarmas tok generatori tavsiflarini tajribada tekshirishga oid elektr sxema. [BM-birlamchi motor, G-generator yakori, QCh-qo‘zg‘atish chulg‘ami, A_1 -kam qiymatli tokni o‘lchaydigan ampermetr, A_2 - katta qiymatli tokni

9.1-jadval

I_a	A						
	n.b.						
i_q	A						
	n.b.						

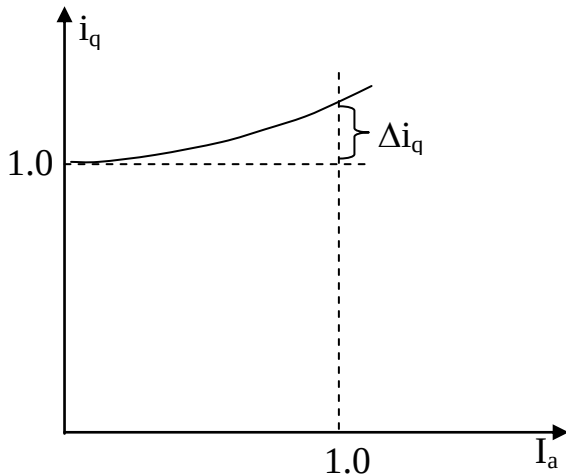
9.2-jadval

U_a	B						
	n.b.						
I_a	A						
	n.b.						

9.3-jadval

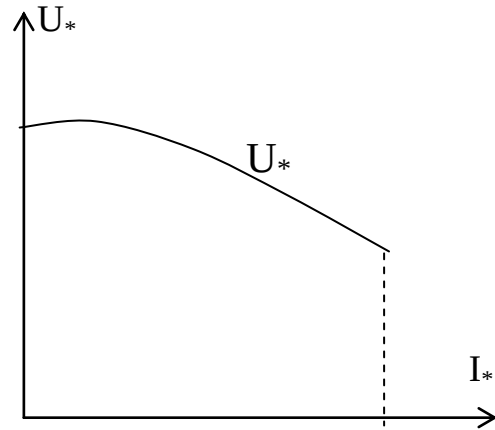
U_a	B						
	n.b.						
i_q	A						
	n.b.						

Lekin, shartga ko'ra, yakor kuchlanishini o'zgartirmay saqlash lozim bo'lgani uchun qo'zg'atish zanjiridagi rostlash reostati (R_{qr}) qarshiligini kamaytirish bilan qo'zg'atish toki i_q oshirib boriladi. O'lchash natijalari 9.1 - jadvalga yoziladi. Rostlash tavsifining taxminiy grafik tasviri 9.2-rasmda ko'rsatilgan.



9.2-rasm. Rostlash tavsifi

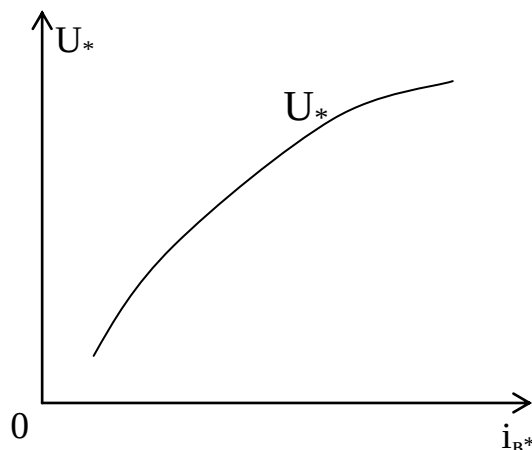
i_q – qo'zg'atish toki, I_a – yuklama toki,
 Δi_q - qo'zg'atish toki farqi



9.3 - rasm. Tashqi tavsifi

U_* - kuchlanish, I_a – yuklama toki

4. Tashqi tavsifi $U_{ya} = f(I_{ya})$ quyidagicha olinadi. Bu tavsifni tajribada yuklanish tokini oshirish yo'li bilan olish uchun generatorning salt ishlash holatidagi kuchlanishi $U_0 = U_n$ qiymatga yetguncha qo'zg'atish tokini $i_q = 0$ dan boshlab oshiriladi va bu tokning $i_q = i_{qn}$ qiymati butun tajriba oxirigacha o'zgartirilmaydi (demak $R_q = \text{const}$ bo'ladi). So'ngra yakor zanjiri yuklanish qarshiligi R_{yuk} ga ulanadi va yuklanish toki $I_{ya} = 0$ dan $I_{yu} = 1,1I_n$ ga qadar oshirib boriladi. Yuklanish tokining 5-6 ta qiymat o'lchab olinadi va natijalar 9.2 - jadvalga yoziladi. Tavsif 9.3-rasmda ko'rsatilgan.



9.4 - rasm. Yuklanish tavsifi. U_* - kuchlanish, i_q – qo'zg'atish toki

5. Yuklanish tavsifi. $U_a = f(i_q)$ quyidagicha olinadi. Qo'zg'atish chulg'amiga berilgan tokni kuchlanish $U_a = U_n$ bo'lguncha oshiriladi va yakorga beriladigan yuklanish toki nominal qiymat ($I_a = I_n$) ga yoki uning yarmi ($I_a = 0,5I_n$) ga yetkaziladi. Tokning bu qiymatini butun tajriba olish davomida yakor zanjiriga ulangan yuklanish qarshiligi R_{yuk} yordamida o'zgartirmay saqlanadi. Qo'zg'atish zanjiridagi rostlash reostati R_{qr} yordamida qo'zg'atish tokini kamaytirib besh oltita qiymat olinadi. O'lchash natijalari 9.3-jadvalga yoziladi. Tavsif 9.4-rasmda ko'rsatilgan.

9.4. Sinov savollari

1. O'zgarmas tok generatori (O'TG) ning tuzilishi va ishlash prinsipini so'zlab bering.
2. Mustaqil qo'zg'atishli O'TG ning tashqi va rostlash xarakteristikalarini tahlil qilib bering.
3. Yuklama ortishi bilan kuchlanishni bir me'yorda ushlab turish uchun nima qilish kerak?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajakimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.
2. Баклин В.С. Расчет двухполюсных турбогенераторов. Учебное пособие. – Томск.: ТПУ, 2011. - 138 с.
3. Гольдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С., Проектирование электрических машин. – М.: Высшая школа, 2001.- 430 с.
4. Гольдберг О.Д. Инженерное проектирование и САПР электрических машин: учебник для вузов/ О.Д. Гольдберг, И.С. Свириденко; под ред. О.А. Гольдберга. – М.: Академия, 2008.- 560 с.
5. Извеков В.И., Серихин Н.А., Абрамов А.И. Проектирование турбогенераторов. – М.: Изд МЭИ, 2005.- 440 с.
6. Копилов И.П., Клоков Б.К., Морозкин В.П., Токарев Б.Ф. Проектирование электрических машин. – М.: Высшая школа, 2002. - 757 с.
7. Лопухина Е.М. Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности. – М.: Высшая школа, 2002. - 511 с.
8. Макаричев Ю.А. Проектирование турбогенераторов. Учеб. Пособие. – Самара.: СамГТУ, 2000. - 69 с.
9. Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N., Maxmadiyev F.M. “Elektr mashinalari” kursidan “Transformatorlarni loyihalash”. Uslubiy qo‘llanma. – T.: ToshDTU, 2013. - 95 b.
10. Pirmatov N.B., Yarmuxammedova Z.A., Mustafakulova G.N., Elektr mashinalari fanining transformatorlar qismi bo‘yicha kurs loyihasini bajarishga oid o‘quv uslubiy qo‘llanma – T.: ToshDTU, 2012. - 120 b.
11. Salimov J.S. , Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. – T.: O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2011. - 408 b.

MUNDARIJA

Kirish	3
1-лаборатория иши. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning salt ishlash, qisqa tutashuv holatlaridagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish.	4
2-лаборатория иши. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning yuklama holatidagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish	10
3-лаборатория иши. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarning ulanish guruhlarini tekshirish.	13
4-лаборатория иши. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarning parallel ishlashi.	16
5-лаборатория иши. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning salt ishlash va qisqa tutashuv tavsiflarini tekshirish	20
6-лаборатория иши. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning ish tavsiflarini tekshirish	25
7-лаборатория иши. Sinxron generatorning salt ishlash va yuklanish tavsiflarini tekshirish.	29
8-лаборатория иши. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorini yakor aylanish tezligi $n=n_n=\text{const}$ bo'lgan sharoit uchun tekshirish	30
9-лаборатория иши. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorini rostlash, tashqi va qisqa tutashish tavsiflarini tekshirish.	36
Foydalanilgan adabiyotlar	41

Muharrir: Miryusupova Z.M.