

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

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

«STANSIYA VA NIMSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI»

fanidan tajriba ishlarini bajarishdagi

Uslubiy qo'llanma

Toshkent – 2011

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

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

«STANSIYA VA NIMSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI»

fanidan tajriba ishlarini bajarishdagi

Uslubiy qo'llanma

Toshkent — 2011

Tuzuvchilar:

E.G.Usmanov, YU.A. Grigorev, S.B.Tolipova

Toshkent Davlat texnika universiteti, «Elektr stantsiyalari, tizimlari va tarmoqlar» kafedrası.

Ushbu tajriba ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanmalar bakalavriatning 5310200 – «Elektr energetika» ta'lim yo'nalishi o'quv rejasiga muvofiq o'qitiluvchi «Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi» fanining dasturiga muvofiq tuzilgan.

Unda har bir tajriba ishi bo'yicha ishning maqsadi, zaruriy nazariy ma'lumotlar, ishning dasturi, bajarish tartibi hamda sinov savollari keltirilgan.

Toshkent davlat texnika universitetining o'quv-uslubiy kengashi qaroriga binoan chop etildi.

Taqrizchilar:

ToshDTU «Energetika sohalari kasb ta'limi va umumiy elektrotexnika» kafedrası mudiri, dotsent, t.f.n. B.A. Abdullaev,

Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti «Gidromeliorativ tizimlarni elektr energiyasi bilan ta'minlash va ularning elektr jihozlaridan foydalanish» kafedrası mudiri dotsent, t.f.n. A.S. Berdo'shev.

1- TAJRIBA ISHI. SINXRON GENERATORNI ENERGETIK TIZIMGA ULASH

Ishning massadi. Sinxron generatorni energetik tizimga ulash uslublarini o'rganish.

NAZARIY MA'LUMOT

Generatorni tarmoqqa ulashning aniq sinxronlash usuli yoki o'z-o'zini sinxronlash usuli yordamida amalga oshirishi mumkin. Generatorni aniq sinxronlash usuli bilan ulashda, statorda tok sakrashi va rotorning aylanish momentini keskin o'zgarishi bo'lmagan holda quyidagi 3 shartga rioya etilishi lozim:

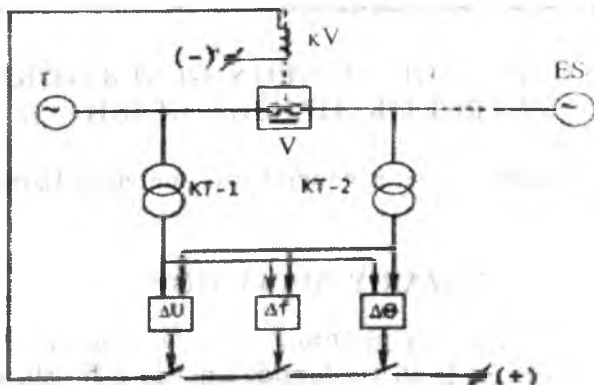
- generator va tarmoq kuchlanishlari qiymat bo'yicha teng bo'lishi kerak;

- bu kuchlanishlar fazalari bo'yicha mos kelishi kerak;

- generator va tarmoqning chastotalari teng bo'lishi kerak.

Kuchlanish qiymati boyicha sezilarli darajada farq bo'lganda va faza bo'yicha katta burchak siljishida, generator tarmoqqa ulanganda generator muvozanatlovchi tok hosil bo'ladi. Kuchlanishlar qiymatlari bo'yicha taxminan teng bo'lmaganda va ular faza bo'yicha katta burchakka siljigan holda tarmoqqa ulashda generator muvozanatlovchi tok hosil bo'lib, u avariya oqibatlariga olib keladi. Ayniqsa kuchlanishni faza bo'yicha nomutanosibligida generatorni ulash hatarli. Generator va tarmoq kuchlanishi faza bo'yicha 1800 ga qurilishi yana ham ogirroq holat, tizimning quvvati esa generator quvvatidan bir necha marta katta. Ulash momentida generator chiqishida muvozanatlovchi tok qiymati uch fazali qisqa tutashuv zarbaviy tokidan 2 marta oshib ketadi. Bunday tokdan stator chulg'amlarining tashqi qismlari yoki transformator chulg'amlaridan biri shikastlanishi mumkin.

Chastotalar sezilarli farq qilganda generatorni ulash uchun momentni behato tanlash qiyin. Bundan tashqari, ulash momenti tanlanganda ham, rotor aylamish chastotasi va generator rotorlarining chastotasini boshlang'ich farqining kattaligi sababli, generator rotor to'xtashga ulgurmaydi va sinxronizm tusha olmaydi. Bu



1.1. расм. Aniq sinxronlash usulida ulanishining prinsipial sxemasi:

ΔU , Δf , $\Delta \theta$ – generator va tizim parametrlari farqini nazorat qiluvchi qurilma.

esa stator toki va rotorning aylanish momenti qiymatlarini yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan katta tebranishlarini vujudga keltiradi. Shuning uchun, aylanish chastotasining katta qiymatida va sinxronoskop strelkasining tez tebranishida generatorni ulash mumkin emas.

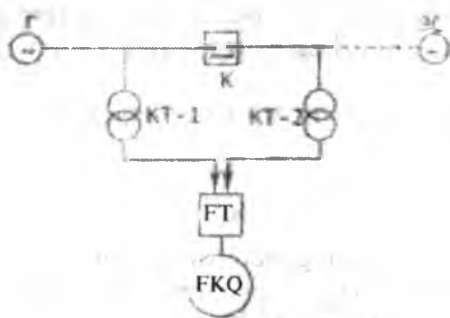
Biroq yuqorida aytilgan uchta shartga aniq rioya qilish, ayniqsa oxirgi ikkitasi, sinxronlash jarayonini sekinlashtiradi. Shuning uchun generatorni ulashda amalda uncha katta bo‘lmagan, havfsiz tebranishlar paydo bo‘lishiga ruxsat beriladi. Shunday qilib, sinxronlash quyidagilarga amal qilgan holda bajariladi. Ular yuqorida keltirilgan ideal shartlardan bir muncha farqlanadi:

- generator kuchlanishi tarmoq kuchlanishidan katta bo‘lishi, lekin 5 % dan yuqori bo‘lmasligi, ulangandan keyin generator reaktiv yuklamani o‘ziga olishi kerak;

- ulab-uzgichni ulash uchun impuls sinxronoskopning strelkasi qizil chiziqqa yetgunicha berilishi kerak. Bu burchak ulab-uzgichni ulash vaqtiga mos kelishi va burchaklar farqi 8–120 dan oshmasligi kerak;

- sinxronoskop strelkasi 2–3 foizgacha farqi bilan aylanishi uchun generator kuchlanishi chastotasi tarmoq chastotasiga yaqin bo‘lishi kerak.

Avariyaaviy shartlarda, tizimdagi chastota doimiy bo‘lganda, generatorni aniq sinxronlash bir necha minutga cho‘zilishi mum-



1.2 rasm. Generator va tizim fazalarining ketma-ketligini tekshirish uchun prinsipial sxema: FKQ – fazalar ketma-ketligining qurilmasi.

Muvozanatlovchi tok, A	Generator parametrlarining tizim parametrlaridan siljishi								
	$\Delta U, V$			$\Delta f, Hz$			$\Delta \Theta grad$		
	10	20	30	0,5	1,0	2,0	5	10	20
I_{muv}									

kin. Shuning uchun chastota va kuchlanishning pasayishi va tebranishi bilan bog'liq avariylarni bartaraf etishda, 165 MVtdan kichik quvvatli generatorlarni tarmoqqa ulash o'z-o'zini sinxronlash usulida amalga oshirilishi kerak. 165 MVt va undan katta quvvatli generatorlarning o'z-o'zini sinxronlash usuli bilan ulashga tayyorlovchi zavodlar ruxsat bermaydi. Chunki, bunday ulash momentida katta otish toklari hosil bo'ladi.

O'z-o'zini sinxronlash usuli bo'yicha generator tarmoqqa qo'zgatishsiz, aylanish chastotasi sinxronga yaqin bo'lganda ulanadi. (sirpanish $\pm 2 \div 5\%$), undan keyin MAS (maydonni avtomatik sundirish) ulanishi bilan generator qo'zgatiladi va 1–2 sek. ichida sinxronizmga tortiladi.

Shuntli reostat generatorni ulashdan oldin salt ishlash holatiga o'rnatilgan bo'lishi kerak. Normal shartda o'z-o'zini sinxronlash usuli hamma gidrogeneratorlarga, barcha turdagi sinxron kompensatorlarga, generator-transformator blokli sxema bo'yicha ishlovchi bilvosita sovutishli turbogeneratorlarga qo'llasa bo'ladi. Agar stator

tokming simmetrik tashkil etuvchisi $3,5I_{nom}$ dan oshmasa, unda shinalarga ulanadigan turbogeneratorlarga ham o'z-o'zini sinxronlashni qo'llasa bo'ladi.

Ulash momentida o'z-o'zini sinxronlash toki

$$I_{mov} = \frac{1,05 \cdot U_{max}}{x_n + x_c},$$

bunda x_n — ulanayotgan generator quvvatiga keltirilgan tarmoqning nisbiy qarshiligi, U_{max} — generator kuchlanishiga keltirilgan tarmoqning fazaviy kuchlanishi.

O'z-o'zini sinxronlash usulining afzalligi soddaligi, generatorni tarmoqqa ulashni butunlay avtomatlashtirish imkoniborligi, ulashning tezligida iborat.

Kamchiliklari esa: normal holatlarda qo'llashning mumkin emasligi. Chunki generatorni bevosita shinalarga ulaganda, shinalarga ulangan iste'molchilarda yo'l qo'yib bo'lmaydigan kuchlanishlar paydo bo'ladi.

TAJIRIBA ISHINING DASTURI

1. Generatorni ETga ulash uchun stendning eksperimental sxemasini o'rganish.
2. Sinxron generator va ET parametrlarini sinxronlash kolonkasidan foydalangan holda kerakli qiymatga keltirish.
3. Aniq sinxronlash uslubi. Ulashning prinsipial sxemasi.
4. Muvozanatlovchi tok qiymatini generator va tizim parametrlariga mos kelmagan funksiya sifatida ko'rinishi.
5. O'z-o'zini sinxronlash uslubi. Ulashning prinsipial sxemasi.
6. Muvozanatlovchi tok qiymatini o'z-o'zini sinxronlash uslubini qo'llash me'zoni sifatida ko'rinishi.

O'Z-O'ZINI SINOV SAVOLLARI

1. Generatorni aniq sinxronlash usuli bilan ulashning 3 shartini ayting.
2. Sinxronlash kolonkasining qo'llanilishini ayting.
3. Generatorni tizimga ulashda paydo bo'ladigan 3 fazali qisqa tutashuv tokining ta'siri?
4. Har xil generatorlarni o'z-o'zini sinxronlash usulining qo'llash me'zoni nima?
5. Generatorni tizimga ulashni ikkala usulining afzallik va kamchiliklari nimada?

2- TAJRIBA ISHI. TOK TRANSFORMATORLARINI TEKSHIRISH

Ishning maqsadi. Tok transformatorini sinash va uning tavsifini ko'rish.

NAZARIY MA'LUMOT

Tok transformatori maxsus o'lchov transformatorlar qatoriga kiradi. Tok transformatori asosan, yuqori va past kuchlanishli elektr qurilmalarda toklarni o'lchashda qo'llaniladi.

Tok transformatori birlamchi va ikkilamchi chulg'am hamda po'lat o'zakdan tashkil topadi. Tok transformatorining birlamchi chulg'ami elektr zanjiriga ketma-ket ulanadi. Davlat standarti bo'yicha ikkilamchi chulg'amga tokni 1A va 5A ayrim holatlarda 10A gacha pasaytirib, releli himoya va o'lchov qurilmalarga ulanadi. Tok transformatorlarining ishlash sharti kuch transformatori hamda kuchlanish transformatorning ishlash shartlariga o'xshaydi.

Tok transformatori asosan, qisqa tutashuv holatida ishlaydi. Tok transformatorining birlamchi chulg'ami orqali zanjirga tok I_1 o'tadi va birlamchi chulg'amdagi tok I_p chulg'am o'rami (W_p), birlamchi magnit oqimi Φ ni hosil qiladi.

Magnit oqimining ta'siridan uning ikkilamchi chulg'amda hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch E_2 quyidagiga teng:

$$E_2 = 4,44 \cdot f W_2 \cdot B_m \cdot S \cdot 10^{-8} \text{ [B]} \quad (2.1)$$

bunda: f — tok chastotasi, Gts;

B_m — chulg'amdagi induksiya, Ts;

S — magnit o'tkazgichning kesimi sm^2 yoki mm^2 ;

W_2 — ikkilamchi chulg'amdagi o'ramlar soni;

E_2 — e.yu.k. ta'sir natijasida, ikkilamchi yopiq chulg'amda I_2 tok paydo bo'ladi. $I_2 W_2$ — ikkilamchi chulg'amdagi tok kuchini tashkil etuvchisi Φ_2 ikkilamchi magnit oqimi Φ_1 birlamchi magnit oqimiga teskari yo'naladi va o'zining magnitlash ta'sirini ko'rsatadi. Ammo, magnit oqimni to'la qoplashni iloji bo'lmaydi natijada, po'lat o'zakda turli isroflar va asboblarda magnitlovchi I_0 tok kuchi hamda natijaviy magnitlovchi kuch $I_0 W_1$ hosil bo'ladi.

Tok transformatorining quyidagi: 0,2; 0,5; 3; 10 va P rele aniqlik klasslari bor. Uning har bir aniqlik klassining xatoligi talab bo'yicha tanlanadi.

Bir fazali yuqori voltdagi 6 — 10 kV li TShL, TPL, TKL, TPOL va 35 kV va undan yuqori kuchlanishli elektr zanjirlarida TFN rusumli tok transformatorlari qo'llaniladi.

TAJRIBA ISHNING DASTURI

1. Tok transformatori chulg'amining izolyatsiya qarshiligini megometr bilan o'lchash.
2. Chulg'amning aktiv qarshiligini o'lchash.
3. Chulg'amning kirish va chiqishidagi qutblarini sinovdan o'tkazish.
4. Magnitlanish chizig'ini tajribadan olingan natija asosida qurish.
5. Tok transformatorining transformatsiyalash koeffitsientini o'lchash.

TAJRIBA ISHINING BAJARISH TARTIBI

1. Tok transformatorini ko'rib chiqish va uning tashqi ko'rinishdan mexanik zarar yetmaganligiga ishonch hosil qilish. Tok transformatorining pasporti yozib olinadi.

2. 1000 V yoki 2500 V li megoommetr yordamida tok transformatorining har bir chulg'amidagi izolyatsiya, korpus va chulg'amlarning himoya qarshiligini o'lchash quyidagicha:

- a) $R_{\text{izol.G}} \cdot Y_{\text{uK}} \text{ chulg'ami} - PK \text{ chulg'ami} = \dots$
- b) $R_{\text{izol.G}} \cdot PK \text{ chulg'ami} - \text{korpus} = \dots$
- d) $R_{\text{izol.G}} \cdot Y_{\text{uK}} \text{ chulg'am} - \text{korpus} = \dots$

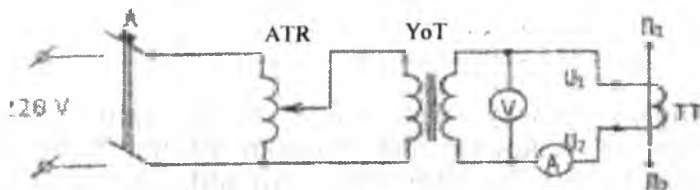
Yuqorida ko'rsatilgandek, boshqa chulg'amlar uchun ham xuddi shunday amalga oshiriladi.

3. Chulg'amning aktiv qarshiligi Uistston ko'prigi orqali o'lchanadi. Ulanuvchi sim va tok transformatorining chulg'ami bilan o'lchov asboblari uchun ulanadigan simning kesim yuzasi $S - 2,5 \text{ mm}^2$ dan kichik bo'lmasligi kerak. Simning oxirida mahkamlovchi moslama bo'lishi lozim.

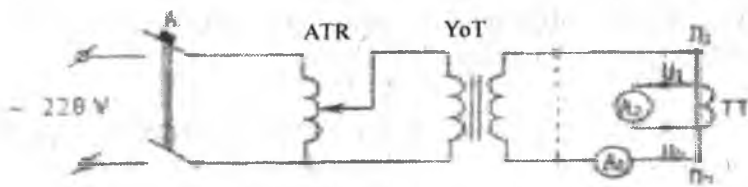
4. Chulg'amning qutblanishi va mos ravishda belgilanishi transformatsiya usuli (polyaromer) bilan aniqlanadi. 2.1- rasmda ko'rsatilgan. Bunda, G – galvonometr, M – manbaa (3 volt). Tok transformatorining birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining ulanish qisqichlari $L1$; $L1$; $L2$; $L2$.

5. Tok transformatorining magnit maydon kuchlanganligi E bilan induksiya B_m bog'liqlik tavsifi olinadi. 2.2- rasmdagi sxemadan foydalanib, tok transformatorining ikkilamchi chulg'ami bo'yicha tokning har xil miqdori olinib, olingan natijalar bo'yicha uning tavsifi quriladi. Ordinata o'qi bo'yicha kuchlanish joylashtiriladi. Bu tavsifini olish uchun 2.1-jadvalga yoziladi.

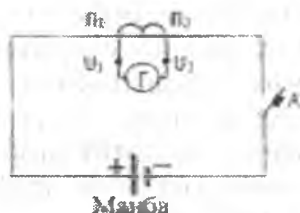
2.1- rasmdagi sxema yig'iladi. Bunda A – ampermetr ($0 \div 5$); V – voltmetr ($0 \div 15$). LATR – tajriba avtotransformatoridan olingan qiymatlar asosida tavsif quriladi.



2.2-rasm. Magnitlash chizig'ini aniqlash sxemasi.



2.3-rasm. Transformatsiya koeffitsientini aniqlash sxemasi.



2.4- rasm. Chulg'am qisqichlarining qutblanishni aniqlash sxemasi.

1. Tok transformatorining koeffitsientini o'lchash. Sxema kontaktlar mustahkamligiga e'tibor berish. Transformatorning ikkilamchi zanjirida uzulish bo'lganda yuqori kuchlanish hosil bo'ladi.

2.1 jadval.

Magnitlanish chizig'ini qurish

I, A	0,1	0,3	0,5	0,8	1	1,5	2	2,5	3
U, B									

2.2-jadval.

Transformatsiya koeffitsientini aniqlash

I ₁ , A	15	20	30
I ₂ , A			

2.3- rasmdagi sxema yig'iladi bunda, *LATR* – tajriba avtotransformatori; *TT* – sinovdan o'tkaziladigan tok transformatori, *YoT* – yordamchi transformator. Sinovdan o'tkazilayotgan tok transformatorining chulg'amiga 12V ulanadi.

Transformatorning transformatsiya koeffitsienti uch o'lchovdan olingan o'rtacha qiymatiga teng. Transformatorning transformatsiya koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{IT} = \frac{I_1}{I_2}, \quad (2.2)$$

bunda, I_1 – tok transformatorini birlamchi toki;

I_2 – tok transformatorining ikkilamchi toki.

Eslatma. Ishlab chiqarishda sinovdan o'tkazish, tok transformatorining ikkilamchi chulg'am izolyatsiyasi sinovida, uning asosiy izolyatsiyasi va moy to'ldirilgan transformatorlarni birlamchi chulg'amining kirish-chisish qismidagi dielektrik isrofni o'lchash. Uning kirish-chisish qismlardagi dielektrik isrofni o'lchash Shering ko'prigi yordamida amalga oshiriladi. Sinov texnika xavfsizligi quyidagilariga rioya qilgan holda o'tkaziladi.

O'Z-O'ZINI SINOSH SAVOLLARI

1. Tok transformatorining vazifasi nimadan iborat?
2. Tok transformatorining tok va burchak xatoligi nimalarga olib keladi?
3. Tok transformatorining aniqlik klasslari mavjudmi?
4. Tok transformatorlarining ishchi ikkilamchi chulg'amini «ajratish»ga nima uchun yo'l qo'ymaydi?
5. Tok transformatorlarining sinovida qanday sinash ishlari olib boriladi?

3- TAJRIBA ISHI. KUCHLANISH TRANSFORMATORINI TEKSHIRISH

3.1. Kuchlanish transformatorini tekshirish

Ishning maqsadi. Kuchlanish transformatorini sinovdan o'tkazish va uning tavsifini qurish hamda xossalarini o'rganishdan iborat.

NAZARIY MA'LUMOT

Kuchlanish transformatori maxsus o'lchov transformatorlari qatoriga kiradi. Kuchlanish transformatori kuchlanish qiymatlarini o'lchash uchun qo'llaniladi. Elektr zanjirga kuchlanish transformatorining birlamchi chulg'ami — W_1 parallel ulanadi, ikkilamchi chulg'ami — W_2 o'lchov qurilmalari hamda releli himoya va avtomatika elektr qurilmalariga ulanadi. Elektr zanjiriga ulangan yuqori kuchlanish miqdorini kuchlanish transformatori — 100B va $100/\sqrt{3}B$ gacha pasaytirib beradi.

Kuchlanish transformatorining tok transformatorlaridan farqi salt ishlash holatiga yaqin ishlaydi, chunki o'lchov asbobiari va releli himoyaning qurilma g'altaklardagi qarshiligi katta bo'lib, ular iste'mol qiladigan tokning miqdori kichikdir.

Kuchlanish transformatorining chulg'amlaridagi o'ramlar va kuchlanishlarning o'zaro bog'liqligi quyidagicha:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = K_{mk} \quad (3.1)$$

bunda: U_1 — birlamchi chulg'amdagi kuchlanish;

U_2 — ikkilamchi chulgʻamdagi kuchlanish;

W_1 va W_2 — birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlardagi oʻramlar soni;

K_{mk} — kuchlanish transformatorining transformatsiyalash koefitsienti.

Kuchlanish transformatorlarini quyidagi: 0,2; 0,5; 1; 3 hamda P rele klasslari mavjud. Yuqori voltli 6 — 10 kV kuchlanishdagi transformatorlarining bir fazalilari — NOL, NOM, NOS, 35 kV li ZNOM, ZNOL va uch fazalilari (6 — 10 kV) NTMI, NTMK va bir fazali NKF rusumlari qoʻllaniladi.

Uning xatoligi undagi magnit oʻtgazgichning tuzilishi, poʻlatning magnit singdiruvchanligi, $\cos \varphi$ va yuklama miqdorlariga bogʻliq.

Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulgʻamiga ulangan rele va oʻlchov asboblarning umumiy isteʼmoli — kuchlanish transformatorining nominal quvvatidan oshmasligi lozim.

Kuchlanish transformatorlari taqsimlovchi qurilmalarda asosiy funksiyani bajaradi, xuddi tok transformatori kabi qoʻllanilishi boʻyicha oʻlchov asboblari va rele, mavjud kuchlanish chulgʻami (voltmetr, vattmetr, kuchlanish relesi) kabi boʻladi.

Kuchlanish transformatori choʻlgʻamlarining ulanish sxemalari boʻyicha.

Eslatma. Kuchlanish transformatorlarning qisqartirma nomlanishi quyidagicha izohlanadi:

O — bir faza, M — moyli, T — uch faza, K — kaskad ulangan chulgʻam, I — smash chulgʻami, F — chinni idishli va raqamlar esa nominal kuchlanishni koʻrsatadi.

TAJRIBA ISHINING DASTURI

1. Kuchlanish transformatori chulgʻamlarining himoya qarshiligini oʻlchash.
2. Chulgʻam aktiv qarshiligini oʻlchash.
3. Kuchlanish transformatorining ulanish guruhi va qutblanishini tekshirish.
4. Kuchlanish transformatorining transformatsiya koefitsientini oʻlchash.

TAJIRIBA ISHINING BAJARISH TARTIBI

1. Kuchlanish transformatorlarini ko'rib chiqish va uni tashqi ko'rinishda mexanik jihatdan zarar yetmaganligiga ishonch hosil qilish. Kuchlanish transformatorlarining pasportidagi ko'rsatmalarni yozib olish.

2. Kuchlanish 1000 V yoki 2500 V bo'lgan megommetr yordamida kuchlanish transformatorini har bir chulg'aming himoya qarshiligi bilan korpus va so'shni chulg'amlar oralig'idagi himoya qarshiliklari o'lchanishi lozim:

$$R \text{ (YuK chulg'amlari — PK chulg'amlari)} = \dots$$

$$R \text{ (YuK chulg'am — korpus)} = \dots$$

$$R \text{ (PK chulg'am — korpus)} = \dots$$

Boshqa chulg'amlar uchun ham xuddi shunday.

3. Kuchlanish transformatorlari chulg'aming aktiv qarshiligini Uitston ko'prigi yordamida o'lchash. Sxema kontaktlar zichligi va ulangan simlarning butunligini hamma holatlariga ko'ra o'lchash. Kuchlanish transformatorining kirish chiqish qisqich bilan chulg'amlarni ulashda kontaktlar zichligini tekshirish uchun chulg'amlar aktiv qarshiligini o'lchash lozim.

4. Uch fazali kuchlanish transformatori chulg'amlarining ulanish guruhi va bir fazali kuchlanish transformatoridagi chulg'amning qutblanishini tekshirish. Kuchlanish transformatorlar chulg'am qutblanishini ballistik silkinish (usuli) yo'li orqali aniqlash. Uch fazali transformator chulg'aming ulanish guruhini fazometr yordamida aniqlash. Kuchlanish transformatori chulg'amlarining ulanish guruhi odatda: Y/Y-12.

Qutblanishni aniqlash quyidagi ketma-ketlikda o'tkaziladi. Galvanometrni past kuchlanish qisqichlariga ulash. Yuqori kuchlanishli qisqichlariga 3V li (batareya) manbadan qisqa vaqtli impuls beriladi, qutblanish saqlanadi, galvanometrni mos ravishda o'nga og'ishi (+) musbat, teskarisi manfiy (—) manfiy.

5. Kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsientini o'lchash quyidagicha:

$$K = \frac{U_1}{U_2}.$$

Sxemani standart yig'ish. Bir fazali kuchlanish transformatori uchun yuqori kuchlanish chulg'amiga o'zgaruvchan tokli 220 V kuchlanish beriladi. Yuqori va past kuchlanish qisqichlarida kuchlanishni ulash amalga oshiriladi. Shundan so'ng, kuchlanish transformatorning transformatsiya koefitsienti K hisoblanadi.

Uch fazali kuchlanish transformatori uchun transformatorning yuqori kuchlanish chulg'amlariga 220V kuchlanish beriladi va bir vaqtda yuqori hamda past kuchlanish chulg'amlardagi kuchlanishlarni o'lchash amalga oshiriladi. 3.1-jadvalda o'lchash natijalari qayd etiladi.

3.1- jadval

Tr-r turi	A-B			B-C			A-C			K
	U_{AB}	U_{AB}	K_{AB}	U_{BC}	U_{BC}	K_{BC}	U_{AC}	U_{AC}	K_{AC}	

Sinov texnika xavfsizligi qoydalariga to'la rioya qilish bilan anialga oshiriladi. Sinovlarni o'tkazishda kuchlanish faqat kuchlanish transformatorining yuqori chulg'amiga berilishi shart. Shuningdek, kuchlanish past kuchlanishli chulg'amiga berilsa, u nominal qiymatga nisbatan bir necha marotaba yuqori qiymatga ega bo'ladi.

Kuchlanish transformatorlarining birlamchi chulg'amlariga davlat standartiga ko'ra, beriladigan nominal kuchlanishlar quyidagicha: 3 kV, 6 kV, 10 kV, 35 kV, 110 kV, 154 kV, 220 kV, 330 kV, 500 kV, 750 kV.

Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish 100V ga teng.

3.2. O'lchov kuchlanish transformatorlaring chulg'amini sxemasini o'rganish

Ishning maqsadi. O'lchov kuchlanish transformatorlari va unilinish sxemasi asosida tekshiruv o'tkazishdan iborat.

TAJRIBA ISHINING DASTURI

1. NTMI – 6 rusumidagi uch fazali kuchlanish transformator qurilmasi va uning chulgʻamlari ulanish sxemalarini oʻrganish. 3.1-rasmdagi sxemani yigʻish. Birlamchi va ikkilamchi kuchlanishlarni oʻlchash va kuchlanish vektor diagrammalarini qurish.

2. NOM – 6 rusumdagi bir fazali qurilmani oʻrganish. 3.2–3.4- rasmlar bilan mos ravishda uchta bir fazali kuchlanish transformatorlarining har xil ulanish sxemalari navbatma-navbat yigʻiladi. Birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlardagi kuchlanishlar oʻlchanadi va kuchlanishning vektor diagrammalari quriladi.

TAJRIBA ISHINI OʻTKAZISH TARTIBI

1. Transformatorni hamma qismlarini diqqat bilan koʻrib chiqish va tashqi elementlarga zarar yetmaganligi toʻgʻrisida ishonch hosil qilish, chulgʻam fazalarining kirish-chiqish belgilanishlariga eʼtibor berish.

2. NTMI-6 uch fazali kuchlanish transformatorining magnit oʻtkazgich va chulgʻamlarining ulanishini prinsipial sxemasini chizish.

3. 3.1-rasm sxemasini yigʻish va NTMI-6 yuqori kuchlanishli chulgʻamiga 220V kuchlanish beriladi. Yuqori va past kuchlanishli chulgʻamlardagi kuchlanishni oʻlchash. Voltmetrlar koʻrsatkichlari 3.2-jadvalga yoziladi.

4. Uch fazali transformatorni normal simmetrik rejim uchun kuchlanishning vektor diagrammalarini qurish.

5. Bir fazali yerga qisqa tutashuv rejimi va normal rejimda magnit oqimining yoʻli NTMI-6 rusumdagi uch faza besh sterjenli kuchlanish transformatorining magnit oʻtkazishining chizmasida koʻrsatiladi.

3.2- jadval

Fazaviy	Liniyaviy											Qoʻshimcha chulgʻamlarda
A-0	B-0	C-0	a-0	b-0	c-0	AB	BC	CA	ab	bc	ca	a-x

6. Bir fazali kuchlanish transformatorining ulanish sxemalarini yig'ish:

a) chulg'amning yuqori kuchlanish chulg'amini «yulduz» ulanish sxemasi ko'rsatilgan (3.2- rasm);

b) kuchlanish transformator chulg'amining «ochiq uchburchak» ulash sxemasi (3.3- rasm);

d) kuchlanishning nolli ketma-ketligini olish uchun kuchlanish transformatorining past kuchlanish chulg'ami ochiq uchburchak, yuqori kuchlanish chulg'ami esa «yulduz» sxemasi boyicha ulanadi (3.4- rasm).

Sxema to'liq yig'ib chiqiladi, kuchlanish transformatorining yuqori kuchlanishli fazalaridagi kuchlanishlar o'lchanadi. Voltmetrlar ko'rsatkichlari jadvalga yoziladi.

3.3- jadval

«Yulduz» sxema uchun

Fazalar						Liniyaviy					
Yuqori kuchlanish faza			Past kuchlanish fazalar			AB	BC	CA	ab	bc	ca
A-0	B-0	C-0	a-0	b-0	c-0						

3.4- jadval

«To'liq ho'lmagan uchburchak» sxema

Liniyaviy			
Yuqori kuchlanish faza		Past kuchlanish fazalar	
AB	BC	ab	bc

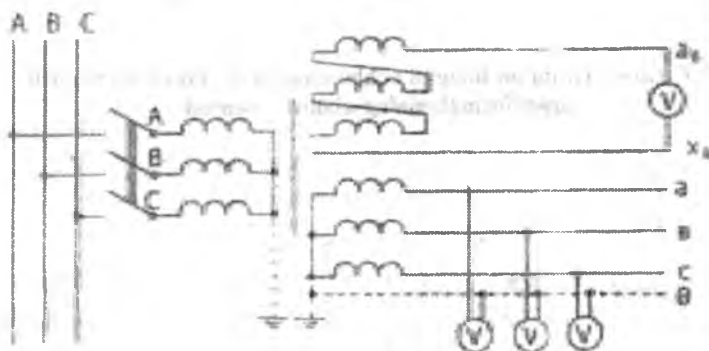
3.5- jadval

«Ochiq uchburchak» shaklida ulangan kuchlanish transformatori sxemalari (yuqori tomoni «yulduz», pastkisi «ochiq uchburchak»)

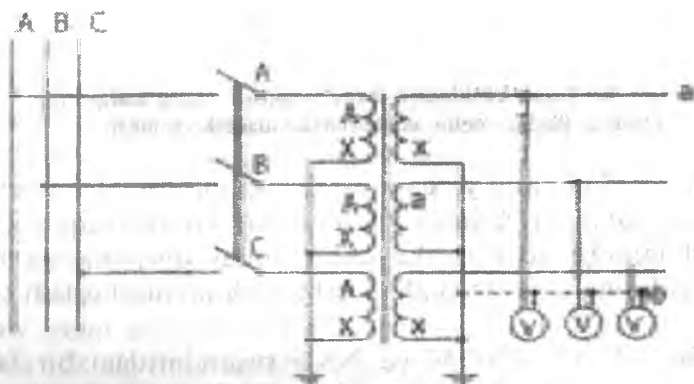
Yuqori kuchlanish			Past kuchlanish			Ochiq uch-burchak (qo'shimcha chulg'm)
A-0	B-0	C-0	ab	bc	ca	

Yuqori kuchlanishli fazalar bilan yulduz neytral yerga tutash- tiriladi.

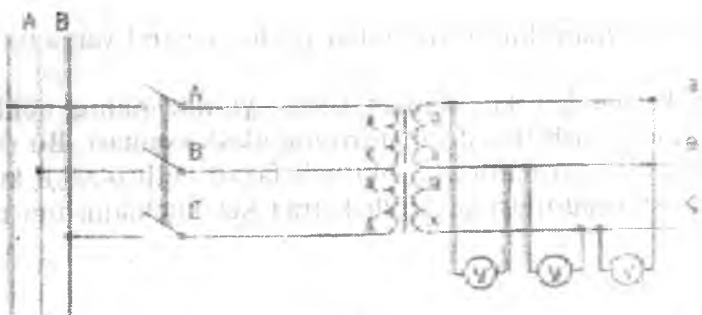
Nolli ketma-ket kuchlanish filtri «yulduz-ochiq uchbur- chak»da kuchlanish transformatorining ulash sxemasi. Bir fazali kuchlanish transformatorlari yoki uch fazali besh o'zakli kuch- lanish transformatorlaridan nolli ketma-ket kuchlanishini olish mumkin.



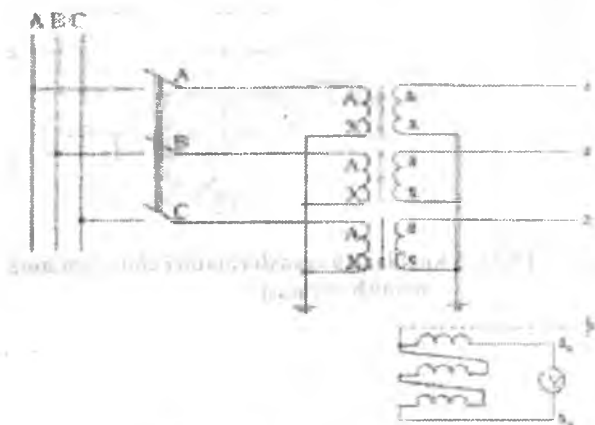
3.1. rasm. NTNM-6 kuchlanish transformatori chulg'aming ulanish sxemasi.



3.2-rasm. Y/Y (bir fazali) kuchlanish transformatori chulg'amlarini ulanish sxemasi.



3.3- rasm. To'liq bo'lmagan uchhurchakda bir fazali kuchlanish transformatorining ulanish sxemasi.



3.4- rasm. Bir fazali kuchlanish transformatori chulg'amlarining «yulduz-yulduz -ochiq uchburchak» ulanish sxemasi.

Birlamchi chulg'ami yerga mustahkam tutashtirilgan neytral bilan yulduz ulanadi. Yuqori kuchlanishli zanjiri qisqa tutashganda ikkilamchi qo'shimcha chulg'amlar qisqichlarga nolli ketma-ketlikning uch marotaba kuchlanish qiymati ortish sodir bo'ladi.

Eslatma. ZOM, ZNOM va NKF rusumlaridagi bir fazali kuchlanish transformatorining ikkita ikkilamchi chulg'amlar yig'ilgan holatda bajariladi.

HISOBOTNING MAZMUNI

Hisobotda ish dasturi, sinash sxemalari, o'ltchov natijalari, kuchlanish vektor diagrammalari va shu bo'yicha xulosalar bayon qilinishi lozim.

O'Z-O'ZINI SINOV SAVOLLARI

1. *Kuchlanish transformatorining vazifasi nimadan iborat?*
2. *Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chiziqli kuchlanishi qanday?*
3. *Kuchlanish transformator ikkilamchi chulg'ami sanday ulanish sxemalari mavjud?*
4. *Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'ami nima uchun yerga tutashtiriladi?*
5. *Kuchlanish transformatorini qo'shimcha ikkilamchi chulg'amlari to'liq bo'lmagan uchbur chak ulanishning vazifasi qanday?*

4- TAJRIBA ISHI. O'ZGARUVCHAN TOK TARMOG'IDA IZOLATSIYA NAZORATI SXEMASINI TEKSHIRISH

Ishning maqqadi. Yuqori kuchlanishli uch fazali o'zgarmas tok tarmog'ida izolyatsiya nazorati uslublarini kuchlanish transformatori yordamida tekshirish.

NAZARIY MA'LUMOT

Elektr tarmoq va uning ayrim qismlarini ishonchli ishlashi butunlay elementlarining izolyatsiya darajasiga bog'liq. Elektr tarmoqda eng keng tarqalgan shikastlanish faza izolyatsiyasini yerga nisbatan shikastlanishdir.

Yuqori kuchlanishli tarmoqlar izolyatsiyalangan neytralli (35 kV gacha kuchlanishli) va bevosita (110 kV kuchlanishli va yuqori). Izolyatsiyalangan neytralli tarmoqlarda bir fazali yerga tutashuv tokni avariya oshib ketishga olib kelmaydi. Chunki bu holda tok sig'imi tavsifga ega. Agar bu tarmoqning sig'imi katta bo'lsa, bir fazali toklarni yerga tutashuvini kamaytirish uchun, bu sig'imni maxsus induktivlik bilan kompensatsiyalashga to'g'ri keladi. Shuning uchun 35 kV kuchlanishli tarmoqlar-izolyatsiyalangan tarmoqli neytralli tarmoqlar, kompensatsiya-

langan neytralli tarmoqlar nomini olgan. U holatda ham, bu holatda ham ular kichik tokli yerga tutashuvli tarmoqlardir.

Bir fazali yerga tutashuv bu tarmoqlarda yuqorida aytib o'tilganidek, tokning avariyaiviy miqdorigacha oshishiga olib kelmaydi. Lekin fazalararo shikastlanish vujudga kelish ehtimolligini oshiradi, bu esa katta toklar bilan bog'liq bo'ladi, shu holda releli himoyasi va avtomatikasi shikastlashgan tarmoq qismini tezda o'chirish shart.

110 kV va undan yuqori kuchlanishli tarmoqlarda bir fazali kuchlanish transformatori tokni katta miqdorigacha oshirilishi, bu esa himoyasini tezkor ishlashishiga olib keladi.

Hamma stansiyalarida va nimstansiyalarda yerga nisbatan qanday bo'lmasin fazasi izolyatsiyasining sifatini o'zgarisining nazorat qiluvchi qurilmalar o'rnatiladi. Kichik tokli yerga tutashgan tarmoqlarda (35 kVgacha) u signalga ishlaydi, katta tokli yerga tutashgan tarmoqlarda (110 va yuqori) tokli himoya bilan birgalikda ishdan chiqqan elementlarni o'chiradi.

Kuchlanish transformatori yordamida izolyasiyani nazorat qilish amalga oshiriladi. Bunda kuchlanish transformatorining chulg'amlari yuldiz-yuldiz va yuldiz-ochiq ychburchak sxemalari bo'ycha ulanadi.

4.2- rasmda KT ni «yulduz-ochiq uchburchak» sxemaga ulanish sxemasi ko'rsatilgan. Normal holatda ochiq uchburchak chizishidagi kuchlanish barcha uch faza kuchlaniqhlari yig'indisiga va nolga teng (4.3-a rasm).

$$U_{\text{vix}} = U_a + U_b + U_c = 0.$$

Biror bir faza izolyatsiyasi shikastlanganda (A faza misolida ko'ramiz) undagi kuchlanish yangi qiymatni U'_A , bu qiymat birlamchi qiymatdan ΔU_A ga kamaygan (4.3- b rasm).

$U_A = U'_A - \Delta U_A$ ikkilamchi kuchlanish ham tegishli qiymatlarni

qabul qiladi $U_a = U'_a - \Delta U_a$. Bunda shikastlangan fazalarning kuchlanishi, A fazaning kuchlanish isrofi qiymatiga oshadi ya'ni:

$$U_B = U_B - \Delta U_A,$$

$$U_B = U_C - \Delta U_A.$$

Ochiq uchburchakda bu kuchlanishlar qo'shiladi, natijada uning chiqishida kuchlanish hosil bo'ladi:

$$U_{vix} = U'_a + U'_b + U'_c = 0.$$

Bu qiymat bir fazali yerga tutashuvda paydo bo'ladigan nolinch ketma-ketlik kuchlanishning uchlanganiga teng:

$$U_{vix} = 3U_0.$$

Shunday qilib, ochiq uchburchak nolinch ketma-ketlik kuchlanish filtridir. Uning chiqishlariga maksimal tok relesi ulaganda bitta rele bilan nolinch ketma-ketlik o'zgarishi kattaligini nazorat qilish imkoni paydo bo'ladi, shu bilan birga fazalarning yerga nisbatan qarshiligi haqida mulohaza qilish mumkin. Vizual nazoratni voltmotr yordamida amalga oshirish mumkin.

Bunday sxema yerga qisqa tutashuvdan himoyalovchi nolinch ketma-ketlik himoyalarni ancha soddalashtiradi, ular signalga ham, o'chirishga ham ishlaydi. Ayniqsa, himoyalarni yo'naltirilgan qilib bajarish imkoniyati bor.

Yerga metall orqali tutashuv bo'lganda (o'tish qarshiliksiz), KT ni A fazasining birlamchi chulg'amiga keltirilgan qoldiq kuchlanish:

$$\Delta U_A = U_A, U'_A = 0.$$

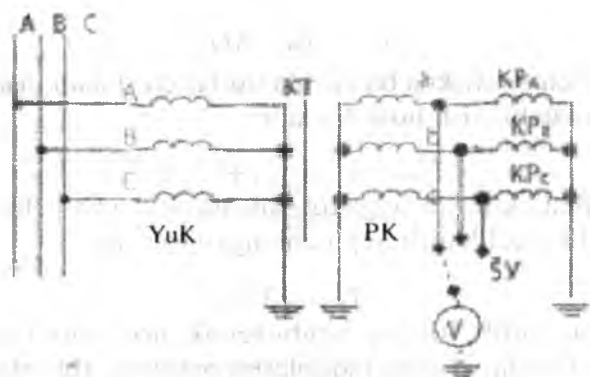
B va C fazalarning kuchlanishi esa chiziqligacha, ya'ni $\sqrt{3}$ gacha oshadi. Ochiq uchburchakda yig'ilib, ular chiqishda nolinch ketma-ketlik kuchlanishining uchlangan qiymatini hosil qiladi:

$$U_{vix} = U'_a + U'_b + U'_c = 3U_0 = 3U_a.$$

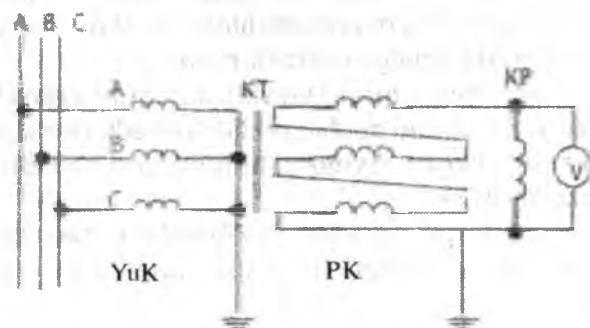
TAJIRIBA ISHINING DASTURI

1. Yulduz-yulduz Y/Y yig'ilgan kuchlanish transformatori bilan izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.
2. Yulduz-yopiq uchburchak Y/Δ yig'ilgan kuchlanish transformatori bilan izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.

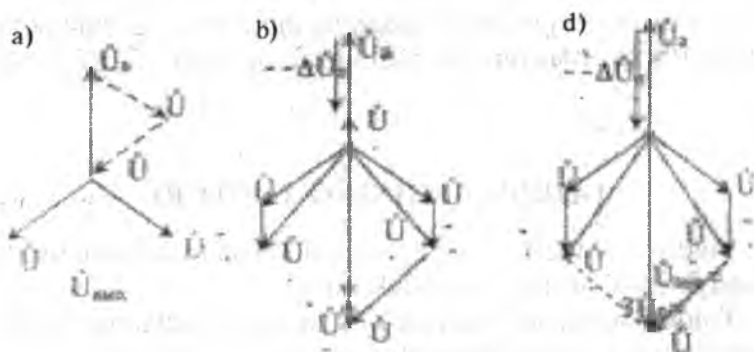
Eslatma. Birlamchi chulg'am neytrali albatta yerga tutashtiriladi.



4.1- rasm. KT chulgʻamining «yulduz-yulduz»
ulanish sxemasi.



4.2- rasm. KT chulgʻamining «yulduz-ochiq uchburchak»
ulanish sxemasi.



4.3- rasm. A fazani erga tutashganda kuchlanishning
vektor diagrammalari.

TAJRIBA ISHINING BAJARISH TARTIBI

1. Stendda kuchlanish transformatorini Y/Y sxema bo'yicha yig'ilsin.

A) fazani yerga qarshilik orqali to'liqsiz tutashtirish tajribasi o'tkazilsin (R_2 rubilnikni tutashtirib).

B) fazani yerga to'liq metallik tutashtirish tajribasi o'tkazilsin (R_1 rubilnikni tutashtirib).

Har ikkala holatlarda voltmetr ko'rsatkichlari yozib olinsin va olingan ma'lumotlar asosida vektor diagrammalari qurilsin.

2 Kuchlanish transformatorining ikkinchi chulg'amini ochliq uchburchakka ulanganda izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.

1- bo'limda ko'rsatilgan tajribalar amalga oshirilsin va kuchlanishning vektor diagrammalari qurilsin.

O'Z-O'ZINI SINOV SAVOLLARI

1. Quyidagi tarmoqlardagi kuchlanish klasslarini sanang:

a) izolyatsiyalangan neytralli; b) yerga tutashtirilgan neytralli.

2. Bitta faza yerga qisqa tutashganida izolatsiyalangan neytralli tarmoqning ishlashi mumkinmi va nima uchun?

3. Tarmoq izolatsiya nazorati uchun qanday kuchlanish transformatorlarini qo'llash mumkin?

4. Yerga qisqa tutashganda, quyidagi fazalarning kuchlanishlarining vektor diagrammalarini quring:

a) faza B; b) faza C.

5- TAJRIBA ISHI. ERUVCHAN SAQLAGICHLARNI O'RGANISH

Ishning maqsadi. Saqlagichlarning tuzilishi va eruvchan elementning tavsifini o'rganish.

NAZARIY MA'LUMOT

Saqlagichlar asosan, elektr qurilmalarni qisqa tutashuv tokidan bir ma'rotaba himoyalash uchun qo'llaniladi. Har xil tuzilishli saqlagichlar mavjud: probkali, fibralli, mayda kvarts qum to'ldirilgan, otuluvchilar shular jumlasidandir.

Saqlagichning asosiy qismi — eruvchan element, sim va yupqa metallardan iborat bo'ladi. Tok miqdorining ortishi bilan eruvchan element eriydi va tarmoq yoki elektr zanjiridan o'tadi. Eruvchan element orqali oqayotgan tokning miqdori belgilangan me'yordan qancha katta bo'lsa, u shuncha tez eriydi. Qisqa tutashuvdan elektr tarmoqni ajratish uchun ketgan vaqt orasidagi munosabat — eruvchan elementning himoya tavsifi deyiladi.

Saqlagich va eruvchan elementning nominal toki quyidagicha.

Saqlagichning toki deganda tok o'tkazuvchi simlar, kontakt va eruvchan elementdan oqib o'tuvchi tok miqdori tushuniladi.

Eruvchan elementning toki deganda eruvchan elementning o'zidan oqib o'tuvchi tok tushuniladi.

Eruvchan elementning nominal toki uning uzoq vast erimasdan tok miqdori qabul qilinadi. Oqayotgan tokning miqdori, uning nominal qiymati 25–30% dan oshganda, saqlagich elementi 1–2 soatda eriydi, 50% dan oshganda 10–15 minutda eriydi, agar 100% dan oshishi bilan — 1 minutda eriydi.

TAJIRIBA ISHINING DASTURI

Eruvchan elementning himoya tavsifi (ampersekund)ni olish 5.1- rasmda ko'rsatilgan bo'lib, bu sxema tajriba stendida yig'iladi.

Bunda,

PT — pasaytiruvchi transformatorlar (OSVU — 0,5; 220G'12V);

LATR — tajriba avtotransformatori;

SAS — qo'shimcha aktiv qarshilik (5 Om);

A — ampermetr;

S — saqlagichi.

Aluminiy yoki mis simlardan kesim yuzasi 0,1 dan 1 mm² gacha bo'lgan eruvchan saqlagich tayyorlanadi. Uning himoya tavsifini olish uchun quyidagi ishlar amalga oshiriladi.

Sim qisqichlarga mahkam ulanadi;

Biriktirib — uzgich ulanadi.

Elektr tarmoqqa kuchlanish beriladi va *LATR* yordamida tok 30A belgilanadi. Shundan so'ng, eruvchan element biriktirgich — ajratkich orqali ajratiladi va eruvchan elementning erish vaqti elektr sekund o'lchagich yordamida aniqlanadi.

Har xil toklarda tajriba natijalari bir necha marotaba olinadi va olingan qiymatlar 5.1- jadvalga yoziladi.

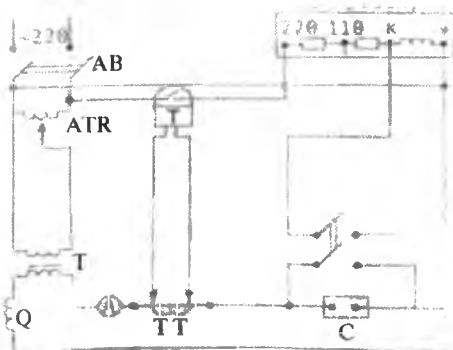
5.1- jadvaldan foydalanib, eruvchan elementning erish vaqti bilan tokning miqdori orasidagi egri chiziqli quriladi.

Eruvchan elementning nazariy himoya tavsifi 5.2- rasmda ko'rsatilgan (bunda I_{min} eng kichik toki).

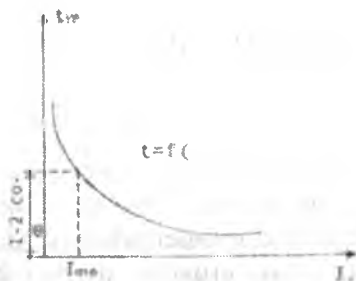
Saqlagichning eng kichik erish toki — bu shunday tokki, eruvchan element qizil rangga kirguncha qiziydi, lekin erimaydi. Kichik erish toki — bu

5.1- jadval

Tok qiymati, A	30	28	26	24	22	20	18	16
Erish vaqti, sek								



5.1- ras. Eruvchan elementning himoya tavsifini oluvchi sxema.



5.2- ras. Eruvchan elementning himoya tavsifi.

elektrqurilma yoki elektr tarmoqni katta miqdoridagi yuklanish toki tushuniladi. U holda, saqlagich — elektr qurilmani himoya qila olmaydi va o'z ish faoliyatini tugatadi. Ba'zi bir saqlagichning eruvchan elementiga sharsimon element qo'yiladi. Sharsimon qalayli eruvchan element agar, unga o'rnatiladigan miqdordan ortiq tok o'tishi natijasida u erib, tarmoq yoki elektr qurilmaning bir marotaba himoyalashni ta'minlaydi.

Elektr tarmoqni uzishdan hosil bo'ladigan elektr yoyni o'chirish uchun saqlagichning ichiga mayda kvars qumlari to'ldiriladi. Saqlagichlarning tashqi ko'rinishi silindr shaklida bo'lib, u chinni, shisha, fibra va boshqa elementlardan tayyorlanadi.

Tajriba ishini o'tkazishda havfsizlik texnikasi qojdalariga qat'iy e'tibor qilinishi shart.

O'Z-O'ZINI SINOV SAVOLLARI

- 1. Eruvchan elementning himoya tavsifi deb nimaga aytiladi?*
- 2. Eruvchan elementning nominal toki deganda nimani tushunasiz?*
- 3. Eruvchan elementli saqlagichlari qanday elektr tarmoq va elektr qurilmalarning himoyasida keng qo'llaniladi?*
- 4. Saqlagichlar elektr zanjirga qanday ulanadi?*
- 5. Saqlagichlarning qanday turlarini bilasiz?*

6- TAJRIBA ISHI. SHINALARNING O'ZARO ELEKTR DINAMIK ZO'RIQISHLARINI ANIQLASH

Ishning maqsadi. Shinalardan tokning oqishiga ko'ra, ularda sodir bo'ladigan ta'sir etuvchi kuchlarni analitik usul va tajribadan olingan natijalarni taqqoslab ko'rishdan iborat.

NAZARIY MA'LUMOT

Shinalardan tokning oqishiga ko'ra, ular orasida o'zaro ta'sir etuvchi mexanik kuch paydo bo'ladi. Bunday kuchlar elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchlar deb yuritiladi. Uning qiymati o'tkazgichlarning barcha qismlaridagi tok kuchiga bog'liq. Tok kuchining qiymati qisqa tutashuvning dastlabki momentidagi (qisqa tutashuvning zarba toki) elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchga bog'liq. Zamonaviy energosistemada sodir bo'lgan qisqa tutashuvning zarba toki bir

necha yuz ming amperga yetadi, uning tuzilishi va tok o'tkazuvchi qismlarda katta miqdorda elektr dinamik kuchni ta'sir etishga olib keladi.

Elektr qurilma va uning tuzilishida asosan, elektr dinamik muvozanat va tokni oqishidan elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchning paydo bo'lishini e'tiborga olish lozim.

Shinalar orasidagi elektr dinamik ta'sir etuvchi kuch asosan, magnit maydon kuchlanganligi, muhitning tarkibi, tok kuchi va uning tuzilishiga bog'liq. Ular asosan ikki xil usulda aniqlanadi:

a) Bio – Savar qonuni;

b) tugundagi energiyalarning o'zgarishi bo'yicha.

Ushbu uslubiy ko'rsatmada ularni aniqlash asosan, ikkita parallel shinalar uchun Bio – Savar qonunidan foydalanib, elektr dinamik kuchni ko'rib chiqish bilan chegaralanilgan. Shinalarga magnit maydon ta'sir etishi bilan ularda sodir bo'ladigan kuchni aniqlash uchun Bio – Savar qonunidan foydalaniladi. U quyidagicha:

$$F = l \cdot H \cdot i \sin(H \wedge l) [H] \quad (1.1)$$

bunda, F – shingaga ta'sir etuvchi kuch, H;

H – magnit maydon kuchlanganligi, A / H;

i – tok kuchi, A;

l – shinning uzunligi, m.

To'g'ri burchakli parallel shinalarni o'zaro elektr dinamik kuch ta'siri uning geometrik o'qiga ko'ra, tokning oqishi esa parallel shinalarning kesim yuzasi bo'yicha tokni taqsimlanishdagi haqiqiy qiymati bilan almashtirilib, shinalar orasidagi o'zaro elektr dinamik ta'sir etuvchi kuch quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$F = H \cdot i_2 \cdot l [H], \quad (1.2)$$

chunki $\sin(H \wedge l)$ parallel shinalardan biri orqali oqayotgan tokka to'g'ri proporsional bo'lib va unda hosil bo'lgan magnit maydon kuchlanganligi quyidagicha:

$$H = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot i_1}{a}, \quad (1.3)$$

bunda, a – shinalar orasidagi masofa, mm.

(1.3) va (1.2) ga qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F = \pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{a}, \quad [H] \quad (1.4)$$

(1.4) da tok — amperda, masofa esa millimetrdagi berilgan.

Musbat (+) va manfiy (−) belgilar shinalarning oʻzaro bir biriga tortilishi, ular boʻyicha tokning oqishi bilan bir xil yoʻnalish va aksincha, ularni bir-biridan itarilishi esa har xil tomonga yoʻnalishini koʻrsatadi.

Taʼsir etuvchi kuchni aniqlashda (1.4) formulani har doim ham qoʻllash toʻgʻri kelavermaydi. Bu formulaga rostlovchi forma koeffitsienti kiritiladi va shinning geometrik oʻlchamlari hisobga olinadi, u forma koeffitsienti deb ataladi. U quyidagi formula boʻyicha aniqlanadi:

$$F = \pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot K_f \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{a},$$

bunda, K_f — shinning oʻzaro geometrik oʻqi orasidagi masofa.

Shakl koeffitsientining qiymati egri chiziq boʻyicha aniqlanadi u katalogdan olinadi.

Shuni taʼkidlash lozimki, shinalar orasida oʻzaro taʼsir etuvchi kuchga nisbatan formulani qoʻllash toʻgʻri boʻladi. Unga qoʻshimcha shina uzunligini hisobga oladigan (1.5) ga toʻldiruvchi koeffitsient K_m kiritiladi. Ularga taʼsir etuvchi elektr dinamik taʼsir etuvchi kuchni aniqlash formulasi quyidagicha:

$$F = \pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot K_f \cdot K_m \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{a}, \quad [H] \quad (1.6)$$

Shakl koeffitsientining (6.1- rasm) qiymati K_f — 0 dan 1,4 gacha boʻlgan keng chegarada oʻzgaradi. Shinning koʻndalang kesimi perimetriga koʻra, shinalar orasidagi masofa teng yoki katta boʻlganda, amalda shakl koeffitsienti 1 (bir) ga teng deb qabul qilinadi.

Uch fazali qisqa tutashuvda shinalararo elektr zanjirga taʼsir etuvchi kuch asosan, oʻrtadagi shinaga koʻra aniqlanadi.

Elektr dinamik taʼsir etuvchi kuchning qiymati quyidagicha:

$$F_{\max} = \pm \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot i_{\max}^2 \cdot \frac{l}{a} K_u, \quad [H]. \quad (1.7)$$

bunda i_{zup} – qisqa tutashuvdagi tok, A;
 l – shinning uzunligi (mm, sm, m);
 a – shinning o‘zaro geometrik o‘qlari orasidagi masofa, m,
 0,87 – turli fazalarni quriladigan momentida, toklarni
 mos kelmasligining hisobga olish koeffitsienti.

TAJRIBA ISPINING DASTURI

Uzunligi bir xil bo‘lgan shinalar orasidagi o‘zaro elektr dinamik ta’sir etuvchi kuchlarni tasdiq qilish va uni analitik (1.1) usullar bilan aniqlash:

$$a_1 = \text{const}, \quad a_2 = \text{const}, \quad a_3 = \text{const}$$

va shinalar orasidagi ta’sir etuvchi tokni o‘zgarishidan, shinalarga o‘zaro elektr dinamik ta’sir etuvchi kuchni aniqlash. a uchta o‘zgarmas har xil qiymatga ega bo‘lganda, $F = f(i)$ bo‘yicha tadqiq qilish va uning hisobiy egri chizigini qurish.

Eslatma. Bir qancha egri chiziqlarni aralash grafikda qurish lozim.

1. Tokning o‘zgarmas qiymatida shinalar orasida o‘zaro ta’sir etuvchi kuchni analitik va tadqiqot natijalari quyidagicha aniqlanadi:

$$i_1 = \text{const}, \quad i_2 = \text{const}, \quad i_3 = \text{const}$$

va shinalar orasidagi masofa o‘zgarganda hamda, $i = \text{const}$ bo‘lganda $F = f(a)$ bo‘yicha tadqiqot va hisobiy egri chiziqlari quriladi.

TAJRIBA ISHINI BAJARISHGA OID TUSHUNCHALAR

6.1- rasmda elektr dinamik ta’sir etuvchi kuchni aniqlash ko‘rsatilgan. Unda bir-biriga gorizontol joylashtirilgan (1) va (2) mis shinalarni ko‘rib chisamiz. Shinalar o‘lchamlari: shinning uzunligi 120 cm; uning eni 4 cm, uning qalinligi 0,5 sm.

Ishchi stolga gorizontol holatda, qo‘zg‘almas tayanch izolyatorlari yordamida pastki shina (1) mahkamlanadi va harakatlanuvchi shina (2) kronshteynlar yordamida, unga parallel o‘rnatilgan. Pasaytiruvchi transformator (PT) ning ikkilamchi chulg‘ami kabel

tolasi orqali shinaga ulanadi. Shunday qilib, shinalardan har xil yo'nalishlarda tokning oqishi va ulardagi o'zaro ta'sir etuvchi elektr dinamik kuchni kuzatamiz.

Shinalardagi tok ampermetr yordamida aniqlanadi. Pastki shina (1) elektr zanjiriga ulanadi. Tenzometrik datchikning tarkibi asosan, qarshilik ko'prigidan iborat bo'lib, ular yordamida shinalarga ta'sir etuvchi kuch va shinalarning deformatsiya qiymatlari aniqlanadi.

Unga asosan, ingichka mis tolasidan qarshiliklar tayyorlanadi va u ta'sir etuvchi kuch ta'siridan o'z uzunligini o'zgartiradi. O'lchov asboblari orqali uning parametrlari o'lchanadi. Shinaning qarshiligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

O'tkazgichlar uzunligining ortishi va uning kesim yuzasi (S) ni kamayishi bilan qarshilikning miqdori o'zgaradi. Asbob sezgirligini o'ttirish uchun ikkita tenzo asbobdan iborat bo'lgan o'lchov organi yig'iladi.

O'lchov asbobi asosan, qarshiliklar ko'prigining qarama-qarshi yelkasiga ulanadi. Qarshilikning o'zgarishi bilan (6.2- rasm) qarshilik ko'prigida, uning o'zgarish balansi paydo bo'ladi. Bu balans tranzistorli kuchaytirgichga uzatiladi so'ngra, kuchaytirilgan signal o'lchov asbobiga yuboriladi.

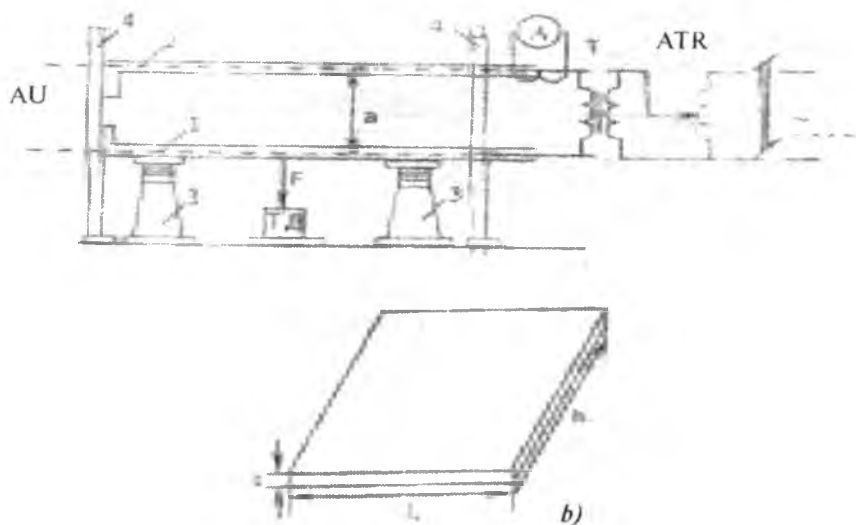
Shinalarning deformatsiyasi tenzoasbob qarshiligining o'zgarishiga proporsionaldir. Shu bilan bir qatorda uning deformatsiyasi, elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchga ham proporsionaldir. Ta'sir etuvchi elektr dinamik kuchning qiymati esa o'lchov asbobi strelkasining oshishi bo'yicha aniqlanadi.

Shinalar orasidagi o'zgartiriluvchi masofa, tokning qiymatlari va tajriba ishida o'lchanadigan tadqiqot natijalari jadvalga yozib olinadi. Tajriba ishidan olingan qiymatlarga ko'ra, egri chiziq grafiklari quriladi va ular o'zaro taqqoslanadi.

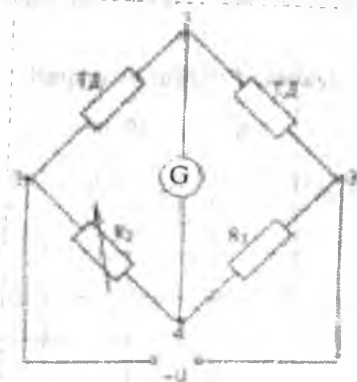
ISHDAGI HISOBOTNING MAZMUNI

Hisobotda ishning massadi va uning dasturi, elektr qurilmaning sxemasi, hisoblash va tadqiqot natijalari, jadvallar, elektr dinamik

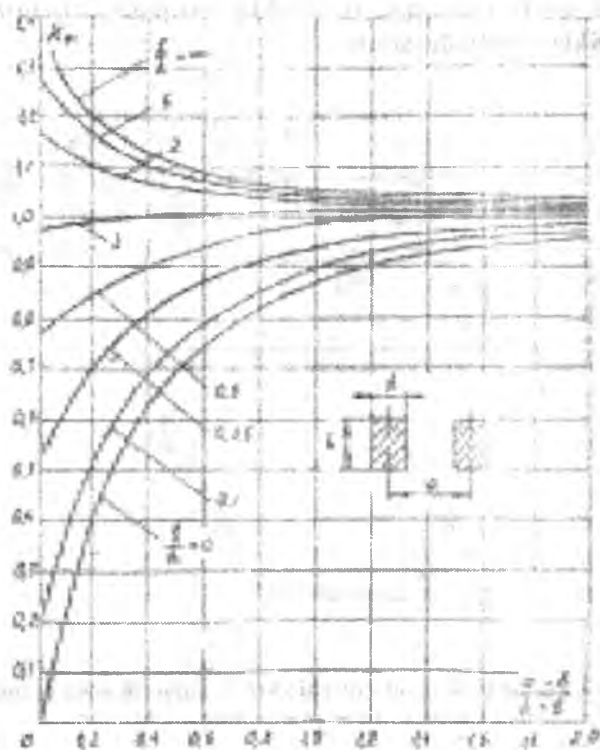
ta'sir etuvchi kuchning analitik usulda aniqlash formulasi va ko'rilgan grafiklari bo'lishi shart.



6.1.- rasm. Elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchini aniqlash uchun qurilma:
a) – qurilma sxemasi; b) – shinaning o'lchamlari.



6.2- rasm. Tenzodatchiklarni ulash sxemasi.



6.3- rasm. Ko'ndalang kesim yuzasi to'g'ri burchakli shinalarning forma koeffitsientini aniqlash uchun egri chiziqlar.

6.1- jadval

a – bo'lganda, $F = f(a)$ ni aniqlash

I, A	$a = 1,5 \cdot 10^2 \text{ m}$			$A = 2,5 \cdot 10^2 \text{ m}$			$A = 3,5 \cdot 10^2 \text{ m}$		
	F_{ladq}	F_{his}	F_{ladq}	F_{his}	K_{vr}	K_{m}	F_{ladq}	F_{his}	K_{m}
200									
250									
300									
350									
400									
500									

a – bo'lganda, $F = f(a)$ ni aniqlash

I, A	I = 200 A			I = 300 A			I = 500 A		
	F_{tadq}	F_{his}	K_m	F_{tadq}	F_{his}	K_m	F_{tadq}	F_{his}	K_m
1,5									
2,5									
3,5									

Eslatma. Egri chiziq bo'yicha K 6.3.-rasm) atqlanadi.

O'Z-O'ZINI SINOV SAVOLLARI

1. Shinalardan tokni oqishida ulardagi o'zaro elektr dinamik ta'sir etuvchi kuch nimaga bog'liq?
2. Shaki koeffitsienti deganda nimani tushunasiz va u nimaga bog'liq?
3. Har xil fazalarga ta'sir etuvchi kuchlar shinalarning qaysi fazasi bo'yicha tekshirib ko'riladi?
4. Tajriba ishida elektr dinamik ta'sir etuvchi kuch qanday o'lchanadi?
5. Tok o'tkazuvchilardagi o'zaro elektr dinamik ta'sir qisqa tutashuvning qaysi momentida qodir bo'ladi?

7- TAJRIBA ISHI. MOYLI UZGICH VA UNING YURITMA MEKANIZMLARINI TEKSHIRISH

Ishning maqsadi. Yuqori voltida qo'llaniladigan (VMP – (6 - 10kV)) moyli uzgich va uning yuritma mexanizmini o'rganishdan iborat.

NAZARIY MA'LUMOT

Yuqori voltli uzgichlar asosan, yuklama ostida elektr-qurilmalarini elektr zanjiriga ulash va uzish uchun mo'ljallangan elektr apparatdir. Yuqori voltli uzgichlar yuklama ostida elektr zanjirini ulaganda yoki uzganda uning kontaktlari orasida elektr yoyi hosil bo'ladi.

Unda hosil bo'lgan elektr yoyi maxsus yoy qo'ndiruvchi kamerada o'chiriladi. Elektr yoyi – maxsus kameraning bo'ylama

yoki ko'ndalang qo'ndiruvchilarida hosil bo'lgan elektr yoyini o'chiradi. Elektr yoyi tokni o'zgarish qiymatining nol chegarasida bo'lganda o'chiriladi.

Kuchlanishning tiklanishidan, yuqori voltli ulabuzgich kontaktlari oralig'ida havoni ionlanishi natijasida, yana elektr yoyi hosil bo'ladi.

Shuning uchun kontaktlar orasidagi oraliq masofa ma'lum bir minimal qiymatiga yetgunga qadar yoy qo'nmaydi.

Yuqori voltli ulab-uzgichlarning quyidagi turlari mavjud:

1. Kichik va katta hajmli moyli;
2. Havoli;
3. Elegazli (yoy so'ndiruvchi birikma — SF_6 , oltingugurt florolti);
4. Elektr magnitli;
5. Vakuumli.

Yuqori voltli uzgichlardan tashqari, tokni o'zgarish qiymatining nol chegarasida kontaktlarni uzadigan sinxron uzgichlar ham mavjud.

TAJIRIBA ISHINING DASTURI

1. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgich moyining izolatsiya qarshiligi o'lchanadi.

2. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgich kontaktidagi o'tkinchi qarshiligi o'lchanadi.

3. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichni ulash va uzish vaqti o'lchanadi.

4. Ulovchi va uzuvchi elektr qurilmalarni tekshirishda quyidagilar o'lchanadi.

- a) galtakning izolatsiya qarshiligi;
- b) galtakning Om qarshiligi;
- d) galtakning uzish kuchlanishi;
- e) elektrmagnit ulagichni ishlash va qaytish kuchlanishlari.

5. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichning uchala fazasini bir vaqtda qo'shib uzishini aniqlash.

6. Kichik hajmli moyli uzgich elektr yuritmasining ishiashini aniqlash.

7. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgich kontaktlarning bir vaqtda ulab-uzishini o'lchov asboblari orqali aniqlash.

Eslatma. Ishlab chiqarish shartida yuqorida sanab o'tilgan tajriba ishlariga qo'shimcha quyidagi tajribalar o'tkaziladi:

1. Yuqori voltli elektr qurilmani kirish va dielektrik elementlarning yo'qotish burchagi o'lchanadi (chinni izolatoridan tashqari). O'lchov ishlari asosan Shering ko'prigi yordamida amalga oshiriladi.

2. Yuqori voltli kuchlanishga mo'ljallangan ikkilamchi kommutatsiya apparatlar, galtak va izolatsiya qatlamlari yuqori voltli maxsus elektr apparatlarida o'tkaziladi.

3. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichning harakatlanuvchi kontaktlarning ulash va ajratish tezligini aniqlash.

4. Uning elektr zanjiriga ulangan tok transformatorlarining ishlashini tekshirish.

5. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichni elektr zanjirga bir necha marotaba ulab va uzib tekshirib ko'rish. Bunday tekshiruvlar, tezkor tokning kichik va yuqori voltli kuchlanishlarida besh marotabadan tekshiriladi.

6. Yuqori voltli moyli uzgichning moyi maxsus tajriba tekshiruvidan o'tkazish.

7. Tirkamalar yo'nalishni aniqlash.

TAJIRIBA ISHNING BAJARILISH TARTIBI

Tajriba ishi quyidagi tartibda o'tkaziladi:

1. Elektr apparatni ko'zdan kechirish va uning ishlay olish yoki ishlay olmasligini aniqlash. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichning pasport ma'lumotlari yozib olinadi.

2. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichning qo'zgaluvchan va qo'zgalmas kontaktlarini korpus bilan hamda ular orasidagi izolyatsiya qarshiligi megoommetr bilan o'lchanadi: «A» faza uchun:

$R(\text{o'zgaluvchi kontakt} - \text{korpus}) = \dots;$

$R(\text{o'zgalmas kontakt} - \text{korpus}) = \dots;$

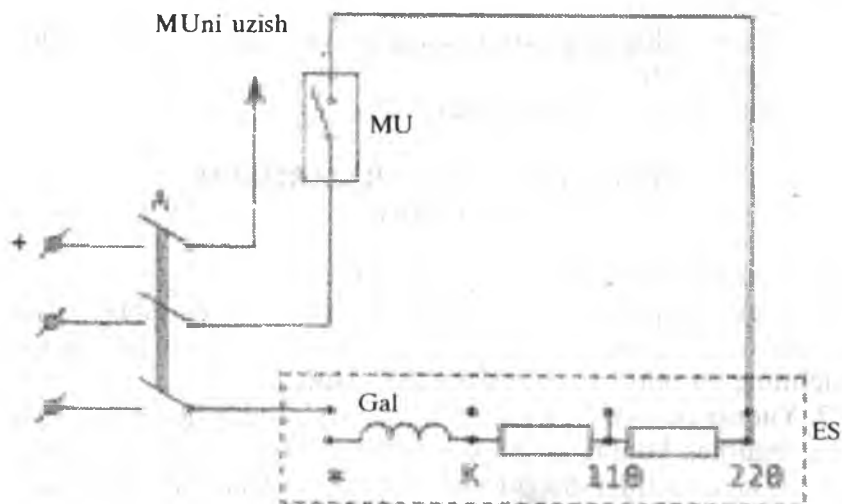
$R(\text{o'zgaluvchi kontakt} - \text{o'zgalmas kontakt}) = \dots$

Bunday o'lchashlar boshqa fazalar uchun ham, huddi shunday usulda amalga oshiriladi.

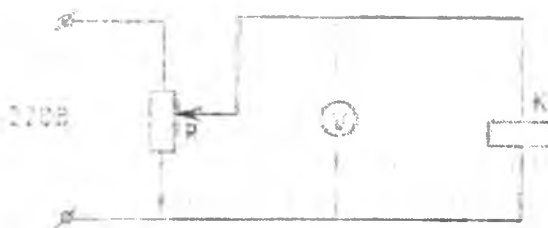
3. Yuqori volt kichik hajmli uzgich kontaktlarini o'tish qarshiligi o'lchanadi. O'lchov har bir faza uchun Uitston ko'prigi orqali amalga oshiriladi. O'lchov ishlari olib borilayotgan paytda ulangan holatda bo'lishi kerak.

4. Uning kontaktlarini ulash va uzish vaqti elektr sekund o'lchagich yordamida o'lchanadi. Uning ulanish vaqti (7.1-rasm) sxema bo'yicha aniqlanadi. Uning o'z vaqti esa, 7.2-rasmdagi sxema bo'yicha aniqlanadi. Uning kontaktlariga kuchlanish bir vaqtda berilishi uchun (R) biriktirib – uzgich qo'llanadi.

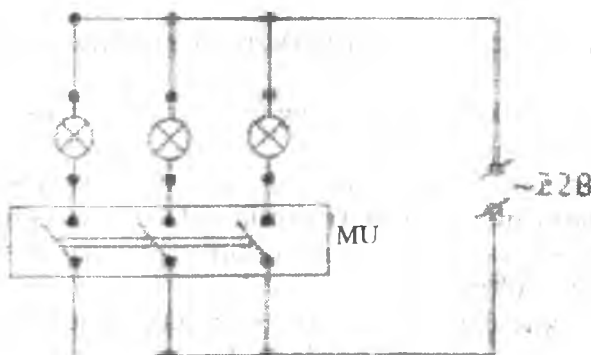
5. VMB-10 rasumdagi yuqori voltli kichik hajmli uzgichni ulash va uzish PS-10 rusumdagi elektr magnitli yuritma mexanizmi qo'llaniladi. PS-10 rusumli yuritma mexanizmi asosan, ulash va uzish g'altaklariga ega. Uning ulash g'altagi 40–50A o'zgarmas tok talab qiladi, u doimiy tok



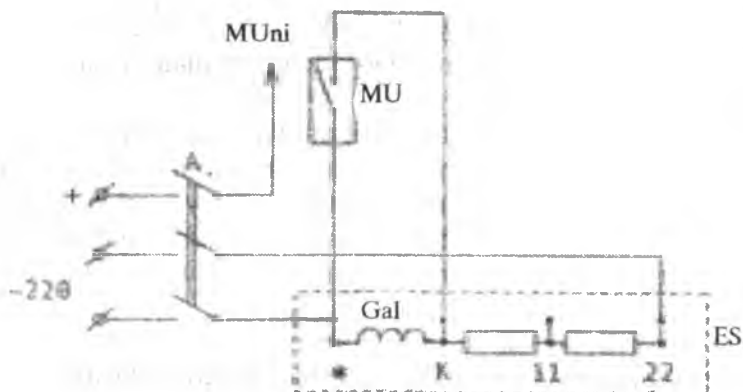
7.1- rasm. Uzgichning kontaktlarini uzilish vaqtining o'lchovi.



7.2- rasm. Elektromagnitli uzgich va ajratish g'altaklarini qaytarish va ishlash kuchlanishlari.



7.3- rasm. Fazalarning bir vaqitda ulanishini aniqlovchi sxema.



7.4- rasm. Uzgichning o'lbach vaqtini o'lchovchi sxemasi.

elektromagnitli ulagich yordami bilan ulanadi. Moyli uzgich elektr zanjirini uzish uchun uzish g'altagiga 5A o'zgarmas tok beriladi.

Hozirgi kunda ishlab chiqarishda to'rt xil elektr yuritma mexanizmlari qo'llaniladi. Ular quyidagicha:

1. Prujinali yoki prujina elektr yuritgichli;
2. Elektr magnitli;
3. Pnevmatik (Havoli);
4. Pnevmodravlik.

Moyli uzgichning yuritma mexanizmlaridagi g'altak quyidagi tartibda tekshiriladi:

a) izolatsiya qarshiligi 1000V li megoommetr yordamida o'lchanadi;

b) uning kontaktlari, g'altakning Om qarshiligi Uistston ko'prigi yordamida o'lchanadi;

d) elektr magnitli ulagich va g'altaklari va ulash hamda uzish kuchlanishlari voltmeter yordamida o'lchanadi. O'lchov 7.3- rasmdagi sxema asosida amalga oshiriladi, bunda, $R = 1000 \text{ Om}$; $V = 0 \div 300\text{V}$ (voltmetr).

Sxemaga kuchlanish beriladi. G'altakka kuchlanish uning ishlaguniga qadar oshirib boriladi. Uning ishlash kuchlanishi voltmeter yordamida o'lchanadi.

Shundan so'ng, elektromagnitli ulagich qaytguniga qadar kuchlanish pasaytiriladi. Moyli uzgich elektr magnitli yuritma mexanizmining ulagichni qaytish kuchlanishi voltmeter yordamida o'lchanadi. Amalga oshirilgan uchta o'lchov natijalarining o'rtacha qiymati asos qilib olinadi.

6. Fazaning bir vaqtda ulanishini aniqlash quyidagicha amalga oshiriladi. 7.4- rasmdagi sxema yig'iladi. Yuritma mexanizmi qo'l kuchi yordamida sekinlik bilan harakatlantirilib, yuqori voltli kichik hajmli uzgich ulanadi. Uning har bir fazalarni ulash haqidagi xabarni berish, zanjirga ulangan hamma chiroqlarni bir vaqtda yonishi bilan aniqlanadi.

Yuqori voltli kichik hajmli ulab-uzgichni ulash va uzish, yordamchi apparatlar va uning yuritma mexanizmlarini ishlashi kuzatiladi.

TAJIRIBA ISH HISOBOTINING MAZMUNI

Hisobotda ishning maqsadi, ishning dasturi, sxemalar va tajriba natijalari bo'lishi shart. Uni bajarishda xavfsizlik texnikasiga qat'iyan rioya qilinishi shart.

O'Z-O'ZINI SINOV SAVOLLARI

1. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichlarning vazifasi nimadan iborat?
2. Uzgichlarning qanday rusumlari mavjud?
3. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichning qanday yuritmalari mavjud?
4. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichlarni sinash, o'chash dasturiga nimalar kiradi?

FOYDALANIJGAN ADABIYOTLAR

Усов С.В. «Электрическая часть электростанций». – Л; Энергия, 1977, 330–341 с.

Васильев А.А. «Электрическая часть станций и подстанций». – М; Энергия, 1980, 227–241 с.

Руцкий А.М. Электрические станции и подстанции. Минск, Высшая школа, 1974, 248–2692 с.

Elektr stantsiya va nimstantsiyalarning elektr qismi. Mirzaev A.T. Ma'ruza matnlari 1998 y.

Internetdan dalil.

MUNDARIJA

1- tajriba ishi. Sinxron generatorni energetik tizimga ulash.	3
2- tajriba ishi. Tok transformatorini tekshirish.....	7
3- tajriba ishi. Kuchlanish transformatorlarini tekshirish.....	11
4- tajriba ishi. O'zgaruvchan tok tarmog'ida izolatsiya nazorati sxemasini tekshirish....	19
5- tajriba ishi. Eruvchan saqlagichlarni o'rganish.....	23
6- tajriba ishi. Shinalarning o'zaro elektr dinamik zo'riqishini aniqlash.....	26
7- tajriba ishi. Moyli uzgich va uning yuritma mexanizmlarini tekshirish.....	23
Foydalanilgan adabiyotlar	40

Muharrir X. Po'latxo'jayev

Bosishga ruhsat etildi 04.06.2011 y. Bichimi 60x84 1/16.
Shartli bosma tabog'i 2,35. Nusxasi 50 dona. Buyurtma № 373.

TDU bosmaxonasida chop etildi. Toshkent sh,
Talabalar ko'chasi 54. tel: 246-63-84.