

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI
ENERGETIKA FAKULTETI
“ELEKTR ENERGETIKA” KAFEDRASI



“STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI”
O‘QUV FANIDAN

ELEKTRON MODULLI O‘QUV - USLUBIY MAJMUA
MATNI

Qarshi - 2023

Mazkur elektron modulli o'quv-uslubiy majmua 5310200 (60710600) - Elektr energetika (tarmoqlar va yo'nalishlar bo'yicha) ta'limi yo'nalishida tahsil olayotgan bakalavriyat talabalari uchun "Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi" fanidan mo'ljallangan bo'lib, Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti Kengashida ko'rib chiqilgan va tasdiqlangan (2022-yil 28-iyundagi №11 sonli bayonnoma) "Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi" fani dasturi asosida tayyorlandi.

O'quv-uslubiy majmua "Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi" fani bo'yicha ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari hamda mustaqil ishlarni bajarishga oid uslubiy qo'llanma hamda ko'rsatmalar asosida yaratilgan bo'lib, unda ma'ruza, tajriba mashg'ulotlarni o'rganish bo'yicha elektr energetika ta'lim yo'nalishi mutaxassisliklari uchun maxsus o'quv dasturi, ma'ruza matni, tajriba va amaliy mashg'ulotlariga uslubiy ko'rsatmalar, ta'lim texnologiyasi, vizual va ko'rgazmali taqdimot slaydlari, savol-javoblar, test savollari ro'yxati jamlangan.

Ushbu elektron modulli o'quv-uslubiy majmua oliy o'quv yurtlari talabalari uchun tavsiya etiladi. Shu bilan birga o'quv-uslubiy majmuadan professor-o'qituvchilar, ilmiy xodimlar, magistrantlar va korxonalarining mutaxassislari foydalanishlari mumkin.

KIRISH

Bugun biz tarixiy bir davrda xalqimiz o'z oldiga ezgu va ulug' maqsadlar qo'yib, tinch-osooyishda hayot kechirayotgan, avvalambor o'z kuch imkoniyatlariga tayanib, demokratik davlat va fuqarolik jamiyati qurish yo'lida ulkan natijalarni kiritayotgan bir zamonda yashamoqdamiz.

O'zbekiston Respublikasida oliy ta'limni tizimli isloh qilishning ustuvor yo'nalishlarini belgilash, zamonaviy bilim va yuksak ma'naviy-axloqiy fazilatlarga ega, mustaqil fikrlaydigan yuqori malakali kadrlar tayyorlash jarayonini sifat jihatidan yangi bosqichga ko'tarish, oliy ta'limni modernizatsiya qilish, ilg'or ta'lim texnologiyalariga asoslangan holda ijtimoiy soha va iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirish maqsadida O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabrda "O'zbekiston respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida" gi PF-5847 sonli farmoni qabul qilindi. Ushbu O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida quyidagilar nazarda tutiladi:

-oliy ta'lim sohasida davlat-xususiy sheriklikni rivojlantirish, hududlarda davlat va nodavlat oliy ta'lim muassasalari faoliyatini tashkil etish asosida oliy ta'lim bilan qamrov darajasini 50 foizdan oshirish, sohada sog'lom raqobat muhitini yaratish;

-oliy ta'lim muassasalarida o'quv jarayonini bosqichma-bosqich kredit-modul tizimiga o'tkazish;

-oliy ta'lim muassasalarining akademik mustaqilligini ta'minlash;

-oliy ta'lim muassasalarida ta'lim, fan, innovatsiya va ilmiy-tadqiqotlar natijalarini tijoratlashtirish faoliyatining uzviy bog'liqligini nazarda tutuvchi "Universitet 3.0" konsepsiyasini bosqichma-bosqich joriy etish;

O'zbekiston oliy ta'lim tizimini Markaziy Osiyoda xalqaro ta'lim dasturlarini amalga oshiruvchi "xab"ga aylantirish;

-ta'limning ishlab chiqarish korxonalarini va ilmiy-tadqiqot institutlari bilan o'zaro manfaatli hamkorligini yo'lga qo'yish;

-oliy ta'limning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish, xorijiy ta'lim va ilm-fan texnologiyalarini jalb etish;

O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini 2019 yilda amalga oshirish bo'yicha "Yo'l xaritasi" tasdiqlandi.

Konsepsiya tegishli davrga mo'ljallangan maqsadli parametrlar va asosiy yo'nalishlardan kelib chiqib, har yili alohida tasdiqlanadigan "Yo'l xaritasi" orqali bosqichma-bosqich amalga oshirilishi belgilab qo'yildi. Shuningdek O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 11 iyuldagi PQ-4391-son "Oliy va o'rta maxsus ta'lim tizimiga boshqaruvning yangi tamoyillarini joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori ijrosi yuzasidan ishlab chiqilgan.

Shuningdek, soxa bo'yicha ham ilg'or xalqaro tajribalarni va jahon elektr energetikasi rivojlanishining zamonaviy tendensiyalarini hisobga olgan holda, O'zbekiston Respublikasida o'sib

borayotgan ehtiyojlarni qondirish hamda elektr energetika tarmog'ini yanada mutanosib rivojlanishini ta'minlash maqsadida **“2020-2030 yillarda O'zbekiston Respublikasini elektr energiyasi bilan ta'minlash KONSEPTSIYASI”** ishlab chiqildi.

Konseptsiyada mamlakatimizning elektr energetika tarmog'ini o'rta va uzoq muddatli istiqbolda rivojlantirish maqsadlari va yo'nalishlarini, ustuvor yo'nalishlari va ko'rsatmalarini, shuningdek, elektr energetika tarmog'ida davlat siyosatining amaliy ro'yobga chiqarishning ma'lum bosqichlarida uning samaradorligini ta'minlash mexanizmlarini va maqsadlarga erishilishi kafolatlangan.

Ushbu konsepsiya muntazam ravishda o'zgartiriladi va kerak bo'lganda to'ldiriladi. Konsepsiya doirasida quyidagilar taqdim etiladi:

- ✓ O'zbekiston Respublikasi elektr energetika tarmog'idagi mavjud vaziyat tahlili;
- ✓ Kelgusida respublikada elektr energiyaga bo'lgan ehtiyojning ortib borishi;
- ✓ Davlat elektr energetika siyosatining asosiy yo'nalishlari va uning eng muhim tarkibiy qismlari;
- ✓ O'zbekiston Respublikasi elektr energetika tarmog'ini rivojlantirish istiqbollari;
- ✓ Ushbu Konsepsiyani amalga oshirish bo'yicha harakatlar rejasi va kutilayotgan natijalar.

Shu boisdan ham elektron modulli o'quv-uslubiy majmua O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasining 2020-yil 31-dekabrda "Oliy ta'lim muassasalarida ta'lim jarayonini tashkil etish bilan bog'liq tizimni takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 824-son Qarori hamda Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirining 2021-yil 16-iyuldagi "Oliy ta'limning davlat ta'lim standartlarini tasdiqlash to'g'risida"gi 311-son buyrug'i asosida ishlab chiqilgan Yo'riqnomaga asosan tayyorlandi. Bunda talabalar "Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi" kursi davomida ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida stansiya va podstansiyalarning ayrim qismlarini, elementlarini va elektr sxemalarini to'liq o'zlashtirish uchun talabalar o'z ustilarida qo'shimcha mashg'ulotlar vaqtida ya'ni mustaqil ravishda shug'ullangandagina bilim va ko'nikmalarini mustaxkamlashlari mumkin.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

“ENERGETIKA FAKULTETI”

“ELEKTR ENERGETIKA” KAFEDRASI



“STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI”

FANIDAN

SILLABUS



QARSHI - 2023 YIL

Fanning qisqacha tavsifi				
OTMning nomi va joylashgan manzili:		Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti Qarshi shahri Mustaqillik ko'chasi, 225-uy		
Fakultet va kafedra nomi:		"Energetika" fakulteti "Elektr energetikasi" kafedrası		
Ta'lim sohasi va yo'nalishi		5310200 - "Elektr energetikasi" (elektr ta'minoti) bakalavriat ta'lim yo'nalishi		
Fanni (kursni) olib boradigan o'qituvchi to'g'risida ma'lumot:		"EE" kafedrası katta o'qituvchisi: Imomnazarov A.B.		Tel nom. va el.manzil
				(90) – 964-06-70 iazizbekbek1989@mail.ru
Dars vaqti va joyi:	3-bino 1/120 va 1/110 auditoriyalar	Individual grafik asosida ishlash vaqti:		Shanba kuni 10.00 dan 15.00 gacha. 3 – bino 110 – xona
	Auditoriya soatlari			
Fanga ajratilgan soatlar	Ma'ruza: 30 VI sem.	Amaliy: 30 VI sem.	Laboratoriya 30 VI sem.	Mustaqil ta'lim: 90 VI Semestr
Fanning keyingi o'tiladigan fanlarga qo'llanilishi	"Elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'moli, o'ta kuchlanish va izolyatsiya; o'tkinchi jarayonlar; elektr tarmoqlari va tizimlari; releli himoya va avtomatika va h.k.			
Fanning dolzarbligi va qisqacha mazmuni:	<p>Elektr energiya O'zbekiston Respublikasi iqtisodiyotining bazaviy sohasi hisoblanadi va muayyan ishlab chiqarish hamda ilmiy-texnik manbaiga ega bo'lib, uning rivojlanishiga salmoqli ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun ham Mamlakatimizda energetika va sanoat sohasining rivojlanishi hamda energetik resurslariga bo'lgan ehtiyojning ortib borishi yangi turdagi energetik quvvatlarni hosil qilish masalasini bugungi kunning dolzarb masalasi sifatida ilgari surilishiga sabab bo'lmoqda. Shu sababli Prezidentimiz Sh.M.Mirziyoyev tomonidan sohani rivojlantirish uchun bir qator muhim qarorlar qabul qilingan va Respublikamizda yangi energetik quvvatlarni hosil qilish borasida izchil davlat siyosati olib borilmoqda.</p> <p>Fanni o'qitishdan maqsad – Fanning o'qitilishidan asosiy maqsad kelajakda talabalar stansiya va podstansiyalar qismini tuzilishi, asosiy elektr qurilmalarini ishlash asoslari va ularni tanlash, yuqori kuchlanishli jihozlarning yerga tutashtiruvchi qurilmalarni vazifasi, tuzilishi va ularning hisoblash metodlarini bilishi lozim hamda olingan nazariy va amaliy bilimlarni aniq amaliyotda qo'llashdir</p> <p>Fanning vazifalari – talabalar zamonaviy stansiya va podstansiyalarda qo'llaniladigan elektr qismlarini tuzilishi, ishlash asoslari va ularning tanlash bo'yicha yo'nalishi profiliga mos, ta'lim standartida talab qilingan bilimlar va ko'nikmalarni bilishi lozim.</p>			
Kursning Prerekviziti	<p><i>O'qituvchi:</i> Mamlakat energetika tizimini bugungi ahvoli va istiqbolli rejalari, stansiya va podstansiyalarning asosiy va yordamchi qurilmalar, zamonaviy yaratilayotgan energetik uskuna va jihozlar, ularning nazariy asoslari, sikllar, jarayonlar, amaliy masalalari va boshqa shu sohaga tegishli zarur bilimlar majmuini egallagan bo'lishi shart.</p>			

	<p>O'qituvchida oratorlik, talaba fikrini tinglay olishlik, o'zini pedagogik mahorati va kompetentligiga egaligini doimiy ravishda talabalarga namuna bo'la oladigan jihatlarini rivojlantirish ko'nikmalari bo'lishi kerak. O'qituvchi yuksak pedagogik madaniyatga ega bo'lishi shart.</p> <p><i>Talaba:</i> Ta'lim haqidagi qonun, Kadrlar tayyorlash milliy dasturi, ta'lim tizimi, ta'lim turlari, an'anaviy va noan'anaviy ta'lim, dars shakli, metod haqida tushunchalarni o'zlashtirgan bo'lishi, bugungi kunda energetikaning jamiyatdagi o'rni, zamonaviy elektr qurilmalar va ularni tanlashni, zamonaviy nazorat va o'lchov qurilmalari, transformatorlar soni quvvatini hisoblash, elektr tarmog'ini hisoblash, elektr energetik tizimini texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblashlarni bilish va mustaqil fikirlash hamda mantiqiy xulosalar chiqara olish ko'nikmasiga ega bo'lishlari kerak.</p>
Postrekvizit	Ushbu kursni o'rganish talabaga o'z sohasini mukammal o'rganish va kasbiy bilimlarini tushunarli, qiziqarli ravishda taqdim etish, kelajakda energetika tizimi sohasida mustaqil ravishda samarali faoliyat olib borish imkonini beradi.
Talabalar uchun talablar:	<ul style="list-style-type: none"> -institut ichki tartib-intizom qoidalariga rioya qilish; -o'qituvchiga va guruhdoshlarga nisbatan hurmat bilan munosabatda bo'lish; -uyali telyefonni dars davomida o'chirish; -berilgan uy vazifasi va mustaqil ish topshiriqlarini o'z vaqtida va sifatli bajarish; -ko'chirmachilik (plagiat) qat'iyan man etiladi; -darslarga qatnashish majburiy hisoblanadi, dars qoldirilgan holatda qoldirilgan darslar qayta o'zlashtirilishi shart; - darslarga oldindan tayyorlanib kelish va faol ishtirok etish; -talaba o'qituvchidan so'ng, auditoriyaga kiritilmaydi; -talaba reyting ballidan norozi bo'lsa e'lon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida apellyatsiya komissiyasiga murojat qilishi mumkin
Elektron pochta orqali munosabatlar tartibi:	Professor-o'qituvchi va talaba o'rtasidagi aloqa elektron pochta orqali ham amalga oshirilishi mumkin, telyefon orqali baho masalasi muhokama qilinmaydi, baholash faqatgina institut hududida, ajratilgan xonalarda va dars davomida amalga oshiriladi. Elektron pochta ochish vaqti soat 15.00 dan 18.00 gacha.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

“TASDIQLAYMAN”

_____ O.Sh.Bazarov

“ _____ ” _____ 2022 yil

STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI

FANINING O‘QUV DASTURI

Bilim sohasi:	300 000 – Ishlab chiqarish - texnik soha
Ta’lim sohasi:	310 000 – Muhandislik ishi
Ta’lim yo‘nalishlari:	5310200 – Elektr energetikasi (elektr ta’minoti)

Qarshi - 2022 y

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti tomonidan ishlab chiqilgan.

Fan/modul uchun ma'sullar

Tuzuvchilar:

Fayziyev M.M. - QMII "Elektr energetikasi" kafedrası mudiri, t.f.n.dotsent

Imomnazarov A.B. - QMII "Elektr energetikasi" kafedrası katta o'qituvchisi

Ibragimov I.I. - QMII "Elektr energetikasi" kafedrası assistent o'qituvchisi

Taqrizchilar:

Mamatqulov A.N. - QMII "Elektr energetikasi" kafedrası katta o'qituvchisi

Bobonazarov B.A. –"Sho'rtan neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi" yetakchi muhandisi

Fan dasturi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Elektr energetikasi" kafedrasining 2022 yil "21" 06 dagi №21 sonli yig'ilishida va "Energetika" fakulteti Uslubiy komissiyasining 2022 yil "22" 06 dagi №11 sonli yig'ilishida hamda institut Uslubiy Kengashining 2022 yil "25" 06 dagi №11 sonli yig'ilishida muhokama qilinib tasdiqlangan.

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i: _____ **Sh.R.Turdiyev**

Energetika fakulteti

Uslubiy kengashi raisi: _____ **A.S.Dusyarov**

"Elektr energetikasi"

kafedrası mudiri: _____ **M.M.Fayziyev**

Fan dasturi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti Kengashida ko'rib chiqilgan va tasdiqlangan (2022 yil "28". 06. dagi №11 sonli bayonnoma) .

Fan/modul kodi SPEQ3606		O'quv yili 2022-2023	Semestr 6	Kreditlar 6
Fan/modul turi Qo'shimcha fanlar		Ta'lim tili O'zbek/rus	Haftadagi dars soatlari 8	
1	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi	90	90	180

I. Fanning mazmuni

O'quv fanining maqsadi va vazifasi

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarda elektr stansiya va podstansiyalarning asosiy elektr jihozlarning tuzilishi, tarkibiy qismlari, elektr jihozlarni tanlashda asosiy mezonlari hamda elektr jihozlarni ulanish sxemalari bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malaka shakllantirishdir.

Fanning vazifalari – talabalar stansiya va podstansiyalarda qo'llaniladigan zamonaviy jihozlarni tuzilishi, ishlash tamoyillari, ulanish sxemalari va ularni tanlash bo'yicha asosiy usullarni o'rganishdan iborat.

«Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi» fanini o'zlashtirish jarayonida talaba:

- elektr stansiya va podstansiyalarning turlari, ularning asosiy jihozlari ***xaqida tasavvurga ega bo'lishi kerak;***

- stansiya va podstansiyalarning asosiy elektr jihozlarini tanlash usullarini ***bilishi va ulardan foydalana olishi;***

- elektr stansiyalari, podstansiyalari, elektr tarmoqlari va elektr energetika sistemalari qurilmalari va ular elementlarining parametrlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari to'g'risida ***ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak;***

- stansiya va podstansiyalarning elektr sxemalarini tuzish hamda tarmoqning normal holatini hisoblash asoslari bilish ***malakalariga ega bo'lishi kerak.***

II. Asosiy nazariy qism (Ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari.)

Ma'ruza mashg'ulotining tarkibiga quydagilar kiradi

1-Modul. Stansiya va podstansiyalarning asosiy elektr jixozlari

1-mavzu. Kirish. Stansiya va podstansiyalarning asosiy elektr qismlari

Kirish. Fanining maqsad va vazifalari. O'zbekistonda elektr energetikasining rivojlanish tarixi. Elektr tizimi elementlarining nominal kuchlanishi va neytrallarning ish rejimlari. Elektr stansiya turlari

2-mavzu. Sinxron generatorlar. Sinxron kompensator.

Generatorlarning nominal parametrlari. Turbogeneratorlar va ularning tuzilishi. Hidrogeneratorlar va ularning tuzilishi. Sinxron kompensatorlarning asosiy parametrlar. Ishlah tamoillari va tarmoqqa ulanish usullari.

3-mavzu. Generatorlarning sovitish tizimi.

Havo bilan sovitish tizimlari. Generatorlarni vodorod bilan sovitish tizimlari. Vodorod hamda suv bilan sovitish tizimlari.

4-mavzu. Sinxron generatorlarni qo'zg'atish tizimlari.

Umumiy ma'lumotlar. Generatorlarning o'z – o'zini va mustaqil qo'zg'atish tizimlari. Generatorlarni uyg'otishni avtomatik rostlash (ARV). Sinxron generatorlar maydonini so'ndirish.

5-mavzu. Kuch transformatorlari va avtotransformatorlar

Kuch va avtotransformatorlarning turlari va ularning parametrlari. Transformator chulg'amlarining ulanish sxemalari va gruppalari. Kuch transformatorlari konstruksiyasining elementlari. Avtotransformatorlarning turlari va ularning parametrlari. Avtotransformatorlarning konstruksiyasining elementlari

6-mavzu. Kuch transformatorlarning sovitish tizimlari.

Havo va moy bilan tabiiy sovitish. Transformatorlarni moyni puflash va tabiiy sirkulyatsiyalash yo'li bilan sovitish. Moy – suvli sovitish tizimi.

7-mavzu. Transformatorlarning kuchlanishini rostlash.

Shoxobchalarni qo'zg'atmasdan (PBV) ularni qayta ulash. Transformatorlar kuchlanishini yuklama ostida rostlash. Avtotransformatorlarda kuchlanish rostlash.

2-modul. Kommutatsion apparatlar elektr yoyini so'ndirish va qisqa tutashuv toklari.

8-mavzu. Kommutatsion apparatlar elektr yoyini so'ndirish

Qisqa tutashuv hosil bo'lish sabablari. Qisqa tutashuv turlari. Qisqa tutashuv toklarini hisoblash. Bazis toklarni va zarbaviy toklarni hisoblash. Elektr yoyning hosil bo'lish va yonish shartlari. Ionizatsiya faktorlari, elektr tokni dionizatsiyalash. O'zgaruvchan tokning yoyini sundirish va usullari.

9-Mavzu. Past kuchlanishli apparatlar.

Past kuchlanishli apparatlar. Rubilnik va qayta ulagich. Kontaktorlar va magnitli ishga tushirgich. Avtomatik havo uzgichlari. Eruvchan saqlagichlar. Kuchlanishi 1000 voltdan kichik bo'lgan elektr jihozlarni tanlash

3-modul. Kuchlanishi 1000 voltdan katta bo'lgan elektr jihozlar.

10-mavzu. Yuqori kuchlanishli uzgichlar.

Moyli bakli va kam moyli uzgichlar. Havoli uzgichlar. Elektromagnit, vakuumli uzgichlar. Elegazli va sinxron uzgichlar.

11-mavzu. Yuqori kuchlanishli ajratkichlar, Qisqa tutashtirgichlar va bulgichlar.

Ularning tuzilishi va ishlash tamoili. Ichki va tashqi qurilmalar uchun ajratkichlar. Qisqa tutashtirgichlar va bulgichlar. Kuchlanishi 1000 Vdan katta bo'lgan elektr jihozlar tanlash.

12-mavzu. O'lchov tok transformatorlari

Umumiy ma'lumotlar. Tok transformatorlari. Aniqlik sinflari. Tok transformatorlarining tiplari.

Tarmoqqa ulanishi. Kuchlanish transformatorlari. Aniqlik sinflari. Tok transformatorlarining tiplari. Tarmoqqa ulanishi. Tok transformatorlari va kuchlanish transformatorlarini tanlash.

4-modul. Elektr stansiya va podstansiyalarning sxemasi

13-mavzu. Stansiya va podstansiyalarning elektr ulanish sxemalari.

Elektrstansiyalarning bosh sxemalari va ularga quyiladigan asosiy talablar. Stansiya va podstansiyalardagi elektr energiyani uzatish sxemalari. Podstansiyalarning bosh sxemalari

14-mavzu. Stansiya va podstansiyalarning o'z ehtiyoj tizimlari.

Umumiy ma'lumotlar. IES larning o'z ehtiyoj tizimlari. AES larning o'z ehtiyoj tizimlari. GES larning o'z ehtiyoj tizimlari. Podstansiyalarning o'z ehtiyoj tizimlari. O'z ehtiyoji iste'molchilarning quvvatlarini hisoblash.

15-mavzu. Yerga tutashtiruvchi qurilmalar.

Yerga tutashtiruvchi qurilmalarning vazifasi va konstruktiviyasi. Yerga tutashtirilmagan qurilmalarni hisoblash. Yerga tutashtirgichga qo'yiladigan talablar (tegish va qadam kuchlanishlari).

III. Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha kafedra professor-o'qituvchilari tomonidan uslubiy ko'rsatmalar va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Unda talabalar ma'ruza mavzulari bo'yicha olgan bilimlarini amaliy masalalar yechish orqali ko'nikmalarga aylantiradilar. Shuningdek, darslik va o'quv qo'llanmalarni o'zlashtirish asosida talabalar bilimlarini mustahkamlashga erishish, tarqatma materiallardan foydalanish, ilmiy maqolalar va tezislarni chop etish orqali talabalar bilimini oshirish, masalalar yechish, mavzular bo'yicha ko'rgazmali qurollar tayyorlash va boshqalar tavsiya etiladi.

Amaliy mashg'ulotlarning taxminiy ro'yxati

- Uzliksiz tok bo'yicha o'tkazgichlarni tanlash
- Qisqa tutashuv toklari va ularga doir misollar hisoblash.
- Qisqa tutashuv paytida o'tkazgichlarning termik va dinamik chidamliligini tekshirish.
- Past kuchlanishli elektr apparatlarni tanlash.
- Tayanch izolyatorlarni tanlash.
- Yuqori kuchlanishli elektr qurilmalarni tanlash. Uzgichlarni tanlash.
- Ajratkichlarni tanlash. Ajratkichlarni tanlash bo'yicha amaliy misollar.
- Qisqa tutashtirgich va bo'lgichlarni tanlash. Qisqa tutashtirgich va bo'lgichlarni tanlash bo'yicha amaliy misollar.
- Podstansiyada transformatorlar soni va quvvatini tanlash.
- Tok transformatorlarini tanlash. Tok transformatorlarini tanlash bo'yicha amaliy misollar.
- Kuchlanish transformatorlarini tanlash. Kuchlanish transformatorlarini tanlash bo'yicha amaliy misollar
- Elektrostansiya va podstansiyalarning tizim sxemalari.
- Bir tizimli yig'ma shinalar sxemasi.
- Ikki tizimli yig'ma shinalar sxema.
- Stansiya va podstansiyalarning o'z ehtiyoj tizimlarini hisoblash.
- Yerga tutashtiruvchi qurilmalarini hisoblash.

IV. Laboratoriya mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Talabalar laboratoriya mashg'ulotlarini stansiya va podstansiyalardagi elektr jihozlari o'rnatilgan stendlarda bajarishadi. Bunda generator, kuch taransformator, kuchlanish transformatori,

tok transformatori, uzgich, saqlagich hamda shinalarning tavsiflarini sxemalarni yig'ish orqali aniqlashadi.

Laboratoriya ishlarining taxminiy ro'yxati

1. Sinxron generatorlarni energetik tizimga ulash.
2. Generatorlarning ish rejimlarini tadqiq qilish.
3. Transformator cho'lg'amlarining ulanish guruxlari, sxemalari va asosiy parametrlarini o'rganish.
4. Transformatorlarni parallel ishlashi.
5. Transformatorlarning yuklanish qobiliyatini o'rganish.
6. O'zgaruvchan tok tarmog'ida izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.
7. Tok transformatorlarini tekshirish.
8. Kuchlanish transformatorlarini tekshirish.
9. Moyli uzgich va uning yuritma mexanizmlarini tekshirish.
10. Uzgichlarni masofali boshqarish.
11. Eruvchan saqlagichlarni o'rganish.
12. Shinalarni o'zaro elektrodinamik zuriqishlarini aniqlash.

Laboratoriya ishlarini bajarish uchun tayyorgarlik hamda ular bo'yicha hisobotlar tayyorlash jarayonida talaba ma'ruza materiallari, o'quv qo'llanma va darsliklardan foydalanadi.

V. Kurs ishi yoki kurs loyihasi bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Kurs loyihasining maqsadi talabalarni mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantirish, olgan nazariy bilimlarini qo'llashda amaliy ko'nikmalr hosil qilish, bevosita ishlab chiqarishdagi real sharoitlarga mos texnik yechimlar qabul qilish va zamonaviy texnika va texnologiyalarni qo'llash ko'nikmalarini hosil qilishdir.

Kurs loyihasi mavzulari bevosita elektr stansiyaning bosh sxemalarining variantlarini tanlashadi va ularni texnik iktisodiy kiyoslashni bajaradi. Kiyoslash natijasida tanlangan bosh sxema bo'yicha kiska tutashuv toklari xisoblanib jixozlarni tanlashni amalga oshiradi va belgilanadi. Kurs loyihasining mavzulari umumiy bo'lib oldindan talabalar sonidan 20-30% ko'proq tayyorlanadi. Har bir talabaga shaxsiy topshiriq beriladi.

Kurs loyihasi obykti sifatida muayyan xududdagi elektr stansiyalari va iste'molchilari hisoblanadi. Loyihalash natijasida elektr stansiyalarining quvvatlarini uzatish va iste'molchilarni quvvat bilan ta'minlash sxemalarining optimal varianti ishlab chiqiladi. Tanlangan sxema va jixozlarni konstruksiyasi, turlari, ishonchlilik va tejamlilik nuktai nazaridan sharxlab beradi va ikki ko'rinishda texnik chizmasini chizadi.

Kurs loyihasining hisob-grafik ishlarining bir qismi zamonaviy kompyuter dasturlarida bajariladi.

Kurs loyihasining taxminiy mavzulari:

1. Kondensatsion elektr stansiyalarning elektr qismi.
2. Issiklik elektr markazlarini elektr qismi.
3. Hidroelektr stansiyalarning elektr qismi.
4. Podstansiyalarning elektr qismi.
5. Elektr stansiyalarining elektr qismi, boshqarish va ishlatish masalalari.

VI. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil ish (MI) o'quv jarayonining eng muxim qismi bo'lib, bilim olish faoliyatining ko'nikmalari, maxorati, bilimlari, usullarining shakllanishini belgilaydi hamda ijodiy ishga qiziqishini uyg'otadi. Mustaqil ish (MI) ning maqsadi – talabani tushungan xolda va mustaqil tarzda avval o'quv materiallari, keyin esa zamonaviy axborat vositalari bilan ishlashni o'rgatish, kelgusida uzluksiz

malakasini oshirishni o'rganish uchun o'z-o'zini tashkillashtira olish hamda tarbiyalash asoslarini yaratishdan iboratdir.

Talaba mustaqil ta'limni tayyorlashda muayyan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi:

- darslik va o'quv qo'llanma bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;
- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruza qismini o'zgartirish;
- avtomatlashtirilgan o'rgatuvchi va nazorat qiluvchi tizimlar bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha fanlar bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
- yangi texnikalarni, apparaturalarni, jarayonlar va texnologiyalarni o'rganish;
- talabaning o'quv-ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog'liq bo'lgan fanlar bo'limlari va mavzularni chuqur o'rganish;
- faol va muammoli o'qitish uslubidan foydalanadigan o'quv mashg'ulotlari;
- masofaviy (distansion) ta'lim.

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan referat (mustaqil ish) mavzulari

- Issiqlik elektr stansiyalari
- Atom elektr stansiyalari
- Hidroelektr stansiyalari
- Shamol elektr stansiyalari
- Quyosh elektr stansiyalari
- Elektr qurilmalar neytrallarining ish rejimlari.
- Elektr yuklamalar grafiklari.
- Generator maydonini avtomatik so'ndirish.
- Energetika tizimida kuch transformatorining neytral ish rejimlari va izolyatsiyani tekshirish.
- Energiya tizimlarda qisqa tutashuv toklarini hisoblash usullari.
- Qisqa tutashuv toklarining termik va dinamik ta'sirlari.
- Elektr yoyi va uni so'ndirish usullari.
- Yerga zaminlash qurilmalari.
- Elektr stansiya va podstansiyalarning elektr ulanish sxemalari.
- Elektr stansiya va podstansiyalarning o'z extiyoj tizimlari.
- Yopiq taqsimlash qurilmalari
- Ochiq taqsimlovchi qurilmalar.
- Elektr stansiya va podstansiyalarda kuchlanish yuqligini tekshirish. Kuchlanish ostida bo'lgan elektr qo'rilmalarga yaqinlashish masofalari.

I. Ta'lim natijalari / Kasbiy kompetensiyalar

Talabalar bilim, malaka va ko'nikmalarga ega bo'lish uchun quyidagilarni o'zlashtirishi lozim: elektr tizimlari va tarmoqlari; elektr stansiyalar; podstansiyalar va ularning turlari; havo liniyasi va kabellarning elementlari; elektr uzatish liniyalarining parametrlari va almashtiruv sxemalari; transformatorlarning parametrlari va sxemalari; elektr tarmoqlarini hisoblash usullari; elektr uzatish liniyalarida va transformatorlarda quvvat va energiya isroflari; yopiq elektr tarmoqlarni hisoblash; elektr energiyasini sifati va uni boshqarish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

II. Ta'lim texnologiyalari va metodlari

- Ma'ruzalar;
- Interfaol keys-stadilar;
- Seminarlar (mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar);
- Guruhlarda ishlash;
- Taqdimotlarni qilish;
- Individual loyihalar;
- Jamoa bo'lib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.

III. Kreditlarni olish uchun talabalar:

Joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha test yoki yozma ishni muvoffaqiyatli topshirish.

IV. Asosiy va qo'shimcha o'quv adabiyotlar hamda axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. Allayev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F. Stansiya va podstansiyalarning elektr jihozlari. -O'quv qullanma, T.: Cho'lpon nomidagi NMIU, 2014. 304 b.

2. Rojkova L.D. Karneyeva L.K. Chirkova T.V. [Elektrooborudovaniye elektricheskix stansiy i podstansiy.](#)-Uchebnoye posobiye, 4-izdaniya –M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2007.

3. Beletskiy O.V., Leznov S.I. Obslujivaniye elektricheskix podstansiy.- Uchebnoye posobiye, M.: Energoatomizdat, 1985.-416 s.-

4. Bistritskiy G.F. Kudrin B.I. [Vibor i ekspluatatsiya silovix transformatorov.](#) – Uchebnoye posobiye, M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2003. dlya vuzov.

5. Rojkova A.D., Kozulin V.S. Stansiya va podstansiyalarning elektr asbob-uskunalari. - Darslik, T.: O'qituvchi,1986.

6. Salov V.P. Spravochnik po remontu, naladke i texniceskomu obslujivaniyu elektrooborudovaniY. - Uchebnoye posobiye. Izdatelstvo «Venta-2», 2007.

7. Fayziyev M.M. “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” ma'ruzalar matni to'plami. Qarshi – 1999.

8. M.M. Fayziyev, A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan amaliy mashg'ulotlarni oid uslubiy qo'llanma. Qarshi – 2021 yil.

9. М.М.Файзиев, А.Б.Имомназаров “Электрическая часть станции и подстанции” *Методическое пособие по проведению практических занятий.* Карши-2021 г.

Qo'shimcha adabiyotlar

10. Mirziyov SH.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so'zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.

11. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.

12. Nekrepanov B.N., I.P. Kryuchkov. Elektricheskaya chast stansiy i podstansiy. (Spravochnik) -M.: Energoatomizdat, 1989.

13. O.E. Zayniyeva, N.A. Qurbonov va A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan mustaqil ishlarni bajarishga oid uslubiy ko'rsatma. Qarshi – 2017 yil.

Internet saytlari

1. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasi xukumat portali;
2. www.ziyonet.uz – Ta'lim portali;
3. www.uzbekenergo.uz – energetika ob'yektlari kerakli ma'lumotlar.
4. www.lex.uz – O'zbekiston Respublikasi Qonun xujjatlari ma'lumotlar milliy bazasi;

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti tomonidan ishlab chiqilgan va tasdiqlangan.

Fan/modul uchun ma'sullar

Fayziyev M.M. - QMII “Elektr energetikasi” kafedrasini mudiri, t.f.n.dotsent

Imomnazarov A.B. - QMII “Elektr energetikasi” kafedrasini katta o'qituvchisi

Ibragimov I.I. - QMII “Elektr energetikasi” kafedrasini assistent o'qituvchisi

Taqrizchilar:

Mamatqulov A.N. - QMII “Elektr energetikasi” kafedrasini katta o'qituvchisi

Bobonazarov B.A. –“Sho'rtan neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi” yetakchi muhandisi

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK – IQTISODIYOT INSTITUTI

“ELEKTR ENERGETIKA” KAFEDRASI

Ro‘yxatga olindi:

№ _____

2022 yil “ ___ ” _____

“TASDIQLAYMAN”

O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor

_____ Bozorov O.N.

“ ___ ” _____ 2022 yil

STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI

FANINING SILLABUSI

Bilim sohasi: 300 000 – Ishlab chiqarish - texnik soha

Ta‘lim sohasi: 310 000 – Muhandislik ishi

Ta‘lim yo‘nalishlari: 5310200 – Elektr energetikasi (elektr ta‘minoti)

Qarshi - 2022 y

Fanning sillabusi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti tomonidan ishlab chiqilgan fan dasturi asosida tuzilgan.

Fan/modul uchun ma'sullar

Tuzuvchilar:

Fayziyev M.M. - QMII "Elektr energetikasi" kafedrasini mudiri, t.f.n.dotsent

Imomnazarov A.B. - QMII "Elektr energetikasi" kafedrasini katta o'qituvchisi

Ibragimov I.I. - QMII "Elektr energetikasi" kafedrasini assistent o'qituvchisi

Fan dasturi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Elektr energetikasi" kafedrasining 2022 yil "21" 06 dagi №21 sonli yig'ilishida va "Energetika" fakulteti Uslubiy komissiyasining 2022 yil "22" 06 dagi №11 sonli yig'ilishida hamda institut Uslubiy Kengashining 2022 yil "25" 06 dagi №11 sonli yig'ilishida muhokama qilinib tasdiqlangan.

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i: _____ **Sh.R.Turdiyev**

Energetika fakulteti

Uslubiy kengashi raisi: _____ **A.S.Dusyarov**

"Elektr energetikasi"

kafedrasini mudiri: _____ **M.M.Fayziyev**

Fan/modul kodi SPEQ3606		O'quv yili 2022-2023	Semestr 6	Kreditlar 6
Fan/modul turi Qo'shimcha fanlar		Ta'lim tili O'zbek/rus	Haftadagi dars soatlari 8	
1	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi	90	90	180

VII. Fanning mazmuni

O'quv fanining maqsadi va vazifasi

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarda elektr stansiya va podstansiyalarning asosiy elektr jihozlarning tuzilishi, tarkibiy qismlari, elektr jihozlarni tanlashda asosiy mezonlari hamda elektr jihozlarni ulanish sxemalari bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malaka shakllantirishdir.

Fanning vazifalari – talabalar stansiya va podstansiyalarda qo'llaniladigan zamonaviy jihozlarni tuzilishi, ishlash tamoyillari, ulanish sxemalari va ularni tanlash bo'yicha asosiy usullarni o'rganishdan iborat.

«Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi» fanini o'zlashtirish jarayonida talaba:

- elektr stansiya va podstansiyalarning turlari, ularning asosiy jihozlari *xaqida tasavvurga ega bo'lishi kerak;*

- stansiya va podstansiyalarning asosiy elektr jihozlarini tanlash usullarini *bilishi va ulardan foydalana olishi;*

- elektr stansiyalari, podstansiyalari, elektr tarmoqlari va elektr energetika sistemalari qurilmalari va ular elementlarining parametrlari, tuzilishi va ishlash prinsiplari to'g'risida *ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak;*

- stansiya va podstansiyalarning elektr sxemalarini tuzish hamda tarmoqning normal holatini hisoblash asoslari bilish *malakalariga ega bo'lishi kerak.*

ASOSIY QISM Ma'ruza mashg'ulotlari

1-Modul. Stansiya va podstansiyalarning asosiy elektr jixozlari

1-mavzu. Kirish. Stansiya va podstansiyalarning asosiy elektr qismlari

Kirish. Fanining maqsad va vazifalari. O'zbekistonda elektr energetikasining rivojlanish tarixi. Elektr tizimi elementlarining nominal kuchlanishi va neytrallarning ish rejimlari. Elektr stansiya turlari ***Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim.*** **Adabiyotlar:** A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

2-mavzu. Sinxron generatorlar. Sinxron kompensator.

Generatorlarning nominal parametrlari. Turbogeneratorlar va ularning tuzilishi. Hidrogeneratorlar va ularning tuzilishi. Sinxron kompensatorlarning asosiy parametrlar. Ishlah tamoillari va tarmoqqa ulanish usullari. ***Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim.*** **Adabiyotlar:** A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

3-mavzu. Generatorlarning sovitish tizimi.

Havo bilan sovitish tizimlari. Generatorlarni vodorod bilan sovitish tizimlari. Vodorod hamda suv bilan sovitish tizimlari. ***Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim.*** **Adabiyotlar:** A1, A2, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

4-mavzu. Sinxron generatorlarni qo'zg'atish tizimlari.

Umumiy ma'lumotlar. Generatorlarning o'z – o'zini va mustaqil qo'zg'atish tizimlari. Generatorlarni uyg'otishni avtomatik rostlash (ARV). Sinxron generatorlar maydonini so'ndirish. ***Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim.*** **Adabiyotlar:** A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

5-mavzu. Kuch transformatorlari va avtotransformatorlar

Kuch va avtotransformatorlarning turlari va ularning parametrlari. Transformator chulg'amlarining ulanish sxemalari va gruppalari. Kuch transformatorlari konstruksiyasining elementlari. Avtotransformatorlarning turlari va ularning parametrlari. Avtotransformatorlarning konstruksiyasining elementlari. ***Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim.*** **Adabiyotlar:** A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

6-mavzu. Kuch transformatorlarning sovitish tizimlari.

Havo va moy bilan tabiiy sovitish. Transformatorlarni moyni puflash va tabiiy sirkulyatsiyalash yo'li bilan sovitish. Moy – suvli sovitish tizimi. ***Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim.*** **Adabiyotlar:** A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

7-mavzu. Transformatorlarning kuchlanishini rostlash.

Shoxobchalarni qo'zg'atmasdan (PBV) ularni qayta ulash. Transformatorlar kuchlanishini yuklama ostida rostlash. Avtotransformatorlarda kuchlanish rostlash. ***Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim.*** **Adabiyotlar:** A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

2-modul. Kommutatsion apparatlar elektr yoyini so'ndirish va qisqa tutashuv toklari.

8-mavzu. Kommutatsion apparatlar elektr yoyini so'ndirish

Qisqa tutashuv hosil bo'lish sabablari. Qisqa tutashuv turlari. Qisqa tutashuv toklarini hisoblash. Bazis toklarni va zarbaviy toklarni hisoblash. Elektr yoyning hosil bo'lish va yonish shartlari. Ionizatsiya faktorlari, elektr tokni dionizatsiyalash. O'zgaruvchan tokning yoyini sundirish va usullari. ***Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim.*** **Adabiyotlar:** A1, A2, A3, A4, A5, A6, A9, Q12, Q13,

9-Mavzu. Past kuchlanishli apparatlar.

Past kuchlanishli apparatlar. Rubilnik va qayta ulagich. Kontaktorlar va magnitli ishga tushirgich. Avtomatik havo uzgichlari. Eruvchan saqlagichlar. Kuchlanishi 1000 voltdan kichik bo'lgan elektr jihozlarni tanlash ***Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: Klaster, Aqliy hujum, FSMU,***

dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Adabiyotlar: A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

3-modul. Kuchlanishi 1000 volt dan katta bo'lgan elektr jihozlar.

10-mavzu. Yuqori kuchlanishli uzgichlar.

Moyli bakli va kam moyli uzgichlar. Havoli uzgichlar. Elektromagnit, vakuumli uzgichlar. Elegazli va sinxron uzgichlar. *Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:* Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. *Adabiyotlar:* A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

11-mavzu. Yuqori kuchlanishli ajratkichlar, Qisqa tutashtirgichlar va bulgichlar.

Ularning tuzilishi va ishlash tamoili. Ichki va tashqi qurilmalar uchun ajratkichlar. Qisqa tutashtirgichlar va bulgichlar. Kuchlanishi 1000 V dan katta bo'lgan elektr jihozlar tanlash. *Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:* Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. *Adabiyotlar:* A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

12-mavzu. O'lchov transformatorlari

Umumiy ma'lumotlar. Tok transformatorlari. Aniqlik sinflari. Tok transformatorlarining tiplari. Tarmoqqa ulanishi. Kuchlanish transformatorlari. Aniqlik sinflari. Tok transformatorlarining tiplari. Tarmoqqa ulanishi. Tok transformatorlari va kuchlanish transformatorlarini tanlash. *Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:* Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. *Adabiyotlar:* A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

4-modul. Elektr stansiya va podstansiyalarning sxemasi

13-mavzu. Stansiya va podstansiyalarning elektr ulanish sxemalari.

Elektrstansiyalarning bosh sxemalari va ularga quyiladigan asosiy talablar. Stansiya va podstansiyalardagi elektr energiyani uzatish sxemalari. Podstansiyalarning bosh sxemalari *Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:* Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. *Adabiyotlar:* A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

14-mavzu. Stansiya va podstansiyalarning o'z ehtiyoj tizimlari.

Umumiy ma'lumotlar. IES larning o'z ehtiyoj tizimlari. AES larning o'z ehtiyoj tizimlari. GES larning o'z ehtiyoj tizimlari. Podstansiyalarning o'z ehtiyoj tizimlari. O'z ehtiyoji iste'molchilarning quvvatlarini hisoblash. *Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:* Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. *Adabiyotlar:* A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

15-mavzu. Yerga tutashtiruvchi qurilmalar.

Yerga tutashtiruvchi qurilmalarning vazifasi va konstruktsiyasi. Yerga tutashtirilmagan qurilmalarni hisoblash. Yerga tutashtirgichga qo'yiladigan talablar (tegish va qadam kuchlanishlari). *Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:* Klaster, Aqliy hujum, FSMU, dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. *Adabiyotlar:* A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, Q12, Q13,

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fani bo'yicha ma'ruza mashg'ulotining kalendar rejasi

№	Mavzular nomi	Soat
1.	1-mavzu. Kirish. Stansiya va podstansiyalarning asosiy elektr qismlari	2 soat
2.	2-mavzu. Sinxron generatorlar. Sinxron kompensator.	2 soat
3.	3-mavzu. Generatorlarning sovitish tizimi.	2 soat

4.	4-mavzu. Sinxron generatorlarni qo'zg'atish tizimlari.	2 soat
5.	5-mavzu. Kuch transformatorlari va avtotransformatorlar	2 soat
6.	6-mavzu. Kuch transformatorlarning sovitish tizimlari.	2 soat
7.	7-mavzu. Transformatorlarning kuchlanishini rostdash.	2 soat
8.	8-mavzu. Kommutatsion apparatlar elektr yoyini so'ndirish	2 soat
9.	9-Mavzu. Past kuchlanishli apparatlar.	2 soat
10.	10-mavzu. Yuqori kuchlanishli uzgichlar.	2 soat
11.	11-mavzu. Yuqori kuchlanishli ajratkichlar, Qisqa tutashtirgichlar va bulgichlar.	2 soat
12.	12-mavzu. O'lchov transformatorlari	2 soat
13.	13-mavzu. Stansiya va podstansiyalarning elektr ulanish sxemalari.	2 soat
14.	14-mavzu. Stansiya va podstansiyalarning o'z ehtiyoj tizimlari.	2 soat
15.	15-mavzu. Yerga tutashtiruvchi qurilmalar.	2 soat
Jami:		30 soat

AMALIY MASHG'ULOTLAR

Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

1-Mavzu. Uzliksiz tok bo'yicha o'tkazgichlarni tanlash.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. *Blits-so'rov, BBB, Insert.*

Adabiyotlar: A1, A2, A3, A6, Q3, Q6, Q8,

2-Mavzu. Qisqa tutashuv toklari va ularga doir misollar hisoblash.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. *Blits-so'rov, BBB, Insert.*

Adabiyotlar: A1, A2, A3, A6, Q3, Q6, Q8,

3-Mavzu. Qisqa tutashuv paytida o'tkazgichlarning termik va dinamik chidamliligini tekshirish.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. *Blits-so'rov, BBB, Insert.*

Adabiyotlar: A1, A2, A3, A6, Q3, Q6, Q8,

4-Mavzu. Past kuchlanishli elektr apparatlarni tanlash.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. *Blits-so'rov, BBB, Insert.*

Adabiyotlar: A1, A2, A3, A6, Q3, Q6, Q8,

5-Mavzu. Tayanch izolyatorlarni tanlash.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. *Blits-so'rov, BBB, Insert.* **Adabiyotlar:** A1, A2, A3, Q3, Q6, Q8,

6-Mavzu. Yuqori kuchlanishli elektr qurilmalarni tanlash. Uzgichlarni tanlash.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. *Blits-so'rov, BBB, Insert.*

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

7-Mavzu. Ajratkichlarni tanlash. Ajratkichlarni tanlash bo'yicha amaliy misollar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. *Blits-so'rov, BBB, Insert.*

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

8-Mavzu. Qisqa tutashtirgich va bo'lgichlarni tanlash. Qisqa tutashtirgich va bo'lgichlarni tanlash bo'yicha amaliy misollar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. Blits-so'rov, BBB, Insert.

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

9-Mavzu. Podstansiyada transformatorlar soni va quvvatini tanlash.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. Blits-so'rov, BBB, Insert.

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

10-Mavzu. Tok transformatorlarini tanlash. Tok transformatorlarini tanlash bo'yicha amaliy misollar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. Blits-so'rov, BBB, Insert.

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

11-Mavzu. Kuchlanish transformatorlarini tanlash. Kuchlanish transformatorlarini tanlash bo'yicha amaliy misollar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. Blits-so'rov, BBB, Insert.

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

12-Mavzu. Elektrostansiya va podstansiyalarning tizim sxemalari. Bir tizimli yig'ma shinalar sxemasi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. Blits-so'rov, BBB, Insert.

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

13-Mavzu. Ikki tizimli yig'ma shinalar sxema.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. Blits-so'rov, BBB, Insert.

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

14-Mavzu. Stansiya va podstansiyalarning o'z ehtiyoj tizimlarini hisoblash.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. Blits-so'rov, BBB, Insert.

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

15-Mavzu. Yerga tutashtiruvchi qurilmalarini hisoblash. **Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari:** tushunchalar tahlili metodi, asesment metodi, Venn diagrammasi, muammoli ta'lim. Blits-so'rov, BBB, Insert.

Adabiyotlar: A1, A2, A8, A9, Q12, Q13

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fani bo'yicha amaliyot mashg'ulotlarining kalendar rejasi

№	Mavzular nomi	Soat
1	Uzliksiz tok bo'yicha o'tkazgichlarni tanlash	2 soat
2	Qisqa tutashuv toklari va ularga doir misollar hisoblash.	2 soat
3	Qisqa tutashuv paytida o'tkazgichlarning termik va dinamik chidamliligini tekshirish.	2 soat
4	Past kuchlanishli elektr apparatlarni tanlash.	2 soat
5	Tayanch izolyatorlarni tanlash.	2 soat
6	Yuqori kuchlanishli elektr qurilmalarni tanlash. Uzgichlarni tanlash.	2 soat

7	Ajratkichlarni tanlash. Ajratkichlarni tanlash bo'yicha amaliy misollar.	2 soat
8	Qisqa tutashtirgich va bo'lgichlarni tanlash. Qisqa tutashtirgich va bo'lgichlarni tanlash bo'yicha amaliy misollar.	2 soat
9	Podstansiyada transformatorlar soni va quvvatini tanlash.	2 soat
10	Tok transformatorlarini tanlash. Tok transformatorlarini tanlash bo'yicha amaliy misollar.	2 soat
11	Kuchlanish transformatorlarini tanlash. Kuchlanish transformatorlarini tanlash bo'yicha amaliy misollar	2 soat
12	Elektrostansiya va podstansiyalarning tizim sxemalari. Bir tizimli yig'ma shinalar sxemasi.	2 soat
13	Ikki tizimli yig'ma shinalar sxema.	2 soat
14	Stansiya va podstansiyalarning o'z ehtiyoj tizimlarini hisoblash.	2 soat
15	Yerga tutashtiruvchi qurilmalarini hisoblash.	2 soat
Jami:		30 soat

Laboratoriya mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Talabalar laboratoriya mashg'ulotlarini stansiya va podstansiyalardagi elektr jihozlari o'rnatilgan stendlarda bajarishadi. Bunda generator, kuch taransformator, kuchlanish transformatori, tok transformatori, uzgich, saqlagich hamda shinalarning tavsiflarini sxemalarni yig'ish orqali aniqlashadi.

Laboratoriya ishlarining taxminiy ro'yxati

1. Sinxron generatorlarni energetik tizimga ulash.
2. Generatorlarning ish rejimlarini tadqiq qilish.
3. Transformator cho'lg'amlarining ulanish guruxlari, sxemalari va asosiy parametrlarini o'rganish.
4. Transformatorlarni parallel ishlashi.
5. Transformatorlarning yuklanish qobiliyatini o'rganish.
6. O'zgaruvchan tok tarmog'ida izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.
7. Tok transformatorlarini tekshirish.
8. Kuchlanish transformatorlarini tekshirish.
9. Moyli uzgich va uning yuritma mexanizmlarini tekshirish.
10. Uzgichlarni masofali boshqarish.
11. Eruvchan saqlagichlarni o'rganish.
12. Shinalarni o'zaro elektrodinamik zo'riqishlarini aniqlash.

Laboratoriya ishlarini bajarish uchun tayyorgarlik hamda ular bo'yicha hisobotlar tayyorlash jarayonida talaba ma'ruza materiallari, o'quv qo'llanma va darsliklardan foydalanadi.

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fani bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlarining kalendar rejasi

№	Mavzular nomi	Soat
1	Sinxron generatorlarni energetik tizimga ulash.	4 soat
2	Generatorlarning ish rejimlarini tadqiq qilish.	2 soat
3	Transformator cho'lg'amlarining ulanish guruxlari, sxemalari va asosiy parametrlarini o'rganish.	2 soat
4	Transformatorlarni parallel ishlashi.	2 soat
5	Transformatorlarning yuklanish qobiliyatini o'rganish.	2 soat

6	O'zgaruvchan tok tarmog'ida izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.	2 soat
7	Tok transformatorlarini tekshirish.	2 soat
8	Kuchlanish transformatorlarini tekshirish.	4 soat
9	Moyli uzgich va uning yuritma mexanizmlarini tekshirish.	4 soat
10	Uzgichlarni masofali boshqarish.	2 soat
11	Eruvchan saqlagichlarni o'rganish.	2 soat
12	Shinalarni o'zaro elektrodinamik zo'riqishlarini aniqlash.	2 soat
Jami:		30 soat

Kurs ishi yoki kurs loyihasi bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Kurs ishi (loyihasi) rejalashtirilmagan

Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil ish (MI) o'quv jarayonining eng muxim qismi bo'lib, bilim olish faoliyatining ko'nikmalari, maxorati, bilimlari, usullarining shakllanishini belgilaydi hamda ijodiy ishga qiziqishini uyg'otadi. Mustaqil ish (MI) ning maqsadi – talabani tushungan xolda va mustaqil tarzda avval o'quv materiallari, keyin esa zamonaviy axborat vositalari bilan ishlashni o'rgatish, kelgusida uzluksiz malakasini oshirishni o'rganish uchun o'z-o'zini tashkillashtira olish hamda tarbiyalash asoslarini yaratishdan iboratdir.

Talaba mustaqil ta'limni tayyorlashda muayyan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi:

- darslik va o'quv qo'llanma bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;
- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruza qismini o'zgartirish;
- avtomatlashtirilgan o'rgatuvchi va nazorat qiluvchi tizimlar bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha fanlar bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
- yangi texnikalarni, apparaturalarni, jarayonlar va texnologiyalarni o'rganish;
- talabaning o'quv-ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog'liq bo'lgan fanlar bo'limlari va mavzularni chuqur o'rganish;
- faol va muammoli o'qitish uslubidan foydalanadigan o'quv mashg'ulotlari;
- masofaviy (distansion) ta'lim.

“Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash” fanidan referat (mustaqil ish) mavzulari

№	Mustaqil ish uchun tavsiya etilayotgan mavzular	Ajratilgan soat.	Tavsiya etilgan adabiyotlap
1	Issiqlik elektr stansiyalari	4	[A1-A8] Ziyonet
2	Issiqlik elektr markazlari	4	[A1-A8] Ziyonet
3	Atom elektr stansiyalari	4	[A1-A8] Ziyonet
4	Gidroelektr stansiyalari	4	[A1-A8] Ziyonet
5	Shamol elektr stansiyalari	4	[A1-A8] Ziyonet
6	Quyosh elektr stansiyalari	4	[A1-A8] Ziyonet
7	Dizel elektr stansiyalari	4	[A1-A8] Ziyonet
8	Geptermal elektr stansiyalari	4	[A1-A8] Ziyonet
9	Elektr qurilmalar neytrallarining ish rejimlari.	4	[A1-A8] Ziyonet
10	Elektr yuklamalar grafiklari.	4	[A1-A8] Ziyonet

11	Generator maydonini avtomatik soʻndirish.	4	[A1-A8] Ziyonet
12	Energetika tizimida kuch transformatorining neytral ish rejimlari va izolyatsiyani tekshirish.	6	[A1-A8] Ziyonet
13	Energiya tizimlarda qisqa tutashuv toklarini hisoblash usullari.	4	[A1-A8] Ziyonet
14	Qisqa tutashuv toklarining termik va dinamik taʼsirlari.	2	[A1-A8] Ziyonet
15	Elektr yoyi va uni soʻndirish usullari.	4	[A1-A8] Ziyonet
16	Yerga zaminlash qurilmalari.	6	[A1-A8] Ziyonet
17	Elektr stansiya va podstansiyalarning elektr ulanish sxemalari.	4	[A1-A8] Ziyonet
18	Elektr stansiya va podstansiyalarning oʻz extiyoj tizimlari.	6	[A1-A8] Ziyonet
19	Yopiq taqsimlash qurilmalari	4	[A1-A8] Ziyonet
20	Ochiq taqsimlovchi qurilmalar.	4	[A1-A8] Ziyonet
21	Elektr stansiya va podstansiyalarda kuchlanish yuqligini tekshirish. Kuchlanish ostida boʻlgan elektr qoʻrilmalarga yaqinlashish masofalari.	6	[A1-A8] Ziyonet
Jami:		90 soat	

Taʼlim natijalari / Kasbiy kompetensiyalar

Talabalar bilim, malaka va koʻnikmalarga ega boʻlish uchun quyidagilarni oʻzlashtirishi lozim: elektr tizimlari va tarmoqlari; elektr stansiyalar; podstansiyalar va ularning turlari; havo liniyasi va kabellarning elementlari; elektr uzatish liniyalarining parametrlari va almashtiruv sxemalari; transformatorlarning parametrlari va sxemalari; elektr tarmoqlarini hisoblash usullari; elektr uzatish liniyalarida va transformatorlarda quvvat va energiya isroflari; yopiq elektr tarmoqlarni hisoblash; elektr energiyasini sifati va uni boshqarish koʻnikmalariga ega boʻlishi kerak.

Taʼlim texnologiyalari va metodlari

- Maʼruzalar;
- Interfaol keys-stadilar;
- Seminarlar (mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar);
- Guruhlarda ishlash;
- Taqdimotlarni qilish;
- Individual loyihalar;
- Jamoa boʻlib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.

Kreditlarni olish uchun talabalar:

Joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat boʻyicha test yoki yozma ishni muvoffaqiyatli topshirish.

Fan boʻyicha talabalar bilimini nazorat qilish

Talabalar bilimini nazorat qilish Oliy va o'rta maxsus ta'lim Vazirligi tomonidan tavsiya etilgan "Oliy ta'lim muassasalarida talabalar bilimini nazorat qilish va baholashning reyting tizimi to'g'risida"gi Nizom (*Nizom O'z.R. OO'MTVning 2018 yil 26 sentyabrdagi 3069-son buyrug'i bilan tasdiqlangan va O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligida 2018 yil 26 sentyabrdagi 3069-son bilan davlat ro'yxatidan o'tkazilgan*).

Talaba mutaqil hulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mutaqil mushohada yuritadi, olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushinadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – 5 (a'lo) baho;

Talaba mutaqil hulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mutaqil mushohada yuritadi, olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushinadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – 4 (yaxshi) baho;

Talaba olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushinadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – 3 (qoniqarli) baho;

Talaba fan dasturini o'zlashtirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushinmaydi, hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega emas deb topilganda – 2 (qoniqarsiz) baho;

Talaba tegishli fan bo'yicha yakuniy nazorat turi o'tkaziladigan muddatga qadar orali nazorat turini topshirgan bo'lishi shart.

Fan bo'yicha talabalar reyting baholarini aniqlash me'zonlari

Maksimal baho - 5

Saralash baho - 3

№	Nazorat turi	Nazorat turi bo'yicha	
		maks.baho	Saralash baho
1.	- amaliy mashg'ulotlar	5	3
	- mustaqil ta'lim	5	3
2	Oraliq nazorat (ON)	5	3
3	Yakuniy nazorat	5	3

Ishchi o'quv rejaga muvofiq fan bo'yicha 15 ta (2 Soat) amaliy mashg'ulot va 21 ta (90 Soat) mustaqil ish rejalashtirilgan. Fan bo'yicha ON kafedra yig'ilishi va fakultet Kengashi qaroriga asosan 1 marta o'tkaziladi.

Asosiy va qo'shimcha o'quv adabiyotlar hamda axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. Allayev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F. Stansiya va podstansiyalarning elektr jihozlari. -O'quv qullanma, T.: Cho'lpon nomidagi NMIU, 2014. 304 b.
2. Rojkova L.D. Karneyeva L.K. Chirkova T.V. [Elektrooborudovaniye elektricheskix stansiy i podstansiy.](#)-Uchebnoye posobiye, 4-izdaniya –M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2007.
3. Beletskiy O.V., Leznov S.I. Obslujivaniye elektricheskix podstansiy.- Uchebnoye posobiye, M.: Energoatomizdat, 1985.-416 s.-
4. Bistritskiy G.F. Kudrin B.I. [Vibor i ekspluatatsiya silovix transformatorov.](#) – Uchebnoye posobiye, M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2003. dlya vuzov.
5. Rojkova A.D., Kozulin V.S. Stansiya va podstansiyalarning elektr asbob-uskunalari. - Darslik, T.: O'qituvchi,1986.
6. Salov V.P. Spravochnik po remontu, naladke i texnicheskomu obslujivaniyu elektrooborudovaniy. - Uchebnoye posobiye. Izdatelstvo «Venta-2», 2007.
7. Fayziyev M.M. “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” ma’ruzalar matni to’plami. Qarshi – 1999.
8. M.M. Fayziyev, A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan amaliy mashg’ulotlarni oid uslubiy qo’llanma. Qarshi – 2021 yil.
9. М.М.Файзиев, А.Б.Имомназаров “Электрическая часть станции и подстанции” *Методическое пособие по проведению практических занятий.* Карши-2021 г.

Qo'shimcha adabiyotlar

10. Mirziyov SH.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so'zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.
11. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
12. Nekrepanov B.N., I.P. Kryuchkov. Elektricheskaya chast stansiy i podstansiy. (Spravochnik) -M.: Energoatomizdat, 1989.
14. O.E. Zayniyeva, N.A. Qurbonov va A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan mustaqil ishlarni bajarishga oid uslubiy ko'rsatma. Qarshi – 2017 yil.

Internet saytlari

1. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasi xukumat portali;
2. www.ziyonet.uz – Ta'lim portali;
3. www.uzbekenergo.uz – energetika ob'yektlari kerakli ma'lumotlar.
4. www.lex.uz – O'zbekiston Respublikasi Qonun xujjatlari ma'lumotlar milliy bazasi;

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI
ENERGETIKA FAKULTETI
“ELEKTR ENERGETIKA” KAFEDRASI



“STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI” fanidan
MA’RUZALAR MATNI

5310200(60710600) - Elektr energetikasi (elektr ta’minoti) ta’limi yo‘nalishida
tahsil olayotgan bakalavriyat talabalari uchun:

QARSHI – 2023

KIRISH

Bugun biz tarixiy bir davrda xalqimiz o‘z oldiga ezgu va ulug‘ maqsadlar qo‘yib, tinch-osoyishda hayot kechirayotgan, avvalambor o‘z kuch imkoniyatlariga tayanib, demokratik davlat va fuqarolik jamiyati qurish yo‘lida ulkan natijalarni kiritayotgan bir zamonda yashamoqdamiz.

O‘zbekiston Respublikasida oliy ta’limni tizimli isloh qilishning ustuvor yo‘nalishlarini belgilash, zamonaviy bilim va yuksak ma’naviy-axloqiy fazilatlarga ega, mustaqil fikrlaydigan yuqori malakali kadrlar tayyorlash jarayonini sifat jihatidan yangi bosqichga ko‘tarish, oliy ta’limni modernizatsiya qilish, ilg‘or ta’lim texnologiyalariga asoslangan holda ijtimoiy soha va iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirish maqsadida O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabrda “O‘zbekiston respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” gi PF-5847 sonli farmoni qabul qilindi. Ushbu O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida quyidagilar nazarda tutiladi:

-oliy ta’lim sohasida davlat-xususiy sheriklikni rivojlantirish, hududlarda davlat va nodavlat oliy ta’lim muassasalari faoliyatini tashkil etish asosida oliy ta’lim bilan qamrov darajasini 50 foizdan oshirish, sohada sog‘lom raqobat muhitini yaratish;

-oliy ta’lim muassasalarida o‘quv jarayonini bosqichma-bosqich kredit-modul tizimiga o‘tkazish;

-oliy ta’lim muassasalarining akademik mustaqilligini ta’minlash;

-oliy ta’lim muassasalarida ta’lim, fan, innovatsiya va ilmiy-tadqiqotlar natijalarini tijoratlashtirish faoliyatining uzviy bog‘liqligini nazarda tutuvchi “Universitet 3.0” konsepsiyasini bosqichma-bosqich joriy etish;

O‘zbekiston oliy ta’lim tizimini Markaziy Osiyoda xalqaro ta’lim dasturlarini amalga oshiruvchi “xab”ga aylantirish;

-ta’limning ishlab chiqarish korxonalarini va ilmiy-tadqiqot institutlari bilan o‘zaro manfaatli hamkorligini yo‘lga qo‘yish;

-oliy ta’limning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish, xorijiy ta’lim va ilmiy fan texnologiyalarini jalb etish;

O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini 2019 yilda amalga oshirish bo‘yicha “Yo‘l xaritasi” tasdiqlandi.

Konsepsiya tegishli davrga mo‘ljallangan maqsadli parametrlar va asosiy yo‘nalishlardan kelib chiqib, har yili alohida tasdiqlanadigan “Yo‘l xaritasi” orqali bosqichma-bosqich amalga oshirilishi belgilab qo‘yildi. Shuningdek O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 11 iyuldagi PQ-4391-son "Oliy va o‘rta maxsus ta’lim tizimiga boshqaruvning yangi tamoyillarini joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi qarori ijrosi yuzasidan ishlab chiqilgan.

Shuningdek, soxa bo'yicha ham ilg'or xalqaro tajribalarni va jahon elektr energetikasi rivojlanishining zamonaviy tendensiyalarini hisobga olgan holda, O'zbekiston Respublikasida o'sib borayotgan ehtiyojlarni qondirish hamda elektr energetika tarmog'ini yanada mutanosib rivojlanishini ta'minlash maqsadida **“2020-2030 yillarda O'zbekiston Respublikasini elektr energiyasi bilan ta'minlash KONSEPTSIYASI”** ishlab chiqildi.

Konseptsiyada mamlakatimizning elektr energetika tarmog'ini o'rta va uzoq muddatli istiqbolda rivojlantirish maqsadlari va yo'nalishlarini, ustuvor yo'nalishlari va ko'rsatmalarini, shuningdek, elektr energetika tarmog'ida davlat siyosatining amaliy ro'yobga chiqarishning ma'lum bosqichlarida uning samaradorligini ta'minlash mexanizmlarini va maqsadlarga erishilishi kafolatlangan.

Ushbu konsepsiya muntazam ravishda o'zgartiriladi va kerak bo'lganda to'ldiriladi. Konsepsiya doirasida quyidagilar taqdim etiladi:

✓ O'zbekiston Respublikasi elektr energetika tarmog'idagi mavjud vaziyat tahlili;

✓ Kelgusida respublikada elektr energiyaga bo'lgan ehtiyojning ortib borishi;

✓ Davlat elektr energetika siyosatining asosiy yo'nalishlari va uning eng muhim tarkibiy qismlari;

✓ O'zbekiston Respublikasi elektr energetika tarmog'ini rivojlantirish istiqbollari;

✓ Ushbu Konsepsiyani amalga oshirish bo'yicha harakatlar rejasi va kutilayotgan natijalar.

Shu boisdan ham elektron modulli o'quv-uslubiy majmua O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasining 2020-yil 31-dekabdagi “Oliy ta'lim muassasalarida ta'lim jarayonini tashkil etish bilan bog'liq tizimni takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi 824-son Qarori hamda Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirining 2021-yil 16-iyuldagi “Oliy ta'limning davlat ta'lim standartlarini tasdiqlash to'g'risida”gi 311-son buyrug'i asosida ishlab chiqilgan Yo'riqnomaga asosan tayyorlandi. Bunda talabalar “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” kursi davomida ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida stansiya va podstansiyalarning ayrim qismlarini, elementlarini va elektr sxemalarini to'liq o'zlashtirish uchun talabalar o'z ustilarida qo'shimcha mashg'ulotlar vaqtida ya'ni mustaqil ravishda shug'ullangandagina bilim va ko'nikmalarini mustaxkamlashlari mumkin.

1. Ma'ruza: KIRISH. Fanning maqsadi va vazifalari.

- 1. Kirish. Fanning maqsadi va vazifalari.**
- 2. O'zbekiston elektr energetikasining tarixi va rivojlanish isitqbollari.**
- 3. Elektr tizimi elementlarining nominal kuchlanishi.**
- 4. Elektroqurilmalar haqida umumiy malumotlar**
- 5. Elektr stansiyalari va podstansiyalari haqida umumiy ma'lumot.**

Energiyaga bo'lgan talabning uzluksiz ravishda ortib borishi yangi energiya resurslarini qidirib topish, energiyani bir turdan boshqa turga o'zgartirishning yangi usullarini ishlab chiqish zaruratini yaratdi. Hozirgi davrda turli xil energiyalardan – Quyosh energiyasi, organik yoqilgining kimyoviy energiyasi, daryolar, dengizlar va okeanlar suvlarining mexanik energiyasi, shamol energiyasi, og'ir yadrolarning parchalanishida hosil bo'luvchi yadro energiyasidan foydalanish an'anaviy hisoblanadi. Bugungi kunda erishilgan yutuqlarni sifat jihatidan yangi turdagi energiyadan, xususan elektr energiyasidan foydalanmasdan turib ta'minlab bo'lmas edi. Elektr energiyasi hozirgi davrda insoniyat taraqqiyotida keng foydalanilmoqda. U sanoatda va qishloq xo'jaligida turli mexanizmlarni harakatga keltirishda, bevosita texnologik jarayonlarda, transportda va madaniy-maishiy hayotda keng qo'llaniladi. Zamonaviy a'loqa vositalari – telefon, telegraf, radio, televedine kabilarning ishlashi ham elektr energiyasidan foydalanishga asoslangan. Elektr energiyasiz kibernetika, hisoblash texnikasi, kosmik texnikasi kabilarni rivojlantirish mumkin bo'lmas edi. Elektr energiyaning asosiy samarali xususiyati shundan iboratki, u uzoq masofaga oson uzatilishi bilan bir qatorda u kam isrof bilan boshqa turdagi energiyalarga o'zgartirilishi mumkin. Elektr energiyasi hozirgi davrda insonlar tomonidan eng ko'p foydalaniladigan energiya turidir.

Yuqoridagi sabablarga ko'ra elektr energetikasining taraqqiyotiga butun jahonda, shu jumladan bizning mamlakatimizda juda katta e'tibor qaratilgan.

Respublika elektr energetikasi xaqli ravishda O'zbekiston iqtisodiyotining asosiy tarmoqlari tarkibiga kiradi. U yirik ishlab chiqarish va ilmiy-texnik imkoniyati bilan iqtisodiyotning rivojlanishi va xalq farovonligiga salmoqli hissa qo'shib kelmoqda.

Bugungi rivojlanish bosqichida elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojni qondirish, mavjud elektr stansiyalar va tarmoqlarni modernizatsiya va rekonstruksiya qilish, yuqori samarali energiya ishlab chiqarish texnologiyalari asosida yangi ishlab chiqarish ob'ektlarini qurish, elektr energiyasini hisobga olish tizimini takomillashtirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni rivojlantirish hisobiga yonilg'i-energetika resurslarini diversifikatsiyalash elektr energetika sohasining asosiy maqsadi hisoblanadi.

“O'zbekenergo” aksiyadorlik jamiyati O'zbekiston Respublikasidagi elektr energiyasini asosiy ishlab chiqaruvchi va yetkazib beruvchilardan biri hisoblanadi hamda respublika iqtisodiyoti va aholisini elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojlarini to'liq qondiradi.

“O'zbekenergo” AJ elektr energetika sohasidagi maxsus vakolatli organ bo'lib, respublika iqtisodiyoti tarmoqlari va aholisini markazlashtirilgan holda elektr energiyasi bilan ta'minlaydi, shuningdek respublikaning bir qator shaharlaridagi sanoat va kommunal-maishiy iste'molchilariga issiqlik energiyasini yetkazib beradi.

Elektr energiyasining hozirgi kundagi ahamiyatini baholash juda mushkul; hayotimizni va har bir inson hayotini – ishlab chiqarishdami, biznesdami, turmushdami elektrsiz tasavvur qilish mumkin emas. XX asrda sodir bo'lgan ilmiy-texnika revolyusiyasining ikki muhim yo'nalishini ko'rsatish mumkin. Bu – odamning fizikaviy energiyasini boshqa energiya turlari (asosan elektr

energiyasi) bilan to'la almashtirish va jarayonlarni avtomatlashtirish yordamida odamlarni andazalangan operatsiyalardan (fizikaviy va aqliy mehnatlardan) ozod qilish. SHuning uchun, vatanimiz kompleks xo'jaligining barcha sohalaridagi ilmiy-texnikaviy taraqqiyot energetika va avtomatika bilan aniqlanadi.

Ushbu fanni o'qitishdan maqsad va vazifalari – talabalar elektr stansiya va podstanstiyalari qismini tuzilishi, asosiy elektr qurilmalarini ishlash asoslari va ularni tanlash, yuqori kuchlanishli jihozlarning yerga tutashtiruvchi qurilmalarni vazifasi, tuzilishi va ularning hisoblash metodlarini tanlash bo'yicha yo'nalishi profiliga mos, ta'lim standartida talab qilingan bilimlar va ko'nikmalarni bilishi lozim.

Turkiston energetika ho'jaligini quvati 1914-yilga kelib 20 ming o.k. dan ozgina oshgan bo'lib, 51 elektr stansiyalardagi umumiy elektr motorlarni soni 500 tadan oshmas edi. 1917 yilgacha hozirgi O'zbekiston xududidagi elektr stansiyalarini quvvati 3 ming kVt ni tashkil qilib, bir yilda 3,3 mln. kVt.s. elektr energiyasi ishlab chiqarilgan edi.

Turkiston o'lkasini elektirlashtirish rejasini tuzilishi qatta ahamiyatga ega bo'ldi. 1923 yil Toshkent chekkasidagi Bo'zsuv kanalida gidro elektr stansiyasi (GES) qurilishi boshlandi. 1926 yil O'zbekiston energetikasining birinchisi, o'sha vaqtda O'rta Osiyoda eng katta bo'lgan 2 ming kVt quvvatli Bo'zsuv GESini birinchi navbati ishga tushdi.

Respublikada quvvat o'sishini asosini O'zbekiston energetika tizimi tuzilgan paytda (1934 y) Chirchiq-Bo'zsuv yo'nalshidagi 180 ming kVt quvvatli ketma-ket qurilgan suv elektr stansiyalari tashkil etdi.

Ko'rsatilgan elektr stansiyalarda yagona quvvati 150 dan 300 ming kVt bo'lgan 30 dan ortiq zamonaviy energetika bloklar o'rnatilgan. Loyiha quvvati 3,2 mln. kVt va yagona energetika blokini quvvati 800 ming kVt li O'rta Osiyoda eng katta bo'lgan Tolimarjon issiqlik DRES ni qurilishi davom etmoqda. Suv energetikasi O'zbekiston Respublikasini energetika vazirligi sistemasidagi bir necha suv elektr stansiya kaskadlari bilan belgilangan. Bulardan O'rta-Chirchiq GES lar kaskadi suv havzasiga ega va shu sababli 600 ming kVt quvvatli CHorvoq GESi va 165 ming kVt quvvatli Xodjikent GESi quvvatni rostdash tartibida ishlaydi. Qolgan GES lar esa asosida suv okimi bo'lgan tartibda ishlaydi.

Energetika respublika kompleks xo'jaligining asosiy sohasi hisoblanadi. O'zbekistonda umumiy o'rnatilgan quvvati 11043 MVt bo'lgan 37 ta katta IES va GES; shu jumladan, IES – 9644 MW, GES – 1399 MW O'zbekiston o'zini energiya bilan butunlay ta'minlaydi.

Bu elektr korxonalar ishonchli va samarali ishlashi lozim! Buning uchun yosh mutaxassisga quyidagilar zarur: Elektr stansiya va nimstansiyalarni o'ta samarali va ishonchli sxema va joylanishlarni to'g'ri tanlashni, ularda ko'llaniladigan elekt jixozlarini, transformatorlarning soni va quvvatlarini tanlash, o'rnatish joyi va boshqarishni bilishi kerak. Bu holatlarning boshqarish usullarini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari, qisqa tutashuv toklarini aniqlash, kuchlanishni rostdash imkoniyatlarini bilishi, elektr qurilmalarining rele himoyasi, nazorat va boshqarish avtomatikasini tushunishi, elektr stansiya va nimstansiyalarni ratsional variantini tanlash masalalarini yecha olishi kerak.

NOMINAL KUHLANISHLAR

Elektr energiyasi ma'lum kattalikdagi kuchlanishlarda ishlab chikariladi, uzatiladi, taqsimlanadi va iste'mol qilinadi. Kuchlanishning bu qiymatlari nominal kuchlanish deb ataladi.

Elektr ustanovkalari kurilishiga doir koidalarga kura elektr qabul qiluvchi generator transformatorning fabrika pasportida (jadval, shit, kleyma shaklida) kursatilgan kuchlanish nominal kuchlanish deyiladi. Elektr tarmog'i unga ulangan elektr qabul qiluvchi nominal kuchlanishi bilan xarakterlanadi.

Pasportda kursatilgan nominal kuchlanish elektr uskunasining normal ishlashini ta'minlaydi va uning xamda tarmoklar izolyatsiyasi shu kuchlanishga muvofik bajariladi, izolyatsiya nominal kuchlanish va nominal tok ta'siri ostida uzining dielektrik sifatini saklaydi.

Elektr uskunasining izolyatsiyasi normal kuchlanishdan tashkari sinab kurish kuchlanishi bilan xam xarakterlanadi. Sinab kurish kuchlanishi, odatda, nominal kuchlanishdan uch marta katta buladi.

Elektr ustanovkalariga doyr qoidalarda apparatlar, mashinalar, asboblal, tarmoqlar va shunga uxshashlarning konstruksiyalaridagi farqi shuningdek, elektr ustanovkalarining turlicha qurilishi va turli kuchlanishlarda ishla-tilishi nazarda tutilyb, ular kuchlanishi 1000 v gacha bulgan elektr ustanovkalariga va kuchlanishi 1000 v dan ortik, bulgan elektr ustanovkalariga budingan.;

Umumiy maksadlarda ishlatiladigan uzgarmas tok 50 gs chastotali uzgaruvchan tok elektr tarmoklari va ularga ulanadigan elektr energiyasi manbalari xamda kabul qiluvchilari uchun davlat standartida (GOST 721-62) kzzda tutilgan nominal kuchlanishlar kattaligi 1—4-Isadvallarda keltirilgan.

Yeritish uchun elektr energiyasi beruvchi tarmoklar turt simli kilib (uchta faza va transformatorning nol nuktasidan chikkan turtinchi sim) 220/127 va 380/220 v kuchlanishda quriladi, bunda lampalar faza kuchlanishi ya'ni kuchlanishi mos ravishda 127 yoki 220 v bulgan ikki simli liiiyalarga ulanadi (2- § ga karang). Umumsanoatda ishlatiladigan elektr dvigatellarida 220, 380 va 660 v (xamdan kup 380 v) kuchlanish kullaniladi.

Maxsus ustanovkalarining katta kuvvatli elektr dvigatyollari 3; 6 va 10 kv ga muljallab tayyorlanadi.

Sanoatdagi ichki va shaxar taksimlash tarmoklari odatda 6 yoki 10 kv ga muljallab kuriladi. 35 kv va undan yuqori kuchlanishlar fakat uzoq elektr uzatish liniyalari va elektr energiyasini iste'mol kiluvchi yirik markazlarga keladigan liniyalarda ishlatiladi.

GOST 721-62 ga muvofik generatorlar za kuch transformatorlari ikkilamchi chulgamlarining nominal kuchlanishlari (generator kuchlanishi) tegishli elektr kabul kiluvchilari va ular tarmoqlarining nominal kuchlanishlaridan (ekspluatatsiya kuchlanishidan) 5—10% yukorirok kilib muljallanadi.

Ekspluatatsiya kilish va generator kuchlanishlari orasidagi 5—10% fark generator yoki transformatorndan elektr qabul qiluvchi yoxud transformatorning birlamchi chulg'amigacha bo'lgan uchastkadagi elektr tarmoqlarida bo'ladigan kuchlanish isrofini qoplashga ketadi.

Ma'lumki, texnikada seriyali ishlab chiqarish imkoniyatiga ega bo'lmoqlik uchun uskunalarni standartlash, ya'niy ularni katta-kichiklik, massa, tok, kuchlanish yoki boshqa parametrlari bo'yicha bir necha turga bo'lib, ishlab chiqarish kerak.

Elektr tizimda past (220-660 V), o'rta (3-35kV), yuqori (110-220kV) va o'ta yuqori (330-1150 kV) kuchlanishli tarmoqlar tavsia etilmaydi.

Nominal kuchlanish_ Elektr tizimining uskunalari (generatorlar, transformatorlar, liniyalar va boshgqalar) mo'ljallangan nominal kuchlanish bilan xarakterlanadi.

Elektr energiya iste'molchilari va generatorlarning nominal kuchlanshi deb, ularni normal sharoitda ishlashi uchun mo'ljallangan kuchlanshi aytiladi.

Iste'molchilarning yuklamalari har doim o'zgarib turganligi tufayli tarmogqning kuchlanshi xar bir nuqtada nominal qiymatdan og'ib turadi.

Ammo, 50 Gs li uch fazali tok tizimida kuchlanish nominal qiymatidan og'ishi standart bo'yicha $\pm 5\%$ dan katta bo'lmasligi kerak.

Generatorlarni nominal quchlanishi tarmoqda bo'ladigan kuchlalsh yo'qotilishini hisobga olib tarmoq kuchlaiishidan 5% ga oshiq qilib olinadi.

Transformatorlarni nominal kuchlanishi salt yurish holatida ularni birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlari uchun olinadi. Trassformatorni birlamchi cho'lg'ami elektr energiyani qabul qiladi va shuning uchun kuchaytiruvchi transformatornda nominal kuchlanishi generatorning nominal

kuchlanishiga, pasaytkruvchida esa tarmoqning nominal kuchlanishiga teng. U yoki bu kuchlanishli tarmoqni taminlovchi ikilamchi cho'lgamni kuchlanishi yuklama vaqtida, tarmoq kuchlanishidan 5% ga yuqori bo'lishi kerak.

Elektr energiyasi hosil qilishga mo'ljallangan korxonalar yoki qurilma elektr stansiyasi deb ataladi.

Energiyani bir turdan boshqa turga o'zgartirishdagi asosiy texnologik jarayonning xususiyatlari va foydalaniladigan energetik resursning turiga qarab elektr stansiyalari issiqlik (IES), atom (AES), gidroelektrostansiya (GES), gidroakkumulyatsiyalovchi (GAES), quyosh (QES), shamol (ShES), gaz turbinali va boshqa stansiyalarga bo'linadi.

Elektr energiyasini o'zgartirish hamda taqsimlashga mo'ljallangan korxonalar yoki qurilma elektr podstansiyalari (nimstansiya) deyiladi.

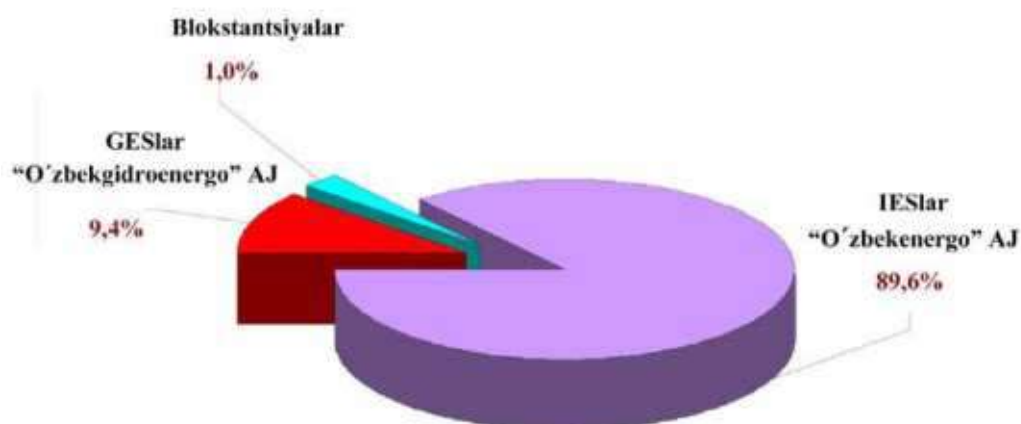
O'zbekiston va boshqa ko'pgina mamlakatlarda elektr energiyasi hosil qilish va uni taqsimlash uchun 50 Gs chastotali uch fazali o'zgaruvchan tok qabul qilingan (AQSH, Finlyandiya va boshqa bir qancha mamlakatlarda 60 Gs chastota qabul qilingan). Uch fazali tokdan foydalanish sababi shundaki, bir fazali o'zgaruvchan tok qurilmalariga qaraganida uch fazali tok tarmoqlari va qurilmalari juda tejamli bo'ladi, shuningdeq eng ishonchli, oddiy va arzon asinxron elektr dvigatellaridan elektr yuritma sifatida keng foydalanish imkoniyati bo'ladi.

Sanoatning ba'zi tarmoqlarida uch fazali tok bilan bir qatorda o'zgaruvchan tokni to'g'rilash yordamida olinadigan o'zgarmas tokdan ham foydalaniladi (ximiya sanoati va rangdor metallurgiyadagi elektroliz jarayoni, elektrlashtirilgan transport va boshqalar). Hozirgi vaqtda o'zgarmas tokdan elektr energiyasini uzoq masofalarga 800 kV gacha kuchlanish bilan uzatishda ham foydalanilmoqda.

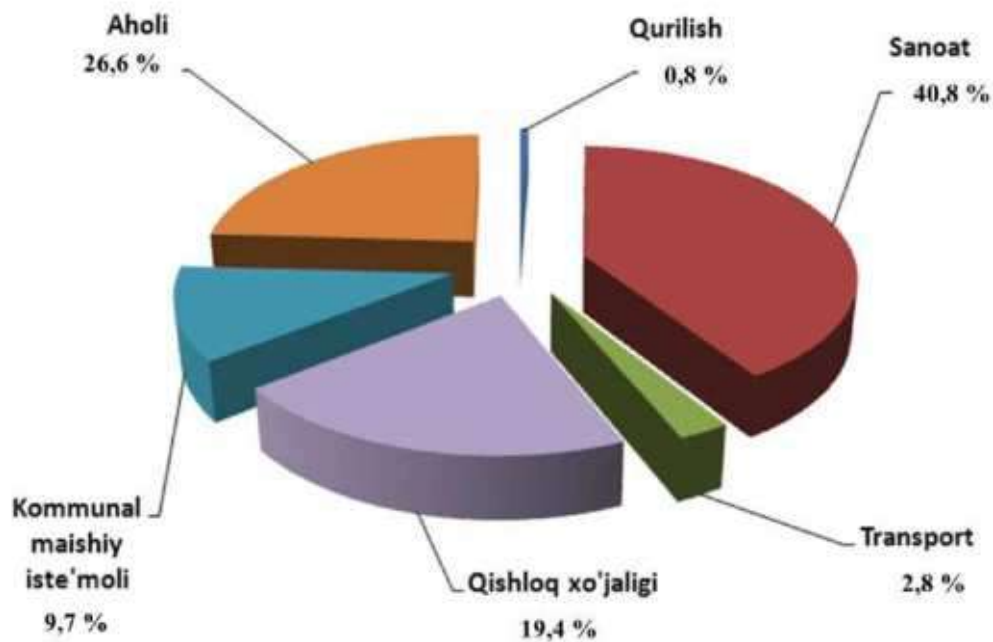
Texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar

Chop etiladigan nusxa

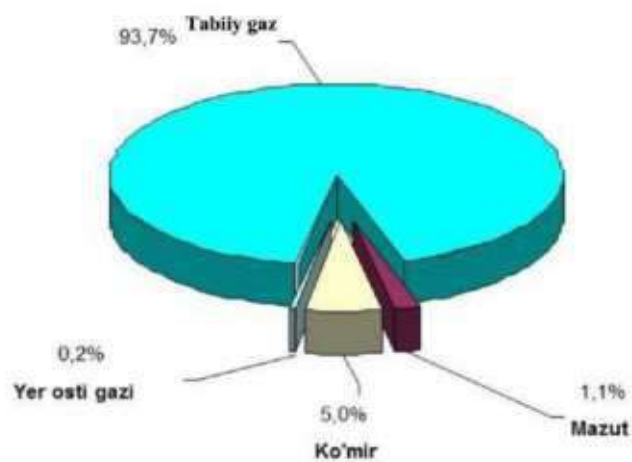
2018 yilda elektr energiyasini ishlab chiqarish ko'rsatkichlari to'g'risida ma'lumot



Iqtisodiyot sohalari va aholi bo'yicha 2018 yilda elektr energiyasi iste'molining tarkibi



“O‘zbekenergo” AJning elektr stansiyalarida 2018 yilda yoqilg‘i iste‘molining tarkibi



Sinov savollari

1. O‘zbekistonda birinchi qurilgan GES ning quvvati nechi kVt ga teng edi?
2. Respublikadagi katta IES va GES larni aytib bering?
3. O‘zbekistondagi barcha elektr stansiyalarining soni va quvvati.
4. Elektr tizimi elementlarining nominal kuchlanishi aytib bering

2-Ma'ruza: Elektr stansiya va podstansiyalarni asosiy jihozlari

Sinxron generatorlar

Reja:

1. Umumiy ma'lumotlar.
2. Sinxron generatorning asosiy parametrlari.
3. Sinxron generatorlarning birlamchi quvvatini oshirish yo'llari.

Elektr stansiyalarda elektr energiyasini hosil qilish uchun uch fazali o'zgaruvchan tok sinxron generatorlari ishlatiladi. Sinxron generatorlar turbogeneratorlar (birlamchi motori – bug' yoki gaz turbinasi) va gidrogeneratorlar (birlamchi motori - gidroturbina) bo'ladi.

Sinxron elektr mashinalari uchun turg'un ish rejimida agregatning aylanish soni chastotasi (ayl / daq) bilan tarmoq chastotasi $f(Gs)$ orasida aniq muvofiqlik bor:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (1)$$

bunda $n = \frac{60 \cdot f}{p}$ - generator statori chulg'amlarining juft qutblari soni.

Bug' va gaz turbinalari aylanish chastotasi katta (3000 va 1500(ayl / daq)) qilib ishlab chiqariladi, chunki shunda turbogeneratorlar eng yuqori texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarga ega bo'ladi. Odatdagi, yoqilg'ida ishlaydigan issiqlik elektr stansiyalarida (IEM larda) agregatlarning aylanish chastotasi, odatda, 3000(ayl / daq)ni tashkil etadi, sinxron turbogeneratorlarda esa ikkita qutb bo'ladi. AES da aylanish chastotasi 1500 va 3000(ayl / daq) bo'lgan agregatlar ishlatiladi.

Turbogeneratorlar tezyurarligi sababli uning konstruksiyasining o'ziga xos tomonlari bo'ladi. Bu generatorlar vali gorizontal joylashadigan qilib tayyorlanadi. Turbogeneratorning katta mexanik va issiqlik yuklamalarida ishlovchi rotori magnit hamda mexanik xossalari yuqori bo'lgan maxsus (xrom-nikelli yoki xrom–nikel-molibdenli) po'latdan tayyorlangan yaxlit pokovkadan yasaladi.

Rotorning qutbi aniq bo'lmaydi. Aylanish chastotasi katta bo'lganligi uchun, mexanik mustahkamlikni ta'minlash nuqtai nazaridan, rotorning diametri 3000(ayl / daq) uchun 1,1–1,2 m dan ortmaydi. Rotor qobiqining uzunligi ham ma'lum chegaraga ega bo'lib, 6–6,5 m ga teng bo'ladi. U val statik egilishining ruxsat etiladigan kattaligi va ma'qul titrash xarakteristikasini hosil qilish shartiga ko'ra aniqlanadi.

Rotorning asosiy magnit oqimi o'tadigan aktiv qismida uyg'otish chulg'aming g'altaklari joylanadigan pazlar frezalanadi. Rotorning har ikki tomonidan uning valiga mashinadagi sovituvchi gazning aylanib yurishini ta'minlaydigan ventilyator o'rnatiladi.

Turbogenerator statori korpus va o'zakdan iborat. Korpus payvandlab tayyorlanadi, tashqi (torets) tomonlari shchitlar bilan berkitilib, boshqa qismi bilan tutashgan joylari zichlanadi. Stator o'zagi qalinligi 0,5 mm li po'latdan tayyorlangan, izolyatsiyalangan listlardan yig'iladi. Listlar paket ko'rinishida yig'ilib ular orasida ventilyatsiya kanallari qoldiriladi. O'zak ichidagi pazlarga uch fazali, odatda, ikki qatlamli chulg'am joylanadi.

Gidravlik turbinalarning aylanish chastotasi, odatda, nisbatan kichik ($60 \div 750 ayl / daq$) bo'ladi. Suv bosimi qanchalik past, turbina quvvati qanchalik katta bo'lsa, aylanish chastotasi shunchalik kichik bo'ladi. Gidrogeneratorlar shu sababdan sekin yurar, o'lchamlari va massasi katta, shuningdek, qutblari soni ko'p bo'ladi.

Gidrogeneratorlar ayon qutbli rotorli qilib va vali asosan vertikal joylashadigan qilib tayyorlanadi. Qudratli gidrogeneratorlar rotorlarining diametri 14 - 16 m, statorlarining diametri esa 20 - 22 m ga etadi.

Qutblarda uyg'otish chulg'amlaridan tashqari dempferlovchi chulg'am ham joylanadi, u qutblar uchidagi pazlarga joylashtiriladigan va rotor chetiga tutashtiriladigan mis halqa yordamida sterjenlardan hosil qilinadi. Bu chulg'am agregat rotorining generator yuklamasining keskin o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan har qanday uyg'otilishida hosil bo'ladigan tebranishlari tinchlantirish uchun xizmat qiladi.

Turbogeneratorlarda tinchlantaruvchi chulg'am vazifasini rotorning massiv qobiqi va pazlarda uyg'otish chulg'amini berkitib turuvchi metall ponalar o'taydi.

Gidrogeneratorning statori turbogenerator statori konstruksiyasidan prinsipial farq qilmaydi, faqat turbogeneratornikidan farqli o'laroq, ajraladigan qilib tayyorlanadi. U aylana bo'ylab teng ikki - olti qismga bo'linadi, bu esa uni tashishni va montaj qilishni yengillashtiradi. Keyingi yillarda vali gorizontall joylashgan, kapsulli generator deb ataluvchi generatorlar ishlatila boshlangan. Bunday generatorlar tashqi qismini turbina orqali keladigan suv yuvib o'tadigan suv o'tmaydigan qobiq (kapsula) ga joylanadi. Kapsulali generatorlar bir necha o'nlab megavolt-amper quvvatga mo'ljallab tayyorlanadi. Bular ayon qutbli nisbatan sekin yurar ($n = 60...150 \text{ ayl / daq}$) hisoblanadi.

Elektr stansiyalarida ishlatiladigan sinxron generatorlarning boshqa tiplari ichida ichki yonuv dizel motorlari bilan birlashtiriladigan dizel-generatorlarni aytib o'tish lozim. Bular ayon qutbli vali gorizontall joylashgan mashinalardir. Porshenli mashina singari dizel ham notekis burovchi momentga ega bo'lganligi uchun dizel-generator maxovik bilan ta'minlanadi yoki uning rotori aylanma momenti katta qilib tayyorlanadi

Generatorlarning nominal parametrlari. Generatorlarni ishlab chiqaruvchi zavod uni ma'lum ruxsat etilgan uzoq muddatli ish rejimiga mo'ljallaydi va bu rejim nominal rejim deb ataladi. Bu ish rejimi generatorning nominal ma'lumotlari degan nom bilan yuritiladigan va uning yorlig'ida hamda mashina pasportida ko'rsatiladigan parametrlar bilan xarakterlanadi.

Generatorning nominal kuchlanishi-nominal rejimda stator chulg'amining liniya (fazalararo) kuchlanishidir.

Normal sovitish parametrlari (sovituvchi gaz va suyuqlikning temperaturasi, bosimi hamda sarfi) da va generator pasportida ko'rsatilgan quvvat hamda kuchlanishning nominal qiymatlarida generatorning uzoq muddat normal ishlashiga ruxsat etiladigan tok qiymati generator statorining nominal toki deb ataladi.

Generatorning to'la nominal quvvati quyidagi formuladan aniqlanadi (kVA):

$$S_{nom} = \sqrt{3}U_{nom}I_{nom}, \quad (2)$$

generatorning aktiv nominal quvvati uning turbina bilan komplektda uzoq muddat ishlashi uchun mo'ljallangan eng katta aktiv nominal quvvatdir.

Aktiv nominal quvvat quyidagi ifodada aniqlanadi (kVt):

$$P_{nom} = S_{nom} \cdot \cos \varphi_{nom} \quad (3)$$

Turbogeneratorlarning nominal quvvati standartlardagi quvvatlar qatoriga to'g'ri kelishi kerak. Yirik gidrogeneratorlarning nominal quvvatlari shkalasi standartlashtirilmagan.

Rotorning nominal toki - generatorning eng katta uyg'otish toki bo'lib, statorning kuchlanishi nominal miqdoridan 5% atrofida o'zgarib turganida va nominal quvvat ko'effitsientida generator shu tokda nominal quvvat bera oladi.

Nominal quvvat ko'effitsienti standartga muvofiq 125 MVA va undan kichik quvvatli generatorlar uchun $\cos \varphi = 0,8$; quvvati 588 MVA gacha bo'lgan turbogeneratorlar va 360 MVA

gacha bo'lgan gidrogeneratorlar uchun $\cos\varphi=0,85$; kata quvvatli mashinalar uchun $\cos\varphi=0,9$ qabul qilinadi. Kapsulali gidrogeneratorlar uchun, odatda, $\cos\varphi\approx 1$.

Har qanday generator nominal yuklama va nominal quvvat koeffitsientidagi FIK bilan xarakterlanadi. Hozirgi generatorlarda nominal FIK 96,3—98,8% atrofida o'zgarib turadn.

Sinov savollari

1. Sinxron elektr mashinalari uchun turg'un ish rejimida agregatning aylanish soni chastotasi bilan tarmoq chastotasi orasida qanday muvofiqlik bor?
2. Sinxron va asinxron mashinalarni ishga tushirishni farqi?
3. Turbogeneratorlar konstruksiyasining o'ziga xos tomonlari?
4. Hidrogeneratorning konstruksiyasining o'ziga xos tomonlari?
5. Generatorlarning nominal parametrlari?

3- Ma'ruza: Generatorlarning sovitish tizimi.

Reja:

1. Umumiy ma'lumotlar.

2. Havo bilan sovitish.

3. Vodorod bilan sovitish.

4. Suyuqlik bilan sovitish.

Sinxron generatorning ishlash vaqtida uning chulg'amlari va aktiv po'lati qiziydi.

Stator va rotor chulg'amlarining yo'l qo'yiladigan qizish temperaturasi birinchi navbatda, foydalaniladigan izolyatsiya materiallari va sovituvchi muhit temperaturasiga bog'liq. Standartlarga ko'ra V sinfidagi izolyatsiya materiallari (asfalt - bitum asosidagi lok) uchun stator chulg'aming yo'l qo'yiladigan temperaturasi $105^{\circ}S$, rotor uchun esa $130^{\circ}S$ chegarasida bo'lishi kerak. Stator va rotor chulg'amlari izolyatsiyasining issiqqa chidamliligi yuqori, masalan, F va N sinfida bo'lganida yo'l qo'yiladigan qizish temperaturasining chegarasi ortadi.

Generatorlarni ishlatish jarayonida chulg'amlarning izolyatsiyasi asta-sekin eskiradi. Buning sababi izolyatsiyaga qator faktorlarning: kirlanish, namlanish, havo kislorodi ta'sirida oksidlanish, elektr maydoni hamda elektr yuklamaniig va boshqalarning ta'sir etishidir. Biroq izolyatsiyaning eskirishiga asosiy sabab uning qizishidir. Izolyatsiyaning qizish temperaturasi qancha yuqori bo'lsa, u shuncha tez eskiradi, ishlash vaqti shuncha qisqaradi. V sinfidagi izolyatsiyalarning xizmat qilish muddati qizish temperaturasi $120^{\circ}S$ gacha bo'lganida 15 yilga yaqin, $140^{\circ}S$ gacha qiziganida esa ikki yilgacha qisqaradi. Qizish temperaturasi $105^{\circ}S$ gacha (ya'ni standartlarda ko'rsatilgan chegarasida) bo'lganda xuddi o'sha izolyatsiya ancha sekin eskiradi va xizmat qilish muddati ortib, 30 yilgacha boradi. Shuning uchun ishlatish vaqtida generatorning ishlash rejimini qanday bo'lishidan qat'iy nazar, uning chulg'amlari qizish temperaturasining ruxsat etilgan qiymatlardan ortishiga yo'l qo'ymaslik shart.

Qizish temperaturasi ruxsat etilgan qiymatlardan ortmasligi uchun elektr stansiyalarning hamma generatorlari sun'iy sovitiladigan qilib tayyorlanadi.

Stator va rotorning qizigan chulg'amlaridan issiqlikni olib ketish usuliga qarab *bilvosita va bevosita* sovitish bo'ladi.

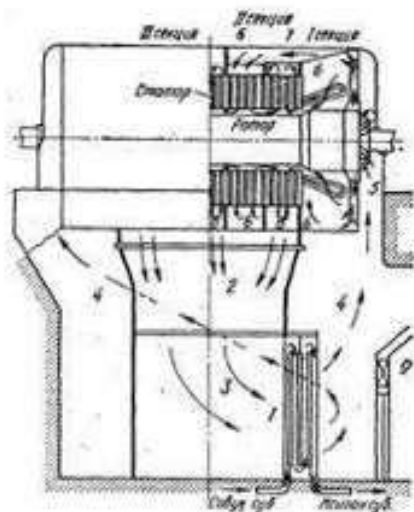
Bilvosita sovitishda rotor toresiga o'rnatilgan ventilyator yordamida sovituvchi gaz (havo yoki vodorod) generator ichiga yuboriladi va havo oralig'i, hamda ventilyatsiya kanallari orqali haydaladi. Bunda sovituvchi gaz stator va rotorning chulg'amlarining o'tkazgichlariga tegmay o'tadi va ular ajratayotgan issiqlik gazga katta «issiqlik to'sig'i» - chulg'amlarning izolyatsiyasi orqali o'tadi.

Bevosita sovitishda sovituvchi modda (gaz yoki suyuqlik) izolyatsiya va tishlarning po'latiga tegmasdan, generator chulg'amlari o'tkazgichlariga bevosita tegib o'tadi.

Havo bilan sovitish. Havo bilan sovitishning ikki tizimi mavjud: oqimli va berk tizim.

Oqimli sovitish tizimidan kamdan - kam va faqat quvvati 2 MVA gacha bo'lgan turbogeneratorlarda, shuningdek quvvati 4 MVA gacha bo'lgan gidrogeneratorlarda qo'llaniladi. Bunda generator orqali mashina zalidagi havo haydaladi, u stator va rotor chulg'amlarining izolyatsiyasini tez ifloslaydi, natijada generatorning xizmat qilish muddatini qisqartiradi.

Berk sovitish tizimida ma'lum o'zgarmas hajmdagi havo berk kontur bo'yicha aylanadi. Bunday sovitishda havoning aylanishi turbogeneratorlar uchun sxematik ravishda quydagi 3.1. - rasmda ko'rsatilgan.

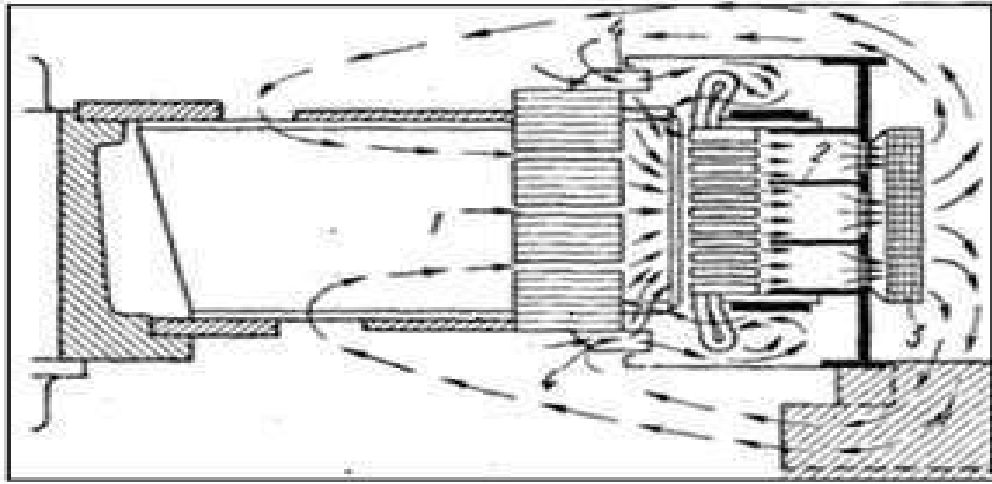


3.1. - rasm. Turbogeneratorlarning havo bilan sovitish berk tizimi.

Havoni sovitish uchun trubkalari orqali suv uzluksiz aylanib turadigan havo sovitgich 1 xizmat qiladi. Mashinada qizigan havo trubka 2 orqali qizigan havo kamerasi 3 ga chiqadi, so'ngra havo sovitgich va sovuq havo kamerasi 4 orqali o'tib yana mashinaga qaytadi. Sovuq havo mashinaga uning ichiga o'rnatilgan ventilyator 5 yordamida haydaladi. Aktiv qismi uzunligi katta bo'lgan generatorlarda sovuq havo mashinaning ikki tomonidan yuboriladi. Aktiv qismi uzunligi haddan tashqari katta, havo oralig'i esa kichik bo'lgan turbogeneratorlarni sovitish samaradorligini o'rttirish maqsadida ventilyatsiyaning ko'p oqimchali radial sistemasi qo'llaniladi.

Buning uchun turbogeneratorning sovitish tizimi vertikal tekisliklar 6 bilan qator seksiyalarga bo'linadi. Havo har bir seksiyaga havo oralig'i (I va III seksiyalarda) yoki maxsus o'qiy kanal 7 (II seksiyada) orqali kiradi. Qizigan qismlarning sovituvchi havo tegadigan yuzalarini o'rttirish uchun mashinaning aktiv po'latida ventilyasion kanallar tizimi qilinadi. Qizigan havo po'latdagi radial ventilyasion kanallardan o'tib, olib ketuvchi kamera 8 ga o'tadi. Qo'p oqimchali ventilyatsiya turbogeneratorning butun uzunligi bo'yicha bir xil sovishini ta'minlaydi. Tashqariga havoning qisman chiqishdan hosil bo'ladigan isrofnii to'ldirish uchun sovuq havo kamerasiga o'rnatilgan qo'shaloq moy filtr 9 orqli qo'shimcha havo olish ko'zda tutilgan.

Havo bilan bilvosita sovitishniig berk tizimli gidrogeneratorlarda ancha keng qo'llaniladi. Gidrogeneratorning ventilyatsiya tizimi 3.2 - rasmda ko'rsatilgan.



3.2 – rasm. Hidrogenerator ventilyatsiyasining yopiq tizimi:
1-rotor; 2-stator; 3-havo sovitgich; 4- ventilyator parraklari.

Gidrogeneratorlarda aniq qutbli rotorni sovitish qutblar o'rtasida oraliq borligi va rotorning sovish yuzasi katta bo'lganligi hisobiga osonlashadi.

Turbogeneratorning silliq rotorining sovishi ham samara beradi, chunki bunday holda u faqat havo bo'shlig'i tomonidan soviydi. Bu holat esa turbogeneratorlarni havo bilan sovitish imkoniyatini ancha cheklashga olib keladi.

Turbogeneratorlarni vodorod bilan bilvosita sovitish. Vodorod bilan bilvosita sovitiluvchi turbogeneratorlar prinsipial olganda havo bilan sovitishdagi kabi ventilyatsiya sxemasiga ega. Farqi shundan iboratki, bunda sovituvchi vodorodning hajmi generator korpusi bilan chegaralanadi, shuning uchun ham sovitgichlar korpusning ichiga joylashtiriladi. Vodorod bilan sovitish havo bilan sovitishga nisbatan samaraliroq, chunki vodorod sovituvchi gaz sifatida havoga qaraganda bir qancha muhim afzalliklarga ega. U havoga qaraganda 1,54 mart katta issiqlik uzatish koeffitsientiga va 7 marta ko'p issiqlik o'tkazish xossasiga ega. Oxirgi xossasi izolyatsiya va pazlarnig oralig'ida vodorod qatlamining kichik issiqlik qarshilikka ega bo'lishiga olib keladi. Vodorodniig zichligi havoga nisbatan ancha kichik bo'lganligi uchun ventilyatsion yo'qotishlar 8-10 marta kamayib, buning natijasida generatorning FIK 0,8 - 1% ga ortadi.

Havo muhitiga nisbatan vodorod muhitida oksidlanishning bo'lmasligi generatorning ishonchli ishlashini va chulg'am izolyatsiyasining ishlash vaqtini oshiradi. Vodorodning afzalliklaridan biri uning yonmasligidir.

Generatorga kirayotgan vodorodning havo bilan aralashmasi (4,1% dan 74% gacha, moy bug'i ham qo'shilganda 3,3% dan 81,5% gacha) portlash xavfi bo'lgan aralashma hosil qiladi, shuning uchun vodorod bilan sovitiladigan mashinalarda stator korpusining gaz o'tkazmasligini orttirish uchun, valni moyli tig'izlagichlar bilan, stator va rotorning chulg'amiga tok o'tkazuvchilarni zichlab, gaz sovituvchining qopqog'ini zichlab, lyuklarni, yon tomondagi olinuvchi to'siqlarni zich yopilishi kerak. Gazning tashqariga chiqishini ishonchli to'suvchi moyli zichlagich bilan generator valini tig'izlash ancha murakkab ish. Vodorodning ortiqcha bosimi ancha yuqori bo'lsa, generatorning sovishi shuncha samarali va demak generatorning aynan bir xil o'lchamlarida uning nominal quvvatini oshirish mumkin. Biroq ortiqcha bosim 0,4—0,6 MPa dan ko'p bo'lsa, generatorning quvvatini oshirishdan kelib chiqadagan texnik qiyinchiliklarni (tig'izlagichlar bilan chulg'am izolyatsiyasi ishi murakkablashadi) yengish uchun sarflanadigan mablag'ni oqlamaydi. Shuning uchun hozirgi generatorlarda vodorod bosimi 0,6 MPa dan yuqori bo'lmaydi. Vodorod bilan bilvosita sovitiluvchi generatorlar, zaruriyat tug'ilsa, havo bilan sovitilishi ham mumkin, lekin ularning quvvati tegishli kamayadi.

Generator korpusini vodorod bilan to'ldirishda qalldiroq aralashma hosil bo'lishining oldini olish uchun havo avval inert gaz (odatda karbonat angidrid) bilan siqib chiqariladi. Vodorodning foiz miqdori ruxsat etilganidan kamayganda uning tozaligini tiklash generatordan ifloslangan vodorod chiqarish va toza vodorod qo'shish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu jarayonni *shamollatib tozalash* (produvka) deb ataladi.

Generatordagi vodorodni quritish maqsadida xlorli kalsiy yoki silikagel bilan to'ldiriladigan quritgich ko'zda tutilgan. Suyuqlik borligini ko'rsatuvchi ko'rsatkich generatorning korpusida suv yoki moy paydo bo'lishi to'g'risida signal berish uchun xizmat qiladi.

Turbogeneratorlarni vodorod bilan bevosita sovitish. Chulg'am o'tkazgichlarining bo'sh joylari ichiga yuborilib bevosita (ichki) sovitish, vodorod bilan bilvosita sovitishga nisbatan yana ham katta samara beradi. Bu turdagi generatorlarda stator chulg'ami ham bevosita sovitiladigan qilingan. Har ikkala turdagi generatorlarning korpusidagi vodorod bosimi 0,2—0,4 MPa oralig'ida tutiladi. Vodorod bilan bevosita sovitiluvchi generatorlar havo bilan sovitilganda ishlay olmaydi, chunki vodorod bilan jadal sovitishga hisoblangan chulg'am havo bilan sovitib ishlatilsa o'ta qiziydi va tez ishdan chiqadi. Shuning uchun, agarda generatorda vodorodning tashqariga chiqishi sodir bo'lib, vodorod bosimi tez va katta miqdorda kamayishi kuzatilsa bevosita sovitiluvchi generator yuklamasi tezda kamaytirilishi va tarmoqdan uzilishi kerak. Uzilgan generator gaz yo'qolishi bartaraf etilib, uni vodorodga o'tkazilgandan so'ng (agar gaz yo'qotilishi havo yordamida qidirilgan bo'lsa) tarmoqqa ulanadi.

Generatorlarni suyuqlik bilan bevosita sovitish. Generatorlarni suyuqlik bilan bevosita sovitishni amalga oshirishda sovituvchi suyuqlik sifatida, vodorodga nisbatan issiqlik ajratish qobiliyati ancha yuqori bo'lgan, distirlangan suv yoki moy qo'llaniladi va natijada generatorlarning o'lchamlarini o'zgartirmay birlik quvvatini yana ham orttirish imkoniyatini beradi. Distirlangan suv sovituvchi modda sifatida moyga nisbatan ko'p muhim afzalliklarga ega: issiqlik ajratish xossasi ancha yuqori, yong'inga xavfsiz. Shuning uchun ishlab chiqariladigan kuchli generatorlar ko'pchilik hollarda suv bilan sovitiladigan qilib yasaladi. Rotor va statorning chulg'amlarini suv bilan sovitish kapsulali gidrogeneratorlarda ham qo'llanilmoqda.

Generatorning rotorini suv bilan bevosita sovitishni amalga oshirish katta qiyinchiliklar bilan bog'liq, aylanayotgan rotorga suv keltirish ayniqsa qiyinchilik tug'diradi. Suv bilan stator chulg'amini hamda vodorod bilan bevosita rotor chulg'amini va aktiv po'latni birgalikda sovitish bo'lgan turbogeneratorlar ham qo'llaniladi. Kombinatsiyalangan sovitish tizimiga ega generatorlar: rotor suv bilan sovitiladi, stator (chulg'am, aktiv po'lat va konstruktiv elementlar) esa kabel moyi bilan sovitiladi.

Turbogeneratorlarning statorlarini moy bilan sovitishni qo'llash chulg'am kuchlanishini 110 kV gacha orttirish imkoniyatini berdi, bu esa generatorni tarmoqqa oraliq transformatorisiz ulash imkoniyatini beradi. Chulg'amdagi va stator po'latdagi aksial kanallar ichida moyning majburan aylanishi issiqlikning yetarli jadallikda olib ketilishini ta'minlaydi. Generatorning rotori aylanayotgan bo'shliq moy to'ldirilgan statordan izolyatsion silindr bilan ajrab turadi.

Generatorlarni turli usullarda sovitishning nisbiy samaradorligini aynan bir xil o'lchamdagi generatorlarning quvvatini bir-biriga qiyoslash yo'li bilan ko'rsatish mumkin (3.1 -jadval).

Turli tizimlarda sovitish samaradorligi 1 - jadval

Turbogeneratorlarni sovitish	Quvvatining ortishi, nisbiy birlikda
Havo bilan	1,0
Ortiqcha bosimi 0,005 MPa bo'lgandagi vodorod bilan bilvosita	1,25

Ortiqcha bosimi 0,2 MPa bo'lgandagi vodorod bilan bilvosita	1,7
Stator va rotorni vodorod bilan bevosita (ichki) sovitish	2,7
Stator chulg'amini moy bilan va rotor chulg'amini suv bilan bevosita sovitish	3,6
Stator va rotor chulg'amini suv bilan bevosita sovitish	4,0

Ishlash jarayonida generatorlarning aktiv qismlarining qizishi uzluksiz nazorat qilinadi. Stator chulg'ami va po'latining temperaturasi, temperatura ko'rsatkichlari yordamida nazorat qilinadi va ular o'rnida termoqarshilikdan foydalaniladi. Ular ishlab chiqaruvchi zavod tomonidan mashinaning eng ko'p qizishi mumkin bo'lgan joylari paz tagiga (po'lat temperaturasini o'lchash uchun) va sterjenlar orasiga (mis temperaturasini o'lchash uchun) o'rnatiladi. Temperatura ko'rsatuvchi va yozuvchi asboblari yordamida o'lchanadi.

Rotor chulg'amining temperaturasi bilvosita, ya'ni qizishda chulg'am Om qarshiligining o'zgarishiga qarab o'lchanadi (uyg'otish zanjiriga ampermetr va rotornig xalqasiga bevosita ulanadigan voltmetr yordamida).

Sinov savollari

1. Generatorlarni ishlatish protsessida chulg'amlarning izolyatsiyasi eskirishi sabablari.
2. Generatorlarning bilvosita va bevosita sovitish kamchiligi va afzalligi.
3. Generatorning havo bilan sovitish.
4. Turbogeneratorlarni vodorod bilan bilvosita sovitish.
5. Generatorlarni suyuqlik bilan bevosita sovitish.

4-Ma'ruza: Sinxron kompensatorlar

Reja:

1. Sinxron kompensatorning vazifasi va tuzilishi.
2. Sinxron kompensatorning parametrlari.
3. Sinxron kompensatorning ish rejimlari.
4. Sinxron kompensatorlarni sovitish usullari.

Uyg'otish tokining o'zgarishida dvigatel rejimida ishlaydigan valda yuklamasi bo'lmagan sinxron mashina **s i n x r o n k o m p e n s a t o r** deb ataladi. Sinxron kompensator uyg'otish tokining kattaligiga qarab tarmoqqa reaktiv quvvat berishi yoki tarmoqdan uni, ya'ni reaktiv quvvatni qabul qilishi mumkin.

Tuzilishi bo'yicha u turbogeneratorga o'xshaydi, biroq sinxron kompensator o'rtacha chastotada ($n = 750 \div 1000 \text{ ayl/min}$) da aylanadigan qilib tayyorlanadi. Sinxron kompensator rotori aniq qutbli qilib tayyorlanadi. Stator tuzilishiga ko'ra turbogenerator statoriga o'xshash bo'ladi.

Sinxron kompensator statorning nominal toki, kuchlanishi va quvvati bilan, rotorning chastotasi va nominal toki bilan hamda nominal rejimdagi isroflar bilan tavsiflanadi. Sinxron kompensatorning nominal kuchlanishi unga tegishli elektr tarmog'ining nominal kuchlanishidan 5 yoki 10% ortiq belgilanadi. Sinxron kompensatorning nominal quvvati nominal kuchlanishda, sovituvchi muhitning nominal parametrlarida uning uzoq vaqt davomida ruxsat etiladigan

yuklanishiga qarab aniqlanadi. Sinxron kompensatorlarning nominal quvvati kilovolt-amper hisobida aniqlanadi. Shuning uchun standart talabi bo'yicha sinxron kompensatorning minimal quvvati $S_{nom} = 10000$ kVA qabul qilingan.

Statorning nominal toki - nominal quvvat va nominal kuchlanish qiymatlari asosida aniqlanadi.

Rotorning nominal toki – tarmoqdagi kuchlanish, nominal kuchlanishdan $\pm 5\%$ ga o'zgarishi mumkin. Qo'zg'otish rejimidagi kompensatorning nominal quvvatini ta'minlovchi tokning katta miqdoridir. Sinxron kompensatorlarning sovitish sharoitlarida aktiv quvvatning isrofi 1,5-2,5% gacha o'zgarishi mumkin.

Sinxron kompensatorlarning texnikaviy ma'lumotlari quydagi jadvalda keltirilgan.

jadval

Tiplari	Aylanishlar chastotasi, ayl / min	Nominal qiymatdagi parametrlari				Birga nisbatan o'ta o'tkinchi induktiv qarshilik, nis.bir	Uyg'otish sistemasi	Sovitish sistemasi			Ishga tushuruvchi reaktorning parametrlari
		Quvvati, kVA	Stator toki, A	Stator kuchlanishi, V	Isroflar, kVt				Umumiy	Rotorning	

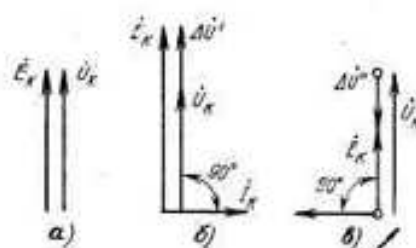
Sinxron kompensatorlar ikki usulda sovitiladi: KS tipidagi kompensatorlar uchun ventilyatsiyaning yopiq tizimi bilan havoli bilvosita sovitish (turbogeneratorlarga o'xshash), KSV kompensatorlari uchun qobiq montaj qilingan gaz sovitgich bilan vodorodli bilvosita sovitish (2.46-rasmga qarang). Kompensatorlarning ikkala turida ham V sinfdagi izolyatsiya qo'llanilgan. Hozirgi elektr yuklanishlar juda katta reaktiv quvvat iste'mol qilishi bilan xarakterlanadi. Reaktiv quvvat iste'mol qilishning ortishiga birinchi navbatda elektr qurilmalarini keng miqyosda ishlatish sabab bo'lmoqda, ularda energiyani o'zgartirish uchun magnit maydonlaridan foydalaniladi (elektr dvigatellar, transformatorlar va hokazo). Simobli ventillar, lyuminessentli yoritish va boshqa o'zgartirgich qurilmalarining toklari ancha katta reaktiv tashkil etuvchiga ega. Shu sababli elektr tarmoqlari tokning reaktiv tashkil etuvchisi bilan yuklaniladi, buning ta'sirida kuchlanish pasayadi va elektr energiyani uzatish hamda taqsimlashda quvvat yo'qotishlar katta bo'ladi.

Agar yuklanishlar markaziga sinxron kompensator ulansa, u iste'molchilarga kerak bo'lgan reaktiv quvvatni generatsiyalab (paydo qilib), elektr stansiyalarni yuklanish bilan ulaydigan liniyalarning reaktiv tok yuklanishini kamaytirish imkoniyatini beradi, bu esa butun tarmoq ishini yaxshilaydi. Bunda sinxron kompensator o'ta uyg'otish bilan reaktiv quvvat berish rejimida ishlashi lozim. Sinxron kompensatorlar elektr uzatuvchi podstansiyalarda ham o'rnatiladi, ular yordamida liniya bo'ylab kuchlanishni to'g'ri taqsimlash va parallel ishlash turg'unligi ta'minlanadi. Shu bilan birga, elektr uzatkichning ish rejimiga qarab kompensatordan generatsiyalash rejimida yoki reaktiv quvvatni iste'mol qilish rejimida ishlash talab etiladi.

Sinxron kompensator generatsiyalayotgan yoki iste'mol qilayotgan reaktiv quvvat uyg'otish toki kattaligiga bog'liq. Sinxron kompensatorning ishini analiz qilganda, uni kuchli tarmoqqa ulangan deb hisoblaymiz shu sababli statorning toki o'zgarganda qisqichlardagi kuchlanish, amaliy jihatdan o'zgarmaydi (4.1-rasm).

Uyg'otish tokining o'zgarishi bilan stator chulg'amining elektr yurutuvchi kuchi ($E - E_{YuK}$) o'zgaradi. Kompensator E_{YuK} ning kattaligi tarmoq kuchlanishiga teng bo'lsa, bu rejim kompensatorning salt ishlash rejimi deb yuritiladi. Uyg'otish toki ortganda sinxron kompensatorning E_{YuK} uning qisqichlaridagi kuchlanishdan katta bo'ladi (o'ta uyg'onish rejimi). Kuchlanishlar farqi $\Delta U' = E'_k - U'_k$ ta'sirida mashina statorida I_k toki hosil bo'ladi. Kompensator chulg'amlarining qarshiligi asosan induktiv bo'lganligi uchun tok kuchlanish farqi $\Delta U'$ dan 90° ga yaqin burchakka orqada qoladi.

Kuchlanishning vektori U_k ga nisbatan ko'rsatilgan tok 90° burchakka orqada qoladi. Bunda kompensator tarmoqqa reaktiv quvvat beradi. Mashinani uygotish yetarli bo'lmasa, ya'ni $E'_k \leq U_k$ bo'lganda, I_k tok U_k vektordan uzadi: mashina tarmoqdan reaktiv quvvat iste'mol qiladi. Quyidagi 4.1-rasmda Sinxron kompensatorning turli rejimlardagi vektor diagrammalari tasvirlangan.



4.1- rasm. Sinxron kompensatorning turli rejimlardagi vektor diagrammalari: a-salt yurishdagi; b- o'ta uyg'otishdagi; d- chala uyg'otishdagi.

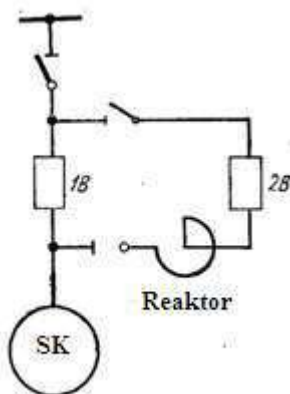
Sinxron kompensatorlarni uyg'otish uchun ARB qurilmali maxsus uyg'otish tizimlari ko'llaniladi. Havo bilan sovitiladigan quvvati katta bo'lmagan kompensatorlar uchun kompensatorning rotori bilan ulangan o'zgarimas tok generatoridan elektr mashinali uyg'otish sxemasi sifatida foydalaniladi. Bu sxemaning yuqorida ko'rib o'tilgan generatorlarni mustaqil elektr mashinali uyg'otish sxemasidan farki shundaki, bunda rotorning ayniqsa, kichik toklarida kerak bo'ladigan, asosiy uyg'otkich ishining turg'unligini ta'minlash uchun deyarli hamma vaqt o'rnatiladigan yordamchi uyg'otkich mavjudligidir.

Vodorod bilan sovitiladigan eng yirik kompensatorlarda uyg'otish, issiqlik elektr stansiyalari zaxirasidagi uyg'otkichga o'xshash, maxsus uyg'otuvchi agregat vositasida amalga oshiriladi. Kompensatorining chulg'amiga tok kelishini ta'minlayotgan kontakt halqalar bilan cho'tkalar qobu'g'inig maxsus bo'lagida joylashadi va vodorod muxitida ishlaydi.

Elektr mashinali uyg'otishda ARV sifatida kuchlanishning elektromagnit korrektorli kompaundlash qurilmasi qo'llaniladi. Kompensatorlarda, shuningdek, uygotishning jadal rele qurilmasi o'rnatiladi.

Hozirgi paytda, ekspluatatsiyada ionli yoki yarim o'tkazgichli o'z-o'zini uyg'otuvchi katta quvvatdagi kompensatorlar mavjud. Yuqorida aytib o'tilganidek bu uyg'otish tizimi juda tez ta'sir etuvchi va parallel ishlovchi energotizimlarning turg'unligini oshirish uchun juda samarali hisoblanadi. Kompensatorlarning uyg'otish magnit maydonini so'ndirish sinxron generatorlardagi singari amalga oshiriladi.

Sinxron kompensatorlarni ishga tushirish. Sinxron kompensatorni ishga tushirishning keng tarqalgan usuli bo'lib, reaktorli ishga tushirish hisoblanadi (4.2-rasm), bunda kompensator juda katta induktiv qarshilikka ega bo'lgan reaktor orqali tarmoqqa o'chirgich $2B$ bilan ulanadi. SHu sababli ishga tushirishning boshlang'ich paytida kompensatorning chiqqichlaridagi kuchlanish nominaldan 45–50% gacha kamayadi, ishga tushirish toki $2-2,8I_n$ dan oshmaydi.



4.2 - rasm. Sinxron kompensatorni ishga tushirish sxemasi.

Kompensatorning aylanishini rotorning qutb uchliklariga joylashgan, maxsus ishga tushirish chulgʻami hisobiga koʻpayuvchi asinxron moment taʼminlaydi. Katta quvvatli kompensatorlardagi yirik kutblar etarli darajada katta asinxron moment hosil boʻlishini taʼminlaydi, shu sababli maxsus ishga tushiruvchi chulgʻam kerak boʻlmaydi. Aylanish paytida kompensatorning aylanishlar chastotasi sinxron kompensatorlarnikiga yaqinlashganda, uygʻotish beriladi va kompensator sinxronizmga tortiladi. ARV ishga tushirilib statorning minimal toki oʻrnatiladi, soʻngra viklyuchatel 1B bilan reaktorni shuntlab, kompensator tarmoqqa ulanadi.

Sinov savollari

1. Sinxron kompensator deb qaysi sinxron mashina ataladi?
2. Sinxron kompensatorlari nima uchun ishlatiladi?
3. Sinxron kompensator qaysi parametrlari bilan xarakterlanadi?
4. Sinxron kompensatorni ishga tushirishning usulini aytib bering.

5-Maʼruza: Sinxron generatorlarni uygʻotish

Reja:

1. Umumiy maʼlumotlar

2. Mustaqil uygʻotish sistemasi. (Elektromashinali yuqori chastotali, yarim oʻtkazgichli tugʻrilagichlar tiristorli, choʻtkasiz uygʻotgichli)

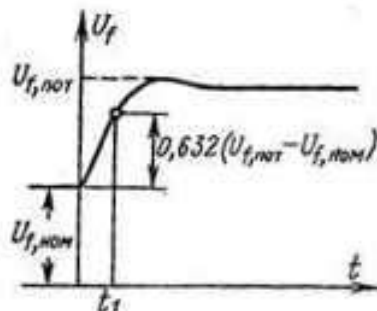
3. Oʻz-oʻzidan uygʻatish sistemasi.(Elektromashinali, yarim oʻtkazgichli).

Sinxron generatorlarning rotor chulgʻamlari, uygʻotgichlar deb yuritiladigan oʻzgarmas tokning maxsus manbaidan taʼminlanadi. Uygʻotgichlarning quvvati generator quvvatining 0,3—1% ni tashkil qiladi, nominal kuchlanish esa 100 V dan to 600-650 V ga cha boʻladi. Generator qancha kuchli boʻlsa, uygʻotgichning nominal kuchlanishi ham shuncha katta boʻladi.

Uygʻotgich, yordamchi va boshqaruvchi qurilmalarni birgalikda uygʻotish tizimi deb atash qabul qilingan. Uygʻotgichni generator rotorining chulgʻami bilan elektrik ulash, koʻpincha, kontakt, halqa va choʻtkalar yordamida amalga oshiriladi. Choʻtkasiz uygʻotish tizimlari ham yaratilgan va ulardan foydalanilmoqda. Uygʻotish tizimlari ishonchli va tejamli boʻlishi; uygʻotish tokini kerakli oʻzgartirish imkoniyatini berishi; etarli darajada tez taʼsir etuvchi boʻlishi kerak, shuningdek tarmoqda avariya paydo boʻlganda eng yuqori uygʻotishni taʼminlash kerak.

Uygʻotish tokini roslash yoʻli bilan sinxron generatorning kuchlanishi va uning tarmoqqa beradigan reaktiv quvvati oʻzgartiriladi. Generator uygʻotishini roslash generatorlarning parallel

ishlashi turg'unligini oshirishga imkoniyat beradi. Masalan, qisqa tutashuv paytida hosil bo'ladigan kuchlanishning keskin kamayishida generatorning uyg'otilishini jadallashtirish (tez orttirish) qo'llaniladi, bu o'z navbatida generatorlarning elektr tebranishini to'xtatishga yordam beradi va parallel ishlash turg'unligini saqlash imkoniyatini beradi. Bundan tashqari, rostlash va uyg'otishni jadallashtirish tez amalga oshirilishi relesi himoya ishining ishonchligini orttiradi va elektr stansiyalarning o'z ehtiyoji uchun ishlaydigan dvigatellarning o'z-o'zidan ishga tushish sharoitini engillashtiradi.



5.1. - rasm. Jadallashdagi uyg'otish kuchlanishining o'zgarishi

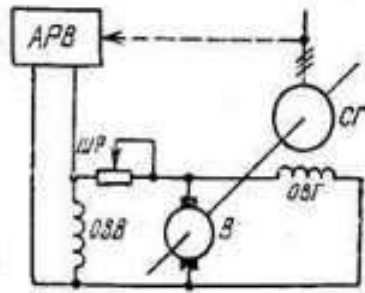
Uyg'otish tizimining eng muhim xarakteristikalarini quyidagilar bo'ladi: jadallashtirish: $V=0,632(U_{f,pot}-U_{f,nom})/U_{t,nom}t_1$ (5.1-rasmga) bo'lganda rotor chulg'amidagi kuchlanishning o'sish tezligini aniqlovchi tez ishlashi hamda maksimal uyg'otish kuchlanishi kattaligining nominal uyg'otish kuchlanishiga nisbati - $U_{f,pot}/U_{f,nom} = k_j$ jadallilik karraligi. Turbogeneratorlar uchun standartga muvofiq $k_j > 2$, uyg'otishning o'sish tezligi esa sekundiga 21/s dan kam bo'lmasligi kerak. Jadallik karraligi kollektorli uyg'otgich generatorning vali bilan tutashtirilganda gidrogeneratorlar uchun 1,8 dan va boshqa uyg'otish tizimlari uchun 2 dan kam bo'lmasligi kerak. Uyg'otish kuchlanishining o'sish tezligi 4 MVA quvvatli gidrogeneratorlar uchun sekundiga 1,3 1/s dan, katta quvvatdagi gidrogeneratorlar uchun sekundiga 1,5 1/s dan kichik bo'lmasligi kerak.

Uzoq masofaga elektr uzatish liniyasiga ulangan kuchli gidrogeneratorlarning uyg'otish tizimiga ancha yuqori talab qo'yiladi ($k < 3...4$, uyg'otishning o'sish tezligi sekundiga $10U_{f,nom}$ gacha). Rotorning chulg'ami va bilvosita sovitiluvchi generatorlarning uyg'otish tizimi nominal tokka nisbatan 2 marta katta tokka 50 sekund davomida chidashi kerak. Bu vaqt rotorning chulg'ami bevosita sovitiluvchi generatorlar uchun 20 sekundgacha kamayadi.

Generatorlarning uyg'otish tizimini ikkita guruhga: *mustaqil uyg'otishli* va *o'z-o'zidan uyg'otishli* (nomustaqil uyg'otish) guruhlariga bo'lish mumkin. Birinchi guruhga generatorning vali bilan birlashtirilgan, o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan hamma elektr mashinali uyg'otgichlar kiradi. Ikkinchi guruhni maxsus pasaytiruvchi transformatorlar orqali generatorning chiqishidan bevosita ta'minlanuvchi uyg'otish tizimlari tashkil etadi. SHu guruhga yana elektrstansiyalarning o'z ehtiyoji shinalaridan ta'minlanuvchi, o'zgaruvchan tok dvigatellaridan harakatga keluvchi, alohida joylashgan elektr mashinali uyg'otgichli uyg'otish tizimini ham kiritish mumkin.

Mustaqil uyg'otishli generatorlar eng ko'p tarqalgan. Bu usulning asosiy afzalligi shundan iboratki, bunda sinxron generatorning uyg'otilishi elektr tarmog'i rejimiga bog'liq bo'lmaydi va shuning uchun ham eng ishonchli hisoblanadi.

Quvvati 100 MVt va undan kam bo'lgan generatorlarda, odatda, uyg'otgich sifatida sinxron generatorning vali bilan birlashtirilgan o'zgarmas tok generatori qo'llaniladi (5.2. -rasm).

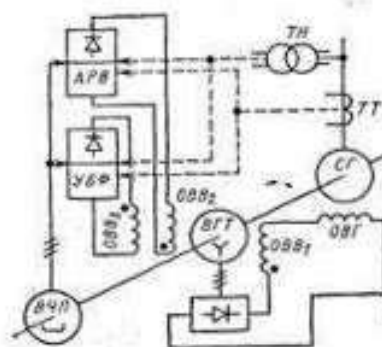


5.2 - rasm. Generatorning mustaqil elektromashinali prinsipial sxemasi.

Uyg'otgichning o'z-o'zidan uyg'otish sxemasi asosida bajarilgan (uyg'otgichning uyg'otish chulg'ami (OBB) uyg'otgichning o'z yakoridan ta'minlanadi). Uyg'otgichning uyg'onishini boshqarish (OBB) zanjiriga o'rnatilgan shuntli reostat (IIP) bilan qo'lda yoki uyg'otishni avtomatik boshqarish (AIPB) ARV bilan avtomatik amalga oshiriladi. O'zgarmas tok generatori bilan uyg'otish tizimining kamchiligi asosan uyg'otgichning o'zining kamchiligi bilan aniqlanadi. Bu kamchiliklardan biri aylanish chastotasi kichik bo'lgan gidrogeneratorlarda ($\mathcal{G}=1,2$ 1/c) uyg'otgichlarning, ayniqsa uyg'onish tezligi o'sishining nisbatan yuqori bo'lmisligidir.

Ko'rilayotgan uyg'otish tizimining boshqa kamchiligi katta aylanish chastotasiga ega bo'lgan turbogeneratorlarga tegishli. Bunga sabab cho'tka va kollektorning titrashi, hamda ishlash sharoitining og'irligi (kommutatsiya sharoitlari) tufayli o'zgarmas tok generatorchning ishonchli ishlashining kamayishidir. Quvvati 165 MVt dan katta bo'lgan turbogeneratorlar uchun uyg'otish quvvati shunchalik katta bo'ladiki, bunda kommutatsiya sharoitlari bo'yicha 3000 ayl/min aylanish chastotasida o'zgarmas tok generatorining ishlashini ta'minlash ancha qiyinchilik tug'diradi. Uyg'otgichning ishonchli ishlashini oshirish maqsadida uning aylanish chastotasini kamaytirish uchun ayrim hollarda uyg'otgich generatorning vali bilan reduktor orqali biriktiriladi. Bunday tizim qator generatorlarda, shular qatori TGV-300 va TVM-300 generatorlarida ham qo'llanilgan. Bunday uyg'otish tizimining kamchiligi ko'shimcha mexanik uzatmaning mavjudligidir. Yirik generatorlarni uyg'otish uchun yarim o'tkazgichli to'g'rilagichli uyg'otish tizimi ko'llaniladi.

Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichdan foydalanuvchi uyg'otish sistemasida turbogenerator valiga yordamchi generator o'rnatiladi (5.3 - rasm) va uning kuchlanishi to'g'rilanadi hamda turbogenerator rotorining chulg'amiga keltiriladi.



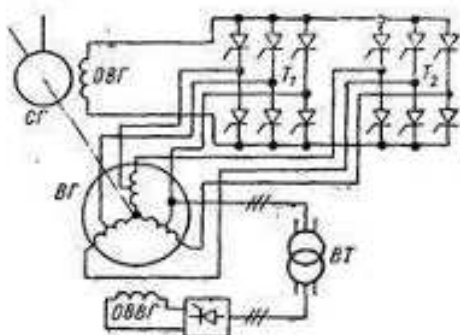
5.3-rasm. Turbogeneratorlarning yuqori chastotali uyg'otishning prinsipial sxemasi.

Yordamchi generator sifatida yuqori chastotali, induktor tipidagi generator qo'llaniladi. Bunday generatorniig aylanuvchi rotorida chulg'am bo'lmaydi, bu uning ishlashdagi ishonchligini orttiradi. Orttilgan chastota (500 Gs) uyg'otish tizimi gabaritlarini kamaytirishga, tez ishlashini oshirishga imkoniyat beradi.

Induktorli yuqori chastotali generator – uyg'otgich VGT ning qo'zg'almas statorida uch fazali o'zgaruvchan tokning chulg'ami bilan birga joylashgan uchta uyg'otish chulg'ami mavjud. Ularning birinchisi (OBB1) asosiy generatorning rotorini chulg'ami (OBF) bilan ketma-ket ulanadi va

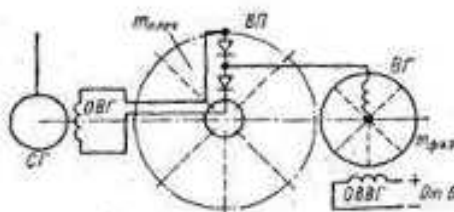
VGT ni asosiy uyg'onishini ta'minlaydi. (OBB1) asosiy generator rotorining chulg'ami bilan ketma-ket ulanganligi sababli, energotizimda qisqa tutashuv sodir bo'lganda, rotorda tokning keskin ko'payishi natijasida VGT ning tez uyg'onishini ta'minlaydi. (OBB2) va (OBB3) yuqori chastotali qo'shimcha uyg'otgich VCHP dan to'g'rilagich orqali tok oladi. Qo'shimcha uyg'otgich (doimiy magnitli 400 Gs li yuqori chastotali mashina) yordamchi generator VGT singari: turbogeneratorning vali bilan biriktirilgan.

(OBB2) va (OBB3) dagi tok ikki qurilma - ARV (avtomatik uyg'otish regulyatori) va UBF (uyg'otishni kontaktsiz jadallashtirish qurilmasi) tipidagi elektromagnit to'g'rilagichlar yordamida rostlanadi. ARV qurilmasi chulg'am OBB2 dagi tokini uzgartirib, normal ish rejimida generator kuchlanishini bir xil qilib ushlab turadi. UBF qurilmasi esa generatorning dastlabki uyg'otilishini va kuchlanish 5% dan ko'proq kamayganda, uyg'otishning jadallashtirilishini ta'minlaydi. Yuqori chastotali uyg'otish tizimi $k_j=2$ bo'lishini va uyg'otish kuchlanishi o'sish tezligining 2-1/s kam bo'lmasligini ta'minlaydi. Kuchli ta'sir qiladigan ARV li mustaqil tiristorli (TN) uyg'otish tizimining prinsipial sxemasi 5.4. - rasmda keltirilgan. Generator SG bilan bir valda yordamchi sinxron generator VG joylashgan va uning statorida uch fazali chulg'ami bor. 6-rasmda ko'rsatilgan sxemada tiristorlarning ikki guruhi mavjud: ish tiristori T_1 va jadallashtiruvchi tiristor T_2 . Ular o'zgaruvchan tok tomonida turli kuchlanishga, o'zgarmas tok tomonida parallel ulangan. Generatorning normal rejimida uyg'otilishining tiristorlarning boshqaruvchi elektrodda tegishli potensial yuborilishi bilan ochiladigan ish guruhi T_1 ta'minlaydi.



5.4. - rasm. Generatorlarni mustaqil tiristorli uyg'otishning prinsipial sxemasi

Bunda jadallashtiruvchi guruh deyarli berk bo'ladi. Jadallashtirilgan uyg'otish rejimida yordamchi generatorning to'la kuchlanishi dan ta'minlanadigan tiristor T_2 to'liq ochilib, jadallashtirish tokining hammasini beradi. Bunda ish guruhi jadallashtiruvchi guruhning ancha yuqori kuchlanishi bilan berkiladi. Ko'rilgan tizim boshqa tizimlarga qaraganda juda tez ishlaydi va $k_j > 2$ bo'lishini ta'minlaydi. Tiristorli mustaqil uyg'otish tizimlari juda keng qo'llanilmoqda. Yuqorida ko'rib o'tilgan uyg'otgichli hamma generatorlarda rotor chulg'amiga tok keltirish uchun maxsus uskina bor. U rotorniig validagi kontakt xalqadan iborat bo'lib, unga tok cho'tka yordamida keltiriladi. Bunday kontaktli tizimning ishonchligi etarli emas. Bu kamchilik ayniqsa uyg'otish toki 3000 A va undan ortiq (300 MVt va undan yuqori quvvatli generatorlarda) bo'lganda namoyon bo'ladi. Yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklardan holi bo'lgan uyg'otishning cho'tkasiz tizimi, ayniqsa, katta quvvatli turbogeneratorlar uchun istiqbolli hisoblanadi. Uyg'otishning bunday tizimida (mazmuni 5.5-rasmda tushuntirilgan) o'zgaruvchan kontaktli birikmalar bo'lmaydi.



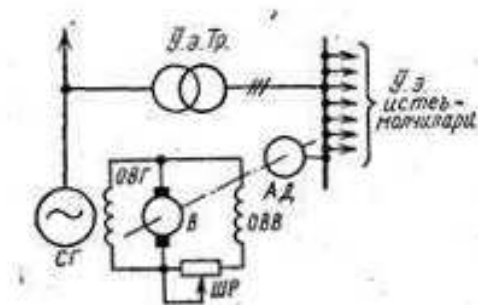
5.5 - rasm. Generatorni cho'tkasiz uyg'otishning prinsipial sxemasi.

Rotor chulg'ami OVG ni ta'minlash uchun energiya manbai bo'lib yordamchi sinxron generatori VG xizmat qiladi. Bu generator qaytuvchan mashinalar tipida tayyorlangan, ya'ni o'zgaruvchan tok chulg'ami aylanuvchan qismiga joylashgan, uyg'otish chulg'ami esa qo'zgalmas. Generator VG ning uyg'otilishi uyg'otgich V yordamida bajariladi. Tok yordamchi generator o'zgaruvchan tokining aylanuvchi chulg'amidan valga mahkamlangan o'tkazgichlar orqali, yarim o'tkazgichli aylanuvchi (odatda, kremniyli) to'g'rilagichga keltiriladi. To'g'rilangan tok asosiy generatorning uyg'otish chulg'amiga bevosita keltiriladi.

Rotor chulg'ami (OBBΓ) da uyg'otish tokini rostlash uchun yordamchi generatorning uyg'otish chulg'ami (OBBΓ) dagi tokni o'zgartiriladi.

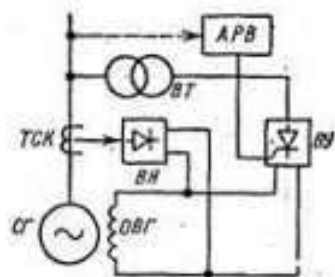
Yarim o'tkazgichli aylanuvchi o'zg'artirgich VP tashqarisidan ovoz yutuvchi kojux bilan yopiladi. Cho'tkasiz uyg'otish tizimi jadal takomillashtirilmoqda va generatorlarning hamma turi, ayniqsa, katta quvvatli (306-1200 MVt) turbogeneratorlar uchun istiqbolli hisoblanadi.

O'z-o'zidan uyg'otish tizimi, umuman, mustaqil uyg'otish tizimiga qaraganda kamroq ishonchli, chunki, ularda uyg'otgichning ishi o'zgaruvchan tok tarmog'i rejimiga bog'liq bo'ladi. Tarmoqda kuchlanish kamayishiga olib keladigan qisqa tutashuv uyg'otish tizimining normal ishlashini buzadi, vaholanki, bunday hollarda uyg'otish tizimi generator rotorining chulg'amida tokning jadallashtirishini ta'minlashi lozim. Elektr mashinali uyg'otgichi bo'lgan agregatli sinxron generatorni uyg'otishning prinsipial sxemasi 5.6-rasmda ko'rsatilgan. Uyg'otgich agregat elektr stansiyaning o'z ehtiyojini qondirish shinasidan ta'minlanuvchi asinxron dvigatel AD dan va o'zgarimas tok generatori V dan iborat. Uyg'otishni jadallashtirishda uyg'otgich agregatning ishonchli ishlashini oshirish uchun uyg'otgich V ni aylantiruvchi asinxron dvigatel zarur o'tayuklanish xususiyati bilan tanlanadi.



5.6 - rasm. Elektromashinali mustqil uyg'otishning prinsipial sxemasi

Bunday uyg'otish agregatlari elektr stansiyalarida zaxira uyg'otish manbai sifatida keng tarqalgan. Yarim o'tkazgichli o'zgartirgichli o'z-o'zidan uyg'otish sxemalariniig mumkin bo'lgan variantlaridan biri 5.7-rasmda keltirilgan.



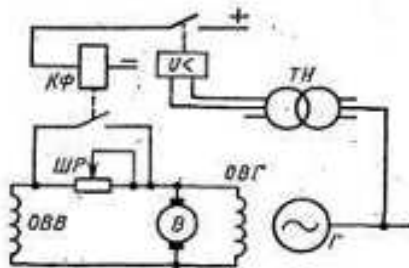
5.7 - rasm. Yarim o'tkazgichli o'z-o'zidan uyg'otishning prinsipial sxemasi.

Sxemaning asosiy elementlariga yarim o'tkazgichli o'zgartirgichlarning ikki guruhi - boshqarilmaydigan VN, hamda boshqariladigan VU ventillar, kuch kompaundlash transformatori TSK va to'g'rilagichli transformator VT iradi.

Boshqarilmaydigan ventil VP generator statorining tokiga ikkilamchi toki proporsional bo'lgan transformator TSK dan boshqariladigan VU ventil generatorning kuchlanishiga ikkilamchi kuchlanishi proporsional bo'lgan transformator VT dan ta'minlanadi. Toki generatorning statori tokiga proporsional bo'lgan BN ventili yuklama mavjudligida mashinani uyg'otish hamda qisqa tutashuvda uyg'otishni jadallashtirishni ta'minlaydi. Ventillar VU ning quvvati generatorning salt yurishida uyg'otishni hamda normal rejimida uyg'otini roslash uchun etarli qilib hisoblanadi. Boshqarilmaydigan ventillar nominal rejimda generatorni uyg'otish uchun sarflanadigan tokning 70—80% ini ta'minlaydi. YArim o'tkazgichli uyg'otish tizimining parametrlari to'g'ri tanlansa, ular o'z xususiyatlari bo'yicha Mustaqil tiristorli uyg'otish tizimiga yaqinlashadi va shuning uchun quvvatli sinxron mashinalarda qo'llaniladi.

Generatorlarni uyg'otishni avtomatik roslash (ARV). Texnik ekspluatatsiya qilish qoidalariga asosan hamma generatorlar, quvvati va kuchlanishidan qat'iy nazar, uyg'otishning releli jadallash qurilmasiga ega bo'lishi, 3 MVt va undan ortiq quvvatli generatorlar esa (*UAR-(ARV)*) bilan jihozlanishi kerak.

Avariya rejimida generatorning uyg'onishini jadallashtirish uchun mo'ljallangan oddiy avtomatik qurilma bo'lib, uyg'otishning releli jadallashtirish qurilmasi hisoblanadi (5.8-rasmda rele $U<$ va kontaktor KF). Jadval ta'sir etish usuli shundan iboratki, generatorning qisqichlaridagi kuchlanishning ancha pasayishi (odatda nominalning 85% idan kamroq) minimal kuchlanish relesi $U<$ da o'z kontaktlarini tutashtiradi va jadallashtirish kontaktori KF ni ishga tushiradi, o'z navbatida ishga tushib, uyg'otgichning zanjiridagi shuntlash reostati *SHR* ning qarshiligini qisqa tutashtiradi. Natijada uyg'otgichning uyg'otish toki maksimal miqdorigacha tez ko'payadi va generatorning uyg'otilishi chegara qiymatigacha etadi.



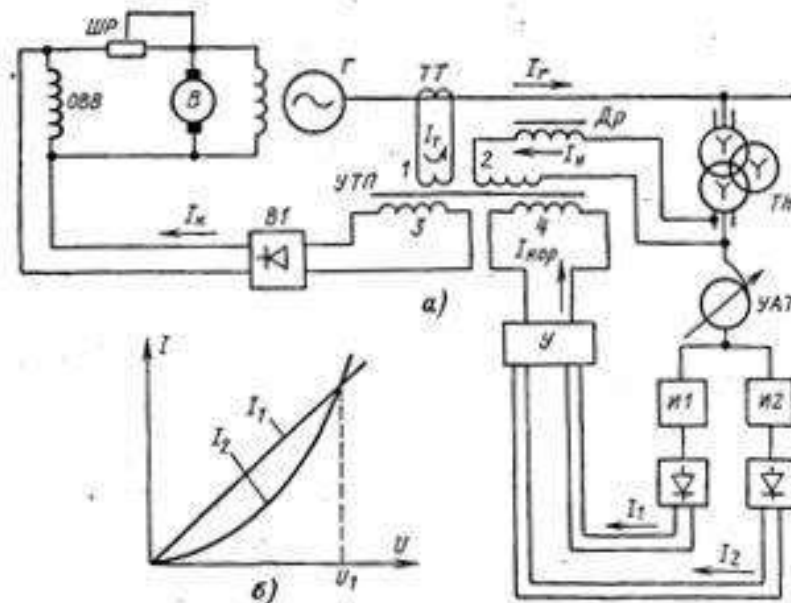
5.8 – rasm. Generatorni jadal uyg'otishning releli sxemasi

ARV ning eng ko'p tarqalgan qurilmalaridan biri kuchlanishni korrektorlash bilan birgalikda kompaundlash qurilmasidir (5.9-rasm).

«Kompaundlash» termini statorning tokiga bog'liq holda mashinaning uyg'otish tokini avtomatik roslashni ifodalaydi. Normal rejimda stator toki ortish holda (aktiv-induktiv yuklamada) generatorning kuchlanishi kamayadi, ammo kompaundlash qurilmasi uyg'otgichning uyg'otish tokini, binobarin, generatorning rotor tokini avtomatik ravishda oshiradi, buning ta'sirida generator statorining qisqichlaridagi kuchlanish kerakli qiymatigacha oshadi.

Kompaundlash qurilmasi generatorning avariya rejimida ham, ya'ni generatorning kuchlanishi kamayib, statorning chulg'amidagi tok ancha ortganda ham yaxshi ishlaydi.

Kompaundlash sxemasiga ikkilamchi chulg'ami oraliq transformatori *UTP* ga ulangan tok transformatorlari *TT* hamda kompaundlash tokini uyg'otgichning uyg'otish chulg'ami *OVV* ga berishdan oldin to'g'rilash uchun xizmat qiladigan to'g'rilagich *VI* kiradi. Kompaundlash toki I_k korreksiyani hisobga olmaganda, tok I_g - ga proporsional bo'ladi.



5.9 – rasm. Generatorning ARV sxemasi.

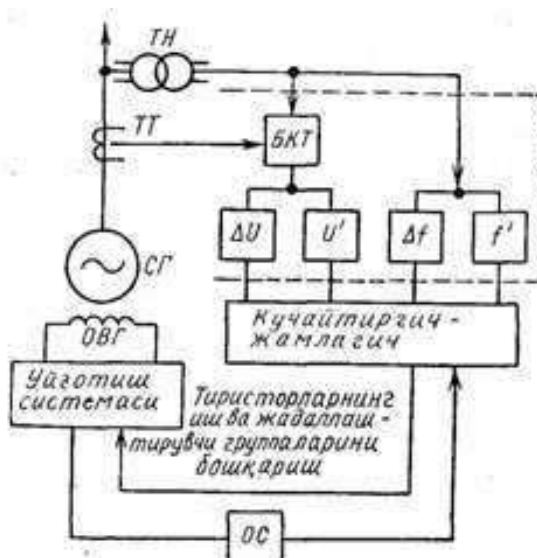
Kompaundlash generator kuchlanishining etarlicha aniq bir miqdorda turishini ta'minlay olmaydi. SHuning uchun uyg'otishni generator statorining toki bo'yicha roslash bilan bir vaqtda statorning kuchlanishi bo'yicha roslash ham qo'llaniladi. Kuchlanish bo'yicha roslash signalini berish uchun transformator *UTP* (magnitlanib turuvchi universal transformator) ikkita 2 va 4 chulg'am bilan ta'minlanadi (5.9-rasm, a).

Chulg'am 2 dagi tok U_G ga proporsional I_n tokning fazasi generator toki reaktiv tashkil etuvchicining fazasiga to'g'ri keladigan qilib tanlanadi. SHuning uchun sof aktiv yuklamada 1 va 2 chulg'amlarning *MYUK* bir - biriga nisbatan 90° siljigan bo'ladi, generator sof reaktiv yuklamada ishlasa, ular fazasi bo'yicha ustma-ust tushadi. SHu sababli I_G va U_G qiymatlari o'zgarmaganda sosq qancha kichik bo'lsa yoki generatorning reaktiv yuklamasi katta bo'lsa, kompaundlash toki shuncha katta bo'ladi - bu fazaviy kompaundlash hisoblanab, u kuchlanishni aniqroq ushlab turishni ta'minlaydi, chunki kompaundlash toki faqat generator tokining absolyut miqdoriga bogliq bo'lmay, balki sosq ga ham bog'liqir.

Kompaundlash tokining korreksiyasi, U_1 ning berilgan miqdoriga qarab, *UTP* ning qo'shimcha magnitlash chulg'ami 4 orqali kuchlanish korrektor yordamida nihoyasiga etkaziladi. Umumiy holda kuchlanish korrektorining tarkibiga me'yorlash avtotransformatori *UAT* orqali kuchlanish transformatori *TN* zanjiriga ulanadigan ikkita o'lchash elementi *I1* va *I2* kiradi.

Korrektor o'lchash organining ishlash prinsipi 5.9-rasm, b da tushuntirilgan. O'lchash elementi *I1* ning chiqishidagi to'g'rilangan tok I_1 kirish kuchlanishiga to'g'ri proporsionaldir. SHuning uchun bu element to'g'ri chizikli element deb ataladi. *I2* elementning chiqishidagi to'g'rilangan tok I_2 egri chizikli deb atalib, kirish kuchlanishi kattaligiga nisbatan egri chizikli bog'lanishga ega bo'ladi. Ikkala tok I_1 va I_2 kuchaytirgich U ga keladi va kuchaytirgich ularning ayirmasiga reaksiya beradi va uni kuchaytiradi. Korrektorning chiqishidan chiqqan tok bu holda *UTP* ning qo'shimcha magnitlash chulg'ami 4 ga keladi. Rasmdan ko'rinadiki, o'lchash elementlarining kirishidagi kuchlani U_1 dan kamayib ketsa, toklarning ayirmasi $(I_1 - I_2)$ ta'sirida korrektorning chiqishidagi tok ortadi. Korrektor generatorning kuchlanishini o'lchash elementlarining kirishidagi kuchlanish U_1 ga teng miqdorda bir xil qilib ushlab turadi. Avtotransformator *UAT* yordamida korrektorning sozlanishini o'zgartirish mumkin. *ARV* ning ko'rib o'tilgan sxemasi stator toki bilan generator statori kuchlanishining o'zgarishiga reaksiya beruvchi, proporsional ta'sir etuvchi regulyatorlar guruhiga kiradi.

Rostlash parametrlarining o'zgarish tezligiga yoki hatto uning tezlanishiga reaksiya beruvchi kuchli ta'sir etuvchi o'zgartirgichlar yaratilgan va ishlatilmoqda. Uyg'otish kuchlanishining katta tezlikda o'zgarishiga va uyg'otgich maksimal kuchlanishining katta qiymatlariga ega bo'lgan tez ishlovchi uyg'otish tizimlari bilan kuchli ta'sir qiluvchi *ARV* qurilmasi birgalikda generatorning parallel ishlash turg'unligini ancha oshirish imkoniyatini beradi. Uyg'otishni o'zgartirish faqat generator kuchlanishining o'zgarishini hisobga olgan holda, olib borilmay, balki energotizim chastotasining ham o'zgarishini hisobga olgan holda bajarilsa, to'g'rilagich bunda haqiqatan samarali bo'ladi. Kuchli ta'sir qiladigan *ARV* ning struktura sxemasi 5.10-rasmda keltirilgan. Uyg'otishni avtomatik rostdash ikkita asosiy zanjirga: o'lchash zanjiri va kuchaytirgich - summator (jamlagich) dan iborat.



5.10 – rasm. Kuchli ta'sir etuvchi ARV ning struktura sxemasi.

O'lchash zanjiriga: kuchlanishni o'lchash bloki (*BIN*) va chastotani o'lchash bloki (*BICH*) kiradi. *BIN* bloki oldin ulangan element *BKT* ga ega bo'lib, unda o'lchanayotgan kuchlanish generator tokining reaktiv tashkil qiluvchisiga qarab, avtomatik tarzda korreksiyalanadi. *BKT* dan keyin signal o'lchash elementlari ΔU (kuchlanishning chetga chiqishi) va U_1 (kuchlanishning hosilasi) ga keladi, bu elementlarning chiqish kuchlanishlari ko'rsatilgan miqdorlarga proporsional bo'ladi. *VICH* bloki o'lchash elementlariga ega bo'lib, ularning chiqishga chastotalari Δf va f_1 larga proporsional bo'ladi. Kuchaytirgich - summator ikki kaskadli magnet kuchaytirgichdan iborat bo'lib, uning chiqish signali uyg'otish tizimi (ijro qiluvchi element) ning tez ta'sir qiluvchi tiristorlarining ish va jadallashtirish guruhlarini boshqarish uchun beriladi. *ARV* ning xarakteristikalarini yaxshilash (tez ta'sir qilishni oshirish va boshqalar) uchun to'g'rilagich sxemasiga, odatda, teskari aloqa (bog'lanish) *OS* lar kiritiladi.

Sinov savollari

1. Uyg'otgichlarning quvvati generator quvvatining kacha foyisini tashkil qiladi?
2. Generatorning uyg'otish tokini rostdash nimaga olib qeladi?
3. Generatorning mustaqil uyg'otish deb nimani tushunas?
4. O'zgarimas tok generatori bilan uyg'otish tizimining kamchiligi?
5. Cho'tkasiz uyg'otish tizimini afzaligi nimadan iborat?

6. Sinxron generatorning o'z-o'zidan uyg'otish tizimini kamchiliklari?
7. Generatorlarni uyg'otishni avtomatik rostlashni afzaliklari?
8. «Kompaundlash» terminini tushuntirib bering.

6-Ma'ruza: Generatorlar maydonini avtomatik so'ndirish va uyg'otishni avtomatik rostlash

Reja:

- 1. Sinxron generator maydonini sundirish usullari.**
- 2. Maydonni sundiruvchi avtomatlar (AGP)**
- 3. Generatorlarni uyg'otishni avtomatik rostlash. (ARV)**

Maydonni so'ndirish deb generatorning uyg'otish magnit oqimini nolga yaqin bo'lgan kattalikkacha tez so'ndirishdan iborat bo'lgan jarayoni aytiladi. Bunda generatorning EYUK mos holda kamayadi.

Magnit maydonini so'ndirish generatorning o'z ichidagi buzilishidan yoki undan chiqqan simlardan kelib chiqadigan avariya rejimlarini muhim ahamiyatiga ega bo'ladi.

Generatorning ichidagi qisqa tutashuv, odatda, elektr yoyi orqali sodir bo'ladi - xuddi shu holat statorning chulg'amlari va aktiv po'latining ancha shikastlanishiga olib keladi. Ehtimoldan holi emaski, ichki shikastlanishdagi tok I_k , generatordan chiqqan simlarning qisqa tutashuvidagi tokdan katta bo'ladi. Bunday holda avariyaning yoyilishini cheklash va stator chulg'ami bilan po'latining kuyib ketishining oldini olish uchun generatorning maydonini tez so'ndirish zarur bo'ladi. SHunday qilib, generatorlarning ichida qisqa tutashuv sodir bo'lsa, ularni tashqi tarmoqdan uzibgina olmay, balki uyg'otishining magnit maydonini tez so'ndirish kerak bo'ladi, bu generatorning EYUK kamayishiga va yoyning so'nishiga olib keladi.

Maydonni so'ndirish uchun generatorning rotor chulg'amini uyg'otgichdan uzish kerak. Biroq bunda rotor chulg'amining katta induktivligi tufayli uni qisqichlarida, izolyatsiyani teshilishi mumkin bo'lgan katta o'takuchlanish hosil bo'lishi mumkin. SHuning uchun maydonni shunday so'ndirish kerakki, uyg'otgichni manbadan uzish bilan bir vaqtda generator qisqichlaridagi o'takuchlanish belgilangan kattalikdan oshmasdan turib, uning rotor chulg'amidagi magnit maydoni energiyasining tez so'ndirilishiga erishish kerak.

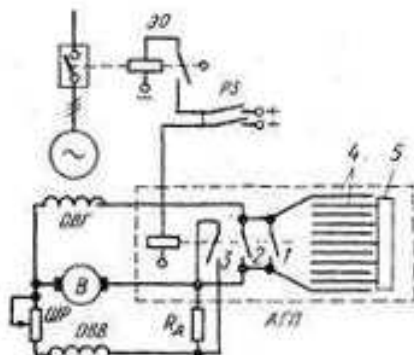
Hozir generatorning quvvatiga va uning uyg'otish tizimining xususiyatiga qarab, magnit maydonini so'ndirishning uch usulidan foydalaniladi: so'ndiruvchi (aktiv) qarshilikka rotor chulg'amini tutashtirish; rotor chulg'amining zanjiriga tez ishlovchi avtomatning yoy so'ndiruvchi panjarasini ulash; uyg'otgichni teskari qilib ulash.

Birinchi ikki usulda maxsus kommutatsiya apparatlari yordamida uyg'otish zanjirlariga tegishli qayta ulashlarni amalga oshirish ko'zda tutiladi va ularni maydonni so'ndiruvchi avtomatlar (AGP) deb yuritiladi. Generator rotorining chulg'amini maxsus qarshilikka ulaganda magnit maydonini so'ndirish jarayoni juda cho'zilib ketadi, shuning uchun hozir generatorning magnit maydonini yoy so'ndirgichli panjarasi bo'lgan AGP yordamida ancha ta'sirli so'ndirish usuli eng ko'p qo'llanilmoqda. 6.1-rasmda yoy so'ndiruvchi panjarali avtomat bilan generator maydonini so'ndirishdagi elektr zanjirlarining sxemasi.

Generatorda qisqa tutashuv bo'lganda himoya relesi RZ ishga tushadi va o'zining kontaktlari bilan vıkylyuchatelning uzuvchi elektromagnit EO ga ta'sir etib, generatorni tashqi tarmoqdan uzadi, hamda AGP ni uzishga signal beradi.

Avtomatning ish kontaktlari 2 va yoy so'ndiruvchi kontaktlari 1 bor bo'lib, ular generator normal ishlab turganda berk turadi. AGP ning kontaktlari Z avtomat o'chganda uyg'otgichning

uyg‘otish zanjiriga qo‘shimcha qarshilik R_0 ni ulaydi, natijada uyg‘otgichning uyg‘otish toki kamayadi. AGP oralig‘i 1,5—Z mm li mis plastinkalari 4 dan yasalgan panjara bilan ta‘minlangan. Avtomat o‘chganda avval ish kontaktlari, so‘ngra yoy so‘ndiruvchi kontaktlar uziladi, bunda ularda hosil bo‘ladigan yoy magnitli puflash yordamida yoy so‘ndiruvchi panjaraga tortiladi va kator ketma-ket qisqa yoylarga bo‘linadi.



6.1 – rasm. Hidrogenerator ventilyatsiyasining yopiq sistemasi: 1- rotor, 2- stator, 3- havo sovitgich, 4- ventilyator parraklari.

Qisqa yoy noxiziqli aktiv qarshilik hisoblanadi, undagi kuchlanishning kamayishi, yoydagi tok kattaligining keng chegarada o‘zgarishiga qaramay, amalda 25–30 V ga teng bo‘lgan doimiy kattalikda saqlanadi. Yoydagi kuchlanishning umumiy pasayishi quyidagiga teng:

$$U_{\ddot{u}} = nU_H, \quad (6.1)$$

bunda U_k -qisqa yoydagi kuchlanish; n -panjarada ketma-ket keluvchi yoy oralig‘i soni.

SHunday qilib, yoyning avtomat panjarasiga kirish paytida undagi kuchlanish darhol U_{yoy} kattalikkacha oshadi va yoy so‘nguncha o‘zgarmay turadi.

Panjaradagi plastinkalar soni shunday tanlanadiki, bunda U_{yoy} uyg‘otgichning eng katta kuchlanishi $U_{f,pot}$ dan katta bo‘lashi kerak. Bunda yoy generatorning uyg‘onish chulg‘amidagi magnit maydonining zaxira energiyasi tugaguncha o‘chmay turadi.

Agar rotor chulg‘aming aktiv qarshiligidagi kuchlanish kamayishini hisobga olinmasa (yirik sinxron generatorlar uchun yo‘l qo‘yish mumkin), o‘tish jarayonining tenglamasi quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$L \frac{di_f}{dt} + U_{\ddot{u}} = U_f, \quad (6.2)$$

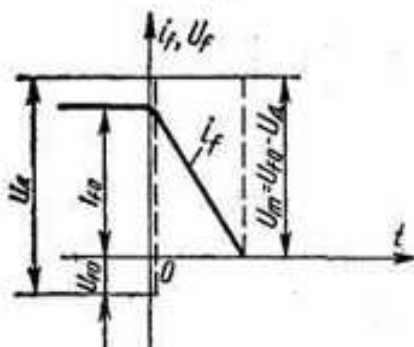
Tok i_f ning o‘zgarishida uyg‘otish chulg‘ami o‘zinduksiyasining elektr yurituvchi kuchi Li_f/dt ga teng. U rotor chulg‘amidagi potentsiallar ayirmasini aniqlaydi. Tokning o‘zgarish tezligi di_f/dt qancha katta bo‘lsa, o‘zinduksiyaning EYUK shuncha katta bo‘ladi. Rotor chulg‘ami izolyatsiyasining elektr mustahkamlik shartiga asosan bu EYUK U_m dan katta bo‘lganligi kerak. So‘ndirish jarayonida U_{yoy} amalda o‘zgarmas kattalikka ega bo‘lganligi uchun tenglama (2-5) maydonning so‘nishi maksimal tezlikda bo‘lgan sharoitda o‘tish jarayonining boshidan oxirigacha quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$U_m + U_{\ddot{u}} = U_f. \quad (6.3)$$

Shuni nazarda tutish kerakki, maydonni so‘ndirish davri davomida U_f amalda o‘zgarmaydi. Generatorning maydonini yoy so‘ndiruvchi panjaraga zaryadsizlab so‘ndirish jarayonida rotor chulg‘amidagi kuchlanish o‘zgarmas miqdorga ega bo‘lib, U_m ga teng oraliqda bo‘ladi. Rotorning chulg‘amidagi tok i_f doimiy tezlik bilan o‘zgaradi.

$$\frac{di_f}{dt} = \frac{U_m}{L} = Const \quad (6.4)$$

Yuqorida keltirilgan sxemadan foydalanilganda maydonni soʻndirish vaqti 0,5-1 soatni tashkil qiladi. Rotor chulgʻamidagi tokning va uning qisqichlaridagi kuchlanishning oʻzgarish jarayoni 6.2-rasmda koʻrsatilgan. Ayni holda maydonni soʻndirish sharoiti optimalga yaqin.



6.2 – rasm. Magnit maydon soʻndirishda rotor chulgʻamidagi kuchlanish va tokning oʻzgarish jarayoni.

Miqdori kichik tok hosil qilgan maydonni soʻndirishda plastinkalar orasidagi oraliqda yoy turgʻun yonmaydi, bu ayniqsa tokning miqdori nolga yaqinlashganda kuchli seziladi. Oraliqlardan birida yoyning soʻnishi natijasida tokning hamma zanjiri uziladi va uygʻotish zanjirida oʻta kuchlanishning hosil boʻlishiga olib keladi. Tok miqdorining nol qiymatiga ravon yaqinlashishini taʼminlash uchun panjara maxsus qarshiliklar toʻlami 5 bilan shuntlanadi (6.2-rasm). Bunday sxemada yoy darrov soʻnmay, balki seksiyalar boʻyicha soʻnadi, bu esa oʻta kuchlanishning kamayishiga olib keladi. Uygʻotgichni qarama-qarshi ulash bilan maydonni soʻndirish, odatda, tiristorli uygʻotish generatorlari uchun qoʻllaniladi. Bunda ventillar inventer rejimiga oʻtkaziladi. Ulardagi kuchlanish oʻz yoʻnalishini oʻzgartiradi, bu esa rotor chulgʻamidagi tokning nolgacha tez kamayishiga olib keladi.

Sinov savollari

1. Generatorning maydonni soʻndirish deb nima aytiladi?
2. Generatorning maydonni soʻndirish nima uchun ishlatiladi?
3. Generatorning magnit maydonini soʻndirish usullarini aytib bering.
4. Rotor chulgʻamining zanjiriga tez ishlovchi avtomatning yoy soʻndiruvchi panjarasini ulash usulini aytib bering.

7-Maʼruza: Generatorlarni parallel ishlashga ulash

Reja:

1. Parallel ishlashga ulash usullari, shartlari.
2. Aniq sinxronlash, muvozanatlovchi tok.
3. Oʻz-oʻzini sinxronlash.

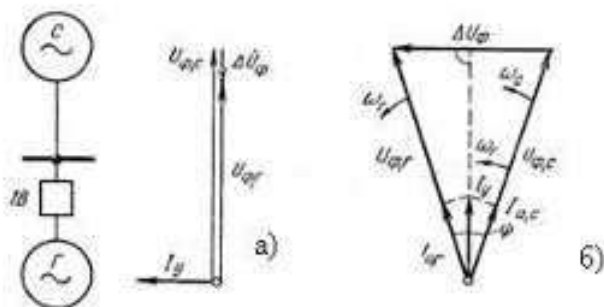
Sinxron generatorlar parallel ishlashi uchun aniq sinxronlash va oʻz-oʻzini sinxronlash usullari bilan ulanishi mumkin. Ikkala holda ham ishlamayotgan agregatni birlamchi dvigatelga bugʻ yoki suv yuboriladi va agregat sinxron aylanish chastotasiga yaqin chastotagacha aylantiriladi. Generator uygʻotilgan holda ulanadigan aniq sinxronlash usulida uni tarmoqqa ulash paytida quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

ulanayotgan generator va tarmoq kuchlanishlari effektiv qiymatlarining tengligi; generator va tarmoq kuchlanishlari chastotalarining tengligi; generator va tarmoqning bir nomdagi kuchlanishlari fazalarining mos kelishi.

Aniq sinxronlashda ko'rsatilgan shartlardan birortasiga amal qilinmasa, tokning birdaniga katta o'zgarishiga olib keladi, bu esa faqat ulanayotgan generatorgagina xavfli bo'lmay, balki energotizim ishining turg'unligi uchun ham xavfli hisoblanadi.

Albatta, hamma ko'rsatilgan talablarni absolyut aniq bajarishning iloji yo'q va shuning uchun real sharoitlarda nazorat qilinayotgan kattaliklarning chetga chiqishiga ruxsat etiladi va ularning chegarasi quyida ko'rsatilgan.

Energotizim - S ga generator - G ni parallel ishlashga ulashning hususiyatlarini 15-rasmda ko'rsatilgan sxema misolida ko'rib chiqish mumkin.



7.1 - rasm. Aniq sinxronlash usuli bilan generatorni tarmokka ulash: a- $U_{f,g}$? $U_{f,s}$ dagi kuchlanishlarning vektor diagrammasi; b-shuning o'zi 0 bo'lganda.

Aniq sinxronlashning yuqorida ko'rsatilgan shartlari buzilsa, quyidagi uchta hol bo'lishi mumkin:

a) generator va energotizim faza kuchlanishlari $U_{f,s}$ hamda $U_{f,g}$ lar vektorlarining kattaligi teng emas, ammo fazalari mos keladi va vaqt bo'yicha bir xil chastotada o'zgaradi:

$$|U_{f,s}| \neq |U_{f,g}|; f_g = f_s; \psi = (U_{f,s} \wedge U_{f,g}) = 0;$$

b) faza kuchlanishlarining vektorlari faza bo'yicha biror burchak ga suriladi, ya'ni:

$$\psi \neq 0, \text{ ammo } f_g = f_s; |U_{f,s}| = |U_{f,g}|;$$

v) generatorlar har xil burchak tezligida aylanadi:

$$f_g \neq f_s; |U_{f,s}| = |U_{f,g}|.$$

Birinchi ikki holda generatorni ulash paytida kuchlanishlar ayirmasi U_f hosil bo'ladi, u muvozanatlovchi tokning oqishiga sabab bo'ladi. Muvozanatlovchi tok uchinchi holda ham ulash paytidayoq (agar $\psi \neq 0$ bo'lsa) yoki ma'lum vaqtdan so'ng, kuchlanishlar vektori ma'lum burchakka surilgandan keyin hosil bo'ladi:

$$I_y = \frac{\dot{U}_{\phi,c} - E_{\phi}^*}{x_d^* - x_c} = \frac{\dot{\Delta U}_{\phi}}{x_d^* - x_c}, \quad (7.1)$$

bunda E_{ϕ}^* va x_d^* - generatorning ulash paytidagi EYUK va qarshiligi miqdorlari; x_c - energotizim qarshiligi, odatda, u uncha katta bo'lmaydi va hisoblashlarda nazarga olinmastligi mumkin.

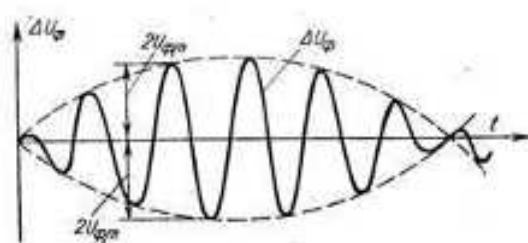
I_u tok U_f ga nisbatan induktiv xarakterga ega, chunki generator va energotizimning aktiv qarshiliklari juda kichik.

Ko'rilgan hollarning birinchisida muvozanatlovchi tok $U_{f,g}$ ga nisbatan induktiv xarakterini saqlaydi (7.1-rasm, a), shu sababli u generatorning valida o'tayuklanish hosil qilmaydi. Generatorni tarmoqqa ulash paytida kuchlanishning nominal miqdoriga nisbatan farqining 5-10% bo'lishiga ruxsat etiladi, shu sababli generatorning tok bo'yicha xavfli o'tayuklanishi sodir bo'lmaydi.

Ikkinchi holda (7.1-rasm, b) muvozanatlovchi tok $U_{f,g}$ ga nisbatan katta aktiv tashkil etuvchiga ega bo‘ladi. $\dot{U}_{\phi,z}$, vektori $\dot{U}_{\phi,e}$ vektoridan ilgariylaydi, shuning uchun muvozanatlovchi tokning aktiv tashkil etuvchisi $I_{a,g}$ generator rotorini to‘xtatishga yo‘nalgan aylantiruvchi moment hosil qiladi.

Agar kuchlanish vektori $\dot{U}_{\phi,z}$ vektor $\dot{U}_{\phi,e}$ dan orqada qolganda edi, muvozanatlovchi tokning aktiv tashkil etuvchisi rotorni tezlashtiruvchi moment hosil qilgan bo‘lardi. Generatorni bu holda ulashda, uniig valiga yulama katta o‘zgaruvchan miqdorda ta’sir etib, agregatning jiddiy mexanik buzilishiga olib kelishi mumkin. Buning oldini olish uchun sinxronlanadigan manbalarning kuchlanish vektorlarining burchak farqi ulash vaqtida 10-20 el.gradusdan oshmasligi kerak.

Uchinchi holda, burchak uzluksiz o‘zgarib turganda, kuchlanishlar farqi U_f ham o‘zgaradi va uni tepish kuchlanishi deb yuritiladi. Tepish kuchlanishi noldan $2U_{f,t}$ gacha va sinxronlash manbalarining kuchlanishlari chastotalari yig‘indisining yarmiga teng bo‘lgan chastota bilan o‘zgaradi. Tepish kuchlanishning amplitudalari orqali o‘tkazilgan o‘rovchi chiziq generator va tizim chastotalari ayirmasining yarmiga teng chastotaga ega (7.2-rasm).



7.2 – rasm. Kuchlanishning topish egri chizig‘i.

SHunday qilib, chastotalar teng bo‘lmasa, U_f ning yuqori qiymatida noqulay paytda ulash xavfi har doim bo‘ladi. Bundan tashqari, chastotalar farqi katta bo‘lsa, mashina sinxronizmga tushmasligi mumkin. Bu esa chastotalarning ruxsat etiladigan farqining ulash paytida 0,1% dan oshmasligini chegaralashga majbur etadi. Eng katta muvozanatlovchi tok burchak 180 el.grad. ga teng bo‘lganda hosil bo‘ladi. Faraz qilaylik agar generator kuchli energotizim ($x_s \approx 0$) bilan parallel ishlash uchun ulansa, u holda:

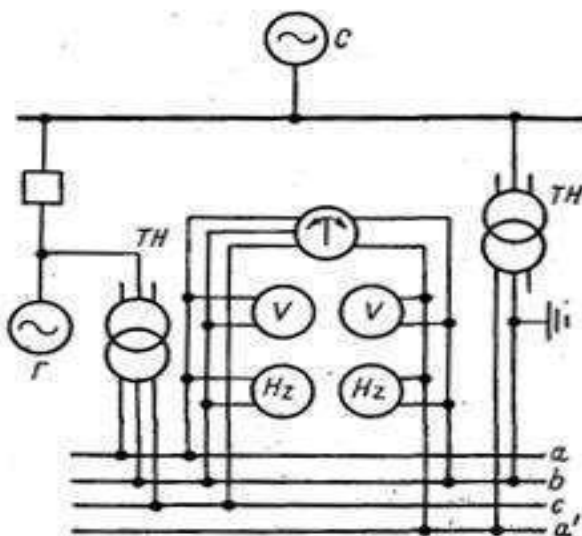
$$I_y = \frac{2U_\phi}{x_d} = 2I_k^{(3)} \quad (7.2)$$

Bunda muvozanatlovchi tok generatorning qisqichlaridagi uch fazali qisqa tutashuv tokidan 2 marta katta bo‘ladi. Bunday tok chulg‘amlarning qizishi nuqtai nazaridan ham va o‘tkazgichlar orasidagi elektrodinamik kuchlar tufayli ayniqsa stator chulg‘amining old qismlarida ham xavfli hisoblanadi. SHunday qilib, uyg‘ongan generatorni boshqa generatorlar bilan, aniq sinxronlash shartiga amal qilmasdan turib, parallel ishlashga ulash mashinaning jiddiy buzilishiga olib kelishi mumkin.

Generator aylanish chastotasini sinxron aylanish chastotasiga yaqinlashtirish va uni ravon roslash birlamchi dvigatellar (bug‘ yoki gidroturbinalar) ning aylanish chastotalari to‘g‘rilagichlariga ta’sir etish yo‘li bilan bajariladi. Ulanayotgan generatorning kuchlanishini o‘zgartirish uyg‘otish chulg‘amidagi tokni oshirish yoki kamaytirish yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Aniq sinxronlash shartini amalga oshirishni ko‘z bilan ko‘rib nazorat qilish ikkita voltmeter (generator va tarmoq kuchlanishlarining tengligini nazorat qilish uchun), ikkita chastota o‘lchagich (ulardan biri tarmoq chastotasini, ikkinchisi ulanayotgan generator chastotasini ko‘rsatadi), shuningdek bir nomdagi fazalar kuchlanishlari vektorlarining bir-biriga mos tushishini nazorat

qilish imkoniyatini beradigan maxsus asbob – *sinxronoskop* yordamida amalga oshiriladi. Bu asboblarning sinxronizatsiyalash shitchalari yoki kolonkalari tarkibiga kiradi (7.3-rasm) va ular barcha elektr stansiyalarda mavjuddir.



7.3-rasm. Sinxronlash kolonkasining o'lchash priborlarini ulash sxemasi.

Aniq sinxronlashda ulash uchun signal berish payti sirpanish burchak tezligi (chastotalar farqi) bilan aylanayotgan sinxronoskopning ko'rsatkichi orqali aniqlanadi. Birlamchi dvigatelning tezlik to'g'rilagichiga tasir etib, chastotalarning tenglashishiga shunday erishiladiki, bunda sinxronoskop ko'rsatkichi 20 s ichida bir martadan ortiq aylanmasin. Sinxronoskop shkalasida kuchlanishlarni fazalar bo'yicha bir xil bo'lishini ko'rsatuvchi chiziq tortilgan. Signal berish uchun generatorning o'chirgichini sinxronoskop ko'rsatkichi chiziq tortilgan belgiga o'zina etmagan paytda ulash lozim, chunki o'chirgichining ulanishi uchun sarflanadigan vaqtni ham hisobga olish kerak.

Aniq sinxronlash qo'lda yoki avtomatik tarzda bo'lishi mumkin. Ko'lda aniq sinxronlashning hamma jarayonlari nazoratchi tomonidan qo'lda bajariladi. Nazoratchining noto'g'ri harakat qilib qo'yishini yo'qotish uchun sinxronlash sxemasiga maxsus blokirovka kiritiladi, u noqulay paytda o'chirgichini ulash uchun berilgan signalning o'tishiga avtomatik tarzda to'sqinlik qiladi.

Avtomatik sinxronlash maxsus qurilmalar avtomatik sinxronizatorlar yordamida amalga oshiriladi. Avtomatik sinxronizatorlar sinxronlanayotgan generatorning kuchlanishi va chastotasini rostlash va uni nazoratchisiz tarmoqqa ulash imkoniyatini beruvchi juda murakkab sxemaga ega. Aniq sinxronlash usulining kamchiliklariga jarayonni amalga oshirishning murakkabligi va uzoq davom etishini (bu ayniqsa energotizimning avariya ish rejimi sharoitida chastota va kuchlanishning o'zgarib turishi sodir bo'lganda yana ham ko'proq bilinadi, hamda boshqaruvchi shaxs yuqori malakaga ega bo'lishini talab etishi hamda sinxronlash shartlari buzilsa, katta avariya sodir bo'lishini kiritish mumkin.

O'z-o'zini sinxronlashda generator uyg'otilmay, taxminan sinxronlash chastotaga teng chastotada aylanayotgan vaqtida (sirpanish $\pm 2-3\%$) tarmoqqa ulanadi. $V_{\text{y}}klyuchatel$ ulanishi zahoti uyg'otish toki beriladi va generator 1-2 sekunda sinxrodizmga tortiladi.

Uyg'otilmagan generator tarmoqqa ulangan paytda u tarmoqdan ancha katta reaktiv tok iste'mol qiladi. Stator chulg'amidan oqib o'tayotgan ushbu tok hosil qilayotgan aylanuvchi magnit maydoni generator rotorining chulg'amida EYUK hosil qiladi.

O'ta kuchlanish tufayli izolyatsiyaning buzilishini oldini olish uchun generator rotorining chulg'ami $v_{\text{y}}klyuchatel$ ni ulashdan oldin o'z-o'zini sinxronlash maxsus qarshiligiga yoki *AGP* qurilmasining so'ndiruvchi qarshiligiga tutashtirilgan bo'lishi kerak, bu qarshilik *AGP* ulangandan

keyin uziladi. Generator o'z-o'zini sinxronlash usuli bilan tarmoqqa ulanganda, unda o'tkinchi jarayonlar sodir bo'ladi va bular generatordan chiqqan simlardagi qisqa tutashuv jarayonlariga o'xshash bo'ladi.

Generator-transformator bloklarini energotizim bilan parallel ishlashga ulanganda statorda hosil bo'ladigan tok ancha kam bo'ladi, chunki bu vaqtda transformator qarshiligining chegaralovchi ta'siri bo'ladi. SHuni ham aytish kerakki, o'z-o'zini sinxronlashda statorning toki ulash paytida induktiv xarakterga ega bo'ladi va demak, generatorning valida qo'shimcha mexanik yuklamalar hosil qilmaydi.

Elektr qurilmalarining qurilish qoidasi tokning sakrashi nominal tokdan 3,5 martadan ko'p oshmaslik shartida, generatorlarni o'z-o'zini sinxronlash usuli bilan ulashga ruxsat etadi, ya'ni:

$$I' = \frac{U}{\sqrt{3}(x_d' + x_c)} \leq 3.5I_{nom} \quad (7.3)$$

Bunda I' -boshlang'ich o'tkazash toki, kA; U -qurilmaning fazalari orasidagi kuchlanish kV; x_d' -generatorning o'tish qarshiligi, Om; x_c -energotizimning generator qisqichlarigacha bo'lgan qarshiligi, Om; I_{nom} -generatorning nominal toki, kA.

Generator o'z-o'zini sinxronlash metodi bo'yicha ulash quyidagi tartibda bajariladi: generator sinxron tezlikdan ko'pi bilan 2—3% farq qiladigan aylanishlar chastotasigacha aylantiriladi, chastotalarning yo'l qo'yiladigan farqi, odatda, *IRCH* rele asosidagi avtomatik qurilma bilan nazorat qilinadi;

shunt reostati va *ARV* ning o'rnatilishini o'zgartiruvchi qurilma salt ishlaganda $U_{g.nom}$. ni ta'minlovchi uyg'otishga to'g'ri keluvchi holatga qo'yilishi kerak, bunda *AGP* o'chirilgan holatda bo'ladi;

generatorning vɔklyuchateli ulanadi va u ulangan zahoti *AGP* ni ulash uchun avtomatik tarzda buyruq beriladi.

Generator tarmoqqa ulangandan so'ng, qisqa vaqt asinxron dvigatelga o'xshash ishlaydi. Asinxron sirpanish momenti generatorning rotorini sinxron chastotada aylanishga tortadi. Uyg'otish berilgandan so'ng rotorning chulg'amida tokning ko'payib borishi bilan asta-sekin oshib boruvchi sinxron momenti hosil bo'ladi. Natijada generator vali keskin mexanik turtkilarga duch kelmaydi.

O'z-o'zini sinxronlash usuliniig asosiy afzalligi generatorni tarmoqqa ulash texnologiyasining soddaligidadir, chunki bu vaqtda ulanadigan generator bilan tizim kuchlanishlarining qiymatlarini va chastotalarini aniq to'g'rilashga hojat qolmaydi. Sinxronlash ancha soddalashadi va tezlashadi, ulashlardagi yo'l qo'yilgan xatolar tufayli mashinaning og'ir buzilish ehtimollari yo'qoladi, jarayonni avtomatlashtirish soddalashadi, shuningdek energotizimdagi chastota va kuchlanish o'zgartirganda ham ulash mumkin bo'ladi. Normal ishlash sharoitlarida o'z-o'zini sinxronlash usuli generator-transformator bloki sxemasida ishlaydigan va chulg'amlari bilvosita sovitiluvchi turbogeneratorlarni, shuningdek hamma gidrogeneratorlarni ulash uchun qo'llaniladi.

CHulg'amlari bilvosita sovitiladigan va generator kuchlanishi shinasida ishlaydigan turbogeneratorlarni, shuningdek chulg'amlari bevosita sovitiluvchi generatorlarni ulash ham, odatda, aniq sinxronlash usuli bilan bajariladi.

Avariya tugatilgach, hamma generatorlarni parallel ishga tushirish o'z-o'zini sinxronlash usuli bilan amalga oshirilishi mumkin.

Sinov savollari

1. Generator uyg'otilgan holda ulanadigan aniq sinxronlash usulida uni tarmoqqa ulash paytida kandy shartlar bajarilishi kerak?

2. Aniq sinxronlashning shartlari buzilsa, kaday hol bo‘lishi mumkin?
3. Aniq sinxronlash usulining kamchiliklari?
4. O‘z-o‘zini sinxronlash usuliniig asosiy afzallig‘lari?

8-Ma’ruza: Kuch transformatorlar

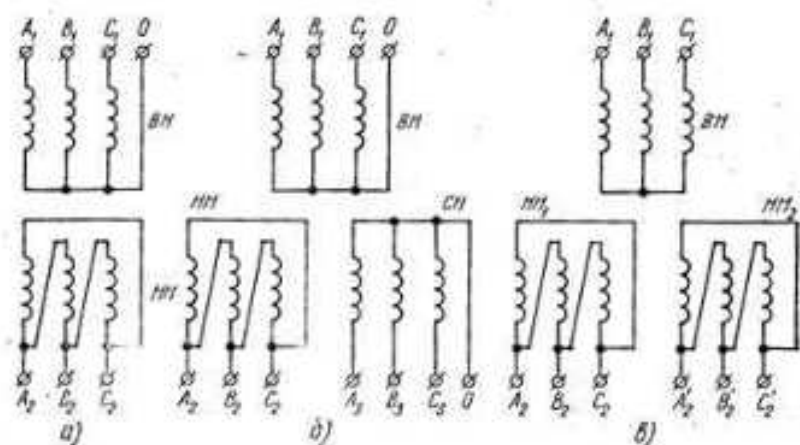
Reja:

1. Kuch transformatorlarining tuzilishi, elementlari.
2. Transformatorlarning turlari va parametrlari.
3. Transformatorlarning sovitish sistemasi.
4. Transformatorlarni ulanish guruhlari.
5. Transformatorlarni yuklanish qobilyati.

Elektr stansiya va nimstansiyalariga o‘rnatilgan kuch transformatorlari elektr energiyani bir kuchlanishdan ikkinchisiga aylantirish uchun xizmat qiladi. Uch fazali transformatorlar eng ko‘p taralgan, chunki ularda jami quvvati xuddi shuncha bo‘lgan uchta bir fazali transformatorlarga qaraganda isroflar 12—15%, aktiv materiallar sarfi bilan qiymati 20—25% kam.

Transformatorsozlikdagi taraqqiyot 220 va 500 kV kuchlanishli, quvvati 630 MVA gacha, 330 kV kuchlanishli, quvvati 1000 MVA li uch fazali transformatorlarni va 500/110 kV li, birlik quvvati 250 kVA li avtotransformatorlarni ishlab chiqarish imkoniyatini berdi. Transformatorlar quvvatining chegaraviy qiymati ularni transportirovka qilish sharoitlari, massasi va o‘lchamlari bilan cheklanadi. Bir fazali transformatorlar, odatda, etarli quvvatga ega bo‘lgan uch fazali transformator tayyorlash mumkin bo‘lmagan yoki transportirovka qilish ancha qiyin bo‘lgan hollardagina qo‘llaniladi. Bir fazali transformatorlar guruhlarining eng katta quvvati 500 kV kuchlanishda 1600 MVA; 750 kV kuchlanishda 1250 MVA ga teng.

Har bir fazadagi turli kuchlashdagi chulg‘amlar soniga qarab transformatorlar ikki chulg‘amli va uch chulg‘amli bo‘linadi (8.1 - rasm, a, b). Bundan tashqari, aynan bir xil kuchlanishdagi chulg‘amlar, odatda, pasaytiruvchi chulg‘ami bir-biridan va erga tutashtirilgan qismlardan izolyatsiya qilingan ikki va undan ortiq parallel tarmoqlardan tashkil topadi.



8.1 – rasm. Transformatorlarning prinsipial sxemalari: a-ikki chulg‘amli; b-uch chulg‘amli; v-past kuchlanishli ajratilgan chulg‘amli.

Bunday transformatorlar ajratilgan chulg‘amli transformatorlar deb ataladi (8.1-rasm, v). YUqori, o‘rtacha va past kuchlanishli chulg‘amlarni qisqacha YUK, O‘K va PK deb belgilash qabul

qilingan. Past kuchlanishli ajratilgan chulg'amli transformatorlar bitta kuchaytiruvchi transformatorga bir nechta generatorlarni ulash imkonini beradi, o'z ehtiyojini ta'minlash sxemalarida, shuningdek qisqa tutashuv tokining kattaligini cheklash maqsadida, pasaytiruvchi nimstansiyalarda ham keng qo'llaniladi.

Transformatorning nominal quvvati, kuchlanishi, toki, qisqa tutashuv kuchlanishi, salt ishlash toki, salt ishlash bilan qisqa tutashuvdagi isroflar transformatorning asosiy parametrlari hisoblanadi.

Transformatorning nominal quvvati deb zavod pasportida ko'rsatilgan to'la quvvatining qiymatiga aytilib, nominal chastota va kuchlanishda, o'rnatish joyi va sovitish muhiti nominal bo'lgan sharoitlarda transformatorni shu quvvat bilan uzluksiz yuklash mumkin bo'ladi. Ikki chulg'amli transformatorlarning nominal quvvati uning har bir chulg'amining quvvatidan iborat. Uch chulg'amli transformatorlar chulg'amlarining quvvati bir-biriga teng yoki har xil qilib tayyorlanadi. Quvvatlari har xil bo'lganda har bir alohida chulg'am ichida eng katta nominal quvvatga ega bo'lgan chulg'amning quvvati transformatorning nominal quvvati deb qabul qilinadi. CHulg'amlarning nominal kuchlanishlari - taransformatorning salt ishlashida birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining kuchlanishlaridir. Uch fazali transformator uchun - bu uning liniya (fazalar orasidagi) kuchlanishidir. Bir fazali transformator agar yulduz sxemasida birlashtirilib, uch fazali guruhga ulashga mo'ljallangan bo'lsa, bu kuchlanish $U/\sqrt{3}$ ga teng bo'ladi. Transformator yuklama bilan ishlaganda va uning birlamchi chulg'ami qisqichlariga nominal kuchlanish berilganda ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanish nominalga qaraganda transformatorda isrof bo'lgan kuchlanishning kattaligiga teng miqdorga kichik bo'ladi. Transformatorning transformatsiya koeffitsienti k yuqori va past kuchlanish chulg'amlarining nominal kuchlanishlar nisbatidan iborat bo'ladi:

$$n = \frac{U_{\text{НОМ.ВН}}}{U_{\text{НОМ.НН}}} \quad (8.1)$$

Uch chulg'amli transformatorlarda chulg'amlarning har qaysi jufti uchun transformatsiya koeffitsienti aniqlanadi: YUK va PK; YUK va o'K; o'K va PK.

Transformatorlarning nominal toklari deb, chulg'amlarning zavod pasportida qo'rsatilgan toklarining qiymatiga aytilib, transformatorning ana shu toklarda uzoq vaqt normal ishlashiga yo'l qo'yiladi.

Transformatorning istalgan bir chulg'amining nominal toki uning nominal quvvati bilan nominal kuchlanishidan aniqlanadi.

Qisqa tutashuv kuchlanishi U_k -shunday kuchlanishki, transformatorning chulg'amlaridan biriga shu kuchlanish berilganda, boshqa chulg'amiga qisqa tutashgan bo'lsa, undan o'tayotgan tok nominal miqdoriga teng bo'ladi.

Qisqa tutashuv kuchlanishi transformator kuchlanishining pasayish kattaligini aniqlab, uning chulg'amlaridagi to'la qarshilikni xarakterlaydi.

Uch chulg'amli transformatorlarda qisqa tutashuv kuchlanishi uning istalgan bir juft chulg'ami uchun, uchinchi chulg'ami uzib ko'yilib aniqlanadi. SHunday qilib, uch chulg'amli transformator u_k ning uchta qiymatiga ega bo'ladi.

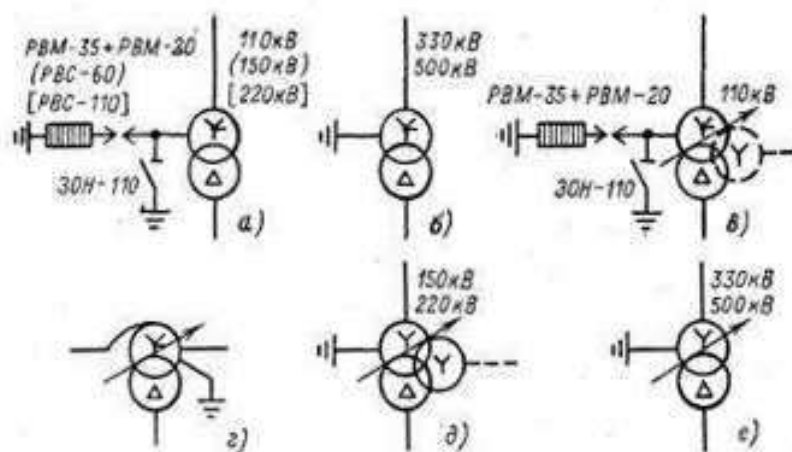
Hamma transformatorlar uchun kichik tutashuv kuchlanishi nominal kuchlanishga nisbatan foiz hisobida ifodalanadi:

$$u_k = \sqrt{u_a^2 + u_p^2} \quad (8.2)$$

bunda u_a -transformatorning aktiv qarshiligiga bog‘liq bo‘lgan qisqa tutashuv kuchlanishining aktiv tashkil etuvchisi; u_r -transformatorning reaktiv (induktiv) qarshiligiga bog‘liq bo‘lgan qisqa tutashuv kuchlanishining reaktiv tashkil etuvchisi.

CHulg‘amlarning induktiv qarshiligi aktiv qarshilikka qaraganda ancha katta (uncha katta bo‘lmagan transformatorlarda 2-3 marta, yiriklarida esa 15-20 marta) bo‘lganligi uchun u_k asosan reaktiv qarshilikka, ya‘ni chulg‘amlarning o‘zaro joylashishiga, ular orasidagi kanalning eniga, chulg‘amlarning balandligiga bog‘liq bo‘ladi.

Salt yurish toki i_c , po‘latdagi aktiv va reaktiv isroflarni xarakterlaydi va po‘latning magnit xossasiga, magnit o‘tkazgichning tuzilishini va uni yig‘ish sifatiga, hamda magnit induksiyasiga bog‘liq bo‘ladi. Salt yurish tokining kattaligi transformator nominal tokiga nisbatan foiz hisobida ifodalanadi. Sovuqlayin prokatlangan po‘latdan yasalgan hozirgi transformatorlardagi salt yurish toklarining qiymati katta bo‘lmaydi.



8.2- rasm. Transformator va avtotransformatorlarning neytrallarini erga ulash usullari: a-110-220 kV li RPN siz transformatorlarda; b-330-500 kV li RPN siz transformatorlarda; v-110 kV li o‘rnatilgan RPN li transformatorlarda; g-avtotransformatorlarda; d-150-220 kV li RPN li transformatorlarda; e-330-500 kV li RPN li transformatorlarda.

Salt ishlashdagi ΔR_c va qisqa tutashishdagi ΔR_k isroflar transformatorning tejamli ishlashini bildiradi. Salt ishlashdagi isroflar po‘latning qayta magnitlanishi hamda uyurma toklarni hosil bo‘lishidan kelib chiqadigan isroflar yig‘indisidan iborat.

Qisqa tutashuv isrofida chulg‘amlardan yuklama toki o‘tganda hosil bo‘ladigan isroflar, transformator chulg‘amlari va tuzilishidan kelib chiqadigan qo‘shimcha isroflar kiradi. Sochilish magnit maydonlari chulg‘amning chekka o‘ramlari hamda transformator tuzilishlari (bak devorlari, yarmo balkalari va hokazolar) da uyurma toklar hosil qilib, qo‘shimcha isroflarni keltirib chiqaradi. Ularni kamaytirish uchun chulg‘am ko‘p tomirli transpozitsiyalangan simdan tayyorlanib, bak devorlari esa magnit shuntlari bilan ekranlanadi (to‘siladi).

Transformatorlarning chulg‘amlari, odatda, yulduz Y, chiqarilgan neytralli yulduz Y_0 va uchburchak Δ ko‘rinishidagi sxemalar bo‘yicha ulanadi. Birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlarning EYUK lari (E_1 va E_2) orasidagi fazalar siljishini shartli ravishda ulanishlar guruhi bilan ifodalash qabul qilingan.

Uch fazali transformatorlarning chulg‘amlarini turlicha ulash yo‘li bilan ulanishlarning o‘n ikkita turli guruhini olish mumkin, bunda chulg‘amlarni yulduz-yulduz sxemasida ulashda istalgan 2, 4, 6, 8, 10, 0 juft guruhni, yulduz-uchburchak yoki uchburchak-yulduz sxemasida ulashda istalgan 1, 3, 5, 7, 9, 11 tok guruhni hosil qilinadi.

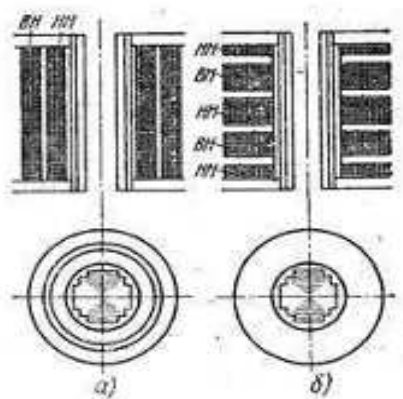
CHulg‘amning ulanish sxemasi belgisining o‘ng tomoniga uning ulanish guruhi yoziladi. CHulg‘amlarning nol nuqtasini chiqarib, yulduz sxemasida ulash chulg‘am neytrali erga

tutashtirilishi zarur bo'lgan holda qo'llaniladi. YUK chulg'ami 330 kV va undan yuqori kuchlanishli transformatorlar va hamma avtotransformatorlarda YUK chulg'amlari neytralini erga samarali tutashtirish shart. 110, 150 va 220 kV li tizimlar ham neytrali erga samarali tutashtirilgan holda ishlaydi, biroq bir fazali qisqa tutashuv tokini kamaytirish uchun transformatorlar neytralining bir qismi erga ulanmaydi. Chunki, chiqarilgan nol simlar izolyatsiyasi, odatda, to'la kuchlanishga hisoblanmaydi, shuning uchun neytrali erga ulanmagan ish rejimida hosil bo'lishi ehtimoli bor o'takuchlanishlarni transformatorning nol nuqtasiga ventilli razryadniklarni biriktirish yo'li bilan kamaytirish mumkin (8.2-rasm). Shuningdek, to'rt simli 380/220 va 220/127 V tarmoqlarni ta'minlovchi transformatorlarning ikkilamchi chulg'amidagi neytral ham erga tutashtiriladi. 10-35 kV li kuchlanishdagi chulg'amlar neytrali erga ulanmaydi yoki sig'im toklarini kompensatsiya qilish uchun yoy so'ndiruvchi g'altak orqali erga ulanadi.

Kuch transformatorlari va avtotransformatorlarning asosiy texnik ma'lumotlari, ularning ulanish guruhlari sxemalari amaldagi standartlar bilan belgilangan.

YUqori kuchlanishli quvvatli transformator murakkab qurilma bo'lib, ko'p sonli konstruktiv elementlardan tashkil topadi, ulardan asosiylari quyidagilar: magnit tizimi (magnit o'tkazgich), chulg'amlar, izolyatsiya, chikkichlar, bak, sovitish qurilmasi, kuchlanishni rostlash mexanizmi, himoyalash va o'lchash qurilmalari hamda aravachalar.

Magnit o'tkazgich transformatorning konstruktiv va mexanik asosi hisoblanadi. Magnit o'tkazgich bir-biridan izolyatsiyalangan elektrotexnik po'latdan tayyorlangan alohida-alohida listlardan yig'iladi. Transformatorning po'lat listlari bir-biridan puxta izolyatsiyalangan bo'lishi kerak. Hozir 0,01 mm qalinlikda lak surkab listlarni izolyatsiyalash keng qo'llanilmoqda. Lak pardasi listlar orasida etarli darajada ishonchli izolyatsiya hosil qiladi, magnit o'tkazgichning yaxshi sovishini ta'minlaydi qizishga chidamliligi yuqori va yig'ish paytida buzilmaydi. Magnit o'tkazgich va uning konstruktiv detallari transformator asosini tashkil etadi. Asosta chulg'am o'rnatiladi va chulg'am bilan kirish simlari o'tkazgichlar yordamida ulanib, asosga mahamlanadi va bu bilan transformatorning aktiv qismi hosil qilinadi.



8.3 – rasm. Transformator chulg'amlari: a-konsentrik; b-almashinadigan.

Transformatorlarning chulg'amlari konsentrik yoki navbatma-navbat keluvchi bo'lishi mumkin. Birinchi holda PK va YUK chulg'amlari silindrlar ko'rinishida tayyorlanib, sterjenda bir-biriga nisbatan konsentrik joylashtiriladi (8.3-rasm, a). Ko'pchilik kuch transformatorlarida chulg'amni shunday tayyorlash qabul qilingan. Ikkinchi holda YUK va PK chulg'amlari bir xil diametrli qisqa silindrlar ko'rinishida tayyorlanib, sterjenda biri ustiga ikkinchisi joylashtiriladi (8.3-rasm, b). Bunday chulg'amda kavsharlash ishlari nohoyatda ko'p, ixcham emas va maxsus elektr pechi transformatorlari yoki quruq transformatorlar uchun qo'llaniladi, chunki chulg'amlarning sovish sharoitini yaxshilaydi.

Transformatorlarning chulgʻamlari etarli elektrik va mexanik mustahkamlikka ega boʻlishi kerak. CHulgʻamlar va ulardan chiqqan simlar izolyatsiyasi kommutatsiya va atmosfera oʻtakuchlanishlariga buzilmasdan chidashi kerak. CHulgʻamlar qisqa tutashuv toklari oʻtishida hosil boʻlgan elektrodinamik kuchlarga chidashi kerak. Izolyatsiya yoʻl qoʻyilganidan ortiq qizib ketmasligi uchun chulgʻamlarni ishonchli sovitish tizimi koʻzda tutilishi lozim. CHulgʻam oʻtkazgichlari mis yoki alyuminiydan qilinadi. Maʼlumki, mis kichik elektr qarshilikka ega, kavsharlash onson, mexanik jihatdan mustahkam, bu esa transformator chulgʻamlarini tayyorlashda misni keng qoʻllashga imkon beradi. Alyuminiy arzon, zichligi kichik, ammo solishtirma qarshiligi katta, chulgʻamni tayyorlashda yangi texnologiya talab etadi.

Hozirgi transformatorlarda chulgʻam uchun parallel bogʻlam tarzidagi alohida oʻtkazgichlar oʻz holatini davriy oʻzgartirib turadigan transpozitsiyalangan sim qoʻllaniladi. Bu elementar oʻtkazgichlar qarshiligining bir xil boʻlishini taʼminlaydi, mexanik mustahkamligini orttiradi, izolyatsiya qalinligini va magnit oʻtkazgich oʻlchamlarini kichraytiradi.

Transformatorning izolyatsiyasi uning eng muhim qismidir, chunki transformatorning ishonchli ishlashi asosan uning izolyatsiyasining ishonchliligiga bogʻliq. Izolyatsiyaning konstruksiyasi «Yuqori kuchlanish texnikasi» kursida batafsil oʻtiladi.

Moyli transformatorlarda asosiy qismi *izolyatsiya* boʻlib, qattiq dielektriklar: qogʻoz, elektr karton, getinaks va boshqalar bilan birgalikda ishlatiladi.

Kuchlanishni rostlash uchun moʻljallangan qayta ulagich qurilmalar va transformatorning aktiv qismi shoxobchalari bilan birga bakka joylanadi. Bakning asosiy qismlari - devorlar, tagi va qopqogʻdir. Bak qopqogʻidan kirish simlarini, chiqarish trubasini, kengaytirgichni mahkamlovchi elementlarni, termometrlar va boshqa detallarni oʻrnatish uchun foydalaniladi. Bakning devorlariga sovitgich qurilmalar, radiatorlar mahkamlanadi.

Kichik quvvatli transformatorlarda bakning tepa qismi ajraladigan qilib tayyorlanadi: chunki tuzatish ishlarida transformatorning qopqogʻini olish, soʻngra aktiv qismini bakdan koʻtarish zarur boʻladi. Transformator aktiv qismining massasi 25 t dan ortiq boʻlsa, bu holda uni bakning tubiga oʻrnatiladi, soʻngra bakning qoʻngʻiroq shaklli yuqori qismi bilan yopiladi va moy quyiladi. Pastki qismi ajraladigan bunday transformatorlarning aktiv qismini chiqarish uchun ogʻir yuk koʻtaruvchi qurilmalarga hojat yoʻq, chunki remont paytlarida moy tushirilib, bakning yuqori qismi koʻtarilsa, chulgʻam va magnit oʻtkazgichlarga bemalol qoʻl etadi.

Oqim sochilishidan hosil boʻladigan isrofnii kamaytirish uchun poʻlat baklar ichki tomonidan elektrotexnik poʻlat paketi yoki magnitsiz materiallardan tayyorlangan plastinkalar (mis, alyuminiy) bilan ekranlashtiriladi.

Transformatorning kengaytirgichi bak bilan kuvir orqali tutashtirilgan silindrik idishdan iborat boʻlib, moyning havo bilan tegib turadigan sirtini kamaytirish uchun xizmat qiladi. Transformatorning baki moy bilan toʻlatilgan boʻlib, qizishdan yoki sovishdan moy hajmining oʻzgarishi kengaytirgichdagi moy sathining oʻzgarishiga olib keladi; bunda havo kengaytirgichdan yo siqib chiqariladi yoki kamayadi. Moy namni yaxshi shimadi va agarda, kengaytirgich atmosfera bilan toʻgʻridan-toʻgʻri tutashgan boʻlsa, unda havoning nami moyga oʻtib, uning izolyasion xossalari keskin pasaytiradi. Buning oldini olish uchun kengaytirgich atmosfera bilan selikagelli havo quritgich orqali bogʻlangan. Selikagel soʻrilayotgan havodagi namni shimadi. YUklama keskin oʻzgarsa, selikagelli filtr havoni toʻliq quritmaydi, shuning uchun kengaytirgichda havo namligi asta-sekin orta boradi. Kengaytirgich orqali moyning namlanishini oldini olish uchun inert gazdan iborat yostiqli germetik bak qoʻllaniladi yoki kengaytirgichdagi erkin boʻshliq maxsus elastik hajmdan keladigan inert gaz (azot) bilan toʻldiriladi. Moy-havo chegarasida maxsus parda - membrana qoʻllash mumkin. Kengaytirgichda havoni termoyaxlitgichlar yordamida quritish mumkin.

Transformatorning ishini nazorat qilib turish uchun nazorat-o'lchash va himoya qurilmalari ko'zda tutiladi. Nazorat qurilmalariga moy ko'rsatkich va termometr kiradi. Moy ko'rsatkich kengaytirgichga, termometr bakning qopqog'iga o'rnatiladi. Himoya qurilmalariga moy sathining pasayish relesi va gaz relesi kiradi.

330-750 kV li quvvatli transformatorlarda qo'shimcha ravishda kirish joylari izolyatsiyasini nazorat qiluvchi qurilma (*KIV*) va yuqori kuchlanishli germetik kirish joylaridagi moy bosimini o'lchovchi manometrlar qo'llaniladi.

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

Transformatorlarni havo bilan tabiiy sovitish. Bunday transformatorlar «*quruq*» nomini olgan. Havo bilan tabiiy sovitish shartli ravishda quyidagicha belgilanadi: ochiq tayyorlanganida S, himoyali tayyorlanganida S3; germetik tayyorlanganida SG.

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

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

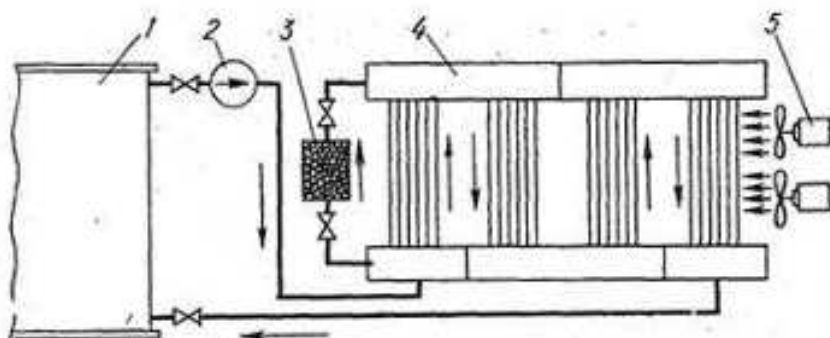
Moy bilan tabiiy sovitish (M) 16000 kVA va undan kam quvvatli transformatorlar uchun qo'llaniladi. Bunday transformatorlarda chulg'am va magnet o'tkazgichda ajralgan issiqlik ular atrofidagi moyga beriladi, bu moy bak va radiator kuvirlarida aylanib, uni atrofdagi havoga beradi. Transformator yuklamasi nominal bo'lganda moyning harorati yuqorigi eng qizigan qatlamlarida ±95°S dan oshmasligi kerak.

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

Moyni puflash va tabiiy sirkulyasiyash yo'li bilan sovitish (D) quvvati katta transformatorlarda qo'llaniladi. Bu holda radiator kuvirlaridan tashkil topgan osma sovitgichlarga ventilyator o'rnatiladi. Ventilyator pastdan havoni so'radi va trubalarning yuqorigi qizigan qismiga haydaydi. Ventilyatorlarni ishga tushishi va to'xtashi transformatorning yuklamasi va moyning qizish haroratiga qarab, avtomatik amalga oshirilishi mumkin.

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

Sovitgichlar tashqarisiga ventilyator havo haydaydigan qirrali yupqa trubalar tizimidan tashkil topgan. Moy trubasi ichiga joylashtirilgan elektr nasoslari moyning sovitgichlar orqali uzluksiz majburan sirkulyasiyasini hosil qiladi (8.4-rasm).



8.4 – rasm. DC tizimi sovitgichning prinsipial sxemasi: 1-transformator baki; 2-elektr nasosi; 3- adsorb

filʼtr; 4-sovitkich; 5-puflash ventilyatori.

Moy katta tezlikda sirkulyasiyalanishi, sovitish yuzalari kattalashgani va jadal puflash hisobiga sovitgichlar issiqlikni koʻp uzatadi va ixchamdir. Sovitishning bunday tizimiga oʻtish transformatorlarning oʻlchamlarini ancha kamaytirish imkoniyatini beradi. Sovitgichlar transformatorlar bilan bir poydevorga yoki transformatorning baki yonidagi alohida poydevorga oʻrnatilishi mumkin.

Moy majburan sirkulyasiyalanadigan moy-suvli sovitish (S) prinsipial jihatdan DS tizimiga oʻxshash tuzilgan faqat farqi shundaki, undagi sovitgichlar trubalardan iborat boʻlib ular ichida suv aylanadi, trubalar orasida esa moy yuradi.

Transformatorning moy tizimiga suv tushishining oldini olish uchun moy sovitgichlardagi moy bosimi ularda aylanuvchi suv bosimidan kamida 0,02 MPa (2 N/sm^2) ga ortiq boʻlishi kerak. Sovitishniig bu tizimi samarali, biroq konstruksiyasi jihatidan ancha murakkab boʻlib, gidrostansiya va yopiq xonalarga oʻrnatiladigan (100 MVA va undan yuqori) quvvatli transformatorlarda ishlatiladi.

DS va S sovitish tizimli transformatorlarda moyni majburan sirkulyasiyalash qurilmasi transformator ishga tushishi bilan bir vaqtda avtomatik ulanishi va transformatorning yuklanishidan qatʼiy nazar uzluksiz ishlashi kerak. SHu bilan birga, ishga tushiriladigan sovitgichlar soni transformatorning yuklanishisiga qarab aniqlanadi. Bunday transformatorlar moyning va sovituvchi suvning sirkulyasiyalanishini toʻxtatish, ventilyatorni toʻxtatish kerakligi haqidagi signalizatsiyaga ega boʻlishi kerak.

Shuni ham aytib oʻtish kerakki, hozir chulgʻamlari juda ham past haroratgacha sovitiladigan transformatorlarning yangi konstruksiyalari ishlab chiqilmoqda. Metall past haroratda oʻta oʻtkazuvchanlik xossasiga ega boʻlib, chulgʻam kesimini keskin kamaytirish imkonini beradi. Oʻta oʻtkazuvchanlik prinsipidagi transformatorlar kriogenli transformatorlar quvvati 1000 MVA va undan yuqori boʻlishiga qaramay kichik ogʻirlikka ega.

Har bir transformator quyida koʻrsatilgan tartibdagi shartli harfiy belgilarga eta:

- 1) fazalar soni (bir fazali uchun-0, uch fazali uchun-T);
- 2) sovitish turi - yuqorida keltirilgan tushuntirish asosida;
- Z) turli kuchlanishli tarmoqlarda ishlaydigan chulgʻamlar soni (agarda u ikkitadan ortiq boʻlsa); uch chulgʻamli transformatorlar uchun T, ajratilgan chulgʻamli transformator uchun R (fazalar sonidan keyin koʻrsatiladi);
- 4) chulgʻamlardan biri RPN qurilmasi bilan tayyorlangan boʻlsa, qoʻshimcha N harfi bilan belgilanadi;
- 5) avtotransformatorlarni belgilash uchun birinchi oʻrinda A harfi qoʻyiladi.

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

Masalan: TMN-10000/110 - 67 - uch fazali, ikki chulgʻamli, moy bilan tabiiy sovitiluvchi, RPN li nominal quvvati 10000 kVA, 110 kV klassli, 1967 yilda yaratilgan konstruksiyali transformator.

Transformatorlarning yuqlanish qobiliyati:

Transformatorlarning yuklanish qobiliyati deganda ularning ruxsat etilgan yuklanishlari bilan oʻtayuklanishlari birgalikda tushuniladi.

Ruxsat etilgan yuklanish - vaqt boʻyicha chegaralanmagan uzoq muddatli yuklanish boʻlib, bunda chulgʻam izolyatsiyasining qizishidan eskirishi nominal ish rejimidagi eskirishidan katta boʻlmaydi. Transformatorning oʻtayuklanishi - izolyatsiyaning tez eskirishiga olib keladigan

yuklanish. Agar yuklanish ayni transformatorning nominal quvvatidan katta bo'lsa yoki atrof-muhit harorati qabul qilingan hisobiy haroratdan $+20^{\circ}\text{S}$ dan ortiq bo'lsa, shunday rejim hosil bo'ladi. O'tayuklanish avariya va tizimli bo'lishi mumkin.

Avariya o'tayuklanishiga avariya hollarida, masalan, parallel ishlayotgan transformator ishdan chiqqan hollarda yo'l qo'yiladi. Ruxsat etilgan yuklanish chulg'am ($+140^{\circ}\text{S}$) va moyning ($+115^{\circ}\text{S}$) ruxsat etilgan chegara haroratlari bilan aniqlanadi. Standartlarga asosan nominal tokdan katta bo'lgan qisqa muddatli avariya o'tayuklanishga (oldingi yuklanishning davomiyligi va kattaligi, sovituvchi muhit harorati va o'rnatish joyidan qat'iy nazar) quyida ko'rsatilgan chegaralarda yo'l qo'yiladi:

Moyli transformatorlar:

Tok bo'yicha o'tayuklanishi, % 30 45 60 75 100

O'tayuklanish davomiyligi, min. . 120 80 45 20 10

Quruq transformatorlar:

Tok bo'yicha o'tayuklanishi, % 20 30 40 50 60

O'tayuklanish davomiyligi, min60 45 32 18 5

Uzoq muddatli avariya o'tayuklanishi M, D, DS va S sovitish tizimli transformatorlar uchun 5 sutkadan ko'p bo'lmagan vaqt davomida 40% ga yo'l qo'yiladi, bunda agar boshlang'ich yuklama koeffitsienti k_l ning qiymati 0,93 dan oshmasa, o'tayuklanish davomiyligi bir sutkada 6 soatdan oshmasligi kerak.

$$k_l = \frac{I_{\text{эк.Н}}}{I_{\text{НОМ}}}, \quad (10)$$

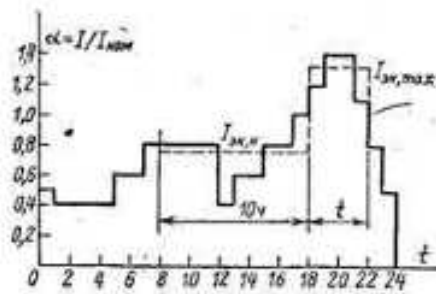
bu erda $I_{\text{ном}}$ -transformatorning nominal toki; $I_{\text{эк.Н}}$ -maksimumdan oldingi 10 soat davomidagi ekvivalent yuklanma, u quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$I_{\text{эк.Н}} = I_{\text{НОМ}} \sqrt{\frac{a_1^2 t_1 + a_2^2 t_2 + \dots + a_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}, \quad (11)$$

bu erda a_1, a_2, \dots, a_n -nominal tok ulushidagi yuklanishlar o'rtacha kattaligining turli pog'onasi; t_1, t_2, \dots, t_n -bu yuklanishlarning davomiyligi, soat.

Bunday o'tayuklanishlanish chulg'amlarining juda qizishiga olib kelishi mumkin, shu sababli transformatorni sovitishni kuchaytirish uchun tegishli tadbirlar ko'rish (bakiga suv quyib turish, zaxira sovitgichlar, puflash, havo haydash ventilyatorlari va h.k. larni ishga tushirish) talab etiladi.

Transformatorlarning tizimli o'tayuklanishlanishi ularning sutka davomida notekis yuklanishidan kelib chiqadi. 8.5-rasmda sutkali yuklanish grafigi keltirilgan bo'lib, undan ko'rinishicha transformator tungi, ertalabki va kunduzgi soatlarda etarli yuklanishlanmagan, kechkurung'i maksimum vaqtida (18 dan to 22 soatgacha) o'tayuklanishlangan bo'ladi. Yuklanish yetarli bo'lmasa, izolyatsiyaning eskirishi kam bo'lib, o'ta yuklanishdan ancha ortadi. Ruxsat etiladigan tizimli yuklanish chulg'amning eng qizigan nuqtasining harorati $+98^{\circ}\text{S}$ dan oshmagandagi maksimal yuklanish va undan oldingi to'liqsiz yuklanish vaqtida izolyatsiyaning eskirishi transformatorning o'zgarmas nominal yuklanishda ishlayotgan eskirishi bilan bir xil degan shartdan aniqlanadi.



8.5 – rasm. Transformator yuklanishinig sutkali grafigi bo'yicha ikki po'lonali grafiki tuzish.

Ruxsat etiladigan yuklanish koefitsienti quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$k_2 = \frac{I_{\text{ek.max}}}{I_{\text{nom}}} \quad (12)$$

bu erda $I_{\text{ek.max}}$ -yuklanishning ekvivalent maksimumi bo'lib, $I > I_{\text{nom}}$ bo'lgandagi maksimum yuklanish davri uchun (11) bo'yicha aniqlanadi.

Ruxsat etiladigan tizimli o'tayuklanish boshlang'ich yuklanish k_1 , o'tayuklanish davomiyligi t , sovitish tizimi, transformator quvvati va atrof-muhit haroratiga bog'liq bo'ladi.

Sanab o'tilgan hamma faktorlarni hisobga olib, yuklanish qobiliyati grafiklari tuzilgan, ulardan ruxsat etilgan tizimli o'tayuklanishni aniqlash mumkin.

Yuklanishning sutkali o'zgarishi hisobiga yuz beradigan yuqorida aytilgan tizimli o'tayuklanishdan tashqari, yuklanishning mavsumiy o'zgarishi hisobiga o'tayuklanishga ruxsat etiladi; agar yozdagi yuklanish tipaviy grafigining maksimumi transformatorning nominal quvvatidan kichik bo'lsa, u holda yozda to'la yuklanmaganlikning har bir foizi hisobiga qish oylarida qo'shimcha 1% ga o'tayuklanishlashga ruxsat etiladi, lekin bu 15% dan oshmasligi kerak.

Umumiy yuklanish nominalning 150% idan oshmasligi lozim. Transformatorning majburiy sovitish tizimi ishlaymay qolsa, yuklanish pasaytirilishi lozim.

Sinov savollari

1. Transformatorning asosiy parametrlari aytib bering?
2. Transformatorning nominal quvvati qaysi kuvvati aytiladi?
3. Transformatorning nominal kuchlanishi va nominal toki xaqida tushuntirib bering.
4. Qisqa tutashuv kuchlanish bu qaysi kuchlanish?
5. Salt yurish toki qaysi isroflarni xarakterlaydi?
6. Transformatorlarning yuklanish qobiliyati deganda nimani tushinasiz?
7. Transformatorning ruxsat etilgan yuklanishi deb qaysi kuvvat aytiladi?
8. Transformatorning o'tayuklanishi bu qaysi yuklanish?
9. Uzoq muddatli avariya o'tayuklanishi bilan transformatorning kancha mudat yuklash mumkin?

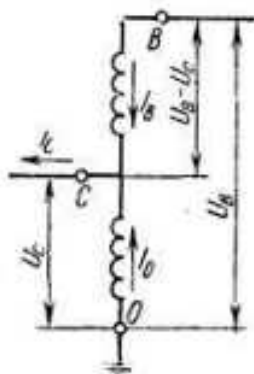
9-Ma'ruza Avtotransformatorlar

Reja:

1. Avtotransformatorlarni tuzilishi, ulanish sxemasi.
2. Avtotransformatorlarni ish rejimlari.
3. Avtotransformatorlarning afzallik va kamchiliklari.
4. Avtotransformatorlarni tanlash.

Keyingi o'n yillar ichida davlatimizda va chet davlatlarda katta quvvatli avtotransformatorlardan keng foydalanilmoqda. Bu ularning transformatorlarga qaraganda qator afzalliklarga ega bo'lishi bilan tushuntiriladi.

Bir fazali avtotransformator ikkita elektr bog‘lantan chulg‘am OV va OS ga ega (9.1-rasm). Tutqichlar V va S orasida joylashgan chulg‘amning qismi ketma-ket, S va O orasidagisi esa umumiy deb yuritiladi.



9.1 – rasm. Bir fazali avtotransformator shxemasi

Avtotransformator kuchlanishni pasaytirish rejimida ishlaganda ketma-ket chulg‘amdan tok I_v o‘tib magnet oqim hosil qiladi va bu oqim umumiy chulg‘amda I_o tokni vujudga keltiradi. Ikkilamchi chulg‘am yuklanishning toki I_c , chulg‘amning galvanik (elektr) bog‘lanishi sababli o‘tuvchi I_v tok bilan shu chulg‘amlarning magnet bog‘lanishidan hosil bo‘lgan I_o toklar yig‘indisiga teng:

$$I_c = I_v + I_o \text{ bundan } I_o = I_c - I_v \quad (9.1)$$

Avtotransformatorning nominal quvvati sifatida o‘zaro avtotransformatorli bog‘lanishga ega bo‘lgan tomonlardan birining nominal quvvati (o‘tuvchi quvvat – «proxodnaya moshnost») qabul qilinadi.

Avtotransformatorning birlamchi tarmog‘idan ikkilamchisiga uzataladigan to‘la quvvat o‘tuvchi quvvat deb yuritiladi. Agar avtotransformatorning chulg‘amlari qarshiligidagi yo‘qotishni hisobga olmasak, u holda quyidagini yozish mumkin:

$$S = U_B I_B = U_C I_C. \quad (9.2)$$

Ifodaning o‘ng tomonini o‘zgartirib

$$S = U_B I_B = [(U_B - U_C) + U_C] I_B = (U_B - U_C) I_B + U_C I_B \quad (9.3)$$

tenglikii hosil qilamiz. Bunda $(U_B - U_C) I_B = S_T$ - birlamchi chulg‘amdan ikkilamchisiga magnet yo‘li bilan o‘tayotgan transformator quvvati; $U_C I_B = S_{\text{g}}$ - transformatsiyasiz, galvanik bog‘lanish hisobiga birlamchi chulg‘amdan ikkilamchi chulg‘amga o‘tayotgan elektr quvvat.

Bu quvvat umumiy chulg‘amni yuqlanishlamaydi, chunki I_B tok OS chulg‘amini chetlab ketma-ket chulg‘amdan chiqish joyi S ga o‘tadi.

Nominal rejimdagi o‘tuvchi quvvat avtotransformatorning nominal quvvati $S = S_{nom}$ bo‘ladi, transformator quvvati esa - tipaviy quvvat deb yuritiladi:

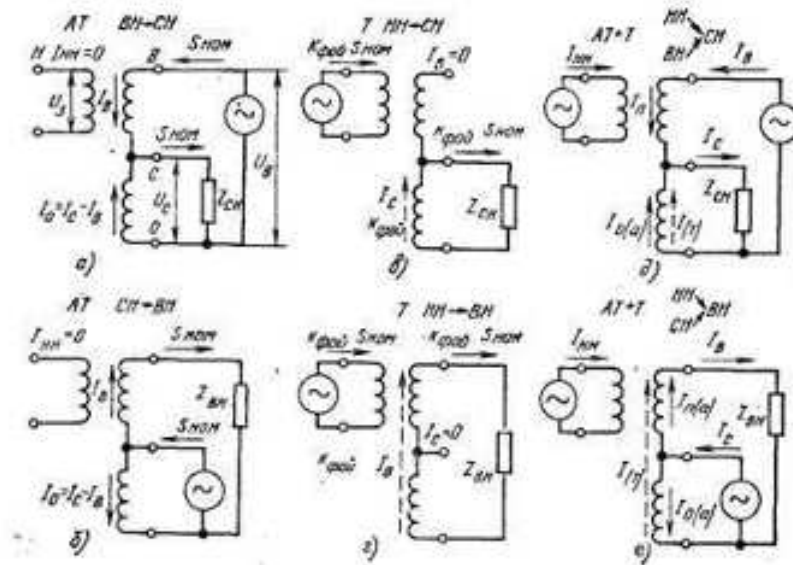
$$S_T = S_{mun} \quad (9.4)$$

Magnet o‘tkazgichning o‘lchamlari, demak uning og‘irligi nominal quvvatning bir qismini tashkil etuvchi transformator (tipaviy) quvvati orqali aniqlanadi:

$$\frac{S_{TIII}}{S_{HOM}} = \frac{(U_B - U_C) I_B}{U_B I_B} = \frac{U_B - U_C}{U_B} = 1 - \frac{1}{n_{BC}} = k_{\phi o\ddot{u}} \quad (9.5)$$

bunda $n_{BC} = U_B / U_C$ - transformatsiya koeffitsienti; k_{foy} - foydalilik yoki tipaviy quvvat koeffitsienti.

(9.5) ifodadan ko‘rinadiki, U_B kattalik U_C ga qancha yaqin bo‘lsa, k_{foy} shuncha kichik va tipaviy quvvat nominalning kam qismini tashkil etadi. Bundan, avtotransformatorning o‘lchamlari, og‘irligi, aktiv materiallarni sarflash, nominal quvvati bir xil bo‘lgan transformatorga nisbatan kamayadi degan xulosa kelib chiqadi.



9.2 - rasm. Avtotransformatolar chulg‘amlaridagi toklarnint turli rejimlarda taqsimlanishi: a,b-avtotraisformator rejimlar; v,g-transformator rejimlar; b,e-kombinatsiyalashgan rejimlar.

9.2- rasmdagi sxemada ko‘rinadiki, ketma-ket chulg‘am quvvati:

$$S_{KK} = (U_B - U_C)I_B = S_{TIII};$$

umumiy chulg‘am quvvati:

$$S_{ym} = U_C I_o - U_C (I_C - I_B) = U_C I_C \left(1 - \frac{1}{n_{BC}}\right) = S_{nom} k_{fo\ddot{u}} = S_{TIII};$$

Shunday qilib, yana shuni qayd qilish mumkinki, avtotransformatorning chulg‘ami va magnit-o‘tkazgichi, ayrim hollarda hisobiy quvvat deb yuritiluvchi tipaviy quvvatga hisoblanadi. V va S qisqichlarga qanday quvvat keltirilishiga qaramay, ketma-ket va umumiy chulg‘amni S_{TIII} dan ortiq yuklash mumkin emas. Bu xulosa, avtotransformatorning kombinatsiyalangan ish rejimlarini ko‘rishda ayniqsa muhimdir. Bunday rejimlar avtotransformatorning chulg‘amlari bilan faqat magnit orqali bog‘langan uchinchi chulg‘am mavjud bo‘lgandagina kelib chiqadi.

Avtotransformatorning uchinchi chulg‘ami (PK chulg‘ami) yuklamani ta‘minlash, aktiv yoki reaktiv quvvat manbalari (generatorlar va sinxron kompensatorlar) ni ulash, ayrim hollarda esa faqat uchinchi garmonik toklarni kompensatsiyalash uchun qo‘llaniladi. PK chulg‘aming nominal quvvati avtotransformatorning pasport ma‘lumotlarida ko‘rsatiladi.

YUK, o‘K va PK chulg‘amlari bo‘lgan uch chulg‘amli avtotransformatolarning ish rejimini ko‘rib chikamiz (9.2-rasm).

Avtotransformatoli rejimlarda (9.2-rasm, a,b) nominal quvvat S_{nom} YUK chulg‘amdan O‘K chulg‘amga uzatilishi va aksincha bo‘lishi mumkin. Ikkala rejimda umumiy chulg‘amda toklar farq $I_C - I_B = k_{fo\ddot{u}} I_C$ o‘tadi, shuning uchun ketma-ket va umumiy chulg‘amlar tipaviy quvvat bilan yuklangan bo‘ladi, bu esa ruxsat etiladi.

Transformatorli rejimlarda (9.2-rasm v,g) quvvatni PK chulg‘amdan O‘K chulg‘amiga yoki YUK ga uzatish mumkin. PK chulg‘amini S_{TIII} , dan ortiq yuklash mumkin emas. Rejim PK-YUK yoki PK-O‘K ning ruxsat etilish sharti:

$$S_{HH} \leq S_{TIII} = k_{\phi o\ddot{u}} S_{TIII}. \quad (15)$$

Agar PK dan O‘K ga transformatsiyalanadigan bo‘lsa, unda umumiy chulg‘am shu quvvat bilan yuklangan va ketma-ket chulg‘am yuklanmagan bo‘lsa ham YUK dan O‘K ga qo‘shimcha quvvat uzatilishi mumkin bo‘lmaydi. Transformatorli rejimda (9.2- rasm, g) S_{TIII} quvvatni PK chulg‘amdan YUK ga uzatishda umumiy va ketma-ket chulg‘amlar to‘la yuklanmaydi:

$$I_o = I_n = \frac{k_{\phi o\ddot{u}} S_{HOM}}{U_B} = k_{\phi o\ddot{u}} I_B,$$

shuning uchun O‘K chulg‘amidan YUK ga qo‘shimcha ma‘lum miqdordagi quvvatni uzatish mumkin (9.2-rasm, e ga berilgan tushuntirishni qarang).

Kombinatsiyalashgan rejimda quvvatni avtotransformatorli yo‘l bilan YUK→O‘K avatransformatorli yo‘l PK→O‘K bilan uzatilgan (9.2-rasm, d) ketma-ket chulg‘amdagi tok

$$I_{KK} = I_B = \frac{\sqrt{P_B^2 + Q_B^2}}{U_B},$$

bunda R_V, Q_B – YUK dan o‘K ga uzatiladigan aktiv va reaktiv quvvatlar.

Ketma-ket chulg‘am yuklanishi:

$$S_{KK} = (U_B - U_C) I_{KK} = \frac{\sqrt{P_B^2 + Q_B^2}}{U_B} (U_B - U_C) = k_{\phi o\ddot{u}} S_B$$

Bundan shu narsa ko‘rinadiki, nominal quvvat $S_B = S_{NOM}$ ni uzatganda ham ketma-ket chulg‘am o‘tayuklanmaydi. Umumiy chulg‘amdagi toklar avtotransformatorli va transformatorli rejimlarda bir tomonga yo‘nalgan:

$$I_B = I_{o(a)} + I_{(T)}.$$

Umumiy chulg‘am yuklamasi

$$S_{ym} = U_C (I_{o(a)} + I_{(T)}).$$

Toklar miqdorini o‘rniga qo‘yib va tegishli o‘zgartirishlardan so‘ng quyidagi natijani olamiz:

$$S_{ym} = \sqrt{(k_{\phi o\ddot{u}} P_B + P_{HH})^2 + (k_{\phi o\ddot{u}} Q_B + Q_{HH})^2}, \quad (16)$$

bunda R_{NN}, Q_{NN} - PK chulg‘amdan O‘K chulg‘amga uzatilayotgan aktiv va reaktiv quvvatlar.

SHunday qilib, PK→O‘K, YUK→O‘K kombinatsiyalangan rejim umumiy chulg‘am yuklamasi bilan chegaralanadi va quyidagi shartda ruxsat etiladi:

$$S_{ym} \leq S_{TIII} = k_{\phi o\ddot{u}} S_{HOM} \quad (17)$$

Quvvatni PK va O‘K chulg‘amlardan YUK chulg‘amga uzatuvchi kombinatsiyalashgan rejimda toklarning taqsimlanishi 9.2-rasm, e da ko‘rsatilgan. Umumiy chulg‘amda avtotransformatorli rejimdagi tok yo‘nalishi transformatorli rejim tokining yo‘nalishiga qarama-qarshi, shuning uchun chulg‘amning yuklamasi ruxsat etilgandan ancha kichik va nihoyat nolga teng bo‘lishi mumkin. Ketma-ket chulg‘amdagi toklar o‘zaro qo‘shiladi va natijada uni o‘tayuklanishi mumkin. Bu rejim ketma-ket chulg‘amni yuklanishlash bilan chegaralanadi:

$$S_{KK} = k_{\phi o\ddot{u}} \sqrt{(P_C + P_{HH})^2 + (Q_C + Q_{HH})^2} \quad (18)$$

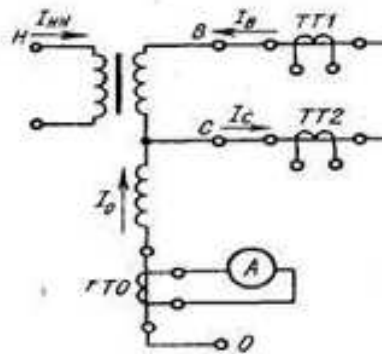
bunda P_C, Q_C - o‘K tomonidagi aktiv va reaktiv quvvatlar; P_{HH}, Q_{HH} - PK tomonidagi aktiv va reaktiv quvvatlar.

Agar quyidagi shart bajarilsa kombinatsiyalangan rejim PK→YUK, o‘K→YUK ga yo‘l qo‘yiladi:

$$S_{KK} \leq S_{TIII} = k_{\phi o'i} S_{HOM} \quad (19)$$

Boshqa kombinatsiyalashgan rejim ham bo‘lishi mumkin, ya’ni O‘K chulg‘amdan PK va YUK chulg‘amlarga quvvat uzatilishi yoki YUK chulg‘amdan O‘K va PK chulg‘amlarga quvvat uzatib pasaytiruvchi rejimda ishlashi mumkin.

Hamma hollarda ham avtotransformator chulg‘amlarining yuklanishini nazorat qilib turish kerak. $I_{KK} = I_B$ bo‘lganligi uchun ketma-ket chulg‘am tokini tok transformatori *TT1* orqali nazorat qilish mumkin (9.3-rasm). o‘K chulg‘am chiqishlaridagi tokni tok transformatori *TT2* nazorat qiladi, umumiy chulg‘amdagi tok esa shu chulg‘amga o‘rnatilgan tok transformatori *TT0* orqali bevosita nazorat etilishi mumkin. Umumiy chulg‘amning ruxsat etilgan yuklanishi avtotransformatorning pasport ma’lumotlarida ko‘rsatiladi.



9.3 – rasm. Avtotransformatorlar yuklanishini nazorat qilish uchun transformatorning ulanish sxemasi.

Bir fazali avtotransformatorlar uchun qilingan xulosalar [(14)-(18) formulalar] sxemasi Avtotransformator tuzilishining xususiyatlariga YUK va O‘K chulg‘amlar uchun umumiy bo‘lgan neytralni erga mustahkam tutashirish lozimligini kiritish mumkin. Buni quyidagicha tushuntiriladi. Agar neytrali erga samarali ulangan tizimga neytrali erga ulanmagan pasaytiruvchi avtotransformator ulansa, u holda O‘K tarmoqdagi fazalardan biri erga tutashganda, shu fazaning ketma-ket chulg‘amidagi kuchlanish - $(U_B - U_C) / \sqrt{3}$ o‘rniga to‘liq kuchlanish $U_B / \sqrt{3}$ bo‘ladi va O‘K chulg‘am chiqishlaridagi kuchlanish taxminan U_B gacha ortib, shikastlanmagan fazalar chulg‘amidagi kuchlanish keskin ortadi. Xuddi shu holat neytrali erga samarali ulangan tizimga neytrali erga ulanmagan kuchaytiruvchi avtotransformator ulanganda ham kuzatiladi.

Bu kabi o‘takuchlanishlarga yo‘l qo‘yish mumkin bo‘lmagani uchun avtotransformatorlarning hamma neytrallari erga mustahkam ulanadi. Bunday holatda YUK yoki O‘K tomonlar erga tutashganda xavfli o‘takuchlanish bo‘lmaydi, biroq YUK va O‘K tizimlarda bir fazali qisqa tutashuv toki ortadi.

YUqoridagi mulohazalarga yakun yasab, shuni aytish mumkinki, avtotransformatorlarning shu quvvatdagi transformatorlarga nisbatan *afzalligi* quyidagilar:

materiallar kam sarflanadi (mis, po‘lat, izolyatsiya materiallari);

og‘irligi va o‘lchamlari kichik bo‘lganligi uchun transformatorlarga nisbatan katta nominal quvvatli avtotransformatorlar yaratish imkonini beradi;

yo‘qotgichlar kam bo‘lib, FIK katta;

sovitish sharoitlari ancha engil.

Avtotransformatorlarning kamchiliklari: neytralini erga mustahkam ulash zaruriyati bir fazali qisqa tutashuv tokining ortishiga olib keladi; kuchlanishni boshqarish jarayoni murakkab;

YUK va o'K chulg'amlarning elektrik bog'lanishi sababli o'takuchlanishlarning atmosfera orqali o'tish xavfi tug'iladi.

Sinov savollari

1. Transformatorlarning transformatsiyalanish koeffitsientini o'zgartirish kandy bajariladi?
2. PBV qurilmasini ishlash prinsipini aytib bering.
3. RPN qurilmasini ishlash prinsipini aytib bering.
4. Avtotransformatorlarda kuchlanishni rostlash xususiyatlari nimadan iborat?

10-Ma'ruza Transformatorlarning kuchlanishini rostlash

Reja:

1. Shaxobchalarni uyg'otmasdan qayta ulash (PBV).
2. Yuklama ostida ulash.
3. Avtotransformatorlarda kuchlanishni rostlash.
4. Avtotransformatorlarni tanlash.

Iste'molchilarning normal ishlashi uchun nimstansiya shinalaridagi kuchlanishni ma'lum darajada ushlab turish kerak. Elektr tarmoqlarida kuchlanishni rostlashning qator usullari qo'llaniladi, shulardan biri transformatorlarning transformatsiyalanish koeffitsientini o'zgartirishdir. Ma'lumki, transformatsiyalanish koeffitsienti birlamchi kuchlanishning ikkilamchisiga nisbati bilan aniqlanadi, yoki

$$n = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

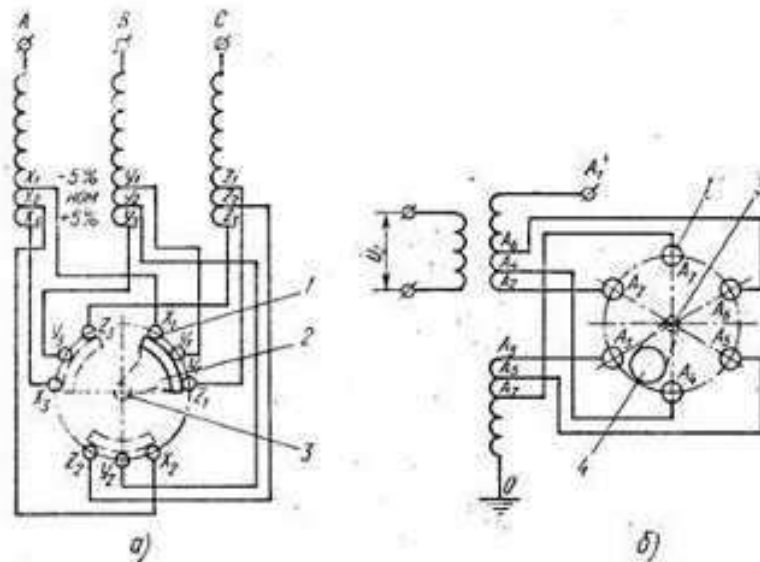
bunda ω_1 va ω_2 -birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning mos holda o'ramlar soni.

Bundan $U_2 = U_1 \omega_2 / \omega_1$.

Transformatorlarning chulg'amlari qo'shimcha shoxobchalar bilan ta'minlanadi. Ularni qayta ulash bilan transformatsiyalanish koeffitsientini o'zgartirish mumkin. SHoxobchalarni uyg'otmasdan (PBV) ularni qayta ulash, ya'ni transformatorning hamma chulg'amlarini tarmoqdan uzgandan so'ng yoki yuklama ostida (RPN) ulash mumkin.

PBV qurilmasi transformatsiyalanish koeffitsientini 5% oralig'ida o'zgartirish imkoniyatini beradi. Buning uchun asosiy chiqqichdan tashqari yuqori kuchlanish chulg'amidan ikkita qo'shimcha shoxobcha qilinadi, ya'ni +5% va -5% (10.1-rasm, a).

Agarda transformator asosiy chiqqich 0 da ishlagan bo'lsa va ikkilamchi tomondagi kuchlanish U_2 oshirish lozim bo'lsa, transformatorni o'chirib -5% li shoxobchaga qayta ulanadi, natijada ω_1 o'ramlar soni kamayadi.



10.1 – rasm. PVV kuchlanishini rostlash sxemasi:

- a - uch fazali kayta ulagichning uch holatiga chulg'aming nol nuqatasi tomonidan +5% li tarmoqlash;
 - b-bir fazali kayta ulagichning besh holatiga (A faza) chulg'aming o'rtasidan 2h 2,5% li tarmoqlash:
- 1-qo'zgalmas kontakt; 2-kontaktli segment; Z-pereklyuchatel vali; 4-kontakt halqalar.

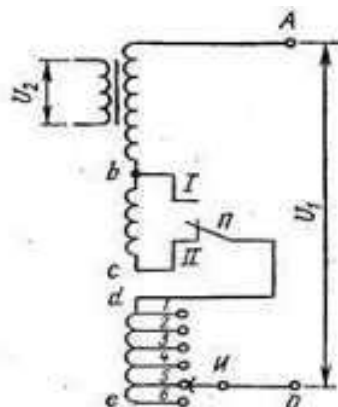
O'rta va katta quvvatli transformatorlarda, har qaysi faza uchun alohida o'rnatilgan baraban ko'rinishdagi maxsus kayta ulagichlar yordamida qayta ulanadigan to'rtta $\pm 2,5\%$ li shoxobchalar ko'zda tutilgan bo'ladi (10.1-rasm, b). Kayta ulagich yuritmasining tutqichi transformatorning qopkog'i ustiga chiqarilgan.

Rolik bilan kayta ulagichning kontaktlari A_4 va A_5 tutashtirilganda transformatorning transformatsiyalanish koeffitsienti nominal miqdorga teng bo'ladi.

A_3-A_4 va A_2-A_3 holatlar transformatsiyalanish koeffitsientining 2,5 va 5% ga oshgan, A_5-A_6 va A_6-A_7 holatlar esa 2,5 va 5% ga kamaygan miqdoriga to'g'ri keladi.

PBV qurilmasi kuchlanishni sutka davomida etarlicha rostlashga imkon bermaydi, chunki bunda transformatorni qayta ulash uchun uni tez-tez uzishga to'g'ri kelardi, bu asa ekspluatatsiya sharoitlariga to'g'ri kelmaydi. Odatda, PBV faqat mavsumiy kuchlanishni rostlashda ishlatiladi. Yuklanish ostida rostlash (RPN) transformator chulg'aming shoxobchasini zanjirni uzmay qayta ulash imkonini beradi. RPN qurilmasi transformatorning quvvati va kuchlanishiga qarab kuchlanishni turli oraliqda rostlashni ko'zda tutadi (har bir pog'onasi 1,5% dan bo'lgan $\pm 10\%$ dan to $\pm 16\%$ gacha) [2 -10].

Pog'onani boshqarish VN tomonda olib boriladi, chunki bu hol tokning miqdori kichik bo'lgani sababli qayta ulash qurilmasini soddalashtiradi. Boshqarish diapazonining shoxobchalar sonini ko'paytirmasdan turib uni kengaytirish uchun dag'al va aniq boshqarish pog'onalari qo'llaniladi (10.2-rasm). Agar kayta ulagich P II holatda tursa, saqlagich I esa shoxobcha 6 da bo'lsa, eng katta transformatsiyalanish koeffitsienti hosil bo'ladi. Qayta ulagich 1 holatda, saqlagich esa shoxobcha 1 da bo'lsa eng kichik transformatsiyalanish koeffitsienti olinadi.



10.2 –rasm. Transformatorlarning RPN qurilmasi:

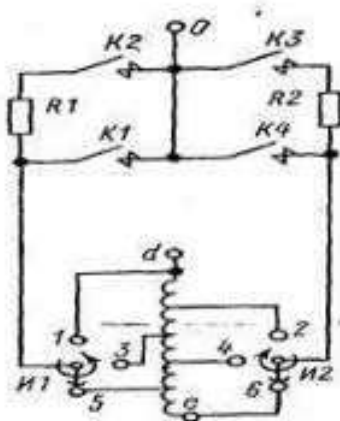
a-rostlash pog'onalarining ulanish sxemasi; A-asosiy chulg'am; vs-dag'al rostlash pog'onasi; de-tekis rostlash pog'onalari; P-qayta ulagich; I-saqlagich.

Boshqariluvchi chulg'amning bir shoxobchasidan ikkinchisiga o'tishi yuklama tokini uzmay va shu chulg'am o'ramlarining qisqa tutashtirmay amalga oshiriladi. Bunga reaktorli yoki rezistorli maxsus qayta ulash qurilmasida erishiladi. Rezistorli sxema (10.2-rasm) reaktorli sxemaga qaraganda qator afzalliklarga ega bo'lib, hozirda keng qo'llanilmoqda. 10.2-rasmda chulg'amning boshqariluvchi qismi bilan qayta ulash qurilmasi ko'rsatilgan. Kontaktorlar bilan saqlagichlarning ishlash tartibi 10.1- jadvalda ko'rsatilgan.

10.1- jadval

Jarayon №	Kontakt va saqlagichlar vaziyati					
	K ₁	K ₂	I ₁	K ₃	K ₄	I ₂
0	+	+	5	-	-	6
1	+	+	5	-	-	4
2	-	+	5	-	-	4
3	-	+	5	+	-	4
4	-	-	5	+	-	4
5	-	-	5	+	+	4

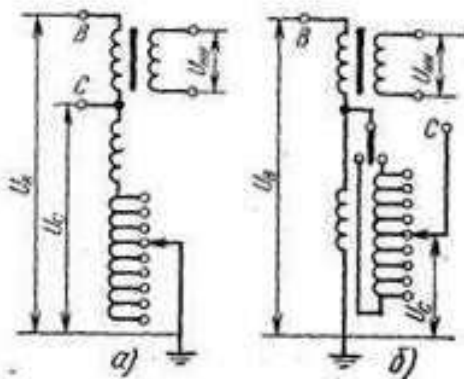
Boshlang'ich holat 0 da transformator shoxobcha 5 da ishlaydi va yuklanish toki kontaktor K₁ orqali o'tadi. Faraz qilaylik, boshqariluvchi chulg'amdagi o'ramlar sonini kamaytirish lozim bo'lsin, ya'ni shoxobcha 4 ga o'tish kerak. Bu holatda RPN elementlarining ishlash tartibi quyidagicha bo'ladi: toksizlantirilgan saqlagich I₂ holat 4 ga o'tkaziladi, so'ngra K₁ uziladi va yuklama toki qisqa vaqt ichida R₁ va K₂ orqali o'tadi; uchinchi jarayonda K₂ tutashtiriladi, bunda yuklama tokining yarmisi R₁ va K₂ orqali va qolgan qismi R₂ va K₃ orqali o'tadi, bundan tashqari, boshqariluvchi chulg'am 5-4 ning o'ramlari R₁ va R₂ orqali ulanadi va ular orqali miqdor jihatidan chegaralangan sirkulyasiyalanuvchi tok o'tadi; keyingi jarayonlarda K₂ ajratiladi va K₄ ulanadi, bunda yuklama toki boshqariluvchi chulg'am orqali shoxobcha 4, saqlagich I₂, kontaktorlar K₄ dan chiqqich O ga o'tadi.



10.3 – rasm. Tok chegaralovchi qarshilikka ega bo‘lgan RPN qurilmasining qayta ulanish ketma-ketligi va sxemasi

Hozirgi RPN qurilmalarida tokni kommutatsiyalash uchun vakuumli yoy so‘ndiruvchi kameralar qo‘llanilmoqda. Shu sababli transformator moyi yoy so‘ndiruvchi muhit sifatida qo‘llanilmaydi va ishlash jarayonida uni almashtirishga hojat qolmaydi. Bunday qayta ulovchi RNTA 235/1000 V qurilmalar intensiv rejimda uzib-ulab ishlaydigan o‘zgartiruvchi transformatorlarda qo‘llaniladi. Tiristorli qayta ulagichlarni qo‘llash bilan RPN larni yana ham takomillashtirish mumkin. Tiristorlar yuklama toki nol orqali o‘tish momentida ishlab ketadi va ikkilamchi chulg‘amlarni kerakli tartibda ketma-ket ulaydi.

Avtotransformatorlarda kuchlanishni rostdash ayrim xususiyatlarga ega. Agar shoxobcha umumiy chulg‘amdagi neytral nuqta tomonida qilinsa (10.4-rasm, a), bu hol qayta ulovchi qurilmaning izolyatsiyasini osonlashtirishga va uni kichik tokga hisoblashga imkon beradi, chunki avtotransformatorning umumiy chulg‘amidan toklarning farqi o‘tadi. Bunday rostdash bog‘langan deb yuritiladi, chunki shoxobchalarni qayta ulaganda bir vaktida VN va SN chulg‘amlarining o‘ramlar soni o‘zgartiriladi. Bu hol o‘zakdagi induksiyaning kesim o‘zgarishiga va NN chulg‘amdagi kuchlanishning tebranishiga olib keladi.



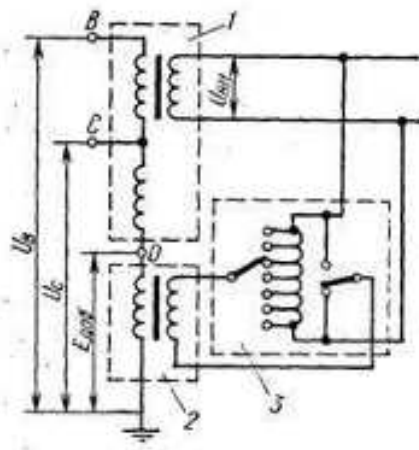
10.4 – rasm. Avtotransformatorlarda kuchlanishni boshqarish sxemasi (bitta faza ko‘rsatilgan): a- neytraldagi tarmoqlanish (reverssiz); b - SN chulg‘amning chiziqli uchidagi tarmoqlanish (reversli).

Avtotransformatorlarda mustaqil rostdashni o‘rtacha kuchlanishli chiziqli uchidagi rostdash chulg‘ami yordamida amalga oshirish mumkin (10.4-rasm, b). Bunday holatda qayta ulash qurilmasi to‘liq nominal tokka, uning izolyatsiyasi esa o‘rta chulg‘amning to‘liq kuchlanishiga hisoblangan bo‘lishi lozim.

Izolyatsiyali 110 va 220 kV sinfdagi 2000 A gacha tokka mo‘ljallangan bunday qayta ulash qurilmalari, katta quvvatli avtotransformatorlar uchun RPN da ishlash imkonini beradi. Rostlash avtomatik boshqaruvchi elektr yuritimga ega bo‘lgan uchta bir fazali to‘g‘rilagichlar yordamida

amalga oshiriladi. Kuchli transformator va avtotransformatorlarda kuchlanishni yuklama ostida rostlash uchun ketma-ket rostlovchi transformatorlar ham qo'llaniladi (10.5-rasm). Ular avtotransformator 1 ning asosiy chulg'amiga qo'shimcha EYUK kirituvchi ketma-ket transformator 2 dan hamda shu EYUK qiymatini o'zgartiruvchi rostlovchi avtotransformator Z dan iborat.

Bunday transformatorlar yordamida faqat kuchlanish qiymatini emas (bo'ylama rostlash), balki uning fazasini ham o'zgartirish mumkin (ko'ndalang rostlash). Bunday transformatorlar qurilmalar RPN ga qaraganda ancha murakkab bo'lganligi uchun ular qimmat turadi va ularni ishlatish cheklangan.



10.5-rasm. Avtotransformator zanjiriga ketma-ket rostlash transformatorining ulanish sxemasi.

Ketma-ket rostlovchi transformatorlarning tiplaridan biri bo'lib kuchlanishni $\pm(10-15)\%$ oralig'ida rostlashni ta'minlovchi, elektr uzatuvchi liniyaga ketma-ket ulanadigan chiziqli to'g'rilagichlar hisoblanadi. LTM tipidagi chiziqli to'g'rilagichlar har xil quvvatga (400 kVA dan 125 MVA gacha) va kuchlanishga (6 dan 110 kV gacha) mo'ljallab tayyorlanadi.

Sinov savollari

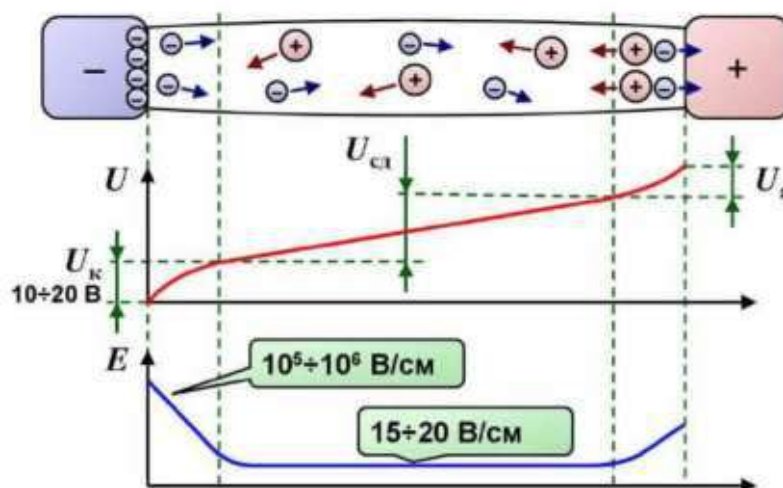
1. Transformatorlarning transformatsiya-lanish koeffitsientini o'zgartirish kandy bajariladi?
2. PBV qurilmasini ishlash prinsipini aytib bering.
3. RPN qurilmasini ishlash prinsipini aytib bering.
4. Avtotransformatorlarda kuchlanishni rostlash xususiyatlari nimadan iborat?

11-Ma'ruza: Kommutatsion apparatlar elektr yoyini so'ndirish

1. Elektr yoyning hosil bo'lish va yonish shartlari.
2. Ionizatsiya faktorlari, elektr tokni dionizatsiyalash.
3. O'zgaruvchan tokning yoyini sundirish.
4. O'zgaruvchan tokning yoyini sundirish usullari.

Kommutatsion apparatlarning konstruksiyasini ko'rib chiqishdan avval elektr yoyida hosil bo'ladigan asosiy jarayonlar bilan tanishish lozim. Yuqori kuchlanishli zanjirdagi kontaktlar ajralganda yoy ko'rinishidagi elektr razryad hosil bo'ladi. Yoy katod oldi bo'shliq, yoy ustuni va anod oldi bo'shliqlariga bo'linadi (11.1-rasm). Hamma kuchlanish shu sohalar o'rtasida taqsimlanadi U_k , $U_{s.d}$, U_a . O'zgarvas tok yoyidagi kuchlanishning katoddagi pasayishi 10-20 V bo'lib, shu uchastkaning uzunligi esa $10^{-4}-10^{-5}$ sm ni tashkil etadi. SHunday qilib, katod oldida yuqori elektr maydon kuchlanganligi kuzatiladi (105-106 V/sm). Bunday yuqori kuchlanganlikda zarbiy ionizatsiya sodir bo'ladi. Buning ma'nosi quyidagicha: katoddan elektr maydon (avtoelektron emissiya) kuchi bilan yoki katodning qizishi (termoelektron emissiya) hisobiga

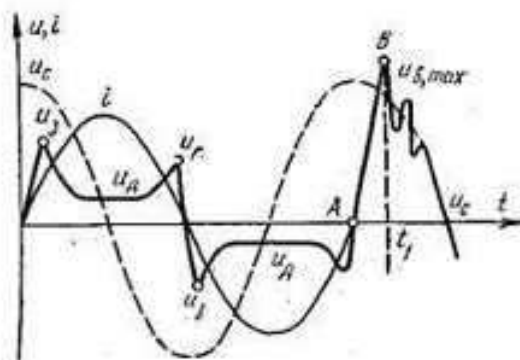
ajralgan elektronlar elektr maydonda katta tezlikda harakatlanadi va neytral atomga urilganda unga o'zining kinetik energiyasini beradi. Agar shu energiya neytral atomning qobig'idan bitta elektronni ajratishga etarli bo'lsa ionizatsiya sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan erkin elektronlar va ionlar yoy ustuni plazmasini tashkil etadi. Plazmaning o'tkazuvchanligi metallarning o'tkazuvchanligiga yaqinlashadi [$\gamma=2500 \text{ 1}/(\text{Om}\cdot\text{sm})$]. YOyning ustunidan katta tok o'tadi va yuqori harorat hosil bo'ladi. Tokning zichligi $10000 \text{ A}/\text{sm}^2$ va undan ortiq bo'lishi mumkin, harorat esa atmosfera bosimida 6000 K dan to 18000 K gacha va bosim oshganda undan ham yuqori bo'ladi.



11.1 - rasm. O'zgarmas tokning turg'un yoyidagi kuchlanishi va kuchlanganligini $E(b)$ ning taqsimlanishi

Yoy ushtunidagi yuqori haroratlar intensiv termoionizatsiyaga olib keladi, u o'z navbatida plazmaning katta o'tkazuvchanligini saqlab turadi. *Termoionizatsiya - molekula va atomlarning yuqori tezlikda harakatlanishida katta kinetik energiyaga ega bo'lgan molekula va atomlarning bir-biriga urilishidan ionlar hosil bo'lish jarayonidir.* Yoyda tok qancha katta bo'lsa, uning qarshiligi shuncha kichik bo'ladi, shu sababli yoyning yonishi uchun kichik kuchlanish etarli bo'ladi, ya'ni katta tokli yoyni so'ndirish ancha qiyin bo'ladi.

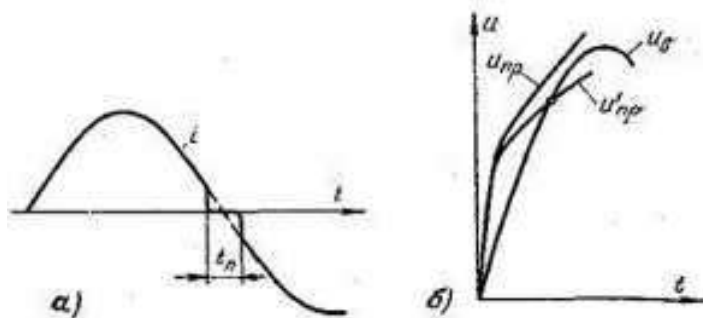
O'zgaruvchan tokda ta'minlovchi manba kuchlanishi U_s sinusoida bo'yicha o'zgaradi, shuningdek, zanjirdagi tok I ham o'zgaradi (11.2-rasm), bunda tok kuchlanishdan taxminan 90° ga orqada qoladi. o'chirgich kontaktlari orasida yonayotgan yoydagi kuchlanishi o'zgaruvchan. Kichik toklarda kuchlanish U_z miqdorgacha ko'payadi (yondirish kuchlanishi), so'ngra tokning yoyda ortib borishi bilan, termik ionizatsiyaning ortishi natijasida kuchlanish pasayadi. Tok nolga yaqinlashgan yarim davr oxirida so'ndirish kuchlanishi U_g da yoy so'nadi. Keyingi yarim davrda, agar, oraliqda deionizatsiya uchun tadbirlar ko'rilmasa shu hodisa takrorlanadi. Agar yoy u yoki bu usullar bilan so'ndirilsa, u holda o'chirgich kontaktlari orasidagi kuchlanish ta'minlovchi tarmoq kuchlanishi miqdoriga qadar tiklanishi lozim. Biroq, zanjirda induktiv, aktiv va sig'im qarshiliklar bo'lganligi uchun o'tish jarayoni hosil bo'ladi va kuchlanishning tebranishi paydo bo'ladi, bularning $u_{v,tax}$ amplitudasi normal kuchlanishdan ancha yuqori bo'ladi (11.2-rasm). O'chiruvchi apparaturalar uchun AV uchastkadagi kuchlanish qanday tezlikda tiklanishi muhim ahamiyatga ega.



11.2-rasm. Induktiv yuklamali zanjirdagi o'zgaruvchan tok yoyning so'nishida kuchlanish bilan tokning o'zgarishi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, yoy razryadi zarbiy ionizatsiya va katodning elektronlar emissiyasi hisobiga boshlanadi, yongandan so'ng esa yoy, yoy ustunida (stvolida) termoionizatsiya hisobiga davom etib turadi. O'chiruvchi apparatlarda kontaktlarni bir-biridan ajratishdan tashqari, ular orasida hosil bo'lgan eyni so'ndirish ham zarur.

O'zgaruvchan tok zanjirlarida yoyidagi tok har bir davr yarmida noldan o'tadi (11.2-rasm.), shu vaktlarda yoy o'z-o'zidan o'chadi, lekin davrning keyingi yarmida yana hosil bo'lishi mumkin. Ossiogrammalarining ko'rsatishicha, yoydagi tok noldan tabiiy holda o'tishidan ancha oldin nolga yaqin bo'ladi (11.3-rasm, a). Bunga sabab shuki, yoyga kelayotgan energiya tok kamayishi bilan kamayadi, demak yoy harorati ham kamayadi va termoionizatsiya tugaydi. Toksiz; pauza davomligi t_p katta emas (o'ndan to bir necha yuz mikrosekundlargacha), lekin yoyni so'nishida katta ahamiyat o'ynaydi. Agar kontaktlar toksiz pauzada ajratilsa va ular etarlicha tezlikda elektr teshish sodir bo'lmaydigan shunday oraliqqa uzoqlashtirilsa, shundagina zanjir juda tez o'chiriladi. Toksiz pauza vaqtida ionizatsiya intensivligi keskin pasayadi, chunki termoionizatsiya sodir bo'lmaydi. Kommutatsion ap-paratlarda, bundan tashqari, yoy oraliq'ini sovitish va za-ryadlangan zarrachalar sonini kamaytirishga qaratilgan sun'iy tadbirlar qo'l-laniladi. Deionizatsiyaning bu jarayonlari oraliqning elektr mustahkamligi u_{pr} ning asta-sekin ortishiga olib keladi (11.3-rasm, b).



11.3 - rasm. O'zgaruvchan tok yoyning so'nish shartlari: a-tok noldan tabiiy o'tgandagi yoyning so'nishi; b-tok noldan tabiiy o'tgandagi yoy oraliq'i elektr mustaxkamligining ortishi.

Tok nol orqali o'tgandan so'ng oraliqning elektr mustahkamligining keskin ortishi, asosan, katod oldidagi bo'shliq (150-250 V li o'zgaruvchan tok zanjirida) mustahkamligining ortishi hisobiga bo'ladi. Bir vaqtning o'zida tiklanuvchi kuchlanish u_v ortadi. Agar istalgan daqtda $u_{pr} > u_v$ oraliqdan zarrachalar o'tmasa, tok noldan o'tgandan so'ng ham yoy qayta yonmaydi. Agar qandaydir vaktida $u_{pr} = u_v$ bo'lsa, oraliqda yoyning qayta yonishi sodir bo'ladi.

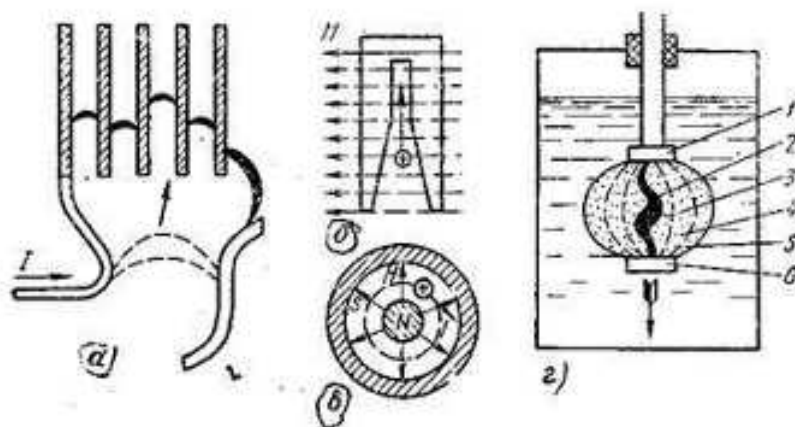
SHunday qilib, yoyni so'ndirish uchun kontaktlar orasidagi bo'shliqning elektr mustahkamligi u_{pr} ular orasidagi kuchlanish i_v dan katta bo'ladigan sharoitlar yaratish lozim.

1000 V gacha bo'lgan o'chiruvchi apparatlarda yoyni so'ndirishning quyidagi usullari keng qo'llaniladi:

Kontaktlarni tez ajratib yoyni uzaytirish: yoy qancha uzun bo'lsa, uning yonib turishi uchun shuncha katta kuchlanish kerak bo'ladi. Agar manba kuchlanishi kichik bo'lsa, u holda yoy so'nadi. Uzun yoyni qator qisqa yoylarga bo'lish (11.4-rasm, a), 11.1-rasmda ko'rsatilganidek, yoydagi kuchlanish katod U_k va anod U_a kuchlanishlarining pasayishi hamda yoy ustuni kuchlanishi $U_{s,d}$ yig'indisidan iborat:

$$U_d = U_k + U_a + U_{s,d} = U_e + U_{s,d}$$

Agar kontaktlarni ajratishda hosil bo'lgan uzun yoyni, metall plastinkalardan tayyor-langani yoy so'ndiruvchi panjara orasiga tor-tilsa, bunda u p ta qisqa yoylarga bo'linadi. Har bir qisqa yoy - o'zining anod va katod kuchlanish pasayishi U_e ga ega bo'ladi. Agar $U < pU_e$ bo'lsa yoy so'nadi, bunda U - tarmoq kuchlanishi: U_e - anod va katod kuchlanishlar pasayishi-ning yig'indisi (o'zgarmas tok yoyida 20-25 V).



11.4 - rasm. Yoyni so'ndirish usullari: a - uzun qisqa yoylarga bo'lish; b - yoy so'ndiruvchi kameraning tor tirqishiga yoyni tortish; v - magnit maydonda yoyni aylantirish; g - yoyni moyda so'ndirish; 1 - qo'zg'almas kontakt; 2 - yoy ustuni; 3 - vodorod qobiq; 4 - gaz zonasi; 5 - moy bug'lari zonasi; 6 - qo'zg'aluvchi kontakt.

O'zgaruvchan tok yoyni ham p ta qisqa yoylarga bo'lish mumkin. Tokning nol orqali o'tish vaktida katod oldi bo'shlig'i shu onda 150-250 V li elektr mustahkamlikka ega bo'ladi. Agar $U < (150...250)p$ bo'lsa yoy so'nadi.

Tirqishlarda yoyni so'ndirish. Agar yoy, yoyga chidamli materialdan hosil qilingan tirqishda yonsa, u holda sovuq yuzalarga tegishi sababli intensiv ravishda sovishi va atrof-muhitga zaryadlangan zarrachalarning diffuziyalanishi sodir bo'ladi. Bu deionizatsiyaning tezlashishiga va yoyni so'nishiga olib keladi.

Magnit maydonda yoyni harakati. Elektr yoyni tokli o'tkazgich sifatida qaralishi mumkin. Agar yoy magnit maydonda bo'lsa, u holda unga chap qo'l qoidasi bo'yicha aniqlanadigan kuch ta'sir etadi. Agar yoy o'qiga perpendikulyar yo'nalgan magnit maydon hosil qilinsa, u holda yoy ilgarilama harakat oladi va yoy so'ndiruvchi kameraning tirqishi ichiga tortiladi (11.4-rasm, b).

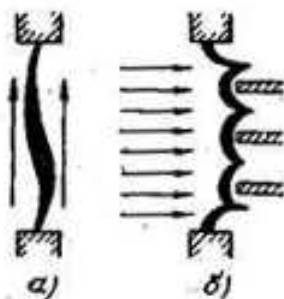
Radial magnit maydonda yoy aylanma harakat oladi (11.4-rasm, v). Magnit maydon o'zgarmas magnitlar bilan, maxsus g'altaklar yoki tok o'tkazuvchi qismning o'z konturi bilan hosil qilinishi mumkin. Yoyni tez aylantirish va harakatlantirish uning sovishiga va deionizatsiyalanishiga yordam beradi. Yoyni so'ndirishning oxirgi ikki usuli (tirqishlarda va magnit maydonda), shuningdek, kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan o'chiruvchi apparatlarda ham qo'llaniladi.

Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan apparatlarda yoyni so'ndirishning asosiy usullari.

YOyni moyda so'ndirish. Agar o'chiruvchi apparatning kontaktlari moyga joylashtirilsa, u holda ajrash paytida hosil bo'ladigan yoy jadal sur'atda gaz hosil bo'lishi bilan yog'ni bug'lanishiga olib keladi (11.4 - rasm, g). YOy atrofida, asosan vodoroddan (70-80%) tashkil topgan gaz pufagi hosil bo'ladi; moyning tez parchalanishi pufakdagi bosimning ortishiga olib keladi, bu esa moyning yaxshi sovishiga va deionizatsiyalanishiga yordam beradi.) Vodorod yuqori yoy so'ndirish xossalari ega; yoy ustuniga bevosita tegib, vodorod yoyning deionizatsiyalanishiga yordam beradi. Gaz pufagi ichida gaz va moy bug'larining uzluksiz harakati sodir bo'ladi.

YOyni moyda so'ndirish o'chirgichlarda keng qo'llaniladi.

Gaz-havo puflash. Agar gazlar harakati— puflash ma'lum yo'nalishda hosil qilinsa, yoyning sovishi yaxshilanadi. Yoy bo'ylamasiga yoki unga ko'ndalang yo'nalishda puflansa (11.5-rasm), bu hol yoyning ustuniga gaz zarrachalarining o'tishi, jadal diffuziyalanishi va yoyning sovishiga yordam beradi. Gaz yoy bilan moyni parchalashda (moyli o'chirgichlar) yoki qattiq gaz-generatsiyalaydigan materiallar (avtogazli puflash) dan hosil bo'ladi. Maxsus ballonlardan chiqayotgan siqilgan havo bilan (havo o'chirgichlari) kiradigan sovuq ionizatsiyalanmagan havo bilan puflash ancha samarali hisoblanadi.

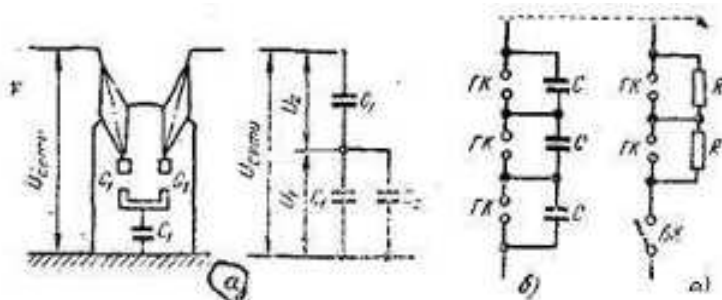


11.5 - rasm. Gaz-havoli puflash: a-bo'ylama; b-ko'ndalang.

Tok zanjirini qayta-qayta uzish. Yuqori kuchlanishlarda katta tokni uzish ancha qiyin. Bunga sabab keltirilayotgan energiya va tiklanadigan kuchlanish miqdori katta bo'lganda yoy oralig'ining deionizatsiyalanishi murakkablashadi. SHuning uchun yuqori kuchlanishli o'chirgichlarda har bir fazadagi yoy qayta-qayta uziladi. Bunday o'chirgichlar nominal kuchlanishning bir qismiga mo'ljallangan bir necha o'chiruvchi qurilmalariga ega. Fazani uzish soni o'chirgichlar turi bilan uning kuchlanishiga bog'liq. 500-750 kV li o'chirgichlarda 12 va undan ortiq uzish bo'lishi mumkin. Yoyning so'nishini osonlashtirish uchun, tiklanayotgan kuchlanish o'chirgichlar orasida bir xil taqsimlanishi lozim. 11.6-rasmda fazaga ikkita uzilish to'g'ri keladigan moyli o'chirgich sxemasi ko'rsatilgan. Bir fazali q.t. uzilganda tiklanayotgan kuchlanish o'chirgichlar orasida quyidagicha taqsimlanadi:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{S_1}{S_2} \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$$

bunda U_1 va U_2 -birinchi va ikkinchi uzgichga qo'yilgan kuchlanish; S_1 -shu o'chirgichlar kontaktlari orasidagi sig'im; S_2 -erga nisbatan kontakt sistemaning sig'imi.



11.6-rasm. O'chirgichlarning o'chirgichlari bo'yicha kuchlanishning taqsimlanishi:

a-moyli o'chirgichning o'chirgichlari bo'yicha kuchlanishning taqsimlanishi; b-sig'imli kuchlanish bo'lgichlar; v-aktiv kuchlanish bo'lgichlar.

S_1 ga nisbatan S_2 ancha katta bo'lganligi uchun kuchlanish $U_1 > U_2$ bo'ladi va demak, o'chiruvchi qurilmalar turli sharoitlarda ishlaydi. o'chirgichning bosh kontakti (GK) ga kuchlanishni tenglash uchun parallel holda sig'im yoki aktiv qarshiliklar ulanadi (11.6-rasm, b,v). Sig'imlar va aktiv shuntlovchi qarshiliklarning qiymatini tanlashda o'chirgichlardagi kuchlanishning bir xil taqsimlanishiga e'tibor beriladi. Shuntlovchi qarshilikli o'chirgichlarda bosh kontaktlar (GK) orasidagi yoy so'nganidan keyin qarshiliklar kattaligi bo'yicha cheklangan holda davom etuvchi tok yordamchi kontaktlar VK bilan uziladi. Shuntlovchi qarshiliklar tiklanayotgan kuchlanishning o'sish tezligini kamaytiradi, bu hol yoyning so'nishini engillashtiradi.

Yoyni vakuumda so'ndirish. Bosimi ancha pasaygan gaz (10^{-6} — 10^{-8} N/sm²) atmosfera bosimidagi gazga nisbatan bir necha o'nlab marta katta elektr mustahkamlikka ega. Agar kontaktlar vakuumda ajratilsa, u holda yoydagi tokning nol orqali birinchi o'tishidan keyin oraliqning mustahkamligi tiklanadi va yoy qayta yonmaydi. Vakuumning bu xossalari o'chirgichlarning ayrim turlarida qo'llaniladi.

Yoyni yuqori bosimli gazlarda so'ndirish. 2 MPa va undan yuqori bosimdagi havo ham yuqori elektr mustahkamlikka ega. Bu hol siqilgan havo muhitida yoyni so'ndirish uchun ancha ixcham qurilmalar yaratish imkonini beradi. Mustahkamligi yuqori bo'lgan gazlar, masalan, oltingugurt (VI) florid SG'_v (elegaz) dan foydalanish yana ham samaraliroqdir. Elegazning, havo va vodorodga nisbatan elektr mustahkamligi katta bo'libgina qolmay, hatto atmosfera bosimida ham yoy so'ndirish qobiliyati yaxshiroqdir. Elegaz o'chirgichlar, ajratkichlar, qisqa tutashtirgichlar va boshqa yuqori kuchlanishli apparatlarda qo'llaniladi.

Sinov savollari

1. O'zgaruvchan va o'zgarmas toklarning elektr yoyninigi hosil bo'lish va yonish shartlari.
2. Yoyni so'ndirish uchun bajariladigan talablar?
3. Yoyni so'ndirish yo'llari.

12 Ma'ruza Yuqori kuchlanishli ochirgichlar.

1. Umumiy ma'lumotlar.
2. Moyli bakli o'chirgichlar.
3. Havo o'chirgichlar.
4. Elektromagnit, vakuumli o'chirgichlar.
5. Avtogaz va elegazli o'chirgichlar.

Yuqori kuchlanishli o'chirgichlar ishchi va shikastlanish hamda avariya toklarini tezkorlik bilan uzish va ulash uchun xizmat qiladi. Elektr stansiya va podstansiyalarda qo'llanadigan elektr jihozlari va qurilmalari orasida qo'llanadigan eng zaruriy jixoz—bu uzgich (viklyuchatel) bo'lib, uning samarali ishidan elektr ta'minotining uzluksizligi va puxtaligi to'la bog'liq bo'lib qoladi.

Yuqori kuchlanishli o'chirgichlar o'zgaruvchan tok zanjirlarining ekspluatatsiya sharoitidagi har xil rejimlarda kommutatsiyalash uchun, ya'ni nominal qisqa tutashish, salt ishlash toklarini, shuningdek kondensator batareyalari, uzun elektr uzatish yo'li toklarini ulash, o'chirish kabi vazifalarni bajarish uchun mo'ljallangan. O'chirgich ishlarining eng og'ir sharoitlari qisqa tutashish toklarini ulash, uzish davriga to'g'ri keladi.

O'chirgichlarga qo'yiladigan talablar. Yuqori kuchlanishli o'chirgichlar uchun quyidagi talablar qo'yiladi: har qanday toklarni ishonchli uzish va ulash; uzish vaqtining kichikligi; tez ishlovchi avtomatik qayta ulash APV (avtomaticheskoe povtorno vklyuchenie) tizimida ishlashni ta'minlay olishi; ishlash puxtaligi; atrof muhit uchun xavfsizlik; harakat-ishlash tezligi; kichik o'lchamlar va vaznga ega bo'lishi; nazoratining yengilligi va montaj ishlarining soddaligi; foydalanishda shovqin-suron bo'lmasligi; portlash va yong'in xavfsizligi; 110 kV va undan yuqori kuchlanish o'chirgichlarini faza bo'yicha boshqarish imkoniyati; transportda tashish o'ng'ayligi; nisbatan yuqori bo'lmagan narxi.

O'rnatilish joyiga ko'ra o'chirgichlar ichkariga va tashqariga o'rnatiladigan va komplekt taqsimlash qurilmalari uchun ishlab chiqariladi.

Hozirda mavjud bo'lgan o'chirgichlar bu talablarga to'la yoki chala javob beradilar. Bu sohada ilmiy-texnologik va loyiha ishlari olib borish davom etmoqda.

O'chirgichlar tasnifi. O'chirgichlar tasnifi quyidagi belgilar orqali tuziladi: o'rnatiladigan joyga qarab: ochiq havoda o'rnatilganda (1 kategoriya, ya'ni tashqi o'rnatuv); ichki binolarda (3, 4 kategoriyalar); KRU metall qobig'da imorat ichida (3 va 4 kategoriyalar); ochiq havo-palatka, ayvon, kuzov, prisep va boshqalarda (2 kategoriya).

O'chirgichlar tuzilishi va turi. Yuqori kuchlanishli o'chirgichlar quyidagi asosiy qismlardan tashkil topadi: korpus yoki g'ilof-bak; kirma izolyatorlar chiqishlar; kontaktlar tizimi; yoy so'ndirish qurilmasi; yoy so'ndirish muhiti (havo, moy, siqilgan gaz-elegaz, vakuum); ochirgichning yuritmasi (qo'lda, havoli, solenoidli).

O'chirgichlar elektr yoyini o'chirish muhitga qarab: moyli, havoli, elegazli, elektromagnitli va vakuumli bo'ladi.

O'chirgichlarning qutblar orasidagi aloqa konstruksiyasiga qarab: bir qutbli; uch qutbli; uchta qutbli umumiy g'ilofda; uchta qutb uchta alohida - alohida g'iloflarda joylashadi.

O'chirgichlarning yuritmasiga qarab: alohida yuritmal, ya'ni uzgich mexanik qismi bilan uzviy bog'langan va o'rnatilgan yuritmal, bunda yuritma ochirgichning ajralmas qismi qilib yasalgan.

Har bir turdagi uzgich bajaradigan ishi bo'yicha generatorli, tarmoqli va podstansiyali bo'lishi mumkin. Generatorli o'chirgichlar katta qiymatdagi nominal toklar va kichik kuchlanishlarda katta tok uzilishi bilan tavsiflanadi. Tarmoqlari kichik qiymatli nominal tok va nisbatan yuqori kuchlanishlar bilan aniqlansa, podstansiyalari-eng yuqori kuchlanishlari, uzgich uzish qobiliyatining tezkorligi va avtomatik rostlash qurilmasi ARU borligi bilan tavsiflanadi. Shuningdek, o'chirgichlar fazalar soni, yuritma turi, rezistor va kondensator bor-yo'qligi va boshqalar bilan farqlanadi.

8-jadval

Kuchlanish, kV	6	10	35	110	220	500	750	1150
1.Moy g'ilof-bakli o'chirgichlar	-	-	+	+	+	+	-	-
2.Kam moyli o'chirgichlar	+	+	+	+	-	-	-	-
3.Havoli o'chirgichlar	-	-	-	+	+	+	+	+
4.Elegazli o'chirgichlar	-	-	-	+	+	-	-	-
5.Vakuumli o'chirgichlar	+	+	+	+	-	-	-	-
6.Elektr magnit o'chirgichlar	+	+	-	-	-	-	-	-

Sanoat va transport elektr energetikasida yuqori kuchlanishli o'chirgichlarning 8-jadvalda keltirilgan quyidagi turlari keng qo'llaniladi.

O'chirgich ulangan holatda uning kontaktlari qisqa tutashuv toklariga chidamli bo'lishi shart. Issiqlika chidash (termicheskaya stoykost) toki I_T nominal kuchlanish $U_{nom} \leq 330kV$ uchun vaqt $t=1 \div 2s$, elektr toki $I_T \geq I_{nom}$. Elektrodinamik ta'sirga chidash toki $I_{ed}=1,8\sqrt{2} I_{nom}$ ga teng. Bu toklar pnevmatik yuritgichlarda bosim $0,85 \div 1,05 * P_{nom}$ hamda elektromagnit yuritgichlarda kuchlanish $0,85 \div 1,1 * U_{nom}$ bo'lgandagina ta'minlanadi.

O'chirgich to'la o'chirish vaqti (vremya polnogo otklyucheniya) t_0 deganda uzishga buyruq berilgan vaqtdan boshlab, uchchala fazalarda elektr yoyini to'la o'chirilishiga ketgan vaqt orlig'i tushiniladi.

Katta $80 \div 100$ kA tokli o'chirgichlar ikki bosqichda o'chiriladi. Birinchi bosqichda o'chiriluvchi tok shuntlangan rezistrlardan o'tuvchi tok miqdorigacha kamaytilsa, ikkinchi bosqichda to'la o'chiriladi. To'la o'chirish vaqti

$$t_0 = t_{01} + t_{02} \quad (3.1)$$

ga tengdir. Nominal kuchlanish $U_{nom}=110 \div 220$ kV bo'lganda $t_0=0,04 \div 0,08$ s ga teng bo'lsa, $U_{nom} \leq 35$ kV da esa $t_0=0,1 \div 0,2$ s ga teng qilinadi.

O'chirgichlarni ulash vaqti (vremya vklyucheniya) t_{vkl} ulashga buyruq berilgan vaqtdan boshlab, uchchala fazalar zanjirini tutashtirishga ketgan vaqt hisoblanadi. O'chirish vaqti pnevmatik yuritgichli uzgich uchun 0,25s va elektromagnit yuritgichli uzgich uchun 1s.

O'chirgichning ishonchliligi bilan butun enegetika tizimning ishonchliligi ta'minlanadi. O'chirgichning ishonchliligi (otkaz otklyuchatelya) deganda uning asosiy vazifasini bajarolmay qolishi, jumladan, o'chirish va ulash vazifalarini bajarmay qolish, uning izolyatsiyasini ishdan chiqishi, tok o'tuvchi zanjirning nosozligi, ishchi tokning o'cha olmasligi, elektr yoyining o'chirilmasligi tushiniladi. Bunday o'chirgich foydalanishdan chetlashtiriladi.

O'chirgichning kichik nosozligi aniqlansa, u hali ishlashini davom ettirishi mumkin va keyinroq, birinchi imkoniyatdayoq nosozlik tuzattiriladi.

O'chirgich ishonchliligining mezoni buzilmay ishlash ehtimoli yoki uni ishdan chiqishi bilan belgilanadi hamda foydalanishdan olingan statistik ma'lumotlar asosida umumlashtiriladi. O'chirgich jixozlarining mexanizmlari sinishi sababli 70% va izolyatsiya ishdan chiqishidan 10% va boshqa sabablardan 20% uzgich ishdan chiqadi. Uzgich $U_{nom} \leq 35$ kV va $I=8$ kA da 2000 marta hamda $U_{nom}=110 \div 220$ kV bo'lganda 1000 marta ishlashga chidaydi.

O'chirgichlar tanlash. O'chirgichlar tanlashda quyidagi shartlar bajarilishi kerak: elektr zanjiriga o'rnatish kuchlanishi U_{ust} ochirgichning nominal kuchlanishi $U_{v.nom}$ dan kichikroq bo'lishi kerak hamda o'rnatilayotgan elektr zanjirining maksimal ishlash toki $I_{rab.mak}$ ochirgichning nominal elektr toki $I_{v.nom}$ dan kichikroq bo'lishi kerak:

$$U_{urn} \leq U_{v.nom} \quad I_{ishmak} \leq I_{v.nom} \quad (3.2)$$

O'zgaruvchan tokli yuqori kuchlanish o'chirgichlar quyidagi guruhlariga bo'linadi: havo o'chirgichlari; moyli o'chirgichlar; elegazli o'chirgichlar va vakuumli o'chirgichlar.

Moyli o'chirgichlar

Moy to'ldirilgan g'ilof-bakli o'chirgichlarda moy elektr yoyini so'ndirish va tok o'tkazuvchi qismlarni izolyatsiya qilish uchun xizmat qiladi. 10 kV kuchlanishgacha va 35 kV gacha bo'lgan o'chirgichlarning ba'zi turlarida o'chirgichlarning barcha fazalari bitta g'ilof-bakka joylashtiriladi, kattaroq kuchlanishlarda har bir faza uchun alohida g'ilof-bak ko'zda tutilgan bo'ladi.

Moy to'ldirilgan g'ilof-bakli o'chirgichlar yoy so'ndirish qurilmalarining ishlash prinsipi bo'yicha 3 ta guruhga bo'linadi:

-avtopuflashli, bunda gazning yuqori bosimi va katta harakat tezligi yoyning energiyasi yordamida hosil qilinadi;

-majburiy moyli puflashli, bunda kontaktlarning ajralish joyiga gidravlik mexanizm yordamida moy haydab beriladi;

-moyda magnitli so'ndirish, bunda elektr yoyi magnit maydon ta'sirida tor tirqishlarga tortilib so'ndiriladi.

Moyli o'chirgichlarning afzalliklari: konstruksiyasi sodda, yuqori uzish qobiliyatiga ega, tashqariga o'rnatishga yaroqli.

Moyli o'chirgichlarning kamchiliklari: yong'in va portlashga xavfli, moy darajasini doimiy nazorat qilib turish kerakligi, katta moy zahirasining zarurligi, metall sarfining kattaligi, katta og'irlikka egaligi, hamda tashish, montaj qilish, ta'mirlash va sozlashning noqulayligi.

Kuchlanishi 6 kV dan 220 kV gacha bo'lgan energetika tizimlarida, asosan, moyli o'chirgichlardan foydalaniladi. Ular ikki asosiy guruhga bo'linadi: transformator moyi elektr yoyini

o'chirish hamda zarur izolyatsiyani ta'minlovchi omil; transformator moyi faqat elektr yoyini o'chirishni ta'minlovchi omil, ya'ni kam moyli uzgich.

Moy o'chirgichlari tuzilishi bo'yicha katta hajmli va kichik hajmli turiga bo'linadi.

Katta hajmli yoki von tomonli moy o'chirgichlarida moy gaz generatsiya qiluvchi muhit xizmatini qilib, shu bilan birga o'chirilgan holatida turg'un va harakatchan kontaktlarni yerlangan metall g'ilof-korpusdan izolyatsiyalovchi muhit xizmatini qiladi. Bunday o'chirgichlar 110 kV va 220 kV tashqi taqsimlovchi qurilmalari RU larda qo'llaniladi. Jumladan, U-110-2000-40 uzgichi nominal kuchlanishi $U_{nom}=110$ kV, nominal o'tish toki $I_{nom}=2000$ A, maksimal uzish toki $I_{a,max}=40$ kA.

Kam moyli o'chirgichlarda moy faqat gaz generatsiya qiluvchi muhit xizmatini bajaradi. Turg'un va harakatchan kontaktlarni bir biridan hamda yerlangan metall g'ilof-korpusdan izolyatsiyalash uchun qattiq izolyatsiyalovchi materiallar: stekloplastik, tekstolit, chinni, shisha va boshqalardan foydalaniladi.

Kam moyli o'chirgichlar yopiq va ochiq taqsimlash qurilmalarida keng tarqalgan. Moy bu o'chirgichlarda asosan yoy so'ndirish muhiti sifatida xizmat qilib, ajratilgan kontaktlarni qisman izolyatsiyalash uchun ham ishlatiladi.

Kam moyli o'chirgichlarning afzalliklari: moy hajmining kamligi, nisbatan kichik og'irlikka egaligi, turli xil kuchlanishlarga ishlab chiqarish imkoniyati borligi.

Kam moyli o'chirgichlar kamchilliklari: yong'in va portlashga xavfliligi, tez ishlovchi avtomatik qayta ulash APV tashkil etib bo'lmazligi, moyni tez-tez nazorat qilib, uni almashtirib turish zarurligi, nisbatan kichik tokni uzish qobiliyatiga egaligi.

Kam moyli VMP-10K uzgichining tuzilishi 12.3-rasmda va shunday o'chirgichlarning tortuvchi podstansiyaning taqsimlash qurilmasida o'rnatilishi 12.4-rasmda ko'rsatilgan

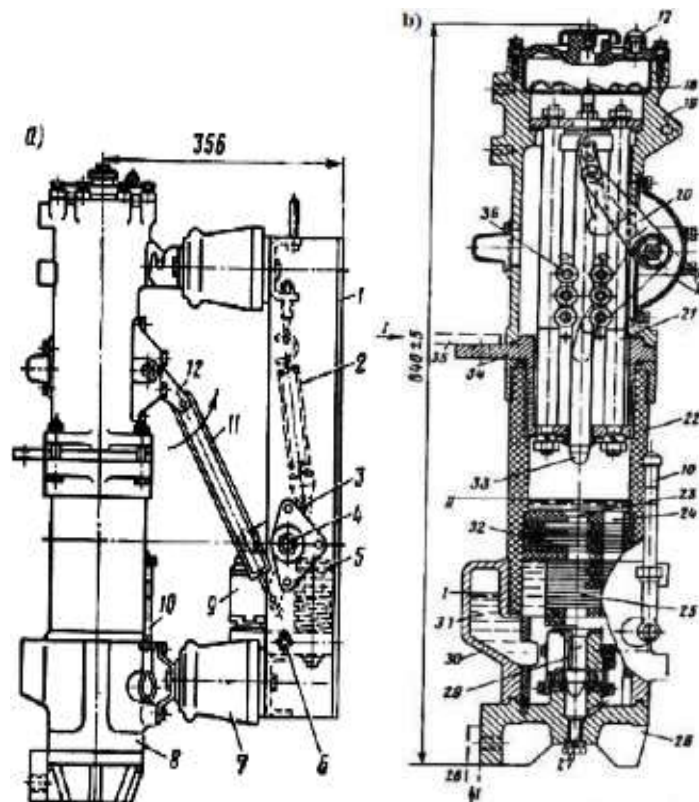
Uzgich VMP-10K kichik hajli, osma komplekt taqsimlash qurilma KRU larga mo'ljallangan bo'lib, ichki holatda o'rnatiladi. Belgilanishi: V-uzgich (viklyuchatel'); M-kichik hajli (maloob'emniy); P-osma (podvesnoy), kuchlanishi 10 kV, K-komplekt taqsimlash qurilmalari uchun; nominal uzish toki 20 kA, zanjirni uzish vaqti 0,14 soniya, ya'ni tokning 7 davri.

12.3-rasmdagi rama 1 ning ikki chekkasidagi ugolniklar orasida o'q (val) 4 erkin aylanuvchi holatda turadi. Unga uchta ikki elkali richaglar 3 payvandlangan. Har bir richagning tepa uchi o'chiruvchi prujina 2 bilan bog'langan bo'lib, past uchi esa izolyatsiyalovchi tortgich 11 orqali richag 12 bilan bog'langan. Shu richag 12 harakatchan kontakt 33 ni harakatga keltiradi.

Uzgichni ulash uchun richag 12 soat mili yurishiga qarshi tomonga buriladi, unda harakatchan kontakt 33 pastga yurib, turg'in kontakt 29 ning prujinalangan lameli 23 ga kiradi va oxiri turg'in kontakt 29 ga tegib-taqalib to'xtaydi. Ulash jarayoni yuritma 13 bilan o'q 4 ni taxminan 120^0 ga burganda sodir bo'ladi. 14 o'qning burilish harakati o'q 4 ga tortgich 16 bilan ulangan richag 15 yordamida bajariladi. Kontaktlar 29 va 33 ning o'zaro tutashishi bilan bir vaqtda o'chiruvchi prujina 2 tortiladi, kinetik energiyani zahiralaydi. Bu kinetik energiya keyinchalik uzgichni uzish imkonini beradi. Prujina 2 tortilgan holatda ushlab turilishini yuritma mexanizmi ta'minlaydi. Kontaktlarning tutashishida ularni ishdan chiqaruchi qattiq zarb bo'lmazligi kerak. Buni prujinali demfer 5 ta'minlaydi.

Harakatchan qismning uzish harakat tezligi ulash harakat tezligidan ancha kattaroq bo'lishi kerak. Ulashda tezlikni kamaytirish moy tinchlatgich, ya'ni dempfer, 9 yordamida bajariladi.

Uzgichni har bir idishi 8 uch qismdan tashkil topgan: pastki qism -turg'in kontakt 29 biriktirilgan metall asos, qorin 31 bilan ta'minlangan stakan 30; o'rtadagi qism -izolyatsiyalovchi stekloepoksid 22 bo'lib, unga yoy o'chiruvchi kamera 25 o'rnatilgan; tepadagi qism – metall flanes 34 va korpus 19 bo'lib, unga xarakatchan kontakt 33 o'rnatilgan.

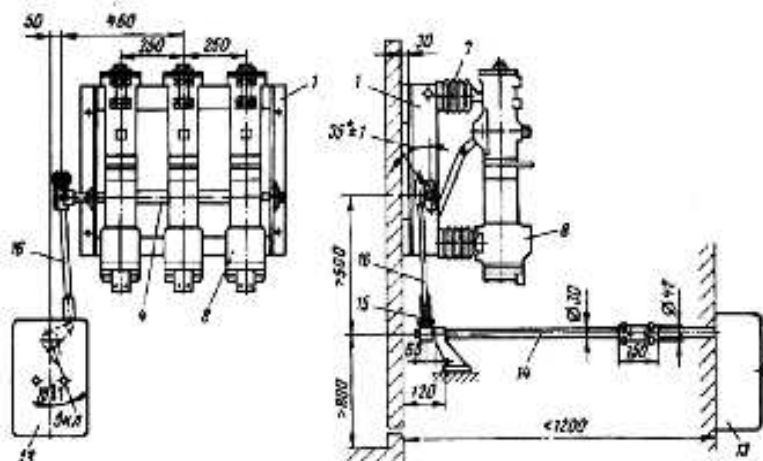


12.3-rasm. VMP-10K uzgichi: *a* -ulangan va *b*- uzilgan holati; 1- rama; 2-o'chiruvchi prujina; 3-ikki elkali richaglar; 4- o'q (val); 5-prujinali demfer; 8-uzgichni idishi; 10- moy ko'rsatgich; 11-izolyatsiyalovchi tortgich; 12-richag; 13- yuritma; 14 o'q; 15- richag; 16- tortgich; 17, 27- vint; 19- korpus; 20- richag; 21-kontakt tayoqchalar; 22 -izolyatsiyalovchi stekloepoksid; 23- prujinalangan lameli; 25- yoy o'chiruvchi kamera; 26-asos; 28- tok oluvchi shina; 29-turg'in kontakt; 30- stakan; 31- qorin; 33-harakatchan kontakt; 34 – metall flanes; 35-tok beruvchi shina; 36- elektr toki roliklar.

Kontakt tayoqchalari 21 dan elektr toki roliklar 36 yordamida xarakatchang kontakt 33 ga beriladi. xarakatchang kontakt 33 richag 20 dan yurgaziladi.

Elektr tokining kelishi kontakt tayoqchalari 21 ga flanes 34 orqali bajarilsa, tokning chiqishi turg'in kontakt 29 dan asos 26 orqali bajariladi. Tok beruvchi 35 va tok oluvchi 28 shinalar detallar 34 va 26 ning teshikchalariga biriktiriladi.

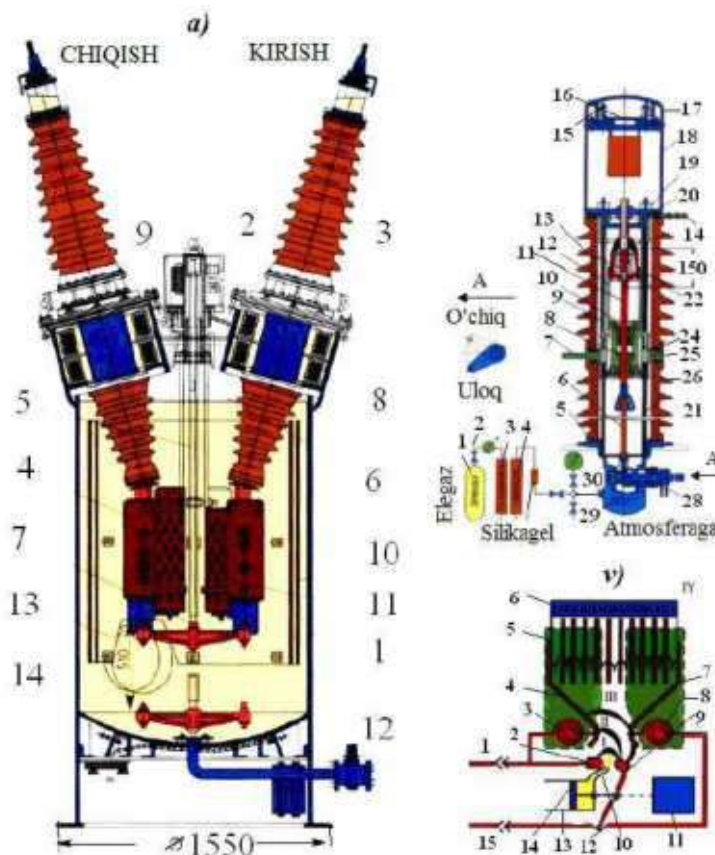
Ochirgichning normal ishlashi moy sathi chiziq I da bo'lgandagina ta'minlanadi, ya'ni yoy o'chiruvchi kamera 25 dan baland va harakatchan kontakt 33 ni uzilgan holatida turishidan pastda bo'lganda. Moy sathi moy ko'rsatgich 10 orqali nazorat qilinadi. Moydan namuna olish va uni tushirib yuborish uchun vint 27 o'rnatilgan. Moy miqdori 4,5 litr bo'lib, to'ldirish yuqoridagi vint 17 teshigidan bajariladi.



12.4-rasm. VMP-10K uzgichining o'rnatilishi.

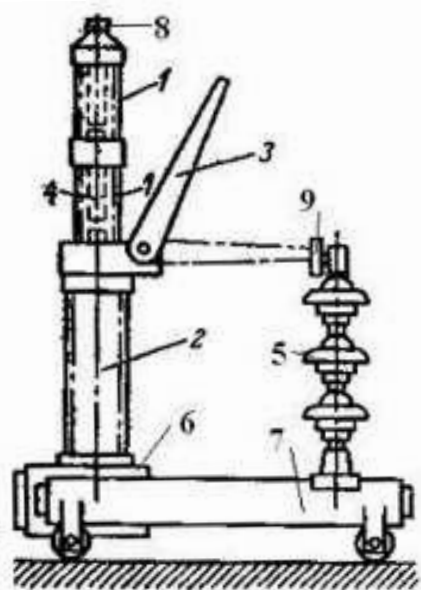
Ochirgichning yerlangan tagligi po‘lat rama 1 shaklida bajarilgan bo‘lib, komplekt taqsimlovchi qurilma KRU larning panjarasiga birlashtirishga mo‘ljallangan. Uchta quvursimon idish 8 -uch fazali tokning uch qutbi bo‘lib, rama 1 ga izolyatorlar 7 yordamida birlashtirilgan. Ular parallel qator shaklda o‘rnatilgan (12.4-rasm).

110 kV kuchlanishli MKP-110M kam moyli uzgich bir fazasining kesimi 12.5a-rasmda keltirilgan [13].



12.5-rasm. Moyli (a), elegaz (b) va elektromagnit (v) o‘chirgichlar: 1-metall idish-g‘ilof-bak; 2-yuritma mexanizmi; 3-MVP turidagi yuqori kuchlanishli kirma izolyatorlar; 4-elektir yoyini o‘chiruvchi kamera; 5-tayoqcha-shtanga; 6-yo‘naltiruvchi qurilma; 7-traversa; 8-tok o‘lchov transformatori; 9-kontaktlar bloki; 10-idish-g‘ilof-bakning izolyatsiyasi; 11-shuntlovchi rezistor; 12-moy chiqarib yuboruvchi kran; 13-xizmat lyuki-tirqishi; 14-moyni isituvchi qurilma.

Havo o‘chirgichlari



12.1-rasm. 110 kV kuchlashga mo‘ljallangan ajratkichli havo uzgichining umumiy ko‘rinishi.

Havo o‘chirgichlarda elektr yoyi siqilgan havo oqimi yordamida so‘ndiriladi. Tok o‘kazuvchi qismlarning izolyatsiyasi esa chinni, shisha, polimer yoki boshqa qattiq izolyatsiyalovchi materiallar qo‘llab bajariladi.

Havo o‘chirgichlarining afzalliklari: yong‘in va portlashga xavfsiz, tez ishlashi, yuqori uzish qobiliyatiga egaligi, tez ishlovchi avtomatik qayta ulash APV ni amalga oshira olishi, yoy so‘ndiruvchi kontaktlarni kam eyilishi, tashqariga va ichkariga o‘rnatishga yaroqliligi, tannarxi nisbatan arzonligi, ta‘mirlash qulayligidir.

Havo o‘chirgichlarning kamchiliklari: kompressor qurilmasi bo‘lishining zarurligi, qator detal va qismlarning konstruksiyasining murakkabligi, qimmatligi.

Havo o‘chirgichlarida elektr yoyi maxsus yoy o‘chiruvchi qurilma DU (dugogasitel’nie ustroystva)larda o‘chiriladi. DUlar ichida yoy ustuniga katta tezlik bilan harakatlanuvchi havo oqimi bilan purkab, yoy o‘chiriladi.

110 kV kuchlashga mo'ljallangan ajratkichli havo uzgichining umumiy ko'rinishi 12.1-rasmda keltirilgan.

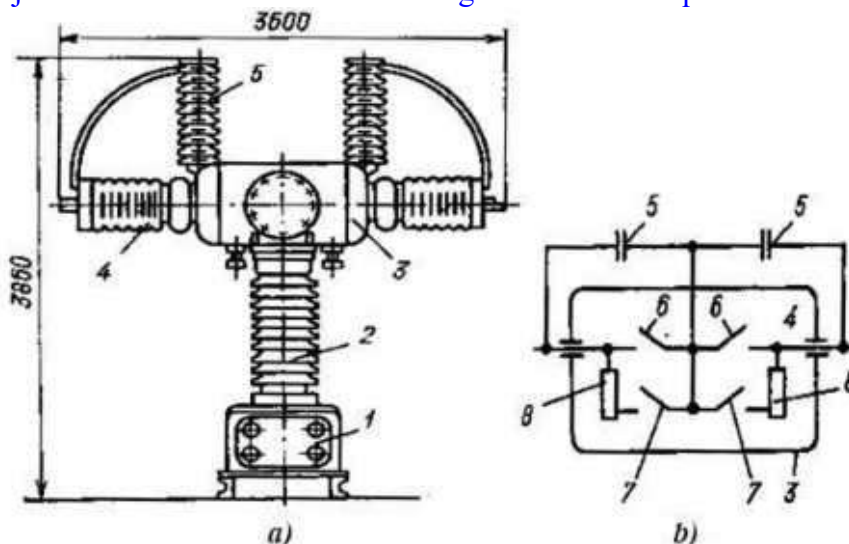
Jixozning tagida boshqaruv qutisi 6, siqilgan havo to'ldirilgan g'ilof-bak 7 o'rnatilgan. Uzgich tashqi ochiq rezistiv bo'lgich 5 ga ega. Uzgichda ikkita yoy o'chirish qurilmasi 1 va ajratgich pichoq 3 bo'lib, ular chinni izolyator 4 ga o'rnatilgan va izolyator 2 yordamida yerdan izolyatsiyalangan. Izolyator 2 ning ichida yoy o'chirish qurilmasini siqilgan havo bilan ta'minlovchi asosiy havo uzatkichi va ajratgich pichoq 3 ni harakatini ta'minlovchi yordamchi havo uzatkichi joylashtirilgan. Yoy o'chirishni sifatli bajarish uchun yoy o'chirish qurilmasida o'rnatilgan kontaktlar 4 oralig'ining uzunligi optimal miqdorda olinadi. Bu oralik tiklanuvchi kuchlanishni ushlab qolishga ojiz bo'lib, kontakt 4 zanjiri uzilgach, ajratgich pichoq 3 ham zarur elektr mustahkamlikni ta'minlovchi masofaga ko'tariladi. Shundan so'ng kontakt 4 qayta ulanadi.

Ochirgichning ulanishi ajratgich pichoq 3 yordamida bajariladi. Uzgichga kuchlanish kontakt 8 orqali kirib, kontakt 9 orqali chiqib ketadi. Tashqi ochiq havoda ishlovchi uzgichilar yomg'ir, qor va muzlash kabi tabiat sharoitlarida ishonchsiz ishlashi sababli zarur bo'lganda yopiq jixozlardan foydalanishga to'g'ri keladi. Kuchlanishi 110 kV yopiq havo uzgichining umumiy ko'rinishi 12.2a-rasmda keltirilgan. Jixozning nominal toki 2000 A, o'chirish toki 31,5 kA, to'la o'chirish vaqti 0,06 soniya, to'la ulash vaqti 0,2 soniya, nominal bosim 2,0 MPa.

Jixozning tagida boshqaruv qutisi 1 va siqilgan havo to'ldirilgan yordamchi g'ilof-bak o'rnatilgan. Asosiy po'lat g'ilof-bak 3 tayanch izolyatori 2 ning ustiga joylashtirilgan. Asosiy g'ilof-bak 3 ning ichida ikki juft uzish kontaktlari va ikkita shuntlovchi rezistorlar o'rnatilgan. Jixozning kirish va chiqish polyuslari chinni pokrishkalar 4 yordamda o'rnatib qo'yilgan. Pokrishkalar 4 ichida epoksiddan yasalgan kirma izolyatorlar joylashtirilgan. Juft kontaktlar orasida kuchlanishni teng taqsimlash uchun kondensatorlar 5 dan foydalanilgan. Jixozning elektr sxemasi 12.2b-rasmda keltirilgan.

Uzgichda nominal tok va qisqa tutashuv toklari asosiy kontaktlar 6 dan o'tadi. Asosiy kontaktlar 6 ga parallel ravishda yordamchi kontaktlar 7 o'rnatilgan. Yordamchi kontaktlar 7 shuntlovchi rezistorlar 8 bilan ta'minlangan.

Shuntlovchi rezistor 8 qarshiligi 2×200 Om dan tuzilgan. Oradan $0,03 \div 0,035$ soniya o'tgach, kontaktlar 7 ham uziladi. Bunda uzish tokining qiymati rezistor 8 ning qarshiligi bilan belgilanadi va kichikroq tok o'chiriladi. Tokni bunday ikki bosqichli o'chirilishi jixoz ishini o'chiriluvchi zanjirda kuchlanish tiklanishi bilan bog'lanishdan xoli qiladi.



12.2-rasm. 110 kV yopiq havo uzgichi: a) umumiy ko'rinishi; b) elektr sxemasi; 1-boshqaruv qutisi; 2-tayanch izolyator; 3-bak; 4- chinni pokrishkalar; 5- kondensatorlar; 6- asosiy kontaktlar; 7- yordamchi kontaktlar; 8- shuntlovchi rezistor.

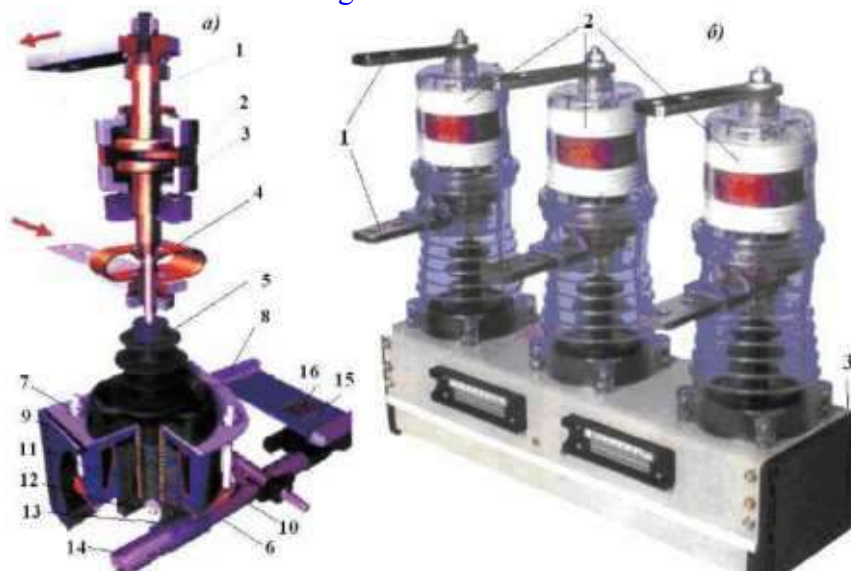
O'chirishga o'chirish buyrug'i berilgach, avvalo, kontaktlar 6 uziladi va hosil bo'lgan elektr yoyi havo oqimi bilan puflab o'chiriladi.

Vakuimli o'chirgichlar

Vakuimli o'chirgichlarning afzalliklari quyidagilardir: nominal toklar va qisqa tutashuv toklarini komutatsiya qilishda kontaktlarning yuqori ishqalanib yemirilishiga chidamliligi; elektr yoyidan keyingi elektr chidamliligini katta tezlikda tiklanishi; katta agressiv muhitda ishlaganda ham portlab ketish va o't olib ketishga havfsizligi; atrof muhit temperaturasi katta oraliqda o'zgarishiga chidamliligi (-70°C dan +200°C gacha); elektr apparatlarda vakuumli uzgichni hoxlagan holatda, ya'ni tik-vertikal, yotiq-gorizontal, og'ma burchakli, o'rnatish mumkinlik imkoni; juda katta tezlikda ishlashi, chunki harakatdagi kontaktning yurish masofasi kichik, ya'ni bir necha mm ekanligi va harakat qiluvchi qismlar massasining kichikligi, yoki harakat massa inersiyasining kichikligi; ekspluatatsiyada kapital xizmat ko'rsatish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamayishi; atrof muhitni ifloslashning umuman yo'qligi hamda shovqinsiz ishlashi.

O'rtacha kuchlanishda ishlaydigan vakuum o'chirgichlarini ishlab chiqarish miqdori o'chirgichlarning umumiy soniga nisbatan Yaponiyada 50 ÷ 60% ni, Buyuk Britaniyada 30 ÷ 40% ni AQSHda 20 ÷ 30% ni tashkil qilib, tezda o'sib borish ehtimoli katta. Vakuumli kommutatsion jixozning boshqalaridan farqi shundaki, vakuumda yoy kichik toklarda umuman yonmaydi. Bu kichiklik ma'lum bir chegaraviy qiymatgacha bo'ladi. U asosan kontakt materialiga bog'liqdir.

Vakuimli o'chirgich yuritgichiga quyidagi shartlar qo'yiladi: ulash jarayonida harakatlanuvchi kontaktning o'rtacha tezligi $v=0.5 \div 1.5$ m/s bo'lishi; o'chirish jarayonida $v = 0.8 \div 3.8$ m/s bo'lishi; o'tuvchi tok miqdori 40-100 kA bo'lganda elektrodlardagi kontakt bosimi 1000 ÷ 4000 N bo'lishi talab qilinadi. BB/TEL turiga tegishli vakuumli uzgich qutbning kesimi o'chirilgan holatda 12.6a-rasmda tasvirlangan.



12.6-rasm. BB/TEL vakuum uzgichi. a) - uzgich qutbning kesimi o'chirilgan holatda; 1-VDK ning turg'un kontakti; 2- vakuumli yoy so'ndiruvchi kamera VDK; 3- VDK ning harakatchan kontakti; 5-tortuvchi izolyator; 6-qisib beruvchi prujina; 7-o'chiruvchi prujina; 8-tepa qopqog'i; 9-g'altak; 10-halqasimon magnet; 11-yakor'; 12-yakor' vtulkasi; 13-figurali kulachok; 14-val-o'q; 15-o'zgarimas magnet; 16-tashqi yordamchi zanjirlar uchun o'tatezkor kontaktlar-gerkonlar; b)- uzgichining tashqi ko'rinishi; 1-tok ulash kontaktlari; 2-uzgich qutblari; 3-yuritmal shkaf.

BB/TEL turiga tegishli vakuumli uzgichining tashqi ko'rinishi 12.6b-rasmda keltirilgan [43].

Vakuimli uzgich KV-1,14 (kontaktor)ning tok himoyasida mikroprosessor boshqaruvli bloki mavjud bo'lib, o'zgaruvchan tok zanjirini o'chirib-yoqishga, ya'ni kommutatsiyalashga, mo'ljallangan. Zanjirning nominal kuchlanish miqdori 140 V bo'lishi mumkin.

Mazkur ulagich temir yo'l transporti hamda quvur orqali uzatish transportidagi og'ir sharoitda ishlaydigan elektr jixozlarini boshqarishda qo'llaniladi. Bundan tashqari elektroenergetika, neftgaz metallurgiya sohasida qo'llash ko'zda tutilgan. Mikroprosessorli boshqaruv bloki ulagichni qisqa tutashuv toki va fazalar nosimmetriyasi tokidan qo'shimcha himoyalashni ta'minlab beradi.

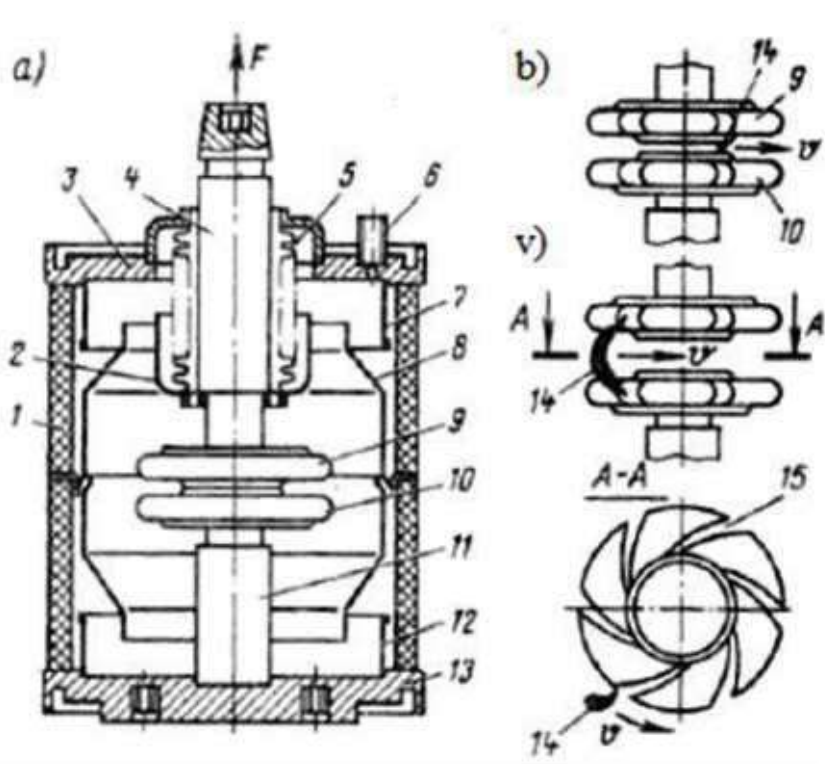
Vakuimli uzgich VBKE-10 prujina yuritgichlik seriyali elektr zanjirlaridagi normal va avariya rejimlarida nominal kuchlanishi 10 kV chastotasi 50 Gs nominal toki 20 kA va 31,5 kA bo'lgan uch fazalik o'zgaruvchan tok tarmog'ini kommutatsiyalashga mo'ljallangan.

O'zgaruvchan tokli 27,5 kV tortuvchi podstansiyalarga mo'ljallangan vakuimli uzgich VVF-27,5 da KDV-10-1600-20UXL2 vakuum kamerasi qo'llaniladi. U ikki seksiyali izolyatsiyalovchi keramik stakan 1 shaklida bo'lib, metall flanslar 3 va 13 bilan kavsharlab germetik zich ulangan (12.7-rasm).

Pastki flanes 13 ga qo'zg'almas kontakt 10 tok kirmasi 11 orqali mustahkam o'rnatilgan. Yuqorigi flanes 3 ga harakatchan kontakt 9 goflangan sil'fon 5 bilan germetik kavsharlab o'rnatilgan bo'lib, tok kirmasi 4 orqali tashqariga chiqarilgan. 46a-rasmda o'chirgich kontaktlari 9 va 10 ulangan holatda hamda 47b va 47v rasmlarda mazkur kontaktlar ajratilgan holatda ko'rsatilgan.

Kontaktlar ajralish – elektr zanjirini uzish vaqtida ularning oralig'ida elektr yoyi 14 yonadi. Kamera 1 ning izolyatsiyalovchi sirtiga yoy paydo qilgan erigan metall zarrachalarining sachrovidan asrash uchun metall ekranlar 7, 8 va 12 o'rnatilgan. Ulardan 7 va 12 ekranlar yuqori kuchlanishli bo'lib, ekran 8 yerlangandir. Ekran 2 esa goflangan silfon 5 sirtini yoy eritib yuborishidan muhofazalash uchun o'rnatilgan.

Kamera 1 yasalish jarayonida unga maxsus vakuum-issiqlik ishlovi beriladi va naycha 6 orqali ichidagi havo so'rib olinadi. Kamera ichida bosim 10^{-2} Pa katta bo'lmagan vaqtda naycha 6 germetik kavsharlab yopiladi. Shuning uchun ham kamera ichida undan foydalanish davrida etarli vakuum bo'ladi.



12.7-rasm. VVF-27,5 vakuumli uzgich kamerasining tuzilishi: a)-vakuum kamerasi, b)-kontaktlar orasida elektr yoyining harakat yo'nalishi, v)-o'chirishdagi yoy; 1- kamera; 2- ekran; 3, 13 - metall flanslar; 4-tok kirmasi; 5-silfon; 6-naycha; 7,8, 12 metall ekranlar; 9-harakatchan kontakt; 10-qo'zg'almas kontakt; 11- tok kirmasi; 14-elektr yoyi.

Silfon 5 orqali harakatchan kontakt 9 ga tashqi atmosfera havo bosimi ta'sirida kontaktlar normal holda o'zaro ulangan bo'ladi. Ularni ajratish uchun harakatchan kontakt 9 ga uzguvchi prujining F_{pr} kuchi beriladi. Silfon 5 goflari qisilib, kontakt 9 yuqoriga ko'tariladi va harakatchan kontakt 9 turg'in elektron 10 dan ajratiladi. Kontaktlar tokli elektr zanjirini uzib, ajralish vaqtida oxirgi kontakt nuqtasida erigan metall bug'idan yoy ko'prigi hosil bo'ladi.

Yoy ichidagi bosim atrofdagi vakuumdan ancha yuqori. Shuning uchun metallning bug'lari katta tezlikda kamera hajmi bo'ylab tarqalib ketadi. O'zgaruvchan tok nol qiymatidan o'tishida yoy kanalining elektr o'tkazuvchanligi shiddatli kamayib, birinchi yoki uzog'i bilan ikkinchi nuldan

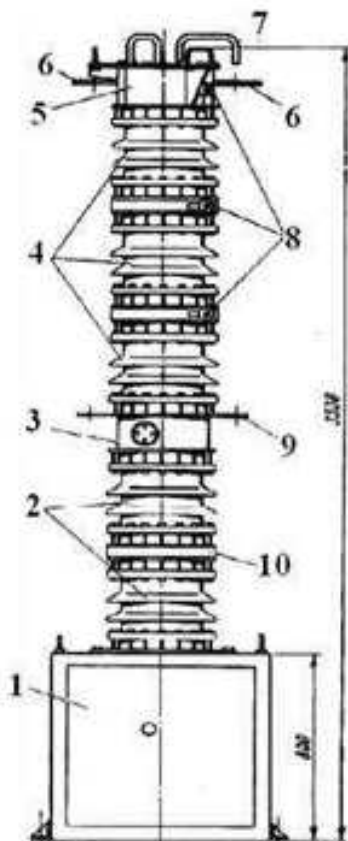
o'tishida kontaktlar 9 va 10 oralig'ining elektr mustahkamligi katta $5 \div 50$ kV/mks tezlik bilan tiklanib ulguradi. Kamera orqali tok o'tishi o'chiriladi. Tok oqishi ikki noldan o'tish vaqtida o'chmasa, bunday vakuumli uzgich ishdan chiqqan hisoblanadi. U sxemadan olib tashlanadi. 38v-rasmda keltirilgan kontaktlarning bir necha spiralsimon shaklli tilimlari 15 ko'zda tutilgan bo'lib, o'chirish jarayonida yongan elektr yoyi 14 magnit maydoni va spiral tilim bo'ylab yoyning aylanishi ta'sirida shu yoyning o'zini markazdan chekkaga tezda surilishiga olib keladi. Chekka qismda mazkur yoy 14 to'chguncha qoladi. Shuning uchun ham kontaktlar 9 va 10 ning asosiy ishchi sirti emirilmaydi. Natijada ishchi sirt uzoq muddat o'z shaklini saqlanib qola oladi.

Vakuum muhiti juda yuqori elektr mustahkamlikka ega bo'lgani sababli harakatchan kontakt 9 faqat $10 \div 14$ mm masofaga yuradi xolos. Vakuum ochirgichning boshqa ko'rsagichlari: nominal kuchlanishi 10 kV; eng katta ishchi kuchlanishi 12 kV; nominal tok 1600 A; qisqa tutashuv toki 20 kA; 4-sekundli issiqlikka chidamliligi 20 kA; chegaraviy tok amplitudasi 70 kA, chegaraviy ulash toki 51 kA; ishlash temperaturasi -60 dan +45 °C. Zamonaviy yangi texnologiyalarning qo'llanishi vakuum kamerasining kuchlanishini 10 kV va 35 kV hamda kommutasiya tokini 200 A va 4000 A ga olib chiqish imkonini beradi. 110 kV va 220 kV kuchlanishga uzgich loyihalashda har bir fazada birnecha vakuum kameralarni ketma-ket kaskad shaklida ulashdan keng foydalaniladi.

Vakuumli uzgich VBSO-27,5 ichki qurilmalarda ishlatiluvchi kuchlanishi 27,5 kV bo'lgan o'zgaruvchan tokli tortuvchi podstansiyalarning fiderlar blokini komplektlashda va temir yo'l uchastkalaridagi parallel ulanuvchi kontakt tarmog'ining punktlarida qo'llashga mo'ljallangan. Ulagich prujinali yuritgich bilan ta'minlangan bo'lib, ulaguvchi prujinaning taranglanishi elektromagnit yordamida bajariladi. Ulash, uzish, va prujinani taranglash elektromagnitlari 220 V o'zgarmas (to'g'rilangan) tokli kuchlanishda ishlaydi.

Vakuumli uzgich VBS ichki qurilmalarda ishlatiluvchi 35 kV nominal kuchlanishlik uch fazali o'zgaruvchan tok tarmoqlaridagi elektr zanjirlarni normal va avariya rejimlarida kommutasiyalashga mo'ljallangan. Uzgich ko'p kommutasiyalanuvchi elektroenergetikada, elektr yoylik va boshqa elektr qurilmalarida qo'laniladi. Kommutasiya o'takuchlanishini kamaytirish uchun uzgichda fazalar boshqa-boshqa o'chirilishi ko'zda tutilgan.

VVF-27,5 o'chigichining tayanchi sifatida shkaf 1 xizmat qiladi. Shkaf 1 da PE-11 turidagi elektromagnit yuritma joylangan. Uchta vakuum kamera modullari bir-birining ustiga ketma-ket joylashtirilgan bo'lib, ustiga ichi bo'sh silindrsimon izolyator 4 kiygizilgan (12.8-rasm). Izolyatorlar 4 biriktiruvchi qismlar 10 bilan sovuqqa chidamli rezinka halqalari qo'yib o'zaro biriktirilgan. Metall korpusi 3 da richaglar tizimi joylangan bo'lib, ular izolyatsiyalangan tortgich yordamida yuritma harakatini uchchala kameraning harakatchan kontaktlariga etkazib beradilar.



12.8 – rasm. VVF-27,5 o‘chirgichning tashqi ko‘rinishi.

Shkaf 1 ning vakuum kameralardan izolyatsiyasi jixoz izolyatori 2 yordamida ta‘minlanadi. Uzgich korpusi ichida namlik kondensasiyasini yo‘qotish uchun yuqorida o‘rnatilgan qopqoq 5 ga vetilyasiyalovchi quvurcha 7 biriktirilgan. O‘chirgich klemmalar 6 va 9 orqali yuqori kuchlanishli himoyalanuvchi elektr zanjiriga ulanadi. Uzgichdan foydalanish davrida vakuum kamera ichiga joylashgan kontaktlarning holatini kuzatish uchun uchta oynali lyuklar 8 ko‘zda tutilgan.

Uzgich VBS-35 ichki qurilmalarining 35 kV sinfidagi har qanday uzgichni o‘rniga ishlatilishi mumkin.

Vakuimli uzgich VBE-110 ichki qurilmalarda ishlatiluvchi nominal kuchlanishi 110 kV chastotasi 50/60 Gs bo‘lgan uch fazali o‘zgaruvchan tok tarmoqlaridagi elektr zanjirlarini normal va avariya rejimlarida kommutatsiyalashga mo‘ljallangan.

Uzgich elektr energetika, temir yo‘l transporti va sanoatdagi yopiq taqsimlovchi qurilmalarda hamda metallurgiyada elektr yoylik ko‘plab eritish qozonlari transformatorlarini ulash-o‘chirish bilan kommutatsiyalashda qo‘laniladi. Ulagich, ichiga o‘rnatilgan va har bir qutbni, ya‘ni polyusni, alohida boshqaruvchi elektromagnit yuritmasiga ega.

Elegazli o‘chirgichlar

Elegaz SF₆ sera geksoftorid inert gazlardan bo‘lib, uning: zichligi havodan 5 marta katta; elektr mustahkamligi $E_{pr}=72$ kV/sm, ya‘ni havonikidan $2 \div 3$ marta katta; qaynash harorati $T_{kip}=62^{\circ}S$; dielektrik singdiruvchanligi $\epsilon=1,00191$. Elegazli o‘chirgichlarda siqilgan gaz puflab yoy o‘chirish usuli qo‘llaniladi va yopiq gaz tizimini tashkil qiladi, ya‘ni gaz atmosferaga chiqarilmaydi. Ikki tomonlama gaz puflash usuli samaraliroq bo‘lib, zamonaviy elegaz o‘chirgichlarida modullangan yoy so‘ndirish kameralari qo‘llaniladi, jumladan, ular 110 kV kuchlashgacha bir kamerali bajarilsa, 220 kV uchun ikki kamerali va 500 kV uchun to‘rt kamerali bajariladi.

Elegazli o‘chirgichlarning afzalligi: o‘chirish darajasi yuqori; yoy so‘ndiruvchi kontaktlar kam yemiriladi; ichki va tashqi qurilmalarda ishlay olishi; yong‘in va portlashga bardoshligidadir. **Ularning kamchiligi:** elegaz SF₆ qimmatligi va gaz to‘ldirish, tozalash uchun maxsus gaz tizimining zarurligidadir. Elegaz SF₆ juda ham zaxarli gazdir.

27,5 kV kuchlanishli VE-27,5 rusmli elegazli ochirgichning tuzilishi 45b-rasmda keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 340 bet) [13]. Rasmda: 1-elegaz to'ldirilgan ballon; 2-gaz reduktori; 3 va 4-gaz tozalagich filtrlar; 5-metall idish-korpus; 6-izolyatsiyalangan tortqi; 7-pastki kontakt kirmasi; 8-va 23-harakatchan kontakt rozetkasi; 9 va 27-epoksid silindrlar; 10-porshen; 11-harakatchan kontakt tayoqchasi; 12-stakan; 13-yoy o'chiruvchi kontakt; 14-yuqorigi kontakt kirmasi; 15-prujina; 16-klapan; 17-qalpoq; 18-uzgich boshi; 19-prujina; 20- turg'in kontakt; 21-gaz puflagich soplo; 22-izolyatsiyali stakan; 25-kontakt rolidlari; 26-chinni g'ilof (pokrishka); 28-ochirgichning aylanuvchi o'qi; 29-germetizasiyalangan taglik (poddon); 30-richag.

Chinni g'ilof 26 ning ichi ishchi siqilgan gaz, ya'ni 85 ÷ 95% azot N₂ va 5 ÷ 15% elegaz SF₆, bilan to'ldirilgan va ning ichidagi bosim atmosfera bosimidan 5 ÷ 10 marta kattaroq ta'minlanadi.

Elektromagnit o'chirgichlari

Elektromagnit o'chirgichlarda elektr yoyi magnit maydon ta'sirida yoy so'ndiruvchi kameraning tirqishlariga tortilib so'ndiriladi.

Elektromagnit o'chirgichlarning afzalliklari: yong'in va portlashga xavfsizligi, yoy so'ndiruvchi kontaktlarning kam yeyilishi, tez-tez ulash va uzish sharoitlarida ishlashga yaroqliligi, nisbatan yuqori uzish qobiliyatiga egaligi.

Elektromagnit o'chirgichlarining kamchiliklari: magnit puflash tizimli yoy so'ndiruvchi kameraning murakkab konstruksiyasi, nominal kuchlanishning yuqori qiymatining chegaralanganligi.

Elektromagnit o'chirgichlarining tamoil sxemasi 12.5v-rasmda keltirilgan [13]. Unda: 1 va 15-ajratuvchi kontaktlar; 2-turg'un kontakt; 3 va 8-magnit puflagichning chulg'amlari; 4 va 7 yoy kengaytiruvchi shoxlar; 5-ko'ndalang to'sqichlar; 6-deion to'ri; 9-harakatchan kontakt; 10-puflash naychasi; 11-elektr yuritma; 12-o'q; 13-silindr; 14-porshen; I, II, III, IV-so'ndirish vaqtidagi yoyning holatlari.

Sinov savollari

1. Moyli bakli o'chirgichlarni ishlash prinsipi.
2. Havo o'chirgichlarni afzalliklari va kamchiliklari.
3. Elektromagnit, vakuumli o'chirgichlarni afzalliklari va kamchiliklari.
4. Elegazli o'chirgichlarni afzalliklari va kamchiliklari.

13-Ma'ruza Yuqori kuchlanili ajratkichlar, uzgichlar va qisqa tutashtirgichlar

Reja:

1. Ajratgichlar
2. Qisqa tutashtirgichlar.
3. O'zgichlar.
4. Ajratgichlarni, uzgichlarni qisqa tutashtirgichlarni tanlash.

Ajratkichlar bu kontaktli kommutatsion apparat bo'lib, u toksiz va kichik tokli elektr zanjirlarni ulash yoki uzish uchun xizmat qiladi. Ajratkich xavfsizlikni ta'minlash maqsadida uzilgan holatda kontaktlari orasida izolyatsiya oralig'iga ega bo'ladi.

Remont ishlari paytida remont uchun chiqarilgan apparatning tok o'tkazuvchisi va kuchlanish ostida qolgan tok o'tkazuvchi kismalar orasidagi ajratgich tomonidan ko'rinadigan uzilish hosil qilinadi.

Ajratkichlar yordamida yuklama toklarini uzish mumkin emas, chunki ajratkichlarning kontakt tizimi yoy so'ndiruvchi qurilmaga ega emas, shuning uchun yuklama toklarini noto'g'ri uzish hollarida turg'un yoy hosil bo'lib, bu hol fazalararo q.t. ga va ishlayotgan shaxsning baxtsiz

hodisaga uchrashiga olib kelishi mumkin. Ajratkichni ishlatishdan oldin zanjir o'chirgich yordamida uzilgan bo'lishi kerak.

Biroq elektroqurilmalarning sxemalarini soddalashtirish uchun quyidagi operatsiyalarni bajarishda ajratkichlarni ishlatish ruxsat etiladi:

elektr tarmog'ida erga tutashish bo'lmasa, transformatorlarning neytrali va yoy so'ndiruvchi g'altaklarini uzish va ulash;

shinalarning zaryad tokini va hamma kuchlanishlardagi asbob-uskunalarni (kondensatorlarning batareyalaridan tashqari) uzish va ulash;

10 kV va undan kichik kuchlanishdagi 15 A gacha bo'lgan yuklama tokini ochiq joyga o'rnatilgan uch qutbli ajratkich bilan uzish va ulash;

agar ajratkich past omli parallel zanjir (shina ulagich yoki aylanib o'tuvchi o'chirgich bilan) bilan ishonchli shuntlangan bo'lsa, u bilan operatsiyalarni bajarishga ruxsat etiladi;

ajratkich va uzgichlar yordamida kuch transformatorlarining kichik magnitlovchi tokini hamda havo va kabel liniyalarining zaryadlovchi tokini uzish va ulash mumkin.

Ajratkich uzadigan tok uning konstruksiyasi (pichoqlarining gorizontal, vertikal joylashuvi) ga, qutblari orasidagi oraliqqa, qurilmaning nominal kuchlanishiga bog'liq bo'lganligi uchun, bunday operatsiyalarga instruksiya va direktiv ko'rsatmalar orqali ruxsat beriladi.

Agar zanjirda ajratkich va uzgich bo'lsa, u holda magnitlovchi tok va zaryad toklarini uzish va ulashda, shu operatsiyalarni tez bajaradigan prujinali yuritmaga ega bo'lgan uzgichdan foydalanish lozim.

Ajratkichlar elektroqurilmalarning sxemalarida muhim ahamiyatga ega, ularning ishonchli ishlashiga qarab butun elektroqurilma ham ishonchli ishlaydi, shu sababli ularga quyidagi talablar qo'yiladi:

havoda ko'rinadigan uzilish hosil qilishi, bu holning elektr mustahkamligi maksimal impuls kuchlanishiga mos kelishi kerak;

q.t. toklari oqib o'tganida elektrodinamik va termik turg'un bo'lishi;

o'z-o'zidan uzilib (o'chib) qolmasligi

eng noqulay ish sharoitlarida (muzlash, qor, shamol va shu kabilar) aniq uzish va ulash imkonini berishi lozim.

Ajratkichlar qutblarining soniga qarab bir va uchqutbli, qurilma turiga qarab - ichki va tashqi qurilmalar uchun, konstruksiyasi bo'yicha - kesuvchi, aylanma, g'ildiruvchi va osma tiplarda bo'ladi. O'rnatilish usuliga qarab pichoqlar vertikal va gorizontal joylashgan ajratkichlarga bo'linadi.

Ichki qurilmalar uchun ajratkichlar

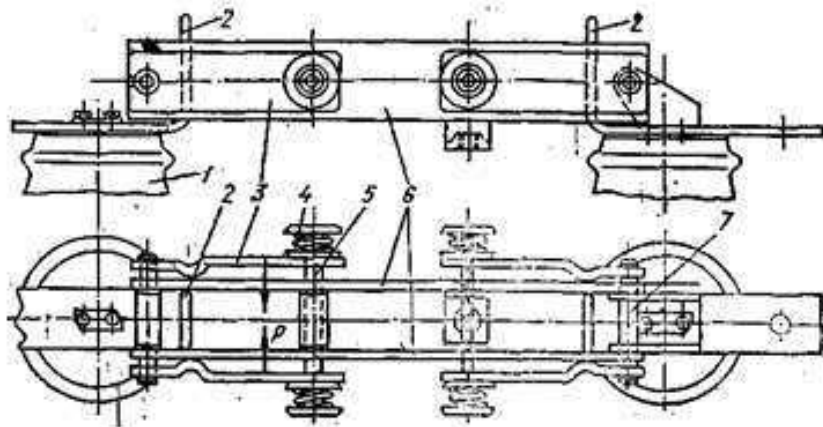
Ichki qurilmalar uchun bir qutbli (RVO) yoki uchqutbli (RV, RVK, RVRZ va shu kabi) ajratkichlar qo'llaniladi. Uch qutbli ajratkichlar umumiy ramada yoki har bir qutb uchun alohida ramada tayyorlanishi mumkin. Har bir qutb ajratkichning yuritmasi bilan ulangan umumiy val orqali birlashtiriladi. 1000 A gacha bo'lgan toklarga ajratkichning pichog'i ikkita mis polosadan, katta toklar uchun pichoq uch-to'rt polosadan tayyorlanadi. SHina konstruksiyalaridagi kabi, katta toklarda materialdan yaxshi foydalanish uchun, qo'zg'almas kontaktlar qutisimon kesimda, ajratkich pichog'i, esa tog'ora shaklda tayyorlanishi kerak.

Kesuvchi tipdagi ajratkichlarda pichoq qo'zg'almas kontaktlardan birining atrofida aylanadi, pichoqqa harakat chinni tortqi orqali valdan uzatiladi.

Kontaktlardagi kerakli bosim prujsnalar orqali hosil qilinadi. Kesuvchi tipdagi ajratkichlarning kontakt tizimining tuzilishini ko'rib chiqamiz (13.1-rasm). Izolyator 1 da to'g'ri burchak ostida bukilgan mis shina mahkamlangan bo'lib, u qo'zg'almas kontakt 2 hisoblanadi. Qontakt 2 ning yon tomonlari silindrik sirt ko'rinishida ishlangan, shuning uchun pichoq 6 plastinalari bilan chiziqli kontakt hosil qiladi. Sterjen 5 ga o'rnatilgan prujinalar 4 po'lat plastinalar Z ni bosadi, plastinalar chiqqan joylari bilan pichoqlarni qo'zg'almas kontaktga siqadi. Kontaktda bosim qancha katta bo'lsa, o'tish qarshiligi shunga kichik bo'ladi, lekin uzishlar va ulashlardagi ishqalanish hisobiga kontaktlar eyilishi katta va ajratkichni operatsiyalardagi harakatlantirish uchun qo'yiladigan kuch shuncha katta bo'ladi.

Q.t. toklarining o'tishi paytida tokning pichoq plastinalaridan kontaktlarga o'tish joylarida elektrodinamik kuchlar hosil bo'ladi, ular kontaktdan pichoqlarni itarishga harakat qiladi. Boshqa

tomondan, pichoq plastinalari bir tomonga yoʻnalgan toklarning oʻzaro taʼsiri sababli bir-biriga tortiladi. Q.t. toklari katta boʻlganda itarish kuchlari plastinalar pichoqlarining tortish kuchidan katta boʻlishi mumkin, bu plastinalar pichoqlarini kontaktdan otilib chiqishiga, yoyning paydo boʻlishiga, yaʼni avariya olib keladi. Buning oldini olish uchun, ajratkichlarda magnit qulf qurilmasi koʻzda tutiladi. U pichoq tashqarisiga joylashgan ikkita poʻlat plastinalar 3 dan iborat boʻlib, birinchidan, prujinalar bosimini uzatish uchun xizmat qilsa, ikkinchidan, q.t. toklaridan magnitlanib bir-biriga tortiladi va kontaktda qoʻshimcha bosim hosil qiladi. Ikkinchi izolyatrdagi ajratkichning kontakt tizimi ham shunday konstruksiyaga ega, faqat kontaktlar sirpanuvchi, sharnirli, lekin ajralmaydigan boʻladi, chunki pichoq oʻq 7 atrofida aylanadi.



13.1 - rasm. Qirquvchi tipdagi ajratgichlarning kontakt tizimi

Yerga tutashtiruvchi pichoqlar boʻlsa, ular sharnirli yoki ajrovchi kontaktlar tomonida yoki ikkala tomonda joylashishi mumkin. Uch qutbli qurilmalarda, ular umumiy mis shinalar bilan qisqa tutashtiriladi.

Yerga tutashtiruvchi pichoqlar, bosh pichoqlar ulangan holatda, ularni ulanishiga yoʻl qoʻymaydigan mexanik blokirovkaga ega. Erga tutashtiruvchi pichoqlarni boshqarish uchun, dastadan valga harakat beruvchi richaglar (PR) tizimidan yoki chervyakli yuritmadan (PCH) tashkil topgan oddiy qoʻl yuritmasidan foydalaniladi. Bosh pichoqlarni ulash yoki uzish bu operatsiyalarni masofadan amalga oshirish imkonini beradigan elektr dvigatel yuritmasi (PDV) tomonidan amalga oshiriladi.

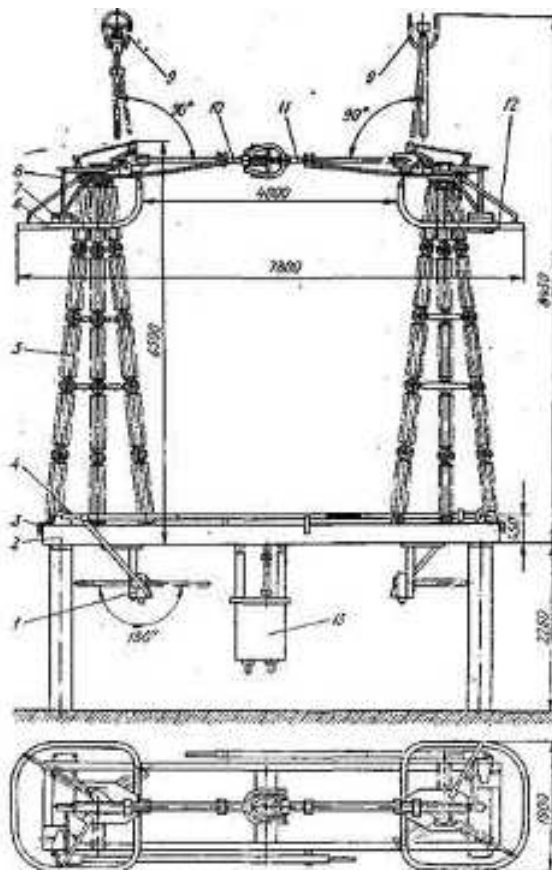
Oʻz-oʻzidan uzilishi yoki ulanishni yoʻqotish uchun yuritmaning richaglar tizimi yordamida ajratkich ulangan yoki uzilgan holatda ishonchli tutib turiladi.

Komplekt ekranlangan tok oʻtkazuvchi qurilmalar uchun pichogʻi ilgari harakat qiladigan aylanuvchi tipdagi ajratkichlar; chervyakli yuritma bilan boshqariladigan qirquvchi tipdagi; ZR tipdagi erga tutashtiruvchi ajratkichlar qoʻllaniladi.

Tashqi qurilma uchun ajratkichlar

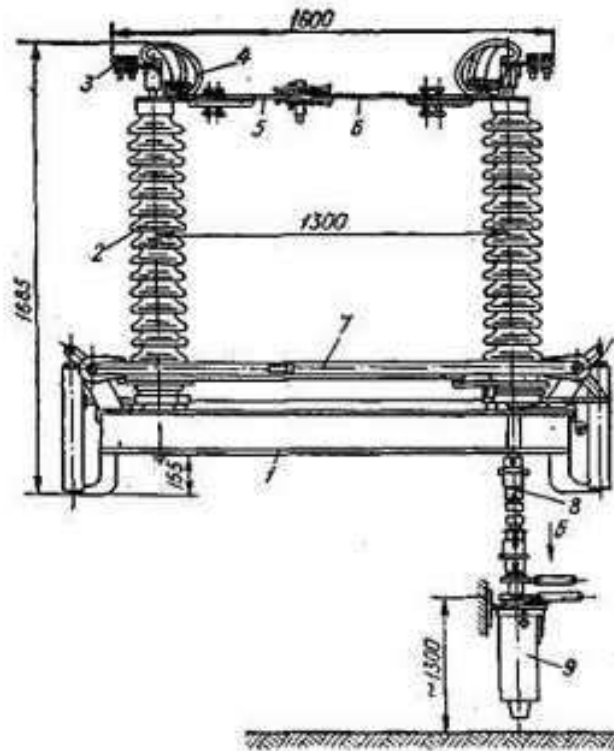
Ochiq taqsimlash qurilmalariga oʻrnatiladigan ajratkichlar tegishli izolyatsiyaga ega boʻlishi va oʻz vazifasini atrof-muhit sharoitlari noqulay boʻlganda ham ishonchli bajarishlari shart.

Oʻz vaqtida *kesuvchi tipdagi ajratkichlar* keng qoʻllanilar edi. Ularning kamchiligi boʻlib pichoqni uzgan holatidagi gabaritining kattaligi hisoblanadi. Masalan, RON (3)-500/2000 ajratkichning pichogʻi koʻtarilganda balandligi 9,8 m ga etadi. Pichoqni koʻtarishda sarflanadigan kuchni kamaytirish uchun, shuningdek, balandligi boʻyicha gabaritlarini kichraytirish uchun ajratkichning pichogʻi ikki qismdan iborat qilib yasaladi. Ikkita yarim pichoqlari vertikal harakatlanadigan shunday (RNV-500) ajratkich 13.2-rasmda koʻrsatilgan. Uning uzilgan holatdagi balandligi 8,45 m. Ajratkich ikkita erga tutashtiruvchi pichoqqa ega boʻlib, bosh pichoqlar yuritmasi - elektr dvigatelli (PDN), erga tutashtiruvchi pichoqlar qoʻlda harakatlantiriladi.



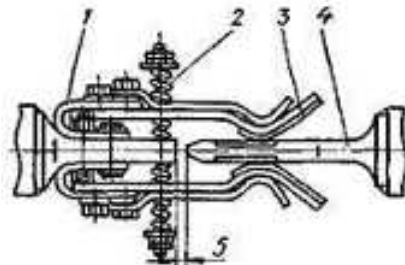
13.2-rasm. Vertikal-aylanuvchi RNV-500 tipidagi tashqi qurilma uchun ajratgich: 1-yerga tutashtiruvchi pichoqlarning yuritish mexanizmi; 2-rama; 3-yerga tutashtiruvchi shina; 4-yerga tutashtirish pichoqi; 5-izolyator; 6,9,12-ekranlar (to'siqlar); 7-kontakt; 8-biriktiruvchi shina; 10-lamelli bosh pichoq; 11-kurakchali bosh pichoq; 12-PDN yuritmasi.

Gorizontal burilma tipdagi ajratkichlar 10-750 kV kuchlanishga mo'ljallab ishlab chiqariladi. Bu ajratkichlarning keng qo'llanilishiga sabab, ular gabaritining ancha kichikligi va boshqarish mexanizmining soddaligidir. Bu ajratkichlarda bosh pichoq RNV ajratkichlarga o'xshash ikki qismdan iborat, biroq ular izolyatorlar kolonkalariga o'rnatilgan bo'lib, kolonkalar burilganda gorizontal tekislikda harakatlanadi (13.3-rasm). Qutblardan biri etaklovchi bo'lib, unga yuritma ulangan. Boshqa ikkita qutblar (etaklanuvchi) ga tortqichlar orqali harakat beriladi. Ajratkichlar bir yoki ikkita erga tutashtiruvchi pichoqqa ega bo'lishi mumkin. Ajratkichning kontakt qismi, pichoqlardan birining uchiga mahkamlangan lamellar va boshqa pichoqning oxiridagi kontakt sirtidan iborat. Ulanganda pichoq lamellar orasiga kiradi. Kontaktda bosim prujinalar orqali hosil qilinadi.



13.3-rasm. Gorizontaal-aylanuvchi RND 3-2-110/2000 tipidagi ajratkich: a-ajratkich ulangan holatda; 1-rama; 2-tayanch izolyator; 3-shinadagi ulovchi uchlik; 4-elastik bog'lama; 5-lamelli bosh pichoq; 7-yerga tutashtiruvchi pichoqlar; 8-yuritmaga keladigan tortqi; 9-yuritma; b-110 kV li ORU ga o'rnatilgan ajratkichning uzilgan holati.

Gorizontaal burilma ajratkichlarda pichoq uzilgandan so'ng u ikki qismga «singandek» bo'ladi, shuning uchun kontaktlar muzlangan hollarda yuritmaning ishi ancha osonlashadi. Kesuvchi tipdagi ajratkichlarda muz katlamini buzish uchun pichoqqa ilgari lama-aylanma harakat berilib, yuritma kinematikasi murakkablashar edi.



13.4-rasm. Ajratkichning ajrovchi kontakti: 1-elastik bog'lama; 2-prujina; 3-lame; 4-kurakcha.

Keng qo'llanilgan RLND tipidagi gorizontaal burilma ajratkichlar hozirgi paytda konstruksiyasi takomillashgan RND va RND (3) (ikki kolonkali erga tutashtiruvchi pichoqlari bo'lgan, tashqi qurilma uchun mo'ljallangan ajratkichlar) bilan almashtirilmogda. 330-750 kV li ajratkichlarda kontaktlarni to'sib turuvchi muzdan saqlovchi qoplama bor.

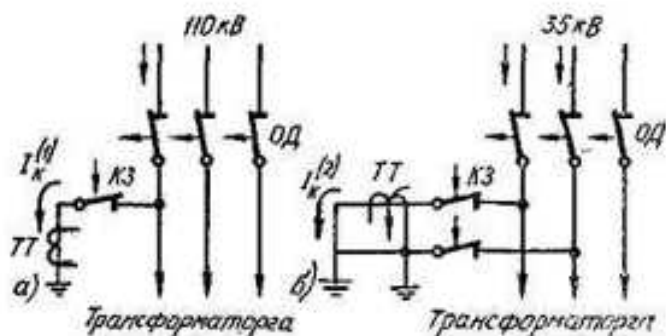
Ajratkichning yuritmasi ham uzilgan, ham ulangan holatda ishonchli qulflanuvchi trosli elektr lebedkadan iborat. Yuritma ajratkichning o'z-o'zidan ulanib qolishidan saqlovchi tormozga ega.

Qisqa tutashtirgichlar va uzgichlar

Qisqa tutashtirgich - bu kommutatsion apparat bo'lib, elektr zanjirda sun'iy q.t. ni hosil qilish uchun xizmat qiladi.

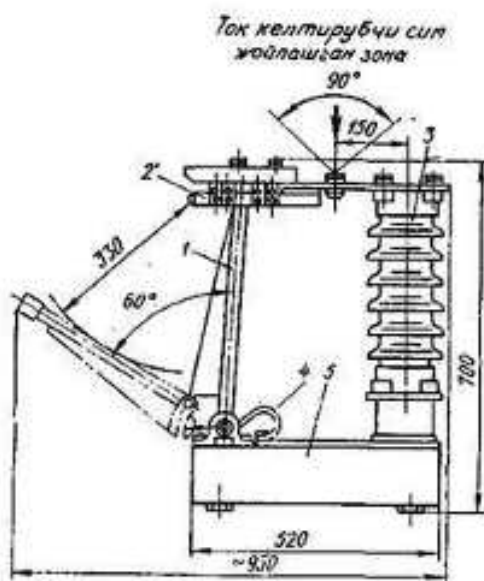
Qisqa tutashtirgichlar ta'minlovchi liniyaning releli himoyasi ta'sirida sun'iy q.t. hosil qilingandan so'ng shikastlangan transformatorni uzish uchun nimstansiyalarning soddalashtirilgan sxemalari qo'llaniladi.

35 kV li qurilmalarda qisqa tutashtirgichning ikki qutbi qo'llanilib, ular ishga tushganda sun'iy ravishda ikki fazali q.t. hosil bo'ladi. Neytrali erga tutashtirilgan qurilma (110 kV va undan yuqori) qisqa tutashtirgichning bir qutbi qo'llaniladi (13.5-rasm).



13.5-rasm. Uzgich va qisqa tutashtirgichlarning ulanish sxemalari: a-110 kV va undan yuqori qurilmalarda; b-35 kV li qurilmalarda.

KZ-35 tipli qisqa tutashtirgichning konstruksiyasi 13.6-rasmda ko'rsatilgan. Qisqa tutashtirgichlar yuritmasi, kuchlanish ostida bo'lgan qo'zg'almas kontaktga erga tutashtirilgan pichoqning ulanishini ta'minlaydigan prujinaga ega. Yuritmaning ishlashi uchun rele muhofazasidan impuls beriladi. Uzish qo'lda bajariladi. Qisqa tutashtirgichni ulashda yoy hosil bo'lishini va apparatning buzilishining oldini olish uchun, pichoqning katta tezlikda harakatlanishini ta'minlash kerak. Hozirgi konstruksiyalarda qisqa tutashtirgichni ulash vaqti 0,4-0,5 s ni tashkil etadi. Ulashni tezlatish uchun pichoqqa harakatning poroxli zaryadning portlash kuchini beradigan konstruksiyali qisqa tutashtirgichlar ham mavjud.



13.6-rasm. KZ-35 qisqa tutashtirgichi: 1-pichoq; 2-qo'zg'almas kontakt; 3-izolyator; 4-erga tutashtirish shinasi; 5-rama

Uzgich tashqi ko'rinishi jihatidan ajratkichdan farq qilmaydi, lekin unda uzish uchun prujinali yuritmasi bor. Uzgichni ulash qo'lda bajariladi. Uzgichlar, ajratkichlar singari, bir yoki ikki tomondan erga tutashtiruvchi pichoqlarga ega bo'lishi mumkin. Mavjud OD konstruksiyalarning kamchiligi bo'lib, ularni uzish vaqtining juda kattaligi hisoblanadi (0,5-1 s).

Uzgichlar toksizlangan zanjirni yoki transformatorning magnitlovchi tokini uzishi mumkin, biroq qisqa tutashtirgichning ishga tushishidan hosil bo'lgan q.t. tokini uzgichlar uzishi mumkin emas, shu sababli OD va KZ boshqarish sxemalarida blokirovka mavjud bulib, u qisqa tutashtirgich

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

“ENERGETIKA FAKULTETI”

“ELEKTR ENERGETIKA” KAFEDRASI



***STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI FANIDAN
AMALIY MASHG‘ULOTLARNI BAJARISHGA OID
USLUBIY QO‘LLANMA***



QARSHI 2023 YIL

Tuzuvchilar: Fayziyev M.M.-QMII “Elektr energetikasi” kafedrası mudiri, t.f.n dotsenti.

Ichki taqrizchi: QarMII, “Elektr energetika” kafedrası k.o’. N.A. Qurbonov

Tashqi taqrizchi: Qashqadaryo HET AJ PX boshlig’i I.N.Jabborov

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan amaliy mashg’ulotlarni bajarishga oid ushbu uslubiy qo’llanma 5310200- Elektr energetika (elektr ta’minoti) ta’limi yo’nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun mo’ljallangan bo’lib, O’zbekiston Respublikasi Oliy va O’rta maxsus ta’lim vazirligi tomonidan 2018 yil 18.08 dagi № 744 sonli buyrug’i bilan tasdiqlangan “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fani dasturi asosida tayyorlandi. Ushbu uslubiy qo’llanma “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” kursi davomida uzluksiz tok bo’yicha o’tkazgichlarni tanlash va ularni tekshirish, stansiya va podstansiyalarning ayrim qismlarini, elementlarini va elektr sxemalarini, yuqori va past kuchlanishli kommutatsion uskunalarni, kabel va shinalar kesim yuzalarini hamda reaktorlarni tanlashga oid masalalar keltirilgan.

Masalalarni yechishdan oldin qisqacha nazariy ma’lumotlar ham berilgan. Shuningdek, mustaqil ish mavzularini bajarish uchun namunalar ham keltirilgan.

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan amaliy mashg’ulotlarni bajarishga oid ushbu uslubiy qo’llanma “Elektr energetikasi” kafedrasining 2021 yil 21 apreldagi № 17 sonli yig’ilishida, Energetika fakulteti uslubiy komissiyasining 2021 yil 26 apreldagi dagi № 9 sonli muhokama qilingan.

Uslubiy ko’rsatma Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti uslubiy kengashi (2021 yil 27 aprel Bayon № 9) yig’ilishida muhokama qilinib, o’quv jarayonida foydalanishga va chop etishga tavsiya etilgan.

Kirish

Mamlakatimizda hozirgi vaqtda yoshlarga ta'lim - tarbiya berishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ularga yaratilgan shart-sharoitlardan ya'ni hozirgi zamon intellektual axborat texnologiyalari asri rivojlangan bir davrda har bir lahzadan samarali foydalanishni taqozo etadi.

Hozirgi vaqtda kadrlar tayyorlash milliy dasturida chuqur nazariy va amaliy bilimlar bilan bir qatorda tanlangan sohasi bo'yicha mustaqil faoliyat ko'rsata oladigan, o'z bilimi va malakasini mustaqil ravishda oshirib boradigan, masalaga ijodiy yondashgan holda muammoli vaziyatlarni to'g'ri aniqlab, to'g'ri tahlil qilib hamda har qanday ish sharoitga tez moslasha oladigan mutaxassislarni tayyorlash asosiy vazifalardan biri sifatida belgilangan.

Shu boisdan ham ushbu "Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi" fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarishga oid uslubiy qo'llanmada quydagi mavzular yoritilgan: uzluksiz tok bo'yicha o'tkazgichlarni tanlash, ularni tekshirish kursi davomida stansiya va podstansiyalarning ayrim qismlarini, elementlarini va elektr sxemalarini, yuqori va past kuchlanishli kommutatsion uskunalarni, kabel va shinalar kesim yuzalarini hamda reaktorlarni tanlashni to'liq o'zlashtirishlari uchun, talabalar o'z ustilarida qo'shimcha mashg'lotlar vaqtida ya'ni mustaqil ravishda shug'ullangandagina bilim va ko'nikmalarini mustaxkamlashlari mumkin.

Ushbu fanni o'rganishdan maqsad va vazifalar - talabalar elektr stansiyalari va podstanstiyalar qismlarini tuzilishi va ularni ishlash prinsiplari, elektr sxemalari, asosiy elektr qurilmalarini ishlash asoslari va ularni tanlash, past va yuqori kuchlanishli elektr jihozlarini, ularni yerga tutashtiruvchi qurilmalarni vazifasi, tuzilishi hamda ularning hisoblash metodlarini bilishlari lozim.

1. UZLUKSIZ TOK BO`YICHA O`TKAZGICHLARNI TANLASH

Izolyatsiyalanmagan shinalar kesimi yuzasi ikkita asosiy shartlar bo`yicha tanlanadi. Bu shartlar, shinalar uchun tanlangan material harajatlari va o`tkazgichlarda quvvat isroflarini qoplash bilan bog`liq chiqimlarning minimal darajada bo`lishi bilan beilanadi. Ushbu shartlarni qanoatlantiruvchi o`tkazgichning kesim yuzasi, iqtisodiy kesim yuzasi deb ataladi va u quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$S_{iqt} = I_{ish.maks} / j,$$

bu yerda, $I_{ish.maks}$ – normal ish rejimidagi ishchi tokining maksimal qiymati. Yuqorida keltirilgan formula bo`yicha shinning iqtisodiy kesim yuzasiga yaqin bo`lgan eng yaqin standart kesim yuzasi ma`lumotnomalardan tanlanadi (hisobiy qiymatidan katta yoki kichikpoq bolushi mumkin).

Shinalarning kesim yuzalari shakli amaliy tajribalar asosida tanlanadi. Montaj qilish uchun eng qulayi to`g`ri burchakli kesim yuzaga ega bo`lgan shinalar hisoblanadi. Bir tasmali shinalar, tasmalari parallel joylashgan ikki tasmali, uch tasmali shinalar qo`llanilishi bilan bir qatirda tasmalari kvadrat tomonlariga joylashtirilgan to`rt tasmali shinalar ham qo`llaniladi.

Ishchi toki qiymatlari katta bo`lgan hollarda qutichasimon kesim yuzali shinalardan va shuningdek kesim yuzasi kvadrat va dumaloq shaklga ega bo`lgan quvurlardan ham foydalanish tavsiya etiladi. Shinalarning materiali sifatida misga nisbatan ancha arzon bo`lgan alyuminiydan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

1.1. O`tkazgichlarning standart kesimlari yuzasi uchun mos joiz toklar qiymati odatda ma`lumotnomalarda berilgan bo`ladi. O`tkazgichning tanlangan kesim yuzasi uchun toklar qiymatlarining ushbu tenglik sharti bajarilishi kerak

$$I_{joiz} \geq I_{jad},$$

bu yerda, I_{jad} – jadallashtirilgan ishchi tok qiymati.

Tokning jadallashtirilgan qiymati uzluksiz xarakterga ega. Har bir aniq sxema uchun bu holat alohida aniqlanadi. Ikkita ta`minlovchi liniyada – bu liniyalardan biri ta`mirlash uchun uzilgan bo`lsa, ikkita parallel ishlayotgan transformatorlardan biri tarmoqdan uzilgan bo`lsa, o`ta yuklangan bosh uchastkali xalqasimon tarmoqning uzilishi va h.k.

Agar havo harorati meyordagidan farqlansa, unda joiz tok ushbu formula bo`yicha qayta hisoblanadi

$$I'_{joiz} = I_{joiz} \sqrt{\frac{V_{joiz} - V_s}{V_{joiz} - V_{sp}}},$$

bu yerda, V_{sp} – ma`lumotnomalarda beriladigan atrof-muhtning meyoriy harorati, V_{joiz} – ma`lumotnomalarda beriladigan o`tkazgichning joiz qizib ketish harorati.

Odatda o`tkazgichning kesim yuzasi zahirasi bilan tanlanadi va amalda undan ruhsat etiladiganidan kamroq tok oqadi. Bunday holda o`tkazgich harorati nominal tokiga nisbatan aniqlanadi

$$\left(\frac{I}{I_{joiz}} \right)^2 = \frac{V - V_{sp}}{V_{joiz} - V_{sy}}.$$

Kabellar kesimi yuzasini tanlash shunga o`xshash tarzda, kabel izolyatsiyalangan o`tkazgich ekanligini hisobga olgan holda, amalga oshiriladi, shuning uchun ham kabel qurilmalarngi normal kuchlanishiga moslab tanlanishi lozim. Bundan tashqari, turli izolyatsiyali kabellar ham ishlatilishi mumkin.

3-10 kV kuchlanishli tarmoqlarda to'yintirilgan qog'oz izolyatsiyali uch tomirli kabellar ko'proq ishlatiladi. Bu kabellar uchun jadallashtirilgan (avariya holatida) holatda o'ta yuklanishga ruhsat etiladi va uning qiymati, ma'lumotnomalarda kltirilgan $K_{o'.yu}$ koeffisienti bilan aniqlanadi.

Yer osti kabel zovurlarda bir nechta kabellarning joylashuvi ularning sovushi holatlarining yomonlashevigga olib keladi, bu esa o'z navbatida har bir kabelning joiz tokning kamayishiga sabab bo'ladi. Joiz tok qiymatining kamayishi koeffisienti K_N bilan aniqlanadi, uning katta-kichikligi kabellar yotqiziladigan transheyalarda bir chuqurlik sathi yuzasida yotqizilgan kabellar soni va ular orasidagi masofaga bog'liq bo'ladi. K_N koeffisientining qiymati ma'lumotnomalarda keltirilgan bo'lib, kabellar yotqiziladigan zovurlarning ko'rsatkichlari bo'yicha aniqlanadi.

Jadallashtirilgan rejim uchun kabelning uzil-kesil tanlanishi tartibi quyidagi ifoda bilan amalga oshiriladi:

$$I'_{joiz} K_{o'.yu} K_N \geq I_{jad}$$

Masalalarni yechish bo'yicha namunalar

1.1-masala

Issiqlik elektr stansiyasining (IES) TDS-80000/220 transformator bilan bog'lovchi 10,5 kV yig'ma shinasini kesimi yuzasini hisoblash va tanlash (1.1-rasm). Normal ish rejimida har bir transformatorning yuklamashi nominal quvvatining 0,63 qismini tashkil etadi. Maksimal yuklamadan foydalanish vaqti $T=6300$ soatga to'g'ri keladi. Jadallashtirilgan ish rejimida (transformatorlardan biri tarmoqdan uzib qo'yilgan holatda) ishlayotgan transformatorning yuklamasi ikki baravar oshadi, ya'ni uning yuklamasi nominal qiymatidan 1,26 marta katta quvvatni tashkil etadi (transformatorning avariya holatida joiz o'ta yuklama 40%ni tashkil qiladi).

YECHIMI

Shina bo'ylab oqayotgan maksimal ishchi tokni aniqlaymiz:

$$I_{ishmaks} = \frac{0,63 \cdot S_{nom}}{\sqrt{3} \cdot U_{nom}} = \frac{0,63 \cdot 80000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 2770 A.$$

$T_m = 6300$ soat maksimal yuklamada ishlaydigan alyuminiy shinalar kesimi yuzasini hisoblashda tokning iqtisodiy zichligi qatoridan foydalanamiz:

$$J_{iq} = 1,0 A/mm^2.$$

Shina simlari iqtisodiy kesimi yuzasini aniqlaymiz:

$$S_{iq} = \frac{I_{ishmaks}}{J_{iq}} = \frac{2770}{1} = 2770 mm^2.$$

Qutichasimon kesim profilini tanlaymiz va uning standart o'lchamlari: $S=82 \times 1785=3570 mm^2$. Unga mos keluvchi joiz tok

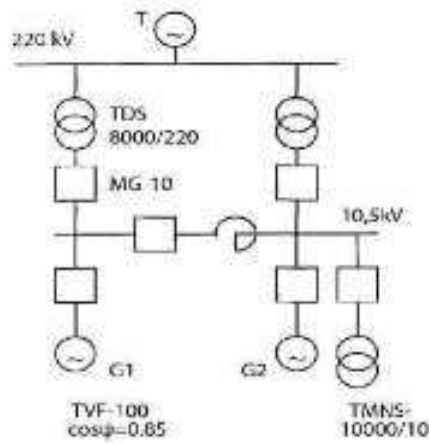
$$I_{joiz} = 5650 A,$$

$$I_{jad} = 2 \cdot I_{ish.maks} = 2 \cdot 2770 = 5540 A,$$

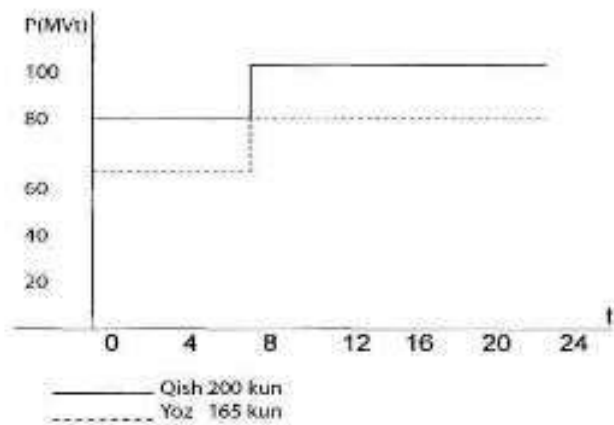
$$I_{joiz} = 5650 A > I_{jad} = 5540 A.$$

1.2-Masala

TVF-100 (1.1-rasm) generator zanjiridagi shina kesimi yuzasini hisoblash va tanlash. Generator uzoq muddat nominal quvvatidan 5% ortiq quvvat bilan ishlashi mumkin. Generator 1.2-rasmda tasvirlangan tafvsif bo'yicha ishlaydi.



1.1 – rasm



1.2 – rasm

YECHIMI

Shinadan o'tayotgan maksimal ishchi tokini aniqlaymiz:

$$I_{ishmaks} = \frac{P_{nom}}{\cos\varphi \cdot \sqrt{3}U_{nom}} = \frac{100000}{0,85 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 6475 A.$$

Generatorning berilgan yuklama tavsifi asosida bir yil davjmidagi ishlash vaqtini aniqlaymiz:

$$T_m = \frac{(80 \cdot 8 + 100 \cdot 16) \cdot 200 + (80 \cdot 8 + 80 \cdot 16) \cdot 165}{100} = 7380 soat.$$

Alyuminiy shinalar uchun tokning iqtisodiy zichligi – $j_{iq}=1,0 A/mm^2$.

Shina simlari iqtisodiy kesimi yuzasini aniqlaymiz:

$$S_{iq} = \frac{I_{ishmaks}}{j_{iq}} = \frac{6475}{1} = 6475 mm^2.$$

Qutichasimon kesim yuzali shinalarni tanlaymiz: $S=2 \cdot 3435=6870 mm^2 > S_{iq}=6475 mm^2$.

Tekshiramiz

$$I_{joiz}=7550 A,$$

$$I_{jad}=1,05 \cdot I_{ish.maks}=6820 A,$$

$$I_{joiz}=7550 A > I_{jad}=6820 A.$$

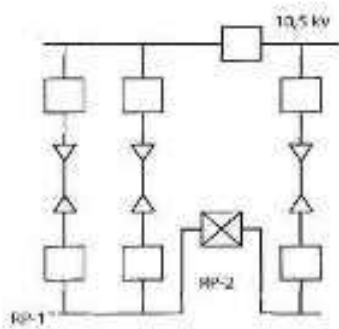
Mustaqil yechish uchun masalalar

1.1-masala

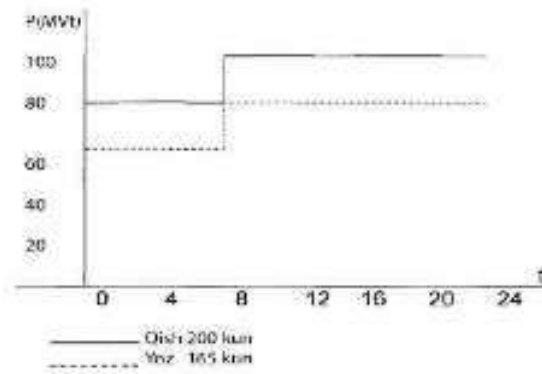
Xususiy ehtiyojlar uchun foydalaniladigan TMNS – 10000/10 transformatorning yuqori kuchlanishli tomoni zanjirining 10,5kV kuchlanishli shinaga ulanadigan shina kesimi yuzasini hisoblash va tanlash (1.1-rasm). Transformatorning maksimal yuklama 9 MVA bilan $T_m=7500$ soat ishlaydi. Taqsimlobchi qurilmadagi havo harorati $V_\theta=30^0S$. Ishchi transformator shikastlanganda xususiy ehtiyoj iste'molchilari zahiradagi transformatoridan ta'minlanadilar.

1.2-masala

TP-1 taqsimlash punktidan ta'minlanuvchi 10,5 kV kuchlanishli liniyasi zanjiridagi (1.3-rasm) qog'oz izolyasiyalı alyuminiy tomirli kabel kesimi yuzasini hisoblash va tanlash. TP-1 ning ishlash tavsifi 1.4- rasmda keltirilgan. Zovurga yotqizilgan kabel ostidagi tuproq harorati normaga keltirilgan $\cos\varphi=0,9$; $P_{maks}=3,5$ MVt. TP-1 ning ta'minlash sxemasiga muvofiq jadallashtirilgan ish rejimi mavjud emas.



1.3 –rasm



1.4 - rasm

1.3-masala

TP-2 taqsimlash punktidan ta'minlanuvchi 10,5 kV kuchlanishli liniyasi zanjiridagi (1.3-rasm) qog'oz izolyasiyalı alyuminiy tomirli kabel kesim yuzasini hisoblash va tanlash. TP-2 ning (jamlangan) maksimal yuklamasi $P_{maks}=8\text{MVt}$. Ishlash tafsifi 1.4- rasmda keltirilgan. $\cos\varphi=0,92$. kabel yer ostidan o'tkazilgan. Tuproq harorati $V_{\theta}=20^{\circ}\text{S}$.

1.4-masala

Joiz tok qiymati 860A bo'lgan misli shina davomli 750A tokni otkazadi. Agar havo harorati $V_{\theta}=40^{\circ}\text{S}$ bo'lsa, shu tok qiymati shina uchun joizmi yoki yo'qmi aniqlang.

1.5-masala

Ishchi tok 700A, havo harorati $+35^{\circ}\text{S}$ va $80\times 8\text{ mm}^2$ kesim yuzali bo'yalgan alyuminiy shinaning haroratini aniqlansin.

1.6-masala

Agar ishchi tok joiz davomli tokning 60% ni tashkil qilsa, bo'yalgan alyuminiy shinaning harorati qanday bo'ladi? Atrof-muhit havo harorati normaga keltirilgan.

1.7-masala

Quvvati $P_{maks}=3600\text{ kVt}$, quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi=0,89$ bo'lgan iste'molchi 6 kV kuchlanishli liniyadan alyuminiy tomirli kabeldan ta'minlanadi va shu kabelni hisoblang va tanlang. Iste'molchining normal ish rejimida ta'minlanishi bir-birini zahiralovchi va yer ostidan bitta zovur bo'ylab yotqizilgan ikki kabelli liniya bo'yicha amalga oshirish qabul qilingan. Tuproq harorati $V_{\theta}=20^{\circ}\text{S}$, $T_m=6500$ soat. Sutkalik maksimal yuklamali ishlashining davomiyligi 3 soatni tashkil etadi.

1.8-masala

Ishchi toki 150A va kuchlanishi 6kV bo'lgan zanjirning qisman yer ostidan va qisman zovur bo'ylab o'tkazilgan davomli qizishi sharti bilan qanoatlantirilgan qog'oz izolyasiyalı alyuminiy tomirli kabel liniyasining kesimi yuzasini hisoblang va tanlang. Tuproq harorati $V_{\theta}=15^{\circ}\text{S}$, zovurdagi havo harorati $+35^{\circ}\text{S}$, $T_m=5000$ soat, $I_{jad}=1,2* I_{ish.maks}$.

1.9-masala

6 kV kuchlanishli liniyaga ulangan qog'oz izolyasiyalı alyuminiy tomirli kabel kesim yuzasini hisoblang va tanlang. Kabel yer ostidan o'tkazilgan, $V_{\theta}=15^{\circ}\text{S}$, $T_m=4500$ soat, $I_{jad}=1,2* I_{ish.maks}$

2. QISQA TUTASHUV PAYTIDA O'TKAZGICHLARNING TERMİK CHIDAMLILIGINI TEKSHIRISH

O'tkazgichning termik chidamliligi quyidagi shart bo'yicha aniqlanadi:

$$V_k \leq V_{q.joiz}$$

bu yerda, $V_{q,joiz}$ o'tkazgichning qisqa muddatli joiz harorati, ma'lumotnomalarda berilgan bo'ladi.

O'tkazgichning qisqa tutashuv (q.t.) paytidagi yakuniy harorati V_k bir xil jinsli simning adiabatik jarayondagi qizishi tenglamasidan aniqlanadi:

$$\frac{V_q}{S^2} = A_{ya} - A_b,$$

bu yerda A_b – q.t. gacha o'tkazgichning boshlang'ich harorati funksiyasi ($A^2 \cdot s/mm^4$); A_{ya} - yakunlovchiy harorat funksiyasi ($A^2 \cdot s/mm^4$); S – o'tkazgich kesimi yuzasi (mm^2); V_q - q.t gacha tokning issiqlik impul'si ($A^2 \cdot s$).

Issiqlik impulsining aniq matematik ifodasi quydagicha ko'rinishga ega:

$$B_{ya} = \int_0^t i_u^2 dt; \quad t_{uzish} = t_h + t_{uu},$$

bu yerda t_h – asosiy himoya relesining harakatlanish vaqti; t_{uu} – uzgichning to'liq o'chish vaqti (yoyning so'ndirilish vaqtini qo'shib hisoblaganda). Amaliy hisob – kitoblarda B_{ya} ni aniqlash uchun soddalashtirilgan ifodalardan foydalaniladi. Ko'pincha B_{ya} ikki xususiy holler, ya'ni q.t. toki manbai sifatida “tizim” yoki “generator” bo'lgan holler uchun aniqlanadi.

Qisqa tutashuvning tok manbai “tizim” bo'lgan hol uchun issiqlik impulsi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$B_{ya} = I_d^2 (t_{uzish} + T_{as}),$$

bu yerda $I_d = const$ – davriy q.t. tokining o'zgarmas tashkil etuvchisi; T_{as} – tizimning vaqt doimiyligi, $T_{as} = 0,045 - 0,05s$.

Qisqa tutashuvning tok manbai “generator” bo'lgan hol uchun issiqlik impulsi (I_{θ} so'nuvchi xarakterga ega bo'lgan davriy q.t. tok tashkil etuvchisi) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$V_{ya} = I_{\theta}^2 (t_{uzish} + T_{ag}),$$

bu yerda $t = 0$ – davriy q.t. tok hosil bo'ladigan vaqt; V_* - nisbiy issiqlik impulsi tavsiflari bo'yicha aniqlanadi (2.1 – rasm); T_{ag} – generator chiqishida q.t. vaqtidagi generatorning vaqt doimiyligi, ma'lumotnomalarda beriladi.

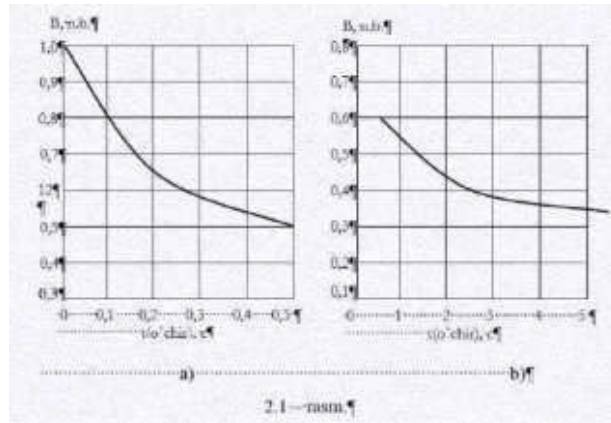
Q.t. vaqtida B_{ya} issiqlik impulsining ma'lum qiymatida o'tkazgichning yakuniy qizish harorati V_k quyidag tartibda aniqlanadi:

- o'tgan ishchi rejim ma'lumotlari bo'yicha boshlang'ich harorati V_b aniqlanadi;
- $A=f(V)$ bog'liqligi bo'yicha (adabiyotlarda keltiriladigan tavsifiy ma'lumotlar asosida) A_b funksianing qiymati aniqlanadi;
- $V_{ya}/S^2 = A_{ya} - A_b$ tenglama bo'yicha A_{ya} hisoblanadi;
- $A=f(V)$ bog'liqligi bo'yicha V_{ya} aniqlanadi.

Masalalarni yechish bo'yicha namunalar

2.1 – Masala

Generator zanjirida (2.2 – rasmda) qutichasimon kesim yuzali alyuminiy shinalar o'rnatilgan va uning kesim yuzasi $S = 2 \times 3435 = 6870 mm^2$ va joiz toki $I_{joiz} = 7550 A$ hamda $I_{nc} = 45 kA$, $I_{nor} = 35,4 kA$; himoyaning harakatlanish vaqti $t_h = 1,5 s$. Shinaning termik chidamliligini tekshiring.



YECHIMI

Uzgi chning uzilish vaqti $t_{uu}=0,2$ s; $t_{uzish}=t_h + t_{uu}=0,2+1,5=1,7$ s; $V_* = 0,38$.

Eng avval G_1 generator zanjiri shinasidagi q.t. sodir bo'lgan q.t. hisob nuqtasini aniqlab olish kerak bo'ladi. Buning uchun shinaga ta'lluqli q.t. vaqtidagi $k_1 (V_{k1})$ va $k_2 (V_{k2})$ nuqtalarining issiqlik impulslari solishtiriladi.

$$V_{k1} = I_{nor}^2(t_{uzish}k + T_{ag}) = 35,4^2(1,7 \cdot 0,38 + 0,417) = 1322 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$$

$$V_{k2} = I_{ns}^2(t_{uzish} + T_{as}) = 45^2(1,7 + 0,05) = 3544 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$$

$V_{k2} > V_{k1}$ bo'lgani uchun V_{k2} hisob nuqtasi bo'lib qoladi. Shinaning boshlang'ich harorati:

$$V_b = \left[\frac{I_{jad}}{I_{joiz}} \right]^2 \cdot (V_{jad} - V_{on}) + V_{on} = \left[\frac{6820}{7550} \right]^2 \cdot (70 - 25) + 25 = 63 \text{ s.}$$

$$I_{jad} = 1,05 \cdot I_{nor} = 1,05 \cdot 6475 = 6820 \text{ A};$$

$$A_b = 0,5 \cdot 10^4 \cdot \text{A}^2 \cdot \text{s} / \text{mm}^4.$$

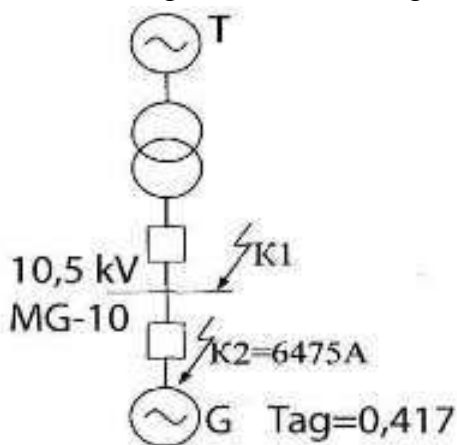
A_{ya} qiymati amalda A_b qiymatidan uncha farq qilmaydi. Binobarin q.t. vaqtida shinaning harorati sezilmaydigan darajada o'zgaradi, ya'ni shina termik chidamliligi bo'yicha katta zahiraga ega bo'ladi.

Mustaqil yechish uchun masalalar

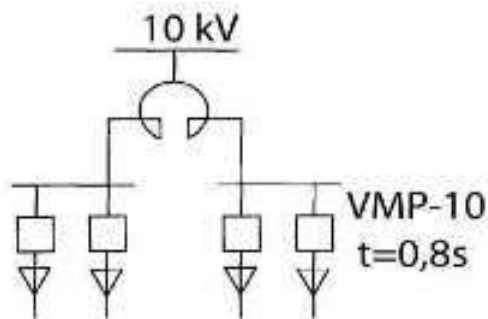
2.1-masala

Liniyadan taqsimlovchi zanjirda (2.3 – rasm) ASB-10-3x185 markali kabledan foydalanilgan bo'lib, uning joiz toki – $I_{joiz}=310$ A.

Kabellarning termik chidamliligi shartlari bo'yicha joiz q.t. tokini aniqlang.



2.2 – rasm.



2.3 – rasm.

2.2-masala

To'g'ri burchakli va $40 \times 4 \text{ mm}^2$ kesim yuzasiga ega bo'lgan mis shinaning yakuniy haroratini toping. Q.t. hosil qiluvchi davriy tok so'nmaydi va uning qiymati 15 kAga teng; $t_{uzish} = 2$ s; $T_a = 0,08$ s. q.t. gacha shinaning tok yuklamasi $0,7 \cdot I_{joiz}$ tashkil qilgan, havo harorati $V_\theta = +25^\circ \text{C}$.

2.3-masala

70 mm² kesim yuzali alyuminiy tomirli kabellarning q.t. holatida termik chidamliligini tekshiring. Q.t. tokini hosil qiluvchi davriy tok 7 kA (so`nmas), $t_{uzish}=1,5$ s. Kabel tomirining q.t. gacha bo`lgan harorati $V_b = 50^{\circ}\text{S}$. Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisidan issiqlik ajralishi hisobga olinmasin. $V_n = 6\text{kV}$.

2.4-masala

To`g`ri burchakli 50x6 mm² kesim yuzali alyuminiy shinaning “generator tizimi” sxemasida termik chidamliligini tekshiring. $I_{nc} = 35\text{kA}$, $T_{as} = 0,07$ s. = 0,5 q.t. gacha shina yuklamasi joiz yuklamaning 65% ni tashkil qiladi. Havo harorati $V_0 = +25^{\circ}\text{C}$; $I_{nor} = 35$ kA; $T_{ar} = 0,017$ s.

2.5-masala

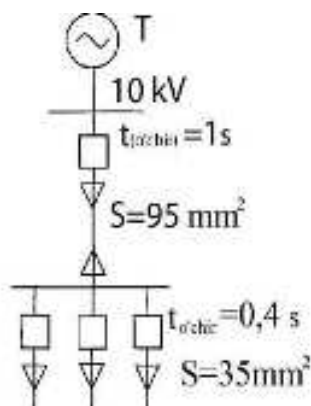
10 kV kuchlanishli tarmoqqa alyuminiy tomirli kabel q.t. tokining davriy hosil qiluvchisi so`nmas xarakterga ega, qiymati 7,5 kA ga teng ($t_h = 1,8$ s $t_{uu} = 0,15$ s), minimal standart kesim yuzasini aniqlang. Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisidan issiqlik ajralishi hisobga olinmasin.

2.6-masala

Agar $V_H = 6\text{kV}$ kuchlanishli tarmoqqa ulangan to`yingan qog`oz izolyasiyal 70 mm² kesim yuzali alyuminiy tomirli kabel q.t.gacha joiz tok bilan uzoq muddatli yuklangan bo`lsa, uning termik chidamlilini ta`minlash sharoitida tarmoqdagi q.t. tokining so`nmas davriy tashkil etuvchisi qiymati 8 kAga teng bo`lgandagi tarmoqdagi q.t.ning ruhsat etilgan maksimal davomiyligini aniqlang. Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisidan issiqlik ajralishi hisobga olinmasin.

2.7-masala

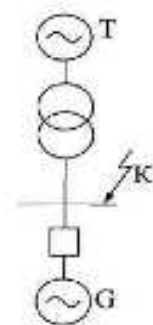
2.4 – rasmda ko`rsatilgan kabel tarmog`ining termik chidamliligi sharti bo`yicha q.t. tokini qay miqdorgacha cheklash mumkin ekanligini aniqlang. Tarmoq qog`oz izolyasiyal uchta tomirli alyuminiy kabellardan tashkil topgan, $T_a=0$.



2.4 – rasm.

2.8-masala

Q.t. vaqtida K_I nuqta (2.5 – rasm) quyidagi ko`rsatkichlarga ega: $I_{nc}=45\text{kA}$, $T_{ac} = 0,2\text{s}$, $I_{nor} = 35\text{kA}$, $T_{ar} = 0,417\text{s}$. Generator zanjiridagi shinaning termik chidamliligini tekshirish uchun issiqlik impulsi miqdori B_k ni aniqlang, $t_{uzish} = 0.5$.



2.5 – rasm.

3. QISQA TUTASHUVLAR VAQTIDA QATTIQ SHINA QURILMALARNING ELEKTRODINAMIK CHIDAMLILIGINI TEKSHIRISH

Shinaning elektrodinamik chidamliligini hisoblash joiz mexanik kuchlanish usuli bo'yicha amalga oshiriladi. Shinalar chidamli hisoblanadi, qachonki shina materialidagi hisobiy kuchlanish sharti bajarilsagina; σ_{joiz} – joiz kuchlanish, ma'lumotnomalarda shina materiallari uchun berilgan ma'lumotlar asosida aniqlanadi.

Izolyatorlarga mahkamlangan qattiq shinalar o'zaro tebranma tizimni tashkil etadi, elektrodinamik kuchlar tarkibida esa q.t. vaqtida 50 va 100 Gs chastotali tebranishlar mavjud bo'ladi. elektr dinamik kuchlar hosil qiluvchi kabellar tajribada kuzatilgan. Agar qurilmaning xususiy chastotasi 50 yoki 100 Gs ga teng bo'lsa, u holda mexanik rezonansning yuzaga kelishi ehtimoli yuqori bo'ladi.

Rezonansga yo'l qo'ymaslik uchun shinaning xususiy tebranish chastotasi f_0 qo'shimcha hisoblab chiqiladi:

$$\text{alyuminiy shinalar uchun} - f_0 = \frac{173,2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{J}{S}};$$

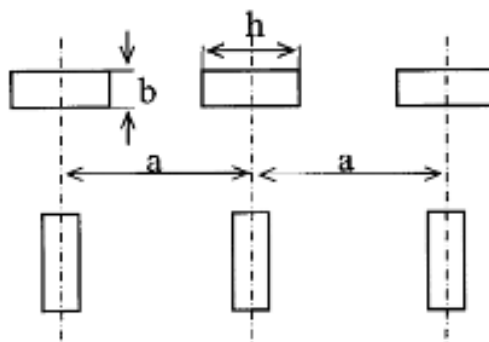
$$\text{mis shinalar uchun} - f_0 = \frac{125,2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{J}{S}};$$

bu yerda l – izolyatorlar oralig'ining uzunligi, m (odatda bu qiymat mustaqil tanlanadi, $l = 1-2$ m deb qabul qilingan); J – shina ko'ndalang kesimning eguvchi kuch yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalgan o'qqa nisbatan inersiya momenti, sm^4 ; S – shinaning ko'ndalang kesimi yuzasi, sm^2 .

l ni o'zgartirish hisobiga chastotalarning $f_0 > 200$ Gs yoki $f_0 < 30$ Gs bo'lishiga erishiladi.

To'g'ri burchakli kesim yuzaga ega bo'lgan shinalar uchun U qarshilik momenti qiymatlari 3.1 – va 3.2 – rasmlarda tasvirlangan profillar (qutichasimon shinalar va h.k) hisoblanadi, inersiya momenti U qiymati ma'lumotnomalarda beriladi.

3.1. BIR SHINA TASMALI SHINALARNI HISOBLASH



3.1 – rasm.

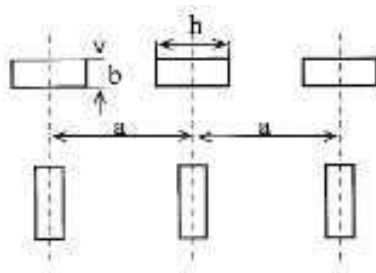
$$a) J = \frac{b \cdot h^2}{12}; \quad w = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad b) J = \frac{b^3 \cdot h}{12}; \quad w = \frac{b^3 \cdot h}{6};$$

Moment ta'sirida bo'lgan shina materialining kuchlanishi quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$\delta = \frac{M}{w} \cdot \frac{f \cdot l^2}{10 \cdot w} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{i_y^2 \cdot l^2}{w \cdot a}; \quad f = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{i_3^2}{a};$$

Bu yerda M – eguvchi moment; w – qarshilik momenti, sm^3 ; f – teng taqsimlangan kuch; l – oraliq uzunligi, m; i_u – q.t. zarbiy toki, A; σ – MP.

3.2. IKKI SHINA TASMALI SHINALARNI HISOBLASH



3.2 – rasm.

$$a) J = \frac{b \cdot h^3}{6}; \quad w = \frac{b \cdot h^2}{3}; \quad b) J = \frac{b^3 \cdot h}{6}; \quad w = \frac{b^2 \cdot h}{3};$$

Ikki yo'lli shinalarda kuchlanish bir faza yo'llarining o'zaro ta'sirlari hamda fazalarning o'zaro ta'sirlari σ_f natijasida yuzaga keladi.

$$\sigma = \sigma_n + \sigma_f;$$

$$\sigma_n = \frac{f_n \cdot l_n^2}{12 \cdot w_n}; \quad f_n = \frac{K_f}{4} \cdot \frac{i_u^2}{b} \cdot 10^{-7}; \quad \sigma_f = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{l_f^2}{a \cdot w_f} \cdot i_u^2;$$

bu yerda K_f – 3.3 – rasmda tasvirlangan shakllar asosida aniqlanadigan shakl koeffitsiyenti; w_n – shina bir tasmalarning qarshilik momenti, sm^3 ; l_n – tiqinlar orasidagi masofa; $l_n=l$ yoki $l_n=0,5l$ yoki $l_n=0,33l$ va h.k. larga teng deb qabul qilinadi.

Bunning uchun ikki shart bajarilishi zarur.

$$l_n < 0,216 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot b}{i_y}} \cdot \sqrt[4]{\frac{E \cdot J_n}{K_f}};$$

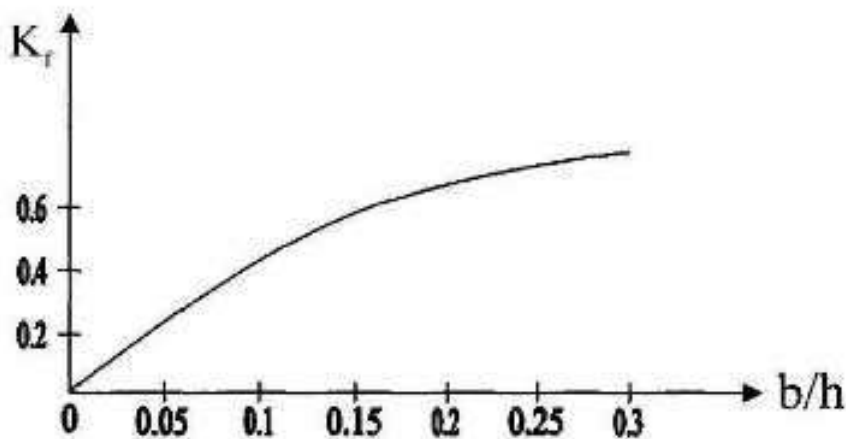
(q.t. da shina tasmalarining birlashishiga yo'l qo'yilmaydi)

$$I_n < 0,133 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[4]{\frac{E \cdot J_n}{m_n}};$$

(mexanik rezonansga yo'l qo'yilmaydi);

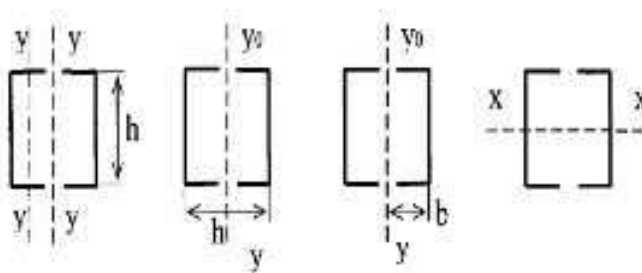
E – shinalar materiali qayishqoqligi moduli, alyuminiy uchun $E = 7 \cdot 10^{10}$;

l – shina tasmasi massasining uzunlik birligiga nisbati, kg/m.



3.3 – rasm . K_f ni aniqlash tavsifi

3.3. QUTICHASIMON KESIM YUZALI SHINALARNI HISOBLASH



3.4 – rasm.

$W = W_{y_0-y_0}$ (qattiq birikish mavjudligida); $W = 2W_{y-y}$ (qattiq birikish mavjud bo`lmaganda).

MP shinalaridagi kuchlanishni hisoblash ifodalari:

$$\sigma = \sigma_n + \sigma_f;$$

$$\sigma_n = \frac{f_n \cdot I_n^2}{12 \cdot w_n}; \quad f_n = 0,5 \cdot i_y^2 \cdot \frac{1}{h} \cdot 10^{-7} \text{ N/m}; \quad \sigma_f = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{l_f^2}{aw_n} \cdot i_y^2.$$

3.4. TAYANCH IZOLYATORLARINI HISOBLASH

Qattiq shinalar tayanch izolyatorlariga o`rnatiladi, ularni tanlash quyidagi shartlarga ko`ra amalga oshiriladi:

kuchlanish bo`yicha: $F_{his} \leq F_{qo'sh}$;

yuklama bo`yicha: $F_{qo'sh} = 0,6 F_{razr}$.

bu yerda F_{razr} – buzuvchi eguvchi yuklama.

$$F_{his} = f_d K_h,$$

bu yerda K_h – “qovurg`ada” joylashgan shinalarning balandligini to`g`rilovchi koeffitsient

$$K_h = \frac{H_{iz} + b + h/2}{H_{iz}},$$

bu yerda H_{iz} – izolyator balandiligi.

Masalalarni yechish bo`yicha namunalar

3.1 – MASALA

Quvvati 10 MVA bo`lgan XET xususiy ehtiyoj transformatori zanjiridagi (1.1 – rasm) yopiq taqsimlovchi qurilma – YoTQ shina konstruksiyasining elektrodinamik mustahkamligini tekshirish.

YECHIMI

Ish rejimi va termik mustahkamligidan kelib chiqqan holda oldindan tanlangan shinalar quyidagi texnik ko`rsatkichlarga ega:

Shinaning to`g`ri burchakli kesim yuzasi $80 \times 8 \text{ mm}^2$ o`lchamli, $I_{joiz} = 1302 \text{ A}$; $G_{joiz} = 90 \text{ MPa}$. Universal bosh taqsimlovchi qurilma – BTQning tipik chizmalariga muvofiq shina qurilmasi fazalari o`rtasidagi masofa 70 sm ga teng, izolyatorlar o`rtasidagi masofa esa 120 sm ga teng, $i_q = 220 \text{ kA}$.

Shinalar joylanishi 3.1 a – rasmda tasvirlangan.

$$\sigma = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{i_y^2 l^2}{wa};$$

$$w = \frac{bh^2}{6} = \frac{0,8 \cdot 8^2}{6} = 8,58 \text{ sm}^3;$$

$$\sigma = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{(220 \cdot 10^3)^2 \cdot 1,2^2}{8,58 \cdot 0,7} = 205 \text{ MPa};$$

Hisoblangan G ning qiymati uning joiz qiymatidan katta (AD3GTI markali alyuminiy markasi uchun $G_{joiz}=90 \text{ MRa}$), shuning uchun l qiymatini kamaytiramiz. Buning uchun $G = G_{joiz}$ sharti bajarilib $l_{maks,joiz}$ ning qiymatini aniqlaymiz:

$$l_{maks,joiz} = \sqrt{\frac{\sigma_{joiz} \cdot w \cdot a}{\sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot i_u^2}} = \sqrt{\frac{90 \cdot 8,58 \cdot 0,7}{\sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot (200 \cdot 10^3)^2}} = 0,795 \text{ m}.$$

Montaj sharoitining qulay bo'lishidan kelib chiqqan holda $l_{maks,joiz}=0,75 \text{ m}$ deb qabul qilinadi. Xususiy tebranish chastotasini tekshiramiz,

$$f_o = \frac{173,2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{J}{S}} = \frac{173,2}{0,75} \cdot \sqrt{\frac{34}{6,4}} = 710 \text{ Gs}.$$

Tayanch izolyatorini tanlaymiz

$$F = f \cdot l \cdot K_h = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{i \cdot y^2}{a} \cdot l \cdot K_h = \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot \frac{(220 \cdot 10^3)^2}{0,7} \cdot 0,75 \cdot 1 = 9150 \text{ N}_{Sh}$$

inalar "plashma" bo'yicha joylashtirilganida $K_h = 1$ uf teng bo'ladi.

OF-20-2000 tipidagi izolyatorlar quyidagi ko'rsatkichlarga ega: $F_{razr} = 2000 \text{ N}$, $F_{don} = F_{razr} = 0,6 \cdot 2000 = 12000 \text{ N}$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

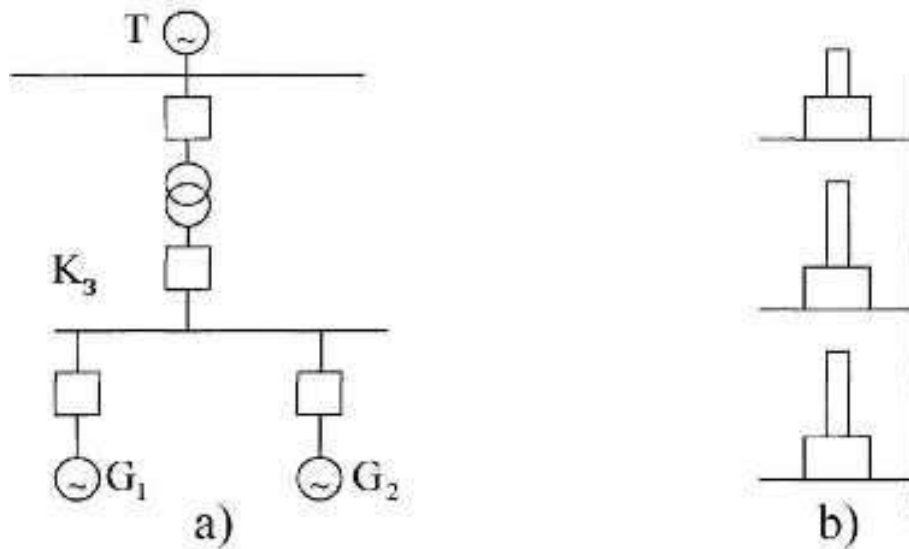
3.1 – MASALA

Uch fazali zanjir xar fazasi $50 \times 50 \text{ mm}^2$ o'lchamdagi to'g'ri burchak kesim yuzali alyuminiy shinalardan tashkil topgan. Fazalar orasidagi masofa 35 sm, tayanch izolyatorlar orasidagi oraliq 120 sm ga teng. Fazalar gorizontaal yuzada joylashgan bo'lib, shinalar izolyatorlarga ustma – ust mahkamlangan.

Uch fazali q.t. ning zarbiy toki 38 kA ni tashkil etganda shina materialdagi kuchlanishni aniqlang.

3.2- MASALA

3.5.a – rasmdagi sxemadagi G-1 generator zanjiridagi shinaning mexanik mustahkamligi sharti qanoatlantirilishini aniqlang. Shinalar $120 \times 10 \text{ mm}^2$ kesim yuzali alyuminiy tasmlardan tashkil topgan. Fazalar vertikal yuzada joylashgan bo'lib? Shinalar izolyatorlarga qovurg'a usulda mahkamlangan (3.5,b – rasm). Fazalar orasidagi masofa 60 sm, izolyatorlar tayanchlaridagi oralig'iq 150 sm.



3.5. – rasm. 2 – masala uchun hisoblash sxemasi

Uch fazali q.t. ning K nuqtadagi boshlang`ich davriy toki tizimdan 25 kA ni, har bir generatordan 12 kA ni tashkil etadi. Nodavriy tokning so`nuvchi vaqt doimiyligi tizim uchun 0,05 s, generator uchun 0,15 s deb qabul qilingan.

Shuningdek shinalar izolyatorlarga ustma – ust o`rnatilgan hol uchun shina materiallari kuchlanishini aniqlang.

3.3- MASALA

YotQ – 10 kV ming xususiy ehtiyoj transformatori yacheykasida ish rejimi shartlarini qoniqtiradigan kesim yuzasi $50 \times 6 \text{ mm}^2$ bo`lgan alyuminiy shina o`rnatilgan. Fazalar orasidagi masofa 70 sm, qisqa tutashuv vaqtidagi zarbli tok 130 kA ni tashkil etgan hol uchun, shinalarning mexanik mustahkamligi ta`minlanadigan izolyatorlar o`rtasidagi qabul qilingan maksimal oraliqni aniqlang.

Shinalar yacheyka devori bo`yicha tushiriladi va izolyatorlarga ustma – ust usulida mahkamlangan.

3.4 – MASALA

$60 \times 20 \text{ mm}^2$ kesim yuzali to`g`riburchakli shinalar tayanch izolyatorlariga ustma – ust usulda mahkamlangan. Izolyatorlar o`rtasidagi oraliq 120 sm ni tashkil etadi, uchta faza bitta gorizontaal yuzada joylashtirilgan.

Shinalar materialidagi kuchlanishni o`zgartirmasdan qolishi uchun shinalar qovurg`a usuli bilan joylashtirilganda izolyatorlar o`rtasidagi oraliqni qanday o`zgartirishi kerak bo`ladi?

3.5 – MASALA

Kesim yuzasi $100 \times 8 \text{ mm}^2$ bo`lgan alyuminiy shinalardan tashkil topgan ikki yo`lli paket ko`rinishida bajarilgan shinalar qurilmasining elektrodinamik mustahkamligini aniqlang. Fazalar orasidagi masofa 70 sm, izolyatorlar o`rtasidagi oraliq masofa 120 sm, tiqinlar orasidagi masofa 40 sm ni tashkil qiladi. Shinalar gorizontaal yuzada joylashgan va izolyatorlarga qovurg`a usuli bilan mahkamlangan. q.t. ning zanjirdagi zarbli tok 75 kA ni tashkil etadi.

3.6 – MASALA

Kesim yuzasi $100 \times 10 \text{ mm}^2$ li alyuminiy shinalardan tashkil topgan ikki yo`lli paket tiqinlari o`rtasidagi ruxsat etilgan maksimal oraliqni toping. Shinalar gorizontaal yuzada joylashgan va izolyatorlarga ustma – ust mahkamlangan. Izolyatorlar o`rtasidagi oraliq 140 sm, fazalar orasidagi masofa esa 60 sm ga teng.

Uch fazali qisqa tutashuvning boshlang`ich davriy toki 50kA tashkil etadi. Nodavriy tokning o`chish vaqt doimiyligi $T_a = 0,08 \text{ s}$ ga teng.

3.7 – MASALA

Kesim yuzasi $80 \times 8 \text{ mm}^2$ bo'lgan to'g'ri burchak alyuminiy shinalarning elektrodinamik mustahkamligini aniqlang. Shinalar gorizontaal yuzada joylashgan va izolyatorlarga ustama – ust mahkamlangan, fazalar o'qlari orasidagi masofa $a = 70 \text{ sm}$ ni, izolyator o'rtasidagi oraliq esa 120 sm ni tashkil etadi. Uch fazali q.t. ning boshlang'ich davriy toki 40 kA ni, davriy tokning o'chish vaqt doimiyligi esa $T_a = 0,05 \text{ s}$ ni tashkil etadi.

3.8 – MASALA

Ko'rsatkichlari $I_{ish.mak} = 35000 \text{ A}$, $I_{judat} = 4000 \text{ A}$, $T_m = 5500 \text{ s}$ bo'lgan zanjir uchun qutichasimon kesim yuzali alyuminiy shinalarini tanlang. O'tish toki o'ta qiymati 50 kA va vaqt doimiyligi $T_a = 1,05 \text{ s}$ bo'lgan uch fazali q.t. dagi shina materiallaridagi kuchlanishni aniqlang. Shinalarning joylashishi 3.4,b – rasimga tasvirlangan bo'lib, fazalar o'rtasida masofa 60 sm ni, tayanch izolyatorlari o'rtasidagi oraliq 100 sm ni va tiqinlar o'rtasidagi oraliq 50 sm ni tashkil etadi.

3.9 – MASALA

Kesim yuzasi $S = 2 \times 240 \text{ mm}^2$ bo'lgan qutichasimon alyuminiy shinalar 3.4,a – rasmdagi ko'rinishda joylashtirilgan va butun uzunligi bo'yicha qattiq birikmaga ega. Uch fazali q.t. ning zarbli toki 100 kA ni tashkil etadi. Tayanch izolyatorlari orasidagi jraliq 150 sm ga teng. Fazalar orasidagi masofa 70 sm bo'lgan hol uchun qutichasimon shinalarning shvellerlari payvandlangan joylari orasidagi ruxsat etilgan maksimal oraliqni aniqlang.

3.10 – MASALA

Nominal kuchlanishi $U_n = 6,3 \text{ kV}$ va maksimal yuklama bilan ishlash muddati $T_m = 65000 \text{ soat}$ bo'lgan TVF – 60 -2 tipidagi genrator uchun qutichasimon profilli alyuminiy shinalarni tanlang. Berilgan genrator uchun uch fazali q.t. ning o'ta o'tish va zarbli toklarini hisoblang hamda qutichasimon shinalarni elektrodinamik chidamlikka tekshiring. Shinalar joylashishi 3.4,a – rasmda tasvirlangan ko'rinishga ega va shvellerlar qattiq biriktirilmagan. Fazalar o'rtasidagi masofa 70 sm , tayanch izolyatorlari o'rtasidagi oraliq 100 sm va tiqinlar orasidagi oraliq 80 sm ga teng.

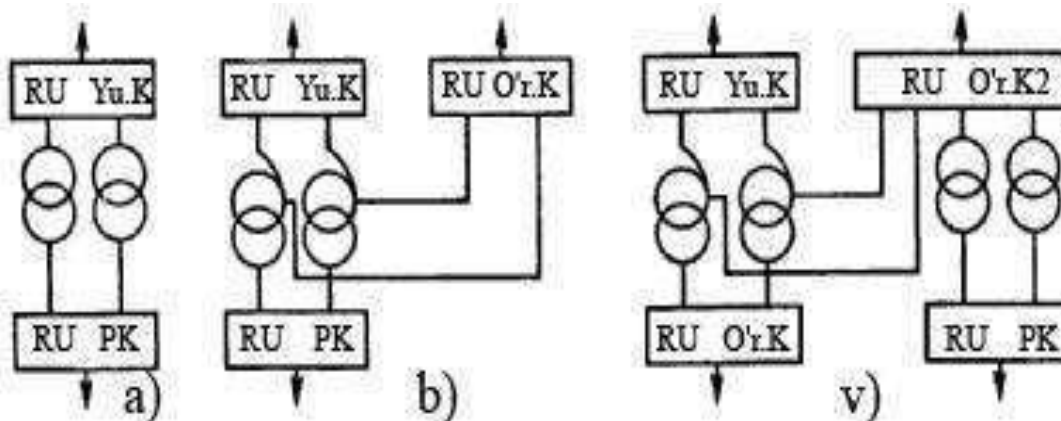
4. NIMSTANSIYALARNING ASOSIY YUQORI KUCHLANISHLI ELEKTR USKUNALARINI TANLASH

Reja:

- 4.1. Elektrostansiya va nimsiyalarning tizim sxemalari
- 4.2. Bir yoki ikki ishchi tizimli yig'ma shinalar sxemasi
- 4.3. Nimstansiyada transformatorlarning soni va quvvatini tanlash
- 4.4. Stansiya va nimstansiyalarning yuqori kuchlanishli uskunalarni tanlash

4.1. ELEKTROSTANSIYA VA NIMSIYALARNING TIZIM SXEMALARI

Elektr qurilmalarining tizim sxemalari generatorlar va transformatorlar soniga, turli xil kuchlanishli taqsimlovchi qurilmalari o'rtasida generatorlar va yuklamalarning taqsimlashiga va bu kuchlanishlarning taqsimlovchi qurilmalar- TQ orasidagi o'zaro bog'lanishlariga bog'liq.



4.1 – rasm. Nimstansiyalarning tizim sxemalari

4.1 – rasmda nimstansiyalarning tizim sxemalari tasvirlangan. Ikki chulgʻamli ikkita transformatoridan iborat boʻlgan nimstansiyalarda (a varianti) elektr energiya tizimidan yuqori kuchlanishli taqsimlovchi qurilmaga - Yuk TQ ga uzatiladi, undan soʻng kuchlanishi oʻzgartiriladi va past kuchlanishli taqsimlovchi qurilmada - PK TQ da isteʼmolchilarga taqsimlanadi. RU VN da isteʼmolchilar oʻrtasida uzatiladi va taqsimlanadi. Tarmoq nimstansiyalarida elektr tizimining alohida qismlari oʻrtasida aloqa amalga oshiriladi (b variant) va past kuchlanishli PK li isteʼmolchilar taʼminlanadi. Ikki oʻrta kuchlanishli taqsimlovchi qurilma – OʻK TQ, yuqori kuchlanishli taqsimlovchi qurilmaga - Yuk TQ va past kuchlanishli taqsimlovchi qurilmada - PK TQ dan iborat nimstansiyalarni ham qurish mumkin. Bunday nimstansiyalarda TQ dan soʻng icteʼmolchilarni taʼminlash uchun ikkita avtotransformator va ikkita transformatorlar oʻrnatilgan boʻladi.

Elektorstansiya PK yoki nimstansiyaning tizim sxemalarini tanlash ikki – uch variantlarining texnik-iqtisodiy koʻrsatkichlarini solishtirish asosida amalga oshiriladi.

Koʻpgina hollarda 220/110/6 – 35 kV kuchlanishli nimstansiyalar uchun seksiyalangan shinalar tizimi, bir yoki ikki ishchi tizimli yigʻma shinalar sxemasidan foydalaniladi.

Bunday sxemalarning variantlari quyida keltirilayotgan jadvallarda tasvirlangan.

4.2. BIR YOKI IKKI ISHCHI TIZIMLI YIGʻMA SHINALAR SXEMASI

Bir yoki ikki ishchi tizimli yigʻva shinalar tizimi shinalarning aylanma tizimi bilan va usiz ulanishda bitta oʻchirgichi mavjud boʻlgan sxemalar katta quvvatli tarmoq nimstansiyalarning oʻrta kuchlanish OʻK 35 – 220 kV tomonida qoʻllaniladi. 35 kV kuchlanishda shinalarning aylanma tizimi qoʻllanilmaydi, chunki oʻchirgichni reviziya qilish uchun kerak boʻladigan vaqt qisqa, isteʼmolchilar esa koʻpgina hollarda elektr energiya icteʼmoli boʻyicha quyi kategoriyaga mansub (aks holda ularning taʼminoti kamida ikkita linieadan amalgam oshirilgan boʻlardi).

“Bir yoki ikkita shinalar tizimli TQ sxemasi” jadvalida yigʻma shinalarning bir yoki ikkita tizimli sxemasi keltirilgan (tipik sxemalar T harfi bilan belgilangan), shu yerning oʻzida ushbu sxema uchun qoʻllanilgan kuchlanish hamda ulanuvchilarning ruhsat etilgan soni koʻrsatikgan (yuqori kuchlanishli lliniyaga (Yul) qoidaga koʻra ikkita transformator ulanadi).

4.1 – jadvalda sxemalarning qoʻllanishi doirasi toʻgʻrisida baʼzi bir tushintirishlar va qoʻshimcha koʻrsatmalar berilgan.

1 – sxema 35 kV asosiy kuchlanish boʻlgan qishloq xoʻjaligi tumanlarida asosan qoʻllaniladi. 1 – sxemadan foydalanishda zahira taʼminotiga ega boʻlmagan isteʼmolchilarni taʼminlovchi radial Yul ning mavjudligi, yoki seksiya oʻchirgichlarini yoki shina ajratkichlarini reviziya vaqtida tuman taʼminotining uzilishi mumkin emasligi halqit berishi mumkin.

2 – sxema ishlab chiqarish NSlarining oʻrta kuchlanishida qoʻllaniladi. Sxemaning yuqori avariyligi tufayli, ulanishlarni bir shina tizimidan ikkinchisiga tezkor oʻchirib yoqishdagi xodimlarning qiladigan xatoliklari tufayli koʻpincha 1 – sxemani qoʻllash maqsadga muvofiqdir (yuqorida keltirilganlardan sababga koʻra 2- sxema tipik sxemalar setkasidan chiqarib tashlashga asos boʻldi).

Quyidagi mulohazalar asosida 3 – sxema boʻyicha oltitadan ortiq boʻlmagan ulanuvchilarni ulashga ruhsat etilmaydi (ikkita transformator va toʻrta Yul): avariya holatida transformator bilan bir paytda ikki liniya va bitta seksiya oʻchirgichi oʻchiriladi; tezkor harakatning sekinkigi va Yul larning ahamiyatidan kelib chiqqan holda ularning sonini oshirishga yoʻl qoʻyilmaydi.

4 – sxema (tipik boʻlmagan) zaruriyat tufayli uchta transformator yoki qoʻshimcha ettinchi Yulni oʻrnatish toʻgʻri kelganda hamda yuqori ishonlilik talab etilganda (aylanma oʻchirgichlar bilan birgalikda ikki seksiyali oʻchirgichlarni ketma – ket ulash hisobiga) tavsiya etiladi. Boshqa xollarda bu sxema 3 – sxemaga oʻxshash.

5 – sxema 3-sxemadan farqi transformatorlarning quvvatini 110 kV kuchlanishda 125 MVA gacha va kuchlanish 220 kV bo`lganda esa 250 MVA gacha oshirish imkonini beradi. Boshqa barcha hollarda bu sxema 3 – sxemadan farqlanmaydi.

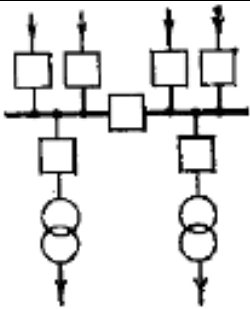
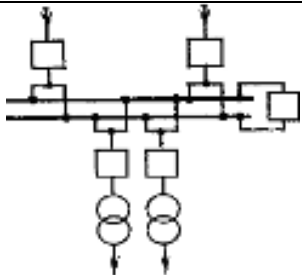
Aylanma va seksiy uchun bitta o`chirgich ishlaydigan sxemalarda har safar uni reviziya qilishda yoki aylanma liniyadagi o`chirgich sifatida foydalanilganda seksiyalar orasidagi bog`lanish buziladi. Shuning uchun 3 va 5- sxemalardan faqat tarmoq shartiga ko`ra bo`linishi ruhsat etilgan TQ dagina foydalanish mumkin.

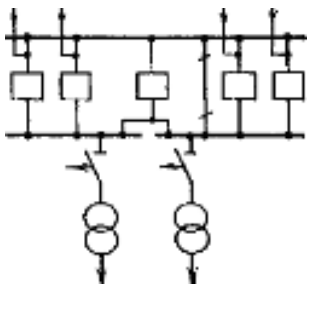
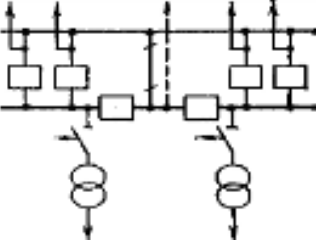
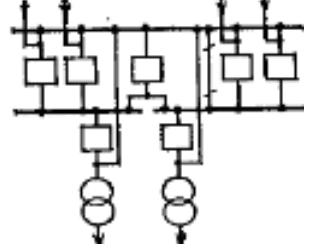
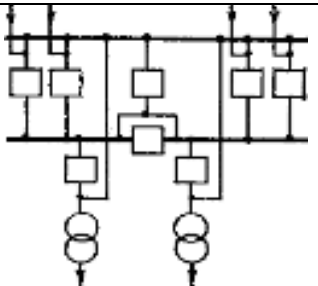
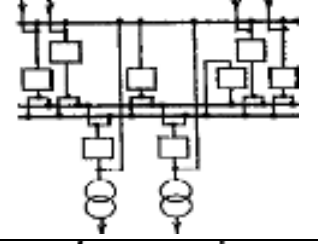
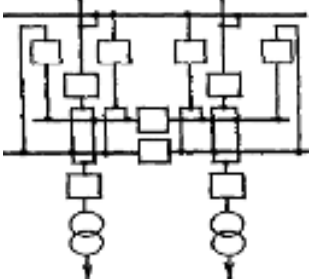
6 – sxema tuman nimstansiyasidan NS ta`minlanayotgan aylanma va seksiyalar uchun umumiy bo`lgan o`chirgich, boshqa ulanishlar hamda o`chirgichlarni ta`mirlash va reviziya vaqtida ikki qismga bo`linishiga ruhsat etilmaydigan holler uchun qo`llanilali. Sxemada ruxsat etilgan ulanishlar soni cheklanmagan (ushbu gurux sxemalar uchun qo`yilgan talablar shartlarning bajarilishi – ya`ni parallel – juft Yok liniyalarning yoki boshqa NS lardan zahiraviy liniyalarning mavjudligi, shuningdek har bir seksiya uchun bittadan ko`p bo`lmagan padial Yok liniyasi bo`lishi zarur).

7 – sxema 6 – sxemani qo`llash mumkin bo`lmagan hollarda ishlatiladi. Bu sxema u yoki bu sabablarga ko`ra tuman yoki korxonalar shinalar tizimlarni alohida qisimlarga ajratish yoki alohida Yok liniyalarini sinovdan o`tkazish yoki zahiraviy bo`lmagan ikkitadan kam bo`lmagan radial Yok liniyalarini ulash imkonini beradi. Keltirilgan co`ngi xususiyati bir shinalar tizimining ta`mirlanishi vaqtida qolgan barcha ulanishlarni boshqa shinalar tizimiga o`tkazish imkonini beradi. Sxema birlashgan taqsimlash qurilmasi - BTQ ga 15tagacha ulanishlarni ulash imkonini beradi.

8 – sxema to`rt transformator qo`llanilishi bilan 7 – sxemaga nisbatan BTQ ishonchligini oshirilgan (uch transformator qo`llanilganida bitta shinalar tizimini seksiyalash mumkin).

4.1 – jadval

Sxemaning tartib raqami	Sxemaning nomlanishi	Sxema	Ulanishlar soni	Kuchlanish, kV		
				35	110	220
1.	Bitta o`chirgich bilan seksiyalangan shinalar tizimi (T)		10 tagacha	+	-	-
2.	Ikkita shinalar tizimi		10 dan ko`p	+	-	-

3.	Bitta ishchi o`chirgich bilan seksiyalangan va seksiya hamda aylanma birlashgan o`chirgichli aylanma shinalar tizimi va transformator (T) zanjirda OD bo`lgan shinalar tizimi		6 tagacha	-	+	+
4	Shuning o`zi le-kin ishchi shinalar tizimi ikkita o`chirgichlar bilan seksiyalangan		8 tagacha	-	+	+
5.	3 – sxemaning o`zi, lekin transformatorlarning zanjirlarida o`chirgichlari bilan (T)		6 tagacha	-	+	+
6.	Shuning o`zi, lekin alohida seksiyalangan va aylanma o`chirgichlari bilan (T)		7 ta va undan ko`p	-	+	+
7.	Ikkita ishchi va aylanma shinalar tizimi (T)		7 dan 15 gacha	-	+	+
8.	Shuning o`zi, lekin ishchi shinalar tizimi o`chirgichlar bilan seksiyalangan (T)		15 tadan ko`p	-	+	+

Eslatma:

1. T harfi sxema tipik ekanligini bildiradi.
2. Ulanishlar soni 12 tadan ko`p va kuchlanish 220kV bo`lganda har ikkita shinalar tizimi seksiyalanadi.
3. A3 adabiyotda TQ sxemalarining to`liq ro`yxati keltirilgan.

4.3. NIMSTANSIYADA TRANSFORMATORLARNING SONI VA QUUVATINI TANLASH

Ko`pincha nimstansiyalarda ikkita transformator yoki ikkita avtotransformator o`rnatilgan bo`ladi. Bu nimstansiyalarda iste`molchilarning elektr ta`minoti, hatto avariya vaqtida transformatorlardan bittasi o`chirilganda ham ishonchli ta`minlanadi.

Ikkita transformatorli nimstansiyaning birinchi yili ekspluatatsiyasi vaqtida, yuklama hisobiy qiymatiga yetmagan vaqtida bitta transformatorning o`rnatilishi kifoya bo`ladi. Bunday ishlov davri davomida o`rta yoki past kuchlanish tarmoqlarida iste`molchilarning elektr ta`minotida zahiralashni ta`minlash kerak bo`ladi. Keyinchalik yuklama hisobiy qiymatiga etgandan keyin ikkinchi transformator ham o`rnatiladi.

Transformator quvvati quyidagi shartlar bo`yicha tanlanadi:

1. Bitta transformator o`rnatilganda

$$S_{nom} \geq S_{maks}$$

2. Ikkita transformator o`rnatilganda

$$S_{nom} \geq 0,7 \cdot S_{maks}$$

3. n ta transformator o`rnatilganda

$$S_{nom} \geq \frac{0,7 \cdot S_{maks}}{n-1}$$

4.4. STANSIYA VA NIMSTANSIYALARNING YUQORI KUCHLANISHLI USKUNALARNI TANLASH

Yuqori kuchlanishli o`chirgichlarni tanlash

O`chirgichlarni tanlashda o`n ikkita turli xil ko`rsatkichlarni hisobga olinishi zarur, lekin uni ishlab chiqaruvchi korxonaga ma`lum bir ko`rsatkichlarinigina kafolatlaydi, masalan, $i_{yoq-nom} \geq i_{o`chir-nom}$; $i_{yoq-nom} \geq 1,8 \cdot \sqrt{2} I_{uzish-nom}$, quyidagi asosiy ko`rsatkichlariga ko`ra o`chirgichlarni tanlashga ruhsat etiladi:

1. Qurilmaning kuchlanishi bo`yicha $U_{ish} \leq U_{nom}$;

2. Uzluksiz toki bo`yicha $I_{ish} \leq I_{nom}$;

3. O`chirishning simmetrik toki bo`yicha $I_n \leq I_{o`chir-nom}$;

4. Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisining o`chirishi

$$i_{at} \leq i_{a.nom} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_{nom} \cdot I_{o`chir-nom}}{100}, \text{ bu yerda } i_{a.nom} - t \text{ vaqti uchun o`chirilayotgan tokdagi}$$

nodavriy tashkil etuvchisining ruxsat etilgan nominal qiymati;

β_{nom} – o`chirilayotgan tok tarkibidagi nodavriy tashkil etuvchisining meyoriy qiymati, %;

i_{at} – kontaktlarning ajratilish t vaqtidagi q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisining qiymati;

t – q.t. ning boshlanishidan to`yoy so`ndiruvchi kontaktlarning ajralishigacha bo`lgan eng qisqa vaqt:

$t = t_{pz.min} + t_{0.v}$; bu yerda $t_{pz.min} = 0,01$ sek - himoya relesining minimal harakatlanish vaqti;

$t_{0.v}$ – o`chirgichlarning xususiy o`chirilishi vaqti.

Agar $I_{nt} \leq I_{o`chir-nom}$ sharti bajarilsa u holda $i_{at} > i_{a.nom}$ q.t.ning to`liq toki bo`yicha o`chirilish xususiyatlarini tekshirishga ruhsat etiladi:

$$(\sqrt{2} \cdot I_{nt} + i_{at}) \leq \sqrt{2} \cdot I_{o`chir-nom} \cdot (1 + \beta_{nom} / 100).$$

5. Yoqilish xususiyatiga ko'ra, tekshirish quyidagi shart bo'yicha bajariladi $i_y \leq i_{yoq}$; $I_{no} \leq I_{yoq}$, bu yerda i_y – q.t. ning zarbiy toki; I_{no} – q.t. tokining davriy tashkil etuvchisining boshlang'ich qiymati; I_{yoq} – yoqilishning nominal toki.

6. Elektrodinamik pishiqlikning bajariladigan shartlari $I_{no} \leq I_{din}$ va $i_y \leq i_{din}$, bu yerda I_{din} – q.t. chegaraviy teshib o'tuvchi tokining davriy tashkil etuvchisining haqiqiy qiymati; i_{din} – katalog bo'yicha elektromexanik pishiqligining eng katta toki.

7. O'chirgichni termik pishiqlikka tekshirish q.t. tokining issiqlik impulsi bo'yicha amalga oshiriladi: $V_K \leq I_T^2 \cdot t_T$ yoki $I_{po}^2 (T_a + t_{o'chir}) \leq I_T^2 t_T$, bu yerda V_k – hisoblangan q.t. tokining issiqlik impulsi; I_T – katalog bo'yicha termik pishiqligi toki; t_T – katalog bo'yicha termik pishiqligi tokining o'tish vaqti, sek. To'liq o'chirish vaqti: $t_{o'chir} = t_{r3} + t_{ov}$.

Ajratuvchi va taqsimlovchilarni tanlash

Ajratuvchilar va taqsimlovchilarni tanlash quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Qurilmaning kuchlanish bo'yicha: $U_{qur} \leq U_{nom}$;
2. Tok bo'yicha: $I_{norm} \leq I_{nom}$; $I_{maks} \leq I_{nom}$;
3. Konstruksiya va qurilmaning turiga qarab;
4. Elektrodinamik pishiqligi bo'yicha: $i_{zarb} \leq i_{ch.o't}$; $I_{ch.o'ch} \leq I_{ch.t.o't}$, bu yerda $i_{ch.o't}$, $I_{ch.t.o't}$ – q.t. tokining chegaraviy teshib o'tuvchi toklari (amplituda va haqiqiy qiymatlari);

5. Termik pishiqlik bo'yicha: $V_K \leq I_T^2 \cdot t_T$ $V_k \leq I_T^2 t_T$.

Saqlangichlarni tanlash

Saqlangichlarni tanlash quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Qurilmaning kuchlanish bo'yicha: $U_{qur} \leq U_{nom}$;
2. Tok bo'yicha: $I_{norm} \leq I_{nom}$; $I_{maks} \leq I_{nom}$;
3. Konstruksiya va qurilmaning turiga qarab;
4. O'chirish toki bo'yicha: $I_{ch..o'ch} \leq I_{o'chir}$, bu yerda $I_{o'chir}$ – chegaraviy o'chirish toki (simmetrik tashkil etuvchi).

Saqlangichlarning eruvchan qismining nominal toki himoya shartlariga hamda. selektiv tanlash asosida tanlanadi.

Tok transformatorlarini tanlash

Tok transformatorlari quyidagicha tanlanadi:

1. Qurilma kuchlanishi bo'yicha: $U_{qur} \leq U_{nom}$;
2. Tok bo'yicha; $I_{norm} \leq I_{nom}$; $I_{maks} \leq I_{nom}$.

Qurilmaning nominal toki ishchi tokiga iloji boricha tenglashtirilgan bo'lishi kerak, chunki birlamchi chulg'amning etarli darajada yuklama olmasligi isroflarning oshishiga olib keladi;

3. Konstruksiya va aniqlik klassi bo'yicha;

4. Elektrodinamik pishiqlik bo'yicha: $i_{zarb} \leq K_{ED} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{Inom}$; $i_{zarb} \leq i_{din}$, bu yerda K_{ED} – katalog bo'yicha elektrodinamik pishiqlikning karraligi; I_{Inom} – transformator birlamchi nominal toki; i_{din} – elektrodinamik pishiqlik toki.

Shina transformatorlari tokining elektrodinamik pishiqligi taqsimlovchi qurilma shinalarining turg'unligi bo'yicha aniqlanadi va natijada bunday transformatorlar ushbu shartlar bo'yicha tekshirilmaydi.

Tok transformatorlarini tekshirish:

1. Termik pishiqlik bo'yicha: $V_k \leq (K_T I_{Inom})^2 t_T$; $B_K \leq I_T^2 \cdot t_T$, bu yerda B_k – hisoblangan issiqlik impulsi; K_T – katalog bo'yicha termik pishiqlikning karraligi; t_T – katalog bo'yicha termik pishiqlik vaqti; I_T – termik pishiqlik toki;

2. Ikkilamchi yuklama bo'yicha: $Z_2 \leq Z_{2nom}$, bu yerda Z_2 – tok transformatorining ikkilamchi yuklamasi; Z_{2nom} – tanlangan aniqlik klassidagi tok transformatorlarining ruhsat etilgan nominal yuklamasi.

Tok zanjirlarning induktiv qarshiligi katta emas, shuning uchun $Z_2 \approx r_2$ deb qarash mumkin. Ikkilamchi yuklama o'lchov asboblari va ulovchi simlarning qarshiliklaridan hamda kontaktlarning o'tish qarshiliklari yig'indisiga teng bo'ladi: $r_2 = r_{o'lch.asb} + r_{sim} + r_k$.

O'lchov asboblari qarshiligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi: $r_{o'lch.asb} = S_{nom} / I_2^2$, bu yerda S_{nom} – o'lchov asboblari iste'mol qiladigan quvvat; I_2 – 5A ga teng bo'lgan o'lchov asboblarning ikkilamchi nominal toki.

Kontaktlar qarshiligi ikki – uchta o'lchov asboblari bo'lganda 0,05 Om va undan ko'p bo'lganda esa 0,1 OM deb qabul qilinadi. Ulovchi simlar qarshiligi ularning uzunligi va kesimi yuzasiga bog'liq bo'ladi. Tok transformatori tanlangan aniqlik klassida ishlashi uchun ushbu shart bajarishi lozim: $r_{o'l.asb} + r_{sim} + r_k \leq Z_{2nom}$ va bu ifodadan $r_{sim} = Z_{2nom} - r_{o'l.asb} - r_k$. r_{sim} qiymatini bilgan holda ulovchi simlar kesimi yuzasini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$q = \frac{\rho l_{his}}{\tau_{sim}}, \text{ bu yerda } \rho - \text{ sim materialining solishtirma qarshiligi. Mis tomirli simlar } (\rho =$$

0,0175) katta quvvatli elektrostansiyalarining 100 MVt va undan katta quvvatli agegatlarning asosiy va yordamchi uskunalarning ikkilamchi zanjirlarida hamda kuchlanishi 220 kV va undan yuqori kuchlanishli nimstansiyalarda ishlatiladi. Boshqa hollarda ikkilamchi zanjirda alyuminiy tomirli simlar ($\rho = 0,0283$) qo'llaniladi; l_{his} – tok transformatorining ulanish sxemasiga bog'liq bo'lgan simning hisobiy uzunligi. Yulduzcha qilib ulangan uchta TT uchun, $l_{his} = l$ ga teng, bu yerda l TT o'rnatilgan joydan o'lchov asbobigacha bo'lgan masofa. To'liqmas yulduzcha qilib ulangan ikkita TT uchun $l_{his} = l \cdot \sqrt{3}$ bo'ladi. O'ta fazaga ulangan (B faza) bitta TTli sxema uchun $l_{his} = 2$ bo'ladi.

Kuchlanish pog'onalari bo'yicha TTdan o'lchov asbobigacha ulanadigan simlarning uzunligi: 35 kV..(60–75)m; 110kV..(75–100)m; 220kV.(100–150)m; 500 kV...(150 – 175)m deb qabul qilingan.

Kuchlanish transformatorlarini tanlash

Kuchlanish transformatori quyidagicha tanlanadi:

1. Uskuna kuchlanish bo'yicha: $U_{us} \leq U_{nom}$
2. Konstruksiya va chulg'amlarning ulanish sxemasi bo'yicha;
3. Aniqlik klassi bo'yicha;
4. Ikkilamchi yuklama bo'yicha quyidagi shart bajarishi kerak: $S_{2\sum} \leq S_{nom}$, bu yerda, S_{nom} – tanlangan aniqlik klassidagi kuchlanish transformatorning nominal quvvati, bunda quyidagilarni e'tiborga olish zarurki, yulduzcha qilib ulangan bir fazali transformatorlar uchun, barcha uch faza quvvatlari yig'indisi olinadi, ochiq uchburchak sxemasi bo'yicha ulangan transformatorlarning quvvati esa bitta transformatorning quvvatini ikkiga ko'paytirganiga tengdir; $S_{2\sum}$ – kuchlanish transformatoriga ulangan barcha o'lchov asboblari va relelar yuklamasi, VA.

Hisoblash ishlarini soddalashtirish maqsadida o'lchov asboblari yuklamasini fazalarga bo'lmasdan hisoblash maqsadga muvofiqdir:

$$S_{2\sum} = \sqrt{\left(\sum S_{us} \cdot \cos \varphi_{us}\right)^2 + \left(\sum S_{us} \cdot \sin \varphi_{us}\right)^2} = \sqrt{P_{us}^2 + Q_{us}^2}.$$

Agar aniqlik klassi bo'yicha tanlangan transformatorning nominal quvvatni ikkilamchi yuklamadan kam bo'lsa, u holda ikkinchi kuchlanish transformatori o'rnatiladi va o'lchov asboblarning bir qismi unga ulanadi.

Mexanik pishiqlik shartiga ko'ra mis simining kesim yuzasi $1,5\text{mm}^2$ dan kam bo'lmasligi kerak, alyuminiy tomirli simlar uchun – $2,5\text{mm}^2$ dan kam bo'lmasligi kerak.

Kabellarni tanlash

Elektr qurilmalarda kabellar keng qo'llaniladi. Qoidaga ko'ra 6 – 10 kV kuchlanishli iste'molchilari kabel liniyalar orqali ta'minlanadilar, ular avval kabel taqsimlash qurilmasining tunnellariga joylashtiriladi, shundan so'ng yerga (zoburlarga) yotqiziladi. Elektrostansiya va nimstansiyalarning xususiy ehtiyoj iste'molchilarini mos shinalarga ulash uchun ham 6 va 0.4kV kuchlanishli kabellar ishlatiladi.

Kabellar quyidagicha tanlanadi:

1. Qurilma kuchlanishi bo'yicha: $U_{us} \leq U_{nom}$;

2. Tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha: $q_{iqt} = \frac{I_{norm}}{j_{iqt}}$;

3. Ruxsat etilgan tok bo'yicha: $I_{maks} \leq I_{r.et.}$, bu yerda $I_{r.et.}$ – yerga bir sath yuzasiga yotqizilgan kabellar sonining tuzatish K_1 koeffisientni va atrof-muhit haroratining o'zgarishini hisobga oluvchi K_2 koeffisienti hisobiga olingan holdagi ruxsat etilgan uzluksiz tok. $K_2 \cdot I_{r.et.} = K_1 \cdot K_2 \cdot I_{r.et.nom.}$ K_1 va K_2 tuzatish koeffisientlari, ruxsat etilgan tok qiymatlari adabiyotlarda berilgan bo'ladi.

4. Normal rejim bo'yicha tanlangan kabellarni termik pishiqlikka quyidagi shartlar bo'yicha tekshiriladi; $g_k \leq g_{k.ruxs}$ yoki $q_{min} \leq q$.

Egiluvchan shinalarni tanlash

35 kV kuchlanishli va undan yuqori kuchlanishli TQlarda AS tipdagi simlarda bajarilgan egiluvchan shinalar ishlatiladi. Generator va transformatorlarni 6 – 10 kV kuchlanishli TQ bilan ulash uchun aylanasini bo'ylab halqalar bilan mahkamlangan simlar bog'lamidan iborat egiluvchan tok o'tkazgichlardan foydalaniladi. Bog'lamdagi ikkita sim – po'lat-alyuminiy o'z vazni ogirli, muzlash va shamol kuchi hosil qiladigan asosiy mexanik yuklamani ko'tarib turadi. Boshqa simlar – alyuminiyli simlar – faqat tok o'tkazuvchidir. Bog'lamdagi ba'zi simlarning kesim yuzasini iloji boricha kattarog'ini tanlash tavsiya etiladi ($500, 600\text{mm}^2$), chunki bu simlar soni va o'tkazgichlar narxining pasayishiga olib keladi.

Egiluvchan simlar blokli transformatorlarni UTQ bilan ulasda qo'llanadi.

Kuchlanishi 35kV bo'lgan elektr uzatish liniyalarining simlari, generator kuchlanishining egiluvchan tok o'tkazgichlari tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tekshiriladi: $q_{iqt} = \frac{I_{norm}}{j_{iqt}}$, bu

yerda I_{norm} – normal rejim toki (o'ta yuklamasiz); j_{iqt} – tokning meyorlangan zichligi, A/mm^2 .

Kesim yuzasining qizitishga tekshirish (ruxsat etilgan tok bo'yicha): $I_{max} \leq I_{r.et.}$ shartiga ko'ra amalga oshiriladi.

Tanlangan kesim yuzasi q.t. tokining termik ta'siriga nisbatan tekshiriladi:

$g_k \leq g_{k.ruxs}$; $q_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} \leq q$. C koeffisienti qiymati 3 – jadval bo'yicha aniqlanadi.

TQ ning egiluvchan shinalari q.t. tokining elektrodinamik ta'siriga tekshirish $I_k^{(3)} \geq 20\text{kA}$ shart bo'yicha va Yok liniyalarning simlari $i_{zarb} \geq 50\text{kA}$ shart bo'yicha amalgam oshiriladi.

Toj shartiga ko'ra tekshirish, kuchlanish 35 kV va undan yuqori bo'lganda egiluvchan o'tkazgichlar uchun zarur. Elektr maydonining yuqori kuchlanishlarida toj ko'rinishidagi razryad sim atrofida paydo bo'ladi hamda chirsillash va yoritilish bilan davom etadi. Sim atrofidagi havoning ionlanish jarayoni qo'shimcha energiya isrofini yuzaga keltiradi, elektromagnit tebranishlarning paydo bo'lishi to'siq radioto'lqinlarni yuzaga keltiradi, ozon paydo bo'liadi, kontakt birikmalarni oksidlanadi.

Toj ko'rinishidagi razryad elektr maydon kushlanganligining boshlang'ich kritik maksimal qiymatida yuzaga keladi, kV/sm,

$$E_0 = 30,3 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_0}} \right),$$

bu yerda m – g'adirdirlik koeffisienti, 0,82 ga teng; r_0 – sim radiusi, sm.

Simlar orasi ochilib qolganda sim yuzasi atrofidagi elektr maydon kuchlanishi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$E = \frac{0,354U}{r_0 \cdot \lg \frac{D_{or}}{r_0}},$$

bu yerda U – tarmoqning liniya kuchlanishi, kV; D_{or} - fazalar simlari orasidagi o'rtacha geometrik masofa, sm.

Fazalar gorizontalar tarzda joylashtirilganda $D_{or}=1,26D$ bo'ladi, bu yerda D – qo'shni fazalar orasidagi masofa, sm.

Simlar orasi ochilib qolganda elektr maydon kuchlanishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$E = k \cdot \frac{0,354U}{mr_0 \lg \frac{D_{or}}{r_{ek}}}$$

Faza ikkita parallel o'tkazgichga ajratilganda $K=1+2 \cdot r_0/a$ bo'ladi, ekvivalent radius esa $r_{ek} = \sqrt{r_0 a}$, sm. Bu yerda a – fazalarning ajratilgan simlari orasidagi masofa $U = 220$ kV kuchlanish uchun $a = 20 - 30$ sm.

Agar sim yuzasi maydoning eng katta kuchlanganligi $0,9E_0$ bo'lsa, u holda simlar ekranlashtirmaydi. Shunday qilib, toj hosil bo'lish sharti quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi;

$$1,07 \cdot E \leq 0,9E_0.$$

Qattiq shinalarni tanlash

6 – 10 kV kuchlanishli yopiq TQ larning shinalashuvi va yig'ma shinalari qattiq alyuminiy shinalardan tayorlanadi. Mis shinalari o'zining narxi balandligi tufayli xatto katta tok yuklamalarida ham ishlatilmaydi. 3000 A gacha toklarda bir yoki ikki yo'lli shinalar qo'llaniladi. Katta toklarda qutichasimon kesim yuzali shinalarni qo'llash tavfsiya etiladi, chunki ular yaqinlik va yuza effektlari tufayli quvvat isroflarining kam bo'lishi va sovish sharoutining yaxshi bo'lishi ta'minlanadi.

Issiqlik uzatishni yaxshilash va shinalarni qulay ekspluatasiya qilish uchun A faza sariq, V faza yashil va S faza qizil rangga bo'yaladi; o'zgarmas tok uchun musbat shinalar – qizil, manfiy shinalar – ko'k rangga bo'yaladi.

Elektr qurilmalarning yig'ma shinalari va shinalashi barcha kuchlanishli ochiq va yopiq TQlarda tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tekshirilmaydi.

1. Shinalar kesim yuzasini tanlash issishi bo'yicha (ruxsat etilgan tok bo'yicha) amalga oshiriladi, bunda nafaqat normal, balki avariya dan keyingi rejim hamda ta'mir davridagi rejim va shinalar seksiyalari orasida toklarning notekis taqsimlanishi e'tiborga olinadi. Tanlash sharti $I_{ish,max} \leq I_{r.et.}$, bu yerda $I_{r.et.}$ – shinalar ustma – ust joylashganini hisobga olib tanlangan kesim yuzali shinalarning qabul qilingan $\vartheta_{0,nom} = 25^{\circ}C$ havo haroratidan farqli bo'lishi ham hisobga olingan

shina uchun ruxsat etilgan tok. Shunda $I_{r.et.} = I_{r.et,nom} \cdot \sqrt{\frac{\vartheta_{r.et.} - \vartheta_0}{\vartheta_{r.et.} - \vartheta_{0,nom}}}$. Izolyasiyalanmagan

simlar va bo'yalgan shinalar uchun $\vartheta_{r.et.} = 70^{\circ}C$; $\vartheta_{0,nom} = 25^{\circ}C$ ko'rsatkichlar qabul

qilingan, shunda $I_{r.et.} = I_{r.et,nom} \cdot \sqrt{\frac{70 - \vartheta_0}{45}}$, bu yerda $I_{r.et,nom}$ – havo harorati

$\vartheta_{0,nom} = 25^{\circ}C$ bo'lgandagi ruxsat etilgan tok; ϑ_0 – havoning haqiqiy harorati; $\vartheta_{r.et.}$ – uzluksiz rejimning ruxsat etilgan issitish darajasi (shinalar uchun $+70^{\circ}S$ qabul qilingan).

2. Q.t. vaqtida shinalarni termik pishiqligini tekshirish $\vartheta_k \leq \vartheta_{k,r.et.}$ shart bo'yicha yoki $q_{min} \leq q$ shartiga ko'ra amalga oshiriladi, bu yerda ϑ_k – q.t. toki bilan shinalarni issitish harorati; $\vartheta_{k,r.et.}$ – q.t. tokida shinalarni ruxsat etilgan isitish harorati; q_{min} – termik chidamlilik bo'yicha minimal kesim yuzasi; q – tanlangan kesim yuzasi.

Bir yo'lli shinalarning mexanik hisobi

Eng katta elektromexanik kuch uch fazali ish dan chiqishda yuzaga keladi, shuning uchun ham kelgusidagi hisoblashlarda uch fazali q.t.ning zarbiy toki hisobga olinadi. Hisoblarni soddalashtirish uchun (3) indeksi tishirilib qoldiriladi.

Bir tekis taqsimlangan kuch f eguvchi moment josil qiladi, N·m: $M = \frac{f \cdot l^2}{10}$,

bu yerda l – shina konstruktsiyalari orasidagi oraliqning uzunligi, m.

Eguvchi moment ta'sirida shina materialida mexanik kuchlanish hosil bo'ladi, MPa,

$$\sigma_{hisob} = \frac{M}{W} = \frac{f \cdot l^2}{10 \cdot W} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{i_{z,arb}^2 \cdot l^2}{W \cdot a},$$

bu yerda W – perpendikulyar kuch ta'siridagi o'qqa nisbatan shinning qarshilik momenti, sm^3 .

Shinalar mexanik mustahkam bo'ladi, qachonki $\sigma_{hisob} \leq \sigma_{r.et.}$ sharti bajarilsa, bu yerda $\sigma_{r.et.}$ – shina materiali uchun ruxsat etilgan mexanik kuchlanish. Shina materiallarining mexanik tavsiflari 4.2 – jadvalda keltirilgan.

4.2 – jadval

Shina materialining mexanik tavsiflari				
Materiali	Markasi	Buzilish kuchlanishi, σ_{buz} MPa	Ruxsat etilgan kuchlanish, σ_{rux} MPa	Qayishqoqlik moduli E , Pa
Alyuminiy	ADO	60-70	40	$1 \cdot 10^{10}$
Alyuminiy qotishma	ADZ1T	130	75	-

Alyuminiy qotishma	ADZIT1	200	90	-
Mis	MGT	250-300	140	$10 \cdot 10^{10}$
Po`lat	St3	370-500	160	$20 \cdot 10^{10}$

Izolyatorlarni tanlash

Taqsimlash qurilmalarida shinalar tayanch, o'tish va osib qo'yilgan izolyatorlarga o'rnatiladi. Qattiq shinalar tayanch izolyatorlariga mahkamlanadi, ularni tanlash quyidagi shartlar bo'yicha amalga oshiriladi;

$$1. \text{ Nominal kuchlanish bo'yicha } U_{\text{qur}} \leq U_{\text{nom}}; \mathcal{G}_{\text{urn}} \leq \mathcal{G}_{\text{nom}}$$

2. Ruhsat etilgan yuklama bo'yicha; $F_{\text{hisob}} \leq F_{r.et.}$, bu yerda F_{hisob} – izolyatorga ta'sir etuvchi kuch; $F_{r.et.}$ – izolyator boshchasiga to'g'ri keladigan ruhsat etilgan yuklama; $F_{r.et.} = 0,6F_{\text{razr.}}$, bu yerda, $F_{\text{razr.}}$ - egiluvchanlikni buzuvchi yuklama.

Barcha fazalar izolyatorlari gorizontal va vertikal joylashgandagi hisobiy kuch, N:

$$F_{\text{hisob}} = \sqrt{3} \cdot \frac{i_z^2}{a} \cdot l \cdot k_h \cdot 10^{-7} = f_f \cdot l \cdot k_h,$$

bu yerda k_h – shina yoni bilan joylashtirilgan hol uchun shina balandligining tuzatish koeffitsienti: $k_h = H / H_{iz}$; $H = H_{iz} + b + h/2$,

bu yerda H_{iz} – izolyator balandligi.

O'tish izolyatorlari quyidagicha tanlanadi:

$$1. \text{ Kuchlanish bo'yicha } U_{\text{qur.}} \leq U_{\text{nom}};$$

$$2. \text{ Nominal tok boyicha } I_{\text{max}} \leq I_{\text{nom}};$$

$$3. \text{ Ruhsat etilgan yuklama bo'yicha } F_{\text{hisob}} \leq F_{r.et.}$$

O'tish izolyatorlari uchun hisobiy kuch, N, $F_{\text{hisob}} = 0,5f_f \cdot l$ bilan aniqlanadi.

Shinalar haroratini aniqlash tartibi

1. Normal rejimda shinalar harorati quyidagi formula bilan aniqlanadi;

$$V_N = V_O + (V_{r.et.} + V_{O.nom}) \cdot \left(\frac{I_{\text{ishmaks}}}{I_{r.et.}} \right)^2$$

bu yerda, V_O – atrof – muhit harorati (35°S), $V_{r.et.}$ – shina uchun ruxsat etilgan uzluksiz harorati (70°S), $V_{O.nom}$ – atrof – muhit nominal harorati (25°S), $I_{\text{ish.maks}}$ – maksimal ishchi toki, $I_{r.et.}$ – ma'lumotnomalarda beriladigan shinalarning ruhsat etilgan toki. 4.1 – rasmda q.t. vaqtidagi o'tkazgichlarning qizish haroratlari tavsifi ifodalangan.

2. $f_n = F(V_n)$ tavsif bo'yicha q.t. vaqtidagi chinalarning harorati topiladi.

3. Q.t. oxiridagi shinaning harorati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$f_{ox} = f_{\text{bosh}} + k \cdot F/k/q^2$, bu yerda k – shina materialining solishtirma qarshiligi va issiqlik sig'imini hisobga oluvchi koeffitsient (4.3 – jadvajga qarang), F_{ox} – q.t. oxiridagi hisobiy harorat, f_{bosh} – q.t. vaqtidagi o'tkazgichlarning harorati.

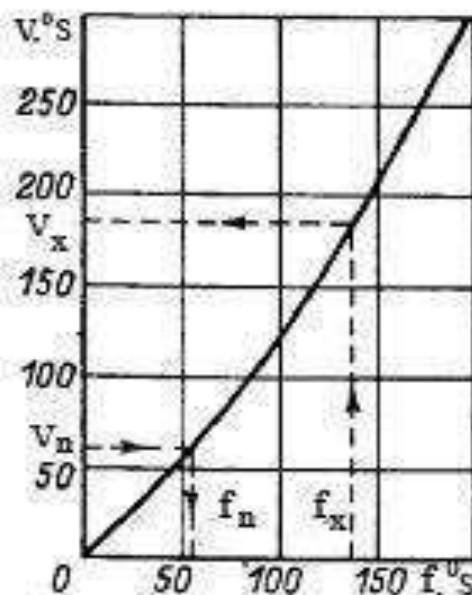
k koeffitsienti qiymatlari

4.3 – jadval

O'tkazgich	k koeffitsienti qiymatlari, $\text{mm}^4 \cdot \text{S} / (\text{A}^2 \cdot \text{S}) \cdot 10^{-2}$
------------	---

Alyuminiy shinalar, ochiq alyuminiy simlar, alyuminiy tomirli va plastmassa izolyasiyalı kabellar, to'liq alyuminiy tomirli va shimdirilgan qog'ozlı izolyasiyalı kabellar. Xuddi shuning, faqat mis tomirli	1,054
Ko'p alyuminiy tomirli va shimdirilgan qog'ozlı izolyasiyalı kabellar	0,4570
Xuddi shuning, faqat mis tomirli	0,9350
	0,4186

QT da o'tkazgichlarning qizish temperaturasi egilik chiziqi



4.1 – rasm.

f_n – q.t. vaqtida o'tkazgichning harorati

4. Q.t. oxirida shina haroratini $V_k = F(f_k)$ grafik bo'yicha aniqlanadi.

5. Agar $V_k \leq V_{k.r.et.}$, $V_k \leq 200^\circ\text{C}$ bo'lsa shinalar termik mustahkam bo'ladi.

Q.t.da o'tkazgichlar va apparatlarning ruhsat etilgan oxirgi haroratlari 4.4 – jadvalda kelnirilgan.

Q.t.da o'tkazgichlar va apparatlarning ruhsat etilgan oxirgi haroratlari

4.4 – jadval

O'tkazgichlar va apparat qismlari nomlanishi	Oxirgi harorati, °S
Mis shinalar	300
Alyuminiy shinalar	200
Berilgan quyidagi kuchlanishdagi shimdirilgan qog'oz izolyasiyalı kabellar, kV:	
1	250
6-10	200
20-35	130
110-220	125

Mis, alyuminiy tomirli kabellar va quyidagicha izolyatsiyalangan simlar:	
Polivinil xlorid plastik	160
Rezina	160
Polietilen(35kV gacha)	130
Vulkanizasiya qilingan polietilen(35kVgacha)	250
Quyidagi og`irlik kuchida izolyatsiyalanmagan mis simlar, N/mm ²	
20dan kam	250
20 va undan ortiq	2009
Quyidagi og`irlik kuchida izolyatsiyalanmagan alyuminiy simlar, N/mm ²	
10dan kam	200
10 va undan ortiq	160
Po`latalyuminiy simlarining alyuminiy qismi	200

REAKTORLARNI TANLASH

Reaktorlardan foydalanish o`tkazgichlar va apparatlarning elektrodinamik va termik chidamlilikka bo`lgan talablarni kamaytirishga imkon beradi; elektr qurilmalarning qator elementlari, shuningdek, elektorstansiyalar generatorlari o`tish jarayonlaridagi ishini engillashtiradi; elektr qurilmalar va taqsimlovchi tarmoqlar narxini kamayishiga olib keladi. Reaktorlar 6 – 10 kV kuchlanishli tarmoqlarda g`ida keng qo`llanadi, bu tarmoqlarning ichki va tashqi qurilmalarida turli uruq betonli reaktorlar ishlatiladi.

Reaktorlarining asosiy ko`rsatkichlariga quyidagilar kiradi: nominal kuchlanishi, uzluksiz nominal toki, reaktivligi (foizlarda va belgilangan birliklarda), nominal sharoitlardagi aktiv va o`tkichi quvvat isroflari, shuningdek reaktorlarning termik va elektrodinamik chidamliliklarini xarakterlovchi ko`rsatkichlar.

Reaktorda kuchlanishning pasayishi: $\Delta U_r = \sqrt{3} \cdot J_r \cdot x_r \cdot \sin \varphi_{n2}$ ga teng.

Normal ish rejimida reaktordagi kuchlanishning pasayishi, odatda 1–1,5% dan oshmasligi lkerak; iste`molchilar kompensatsiyalovchi qurilmalarning mavjud bo`lishi kuchlanishning reaktorda nisbatan yuqori foizda 2 – 3 %gacha past bo`lishiga ruhsat etiladi.

Stansiya va nimstansiyalarda uskunalarni tanlashda odatda ikki turdagi o`chirgichlar tanlanadi: katta quvvatli – generator zanjiri uchun (MG,MPP) va kichik quvvatli 6 – 10 kV kuchlanishli (VMP – 10) tarqaluvchi tarmoq zanjirlari uchun tanlanadi. Tarqaluvchi elektr uzatuvchi liniyalar EUL zanjirida katta quvvatli generator o`chirgichlarini o`rnatish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas, shuning uchun q.t. tokini cheklash uchun VMP, VMPP, VMPE, VK, VKE, VE turdagi o`chirgichlardan foydalanish hamda chiziqli yoki bir nechta iste`molchiga mo`ljallangan quvvati kattaroq bo`lgan ikkilangan RBSG va boshqa turdagi reaktorlar ketma – ket ulanadi.

Reaktorlarni tanlash quyidagi punktlar boyicha amalga oshiriladi:

1. Kuchlanish bo`yicha $U_{nom} \leq U_{arm-nom}$;
2. Tok bo`yicha $I_{nom} \leq I_{norm,hisob}$; $K_p I_{NOM} \geq I_{PROD,hisob}$;
3. $i_{din} \geq i_{zarb}$
4. $I_d \cdot \sqrt{t_T} \geq \sqrt{B_k}$

X_p ning reaktivligi q.t. toklarining va normal rejimdagi reaktorda kuchlanishning ruxsat etilgan pasayishini zarur cheklanishlari shartlariga ko`ra tanlanadi.

5. Stansiya va nimstansiyalarning asosiy yuqori kuchlanishli uskunalari tanlashga oid amaliy masalalar yechish uchun namunalari

1 – Masala

G2 generator zanjirida oshinovka va 10 kV kuchlanishli yig`ma shinalar tanlansin (5.1 – rasm). Q.t. toklarining qiymatlari 1 – jadvalda berilgan. $T_{max} = 6000$ s., o`rtacha oylik harorat eng issiq oylar uchun 30^0S deb qabul qilingan.

YECHIMI

Yig`ma shinalar tokning iqtisodiy zichligi bo`yicha tanlanmadi, shuning uchun shina kesimi yuzasini ruxsat etilgan tok bo`yicha tanlaymiz.

Yig`ma shinalar zanjirida eng katta tok:

$$I_{maks} = \frac{P_{nom}}{\sqrt{3}U_{nom} \cdot 0,95 \cos\varphi} = \frac{63 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,95 \cdot 0,8} = 4563 \text{ A}.$$

A1 adabiyot bo'yicha qutichasimon kesim yuzali $2 \times 1370 \text{ mm}^2$ bo`lgan $2(125 \times 55 \times 6,5) \text{ mm}^2$ profilli shinani tanlaymiz, $I_{r.et.nom} = 4640 \text{ A}$ ga teng. 8 – jadvalga ko`ra havo harorati (30^0S) tuzatish koeffisienti 0,94 ekanligini hisobga olgan holda $I_{r.et} = 0,94 \cdot 4640 = 4362 \text{ A}$ gat eng bo`ladi, bu I_{max} dan kichik, shuning uchun $2(150 \times 65 \times 7) \text{ mm}^2$ $2 \times 1785 \text{ mm}^2$ kesim yuzali shinani tanlaymiz; $I_{r.et.s} = 0,94 \cdot 5650 = 5311 \text{ A} > I_{max} = 4563 \text{ A}$ gat eng bo`ladi.

Yig`ma shinalarni termik chidamliligini tekshirish. Joul integrali formulasi bo`yicha

$$B_k = I_{n0}^2 (t_{uch} + T_a) = 64,98^2 (4 + 0,185) = 17670 \text{ kA}^2 \cdot \text{s},$$

bu yerda $t_{o'ch} = 4 \text{ s}$, quvvatli 60 MVt va undan katta quvvatli bo`lgan generatorlar zanjirining o`chish vaqti uchun (rezerv himoya ta`siri vaqti); $T_a = 0,185 \text{ s}$, kuchlanishi 6-10 kV bo`lgan elektrostansiyalarining quvvati 30-60 MVt bo`lgan generatorlari shinalarining vaqt doimiyliqi. 5.1 – jadvalda q.t. manbalaridagi toklari qiymatlari keltirilgan.

Q.t. toki qiymatlari

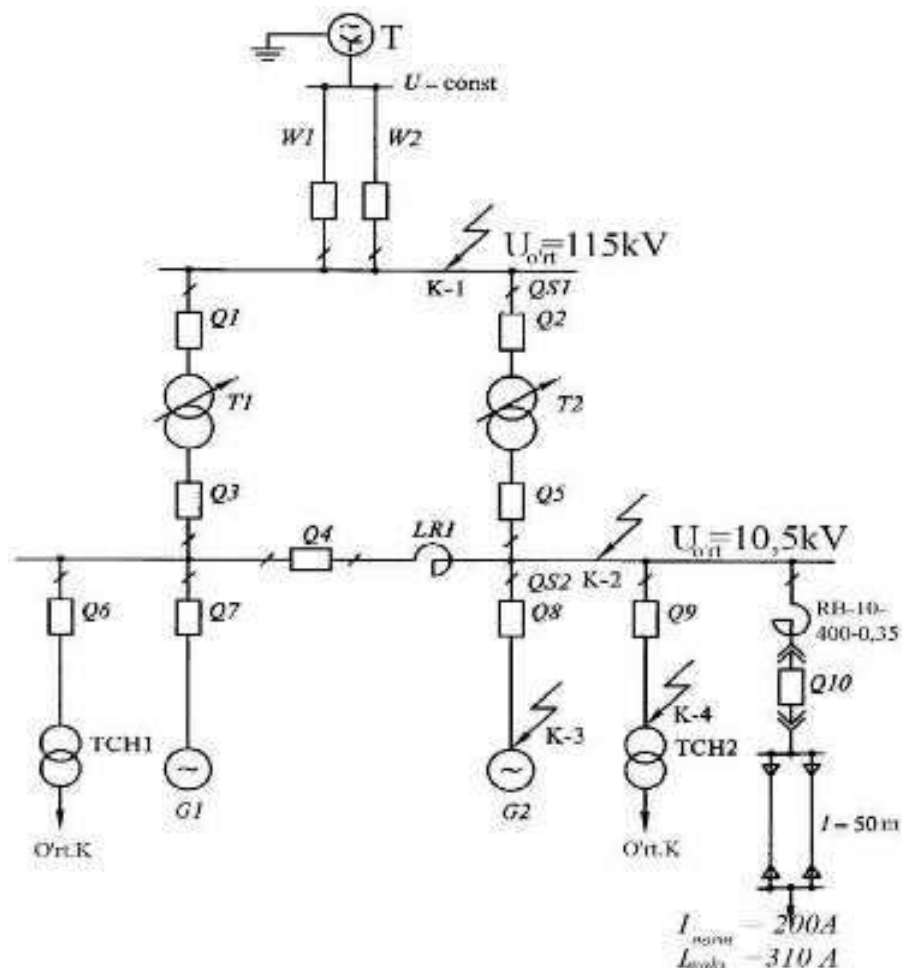
5.1 – jadval

Q.t. nuqtasi	Manba	I_{p0} , kA	$I_{p\tau}$, kA	$I_{a\tau}$, kA	i_{zarb} , kA
K – 1, U = 110 kV	Tizim	6,62	6,62	1,4	15
	G1,G2 generatorlari	2,294	2,02	1,62	6,26
	Jami:	8,914	8,64	3,02	21,26
K – 2, U = 10 kV	Tizim	19,23	19,23	9,49	51,5
	G1 generatori	14,5	10,3	12,27	40,0
	G2 generatori	31,25	22,19	26,44	86,14
	Jami:	64,98	51,72	48,20	177,64

Termik chidamlilik shartlariga ko`ra minimal kesim yuza quyidagi formula bo`yicha aniqlanadi:

$$q_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} = \frac{\sqrt{17670} \cdot 10^3}{91} = 1460 \text{ mm}^2 < 2 \cdot 17885 \text{ mm}^2,$$

bu yerda, 3 – jadval bo`yicha AD1N markali alyuminiydan tayorlangan shinalar uchun $S = 91$. $q_{min} < q = 2 \cdot 1785 \text{ mm}^2$ sharti bajarilgani uchun shinalar termik chidamlidir.



5.1 –rasm. Tok o`tkazuvchi qismlari va apparatlarini tanlash hisob sxemasi.

Alohida elementlarning ko`rsatkichlari:

T1, T2 – TDN-40000/110, $S_{nom} = 40$ MVA, $u_k = 10,5\%$; G1 –TVF-63-2, $S_{nom} = 78,75$ MVA, $U_{nom} = 10,5$ kV, $x_d'' = 0,139$; LR1 – RTOS – 10 4000-0,18, $I_{nom} = 4000$ A, $x_r = 0,18$ Ohm; W1, W2 – $l = 50$ km, $U_{nom} = 110$ kV, tizim S, $U = Const$, $U_* = 1$

Yigma shinalarni mexanik mustahkamlikka tekshirish

Hisoblashni mexanik qurilmadagi tebranish jarayonini hisobga olmasdan amalga oshiramiz, chunki qutichasimon profilli shinalar katta inersiya momentiga ega. Shinalar shvellarlari butun uzunlik bo`yicha payvand choki bilan qattiq biriktirilgan, uning qarshilik momenti $W_{zarb.o-zar.o} = 167 \text{sm}^2$ ga teng.

Shina to`g`ri burchakli uchburchakning cho`qqisiga joylashganda hisoblash formulasini 6 – jadvaldaga ko`ra qabul qilamiz:

$$\sigma_{f.\max} = 2,2 \frac{i_{zarb}^2 l^2}{a W_{zarb.o-zar.o}} 10^{-8} = 2,2 \frac{177640^2 \cdot 2^2 \cdot 10^{-8}}{0,8 \cdot 167} = 20,8 \text{ MPa},$$

bu yerda $l = 2$ m, $a = 0,8$ m deb qabul qilingan;

$$\sigma_{his} = \sigma_{f.\max} + \sigma_n = 20,8 + 0 < \sigma_{ruks} = 75 \text{ MPa},$$

bu yerda qutichasimon profilli shinning qattiq birikmasi uchun $\sigma_n = 0$ ga teng deb qabul qilinadi.

Tanlangan shinalar mexanik mustahkam.

Izolyatorlarni tanlash

IO-10-20UZ tayanch izolyatorlarini tanlaymiz.

$F_{r.et.} = 20 \text{ kN}$. Izolyator balandligi $H_{iz} = 134 \text{ mm}$ [2].

Izolyatorni mexanik chidamlilikka tekshiramiz.

6 – jadvalga ko`ra egiluvchanlikka ta`sir etuvchi maksimal kuch:

$$F_E = 1,62 \frac{i_{zarb}^2 l}{a} 10^{-7} = \frac{1,62 \cdot 177640^2 \cdot 2}{0,8} 10^{-7} = 12780 \text{ N} = 12,78 \text{ kN}.$$

Qutichasimon shinalar balandligiga tuzatish kiritish koeffitsienti:

$$k_h = \frac{H}{H_{iz}} = \frac{H_{iz} + c + h/2}{H_{iz}} = \frac{134 + 7 + 150/2}{134} = 1,61.$$

Shunday qilib IO-10-20UZ izolyatorlari mexanik pishiqlik bo`yicha sinovdan o`tmadi. IO-10-42,50kVUZ izolyatorlarni tanlaymiz: $F_{ruxs} = 42,50 \text{ kN}$; $N_{iz} = 230 \text{ mm}^2$;

$$F_{his} = 1,35 \cdot 12,78 = 17,22 \text{ kN} < F_{ruxs} = 0,6 \cdot 42,50 = 25,5 \text{ kN},$$

bu yerda $k_h = \frac{230 + 7 + 150/2}{230} = 1,35$.

Yig`ma shinalarni o`rnatish uchun IO-10-42,50 kv UZ turdagi izolyatorlarni [2] tanlaymiz.

IP-10/5000-42,5U2 [3] o`tish izolyatorlarini tanlaymiz - $U_{nom} = 10 \text{ kV}$;

$I_{nom} = 5000 \text{ A} > I_{max} = 4563 \text{ A}$; $F_{ruxs} = 42,5 \text{ kN}$. Izolyatorlarni mexanik chidamlilikka tekshiramiz:

$$F_{hisob} = 0,5F_i = 0,5 \cdot 12,78 = 6,39 < 0,6 \cdot 42,5 = 25,5 \text{ kN}$$

G2 generatori zanjiriga shinalar tanlash

Generatorlarning nominal toki (normal rejim uchun)

$$I_{nom} = \frac{P_{nom}}{\sqrt{3}U_{nom} \cos \varphi} = \frac{63 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,8} = 43,35 \text{ A}$$

Generator zanjiridagi eng katta tok:

$$I_{max} = \frac{P_{nom}}{\sqrt{3}0,95U_{nom} \cos \varphi} = \frac{63 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,95 \cdot 10,5 \cdot 0,8} = 4363 \text{ A}$$

Yopiq TQ chegarasida oshinovka ruhsat etilgan tok bo`yicha tanlanadi. Qutichasimon profilli alyuminiy shinalarni tanlaymiz-2(150x65x7)mm². Q.t. ning hisoblash toki generator zanjirida **1-jadval** bo`yicha $I_{n0} = 19623 + 1465 = 33,73 \text{ kA}$ (G1 tarmoq +tizim) yig`ma shinalarga nisbatan kichikroq bo`lgani uchun generator zanjiri oshinovkasi termik chidamli.

Shinalarni mexanik pishiqlikka tekshirish

Yig`ma shinalardan to BTQ o`chirgichigacha shinalash 2.a – rasmda tasvirlangan, $l = 2 \text{ m}$, $a = 0,6 \text{ m}$ deb qabul qilamiz, shinalar shvellerlari izolyatorlarga joylarida o`rnatish qattiq biriktirilgan. ($l_n = l$)

1-jadval bo`yicha hisoblash toki $i_{zarb} = 51,5 + 40,0 = 91,5 \text{ kA}$ ga teng, unda shina materialidagi kuchlanish fazalarning o`zaro ta`siri quydagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_{f,max} = \sqrt{3} \cdot 10^{-8} \frac{i_{zarb}^2 l^2}{W_f a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-8} \cdot 2^2 \cdot 91500^2}{167 \cdot 0,6} = 5,78 \text{ MPa},$$

bu yerda $W_f = W_{uo-uo}$ boyicha $W_{uo-uo} = 167 \text{ sm}^2$ ga teng [2].

Yo'llarning o'zaro ta'siri natijasida shinalar materiali kuchlanishi ushbu formula orqali tekshiriladi:

$$\sigma_n = \frac{f_n l_n^2}{12W_n} = \frac{0,5i_{zarb}^2 \cdot 10^{-7} l_n^2}{h \cdot 12W_n} = \frac{0,5 \cdot 91500^2 \cdot 10^{-7} \cdot 2^2}{0,15 \cdot 12 \cdot 14,7} = 63,3 \text{ MPa,}$$

bu yerda $h = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$; $W_p = W_{uo-uo} = 14,7 \text{ sm}^3$. I 3.5 – jadval bo'yicha:

$$\sigma_{his} = \sigma_f + \sigma_p = 5,78 + 63,3 = 69,08 \text{ MPa} < \sigma_{ruks} = 75 \text{ MPa,}$$

shuning uchun shinalar mexanik chidamli.

Komplekt tok o'tkazgichlarni tanlash

Generatorning chiqishdan to bosh korpusgacha va undan uzaqroqda bo'lgan bosh taqsimlovchi qurilmagacha tok uzatuvchi qismlari fazalardan ekranlashtirilgan tok o'tkazuvchi komplektlardan tayorlanadi. TEKN – 20/7800 ni tanlaymiz: $U_{nom} = 20 \text{ kV}$; $I_{nom} = 6800 \text{ A}$; $i_{din} = 250 \text{ kA}$.

Tok o'tkazuvchini tekshiramiz

$$I_{max} < I_{nom}; \quad 4563 \text{ A} < 6800 \text{ F};$$

$$i_{zarb} < i_{din}; \quad 91,5 \text{ kA} < 250 \text{ kA}$$

2 – Masala

110 kV li yig'ma shinalar va ulardan to transformator chiqishigacha tok uzatuvchilarni 1 – misol shartlariga ko'ra tanlaymiz.

Transformator tipi TDN – 40000/110, $T_{max} = 6000 \text{ s}$.

110kV kuchlanishli shinalarda q.t. toki: $I_{no}^{(3)} = 8,91 \text{ kA}$; $i_{zarb} = 21,26 \text{ kA}$.

YECHIMI

110 kV kuchlanishli yig'ma shinalarni tanlaymiz, chunki yig'ma shinalar tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tanlanmaydi, kesim yuzasini shinalarga maksimal yuklamaga qarab tanlaymiz, yuklamana eng katta quvvatli birikmaga tokiga, bu holatda transformatorga tenglashtiramiz

$$I_{ruks} = \frac{S_{nom}}{\sqrt{3}U_{nom}} = \frac{40000}{\sqrt{3}110} = 210 \text{ A};$$

$$I_{max} = 1,4I_{uopm} = 294 \text{ A}$$

[2] bo'yicha AS- 95/16; $q = 95 \text{ mm}^2$; $d = 13,5 \text{ mm}^2$ $I_{ret} = 330 \text{ A}$ larni olamiz. Fazalar gorizontol joylashgan. Orasidagi masofa 300 sm.

$I_{no}^{(3)} < 20 \text{ kA}$ bo'lgani uchun shinalarni aylanishga tekshirilmaydi. Shinalar ochiq havoda ochiq simlardan tauorlanganligi sababli q.t. tokin termik ta'sirga tekshirilmaydi.

Berilgan holat uchun tojlanish shartlariga ko'ra tekshirish o'tkazilmasligi mumkin, chunki elektrotexnik qurilmalari tarrkibi Qoidalariga muvofiq 110 kV Yol o'tkazgichlarini minimal kesm yuzasi 70 mm^2 ni tashkil etadi. 110 kV kuchlanishli OTQ simlari orasidagi oraliq Yol larnikiga nisbatan klchikligini hisobga olib hamda tojlanishni hisoblash uslubiyatini tushuntirish maqsadida tekshirish hisoblarini amalga oshiramiz.

Quyidagi formula boyicha boshlang'ich kritik kuchlanganlikni aniqlaymiz:

$$E_o = 30,3m \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_o}} \right) = 30,3 \cdot 0,82 \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{0,68}} \right) = 33,8 \text{ kV/sm.}$$

Sim atrofidagi kuchlanganlikni quyidagi formula boyicha aniqlaymiz:

$$E = \frac{0,354U}{r_o \lg \frac{D_{o'rt}}{r_o}} = \frac{0,354 \cdot 121}{0,68 \lg \frac{1,26 \cdot 300}{0,68}} = 22,94 \text{ kV/sm.}$$

Elektr stansiya shinalarida $1,1U_{nom}$ kuchlanish ushlab turilishi sababli bu yerda $U=121$ kV deb qabul qilingan.

Quyidagi formula bo'yicha tekshirish sharti bajariladi:

$$1,07E \leq 0,9E_o = 1,07 \cdot 22,94 = 24,5 < 0,9 \cdot 33,8 = 30,42.$$

Shunday qilib, AS-95/16 markali sim tojlanish shartiga ko'ra o'tadi. 110 kV kuchlanishli transformator chiqishidan to'yig'ma shinalargacha bo'lgan tok uzatch egiluvchan simlarda bajaramiz. Kesim yuzasini tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tanlaymiz, $J_{iq.}=1$ A/mm² deb olamiz (7 – jadvalga qarang):

$$q_{iq.} = \frac{I_{norm}}{J_{iq.}} = \frac{210}{1} = 210 \text{ mm}^2.$$

AS-95/16 fazasida tashqi diametri 13,5 mm bo'lgan 2ta simni olamiz, ruxsat etilgan tok 330A ga teng. Simlarni ruxsat etilgan tok boyicha tekshiramiz;

$I_{max} = 294 \text{ A} < I_{ruxs} = 660 \text{ A}$. Tokning termik ta'siriga

[3] ga asoslanib tokning termik ta'sirini tekshiramiz. Tojlanish shartlari bo'yicha tekshirmaymiz, chunki yuqorida ta'kidlanganidek AS-95/16 simi tojlanmaydi.

3 – Masala

550 kVt quvvatli xususiy ehtiyoji elektr motori uchun kabel tanlang, $U_{nom}=6$ kV; $I_{nom} = 74$ A (5.2 – rasm). Q.t. tokini hisoblash natijalari 9 – jadvalga keltirilgan. Kabel nam xona ichida kanalga yotqiziladi, $U_o = 35^{\circ}\text{C}$, $T_{max}=3500$ c.

YECHIMI

Kabel kesim yuzasi tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tanlanadi

$$q_{iq.} = \frac{I_{r.et.}}{J_{iq.}} = \frac{74}{1,4} = 52,8 \text{ mm}^2,$$

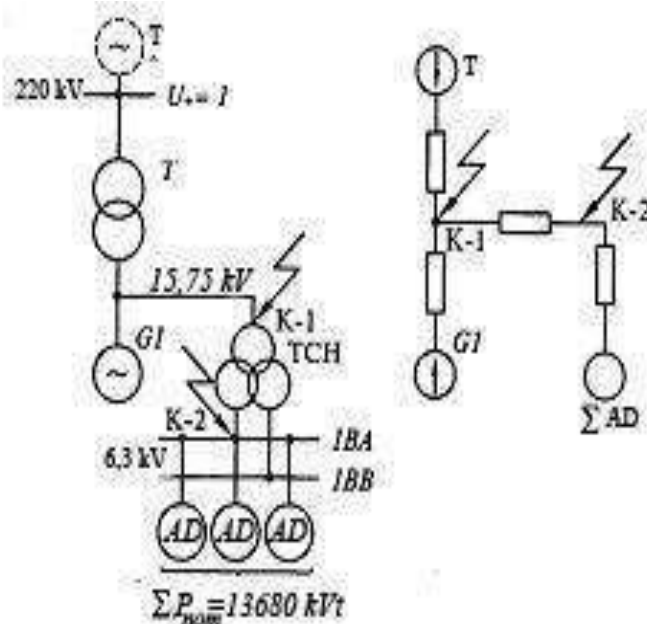
bu yerda $J_{iq.} = 1,4$ A/mm², $T_{max} = 3500$ coatga teng bo'lgan alyuminiy tomirli kabellar uchun 7 – jadvaldan nanlangan tokning iqtisodiy zichligi.

AAShv markali uchta tomirli 3x50 mm² bo'lgan kabel tanlaymiz, $U=6$ kV. $I_{r.et.nom} = 110$ A, havo haroratining tuzatish koeffisienti $k_2=0,87$, shunda $I_{r.et.}=k_2 I_{r.et.nom} = 0,87 \cdot 110 = 95,7 \text{ A} > 74$ A.

Kabelni termik pishiqlikka tekshirish uchun tizim + generator va xususiy ehtiyoj motori ikki tarmoqlarining issiqlik impulslarini (Joul integralini) aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} B_k &= I_{n0c}^2 (t_{o'chir} + T_{a.o'rt}) + I_{n0c}^2 (0,5T'_d + T_{a.o'rt}) + 2I_{n0c} I_{n0d} (T'_d + T_{a.o'rt}) = \\ &= 12,4^2 (0,22 + 0,051) + 9,12^2 (0,5 \cdot 0,06 + 0,051) + 2 \cdot 12,4 \cdot 9,12 \cdot (0,06 + 0,051) = \\ &= 73,49 \text{ A}^2 \cdot \text{s}, \end{aligned}$$

bu yerda $t_{o'chir} = t_{p.a} + t_{o'chir.zarb} = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ s}$; $T'_d = 0,06 \text{ s}$ [3]; $I_{p0s} = 12,4 \text{ kA}$; $I_{p0D} = 9,12 \text{ kA}$ (9 jadvaldan aniqlanadi);



5.2 – rasm. Xususiy ehtiyojlar transformatori zanjiri va uzatiluvchi liniyalar uchun tok oʻtkazgichlar hamda apparatlarni tanlashning hisoblash va ekvivalent sxemalari. Alohida elementlarining koʻrsatkichlari:

T – TDN-250 000/220, $u_{q.t.}=11\%$; G – TVV-200-2; $S_{nom}=235$ MVA; $x_{d*nom} = 0,191$; TXE-25000/15,75, $u_{kYok-PK} = 9,5\%$

$$x_{1\sigma} = \frac{I_{1c}I_{1c} + I_{3a}I_{3a}}{I_{1c} + I_{3a}} = \frac{0,06 \cdot 12,4 + 0,04 \cdot 9,12}{12,4 + 9,12} = 0,051 \text{ c.}$$

Termik pishiqligi uchun kabelning minimal kesim yuzasi

$$q_{mb} = \frac{\sqrt{A_L}}{c} = \frac{\sqrt{73,49 \cdot 10^3}}{90} = 95,3 \text{ mm}^2,$$

Bu yerdagi $S = 90$ qiymati 3 – jadvaldan aniqlanadi.

Qisqa tutashuv larining qiymatlari

10 – jadval

QT nuqtasi	Manba	I_{p0} kA	$I_{n\tau}$ kA	$I_{a\tau}$ kA	i_{zarb} kA
K-1, $U = 15,75$ kV	Sistema	83,6	83,6	35,36	227,18
	Generator G1	46,0	34,5	38,9	127,7
	Jami:	129,6	118,1	74,26	354,88
K-2, $U = 6,3$ kV	Sistema+ G1	12,4	12,4	3,93	32,17
	Dvigatel oʻ.i. seksiya 1 VA	9,12	2,2	2,57	21,22
	Jami:	21,52	14,6	6,5	53,39

AAShv 3x95 mm² markali kabelni tanlaymiz

Ilova. Birinchi qaraganda, Joul integralini hisoblash murakkablashtirilgan. Tizimdan xususiy ehtiyojining tizim + generator va motor tarmoqlarini birlashtirish qanday natijaga olib kelishini tekshiramiz.

$$\text{Umumiy tok } I_{n0\Sigma} = I_{n0s} + I_{n0G} + I_{n0d} = 1,2 + 9,12 + 21,52 \text{ kA.}$$

$t_{o'chir} = 0,22$ s. qabul kilib, Joul integrali qiymatini topamiz:

$B_k = I_{n0\Sigma}^2 (t_{o'chir} + T_{a.o'rt}) = 21,52^2 (0,22 + 0,051) = 125,38 \text{ kA}^2 \cdot \text{s} = 125,38 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$. Ter
mik chidamlilik bo'yicha minimal kesim yuzasini aniqlaymiz

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} = \frac{\sqrt{125,38 \cdot 10^3}}{90} = 124,4 \text{ mm}^2 > 95 \text{ mm}^2,$$

Shunday qilib, 150mm² kesim yuzali kabelni tanlashga to'g'ri keladi. Demak, hisoblarni soddalashtirish kabellarni o'zini oqlamaydigan sarflarning oshishiga olib kelar ekan.

4 – Masala

0,5 kV kuchlanishli shinalariga ko'rsatkichlari: $I_{norm} = 200 \text{ A}$; $I_{max} = 310 \text{ A}$; $x_0 = 0,35 \text{ Om}$ bo'lgan RB-10-400-0,35 tipli reaktor orqali tarmoqda ulanadigan kabelning kesimi yuzasini tanlang (5.1–rasm). Kabel yopiq taqsimlash qurilmasining kabelli yarim qavatida yotqiziladi. $U_0 = 35^\circ\text{C}$, $T_{max} = 4500 \text{ s}$.

YECHIMI

10 kV kuchlanishda ishlashga mo'kjallangan AAG tipdagi uchta tomirli kabelni tanlaymiz va uning iqtisodiy kesim yuzasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

95 mm² kesim yuzali ikkita kabelni tanlaymiz, $I_{r.et.nom} = 155 \text{ A}$ havo haroratining k_2 tuzatish koefitsientini 8 – jadvaldan tanlaymiz va uning qiymati 0,93ga teng, shunda $I_{r.et} = 0,93 \cdot 155 \cdot 2 = 288,3 \text{ A} < I_{max} = 310 \text{ A}$ bo'ladi, shuning uchun kesim yuzasini 120 mm² gacha oshiramiz, $I_{r.et.nom} = 185 \text{ A}$, $I_{r.et} = 0,93 \cdot 185 \cdot 2 = 344,1 \text{ A} > I_{max} = 310 \text{ A}$ bo'ladi.

Kabel tomirlari bog'lamlarining q.t. toki orqali termik chidamlilik aniqlanadi.

1- misol shartiga ko'ra berilgan q.t. toklari jadvali asosida 10,5 kV kuchlanishli shinaning K-2 (reaktorgacha) nuqtasidagi $I_{n0\Sigma} = 64,98 \text{ kA}$ ni topamiz.

Tizim va generatorlarning tarmoq qarshiligi-

$$x_{\Sigma} = \frac{U_{ur.nom}}{\sqrt{3} I_{g0\Sigma}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 64,98} = 0,089 \text{ Om}.$$

Reaktor qarshiligi $x_r = 0,35 \text{ Om}$; bitta kabelning induktiv qarshiligi

$$X_{kab} = x_{zarb} l = 0,08 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,004 \text{ Om}; \text{ aktiv qarshiligi}$$

$$R_{kab} = r_{zarb} l = 0,28 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,014 \text{ Om}; \text{ to'liq qarshiligi:}$$

$$Z_{rez} = \sqrt{\left(x_{\Sigma} + x_p + \frac{X_{kab}}{2}\right)^2 + \left(\frac{R_{kab}}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(0,089 + 0,35 + \frac{0,004}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,014}{2}\right)^2} = 0,442 \text{ Om}.$$

Kabellar bog'lamasi q.t. toki

$$I_{n0} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 0,442} = 13,73 \text{ kA}.$$

Har bir kabeldan $13,73/2 = 6,865 \text{ kA}$ q.t. toki o'tadi. Liniyada asosiy releli tuhimoya – o'rnatiladigan vaqti $t_{p/z} = 0,8$ bo'lgan maksimal tokli himoya ekanligini, liniyada o'rnatilgan o'chirgich vakuumli VVTE-10/630 hamda uning $i_{o'chir.v.} = 0,05 \text{ s}$ va $T_a = 0,1$ ko'rsatkichlarga ekanligini (q.t. sxemaning reaktor o'rnatilgan joydan keyin sodir bo'lishini) xisobga olingan holda Joule integralini hisoblaymiz

$$B_k = I_{n0}^2 (t_{o'chir} + T_a) = 6,865^2 (0,8 + 0,05 + 0,1) = 44,77 \text{ kA}^2 \cdot \text{s} = 44,77 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$$
 Ter

mik chidamlilik boyicha minimal kesim yuzasi –

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} = \frac{\sqrt{44,77 \cdot 10^3}}{100} = 67 \text{ mm}^2,$$

bu yerda $S = 100$ qiyman 3 –jadval bo`yicha aniqlanadi.
Shunday qilib, tanlangan 95mm^2 kesim yuzali kabellar termik chidamli ekan.

5- MISOL

T2 transformatori zanjiridagi Q2 o`chirgich va QS1 ajratuvchilar tanlansin (1–rasm); G2 genratori zanjiridagi Q8 o`chirgich va QS2 ajratuvchilar tanlansin. Barcha zaruriy ma`lumotlar 1 – misol shartlarida berilgan.

YECHIMI

Q2 o`chirgichi va QS ajratuvchini tanlaymiz. Uzluksiz rejimning hisobiy toklari

$$I_{r.et.} = \frac{S_{t.nom}}{\sqrt{3}U_{nom}} = \frac{40 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 210 \text{ A};$$

$$I_{\max} = 1,4 \cdot I_{r.et.} = 1,4 \cdot 210 = 294 \text{ A}.$$

Q2 o`chirgich va QS1 ajratuvchilar yuqori kuchlanishli shinalarning q.t. toklarining yig`indi qiymatlari asosida tanlanadi (5.1 – rasmdagi sxemaning K – 2 nuqtasi). 5.1 – jadvaldan q.t. ning hisobiy toklarini aniqlaymiz:

$$I_{n0} = 8,914 \text{ kA}, \quad I_{n\tau} = 8,64 \text{ kA}, \quad i_{a\tau} = 3,02 \text{ kA}, \quad i_{zarb} = 21,26 \text{ kA}$$

$$B_k = I_{n0}^2 (t_{o'chir} + T_a) = 8,914^2 \cdot (0,2 + 0,02) = 17,48 \text{ kA}^2 \cdot \text{s};$$

bu yerda $t_{o'chir}=0,2$ s, $T_a=0,02$ s kattaliklar 9 – jadvaldan olindi. [2] bo`yicha VVK – IOB – 20 vakuumli o`chirgichini va RGN-110/1000UXL1 rusumli ajratuvchini (gorizontal oyoqli tashqariga o`rnatiladigan) tanlaymiz. Barcha nominal va hisobiy kattaliklar 11 – jadvalda keltirilgan. G2 generatori zanjiri uchun tanlangan Q8n o`chirgichi va QS2 ajratuvchilarni tanlash natijari atijalari 12 – jadvalda keltirilgan.

Hisobiy va nominal ma`lumotlar

11 – jadval

Hisobiy ma`lumotlar	Nominal ma`lumotlar	
	O`chirgich VKK-110B-20	Ajratuvchi RGN-110/1000UXL1
$U_{urn} = 110 \text{ kV}$	$U_{nom} = 110 \text{ kV}$	$U_{nom} = 110 \text{ kV}$
$I_{max} = 294 \text{ A}$	$I_{nom} = 1000 \text{ A}$	$I_{nom} = 1000 \text{ A}$
$I_{p\tau} = 8,64 \text{ kA}$	$I_{uch.nom} = 20 \text{ kA}$	-
$i_{a\tau} = 3,02 \text{ kA}$	$i_{a.nom} = \frac{\sqrt{2}\beta_{russ}I_{o'ch.nom}}{100} = \sqrt{2} \cdot 0,20 \cdot 20 = 5,65 \text{ kA}$	-
$I_{p0} = 8,914 \text{ kA}$	$I_{din} = 20 \text{ kA}$	-
$I_{zarb} = 21,26 \text{ kA}$	$i_{din} = 51 \text{ kA}$	$i_{din} = 80 \text{ kA}$
$V_k = 17,48 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$	$I_{ter}^2 \cdot t_{ter} = 20^2 \cdot 3 = 1200 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$	$I_{ter}^2 \cdot t_{ter} = 31,5^2 \cdot 3 = 2976 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$

Hisobiy ma`lumotlar

12 –jadval

Hisobiy	Nominal ma`lumotlari
---------	----------------------

ma'lumotlari	O'chirgich MGG-10-45	Ajratuvchi RVK-10-5000
$U_{urn} = 10,5 \text{ kV}$	$U_{nom} = 10 \text{ kV}$	$U_{nom} = 10 \text{ kV}$
$I_{max} = 4563 \text{ A}$	$I_{nom} = 5000 \text{ A}$	$I_{nom} = 5000 \text{ A}$
$I_{p\tau} = 29,53 \text{ kA}$	$I_{uch.nom} = 45 \text{ kA}$	-
$i_{a\tau} = 21,76 \text{ kA}$	$i_{a.nom} = \frac{\sqrt{2}\beta_{ruxs}I_{o'ch.nom}}{100} =$ $= \sqrt{2} \cdot 0,20 \cdot 45 = 12,69 \text{ kA}$	-
$\sqrt{2}I_{n\tau} + i_{a\tau} \sqrt{2} \cdot 29,53 +$ $+ 21,76 = 63,39 \text{ kA}$	$\sqrt{2}I_{o'ch.nom}(1 + \beta_{ruxs}/100) =$ $= \sqrt{2} \cdot 45(1 + 0,20) = 76,14 \text{ kA}$	-
$I_{p\theta} = 8,914 \text{ kA}$	$I_{din} = 45 \text{ kA}$	-
$I_{zarb} = 21,26 \text{ kA}$	$I_{din} = 120 \text{ kA}$	$i_{din} = 200 \text{ kA}$
$V_k = 17,48 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$	$I_{ter}^2 t_{ter} = 45^2 \cdot 4 = 8100 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$	$I_{ter}^2 t_{ter} = 70^2 \cdot 10 =$ $= 49000 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$

Ilova: Q.t. tokining nodavriy tashkil etuvchisining o'chirilishi shartiga ko'ra o'chirgich qanoatlantirmaganligi sababli o'chirgichning o'chirilishi sharti to'liq q.t. toki bo'yicha tekshirish o'tkaziladi.

6- MISOL

10MVA quvvatli xysysiy ehtiyoj transformatorining 6,3kV kuchlanishli zanjirida o'lchov asboblari ulash uchun tok transformatorini tanlang (3 – rasm). Q.t. tokining zarbiy toki $I_{zarb} = 27\text{kA}$ va Joul integrali $B_k = 135 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$.

YECHIMI

Xususiy ehtiyoj transformatorining o'ta yuklanishda ishlashga ruhcet etilmasligi sababli uning zanjiridagi hisobiy maksimal tok nominal tokiga teng bo'ladi:

$$I_{max} = \frac{S_{nom}}{\sqrt{3}U_{nom}} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 917 \text{ A.}$$

[2] da keltirilgan advali bo'yicha TPOL 10-U3 tipidagi 0,5/10R ikki magnet o'tkazgichli tok transformatorini tanlaymiz, uning nominal ko'rsatkichlari: $I_{nom} = 1000 \text{ A}$, $k_{din} = 69$, $k_{ter} = 27$, $t_{ter} = 3$ va o'lchov chulg'amining ruhsat etilgan hisobiy yuklamasi $S_{2nom} = 10\text{V} \cdot \text{A}$.

Tok transformatorini elektrodinmik va termik chidamlilikka tekshiramiz:

$$\sqrt{2}I_{1nom}k_{din} = \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 69 = 97,29 \text{ kA} > i_{zarb} = 27 \text{ kA};$$

$$(I_{1nom}k_{ter})^2 t_{ter} = (1 \cdot 27)^2 \cdot 3 = 2187 > B_k = 135 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}.$$

Tok transformatorining o'lchov chulg'amini ikkilamchi yuklama bo'yicha tekshiramiz.

Transformatorning A fazasiga eng katta yuklama to'g'ri keladi – 3,5 VA (13 – jadvalga qarang). A fazadagi o'lchov asboblarning umumiy qarshiligi

$$r_{usk} = \frac{S_{usk}}{I_2^2} = \frac{3,5}{5^2} = 0,14 \text{ Om.}$$

Tok transformatorining ikkilamchi zanjirlarida polixlorvinil izolyasiyali mis tomirli ($\rho = 0,0175$) ko'p tomirli nazorat kabellarini tanlaymiz, chunki elektr stansiyaning o'rnatilgan quvvati 100MVtdan oshadi. r_k kontaktlar qarshiligini 0,05 Om ga teng deb qabul qilamiz, shunda simlarning qarshiligi –

$$r_{sim} = Z_{2nom} - r_{usk} - r_k = \frac{S_{2yiv}}{I_{2nom}^2} - 0,14 - 0,05 = \frac{10}{5^2} - 0,14 - 0,05 = 0,21 \text{ Om. To}$$

k transformatorining (6 – misol uchun) ikkilamchi yuklamasi

13 – jadval

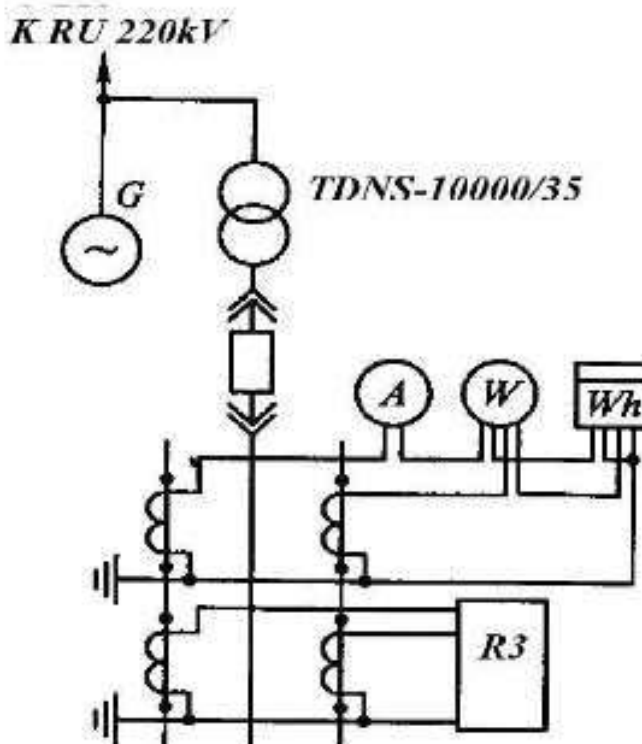
O'lchov asbobi	Tip	Fazalarning yuklamalafi		
		A	V	S
Ampermetr	E-335	0,5	-	-
Vattmetr	D-335	0,5	-	0,5
Elektr energiya hisoblagichi	SAZ-681	2,5	-	2,5
Jami:		3,5	-	3,0

Ilova: zarur bo'ladigan o'lchov asboblari ro'yxati [2] da keltirilgan.

Simlarning kesim yuzasi

$$q = \frac{\rho l_{his}}{r_{sim}} = \frac{0,0175 \cdot \sqrt{3} \cdot 25}{0,21} = 3,125 \text{ mm}^2,$$

bu yerda $l_{his} = \sqrt{3} l$ – tok transformatoridan o'lchov asboblari gacha ulangan simlarning hisobiy uzunligi; blokli elektr stansiyalari xususiy ehtiyoji transformatorlari uchun 25 V deb qabul qilinadi. Kesim yuzasini standart 4 mm² deb qabul qilamiz.



5.3 – rasm. Shaxsiy extiyoj transformatori zanjiridagi o'lchov asboblari

GLOSSARIY

Elektr qurilmalari deb elektr energiyani ishlab chiqarish, o'zgartirish, transformatsiyalash, uzatish, taqsimlash va boshqa turdagi energiyaga o'zgartiruvchi mashinalar, apparatlar, liniyalar va yordamchi uskunalari (ular o'rnatilgan inshoot va xonalar bilan birga) majmuiga aytiladi.

Energetik tizim deb bir-biri bilan o'zaro bog'langan elektr stansiyalar, elektr va issiqlik tarmoqlari majmuining elektr energiyasini uzluksiz ishlab chiqarish, o'zgartirish va taqsimlash jarayonlarini umumiy rejimda birlashganligi va shu rejimning umumiy holda boshqarilishiga aytiladi.

Elektr energetik tizim deb energetik tizimning elektr qismiga va undan ta'minlanuvchi, elektroenergiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish umumiy jarayonlari bilan bog'langan elektroenergiya qabul qiluvchilarga aytiladi.

Elektr ta'minoti tizimi deb iste'molchilarni elektroenergiya bilan ta'minlab berish uchun mo'ljallangan elektr qurilmalar majmuiga aytiladi.

Elektr tarmog'i deb ma'lum bir hududda ishlovchi podstansiyalar, taqsimlovchi qurilmalar, havo va kabel elektr uzatuv liniyalaridan tashkil topgan, elektroenergiyani uzatish va taqsimlash uchun mo'ljallangan elektr qurilmalar majmuiga aytiladi.

Elektr energiya qabul qiluvchisi deb elektr energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantiruvchi apparat, agregat, mexanizmga aytiladi.

Elektr energiya iste'molchisi deb texnologik jarayon bilan birlashgan va ma'lum bir hududda joylashgan elektr qabul qiluvchiga yoki bir guruh elektr qabul qiluvchilarga aytiladi.

Elektr stansiya deb elektr energiyasini ishlab chiqorishga mo'ljallangan korxonalar yoki elektr qurilmaga aytiladi.

Podstansiya deb elektr energiyani o'zgartirish va taqsimlash uchun xizmat qiladigan elektr qurilmaga aytiladi va u transformatorlar va boshqa energiya o'zgartirgichlardan, taqsimlovchi qurilmalardan, boshqarish qurilmalari va yordamchi moslamalardan iborat bo'ladi.

Mustaqil energiya manbai deb kuchlanish boshqa energiya manbalarida yuqolganida, ushbu qoidalarda avaryadan keyingi rejim uchun belgilangan oraliqda, kuchlanish saqlanib qoluvchi energiya manbaiga aytiladi.

Transformator deb O'zgaruvchan tok kuchlanishini o'zgartirib beradigan elektromagnit statik apparatlarga aytiladi.

Generator deb birlamchi mexanik energiyani elektr energiyaga aylantirib beruvchi elektr qurilmaga aytiladi.

Zaminlash deb elektr qurilmasining qandaydir qismini zaminlovchi qurilmaga elektr ulanishiga aytiladi.

Apparatlar – barcha turdagi kuchlanish o‘chirgichlari, bo‘lgichlar, ajratkichlar, uzgichlar, qisqa tutashtirgichlar, saqlagichlar, razryadniklar, tokni chegaralovchi reaktorlar, kondensatorlar.

Havo elektr uzatuv liniyasi deb elektr energiyasini simlar orqali uzatish uchun mo‘ljallangan, ochik havoda joylashgan va izolyatorlar va armaturalar bilan tayanchlarga yoki kronshteynlarga va muhandislik inshootlaridan stoykalarga qotirilgan moslamaga aytiladi.

Taqsimlovchi qurilma deb elektr energiyani qabul qilib, uni taqsimlash uchun xizmat qiladigan va kommutatsion apparatlardan, yig‘ma va ulanma shinalardan, yordamchi qurilmalardan, shuningdek, himoya va avtomatika qurilmalari va o‘lchov moslamalaridan tashkil topgan elektr qurilmaga aytiladi.

Komplektli taqsimlovchi qurilma deb to‘liq yoki qisman yopiq shkaflardan yoki apparatlar o‘rnatilgan bloklardan, himoya va avtomatika qurilmalaridan tashkil topgan taqsimlovchi qurilmaga aytiladi.

Avtomatik o‘chirgich (kommutatsion apparat) avariya holatlari zanjirlarini kommutatsiyalash (uzish, o‘chirish) uchun, shuningdek, elektr zanjirlarini ko‘p bo‘lmagan (sutkasiga 6 dan 30 marotabagacha) operativ ulash va uzish uchun xizmat qiladi (mo‘ljallangan).

Uzgich – bu shunday kontaktli kommutatsion apparatki, u xavfsizlikni ta‘minlash uchun o‘chgan holatda kontaktlar orasida izolyasion oraliqqa ega bo‘lgan, toksiz yoki juda kichik tokli elektr zanjirlarni ulash va uzish uchun mo‘ljallangan.

Bo‘lgich – o‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok kuchlanishi 1000 V dan kam bo‘lgan elektr zanjirlarini qo‘lda uzish va ulash uchun xizmat qiladi.

Qayta ulagich – bu elektr zanjirlarini qayta ulash uchun xizmat qiluvchi kontaktli kommutatsion apparat.

Qisqa tutashtirgich – bu elektr zanjirlari sun‘iy qisqa tutashuv hosil qilish uchun mo‘ljallangan kommutatsion apparat.

Saqlagich – bu tokni ma‘lum bir qiymatidan oshishi ta‘sirida aynan shu uchun mo‘ljallangan tok yurituvchi qismlarini buzilishi natijasida himoyalananayotgan, zanjirni uchirishga mo‘ljallangan kommutatsion elektr apparat.

ILOVALAR

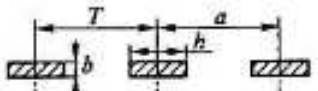

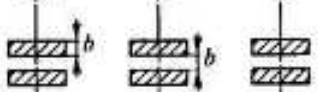
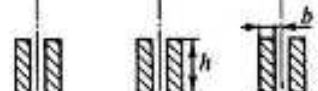
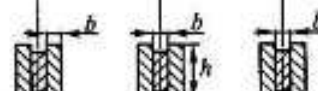
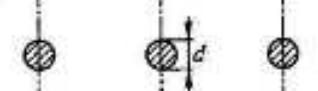

1 – Ilova

Qattiq shinalar uchun S_t ko'rsatkichlarining qiymatlari

Legirlash tizimi	O'tkizgichning materiali yoki qotishmaning markasi	Boshlang'ich haroratdagi, $^{\circ}S$, S_t ko'rsatkichi qiymati, $AS^{1/2}$		
		70	90	120
-	Mis	170
Al	ADO	90	81	68
	ADIN	91	82	69
	ADOM, ADIM	92	83	70
Al-Mg-Si	ADZIT1	85	77	64
	ADZIT	82	74	62
	ADZZT1 ADZZT	77	71	59
	AVT1	74	67	57
	AVT	73	66	55
Al-Zn-Mg	I911	71	63	53
	I915, I915T	66	60	51
Al-Mg-Mn	AMr5	63	57	48
-	Harorati $\mathcal{G}_{r.et.} = 400^{\circ}S$ bo'lganda po'lat	70
-	Harorati $\mathcal{G}_{r.et.} = 300^{\circ}S$ bo'lganda po'lat	60
Kabellar uchun S_t ko'rsatkichining qiymati				
Kabellarning xarakteristikasi		S_t ko'rsatkichilari qiymatlari, $A \cdot s^{1/2}/mm^2$		
10 kV li kabel:				
mis tomirli		140		
alyuminiy tomirli		90		
20 - 30 kV li Kabel:				
mis tomirli		105		
alyuminiy tomirli		70		
Kabellar va polivinilxlorid yoki rezina bilan izolyatsiyalangan simlar				
mis tomirli		120		
alyuminiy tomirli		75		
Kabellar va polietilen bilan izolyatsiyalangan simlar				
mis tomirli		103		
alyuminiy tomirli		65		

2 – Ilova

Qarshilik va inersiya momentlari

Shinalarning joylanishi	Inersiya momenti J, sm^4	Qarshilik momenti W, sm^3
	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$
	$\frac{hb^3}{12}$	$\frac{hb^2}{6}$
	$\frac{bh^3}{6}$	$\frac{bh^2}{3}$
	$\frac{hb^3}{6}$	$\frac{hb^2}{3}$
	$0,72b^3h$	$1,44b^2h$
	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^3}{32}$
	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$

3 – Ilova

Shinalar materiallarining asosiy xarakteristikalari

Shinalar	Marka	Vaqtinchalik uzilish qarshiligi σ_{ruxs} , MPa		Ruhsat etilgan kuchlanish, σ_{ruxs} , MPa		Qayishqoqlik moduli E , 10^{10} Pa
		Material-	Payvand choklari joylaridagi	Material-ning	Payvand choklari joylaridai	
Alyuminiy	AO, A, ADO	118	118	82	82	7
		59-69	59-69	41-48	41-48	7
Alyuminiy kotishmasi	ADZIT	127	120	89	84	7
	ADZIT1	196	120	137	84	7
	AVT1	304	152	213	106	7
	I9I5T	353	318	247	223	7
Mis	MGM	345-355	-	171,5-178	-	10
	MGT	245-294	-	171,5-206	-	10

4 – Ilova

Uchburchak cho`qqisida joylashgan shinalarni mexanik hisoblash formulari

Shinalarining joylashishi	Fazalar orasidagi o`zaro ta`sirlardan shina materialida hosil bo`ladigan kuchlanish, MPa	Izolyatorlarga ta`sir etuvchi kuchlar. N
---------------------------	--	--

	$\sigma_{\phi \max} = 2,5 \frac{i_{yA}^2 l^2}{aW_{y_0-y_0}} 10^{-8}$	$F_p = \sqrt{3} \frac{i_{yA}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_A = 1,62 \frac{i_{yA}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_C = 1,3 \frac{i_{yA}^2 l}{a} 10^{-7}$
	$\sigma_{\phi \max} = 1,64 \frac{i_{yA}^2 l^2}{aW} 10^{-8}$	$F_p = 1,5 \frac{i_{yA}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_n = 1,62 \frac{i_{yA}^2 l}{a} 10^{-7}$
	$\sigma_{\phi \max} = 2,2 \frac{i_{yA}^2 l^2}{aW_{y_0-y_0}} 10^{-8}$	$F_C = 1,62 \frac{i_{yA}^2 l}{a} 10^{-7}$
	$\sigma_{\phi \max} = \sqrt{3} \frac{i_{yA}^2 l^2}{aW} 10^{-8}$	$F_p = \sqrt{3} \frac{i_{yA}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_n = 1,62 \frac{i_{yA}^2 l}{a} 10^{-7}$ $F_C = 1,3 \frac{i_{yA}^2 l}{a} 10^{-7}$

5 – Ilova

Tokning iqtisodiy zichligi

O`tkazgich	T _{max} da, soat		
	1000-3000	3000-5000	5000 ortiq
Izolyatsiyalanmagan simlar va shinalar:			
misli	2,5	2,1	1,8
alyuminiyli	1,3	1,1	1
Qog`oz izolyasiyalı kabellar va rezina, polivinil – xloridli izolyasiyalangan simlar:			
misli	3	2,5	2
alyuminli	1,6	1,4	1,2
Rezina va plastmassa izolyasiyalı kabellar:			
misli	3,5	3,1	2,7
alyuminli	1,9	1,7	1,6

6 – Ilova

Atrof – muhit harorati bo'yicha tuzatish ko'effitsientlari jadvali

Harorat	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
Normal rejimi	1,29	1,24	1,2	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
Avariya rejimi	1,55	1,49	1,44	1,38	1,33	1,26	1,2	1,13	1,06	0,97	0,89	0,8

7 – Ilova

So`nish vaqt doimiyligining qiymati

Energiya tizimining qismi yoki elementi	T _a , soat	k _{zarb}
Turbogenerator quvvati, MVt		

12-60	0,16-0,25	1,94-1,955
100-1000	0,4-0,54	1,975-1,98
60MVt quvvatli turbogenerator va transformatorlardan tarkib topgan blok, generatorning nominal kuchlanishi, kV:		
6,3		1,95
10	0,15	1,935
Turbogenerator va oshiruvchi transformatorlardan tarkib topgan blok, generatorning quyidagi quvvatlarida, MVt:		
100-200	0,26	1,965
300	0,32	1,97
500	0,35	1,973
800	0,3	1,967
Q.t. ko`riladigan yig`ma shinalar bilan bog`liq bo`lgan tizimda, havo liniyalari kuchlanishlari, kV:		
35	0,02	1,608
110-150	0,02-0,03	1,068-1,717
220-330	0,03-0,04	1,717-1,78
500-750	0,06-0,08	1,85-1,895
Q.t. ko`riladigan yig`ma shinalar bilan bog`liq bo`lgan tizimda, transformatorlarning birlamchi quvvatlari, MVA:		
80 va undan ortik	0,06-0,15	1,85-1,935
32-80	0,05-0,1	1,82-1,904
5,6-32	0,02-0,05	1,6-1,82

8 – Ilova

Generatorlar va kompensatorlar uchun so`nish vaqti doimiyligi qiymatlari

Generatorlar yoki sinxron kompensatorlarning tipi	T _a , soat	k _{ud}	Generatorlar yoki sinxron kompensatorlarning tipi	T _a , soat	k _{ud}
TVF-63-2UZ	0,39	1,975	KS-16-10UZ	0,145	1,933
TVF-63-2UZ	0,24	1,959	KSVB-50-11UI	0,187	1,948
TVF-63-2EUZ	0,247	1,96	KSVBO-50-11UI	0,187	1,948
TVF-110-2EUZ	0,41	1,976	KSV-75-11UI	0,2	1,95
TVF-120-2UZ	0,4	1,975	KSVB-100-11UI	0,248	1,96
TVV-160-2EUZ	0,408	1,976	KSVBBO-10011UI	0,248	1,96
TVV-220-2EUZ	0,307	1,968	KSVB-160-15UI	0,26	1,962
TVV-320-2EUZ	0,388	1,974	KSVBO-160-15UI	0,26	1,962
TVM-300-UZ	0,392	1,975	dempfer chulg`amli aniq qutbli gidrogeneratorlar	0,05-	1,979
TVV-500-2EUZ	0,34	1,971		0,045	
TVV-800-2EUZ	0,33	1,97			
TVV-1000-4UZ	0,33	1,97	Xuddi shunday, lekin dempfer chulg`ami bo`lmagan	0,1-	1,98
TVV-1000-2UZ	0,33	1,97		0,5	
TVV-1200-2UZ	0,38	1,973			

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROYXATI

Asosiy adabiyotlar

1. Allayev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F. Stansiya va podstansiyalarning elektr jihozlari. -O'quv qullanma, T.: Cho'lpon nomidagi NMIU, 2014. 304 b.
2. Rojkova L.D. Karneyeva L.K. Chirkova T.V. Elektroborudovaniye elektricheskix stansiy i podstansiy.-Uchebnoye posobiye, 4-izdaniya –M.: Izd. sentr «Akademiya», 2007.
3. Bistritskiy G.F. Kudrin B.I. Vibor i ekspluatatsiya silovix transformatorov. – Uchebnoye posobiye, M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2003. dlya vuzov.
5. Neklepayev B.N. Elektricheskaya chast stansiy i podstansiy. - Uchebnoye posobiye, – M.: Energoatomizdat, 1986. -640 s.
6. Rojkova A.D., Kozulin V.S. Stansiya va podstansiyalarning elektr asbob-uskunalari. - Darslik, T.: O'qituvchi,1986.
7. Salov V.P. Spravochnik po remontu, naladke i texnicheskomu obslujivaniyu elektroborudovaniY. - Uchebnoye posobiye. Izdatelstvo «Venta-2», 2007.

Qo'shimcha adabiyotlar

8. Mirziyov SH.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollari bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so'zi gaz. 2017 yil 16 yanvar, №11.
9. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
10. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.
11. Moguzin V.F. Obslujivaniye silovix transformatorov. - Uchebnoye posobiye, M.: Energoatomizdat, 1991.-192 s.
12. Neklepanov B.N., I.P. Kryuchkov. Elektricheskaya chast stansiy i podstansiy. (Spravochnik) -M.: Energoatomizdat, 1989.
13. Fayziyev M.M. “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” ma'ruzalar matni to'plami. Qarshi – 1999.
14. O.E. Zayniyeva, N.A. Qurbonov va A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan mustaqil ishlarni bajarishga oid uslubiy ko'rsatma. Qarshi – 2017 yil.

Internet manbalari

1. www.energystrategy.ru.
2. www.uzenergy.uzpak.ru.

MUNDARIJA

2	Qisqa tutashuv paytida o`tkazgichlarning termik chidamliligini tekshirish.....	9
3	Qisqa tutashuvlar vaqtida qattiq shina qurilmalarning elektrodinamik chidamliligini tekshirish.....	14
3.1.	Bir shina tasmasi shinalarni hisoblash	15
3.2.	Ikki shina tasmasi shinalarni hisoblash.....	16
3.3.	Qutichasimon kesim yuzali shinalarni hisoblash.....	17
3.4.	Tayanch izolyatorlarini hisoblash.....	17
4.	Nimstansiyalarning asosiy yuqori kuchlanishli elektr uskunalari ni tanlash.....	21
4.1.	Elektrostansiya va nimsiyalarning tizim sxemalari	21
4.2.	Bir yoki ikki ishchi tizimli yig`ma shinalar sxemasi	23
4.3.	Nimstansiyada transformatorlarning soni va quvvatini tanlash.....	26
4.4.	Stansiya va nimstansiyalarning yuqori kuchlanishli uskunalarni tanlash.....	27
5.	Stansiya va nimstansiyalarning asosiy yuqori kuchlanishli skunalarini tanlashga oid amaliy misollar.....	39
	Glossariy.....	53
	Ilovalar.....	55
	Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati.....	63

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRILIGI

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

ENERGETIKA FAKULTETI

“ELEKTR ENERGETIKASI” KAFEDRASI



“STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI”

fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga oid uslubiy qo‘llanma



Qarshi-2023

Tuzuvchilar:

QarMII “Elektr energetikasi” kafedrası mudiri, t.f.n., dotsent
M.M.Fayziyev, katta o‘qituvchi A.B. Imomnazarov,
laboratoriya mudiri J.A.Abduxalimov

Ichki taqrizchi:

QarMII “Elektr energetikasi” kafedrası dotsenti N.A.Qurbonov

Tashqi taqrizchi:

Qashqadaryo magistral elektr tarmoqlari korxonasi yetakchi muxandisi. A.R.Xushmurodov

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga oid uslubiy qo‘llanma 5310200 (60710600) - Elektr energetika (tarmoqlar va yo‘nalishlar bo‘yicha) ta’limi yo‘nalishida tahsil olayotgan bakalavriyat talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti Kengashida ko‘rib chiqilgan va tasdiqlangan (2022-yil 28-iyundagi №11 sonli bayonnoma) “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fani dasturi asosida tayyorlandi.

“Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” kursi davomida talabalar tomonidan sinxron generatorlarni energetik tizimga ulash, ularni ish rejimlarini tahlil qilish, kuch transformatorlarning ulanish sxemalari, guruxlari va parallel ishlash shartlari, yuklanish qobilyati, o‘lchov tok va kuchlanish transformatorlarini tekshirish, 1000 V gacha va 1000 V dadn yuqori kuchlanishga mo‘ljallangan kommutatsion apparatlarni tekshirish kabi ma’lumotlar haqida tanishishni o‘rganish maqsadida yozilgan.

Uslubiy qo‘llanma Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti uslubiy kengashi (Bayon № _ “___” _____ 20__ yil) yig‘ilishida muhokama qilinib, o‘quv jarayonida foydalanishga va chop etishga tavsiya etilgan.

© Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

LABORATORIYA ISHLARINI O‘TKAZISH UCHUN TEXNIKA XAVFSIZLIK QOIDALARI.

1. Har bir laboratoriya ishlarida qurilmalar o‘zgaruvchan va o‘zgarmas tok 220 V va 380 V kuchlanishda ishlaydi va bu inson hayoti uchun xavfli.

2. Elektr sxemalari faqat himoyalangan ulovchi simlar yordamida yig‘iladi. Ochiq simlardan foydalanish qati‘yan ma‘n etiladi.

3. Auditoriyadagi laboratoriya uskunasi kuchlanishni faqat o‘qituvchi ulashi mumkin.

4. Agregatlar ishlayotgan vaqtda quyidagi **EHTIYOT** choralariga rioya qilish kerak:

Ust-bosh sochlar yig‘ishtirilgan, simlar va har-xil buyumlar mashinaning aylanayotgan qismlarga yaqin holda va tegib qolmasligi kerak;

Muftalar va aylanayotgan qismlar yonida turish va ularga qo‘l tekizish taqiqlanadi.

5. Laboratoriya stendini yig‘ilgan sxemalarni tarmoqqa ruxsatsiz ushlab, o‘chirish ma‘n etiladi.

6. Barcha hollarda elektr qurilmalar, o‘lchov asboblari va o‘tkazgichlarda nosozlik aniqlansa, darhol rahbar o‘qituvchiga murojaat qilinishi shart.

7. Sxemalarni shunday yig‘ish kerakki, simlar va o‘tkazgichlar bir-biri bilan kesishib qolmasligi, tarang ham bo‘lib tortilib qolmasligi shart.

8. Boshqarish va o‘lchov asboblari shunday qo‘yish kerakki, ishga tushgan mashinalar va agregatlarni boshqarish va kuzatish qulay bo‘lsin.

9. Biror talaba kuchlanish ostida ishlayotgan elektr tokli simni ushlab olsa, darhol agregatni o‘chirib, birinchi tibbiy yordam ko‘rsatilishi zarur va darhol telefonda *103# raqami orqali **TEZ YORDAM** ga qo‘ng‘iroq qilinishi zarur.

10. Bu qoidalar bilan barcha talabalar tanishib chiqib texnika xavfsizligi bo‘yicha laboratoriya kitobida qo‘l qo‘ygan bo‘lishlari shart va laboratoriyada ishlovchilar qoidani bilishlari xam shart.

11. Yuqorida ko‘rsatilgan texnika xavfsizligi qoidalarini buzgan talabalar laboratoriya ishlaridan chetlatiladi va intizomiy choralar ko‘riladi.

MUNDAREJA

Kirish.....	5
Sinxron generatorni energetik tizimga ulash.....	7
Generatorlarning ish rejimlarini tadqiq qilish.....	15
Transformator chulgʻamlarining ulanish guruhleri, sxemalari va asosiy parametrlarini oʻrganish.....	20
Kuch transformatorlarni parallel ishlashi.....	23
Transformatorlarning oʻtayuklanish qobiliyati.....	25
Oʻzgaruvchan tok tarmogʻida izolyatsiyazorati sxemasini tekshirish.....	29
Tok transformatorlarini tekshirish.....	32
Kuchlanish transformatorini tekshirish.....	35
Moyli uzgich va uning yuritma mexanizmlarini tekshirish.....	40
Moyli ulab-uzgichlarni masofadan boshqarish sxemasi.....	43
Eruvchan saqlagichlarni oʻrganish.....	49
Shinalarning oʻzaro elektr dinamik zoʻriqishlarini aniqlash.....	51
Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati.....	56
Ilovalar.....	57

Kirish.

“Stansiya va podstansiyalarining elektr qismi” fanidan tajriba mashg‘ulotlarida foydalaniladigan yordamchi apparatlar, asbob–uskunalar to‘g‘risida tushunchalar.

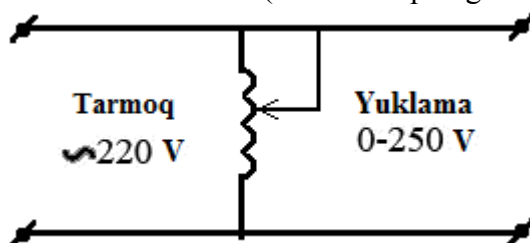
1. Umumiy tushunchalar

1.1. Rostlovchi avtotransformatorlar

Rostlovchi avtotransformatorlarning transformatorlardan farqli o‘laroq faqat bir cho‘lg‘amga ega bo‘lib ikkilamchi cho‘lg‘ami bo‘lmaydi. Butun cho‘lg‘amda hosil bo‘lgan kuchlanishni dastak (polzunka) yordamida ikkilamchi kuchlanish sifatida yuklamaga uzatiladi. Polzunka harakati yordamida bu kuchlanishni o‘zgartirish mumkin. Keltirilgan avtotransformatorning barcha sxemalarida 380 V tarqatish tarmog‘i yuklamaning rostlovchi kuchlanish bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri yoki elektrik bog‘langan. Bu esa rostlanuvchi kuchlanishning eng kichik qiymatlarida ham xavfli bo‘ladi.

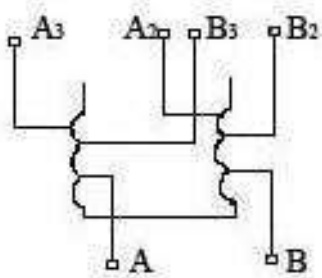
Esda tuting, avto transformator havfli manbadir. Yuqori kuchlanish ostida tutish ehtimollarini kamaytirish maqsadida avtotransformatorlar kuchlanish 220V gacha sharoitida ishlab chiqarish uchun quyida uch xil rostlovchi avtotransformatorlar xaqida ma‘lumot keltirilgan.

Laboratoriya sharoiti uchun avtotransformatorlar (AOSN – tipidagi LATR 1).



1.1–rasm. AOSN tipidagi laboratoriya sharoiti uchun rostlovchi avtotransformatorlar sxemasi.

- Birlamchi nominal kuchlanish – 220 V
- nominal toki – 40 A
- nominal quvvati (bir soatli) – 10 kVA
- nominal quvvati (uzoq vaqtli) – 5.5 kVA
- Bir fazali
- Bir vaqtni o‘zida ikkita alohida 5 V da 240 V gacha bo‘lgan roslangan kuchlanish olish mumkin.



Qisqich	Chiqishdagi kuchlanish
A ₃ A ₂	220 V
V ₁ V	5–240 V
V ₃ V ₂	5–240 V

1.2–rasm. AOMN–40 220 rostlovchi avtotransformatorlarning ulanish sxemasi.

Rostlovchi uch fazali avtotransformatorlar AOTN yoki RNT

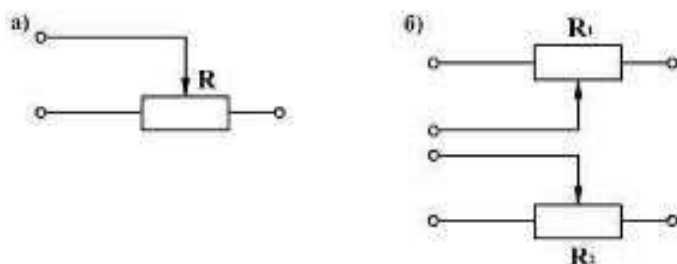
- Faqat birlamchi nominal kuchlanish (chiziqli) 220 V (380 V li kuchlanishga ulash mumkin emas)
- Nominal toki – 32 A
- Nominal quvvati (bir soatli) – 12 kVA
- Uch fazali
- Bir vaqtni o‘zida ikkita 5 V dan 240 V gacha bo‘lgan rostlangan kuchlanish olish mumkin.

3. Rostlovchi uch fazali avtotransformatorlar AOTN yoki RNT – faqat birlamchi nominal kuchlanish (chiziqli) 220 V (380 V li kuchlanishga ulash mumkin emas).
- nominal toki – 32A
 - nominal quvvati (bir soatda) 12 kVA
 - uch fazali
 - Bir vattni o‘zida ikkita 5 V dan 240 V gacha bo‘lgan rostlangan kuchlanish olish mumkin.

2.2. Reostatlar va potentsiometrlar

Laboratoriya sharoitida tok va kuchlanishni rostlash uchun reostat va potentsiometr qo‘llaniladi.

Reostat tokni asta o‘zgartiruvchi, rostlovchi qarshilikdir. Reostat asosan yakkali (RSP va ikkitali RPSS) bo‘ladi. Ikkitali reostat ikkita alohida qismdan iborat qarshilik ketma-ket yoki parallel ulangan holatda tashkil topgan bo‘lib, qarshilikning o‘zgarish oralig‘i katta bo‘ladi. Bundan tashqari bir vaqtda ikkita masadda tok va kuchlanishni o‘zgartirish uchun ham qo‘llash mumkin.



1.4 – rasm. Reostatning sxemalari. a) yakkali reostat (RSP)
b) ikkitali reostat (RPSS)

Potentsiometr ham reostat bo‘lib, faqat katta qarshilikka ega. U kuchlanishni rostlash uchun xizmat qiladi. Kirishdagi kuchlanish kirish chetki tugunlarga berilib, bir tugundan to‘g‘ridan-to‘g‘ri ikkinchi tugunga esa polzunka orqali chiqishdagi kuchlanish olinadi.

1.3 – rasm. AOTN tipli avtotra nsform atorini ng ulanish sxemas i. (AOTN – 32/220)

1 – LABORATORIYA ISHI

SINXRON GENERATORNI ENERGETIK TIZIMGA ULASH

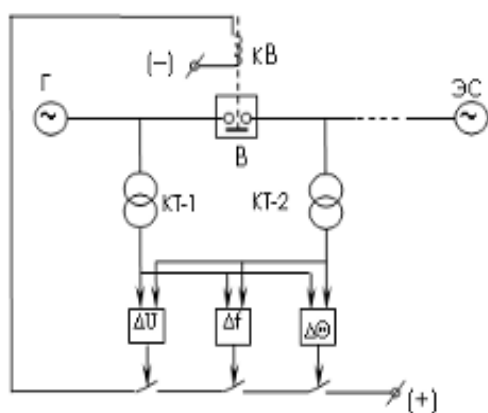
Ishning maqsadi: Sinxron generatorni energetik tizimi ulash uslublarini o'rganish.

NAZARIY MA'LUMOT

Generatorni tarmoqqa ulash aniq sinxronlash usuli yoki o'z-o'zini sinxronlash usuli yordamida amalga oshirishi mumkin. Generatorni aniq sinxronlash usuli bilan ulashda, stator tok sakrashi va rotorning aylanish momentini keskin o'zgarishi bo'lmagan holda, quyidagi 3 ta 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 bo'yicha sezilarli darajada farq bo'lganda va faza bo'yicha katta burchak siljishida, generator tarmoqqa ulangandan so'ng 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 bo'lgan oqibatlariga olib keladi. Ayniqsa, kuchlanishni faza bo'yicha nomutanosibligida generatorni ulash xatarli. Generator va tarmoq kuchlanishi faza bo'yicha 180° 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.



1 – rasm. Aniq sinxronlashning prinsipial sxemasi. ΔU , Δf , $\Delta \Theta$ – generator va tizim parametrlari farqini nazorat qiluvchi qurilma.

Chastotalar sezilarli farq qilganda generatorni ulash uchun momentni bexato tanlash qiyin. Bundan tashqari, ulash momenti tanlanganda ham, rotor aylanish chastotasi va generator rotorlarining chastotasini boshlang'ich farqini kattaligi sababli, generator rotori to'xtashga ulgurmaydi va sinxronizmda tusha olmaydi. Bu 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 sterekasinini 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, xavfsiz 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'lmisligi, 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 $8-12^{\circ}$ dan oshmasligi kerak.

- sinxronoskop strelkasi 2-3 aly/min chastota bilan aylanishi uchun, generator kuchlanishi chastotasi tarmoq chastotasiga yaqin bo'lishi kerak.

Sinxronlashtirishni amalga oshirish

Tarmoqqa ulanish uchun turbinadan va generatordan tashkil topgan mashinaning stasionar to'plami bilan bog'liq turli xil shartlarni bajarish kerak.

Birinchidan, sinxron generator turbina yordamida tarmoq chastotasiga mos keladigan tezlikda sozlanishi kerak. Nominal tezlikka erishishdan biroz oldin qo'zg'alish yoqiladi va klemmalardagi kuchlanish tarmoq kuchlanishiga teng bo'lguncha kuchaytiriladi. Ruqsat etilmaydigan tenglashtirishning yuqori tokining oldini olish uchun ulashdan oldin tarmoq kuchlanishi va mashina kuchlanishi o'rtasidagi faza burchaklarini taqqoslash kerak. Parallel ulanish faqat ulanadigan ikkita uch fazali tizimning chastotasi, qiymati va faza burchagi yetarlicha o'xshash bo'lgan hollardagina, hech qanday qiyinchiliksiz amalga oshiriladi. Fazalar ketma-ketligi solishtirilmasligiga e'tibor qarating, chunki generator o'rnatilgan aylanish yo'nalishiga ega va haqiqiy elektr stansiyasi ishlayotgan paytda klemmani almashtirishni istisno qilish mumkin.

Sinxronizatsiya protsedurasi qo'lda bajarilishi kerak bo'lsa, elektr stansiyasi xodimlari uchun kuchlanish va chastota o'lchagichlari va sinxronoskop kabi turli xil o'lchash va namoyish qilish moslamalari mavjud.



1.2-rasm. Tajriba stending umumiy ko'rinishi.

Chastota o'lchagichda tarmoq va ulangan mashinaning chastotasini bir vaqtning o'zida ko'rsatish uchun ikkita shkala mavjud. Bu haydash turbinasining tezligini oshirish yoki kamaytirish zarurligini ko'rsatadi. Shu bilan bir qatorda, mashinaning kuchlanishini tekshirish va tarmoq kuchlanishiga tenglashgunga qadar sozlash uchun juft voltmetrdan foydalanish mumkin. Quydagi 1.2-rasmda tajriba stending umumiy ko'rinishi keltirilgan.

Kuchlanish va chastotalarni moslashtirgandan so'ng, ikkala kuchlanishning faza burchaklari ham turbinaning tezligini biroz o'zgartirish yo'li bilan tenglashtirilishi kerak. Keyin generatorni va elektr tarmog'ini ulash uchun hech qanday sezilarli tenglashuvchi tok hosil qilmasdan quvvat kaliti yopilishi mumkin. Sinxronizatsiya protsedurasi va buning uchun ishlatiladigan namoyish qurilmalari to'g'risida batafsil ma'lumot TPS11.1.2 "Sinxronizatsiya zanjirlari" eksperimentida keltirilgan. Avtomatik sinxronizatsiya jarayoni biroz boshqacharoq. Bu yerda ham mashina avval nominal qiymatga yaqinlashadigan tezlikni ishga tushadi va klemmalardagi kuchlanish tarmoq kuchlanishiga yaqin qiymatda o'rnatiladi. Ushbu protsedura yuqorida ko'rsatilgandek qo'lda yoki ishga tushirishni avtomatik boshqarish yordamida amalga oshirilishi mumkin. Keyinchalik parallel o'tkazish moslamasi (sinxronizatsiya blogi) aniq sozlash va avtomatik ulanishni amalga oshiradi. Ushbu ulanish o'rnatilishi uchun har ikkala kuchlanish faza burchaklari bir xil bo'lganda, almashtirish buyrug'i berilganda quvvat tugmachasining va oldingi har qanday relening o'ziga xos kechikishi hisobga olinishi kerak. Kalitning ichki kechikishi 100 ms tartibida bo'ladi va uni parallel o'tkazish moslamasida sozlash mumkin. Shunday qilib, parallel ulanish moslamasi ikkita ulangan

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 so'ndirish) ulanishi bilan generator qo'zgatiladi va 2-3 sekund ichida sinxronizmga tortiladi. Shuntli reostat generatorni ulashdan oldin salt ishlash holatiga o'rnatilgan bo'lishi kerak. Normal shartda o'z-o'zini sinxronlash usuli barcha gidrogeneratorlarga, barcha turdagi sinxron kompensatorlarga, generator-transformator blokli sxema bo'yicha ishlovchi bilvosita sovutishli turbogeneratorlarga qo'llasa bo'ladi. Agar stator tokining 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

$$I_{zap} = \frac{1,05 \cdot U_{max}}{x_c + x'_d}$$

bu yerda: x_c - ulanayotgan generator quvvatiga keltirilgan tarmoqning nisbiy qarshiligi, U_{nom} - generator kuchlanishiga keltirilgan tarmoqning fazaviy kuchlanishi

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

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.

Ekspirimentning tarkibiy qismlari va o'lchov moslamalari tavsifi

(Tavsiflar katalogda keltirilgan TPS 11.1.3.1, TPS 11.1.3.2 va TPS 11.1.3.3 tajriba tarkibiy qismlariga qo'llaniladi).

SC 1.0 Sinxron mashina (Kat. No. 733 07):

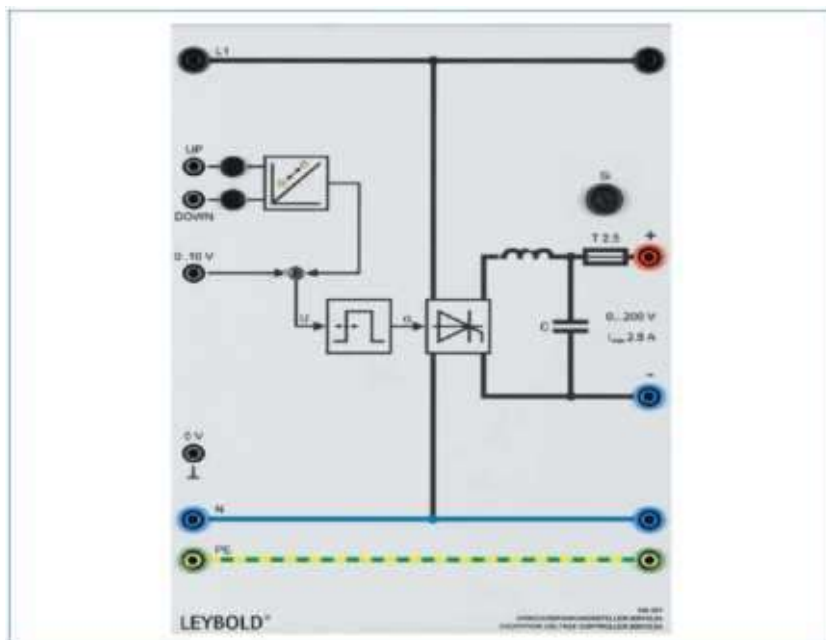


Sinxron mashina tajribalarning asosiy qismini tashkil etadi. U silindrsimon rotorli va damperli o'ramni o'z ichiga oluvchi 4 qutbli tuzilishga ega. Mashina dvigatel yoki generator sifatida ishlatilishi mumkin va generatorning ishlashi paytida quyidagi quyidagi parametrlarga ega: nominal quvvati 1 kVt, statorning nominal kuchlanishi 230/400 V (Δ / Y), nominal tok 2.66 / 1.52 A (Δ / Y), qo'zg'alishning maksimal kuchlanishi 220 V, qo'zg'alishning maksimal toki 1,6 A, nominal tezligi 50 Hz-da 1500 min⁻¹.

Pasport qiymatlari keltirilgan plastinadagi ba'zi texnik xususiyatlar yuqorida aytib o'tilgan qiymatlardan biroz chetga chiqadi, chunki ular dvigatel ishiga taalluqlidir. Ushbu tajribada faqat generator rejimidan foydalaniladi.

Mashina ortiqcha yuklanishdan termal kalit orqali himoyalangan. Stator kalitni ishga tushirmaydigan qisqa muddatli ortiqcha yuklamalarga duch kelishi mumkin.

Qo'zg'atish kuchlanishi regulyatori (Kat. No. 745 021):



0,3 kVt yoki 1,0 kVt quvvat sinfidagi sinxron mashinaning o'ramasini qo'zg'atish uchun sozlanuvchan doimiy quvvat kuchlanishi talab qilinadi. Qo'zg'atish kuchlanishi regulyatori maksimal 2,5 A oqimda 0 dan 200 V gacha bo'lgan tekislangan chiqish kuchlanishini ta'minlaydi. Bu kuchlanish ortiqcha yuk va qisqa tutashuvdan himoyalangan. DC kuchlanishi klavishlar orqali qo'l bilan yoki tashqaridan kiritish orqali o'rnatilishi mumkin. Tuzatish koeffitsienti taxminan 10 V / s ni tashkil qiladi.

Qo'zg'atish kuchlanish regulyatorining o'zi 230 VAC (50 Hz) quvvat kuchlanishini talab qiladi. Ushbu kuchlanishni L1 va N rozetkalarini orqali to'g'ridan-to'g'ri eksperimental qurilmadan oladi.

Mayatnikli koper 1.0/2.0 (Kat. No. 732 68)



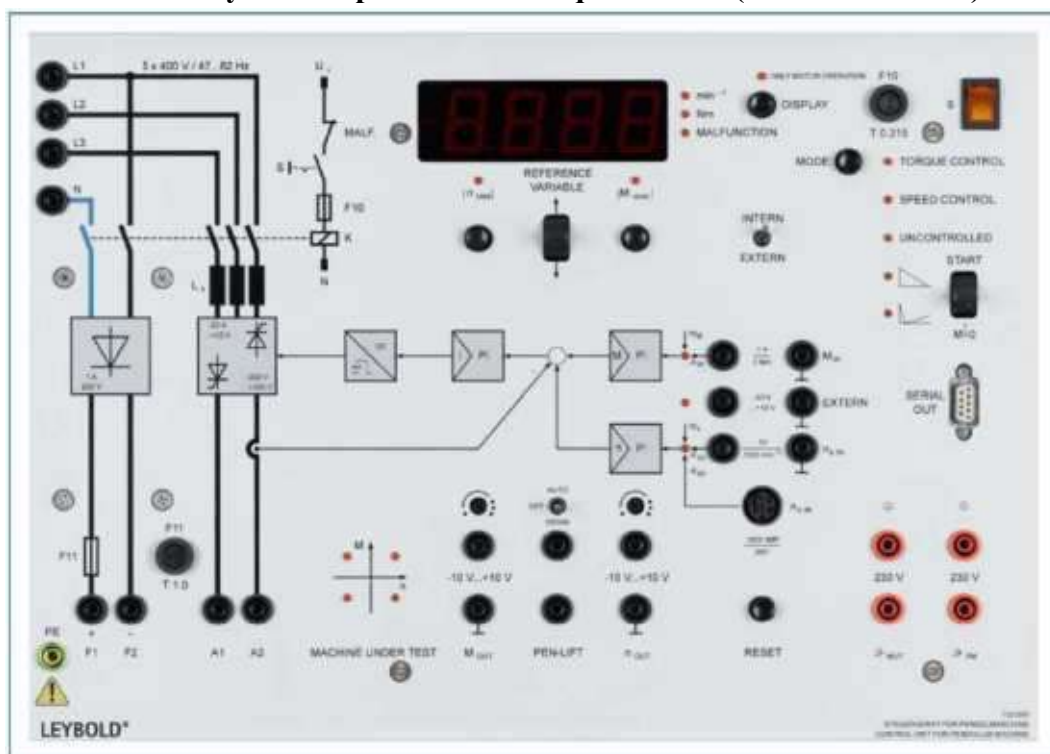
Mayatnikli koper sinxron generatorni sinash uchun haydash vazifasini bajaradi. U o'rnatilgan momentni o'lchash va quyidagi ko'rsatkichlarga ega bo'lgan doimiy tokning shuntirlovchi o'ramasidan iborat:

Nominal quvvat 1 kVt (2 kVt), yakor kuchlanishi 150 V (300 V), yakorning maksimal toki 8,5 A, qo'zg'alishning maksimal kuchlanishi 200 V, qo'zg'alishning maksimal toki 0,6 A, nominal tezligi 50 Hz-da 1500 min⁻¹ (3000 min⁻¹) (yoki aylanish yo'nalishi). Mashina haddan tashqari yuklanishdan termal kalit bilan himoyalangan, shuningdek majburiy ravishda shamollatilgan.

Kuchlanish o'lchagichi yordamida egiluvchi nur orqali o'lchangan aylanish momenti proporsional kuchlanish sifatida tegishli boshqaruv blokiga uzatilishi va u yerda ko'rsatilishi mumkin. Majburiy shamollatish va aylanish momentini o'lchash uchun baholovchi elektronikani yetkazib berish uchun alohida, o'zgaruvchan kuchlanish talab etiladi.

Ushbu tajribada mayatnikli koper nominal quvvati 1 kVt bo'lgan dvigatel sifatida ishlatiladi

1.0/2.0 Mayatnik koper uchun boshqaruv bloki (Kat. No. 732 695)



Boshqaruv bloki mayatnikli koper yakorining o'ramasi va qo'zg'alishi sariqlari uchun kuchlanish manbai bo'lib xizmat qiladi.

Mikroprotessor tomonidan boshqariladigan qurilma quyidagi ish rejimlarini ta'minlaydi: Sozlanuvchan tezlik rejimi, moment nazoratli rejim, boshqarilmaydigan rejim, tezlashuv va yuklama xususiyatlarini avtomatik ravishda o'lchash, tashqi rejim. Tashqi rejimda boshqaruv bloki boshqaruv kuchlanishi regulyatoridan 0 dan 10 V gacha bo'lgan doimiy kuchlanishni oladi (Kat No. 745 03); u mayatnikli koperni 0 dan 250 V gacha bo'lgan yakor kuchlanishi bilan ta'minlash uchun ishlatiladi. Shunday tarzda haydash tezligini ko'rsatish mumkin. Agar boshqaruv kuchlanishi regulyatori ishlatilmasa, boshqaruv blokidagi tugmachani "Ichki" holatga qo'yish kerak: bu holda mashina tezligi boshqaruv blokidagi "TAYANCH O'ZGARUVCHAN" ikki qisimli bosiluvchan tugma bilan belgilanadi.

Qo'shimcha ko'rsatmalar, ayniqsa ushbu tajribaga tegishli, eksperiment tavsifida keltirilgan.

O'suvchi taxometr 1.0 (Kat. No. 732592)



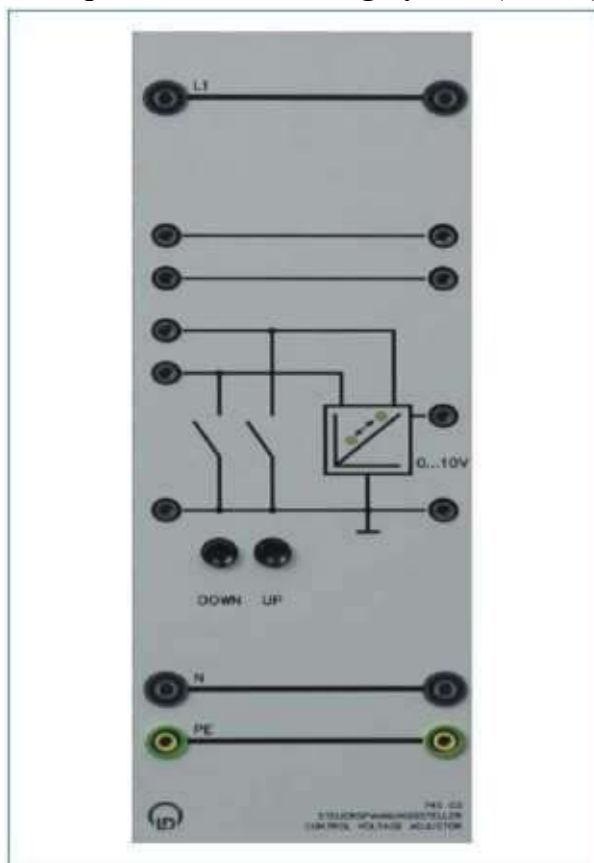
1,0 kVt quvvat toifasidagi elektr mashinalarining tezligini qayd etish uchun. TTL-ga mos keladigan A, B va REF signallariga 4 mm rozetkalar orqali kirish mumkin. A yoki B da 1024 impuls 360 daraja aylanishning mexanik burchagiga to'g'ri keladi. Valning aylanish yo'nalishini

aniqlash uchun A va B signallari bosqichma bosqich 90 gradusgacha siljiydi. REF-impuls val aylanishi uchun 1 marotaba hosil bo‘ladi.

Quvvat va namoyish uchun universal tezlik indikatori talab qilinadi.

- 6 qutbli DIN rozetkasi orqali ulanish
- Tezlik: maksimal 10000 daq⁻¹
- O‘shish: 1024 zarba / 360 daraja

Boshqaruv kuchlanishi regulyatori (745 03)



Ushbu qurilma parallel o‘tkazuvchi moslamasi yoki faol quvvat regulyatori va doimiy tokning haydash mashinasi aloqani tashkil etadi.

Ikkala qurilmada ham DT mashinasining tezligini sozlash uchun TTL chiqishlari mavjud. Boshqaruv kuchlanishi regulyatori keladigan buyruqlarni 0 dan 10 V gacha bo‘lgan doimiy kuchlanishga aylantiradi, keyin u tegishli mayatnikli koper boshqaruv blokiga uzatiladi. Boshqaruv bloki shunga mos ravishda mayatnik mashinasining yo‘naltiruvchi zanjirini 0 dan 250 V gacha bo‘lgan kuchlanish bilan ta‘minlaydi. Boshqaruv kuchlanishi regulyatorining sozlanish tezligi taxminan 20 s/V ni tashkil qiladi.

Qurilma 230VAC (50Hz) quvvat kuchlanishini talab qiladi. Bu kuchlanishni L1 va N rozetkalarini orqali to‘g‘ridan-to‘g‘ri tajriba o‘rnatilishidan oladi. Ichki o‘chirish yordamida boshqaruv kuchlanishi regulyatori 115 V kuchlanishda ham ishlashi mumkin.

TAJRIBA 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 prinsial sxemasi.
4. Muvozanatlovchi tok qiymatini generator va tizim parametrlariga mos kelmagan funktsiya sifatida ko‘rinishi.
5. O‘z-o‘zini sinxronlash uslubi. Ulashning prinsial sxemasi.

6. Muvozanatlovchi tok qiymatini o'z-o'zini sinxronlash uslubini qo'llash me'zoni sifatida ko'rinishi.

SINOV SAVOLLARI

1. Generatorni aniq sinxronlash usuli bilan ulashning 3 ta shartini ayting?
2. Sinxronlash kolonkasini qo'llanilishi?
3. Generatorni tizimga ulashda paydo bo'ladigan 3 ta katta zarbaviy tokning oqibatlari?
4. Turli xildagi generatorlar uchun o'z-o'zini sinxronlash usulini qo'llash me'zoni?
5. Generatorni tizimga ulashni ikkala uslublarini afzallik va kamchiliklari?

2 – LABORATORIYA ISHI

GENERATORLARNING ISH REJIMLARINI TADQIQ QILISH.

Ishdan maqsad: Generatorlarning turli xil ish rejimlarini o'rganish.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Generatorlarning ish holatlarini boshqarishda stator va rotor havo oralig'idagi magnit oqimini kerakli darajada ushlab turishga bog'liqdir. Stator toki qo'zg'atish toki hosil qilgan magnit maydonga teskari bo'lgan magnit maydon hosil qiladi. Natijaviy magnit maydonning o'zgarishini rostdash qo'zg'atgich hosil qilgan magnit maydonini o'zgartirish orqali rostlanadi. Buning uchun generatorning ish rejimiga bog'liq holda generatorning qo'zg'atish toki keng diapazonda o'zgarishi lozim. Qo'zg'atish toki normal ish holatlarida generatorning kuchlanishiga, statorning aktiv va reaktiv tokiga bog'liqdir. Shuningdek qo'zg'atish tokini o'zgartirish orqali sinxron mashinadagi kuchlanish tushuvini kompensatsiyalashi lozim. Generatorni qo'zg'atishni ikki holati mavjud: o'ta qo'zg'atish va qo'zg'atilmagan. O'ta qo'zg'atish holatida tarmoqqa aktiv va reaktiv quvvat uzatiladi. Qo'zg'atilmagan holatida generator reaktiv quvvat iste'mol qiladi.

Kompensator holatida ishlayotgan sinxron generator tomonidan ishlab chiqarilayotgan yoki iste'mol qilinayotgan reaktiv quvvat qo'zg'atish tokiga bog'liq. Qo'zg'atish tokini o'zgarishi bilan stator chulg'amidagi EYuK Y_{ek} ham o'zgaradi. Generatorning EYuK qiymati jihatdan tarmoq kuchlanishiga teng bo'lgan holat generatorning salt ishlash holati deyiladi. Qo'zg'atish tokini oshirish natijasida generatorning EYuK chiqishlaridagi kuchlanishdan katta bo'ladi (o'ta qo'zg'atish).

Sinxron gidrogeneratorlar va turbogeneratorlar sinxron kompensator holatida ishlashi mumkin. Generatorlarning ikki ish holatlari mavjud: normal va nonormal holatlar. Normal ish holati sifatida uzoq muddat ishlashi ko'zda tutilgan holatlar: kuchlanishi $U_{gen} = \pm 5\% U_{nom}$ bo'lganda pasport ma'lumotida ko'rsatilgan yuklamalarda va turli xil $\cos\phi$ larda ishlashi. Nonormal holatlarga asinxron holat, avariya yoki o'ta yuklanish, qo'zg'atishni yo'qotish va shu kabilar kiradi.

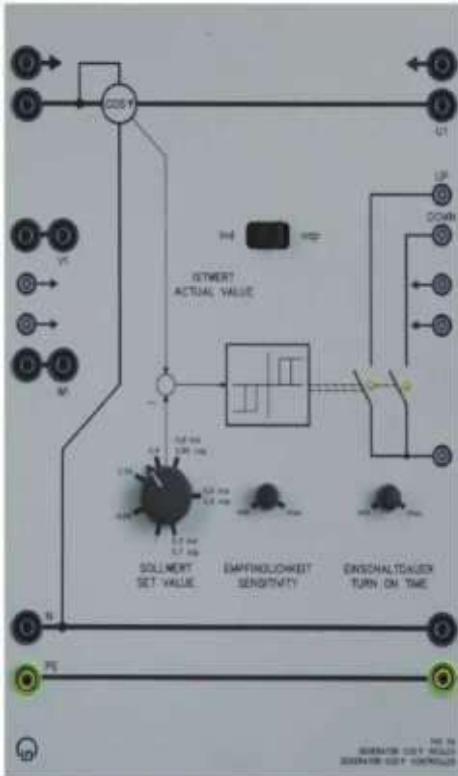
Asinxron holat. Normal holatda generatorlar parallel ishlashga ulangan, sinxron ishlamoqda. Sinxron ish holatida barcha generatorlarning EYuK bir xil chastotaga ega, shuningdek ularning vektorlari bir xil burchak tezligida aylanadi. Biror bir generatorni yoki generatorlar gruppasini turg'un ish holatini buzilishi natijasida sinxron generatorlarning asinxron yurishi yuzaga keladi.

Asinxron yurish – generatorning shunday ish holati hisoblanadiki, bunda rotorning aylanishi tezligi statorning magnit maydon aylanish tezligiga mos kelmaydi.



2.1-rasm. Tajriba standing umumiy ko'rinishi.

Cos ϕ generatori regulyatori (Kat. No. 745 06)



2.2.-rasm. Cos φ generatori regulyatori

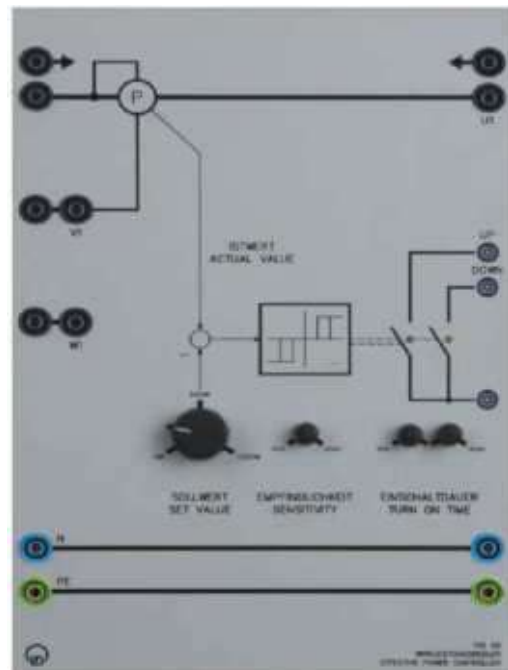
«cap» parametri mashinaning sigʻimli reaktiv quvvat olayotganini va tarmoqqa induktiv reaktiv quvvat yetkazib berayotganligini bildiradi (ortiqcha yuk rejimi). "Ind" parametri mashinaning induktiv reaktiv quvvatni olayotgani va tarmoqqa sigʻimli reaktiv quvvatni yetkazib berayotganini koʻrsatadi (qoʻzgʻalish rejimida).

Cos φ uchun 0.3 ind ...1...0.7 cap. oraligʻi sozlanishi mumkin.

Regulyator 3 • 400 VAC (50 Hz) kuchlanishni talab qiladi. Bu kuchlanishni L1, L2, L3 va N rozetkaları orqali toʻgʻridan-toʻgʻri tajribani oʻrnatilishidan oladi.

Faol quvvat regulyatori (745 08)

Ushbu qurilma ham uch -diapazonli regulyator (gisterezisli uch nuqtali regulyator) kabi ishlab chiqilgan. Generator tomonidan tarmoqqa yetkazib beriladigan tokning bir fazali zanjirining quvvat koeffitsientini oʻlchaydi va uni belgilangan qiymat bilan taqqoslaydi. Agar ma'lum bir qiymatning boshqaruv farqi yuzaga kelsa, TTL chiqishi orqali tegishli ravishda harakatlanuvchi mayatnikli koperining yakor kuchlanishini oshiradigan yoki kamaytiradigan boshqaruv kuchlanishi regulyatoriga buyruq beriladi (Kat. No. 745 03), "Yuqoriroq" yoki "pastroq" buyruqlarining chiqarilishi LEDlar tomonidan koʻrsatiladi.



2.3.-rasm. Faol quvvat regulyatori

Potansiyometrlar yordamida regulyatorning sezgirligi va impuls oraligʻi oʻrnatilishi mumkin. Faol quvvatni yetkazib berish uchun 0 ... 1200 Vt oraligʻini belgilash mumkin (bu qiymat mashinaning umumiy faol quvvatiga tegishli, va ayni vaqtda eksperiment davomida bir fazali

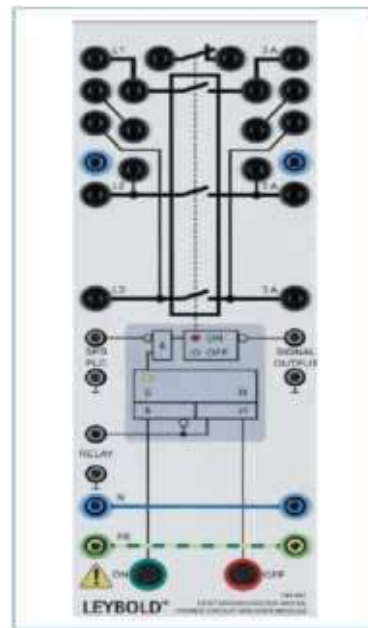
o'lovlar kabi amalga oshiriladi). Regulyator $3 \cdot 400$ V quvvat (50 Hz) kuchlanishini talab qiladi. Bu kuchlanishni L1, L2 va L3 rozetkalarini orqali to'g'ridan-to'g'ri tajribani o'rnatilishidan oladi.

Elektr o'chirgichlari moduli (Kat. No. 745 561)

Ushbu qurilma energetika sohasida ishlatiladigan elektr o'chirgichlarini simulyatsiya qiladi va bu yerda generatorni tarmoq bilan sinxronlashtirishga xizmat qiladi.

Parallel almashtirish moslamasi yordamida uni qo'lda yoki TTL usuli orqali boshqarish mumkin. Boshqa tajribalarda, ushbu qurilma tarmoqni himoya qilish relesi yoki saqlangan dasturni boshqarish orqali o'chirish kontakti orqali faollashtirilishi mumkin. Boshqa tajribalarda, ushbu qurilma yozib olingan dasturga muvofiq chiziqni himoya qilish relesining kontakti uzilishi yoki boshqaruvi orqali faollashtirilishi mumkin.

Elektr o'chirgichining YOQ va O'CH holatlari tegishli qizil va yashil LED bilan belgilanadi. NY-kontakt yordamchi yoki signal beruvchi kontakt sifatida o'rnatilgan. TTL chiqishi ham mavjud. Ushbu chiqish asosiy kontaktlar ochilganda mantiqiy 1, yopilganda esa mantiqiy "0"ni beradi.

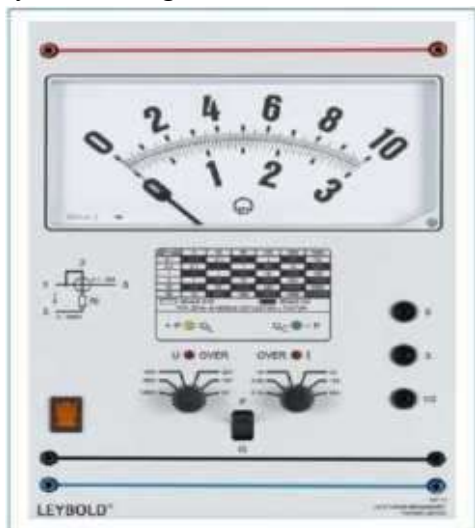


2.4.-rasm. Elektr o'chirgichlari moduli

Kuchlanish quvvati 230 VAC. Sariq LED operativ tayyorlikni ko'rsatadi. Qurilma ichki kalit yordamida 115 V kuchlanishda ham ishlashi mumkin. Qo'shimcha ma'lumot elektron o'chirgichdan foydalanish bo'yicha yo'riqnomada keltirilgan.

Quvvat o'lchagichi (Kat.No. 727 11)

Elektr o'lchagich bir fazali tuzilishga ega va simmetrik yuklamalar ostida tashqi o'tkazgich va neytral o'tkazgich o'rtasida almashtiriladi.



2.5.-rasm. Quvvat o'lchagichi

Reaktiv quvvatni o'lchash paytida qurilma chiquvchi induktiv reaktiv quvvat (Q_L) yoki yig'imli reaktiv quvvatni (Q_C) olish-olmasligini ko'rsatadi. O'lchovning maksimal aniqligiga erishish uchun eng kichik o'lchov oralig'idan foydalaning (tepadan boshlab).

Bu yerda tajribalarda bir fazali quvvat o'lchovlari amalga oshiriladi. Generator tomonidan ta'minlanadigan to'liq quvvat qiymati, uchta faza bir xil yuklanganda ko'rsatilgan qiymatni 3 ga ko'paytirish orqali olinadi.

Qurilma faol quvvat (P tugmachasini sozlash) va reaktiv quvvatni (Q kalitini sozlash) o'lchash uchun ishlatilishi mumkin. Faol quvvat kuchlanish xususiyatidan qat'iy nazar to'g'ri o'lchanadi, reaktiv quvvat esa faqat sinusoidal o'zgaruvchilar holatida to'g'ri o'lchanadi. Faol quvvat oqimining yo'nalishi (kiruvchi yoki chiquvchi) ikkita LED yordamida aniqlanishi mumkin. Agar iste'molchiga faol quvvat yetkazib berilayotgan bo'lsa, hisoblagich orqasida joylashgan Q_L belgisili sariq LED yonadi; agar faol quvvat sarflansa - Q_C bilan belgilangan LED yonadi.

Qurilma 230 VAC quvvat kuchlanishini talab qiladi. Bundan tashqari, u ichki kalit yordamida 115 V kuchlanishda ham ishlashi mumkin. Qurilmadan foydalanish bo'yicha qo'shimcha ko'rsatmalar foydalanishga doir yo'riqnomada keltirilgan.

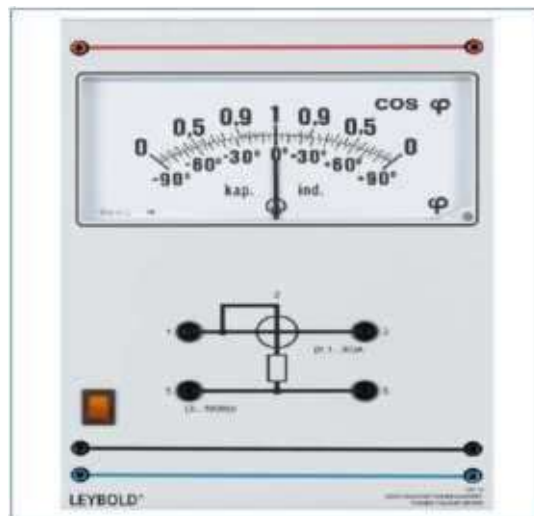
Quvvat koeffitsienti o'lchagichi (Kat. No. 727 12)

Quvvat koeffitsienti o'lchagichi quvvat o'lchagichi bilan bir xil prinsip asosida ishlaydi (Kat. No. 727 11).

Quvvat o'lchagichidan farqli o'laroq, u zanjirlarning faol va reaktiv quvvat sarfini emas, balki ulangan yuklamaning quvvat omili $\cos \varphi$ -ni ko'rsatadi. Namoyish faqat sinusoidal kuchlanish va oqim sharoitida to'g'ri bo'ladi.

Qurilma quvvat o'lchagichiga o'xshash uch fazali sxemada bitta fazaga ulangan.

Qurilma 230 VAC quvvat kuchlanishini talab qiladi. Ichki yoqilishda, u 115 V da ham ishlashi mumkin.



2.6.-rasm. Quvvat koeffitsienti o'lchagichi

Sinxron generatorlarning asinxron yurishining ikkita turi mavjud:

1. Stansiyadagi o'rnatilgan generatorlarning birining shu stansiyadagi generatorlarga nisbatan asinxron yurishi;
2. Generatorlar gruppasining (stansiyalar gruppasi) boshqa generatorlar gruppasiga (tizim) nisbatan asinxron yurishi.

Turbogeneratorlar asinxron ish holatiga qo'zg'atishni yo'qotganda yoki qo'zg'atish tizimini kritik chegaradan tushib ketishi natijasida asinxron momenti hosil bo'lgandagina o'tadi.

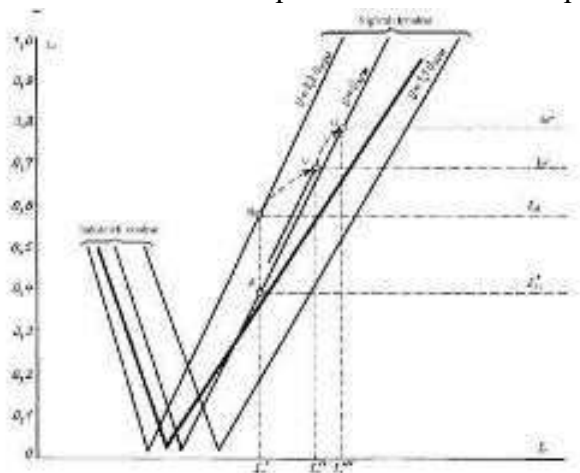
Sinxron elektromagnit moment tushunchasi sifatida generator statorining aylanuvchi magnit oqimi bilan rotor chulg'amida qo'zg'atish tokining oqishidan hosil bo'luvchi magnit oqimlarning o'zaro ta'sirining natijasi tushuniladi. Generatorlarning turg'un sinxron ishlashi mobaynida ushbu moment turbinaning aylanish momentiga nisbatan tormozlovchi hisobalanadi. Qo'zg'atishni yo'qotish yoki tushib ketishi natijasida sinxron momentni yo'qotilishi yoki turbinaning aylanish momentidan tushib ketishidan generator rotorining aylanish chastotasi ortadi hamda statorning aylanuvchi magnit maydoniga nisbatan rotorning sirpanishi vujudga keladi. Buning natijasida barcha yopiq rotorli konturlarda stator tomonidan sirpanish chastotasiga ega bo'lgan toklar hosil bo'ladi. Ushbu toklar tormozlovchi asinxron moment hosil qiladi va ushbu momentning maksimumi turbina hosil qilayotgan momentdan katta bo'lsa rotorning tezlanishi to'xtaydi hamda generator tarmoqqa asinxron rejimda aktiv quvvat beradi.

Laboratoriya ishinining dasturi.

1. Generator bilan aktiv quvvatni rostdash.
2. Sinxron generatorning reaktiv quvvatini rostdash.
3. Sinxron kompensatorning V simon tavsifini olish.
4. Generatorning asinxron yurishi.
5. Sinxron generatorning kompensator ish holati.
6. Sinxron generatorning sinxronlash kolonkalarining vazifasi.

Generatorni sinxron kompensator holatida ishlashi. Energetika tizimida reaktiv quvvat tanqisligi yoki ortishi natijasida sinxron generatorlar qo'zg'atish tokini keng diapazonda rostdash imkonini beruvchi sinxron kompensator holatida ishlashi mumkin. Qo'zg'atish toki salt ishlash tokiga teng bo'lganda tarmoqdan uncha katta bo'lmagan aktiv quvvat (mashinadagi isroflar bilan

aniqlanadigan) iste'mol qiladi. Agarda qo'zg'atish toki kamaytirilsa (qo'zg'atilmagan holat), generator energetika tizimidan iste'mol qilayotgan tokda induktiv tashkil etuvchi paydo bo'lib va ushbu tashkil etuvchi qanchalik katta bo'lsa qo'zg'atilmaganlik shunchalik ko'p bo'ladi.



2.7-rasm. Sinxron kompensator holatida ishlayotgan sinxron generatorning V simon tavsifilari.

O'ta qo'zg'atish holatida generator ilgari tokni iste'mol qilgan holda tarmoqni sig'imi tok bilan yuklaydi.

Yuqoridagilardan xulosa qilganda, stator toki I_{st} va fazasiga qo'zg'atish toki I_r ta'sir etadi.

Stator va rotor toklari orasidagi bog'lanish $I_{st} = f(I_r)$ stator chiqishidagi kuchlanishning har xil o'zgarma qiymatlaridagi V simon tavsiflarning oilasini bildiradi. Tavsifning o'ng tomoni kompensatorning sig'miy ish holatiga, chap tomoni esa induktiv ish holatiga to'g'ri keladi.

$U = \text{const}; P_g = \text{const} (0,5; 1,0; 1,5)$ bo'lgandagi sinxron generatorning V simon tavsifini qurish uchun jadval

2.1 – jadval

I_g, A										
$I_{qo'z}, A$										

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) standart shakldagi titul varag'i
- b) ishning maqsadi
- v) generatorning aktiv va reaktiv quvvatini rostdash
- g) generatorlarning ish holatlari
- e) sinxron kompensator ish holatida ishlayotgan sinxron generatorlarning V simon tavsiflarini qurish.

Sinov savollari.

1. Generatorlarning ish holatlarini tushuntirib bering?
2. Generatorlarning aktiv va reaktiv quvvatlarini rostdash qanday amalga oshadi?
3. Sinxron generatorning asinxron yurishining yuzaga kelish sabablarini tushuntirib bering?

3 – LABORATORIYA ISHI

TRANSFORMATOR CHULG‘AMLARINING ULANISH GURUHLARI, SXEMALARI VA ASOSIY PARAMETRLARINI O‘RGANISH

Ishdan maqsad: Transformator chulg‘amlarining ulanish guruhleri va sxemalarini aniqlash usullarini o‘rganish.

Qisqacha nazariy ma’lumot. Transformatorlarning chulg‘amlari, odatda, yulduz Y, chiqarilgan neytralli yulduz Yo va uchburchak Δ ko‘rinishidagi sxemalar bo‘yicha ulanadi. Birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlarning EYUK lari ($E1$ va $E2$) orasidagi fazalar siljishini shartli ravishda ulanishlar guruhi bilan ifodalash qabul qilingan.

Uch fazali transformatorlarning chulg‘amlarini turlicha ulash yo‘li bilan ulanishlarning o‘n ikkita turli guruhini olish mumkin, bunda chulg‘amlarni yulduz-yulduz sxemasida ulashda istalgan 2, 4, 6, 8, 10, 0 juft guruhni, yulduz-uchburchak yoki uchburchak-yulduz sxemasida ulashda istalgan 1, 3, 5, 7, 9, 11 tok guruhni hosil qilinadi.

Chulg‘amning ulanish sxemasi belgisining o‘ng tomoniga uning ulanish guruhi yoziladi. Chulg‘amlarning nol nuqtasini chiqarib, yulduz sxemasida ulash chulg‘am neytrali yerga tutashtirilishi zarur bo‘lgan holda qo‘llaniladi. YUK chulg‘ami 330 kV va undan yuqori kuchlanishli transformatorlar va hamma avtotransformatorlarda YUK chulg‘amlari neytralini yerga samarali tutashtirish shart. 110, 150 va 220 kV li tizimlar ham neytrali yerga samarali tutashtirilgan holda ishlaydi, biroq bir fazali qisqa tutashuv tokini kamaytirish uchun transformatorlar neytralining bir qismi yerga ulanmaydi. Chunki, chiqarilgan nol simlar izolyatsiyasi, odatda, to‘la kuchlanishga hisoblanmaydi, shuning uchun neytrali yerga ulanmagan ish rejimida hosil bo‘lishi ehtimoli bor o‘ta kuchlanishlarni transformatorning nol nuqtasiga ventilli razryadniklarni biriktirish yo‘li bilan kamaytirish mumkin. Shuningdek, to‘rt simli 380/220 va 220/127 V tarmoqlarni ta’minlovchi transformatorlarning ikkilamchi chulg‘amidagi neytral ham yerga tutashtiriladi. 10-35 kV li kuchlanishdagi chulg‘amlar neytrali yerga ulanmaydi yoki sig‘im toklarini kompensatsiya qilish uchun yoy so‘ndiruvchi g‘altak orqali yerga ulanadi.

Laboratoriya ishining dasturi.

1. Transformatorni tashqi ko‘rikdan o‘tkazish.
2. Transformator chulg‘amlarining izolyatsiya qarshiligini tekshirish. Transformator chulg‘amlarining namlik darajasini aniqlash.
3. Transformatorning transformatsiya koeffitsientini barcha shaxobchalar bo‘yicha aniqlash.
4. Transformator chulg‘amlarining ulanish guruhlarini tekshirish.
5. Uch fazali transformatorning ulanish guruhlarini tekshirish.

Ishni bajarish tartibi.

1. Transformatorni ko‘zdan kechiring. Pasport ma’lumotlarini yozib oling.
2. Har bir chulg‘amni yerga nisbatan hamda chulg‘amlarga nisbatan izolyatsiya qarshiligini o‘lchang. O‘lchash megommetr yordamida 1 minut davomida amalga oshiriladi. Absorsiya koeffitsiyentini quyidagi ifoda orqali aniqlang:

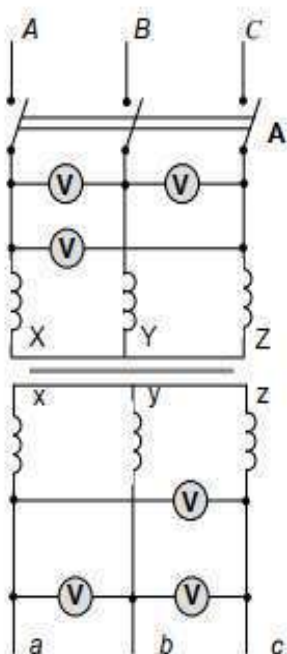
$$K_{ab} = \frac{R_{60}^*}{R_{15}^*}$$

3. Transformator chulg‘amining qarshiligini o‘zgarmas tok orqali o‘lchang. O‘lchashni har bir yuqori va pastki chulg‘amlarda Vitson ko‘prigi orqali amalga oshiring. Transformator chulg‘amlarining ulanish sxemasini chizing.

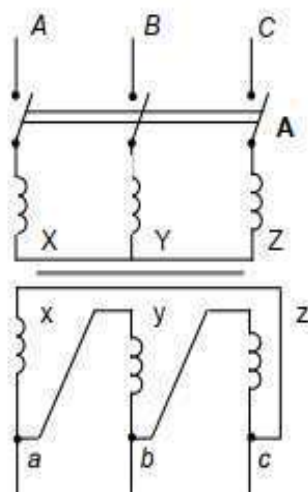
4. Har bir chulgʻamlarora transformatorning transformatsiya koeffitsiyentini aniqlang. Buning uchun 3.1-rasmni yigʻing. Transformatorning faqat yuqori chulgʻamiga 220 V kuchlanish berib va bir vaqtning oʻzida yuqori va pastki chulgʻamlardagi kuchlanishlarni oʻlchang.

Oʻlchash natijalarini 3.1-jadvalga kiriting.

Transformator maʼmuri	3.1-jadval									
	A-B			B-C			A-C			$K = \frac{K_{ab} + K_{bc} + K_{ca}}{3}$
	U_{AB}	U_{ab}	K_{ab}	U_{BC}	U_{bc}	K_{bc}	U_{AC}	U_{ac}	K_{ac}	



3.1-rasm. ▲/▲ ulanish guruhli transformator.



3.2-rasm. ▲/Δ ulanish guruhli transformator.

Uch fazali transformatorning ulanish guruhlarini tekshirish

Transformatorlarning ulanish guruhlarini tekshirish ikki usul orqali aniqlanadi:

1 – polyarometr usuli; 2 – voltmetr usuli.

Quyida transformatorlarning ulanish guruhini voltmetr usulida aniqlash koʻrsatilgan.

Transformatorning yuqori kuchlanish chulgʻamlariga (AB) 2-4 V li batareya manbasi ulanadi. Past kuchlanish chulgʻamlariga (ab, bc) vaqti – vaqti bilan millivoltmetr ulanadi hamda uskuna koʻrsatkichining ogʻishi yozib olinadi. Laboratoriyani qolgan yuqori kuchlanish chulgʻamlari (BC va AC) uchun ham shu tartibda bajariladi. Natijalar 1-jadvalga kiritiladi. Galvanometr koʻrsatkichining oʻng tomonga ogʻishi «+» ishorasini, chap tomonga ogʻishi «-» ishorasini bildiradi.

Transformatorlarning har bir ulanish guruhi 3.2-jadvalga mos kelishi lozim.

3.2-jadval. Transformatorlarning ulanish guruhlarini aniqlovchi jadval.

▲/Δ - 1 guruh			
	A	B	C
	B	C	A
ab	+	0	+
bc	-	+	0
ac	0	+	+

▲/Δ - 7 guruh			
	A	B	C
	B	C	A
ab	-	0	-
bc	+	-	0
ac	0	-	-

▲/Δ - 11 guruh			
	A	B	C
	B	C	A
ab	+	-	0
bc	0	+	+
ac	+	0	+

▲/Δ - 5 guruh			
	A	B	C
	B	C	A
ab	-	+	0
bc	0	-	-
ac	-	0	-

▲/▲ - 6 guruh			
	A	B	C
	B	C	A
ab	-	+	-
bc	+	-	-
ac	-	-	-

▲/▲ - 12 guruh			
	A	B	C
	B	C	A
ab	+	-	+
bc	-	+	+
ac	+	+	+

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- standart shakildagi titul varag'i
- ishning maqsadi
- o'lchov natijalari yozilgan jadvallar
- laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

- Transformator chulg'amlarining izolyatsiyasi sinash tartibini tushuntirib bering?
- Transformatorning qanday ulanish guruhlarini bilasiz?
- Transformatorlarning ulanish guruhleri nima maqsadda aniqlanadi?

4- LABORATORIYA ISHI

Kuch transformatorlarni parallel ishlashi.

Ishdan maqsadi: Qudratli transformatorlarning parallel ishlashiga ulash shartlari bilan tanishtirish.

Umumiy ma'lumot

Transformatorlarning parallel ishlaganda bir nomli fazalar chulg'amlari chiqishlarini birlamchi va ikkilamchi tomonlari o'zaro ulanadi. Agar transformatorlarning faqat bir tomoni kuchlanish chiqishlari ulansa, bu hol da parallel ishlashi emas balki birgalikda ishlashidir.

Transformatorlarning normal parallel ishlashi, ular orasida tenglashtiruvchi toklar yo'qligi bilan harakterlanadi. Transformatorlarning yuk toki bir xil bo'ladi. Transformatorlarni transformatsiyalash koeffitsientlari har xil bo'lgan xolda tenglashtiruvchi tok xosil bo'ladi. U o'z vaqtida bitta transformatorni qo'shimcha yuklantiradi, ikkinchisini yuksizlantiradi. X va R birliklarning har xil bo'lgan holda, parallel ishlayotgan transformatorlar orasida umumiy yuklama nominal kuvvatga teskari proporsional ularning qisqa tutashish kuchlanishiga to'g'ri proporsional bo'ladi.



4.1-rasm. Tajriba standing umumiy ko'rinishi.

Transformatorlar parallel ishlashi uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1. Transformatorlarning transformatsiya-koeffitsientlari o'zaro teng bo'lishi kerak;
2. Transformatorlarning $U_{q,t}=0$ qisqa tutatish kuchlanishi teng bo'lishi kerak;
3. Transformatorlarning ulanish guruxlari bir xil bulishi kerak;

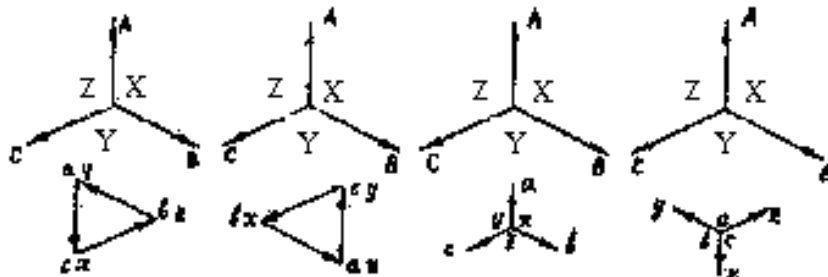
Transformatorlarning ulanish guruxlari

Tenglashtiruvchi tok nominal tokdan 3-20 marotaba katta bo'ladi bunday tenglashtiruvchi tok transformatorlar chiqishlaridagi qisqa tutatish tokiga teng bo'ladi. Unday transformatorlar parallel ishlashi mumkin emas. Transformatorlarni ulashdan oldin fazalash lozim.

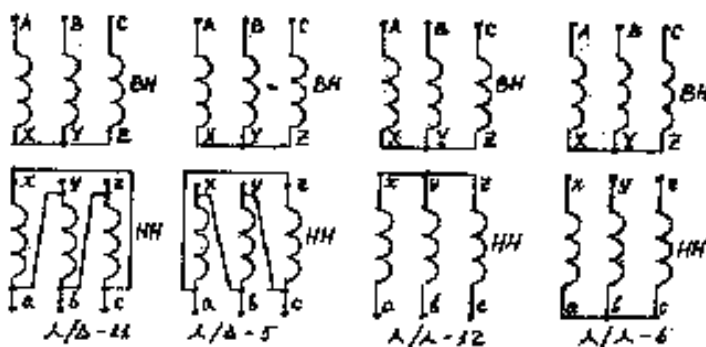
4.1-Jadval

Variantlar	Transformatorlarning ulanish guruxlari	Fazalar orasidagi kuchlanish
------------	--	------------------------------

nomeri	1-chi tr-r	2-chi tr-r	U Δ 1- Δ 2	Us1-s2
1	Y/Y – 12	Y/Y – 12		
2	Y/Y – 12	Y/Y – 6		
3	Y/ Δ – 11	Y/ Δ – 11		
4	Y/ Δ – 11	Y/ Δ – 5		
5	Y/ Δ – 11	Y/Y – 12		



4.2-rasm. Transformatorlarning vektor diagrammalari.



4.3-rasm. Transformatorlarning ulanish sxemasi.

Ish dasturi

1. Quadratli transformatorlarni parallel ishlashiga ulash haqidagi nazariy ma'lumotlari bilan tanishish;
2. Ulanish sxemasini yig'ish va transformatorlarni ishga tushurish;
3. Transformatorlarning ikkilamchi chiqishdagi tegishli fazalar o'rtasidagi kuchlanishni o'lchash;
4. Transformatorlarning vektor diagrammalarini qurish;

Ish bajarish tartibi

1. Quyidagi transformatorlarning besh xil variantlari uchun ulanish sxemasini yig'ish.
2. Har bir variant uchun transformatorning ikkilamchi chiqishdagi kuchlanishni o'lchang va diagrammasini quring.
3. Ma'lumotlarni 4.1-jadvalga kiriting.

Sinov savollari

1. Quadratli transformatorlarining parallel ishlashi uchun ulash shartlari;
2. Transformatorlar orasida yuklamani taqsimlanishi:
 - a) Transformatorlarning quvvatlari har xil
 - b) Transformatorlarning $e\%$ lari o'zaro teng bo'lmagan hollarda qanday bo'ladi?
 - v) Transformatorlarning ulanish guruxlari har xil bo'lganda, parallel ishlashiga ulasak nima bo'ladi?

5 – LABORATORIYA ISHI

TRANSFORMATORLARNING O‘TAYUKLANISH QOBILIYATI.

Ishdan maqsad: Ikki pog‘onali yuklamalar grafigini qurish. O‘tayuklanishning davomiyligi va kattaligining izolyatsiyaga ta’siri.

Qisqacha nazariy ma’lumot. Transformatorlarning yuklanish qobiliyati deganda ularning ruxsat etilgan yuklanishlari bilan o‘tayuklanishlari birgalikda tushuniladi.

Ruxsat etilgan yuklanish - vaqt bo‘yicha chegaralanmagan uzoq muddatli yuklanish bo‘lib, bunda chulg‘am izolyatsiyasining qizishidan eskirishi nominal ish rejimidagi eskirishidan katta bo‘lmaydi.

Transformatorning o‘tayuklanishi - izolyatsiyaning tez eskirishiga olib keladigan yuklanish. Agar yuklanish ayni transformatorning nominal quvvatidan katta bo‘lsa yoki atrof-muhit harorati qabul qilingan hisobiy haroratdan +20°C dan ortiq bo‘lsa, shunday rejim hosil bo‘ladi. O‘tayuklanish avariya va tizimli bo‘lishi mumkin.

Avariya o‘tayuklanishiga avariya hollarida, masalan, parallel ishlayotgan transformator ishdan chiqqan hollarda yo‘l qo‘yiladi. Ruxsat etilgan yuklanish chulg‘am (+140°C) va moyning (+115°C) ruxsat etilgan chegara haroratlari bilan aniqlanadi. Standartlarga asosan nominal tokdan katta bo‘lgan qisqa muddatli avariya o‘tayuklanishiga (oldingi yuklanishning davomiyligi va kattaligi, sovituvchi muhit harorati va o‘rnatish joyidan qat’iy nazar) quyida ko‘rsatilgan chegaralarda yo‘l qo‘yiladi:

Moyli transformatorlar:

5.1-jadval

Tok bo‘yicha o‘tayuklanishi, %	30	45	60	75	100
O‘tayuklanish davomiyligi, min	120	80	45	20	10

Quruq transformatorlar:

5.2-jadval

Tok bo‘yicha o‘tayuklanishi, %	20	30	40	50	60
O‘tayuklanish davomiyligi, min	60	45	32	18	5

Uzoq muddatli avariya o‘tayuklanishi M, D, DC va C sovitish tizimli transformatorlar uchun 5 sutkadan ko‘p bo‘lmagan vaqt davomida 40% ga yo‘l qo‘yiladi.

Transformatorlarning tizimli o‘tayuklanishlanishi ularning sutka davomida notekis yuklanishidan kelib chiqadi. Sutkali yuklanish grafigi (1-rasm) keltirilgan bo‘lib, undan ko‘rinishicha transformator tungi, ertalabki va kunduzgi soatlarda yetarli yuklanishlanmagan, kechqurungi maksimum vaqtida (18 dan to 22 soatgacha) o‘tayuklanishlangan bo‘ladi.

Ekvivalent grafikning boshlang‘ich yuklama koeffitsienti K_1 quyidagicha aniqlanadi:

$$K_2' = \frac{1}{S_{\text{НОМ}}} \sqrt{\frac{(s_1')^2 \Delta h_1 + (s_2')^2 \Delta h_2 + \dots + (s_p')^2 \Delta h_p}{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_p}}$$

Agarda $K_2' \geq 0,9K_{\text{max}}$ bo‘lsa $K_2 = 0,9K_2'$, agarda $K_2' < 0,9K_{\text{max}}$ bo‘lsa

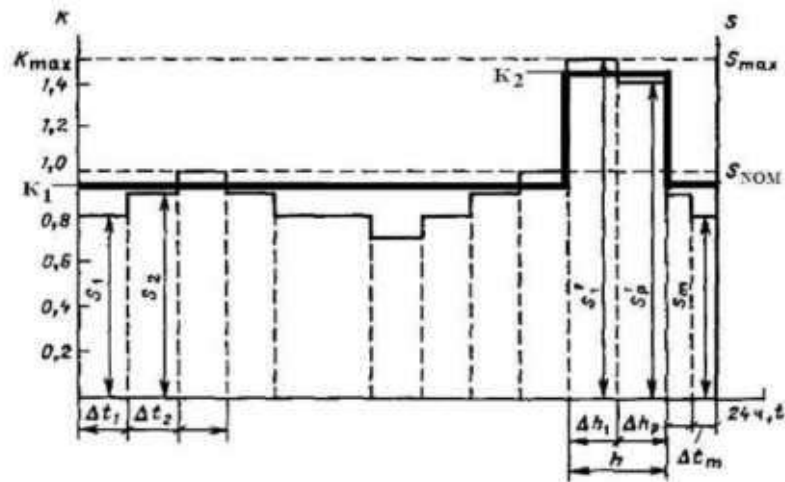
$$K_2 = 0,9K_{\text{max}}$$

bu yerda $S_1, S_2, \dots, S_m - \Delta t_1, \Delta t_2 \dots, \Delta t_m$ intervallardagi yuklamalarning qiymati.

$h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_p$ intervallardagi maksimal yuklama koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_1 = \frac{1}{S_{nom}} \cdot \sqrt{\frac{S_1^2 \cdot \Delta t_1 + S_2^2 \cdot \Delta t_2 + \dots + S_m^2 \cdot \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_m}}$$

$$S_2, \dots, S_m - \Delta t_1, \Delta t_2 \dots \dots, \Delta t_m$$



5.1-rasm. Transformorning kunlik yuklama grafigi orqali ikki pog‘onali grafigini tuzish.

Misol: Grafikning ishlashi mobaynida (Θ_{sov}) sovutuvchi muhitning o‘rtacha haroratini bilgan holda M, D, DS, s sovitish tizimli transformatorlarning tizimli yuklamasining ruxsat etilgan davomiyligi h aniqlanadi.

Misol: Havo harorati $+20^0$, $K_1 = 0,5$ va $K_2 = 1,2$ teng bo‘lgandagi M (yoki D) sovitish tizimli transformorning tizimli yuklamasining ruxsat etilgan davomiyligini h aniqlang. Shuningdek oldingi yuklamada $K_1 = 0,5$ hamda havo harorati 0^0 bo‘lganda ruxsat etilgan davomiy avariya o‘ta yuklanish $K_2 = 1,7$ teng.

3- jadval orqali $K_1 = 0,5$ va $K_2 = 1,2$ teng bo‘lgandagi h ni topamiz. $K_2 = 1,23$ bo‘lganda ruxsat etilgan davomiylik $h = 6$ soat.

4-jadval orqali davomiy avariya o‘ta yuklanishni aniqlaymiz, $h = 4$ soat.

Avariya o‘ta yuklanish natijasida izolyatsiyaning eskirishini 5.1 va 5.2 jadvallar orqali aniqlanadi. 2-jadval orqali $K_1 = 0,5$ va $K_2 = 1,7$

bo‘lgandagi izolyatsiyaning eskirishini topamiz, $F=151$. 5.1-jadval orqali koefitsient $f=0,10$ aniqlaymiz.

Izolyatsiyaning eskirishi «normal kunlar»da quyidagiga teng .

$$F=151 \cdot 0,10=15,1$$

Havo harorati $+20^0$ bo‘lgan hamda K_1 va ma’lum bo‘lgan holatlar uchun ruxsat etilgan davomiy o‘ta yuklanishni ikkita usul orqali aniqlab quyidagi jadvalga kiriting:

5.3-jadval

Boshlang‘ich yuklama koefitsiyenti, K_1	0,4	0,5	0,6,	0,7	0,8	0,9	1,0
Maksimal yuklama koefitsiyenti, K_2	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8
Ruxsat etilgan davomiylik, h (graf.usul)							
Ruxsat etilgan davomiylik, h (jad.usul)							
Izolyatsiyaning eskirishi, F							

5.4-jadval

Avariya o‘ta yuklanishlarda transformorning chulg‘amlararo izolyatsiyasini nisbiy yemirilishi							
φ_{sov}	40	30	20	10	0	-10	-20

F	10,00	3,2	1,00	0,32	0,1	0,032	0,01
---	-------	-----	------	------	-----	-------	------

5.5-jadval

M va D sovitish tizimi, h=4.0 soat									
K ₂	K ₁ =0.25+1.0 va φ _{sov} =20 °S bo'lganda F ni topish								φ _{sov} maksimal qiymatgacha ruxsati
	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
1.0	0.02	0.02	0.03	0.05	0.08	0.15	0.35	1.00	
1.1	0.05	0.06	0.08	0.10	0.16	0.27	0.54	1.35	
1.2	0.13	1.17	0.21	0.27	0.38	0.60	1.05	2.19	40
1.3	0.42	0.52	0.64	0.82	1.11	1.60	2.53	4.56	30
1.4	1.47	1.81	2.19	2.76	3.64	5.06	7.48	12.07	20
1.5	5.62	6.87	8.23	10.26	13.32	18.06	25.71	38.91	10
1.6	23.39	28.38	33.83	41.83	53.69	71.63	99.64	145.35	0
1.7	105.5	127.41	151.16	185.77	236.48	312.00	427.32	609.42	-10
1.8	514.64	619.20	731.95	895.24	1132.51	1481.95	2007.52	2820.01	
1.9	2710.43	-	-	-	-	-	-	-	-20

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) Standart shakldagi titul varag'i
- b) Ishning maqsadi.
- v) Transformatorlarning o'ta yuklanishi haqida qisqacha ma'lumot
- g) Hisob natijalari yozilgan jadvallar
- d) Laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

$\varphi_{sav}=20^{\circ}S$																
h,s	M va D								DS va S							
	$K_1=0,25-1,0$ bo'lganda K_2 ni topish								$K_1=0,25-1,0$ bo'lganda K_2 ni topish							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,5	+	+	+	+	+	1,98	1,81	1,00	1,63	1,6	1,58	1,55	1,52	1,47	1,41	1,00
1,0		1,97	1,92	1,87	1,80	1,71	1,57	1,00	1,49	1,47	1,45	1,43	1,4	1,37	1,31	1,00
2,0	1,66	1,63	1,6	1,56	1,51	1,45	1,35	1,00	1,34	1,33	1,32	1,3	1,28	1,26	1,22	1,00
4,0	1,37	1,35	1,34	1,32	1,29	1,25	1,19	1,00	1,21	1,2	1,19	1,19	1,18	1,16	1,13	1,00
6,0	1,25	1,24	1,23	1,21	1,20	1,17	1,13	1,00	1,15	1,14	1,14	1,13	1,13	1,12	1,10	1,00
8,0	1,18	1,17	1,17	1,16	1,15	1,13	1,09	1,00	1,11	1,11	1,10	1,10	1,10	1,09	1,07	1,00
12,0	1,11	1,10	1,10	1,09	1,09	1,08	1,06	1,00	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	1,04	1,00
24,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

5.7-jadval

$\varphi_{sav}=0^{\circ}S$																
h,s	M va D								DS							
	$K_1=0,25-1,0$ bo'lganda K_2 ni topish								$K_1=0,25-1,0$ bo'lganda K_2 ni topish							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6
2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5
4,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
8,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
12,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
24,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Sinov savollari.

1. Ruxsat etilgan davomiylik nimaga bog'liq.
2. Kuch transformatorlarning qanday sovitish tizimlari mavjud.
3. Kuch transformatorlarida kuchlanishni rostdash qanday amalga oshiriladi.
4. Kuch transformatorlarini sinashda qanday kattaliklar o'lchanadi.

6 – LABORATORIYA ISHI

O‘ZGARUVCHAN TOK TARMOG‘IDA IZOLYATSIYA NAZORATI SXEMASINI TEKSHIRISH

Ishning maqsadi: yuqori kuchlanishli uch fazali o‘zgarmas tok tarmogida izolyatsiya nazorati uslublarini kuchlanish transformatori yordamida tekshirish.

NAZARIY MA‘LUMOT

Elektr tarmoq va qolaversa uning ayrim qismlarini ishonchli ishlashi butunlay uning elementlarining izolyatsiya darajasiga bogliq. Elektr tarmoqda eng keng tarqalgan shikastlanish faza izolyatsiyasini yerga nisbatan shikastlanishidir. Bu bir fazali yerga qisqa tutashuvga olib keladi.

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 ketishiga olib kelmaydi. Chunki bu holda tok sig‘imiy tavsifga ega. Agar bu tarmoqning sigimi katta bo‘lsa, bir fazali toklarni yerga tutashuvini kamaytirish uchun, bu sigimni maxsus induktivlik bilan kompensatsiyalashga to‘g‘ri keladi. Shuning uchun 35 kV kuchlanishli tarmoqlar – izolyatsiyalangan tarmoqli neytralli tarmoqlar, kompensatsiyalangan 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 avariya miqdorigacha oshishiga olib kelmaydi. Lekin fazalararo qisqa tutashuv vujudga kelish ehtimolligini oshiradi, bu esa katta toklar bilan bogliq bo‘ladi, shu holda releli himoyasi va avtomatikasi shikastlangan tarmoq qismini tezda o‘chirish shart.

110 kV va undan yuqori kuchlanishli tarmoqlarda bir fazali qisqa tutashuv tokni katta miqdorigacha oshirilishi, bu esa himoyani tezkor ishlashishiga olib keladi.

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

Kuchlanish transformatori yordamida izolyatsiyani nazorat qilish amalga oshiriladi. Bunda kuchlanish transformatorining chulg‘amlari yulduz- yulduz va yulduz – ochiq uchburchak sxemalari bo‘yicha ulanadi.

6.2 – rasmda KT ni «yulduz – ochiq uchburchak» sxemaga ulanish sxemasi ko‘rsatilgan. Normal holatda ochiq uchburchak chiziq ichidagi kuchlanish barcha uch faza kuchlanishlari yigindisiga va nolga teng. (6.3 a-rasm).

$$U_{\text{vix}} = \dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c = 0$$

Biror bir faza izolyatsiyasi shikastlanganda (A faza misolida ko‘ramiz) undagi kuchlanish yangi qiymatni \dot{U}'_A , bu qiymat birlamchi qiymatdan $\Delta \dot{U}_A$ ga kamaygan. (6.3 b-rasm).

$\dot{U}'_A = \dot{U}_A - \Delta \dot{U}_A$ ikkilamchi kuchlanish ham tegishli qiymatlarni qabul qiladi $\dot{U}'_a = \dot{U}_a - \Delta \dot{U}_a$. Bunda shikastlangan fazalarning kuchlanishi, A fazaning kuchlanish isrofi qiymatiga oshadi: ya'ni

$$\dot{U}'_B = \dot{U}_B - \Delta \dot{U}_A$$

$$\dot{U}'_C = \dot{U}_C - \Delta \dot{U}_A$$

Ochiq uchburchakda bu kuchlanishlar qo‘shiladi, natijada uning chiqishida kuchlanish hosil bo‘ladi.

$$\dot{U}_{vix} = U'_a + U'_b + U'_c = 0$$

Bu qiymat bir fazali yerga tutashuvda paydo bo'ladigan nolinch ketma-ketli kuchlanishning uchlanganiga teng. $\dot{U}_{vix} = 3\dot{U}_0$

Shunday qilib, ochiq uchburchak nolinch ketma-ketlik kuchlanish filtridir. Uning chiqishlariga maksimal tok relesini 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 voltmeter yordamida amalga oshirish mumkin.

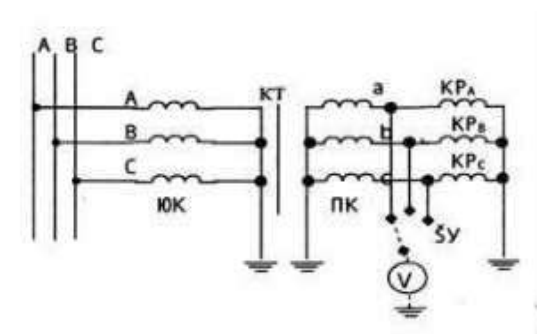
Bunday sxema yerga qisqa tutashuvdan himoyalovchi nolinch ketma-ketlik himoyalarni ancha soddalashtiradi, ular signalga ham, o'chirishga ham ishlaydi. Ayniqsa, himoyalarni yo'naltirilgan qilib bajarish imkoniyati bor.

Yerga metal orqali tutashuv bo'lganda (o'tish qarshiliksiz), qisqa tutashuvni A fazasining birlamchi chulg'amiga keltirilgan qoldiq kuchlanish:

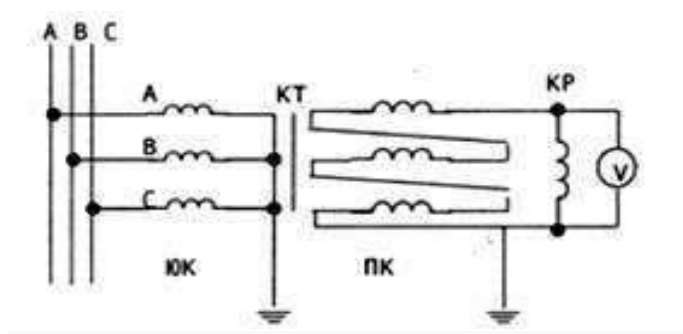
$$\Delta \dot{U}_A = \dot{U}_A, \quad U'_A = 0$$

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

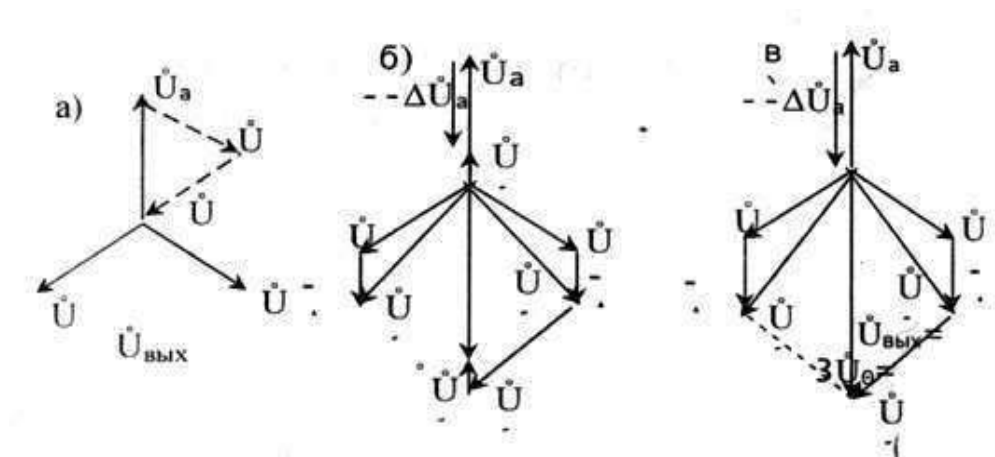
$$\dot{U}_{vix} = U'_a + U'_b + U'_c = 3\dot{U}_0 = 3\dot{U}_a$$



6.1. KT chulg'amining "yulduz-yulduz" ulanish sxemasi



6.2. KT chulg'amining "yulduz- ochiq uchburchak" ulanish sxemasi



6.3. A fazani yerga tutashganda kuchlanishning vektor diagrammalari

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.

TAJRIBA ISHINI BAJARISH TARTIBI

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

A) fazani yerga qarshilik orqali to'liqsiz tutashtirish tajribasi o'tkazilsin (R₂ rubilnikni tutashtirib).

B) fazani yerga to'liq metallik tutashtirish tajribasi o'tkazilsin (R₁ rubilnikni tutashtirib).

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

2 Kuchlanish transformatorini ikkinchi chulg'amini ochiq uchburchakka ulanganda izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.

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

SINOV SAVOLLARI

1. Quyidagi tarmoqlardagi kuchlanish klasslarini sanang ?

A) izolyatsiyalangan neytralli ?

B) yerga tutashtirilgan neytralli ?

2. Bitta fazani yerga qisqa tutashganida izolyatsiyalangan neytralli tarmoqni ishlashi mumkinmi va nima uchun?

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

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

a) faza B

b) faza C

7 – LABORATORIYA 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 ga kamdan-kam xollarda 10 A gacha pasaytirib, releli himoya va o‘lchov qurilmalarga ulanadi. Tok transformatorlarining ishlash sharti kuch transformatori hamda, kuchlanish transformatorni ishlash shartlariga o‘xshaydi.

Tok transformatori asosan, qisqa tutashuv xolatida ishlaydi. Tok transformatorining birlamchi chulg‘ami orqali zanjirga tok I_1 o‘tadi va birlamchi cho‘lgamdagi tok I_1 , chulg‘am o‘rami (W_1), birlamchi magnit oqimini F ni xosil qiladi.

Magnit bsimining ta’siridan uning ikkilamchi chulg‘amda xosil bq‘ladigan elektr yurituvchi kuch E_2 quyidagiga teng.

$$E_2 = 4,44 \cdot f W_2 \cdot B_m \cdot S \cdot 10^{-8} [B] \quad (7.1)$$

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 cho‘lgamdagi tok kuchini tashkil etuvchisi F_2 ikkilamchi magnit oqimi F_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 $I_0 W_1$ paydo bo‘ladi.

Tok transformatorining quyidagi: 0,2; 0,5; 3; 10 va P rele anislik 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‘amni kirish va chiqishidagi qutblarini sinovdan o‘tkazish.
4. Magnitlanish chizigini tajribadan olingan natija asosida qurish.
5. Tok transformatorini transformatsiyalash koeffitsientini o‘lchash.

TAJRIBA ISHINING BAJARISH TARTIBI

1. Tok transformatorini ko‘rib chiqish va uning tashqi ko‘rinishdan mexanik zarar etmaganligiga ishonch xosil qsilish. Tok transformatorining pasporti yozib olinadi.

2. 1000 V yoki 2500 V li megoommetr yordamida tok transformatorining har bir cho‘lgamidagi izolyatsiya, korpus va chulg‘am-larning ximoya sarshiligi o‘lchash quyidagicha:

a) R izol.G‘ YuK chulg‘ami - PK chulg‘ami =....

b) R izol.G‘ PK chulg‘ami – korpus =....

v) R izol.G‘ YuK chulg‘am – korpus =....

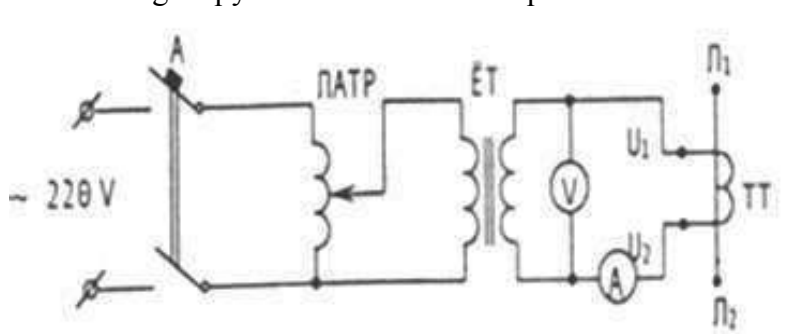
Yuqorida ko‘rsatilgandek, boshqa chulg‘amlar uchun ham xuddi shunday amalga oshiriladi.

3. Chulg'amning aktiv sarshiligi Vitston ko'prigi orsali o'lanadi. Ulanuvchi sim va tok transformatorining chulg'ami bilan o'lchov asboblari uchun ulanadigan simning kesim yuzasi $S=2,5 \text{ mm}^2$ dan kam bo'lmasligi kerak. Simning oxirida maxkamlovchi moslama bo'lishi lozim.

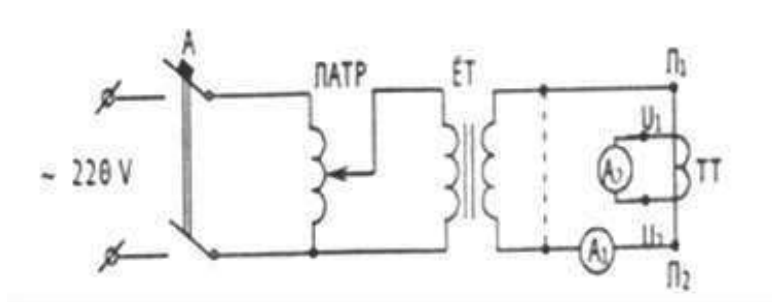
4. Chulg'amning qutblanishi va mos ravishda uning belgila-nishi transformatsiya usuli (polyaromer) bilan anislanadi. 7.3- rasmda ko'rsatilgan. Bunda, G – galvonometr, M- manbaa (3 volt), Tok transformatorining birlamchi va ikkilamchi cho'lg'am-larining ulanish qisqichlari L1; I1; L2; I2.

3. Tok transformatorini magnit maydon kuchlanganligi E bilan induksiya B_m bog'liqlik tavsifi olinadi. 7.1-rasmdagi sxemadan foydalanib, tok transformatorining ikkilamchi chulg'ami bo'yicha tokning har xil miqdori olinib, olingan natijalar bo'yicha uning tavsifi suriladi. Ordinata o'qi bo'yicha kuchlanish joylashtiriladi. Bu tavsifini olish uchun 7.1-jadvalga yoziladi.

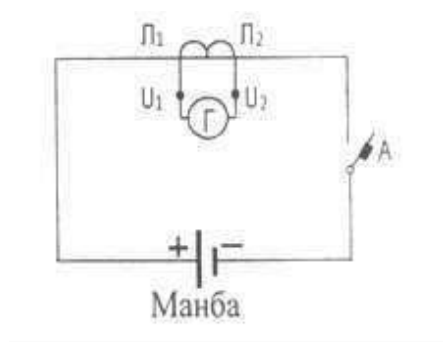
7.1-rasmdagi sxema yig'iladi. Bunda A - ampermetr (0÷5); V - voltmetr (0÷15). LATR - tajriba avtotransformatoridan olingan qiymatlar asosida tavsif quriladi.



7.1-rasm. Magnitlash chizig'ini aniqlash cxemasi



7.2-rasm Transformatsiya koefitsientini aniqlash sxemasi



7.3- rasm. Chulg'am qisqichlarining qutblanishni aniqlash cxemasi

1. Tok transformatorining koefitsientini o'lchash. Sxema kontaktlar mustaxkamligiga e'tibor berish. Transformatorni ikkilamchi zanjirida uzulish bo'lganda yuqori kuchlanish xosil bo'ladi.

7.1 jadval. Magnitlanish chizig'ini qurish

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

7.2-jadval transformatsiya koeffitsientini aniqlash

I_1, A	15	20	30
I_2, A			

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

Transformatorning transformatsiya koeffitsienti uch o'l-chovdan olingan o'rtacha qiymatiga teng. Transformatorning transformatsiya koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{TT} = \frac{I_1}{I_2} \quad (7.2)$$

bunda, I_1 -tok transformatorini birlamchi toki, I_2 -tok transformatorini ikkilamchi toki.

Eslatma: Ishlab chiqarishda sinovdan o'tkazish, tok transformatorining ikkilamchi chulg'am izolyatsiyasini sinovida, uni asosiy izolyatsiyasi va moy to'ldirilgan transformatorlarni birlamchi chulg'amining kirish-chisish sismidagi dielektrik isrofni o'lchash. Uning kirish-chisish sismlardagi dielektrik isrofni o'lchash ko'prik sxema yordamida amalga oshiriladi. Sinov texnika xavfsizligi quyidagilariga rioya qilgan xolda o'tkaziladi.

SINOV SAVOLLARI

1. Tok transformatorining vazifasi?
2. Tok transformatorini tok va burchak xatoligi nimalarga olib keladi?
3. Tok transformatorining anislik klasslari mavjudmi?
4. Tok transformatorlarini ishchi ikkilamchi chulg'amini "ajratish"ga nima uchun yo'l qo'ymaydi?
5. Tok transformatorlarini sinovida qanday sinash ishlari olib boriladi?

8 - LABORATORIYA ISHI

KUCHLANISH TRANSFORMATORINI TEKSHIRISH

8.1. Kuchlanish transformatorini tekshirish.

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

NAZARIY TUSHUNCHA

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

Kuchlanish transformatori - tok transformatorlaridan farsli salt ishlash xolatiga yaqin ishlaydi, chunki o'lchov asboblari va releli ximoyaning qurilma galtaklardagi qarshiligi katta bo'lib, ular iste'mol qiladigan tokning misdori kichikdir.

Kuchlanish transformatorining chulg'amlaridagi o'ramlar va kuchlanishlarning o'zaro bogliqligi quyidagicha;

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = K_{m.k} \quad (8.1)$$

bunda: U_1 - birlamchi chulg'amdagi kuchlanish; U_2 - ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanish;

W_1 va W_2 - birlamchi va ikkilamchi chulg'amlardagi o'ramlar soni;

$K_{m.k}$ - kuchlanish transformatorining transformatsiyalash koeffitsienti.

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 qo'llaniladi.

Uning xatoligi - undagi magnit o'tgazgichning tuzilishi, po'latning magnit singdiruvchanligi, $\cos \varphi$ va yuklama miqdorlariga bogliq.

Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'amiga ulangan rele va o'lchov asboblarning umumiy iste'moli - kuchlanish transformatorining nominal quvvatidan oshmasligi lozim.

Kuchlanish transformatorlari taqsimlovchi qurilmalarda asosiy funktsiyani bajaradi, xuddi tok transformatori kabi qo'llanilishi bo'yicha o'lchov asboblari va rele, mavjud kuchlanish cho'lg'ami (voltmetr, vattmetr, kuchlanish relesi) kabi bo'ladi.

Kuchlanish transformatori cho'lg'amlarining ulanish sxemalari bo'yicha ;

Eslatma. Kuchlanish transformatorlarning sissartirma nomlanishi quyidagicha izoxlanadi:

O - bir faza, M - moyli, T - uch faza, K - kaskad ulangan cho'lg'am, I - sinash chulg'ami, F - chinni idishli va rasamlar esa nominal kuchlanishni ko'rsatadi.

TAJRIBA ISHINING ISHCHI DASTURI

1. Kuchlanish transformatori chulg'amlarining ximoya qarshiligini o'lchash.
2. Chulg'am aktiv qarshiligini o'lchash.
3. Kuchlanish transformatorini ulanish guruxi va kutblanishini tekshirish.
4. Kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsientini o'lchash.

TAJRIBA ISHINING BAJARISH TARTIBI

1. Kuchlanish transformatorlarini ko'rib chisish va uni tashsi ko'rinishda mexanik jixatdan zarar etmaganligiga ishonch xosil silish. Kuchlanish transformatorlarini pasportidagi ko'rsatmalarni yozib olish.

2. Kuchlanish 1000 V yoki 2500 V bo'lgan megommetr yordamida kuchlanish transformatorini har bir chulg'amining ximoya sarshiligi bilan korpus va so'shni chulg'amlar oraligidagi ximoya sarshiliklari o'lchanishi lozim:

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

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

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

Boshsa chulg'amlar uchun xam xuddi shunday.

3. Kuchlanish transformatorlari chulg'amining aktiv sarshiligini Vitston ko'prigi yordamida o'lchash. Sxema kontaktlar zichligi va ulangan simlarning butunligini xamma xolatlariga ko'ra o'lchash. Kuchlanish transformatorining kirish chisish sissich bilan chulg'amlarni ulashda kontaktlar zichligini tekshirish uchun chulg'amlar aktiv sarshiligini o'lchash lozim.

4. Uch fazali kuchlanish transformatori chulg'amlarining ulanish guruxi va bir fazali kuchlanish transformatoridagi chulg'amning sutblanishini tekshirish. Kuchlanish transformatorlar chulg'am sutblanishini ballistik silkinish (usuli) yo'li orsali anislash. Uch fazali transformator chulg'amining ulanish guruxini fazometr yordamida anislash. Kuchlanish transformatori chulg'amlarining ulanish guruxi 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, galvonometrni mos ravishda o'nga og'ishi (+) musbat, teskarisi manfiy (-).

5. Kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsientini o'lchash suyidagicha:

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

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 koeffitsienti hisoblanadi.

Uch fazali kuchlanish transformatori uchun transformatorni yuqori kuchlanish chulg'amlariga 220V kuchlanish beriladi va bir vaqtda yuqori va past kuchlanish chulg'amlardagi kuchlanishlarni o'lchash amalga oshiriladi. 8.1-jadvalga o'lchash natijalari qayd etiladi.

8.1- 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 qoidalariga to'la rioya qilish bilan amalga oshiriladi. Sinovlarni o'tkazishda kuchlanish faqat kuchlanish transformatorini yuqori chulg'amga berilishi shart. Shuningdek, kuchlanish past kuchlanishli chulg'amga berilsa, u nominal qiymatga nisbatan bir necha marotaba yuqori qiymatga ega bo'ladi.

Kuchlanish transformatorlarini 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 100 V ga teng.

8.2. O'lchov kuchlanish transformatorlari chulg'amini sxemasini o'rganish.

Ishning maqsadi: o'lov kuchlanish transformatorlari va uni ulanish sxemasi asosida tekshiruv o'tkazishdan iborat.

TAJRIBA ISHINING DASTURI

1. NTMI - 6 rusumidagi uch fazali kuchlanish transformator qurilmasi va uning chulg'amlari ulanish sxemalarini o'rganish. 8.1-rasmdagi sxemani yigish. Birlamchi va ikkilamchi kuchlanishlarni o'lchash va kuchlanish vektor diagrammalarini surish.

2. NOM - 6 rusumidagi bir fazali surilmani o'rganish. 8.2 – 8.4 rasmlar bilan mos ravishda uchta bir fazali kuchlanish transformatorlarining har xil ulanish sxemalari navbatma-navbat yigiladi. Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlardagi kuchlanishlar o'lchanadi va kuchlanishni vektor diagrammalarini suriladi.

TAJRIBA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI

1. Transformatorni xamma qismlarini diqqat bilan ko'rib chiqish va tashqi elementlarga zarar etmaganligi to'g'risida ishonch xosil qilish, chulg'am fazalarining kirish - chiqish belgilanishlariga e'tibor berish.

2. NTMI-6 uch fazali kuchlanish transformatorining magnit o'tkazgich va chulg'amlarini ulanishini printsiptial sxemasini chizish.

3. 8.1-rasm sxemasini yig'ish va NTMI-6 yuqori kuchlanishli chulg'amiga 220V kuchlanish beriladi. Yuqori va past kuchlanishli chulg'amlardagi kuchlanishni o'lchash. Voltmetrlar ko'rsatkichlari 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 yo'li NTMI-6 rusumidagi uch faza besh sterjenli kuchlanish transformatorining magnit o'tkazishini chizmasida ko'rsatiladi.

8.2- jadval

Fazaviy	Liniyaviy										Qo'shimcha cho'lg'amlarda	
A-0	B-0	C-0	a-0	b-0	c-0	AB	BC	CA	ab	bc	ca	a-x

6. Bir fazali kuchlanish transformatori uning ulanish sxemalarini yig'ish:

a) chulg'amning yuqori kuchlanish cho'lg'amini "yulduz" ulanish sxemasi ko'rsatilgan (8.2- rasm);

b) kuchlanish transformator chulg'amining "ochiq uchburchak" ulash sxemasi (8.3- rasm);

v) kuchlanishni nolli ketma-ketligini olish uchun kuchlanish transformatorining past kuchlanish chulqami ochiq uchburchak, yuqori kuchlanish chulqami esa "yulduz" sxemasi boyicha ylanadi (8.4- rasm).

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

8.3 – «yulduz» sxema uchun jadval

Fazaviy						Liniyaviy					
Yuqori kuchlanishli faza			Past kuchlanishli faza			AB	BC	CA	ab	bc	ca
A-0	B-0	C-0	a-0	b-0	c-0						

8.4- «To‘liq bo‘lmagan uchburchak» sxema uchun jadval

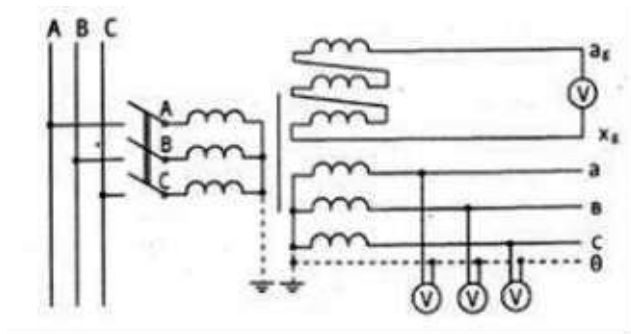
Liniyaviy			
Yuqori kuchlanish faza		Past kuchlanish fazalar	
AB	BC	Ab	bc

8.5-jadval. «Ochiq uchburchak» shaklida ulangan kuchlanish transformatori sxemalari (yuqori tomoni «yulduz», pastkisi «ochiq uchburchak») uchun jadval.

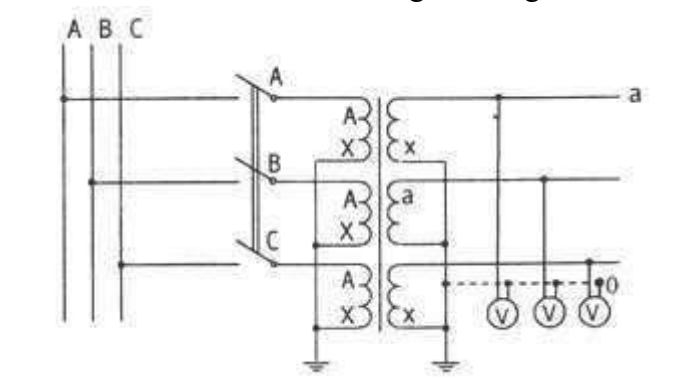
Yuqori kuchlanish			Past kuchlanish			Ochiq uch-burchak (qo‘shimcha chulg‘am)
A-0	B-0	C - 0	ab	bc	ca	

Yuqori kuchlanishli fazalar bilan yulduz neytral yerga tutashtiriladi.

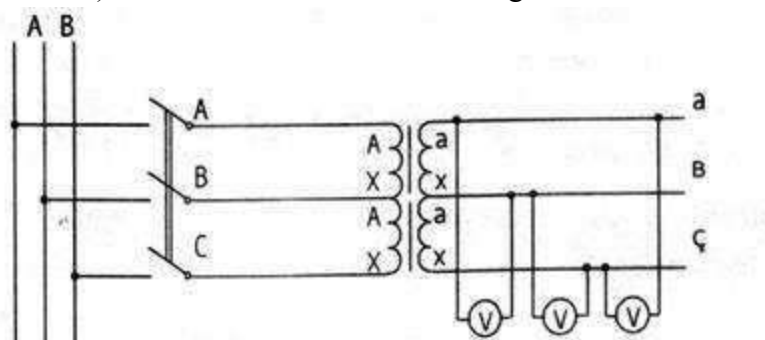
Nolli ketma-ket kuchlanish filtri «yulduz–ochiq uchburchak» da kuchlanish transformatorini ulash sxemasi. Bir fazali kuchlanish transformatorlari yoki uch fazali besh o‘zakli kuchlanish transformatorlaridan nolli ketma-ket kuchlanishini olish mumkin.



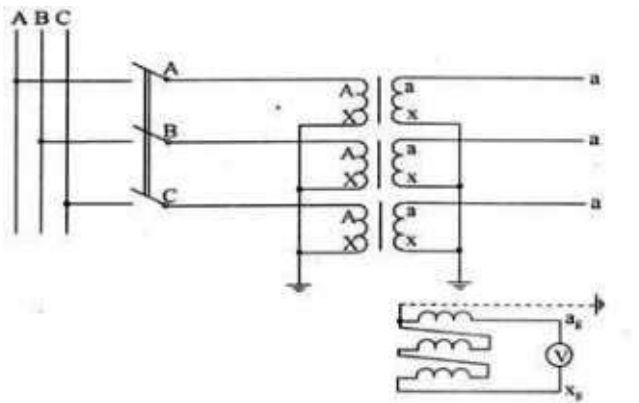
8.1. rasm HTHM-6 kuchlanish transformatori chulg‘aming ulanish exemasi



8.2-rasm. Y/Y (bir fazali) kuchlanish transformatori chulg‘amlarini ulanish cxemasi.



8.3- rasm. To‘liq bo‘lmagan uchburchakda bir fazali kuchlanish transformatorini ulanish sximasi



8.4- rasm. Bir fazali kuchlanish transformatorining chulgʻamlarining “yulduz – yulduz – ochiq uchburchak” ulanish sxemasi.

Birlamchi choʻlgami mustaxkam yerga tutashtirilgan neytral bilan yulduz ulanadi. Yuqori kuchlanishli zanjiriga qisqa tutashganda ikkilamchi qoʻshimcha chulgʻamlar qisqichlarga nolli ketma-ketlikni uch marotaba kuchlanish siymati ortish sodir boʻladi.

Eslatma. ZOM, ZNOM va NKF rusumlaridagi bir fazali kuchlanish transformatorining ikkita ikkilamchi choʻlgʻamlar yigʻilgan xolatda bajariladi.

HISOBOTNING MAZMUNI

Hisobotda ish dasturi, sinash sxemalari, oʻlchov natijalari, kuchlanish vektor diagrammalari va shu boʻyicha xulosalar bayon qilinishi lozim.

SINOV SAVOLLARI

1. Kuchlanish transformatorining vazifasi?
2. Kuchlanish transformatorini ikkilamchi chiziqli kuchlanishi qanday?
3. Kuchlanish transformator ikkilamchi chulgʻamini sanday ulanish sxemalari mavjud?
4. Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulgʻami nima uchun yerga tutashtiriladi?
5. Kuchlanish transformatorini qoʻshimcha ikkilamchi chulgʻamlar, toʻliq boʻlmagan uchburchak ulanishni vazifasi qanday?

9 – LABORATORIYA ISHI

MOYLI UZGICH VA UNING YURITMA MEXANIZMLARINI TEKSHIRISH

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

NAZARIY TUSHUNCHA

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 so'ndiruvchi kamerada o'chiriladi. Elektr yoyi - maxsus kameraning bo'ylama yoki ko'ndalang so'ndiruvchilarida hosil bo'lgan elektr yoyini o'chiradi. Elektr yoyi tokni o'zgarish qiymatining nol chegarasida bo'lganda o'chiriladi. Kuchlanishning tiklanishidan, yuqori voltli ulab-uzgich kontaktlari oraligida havoni ionlanishi natijasida, yana elektr yoyi hosil bo'ladi. Shuning uchun kontaktlar orasidagi oraliq masofa ma'lum bir minimal qiymatiga yetgunga qadar yoy so'nmaydi.

Yuqori voltli ulab-uzgichlarning quyidagi turlari mavjud:

1. Kichik va katta hajmli moyli;
2. Havoli;
3. Elegazli (yoy so'ndiruvchi birikma- SF₆, oltingugurt ftor olti);
4. Elektr magnitli;
5. Vakuumli.

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

TAJIRIBA ISHINING DASTURI

1. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgich moyining izolyatsiya 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) g'altakning izolyatsiya qarshiligi;
 - b) g'altakning Ω qarshiligi;
 - v) g'altakning uzish kuchlanishi;
 - g) elektrmagnit ulagichni ishlash va qaytish kuchlanishlari.
5. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichni uchala fazasini bir vaqtda qo'shib uzishini aniqlash;
6. Kichik hajmli moyli uzgich elektr yuritmasining ishlashini 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 izolyatordan tashqari). O'lchov ishlari asosan Shering ko'prigi yordamida amalga oshiriladi;
2. Yuqori voltli kuchlanishga mo'ljallangan ikkilamchi kommutatsiya apparatlar, g'altak va izolyatsiya 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.

TAJRIBA 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'zg'aluvchan va qo'zg'almas kontaktlarini korpus bilan hamda ular orasidagi izolyatsiya qarshiligi megoommetr bilan o'lchanadi: "A" faza uchun:

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

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

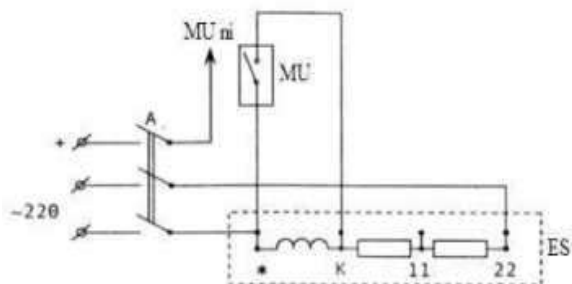
$$R(\text{o'zgaruvchi kontakt - o'zgarmas kontakt}) = \dots ;$$

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

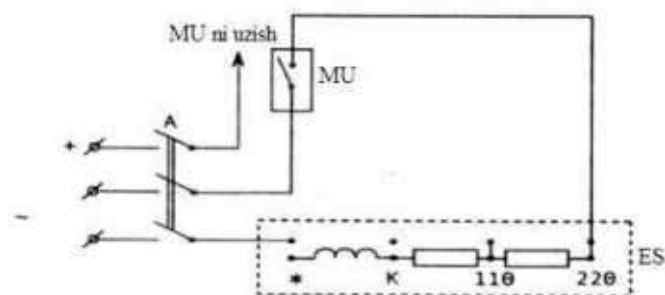
3. Yuqori volt kichik hajmli uzgich kontaktlarini o'tish qarshiligi o'lchanadi. O'lchov har bir faza uchun Vitston ko'prigi orqali amalga oshiriladi. O'lchov ishlari olib borilayotgan paytda ulangan holatda bo'lishi kerak.

4. Uning kontaktlarini ulash va uzish vaqti elektr sekund o'lchagich yordamida o'lchanadi. Uning ulanish vaqti (9.1 - rasm) sxema bo'yicha aniqlanadi. Uning o'z vaqti esa, 9.2 - rasmdagi sxema bo'yicha aniqlanadi. Uning kontaktlariga kuchlanish bir vaqtda berilishi uchun (R) biriktirib - uzgichni qo'llanadi.

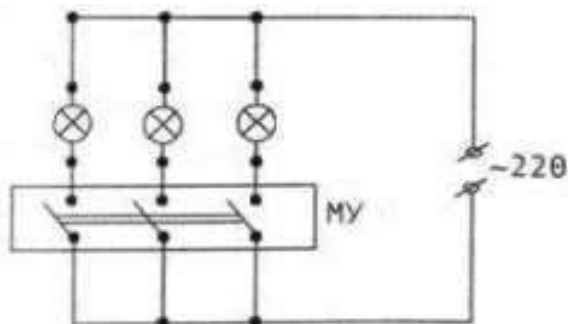
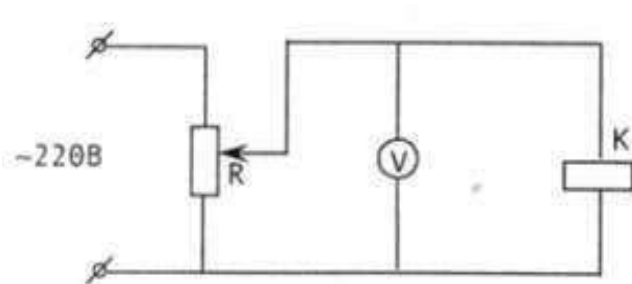
5. VMB-10 rasumdagi yuqori voltli kichik hajmli uzgichni ulash va uzish PS-10 rusumdagi elektr magnitli yuritma mexanizmi qo'llaniladi. PS-10 rusumli yuritma mexanizmi asosan, ulash va uzish g'altaklariga ega. Uning ulash g'altagi 40-50A o'zgarmas tok talab qiladi, u doimiy tok elektrmagnitli ulagich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



9.1. Uzgichni o'lchach vaqtini o'lchovchi sxemasi



9.2. Uzgichni uzatish vaqtini o'lchovi



9.3. Elektromagnitli uzgich va ajratish g'altaklarini qaytarish va ishlashi.

9.4. Fazalarni bir vaqtda ulanishini aniqlovchi sxema.

Moyli uzgich elektr zanjirini uzish uchun uzish g'altagiga 5 A o'zgaras 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) izolyatsiya qarshiligi 1000V li megommetr yordamida o'lchanadi;
- b) uning kontaktlari, g'altakning Om qarshiligi Vitston ko'prigi yordamida o'lchanadi;
- v) elektr magnitli ulagich va g'altaklari va ulash hamda uzish kuchlanishlari voltmetr yordamida o'lchanadi. O'lchov 9.3-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 voltmetr yordamida o'lchanadi. Shundan so'ng, elektrmagnitli ulagich qaytguniga qadar kuchlanish pasaytiriladi. Moyli uzgich elektr magnitli yuritma mexanizmining ulagichni qaytish kuchlanishi voltmetr yordamida o'lchanadi. Amalga oshirilgan uchta o'lchov natijalarining o'rtacha qiymati asos qilib olinadi.

6. Fazani bir vaqtda ulanishini aniqlash quyidagicha amalga oshiriladi. 9.4 - 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.

TAJRIBA ISH HISOBOTINING MAZMUNI

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

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'lchash dasturiga nimalar kiradi?

10 – LABORATORIYA ISHI

Moyli ulab-uzgichlarni masofadan boshqarish sxemasi

Ishdan maqsad: Yuqori kuchlanishli ulab-uzgichni masofadan boshqarish sxemasini qurish prinsipi bilan tanishish va sxema ishini sinash.

Umumiy ma'lumot

Yuqori kuchlanishli ulab-uzgichni masofadan boshqarish sxemasiga yuqori talablar qo'yiladi, chunki ulab-uzgichni ishdan chiqishi energotizimda katta avariya olib kelishi mumkin. Ulab-uzgichni boshqarish sxemasi ko'psonli elementlar va zanjirlardan tashkil topgan, ba'zan bu zanjirlarning uzunligi bir necha yuz metrni tashkil etadi. SHuning uchun ulab-uzgichni ishdan chiqishiga olib keluvchi boshqarish sxemasini biron-bir elementini shikastlanishi ehtimoli ulab-uzgichni o'zini shikastlanish ehtimolidan ancha yuqori. Buni hisobga olib, ulab-uzgichni boshqarish sxemasi quyidagicha quriladi: asosiy boshqarish zanjirini sozligini avtomatik ravishda nazorat qilish, nosozlik vujudga kelganda esa markaziy ogohlantirish tizimi navbatchi xodimlarga xabar berish kerak. Solenoid yuritmal moyli ulab-uzgichni ishini ko'rib chiqamiz: Ulab-uzgich solenoidi (SV) kuchli elektrmagnitni tashkil etadi. 6-10 kVli ulab-uzgichni ulaganda 50-60 A, 110-220 kV li ulab-uzgichni esa 50-700 A gacha tok iste'mol qiladi. (SV) elektrostansiyada va podstansiyada o'rnatilgan, maxsus akkumulyator batareyalaridan tok iste'mol qiladi. Bu toklar kommutatsiyasi uchun, ulab-uzgichlarga kuchli o'zgarmas tok kontaktorlari o'rnatilishi shart.

Ulab-uzgich noto'g'ri ishlaganda (KP) kontaktorini ulaganimizda u ko'p vaqt mobaynida ish holatda qolishi mumkin, bu esa (SV) ni ishdan chiqishga olib keluvchi, keltiruvchi kabelni qizib ketishiga va akkumulyator batareyasini plastinkalarini buzilishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun bu zanjir (I PR, II PR) saqlagichlar yoki avtomatlar bilan himoyalangan. (SV) kuchlanishi ta'minotini keltirish, ta'minlovchi shinalar (SHP) orqali amalga oshiriladi. Bu shinalar 2 ta manbaga ega bo'ladi. 1- rasmdagi sxemada ko'rsatilgandek, tutashtirgichli, 2 ta ta'minlovchi kabel zanjiri bilan ta'minlovchi doirani hosil qiladi, bu o'z vaqtida biron bir kabelni ishdan chiqqanda ishonchli sxema hosil qilishga imkon beradi.

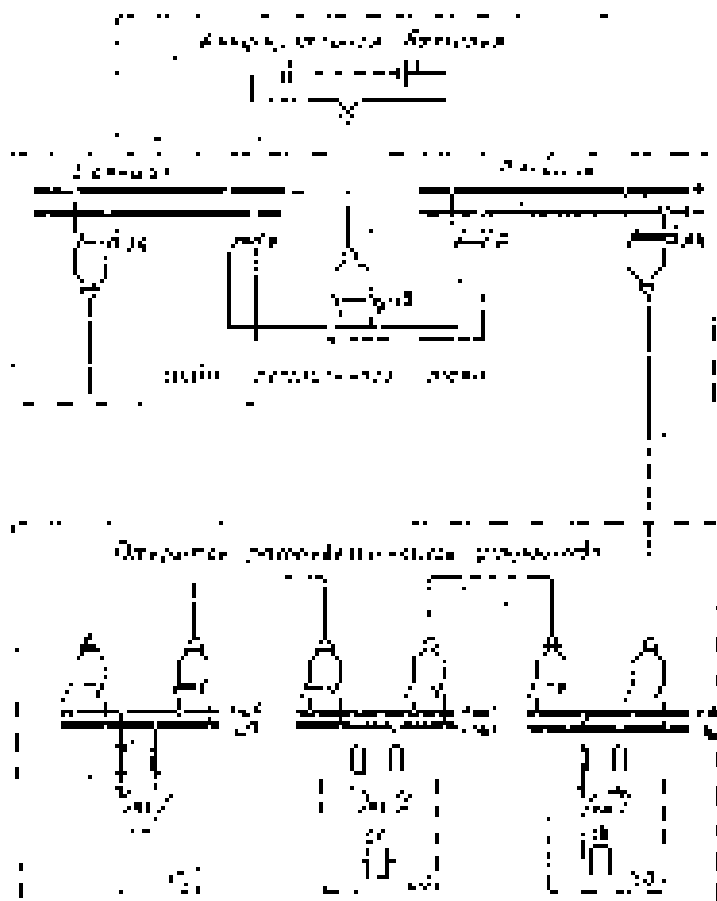
Ulab-uzgichni ulaganimizda, u maxsus qisqichda turadi va bu holatda (ya'ni ulagan) ko'p vaqt mobaynida turish mumkin. Ulab-uzgich uzilishi maxsus qaytaruvchi prujinalar energiyasi ta'siridan va kontakt tizimini og'irlik kuchi bilan amalga oshiriladi. Ulab-uzgich uzilishi uchun qisqichni bo'shatish zarur. Qisqichni bo'shatilishi esa kichik quvvatli maxsus elektromagnit-uzish solenoidi (SO) ta'siri orqali amalga oshiriladi. (SO) kichik tok iste'mol qiladi, 5-15 A, shuning uchun uning ta'minoti ajra- tib boshqarish zanjiridan to'g'ridan to'g'ri amalga oshiriladi. Ulash-uzish jarayonlari kichik vaqt oralig'ida (1 sekund kichik) sodir bo'ladi, solenoid o'ramlari uzoq vaqt mobaynida tok o'tishiga mo'ljallanmagan.

Shuning uchun ulash-uzish impulslari avtomatik ravishda yo'q qilinadi, ulab-uzgich bilan kerakli jarayonlarni amalga oshirgandan keyin. Ulab-uzgich holatini nazorat qilish uchun va ulab-uzgichni har xil avtomatik jarayonlarini amalga oshirish uchun, ulab-uzgichda kichik quvvatli takror kontaktlari mavjud, ular ulab-uzgichni blok kontaktlari (BKV) deb ataladi.

Ulab-uzgichni masofadan boshqarish sxemasini ishlash prinsipi

Boshqarish sxemasini, unga (A) avtomat orqali operativ kuchlanish berilgandan keyingi, holatini ko'rib chiqamiz (V) moyni ulab-uzgich uzilgan holatda va uning (BKV-1) blok kontakti tutushgan. Shu holda quyidagi zanjir yig'iladi: (+SHU) -qarshilik IC-RPO cho'lg'am.(klemmlar 11-12) 1-2 kontaktlar (RBM) rele ulab - uzgichni blok kontakti (BKV-1) - o'zgarmas tok kontaktorining chulg'am KP (-SHU). (KP) chulg'amini qarshiligi kata emas, (RPO) relsiga qaraganda ishlash toki ancha katta. SHuning uchun (RPO) ("uzilgan" holat relesi) ishlaydi va o'zining normal ochiq (NO) kontaktlari 3-4 yashil rangli chirog'ini ta'min- laydi. (ZL). Bu esa uzgichni uzilgan holati va ulash zanjirini butunligi haqida ogohlantiradi. Ulab uzgichni qo'l bilan masofadan

boshqarish (KU) boshqarish kaliti yordamida amalga oshiriladi. (KV) tipli qaytuvchan kalit uch xil holati mavjud.



10.1-rasm. Manbadagi solenoidli uzgichning sxemasi.

Boshqarish kaliti, qoida bo'yicha, boshqarish panelida va (APV) panelida joylashtiriladi. Ulash jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi: (BK) kalitini o'ngga buramiz.

(UL) ulash holatigacha, shunda kalitni 6-8 kontaktlari tutashadi va quyidagi zanjir yig'iladi (+SHU)-6-8 (KU) kontaktlari (NO), (RPO) 9-10 kontaktlari (ular tutushgan chunki (RPO) shu vaqtda ish holatda bo'ladi) (RKV) g'altakning 11-12 klemmalari ("ulash" buyruqli rels), (-SHU) (UBR) ishga tushadi va 7-8 (NO) kontakt keylarini tutashadi. "+" operativ kuchlanish (4N) kontakt qoplamalari orqali o'tadi. (SHunda u 1-2 holatda bo'lishi kerak) (RBM) rele- sining 1-2 kontaktlari (N3) normal tutashgan (BKV-1) uzgichni (N3) blok kon- taktlari (KP) o'zgarmas tok kontaktlarining g'altagiga keladi, uni boshqa tomonidan minus o'tadi. (KP) ishga tushadi, o'zining kuch kontaktlarini tutash- tiradi. (SV boshqarish sxemasini ko'ring) va (SV) ulash solenoidi ulab-uzgich- ni ulashini amalga oshiradi. Shu bilan bir paytda (RPO) g'altagi shuntlanadi va u uziladi. Ulav-uzgich ulangandan keyin almashib ulanadi. (BKV-1) -uziladi, (KP) g'altak orqali tok o'tishi to'xtatiladi, (KP) o'zini kuch kontaktlarini uzadi va (SV) ni toksizlantiradi (Bu bilan ulash impulsini davomiyligi qisqartiriladi va (SV) g'altak qizib ketmaydi). (BKV-2) tutashadi va (SO) chirish solenoidi orqali, (RBM-2) tok g'altagi, (RPV) g'altagi va 2 S qarshilik orqali tok oqib o'ta boshlaydi. "Ulangan" xolatdagi rels: UXR-ishchi tushadi. Uning 3-4 (NO) kontaktlari orqali qizil rangli (LK) lampa yonadi, ulav-uzgichni ulangan holatdaligini haqida ogohlantirish uchun (RPV) 9-10 (NO) kontaktlari (RF) relesi ulangan holatini fiksatsiyalash relesini ishga tushurish zanjirini vujudga keltira- di. (RF) relesi ikki holati rele bo'lib, 2 ta turg'un holati mavjud. (RF) relesini (RPV) 9-10 kontaktlari orqali, o'zining kontaktlari bilan yuqori g'altakni (11-12 klemmalari) ajratadi, boshqa turg'un holatiga o'tadi va o'zining quyi kontakti bilan quyi g'altakni (13-14

kontaktlari) ishga tayyorlaydi. (RF) qaytishi ulab-uzgichni ot (KU) q 1 bilan uzishni amalga oshiramiz. h 1 bilan uzish(ku)ni chapga buramiz va shu bilan amalga oshiradi. Shunda uni 5-7 kontaktlari ishga tutashadi va (RKO) "uzish" buyruqli rele ishga tushadi (RKO) kontaktlari bilan (2s) qarshilik va RPV g'altagi shuntlanadi. Shunda (RBN) relesi va (SO) uzish solinadi ishga tushadi. Uzish solinadi ulab-uzgichni yuritma mexanizm qisqichdan bo'shatadi va ulab-uzgich uziladi. Shunda (BKV-2), (SO) va (BKV-1) tutashadi, (RPO) qayta ishga tushadi.

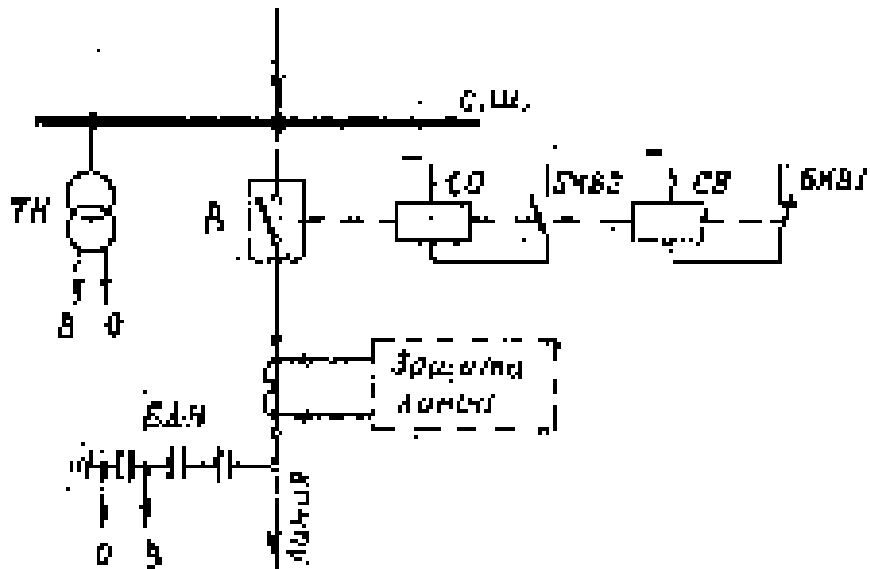
Ulab-uzgich uzilgan xolatda turganini va ulab-uzgich zanjirini sozligi xaqi- da ogoxlantiradi. 7-8 kontaktlari (RF) relesini boshlang'ich holatiga qaytaradi. (RPO) va (RPV) g'altakning zanjirlarida 1000 Ω kontaktlikni (1s) va (2s) qarshiliklarini o'rnatishdan maqsad bu relelarning g'altaklarini zanjirini tutashishganini chegaralash uchun va bu bilan (KP) yoki (SO) larning ishga tushish extimolini oldini olish uchun.

Bu qarshiliklar mavjud bo'lmaganda ulab-uzgich aldamchi ulanish yoki uzilish hunari bo'lgan qayta-qayta ulanishdan blokirovka qilinishi.

Himoya rele zanjiri (TRU) ogoxlantirish relesi (RBN) tok g'altagi ulab solinoedi orqali ulanadi. Bunda (SO) va (RBN) ishga tushadi. (1sekunddan kichik) navbatdagi (ku kaliti bilan ulanganda kalit kontaktini uzishga ulgurmmasligi mumkun, shunda ulab-uzgich ximoyadan uzganimizda ulab-uzgichni qo'shishga qayta ulanish sodir bo'ladi. Navbatchi odatda 3-4 soniya tutashgan ohista ushlab turganligi uchun, bu jarayon 5-6 marta sodir bo'lishi mumkun. SHu narsa sodir bo'lmasligi uchun sxemada qayta-qayta ulanishdan blokirovka qilish qisqa tutashishda tutilgan. Blokirovka qilish relesi bajarilgan. (KU) kaliti ulash! Holatda bo'lganda xam qo'shish ximoyasi ishlaydi "Ximoya" bilan uzishga jo'natgan impulsidan qator (RBM) (tak) tanlashdi, (RBM) relesi ishga tushadi va 1-2 kontaktilarini uzadi ,8-7 ulanadi 1-2 (NZ) kontaktlari (KP) ta'minot zanjirini uzadi 8-7 (NO) kontakti esa (RBN) relesi shunt g'altagi orqali (RBM) relesini zini- zi ish xolatga ushlab zanjirini vujudga keltiradi va (RKV) 7-8 kontaktlari tutashgan (RKV) relesi (KU) ulash xolatiga buraganimzda ishga tushgan (KU) berg zanjiri ulanganda (RBM) relesi xamma vaqt ish xolatida bo'ladi. (KU) dastagi qo'yib yuborilganda uning kontaktlari uziladi va (RBM) relesining shunt g'altagi aylanishini yo'qotadi. Avtomatik qayta ulash (APV) (APV) ulab-uzgichni boshqarish sxemasi bilan birlashgan va (RPV-58) tipidagi qayta ulash relesida bajarilgan. (AVP) sxemasi ishini 2 ta xolatda qarab chiqamiz:

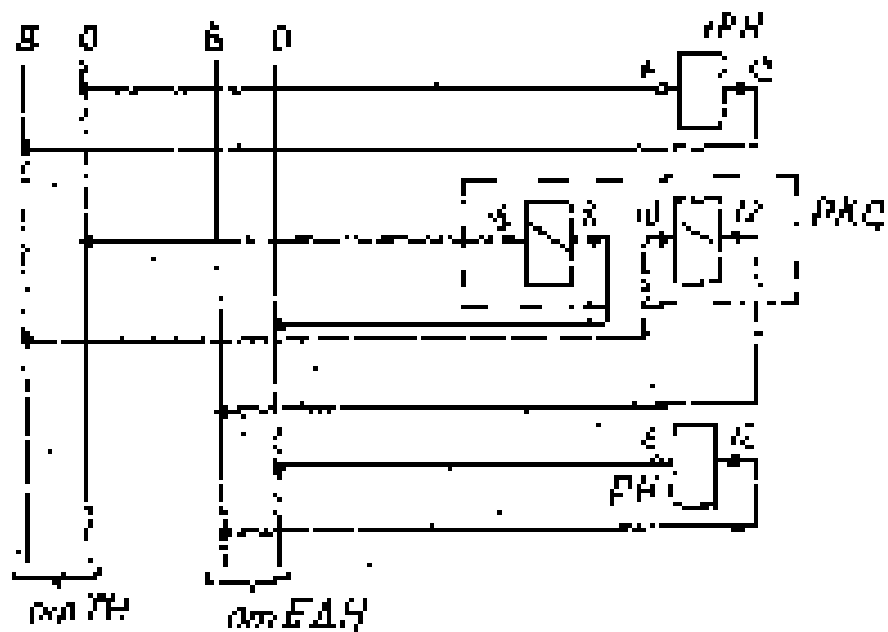
1. Qo'shishni (APV) orqali ulash.Liniyani dastlab ulaganimizda biron-bir sharti bajarilishi kerak bo'lsa

(Masalan, g tomonidan taminnalunuvchi liniya sinxronizmni nazorat qilish bilan ulansa) bu (APV) qurilmasa orqali (KU) kaliti orqali amalga oshiriladi. Buning uchun (4N) kontakt qoplanma 2-3 xolatga o'tkazish kerak, (1N), (2N),(3N) qoplanmalarning zanjirlarni uzish kerak. SHunda (KU) ning 6-8 kontaktlari ulangandan keyin (RKV) ishga tushadi. (NO) kontaktlari orqali 3-4 (RKV) , 7-8 (RPO) kontaktlari orqali 5-7 (IPH) , (PH) 5-7 (oxirgi kontaktlari 2 juftligi tutashgan sababli liniyada xam podstansiya shinalarida xam kuchlanish bor (Tushuntirish sxemasiga qarang) (RKS) 9-11 tutashgan kontaktlar orqali (sinxronizm movmavxud bo'lganda (RKS) rele kontr. Sinx)(IPB) vaqt relesining ishga tushishi sodir bo'ladi.(APV) ishga tutishi (IPB) belgilangan vaqt chidamga etganda (IPP) shunt g'altagi normal tutashgan kontaktlari ZNSH shinaga rublikar orkali zanjir vujudga keltiradi. PYI dan vaqti rejasi manbalanadi. Rele ishga tushadi va o'zini kontaktlari bilan (SHZS) shinasi qisqa vaqtli impulsni vujudga keltiradi. (RIS) orqali markaziy signalni uzaytuvchi vaqti rejasi esa o'zining yiroq kontakti bilan g'altagiga 11, Z S qarshilik orqali zanjir hosil qiladi. (RU) blinker zanjirida tok oshadi va (RU) ishlaydi, bundan keyin blinker normal tutashgan kontaktlari bu zanjirni uzadi.

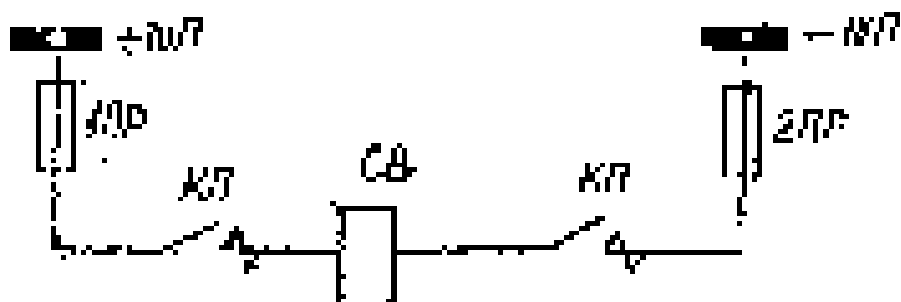


10.2 rasm.

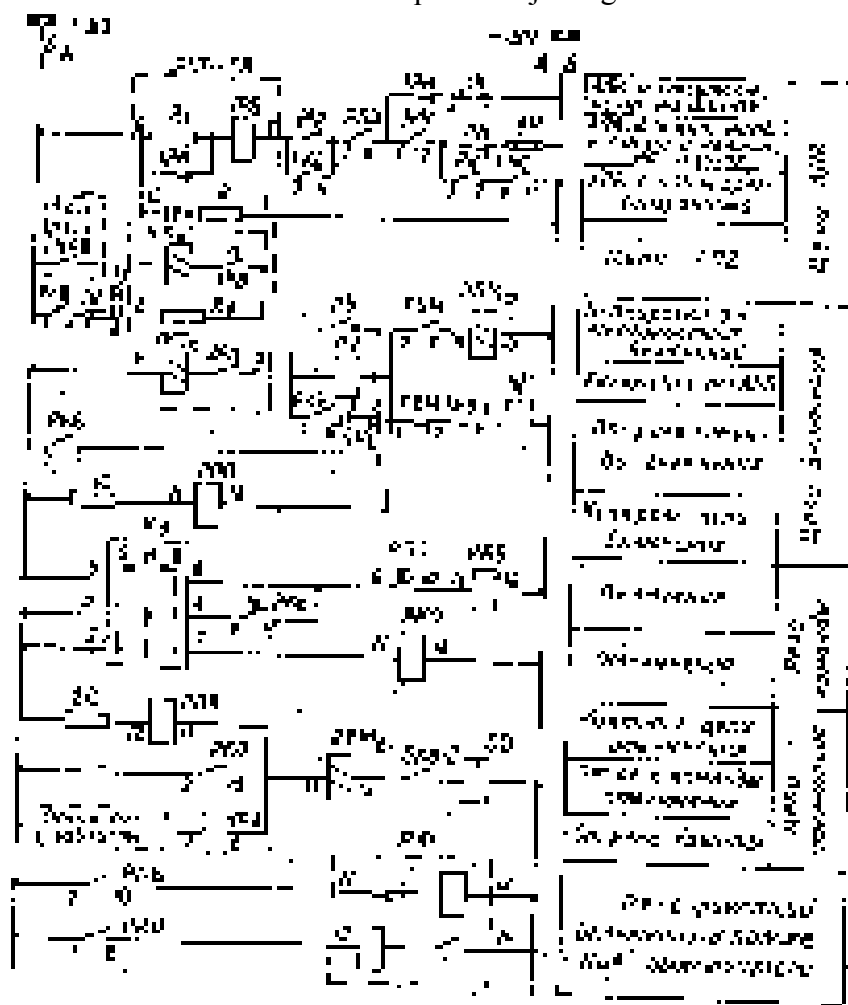
Sxema keyingi signalni kabul kilishga tayyor. SHu bilan nosozlik yuzaga kelganda markaziy signal tovushi chiqadi. (RU) blinker orqali esa navbatchi nosozlikni aniqlaydi. Markaziy signalizatsiya boshqa yordamchi shinalari aynan shunday ishlaydi.



10.3 rasm. Kuchlanish zanjiri



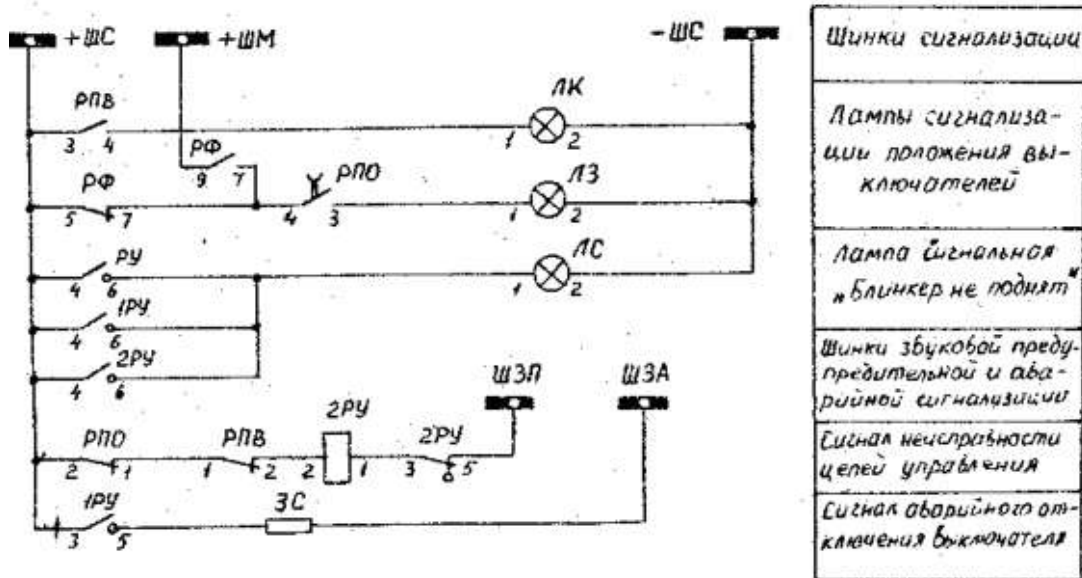
10.4 rasm. Boshqaruv zanjirining ulanish sxemasi



10.5-rasm. AQU boshqarish zanjiri va AQU

2. Boshqarish zanjirlarining nosozligi haqida ogoxlantirish. Sxemada tezkor kuchlanish yuqolganda, ulash yoki uzish zanjiri uzilganda ikkala (RPV) va (RPO), relelari toksizlangan bo‘lib qoladi.

(RPV) va (RPO) (1-2) (K3) kontaktlari 2 (RU) ko‘rsatish releli orqali ogoxlan- tirish tovushi zanjirini vujudga keltiradi. Navbatchi xodimlar markaziy ogoxlantirishlar tizimi orqali nosozlik xaqida xabar topganda , uni bartaraf etish choralari qo‘llaydi. Kursatish relelarining kontaktlarining yangi juftligi nosozlik sodir bulgan joyning panelida joylashgan ogohlantirish chirog‘ini ulaydi.



10.6-rasm. Signalizatsiya zanjiri.

Ish dasturi

1. Sxema bilan tanishib chiqish.
2. Ulab-uzgichni (KU) dan ulanishini va uzilishini qurish.
3. (RPV) va (RPO) relelarining kuchlanish yuqolganda va boshqarish zanjiri uzilganda qurish.
4. (RBM) relesining ishini tekshirish.
5. (RF) qaydlash releni ishini tekshirish.
6. Ulab-uzgich avariya viy uzilganda va (APV)ning ishga tushish zanjirlarini tekshiriladi.

Hisobot mazmuni

Hisobotda ulab-uzgich boshqarish sxemasi ko'rsatilgan bo'lishi kerak va uning har xil jarayonlarda ishlash tavsifi xaqida qisqacha yozilishi kerak

Sinov savollari

1. Necha (SO) uzish sanaydi bevosita (KU) kontaktlari orkali, (SV) ulash esa (KP) koniktori orqali manbalanadi?
2. Ulab-uzgich q.t. da ko'pkarra ulanishdan blokirovka qilish sxemasi qanday ishlaydi?
3. (RF) relening vazifasi.
4. (APV) kanday ishga tushiriladi?
5. (RPO) va (RPV) relelarining vazifasi.

11 – LABORATORIYA ISHI

ERUVCHAN SAQLAGICHLARNI O‘RGANISH

Ishning maqsadi: Saqlagichlarning tuzilishi va eruvchan elementning tavsifini o‘rganish.

NAZARIY TUSHUNCHA

Saqlagichlar asosan, elektr qurilmalarni qisqa tutashuv tokidan bir marotaba himoyalash uchun qo‘llaniladi. Har xil tuzilishli saqlagichlar mavjud: probkali, fibrali, mayda qum to‘ldirilgan, otiluvchilar 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 vaqt 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.

TAJRIBA ISHINING DASTURI

Eruvchan elementning himoya tavsifi (ampersikund)ni olish.

11.1 – rasmda ko‘rsatilgan bo‘lib, bu sxema tajriba stendida yig‘iladi.

Bunda:

PT-pasaytiruvchi transformatorlar (OSVU – 0,5; 220/12V);

LATR-tajriba avtotransformatori;

SAS-qo‘shimcha aktiv qarshilik (5 Om);

A-ampermetr;

S-saqlagich;

Alyumin yoki mis simlardan iborat bo‘lgan, kesim yuzasi 0,1 dan 1 mm² gacha bo‘lgan eruvchan element 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. Shunday so‘ng, eruvchan element biriktirgich – ajratkich orqali ajratiladi va eruvchan elementning erish vaqti elektr sekunt o‘lchagich yordamida aniqlanadi;
- Har xil toklarda tajriba natijalari bir necha marotaba olinadi va olingan qiymatlar 1-jadvalga yoziladi.

1-jadvaldan foydalanib, eruvchan elementning erish vaqti bilan tokning miqdori orasidagi egri chiziq quriladi.

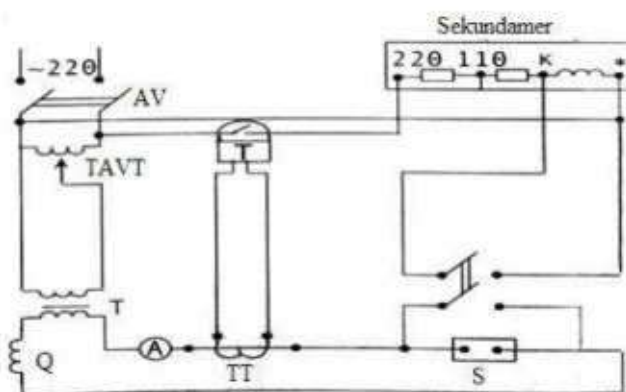
Eruvchan elementning nazariy himoya tavsifi 10.1 – rasmda o‘z aksini topgan (bunda I_{\min} eng kichik toki).

Saqlagichning eng kichik erish toki – bu shunday tokki, eruvchan element qizil ranga kirguncha qiziydi, lekin erimaydi. Qizil erish toki – bu elektr qurilma yoki elektr tarmoqni katta miqdordagi yuklanish toki tushuniladi.

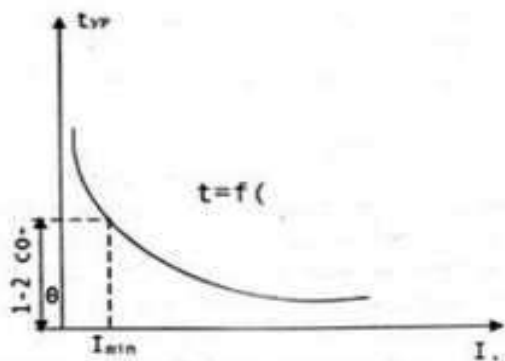
U holda, saqlagich – elektr qurilmani himoya qila olmaydi va o‘z ish faoliyatini tugatadi. Ba’zi bir saqlagichni eruvchan elementiga sharsimon element qo‘yiladi. Sharsimon qalayli eruvchan element agar, unga o‘rnatiladigan miqdordan ortiq tok o‘tishi natijasida u erib, tarmoq yoki elektr qurilmani bir marotaba himoyalashni ta’minlaydi.

11.1 – jadval

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



11.1- rasm. Eruvchan elementning himoya tavsifini oluvchi sxema



10.2- rasm. Eruvchan elementni himoya tavsifi

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 xavsizlik texnikasi qoidalariga qat’iy e’tibor qilinishi shart.

SINOV SAVOLLARI

1. Eruvchan elementning himoya tavsifi deb nimaga aytiladi?
2. Eruvchan elementning nominal toki deganda nimani tushunasiz?
3. Eruvchan elementli saqlagichlar qanday elektr tarmoq va elektr qurilmalarning himoyasida keng qo‘llaniladi?
4. Saqlagichlar elektr zanjirga qanday ulanadi?

5. Saqlagichlarning qanday turlarini bilasiz?

12 – LABORATORIYA 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 TUSHUNCHA

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:

$$F = l \cdot H \cdot i \sin(H \wedge l) \quad [H] \quad (12.1)$$

bunda, F – shinaga ta‘sir etuvchi kuch, H ;

H – magnit maydon kuchlanganligi, A / H ;

i – tok kuchi, A ;

l – shinaning 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.

$$F = H \cdot i_2 \cdot l \quad [H] \quad (12.2)$$

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:

$$H = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot i_1}{a} \quad (12.3)$$

bunda, a - shinalar orasidagi masofa, mm .

(3) ni va (2) ga qo‘yib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$F = \pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{a} \quad [H] \quad (12.4)$$

(4) da tok - amperda, masofa esa, millimetrdan berilgan.

Musbat (+) va manfiy (-) belgilar shinalarning o‘zaro bir biriga tortilishi, ular bo‘yicha tokning oqishi bilan bir xil yo‘nalish va aksincha, ularni bir-biridan itarilishi esa, har xil tomonga yo‘nalishini ko‘rsatadi.

Ta'sir etuvchi kuchni aniqlashda (4) formulani har doim ham qo'llash to'g'ri kelavermaydi. Bu formulaga rostlovchi forma koeffitsienti kiritiladi va shinning geometrik o'lchamlari xisobga olinadi, u forma koeffitsienti deb ataladi. U quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$F = \pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot K_{\theta} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{a} \quad [\text{H}] \quad (12.5)$$

bunda, F - shinning o'zaro geometrik o'qi orasidagi masofa.

Shakl koeffitsientining qiymati egri chiziq bo'yicha aniqlanadi, u katalogdan olinadi.

Shuni ta'kidlash lozimki, shinalar orasida o'zaro ta'sir etuvchi kuchga nisbatan formulani qo'llash to'g'ri bo'ladi. Unga qo'shimcha shina uzunligini hisobga oladigan (5) ga to'ldiruvchi koeffitsient kiritiladi. Ularga ta'sir etuvchi elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchni aniqlash formulasi quyidagicha:

$$F = \pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot K_{\theta} \cdot K_m \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{a} \quad [\text{H}] \quad (12.6)$$

Shakl koeffitsientining (1- rasm) qiymati $K_f - 0$ dan 1,4 gacha bo'lgan keng chegarada o'zgaradi. Shinning ko'ndalang kesimi perimetriga ko'ra, shinalar orasidagi masofa teng yoki katta bo'lganda, amalda shakl koeffitsienti 1 (bir) ga teng deb qabul qilinadi.

Uch fazali qisqa tutashuvda shinalararo elektr zanjirga ta'sir etuvchi kuch asosan, o'rtadagi shinaga ko'ra aniqlanadi.

Elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchning qiymati quyidagicha:

$$F_{\max} = \pm \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot i_{zap}^2 \cdot \frac{l}{a} K_{\theta} \quad [\text{H}] \quad (12.7)$$

bunda i_{zap} - qisqa tutashuvdagi tok, A;

l_{zap} - shinning uzunligi (mm, sm, m);

a - shinning o'zaro geometrik o'qlari orasidagi masofa, m,

0,87 - turli fazalarni suriladigan momentida, toklarni mos kelmasligining hisobga olish koeffitsienti.

TAJRIBA ISRINING DASTURI

Uzunligi bir xil bo'lgan shinalar orasidagi o'zaro elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchlarni tadqiq qilish va uni analitik (1) usullar bilan aniqlash:

$$a_1 = \text{const}$$

$$a_2 = \text{const}$$

$$a_3 = \text{const}$$

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:

$$i_1 = \text{const}$$

$$i_2 = \text{const}$$

$$i_3 = \text{const}$$

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

Elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchni aniqlash 2 - rasmda ko'rsatilgan. Unda bir-biriga gorizonttal joylashtirilgan (1) va (2) mis shinalarni ko'rib chiqamiz. Shinalar o'lchamlari: shinning uzunligi l q 120 cm; uning eni h q 4 cm, uning qalinligi v q 0,5 sm.

Ishchi stolga gorizontal 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 cho'lgami 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

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S},$$

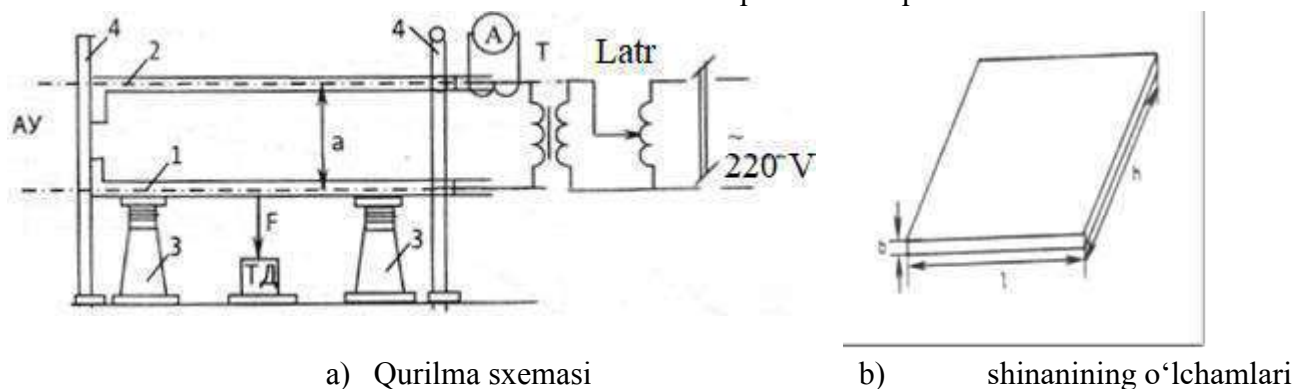
O'tkazgichlar uzunligining ortishi va uning kesim yuzasi (S) ni kamayishi bilan qarshilikning miqdori o'zgaradi. Asbob sezgirligini ortirish uchun ikkita tenzo asbobdan iborat bo'lgan o'lchov organi yig'iladi. O'lchov asbobi asosan, qarshiliklar ko'prigining qarama-qarshi yelkasiga ulanadi. Qarshilikning o'zgarishi bilan (3 - 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 og'ishi 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.

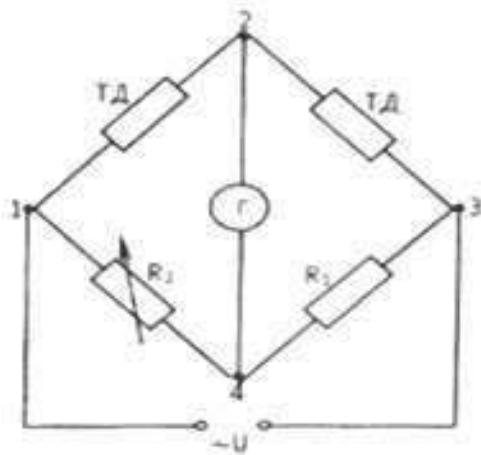
ISHDAGI HISOBOTNING MAZMUNI

Hisobotda ishning massadi va uning dasturi, elektr qurilmaning sxemasi, xisoblash va tadqiqot natijalari, jadvallar, elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchni analitik usulda aniqlash formulasi va ko'rilgan grafiklari bo'lishi shart.

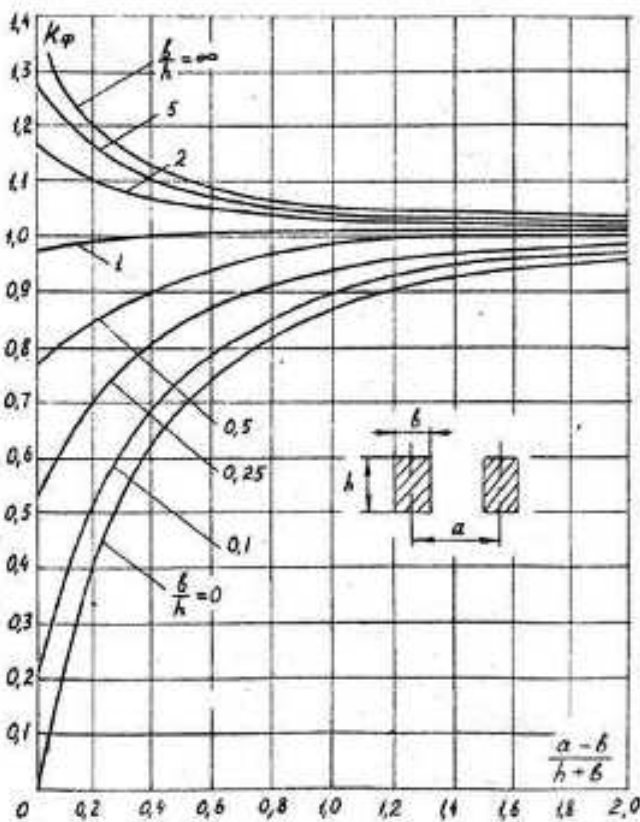
1 - rasm. Elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchni aniqlash uchun qurilma



12.2.- rasm. Elektr dinamik tasir etuvchi kuchni aniqlash uchun qurilma



12.3- rasm. Tenzodatchiklarni ulash sxemasi



12.4– rasm. Ko‘ndalang kesim yuzasi to‘g‘ri burchakli shinalarning forma koeffitsientini aniqlash uchun egri chiziqlar.

12.1 - jadval

a - bo‘lganda, $F = f(a)$ ni aniqlash

I, A	$a=1,5 \cdot 10^2 M$		$A=2,5 \cdot 10^2 M$			$A=3,5 \cdot 10^2 M$			
	F_{tadq}	F_{his}	F_{tadq}	F_{his}	K_{sh}	K_{sh}	F_{tadq}	F_{his}	K_{sh}
200									
250									
300									
350									
400									
500									

12.2 – jadval

a- bo‘lganda, $F = f(a)$ ni aniqlash

I, A	I = 200 A			I = 300 A			I = 500 A		
	F _{tadq}	F _{his}	K _{sh}	F _{tadq}	F _{his}	K _{sh}	F _{tadq}	F _{his}	K _{sh}
1,5									
2,5									
3,5									

Eslatma: Egri chiziq bo'yicha K_{sh} topiladi

SINOV SAVOLLARI

1. Shinalardan tokni oqishida ulardagi o'zaro elektr dinamik ta'sir etuvchi kuch nimaga bog'liq?
2. Shakl 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 ?

Asosiy va qo‘shimcha o‘quv adabiyotlar hamda axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. Allayev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F. Stansiya va podstansiyalarning elektr jihozlari. -O‘quv qullanma, T.: Cho‘lpon nomidagi NMIU, 2014. 304 b.
2. Rojkova L.D. Karneyeva L.K. Chirkova T.V. [Elektroborudovaniye elektricheskix stansiy i podstansiy.](#)-Uchebnoye posobiye, 4-izdaniya –M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2007.
3. Beletskiy O.V., Leznov S.I. Obslujivaniye elektricheskix podstansiy.- Uchebnoye posobiye, M.: Energoatomizdat, 1985.-416 s.-
4. Bistritskiy G.F. Kudrin B.I. [Vibor i ekspluatatsiya silovix transformatorov.](#) – Uchebnoye posobiye, M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2003. dlya vuzov.
5. Rojkova A.D., Kozulin V.S. Stansiya va podstansiyalarning elektr asbob-uskunalari. - Darslik, T.: O‘qituvchi,1986.
6. Salov V.P. Spravochnik po remontu, naladke i texnicheskomu obslujivaniyu elektroborudovaniY. - Uchebnoye posobiye. Izdatelstvo «Venta-2», 2007.
7. Fayziyev M.M. “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” ma’ruzalar matni to‘plami. Qarshi – 1999.
8. M.M. Fayziyev, A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan amaliy mashg‘ulotlarni oid uslubiy qo‘llanma. Qarshi – 2021 yil.
9. М.М.Файзиев, А.Б.Имомназаров “Электрическая часть станции и подстанции” *Методическое пособие по проведению практических занятий.* Карши-2021 г.

Qo‘shimcha adabiyotlar

10. Mirziyov Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag‘ishlangan majlisidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so‘zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.
11. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon, demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag‘ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo‘shma majlisidagi nutqi. –T.: “O‘zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
12. Nekrepanov B.N., I.P. Kryuchkov. Elektricheskaya chast stansiy i podstansiy. (Spravochnik) -M.: Energoatomizdat, 1989.
14. O.E.Zayniyeva, N.A. Qurbonov va A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan mustaqil ishlarni bajarishga oid uslubiy ko‘rsatma. Qarshi – 2017 yil.

Internet saytlari

1. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasi xukumat portali;
2. www.ziyonet.uz – Ta’lim portali;
3. www.uzbekenergo.uz – energetika ob’yektlari kerakli ma’lumotlar.
4. www.lex.uz – O‘zbekiston Respublikasi Qonun xujjatlari ma’lumotlar milliy bazasi;

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

**QARSHI MUHANDSLIK-IQTISODIYOT
INSTITUTI**



**« STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI »
O‘QUV FANIDAN**

ADABIYOTLAR RO'YXATI

QARSHI-2023

**«Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi» fanidan foydalaniladigan asosiy
darsliklar va o‘quv qo‘llanmalar ro‘yhati
Asosiy adabiyotlar**

1. Allayev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F. Stansiya va podstansiyalarning elektr jihozlari. -O‘quv qullanma, T.: Cho‘lpon nomidagi NMIU, 2014. 304 b.
2. Rojkova L.D. Karneyeva L.K. Chirkova T.V. [Elektrooborudovaniye elektricheskix stansiy i podstansiy.](#)-Uchebnoye posobiye, 4-izdaniya –M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2007.
3. Beletskiy O.V., Leznov S.I. Obslujivaniye elektricheskix podstansiy.- Uchebnoye posobiye, M.: Energoatomizdat, 1985.-416 s.-
4. Bistritskiy G.F. Kudrin B.I. [Vibor i ekspluatatsiya silovix transformatorov.](#) – Uchebnoye posobiye, M.: Izdatelskiy sentr «Akademiya», 2003. dlya vuzov.
5. Rojkova A.D., Kozulin V.S. Stansiya va podstansiyalarning elektr asbob-uskunalari. - Darslik, T.: O‘qituvchi,1986.
6. Salov V.P. Spravochnik po remontu, naladke i texnicheskomu obslujivaniyu elektrooborudovaniy. - Uchebnoye posobiye. Izdatelstvo «Venta-2», 2007.
7. Fayziyev M.M. “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” ma’ruzalar matni to‘plami. Qarshi – 1999.
8. M.M. Fayziyev, A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan amaliy mashg‘ulotlarni oid uslubiy qo‘llanma. Qarshi – 2021 yil.
9. М.М.Файзиев, А.Б.Имомназаров “Электрическая часть станции и подстанции” *Методическое пособие по проведению практических занятий.* Карши-2021 г.

Qo‘shimcha adabiyotlar

10. Mirziyov SH.M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag‘ishlangan majlisidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so‘zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.
11. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag‘ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo‘shma majlisidagi nutqi. –T.: “O‘zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
12. Nekrepanov B.N., I.P. Kryuchkov. Elektricheskaya chast stansiy i podstansiy. (Spravochnik) -M.: Energoatomizdat, 1989.
13. O.E. Zayniyeva, N.A. Qurbonov va A.B. Imomnazarov “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan mustaqil ishlarni bajarishga oid uslubiy ko‘rsatma. Qarshi – 2017 yil.

Internet saytlari

1. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasi xukumat portali;
2. www.ziyonet.uz – Ta’lim portali;
3. www.uzbekenergo.uz – energetika ob’yektlari kerakli ma’lumotlar.
4. www.lex.uz – O‘zbekiston Respublikasi Qonun xujjatlari ma’lumotlar milliy bazasi;