

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

✓31.2
H2A

O'RTA MAXSUS KASB-HUNAR TA'LIMI
MARKAZI

N. HAMIDOV, K. TURDIBEKOV, H. AHRAROV

ELEKTR PODSTANSIYALAR

*«Konakt tarmog'i va tortuvchi podstansiyalari elektr
uskunalaridan foydalanish va ta'mirlash» yo'nalishi bo'yicha kollejar
uchun o'quv qo'llanma*

112.206 ✓

«FAN VA TEXNOLOGIYA»—2006

Hamidov Nig'matulla, Turdibekov Kamolbek, Ahrarov Hamidulla.
Elektr podstansiyalar. T., «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2006 y.,
208 bet.

Mazkur kitob «Konakt tarmog'i va tortuvchi podstansiyalari elektr uskunalaridan foydalanish va ta'mirlash» yo'nalishi bo'yicha kollejlarda uchun o'quv qo'llanma sifatida yozilgan.

Kitobda O'zbekiston temir yo'l transportida elektr energetikasining ahamiyati va elektr tizimlari, izolatorlar hamda tok o'tkazuvchi qismlar, quvvat va o'lchov transformatorlari, taqsimlash qurilmalarining kommutatsiya va himoya uskunalari, transformator podstansiyalari, qisqa tutashuv va rele himoyasi, shuningdek, o'z ehtiyoj iste'moli masalalari yoritilgan.

Taqrizchilar: N. M. Usmonxo'jayev, t.f.d, prof.,
A. A. Hoshimov, t.f.d., prof.

ISBN 987-9943-10-001-5

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2006 y.

BIRINCHI BOB

ELEKTR ENERGETIKASI

1.1. Elektr energiyaning temir yo'l transportida ahamiyati

Tiklanuvchi va tiklanmas energiya. Biron ishni bajarish uchun, albatta, qandaydir *energiya* sarflanadi. Bu odam, hayvonning muskul energiyasi, yoki elektr, yorig'lik, issiqlik va boshqa turdagi energiya bo'lishi mumkin. Mehnatkash odam bir kunda $W_0=8 \cdot 10^6$ Dj ishlatgan bo'lsa, hozir butun dunyo bo'yicha kishi boshiga o'rtacha $50 W_0$ energiya iste'mol qilinmoqda, rivojlangan mamlakatlarda esa yanada ko'proq $-150 W_0$ ga yaqin. Bu bir kishi 100 dan ortiq odam ishini bajarmoqda desa bo'ladi.

Yoqilg'i (toshko'mir, o'tin, torf) va yonilg'i (benzin, kerosin, dizel moyi, tabiiy gaz) yonganida kimyoviy jarayon sodir bo'lib, issiqlik ajralib chiqadi. Issiqlikning zamonaviy manbayi atom va termoyadro energiyasidir. Bu *qayta tiklanmas energiya* manbayidir.

Suvning sathi turlicha holatda suv bosimi hosil bo'ladi. Suv bosimi va o'tgan suv hajmi qancha katta bo'lsa, suv oqimining quvvati shuncha katta bo'ladi. Har qanday daryo tabiiy suv oqimidir. Daryo suvi va daryo o'zanining nishabligi qancha katta bo'lsa, oqim energiyasi shuncha ko'p bo'ladi. Daryo kesimidan vaqt birligi ichida (masalan, bir sutkada) oqib o'tgan suv hajmi daryo suvining oqimi (stok) deb ataladi. Daryo to'g'on bilan to'silib, sun'iy suv ombori va suv oqimi hosil qilinadi. Suv oqimi ham energiya manbayi bo'lib, undan elektr stansiyalarda elektr energiyasi olinadi.

Shamolning energiyasi shamol tezligiga bog'liqdir. Biroq shamol hamma vaqt ham esmaydi va uning tezligi ham doimiy emas, shu tufayli tabiiy energiyaning bu xilidan shamol elektr stansiyalarida cheklangan miqdorda foydalaniladi.

Quyoshning yorug'lik nurlaridan *geliostansiyalarda* elektr energiyasi olinadi. Bunday stansiyalardan kosmik fazoda keng ko'lamda foydalaniladi.

Quyosh va shamol energiyasi hamda okeanlarda suv sathining ko'tarilishi va pasayishi, yer qobig'idagi issiqlik energiyalari *qayta tiklanuvchi energiya* safiga kiradi.

Elektr energiyasining ahamiyati. Elektr energiyasidan foydalanish tufayli mehnat unumdorligi yuzlab marta oshiriladi. Hozirgi zamon mashina—avtomatlari, avtomatlashtirilgan yasash va yig'ish sexlari, tarmoqlar va butun korxonalarda yaratildi hamda ishlab chiqarishning yangi tarmoqlarini (elektrometallurgiya, elektroliz, elektr payvand, materiallarni yuqori chastotali tok yordamida ishlash va hokazo) tez taraqqiy qildirish imkoniyati paydo bo'ldi.

Temir yo'l transportini elektrlashtirish yuk va yo'lovchilarni tashish oqimini kattalashtirish va elektr poyezdi tezligini hamda poyezd vagonlarini sonini oshirish hisobiga mehnat unumdorligini tezda oshirish, harakat xavfsizligini ta'minlash imkonini beradi. G'ildirak juftlik zamonaviy poyezdlarning tezligi 350 km/soatga yetgan va undan ham oshgan. G'ildirak juftligi o'rimga magnit osma qo'llangan tezyurar elektropoyezdlar tezligi 450–500 km/soatga yetgan.

Elektr energiyasidan turli maqsadlarda keng foydalanishning sababi uning boshqa energiyalarga nisbatan quyidagi afzalligidir:

– elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun ko'pchilik tabiiy energiya manbalaridan, birinchi navbatda, yoqilg'i va suv manbalaridan foydalanish imkonini;

– elektr energiyasini uncha ko'p mablag' sarflamasdan uzoq masofaga sifatli uzatish imkonini;

– elektr energiyasini joylashishi va quvvati turlicha bo'lgan iste'molchilar orasida bema'lol taqsimlash imkonini;

– elektr energiyasini boshqa xil energiyaga: issiqlik, mexanik, yorug'lik, yuqori chastota, magnit impulsi, gidroimpuls, kimyoviy va boshqa energiyaga aylantirishning osonligi va yuqori samarasi.

Elektr energiyasini ishlab chiqarish. Elektr energiyasi elektr stansiyalarida quvvat generatorlari yordamida ishlab chiqariladi. Elektr generatorning o'z o'qi atrofida aylanuvchi rotor esa turli xil birlamchi vositalar: suv turbinasi, bug' turbinasi, shamol turbinasi yordamida harakatga keltiriladi.

Bunday stansiyalarda elektr energiyasi ishlab chiqarish ikki bosqichda o'tadi: dastlab manba energiyasi turbina harakati orqali mexanik energiyaga, so'ngra shu turbina elektr generatorining rotarini harakatlantirib, mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiriladi.

Issiqlik energiyasidan yoki atomning ichki energiyasidan foydalanib, elektr energiyasi ishlab chiqariladigan stansiyalarda energiya uch marta turdan turga aylanadi. Dastlab yonuvchi materialning energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi, so'ng birlamchi turbinalarda issiqlik energiyasi mexanik energiyaga aylanadi va elektr generatori mexanik energiyani elektr energiyaga aylantirib beradi.

Energiyaning bir turdan boshqa turga aylanishida, albatta, ma'lum miqdori *isrof* bo'ladi. Isroflar miqdori shu energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantiruvchi qurilmalarning mukammaligiga bog'liqdir.

Elektr energiyasi iste'mol qilinayotganida u boshqa turdagi energiyalarga qayta o'giriladi: elektr dvigatelda u mexanik energiyaga; cho'g'lanma lampalarda, dastlab, issiqlik energiyasiga, so'ngra esa yorug'lik oqimi energiyasiga; elektr pechlarida issiqlik energiyasiga; temir yo'lda poyezdning kinetik energiyasiga aylanadi va hokazo.

Bunday turdan turga aylanishlarda ham, shubhasiz, isroflar bo'ladi. Elektr energiyasining elektr stansiyasidan iste'mol qilish joyiga uzatish jarayonida ham isrof bo'ladi.

Natijada, energiyaning kichik qismi turli mashina, mexanizm va qurilmalarda bo'ladigan isrofga, katta qismi esa foydali ish bajarishga sarf bo'ladi. Energiya isrofi qancha kam bo'lsa, qurilma (elektr stansiyasi, ayrim generator, elektr dvigateli, elektr uzatgichi va boshqalar) foydali ish koeffitsiyenti (FIK) shuncha yuqori bo'ladi. Qurilmaning FIK qancha yuqori bo'lsa, u shuncha tejamli bo'ladi.

Elektr stansiyasi turlari. Elektr energiyasi ishlab chiqarishda qanday energiya zaxiralariidan foydalanilishiga qarab, elektr stansiyalari: issiqlik, gidravlik, shamol va geliotexnik elektr stansiyalariga bo'linadi.

*Issiqlik elektr stansiya (IES)*larida turli xil yoqilg'ilardan, masalan, past sortli toshko'mir, torf, tabiiy gaz, neft, yonuvchi slaneslardan foydalaniladi. Yoqilg'i sifatida yadro yoqilg'isi ishlatiladigan atom elektr stansiyalari ham issiqlik elektr stansiyalari qatoriga kirsada, ammo *atom elektr stansiyalari* deb ataladi.

Yoqilg'i yonishidan hosil bo'lgan issiqlik energiyasining ko'pgina qismini IES o'zining yaqinida joylashgan iste'molchilarga issiq suv va bug' tarzida beradi, bunda IES ayni vaqtda elektr energiya ham ishlab chiqaradi.

Gidravlik elektr stansiyalarida suv oqimi energiyasidan foydalaniladi. Ularning qurilishi va joylashishi daryoning oqish tavsifiga bog'liq bo'ladi.

Shamol elektr stansiyalarida havoning harakatchan oqimlaridan foydalaniladi. Shamol elektr stansiyalari noyob bo'lib, quvvati kam bo'ladi.

Elektr energiyasidan foydalanish. Elektr stansiyalari birlamchi energiya manbalariga yaqin joylashtiriladi va iste'molchilarga elektr uzatgichlar yordamida yetkazib beriladi. Elektr uzatgichlar uch fazali 50 Gs chastotali o'zgaruvchan tokda ishlaydi va kuchlanishi odatda, 35 kV, 110 kV, 220 kV bo'ladi. Bosh podstansiya uzatkichlardan elektr energiyani taqsimlovchi qabul qilib oladi va 6(10) kV, 35 kV, 110 kV li uzatkichlar orqali iste'molchilarning berk podstansiya, o'tkazuvchi

podstansiya va tugun podstansiyalarga beradi. Temir yo'lda esa tortuvchi podstansiya va notortuvchi podstansiyalar qo'llaniladi. Tortuvchi podstansiya 27,5 kV kuchlanishli o'zgaruvchan tokni elektrlashgan temir yo'lining kontakt tarmog'iga yetkazib beradi.

1.2. Energetika tizimi va yuklamalar

Energetika tizimi. Ishlash rejimining umumiyliigi hamda elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqarish va taqsimlashning uzluksizligi bilan bir butun bo'lib bog'langan elektr stansiyalar, podstansiyalar, elektr uzatgichlar va IES issiqlik tarmoqlari to'plami *energetika tizimi* deb ataladi. Generatorlar, taqsimlash qurilmalari, elektr tarmoqlar—podstansiyalar, elektr uzatgichlar va elektr qabul qiluvchilaridan iborat *elektr tizimi* energetika tizimining bir qismidir.

Elektr energiyasini o'zgartirish yoki taqsimlash uchun xizmat qiladigan hamda transformatorlar, energiyani turdan turga aylantiruvchi boshqa qurilmalar, taqsimlash qurilmalari, boshqarish qurilmalari va yordamchi inshootlardan iborat elektr qurilmasi *podstansiya* deyiladi.

Bajaradigan vazifasiga ko'ra podstansiyalar transformator (kuchlanishni o'zgartiruvchi); tokni o'zgartirib beruvchi (o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka o'zgartiruvchi) va taqsimlash podstansiyalariga bo'linadi.

Sanoat va shahar tarmoqlaridagi kichik (ikkilamchi kuchlanishi 400 V gacha bo'lgan) transformator va taqsimlash podstansiyalari transformator punktlari deyiladi.

Elektr uzatgichlar (EU) konstruksiyalariga ko'ra havo uzatgichlar (HU) va yer osti kabel uzatgichlar (KU) ga bo'linadi.

Eng ko'p yuklama (cho'qqi) talab etilgan soatlarda tizimga ulanadigan elektr stansiyalar cho'qqi stansiyalar deyiladi. Uzoq muddat ishlash uchun suvi yetarli bo'lmaydigan gidrostansiyalardan ko'pincha cho'qqi stansiyalar sifatida foydalaniladi.

Turli tumanlardagi iste'molchilarning maksimal yuklama bilan ishlash vaqtlari turlicha bo'lgani uchun bu tumanlarni yagona tizimga birlashtirgandagi maksimal yuklama, ayrim iste'molchilar yoki tumanlar alohida ishlagandagi maksimal yuklamalar yig'indisidan kichik bo'ladi. Elektr stansiyalar umumiy energetika tizimiga birlashtirilganda har qaysi stansiyada zaxira generator bo'lishga zarurat qolmaydi.

Turli elektr stansiyalar turlicha, ba'zi hollarda majburiy tartibda ishlaydi. Masalan, kondensatsiya issiqlik stansiyalari yil davomida to'la quvvat bilan ishlashi mumkin, issiqlik elektr markazlari issiqlik ko'p iste'mol qilinadigan qish mavsumida elektr energiyasini ko'p ishlab chiqaradi. Katta suv havzalariga

ega bo'lgan gidrostansiyalar kerakli energiyani iste'molchiga energiya zarur bo'lgan vaqtda ishlab chiqara oladi, holbuki katta suv havzasi bo'lmagan gidrostansiyalar esa suv kamchil bo'lgan davrlarda (ayniqsa, qishda) kam energiya ishlab chiqarib, suv toshqinlari vaqtida (tekislikdagi daryolarda—bahorda, tog' daryolarida esa tog'dagi muzlarning erish vaqti—yozda) elektr energiyasi ishlab chiqarishni ko'paytiradi.

Ish rejimlari turlicha bo'lgan elektr stansiyalarining birlashtirilishi ayrim stansiyaning ish rejimi majburiy ravishda izdan chiqqan vaqtda elektr energiyasi ishlab chiqarishni ko'paytira oladigan boshqa stansiyalar yuklamasini oshirish imkonini beradi.

Elektr energiyasi qabul qiluvchilari va iste'molchilari.

Elektr energiyasi qabul qiluvchilarga elektr dvigatellari, turli-tuman elektr qozonlari-pechlari, elektroliz vannalari, elektrlashgan temir yo'llar, metropoliten, elektr chiroqlari, turli elektr—ro'zg'or asboblari va shunga o'xshash, ya'ni elektr energiyasini mexanik energiyaga, yorug'lik energiyasiga, kimyoviy energiyaga, issiqlik energiyasiga va ishlab chiqarish hamda turmushda ishlatiladigan boshqa tur energiyalarga aylantiruvchi barcha qurilmalar kiradi.

Ayrim elektr qabul qiluvchi, tok turi (o'zgarmas yoki o'zgaruvchan), o'zgaruvchan tokning fazalari soni va boshqa ma'lumotlar bilan tavsiflanadi.

Elektr energiyasini sanoatda, jamoat va madaniy-maishiy maqsadlarda ishlatuvchi korxonalar, tashkilotlar va aholi xonadonlarida *elektr energiya iste'molchilaridir*.

Elektr qurilmalarining tuzilishiga doir qoidalarda, elektr qabul qiluvchilar, elektr bilan ta'minlashning ishonchlilikiga qarab uch kategoriyaga bo'linadi.

1-kategoriyali elektr qabul qiluvchilar elektr energiyasi bilan ta'minlanmay qolganda kishilar hayotiga xavf tug'iladi, xalq xo'jaligiga sezilarli ziyon yetkaziladi, uskunalar buziladi, mahsulot birdaniga brak bo'lib qolishi, murakkab texnologik jarayon izdan chiqishi mumkin. Birinchi kategoriyali elektr qabul qiluvchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlashda qisqa muddatli uzilishlarga yo'l qo'yishi mumkin. Bu kategoriyadagi elektr qabul qiluvchilar bir-biriga bog'liq bo'lmagan ikki manbadan energiya bilan ta'minlanishi va ulardan biri (zaxiradagisi) avvaldan ishlayotgan manbadan energiya kelmay qolgan paytda avtomatik ulaydigan qurilma bilan jihozlanishi kerak.

2-kategoriyali elektr qabul qiluvchilar elektr energiyasi bilan ta'minlashni to'xtatib qo'yilishi natijasida mahsulot ommaviy ravishda mo'ljalidan kam ishlab chiqariladi. Mexanizm va transport bekor turib qoladi, shahardagi ko'pchilik aholining normal ish faoliyati buziladi.

2-kategoriyali elektr qabul qiluvchilarning elektr bilan ta'minlanishidagi uzilish vaqti operativ xodimning zaxira manbani ulashi uchun kerak bo'lgan vaqt bilan aniqlanadi.

3-kategoriyali elektr qabul qiluvchilarga va 1 va 2-kategoriyaga kirmagan barcha elektr qabul qiluvchilar (masalan, yordamchi sexlardagi elektr qabul qiluvchilar, uncha katta bo'lmagan aholi yashaydigan qishloqlar va shunga o'xshashlar) kiradi. 3-kategoriyadagi elektr qabul qiluvchilarni elektr bilan ta'minlashda bir sutkagacha uzilishga yo'l qo'yilishi mumkin.

Elektr yuklamalarining turlari. Elektr yuklamalari tok va quvvatlar ko'rinishida beriladi va ishlatiladi. Quyidagi elektr yuklamalari mavjud:

1. O'rtacha yuklamalar.
2. Maksimal hisoblangan yuklamalar.
3. Maksimal ish yuklamalari.
4. Iqtisodiy yuklama.

1. *O'rtacha yuklamalarni* ko'rib chiqamiz. Hisoblarda, asosan, o'rtacha aktiv quvvat ishlatiladi. Sutkalik o'rtacha quvvat va yillik o'rtacha quvvat aniqlanishi mumkin. Ishlab turgan korxonalarda o'rtacha yillik quvvatlar aktiv va reaktiv energiyalar sarfi bo'yicha topiladi:

$$R_{\sigma y} = W_{yil} / T_{yil} \text{ — yillik o'rtacha aktiv quvvat;}$$

$$Q_{\sigma y} = V_{yil} / T_{yil} \text{ — yillik o'rtacha reaktiv quvvat;}$$

$$W_{yil} \text{ va } V_{yil} \text{ — schotchiklardan olingan yillik energiya sarfi;}$$

$$T_{yil} \text{ — yillik ish soatlari soni bo'lib, quyidagicha topiladi:}$$

$$T_{yil} = (365 - m - n) \cdot p \cdot q;$$

bu yerda: m va n — yillik dam olish va bayram kunlari soni;

p — 1 kundagi smenalar soni; q — 1 smenadagi soatlar soni.

2. *Maksimal hisobiy yuklamalar* elektr ta'minoti tizimlari (ETT)ning asosiy ko'rsatkichlaridan biridir.

ETTdagi asosiy elementlar — transformatorlar, o'zgartirgichlar, simlar, kabellar va tok o'tkazgichlar boshqa shartlar qatori yo'l qo'yiladigan qizish bo'yicha ham tanlanadi.

Qizish bo'yicha maksimal hisobiy yuklama deb eng og'ir issiqlik ta'siri (maksimal harorat yoki o'tkazgichlar, transformator va elektr mashinalari chulg'amlari izolatsiyasining issiqlikdan maksimal yeyilishi) bo'yicha kutilayotgan o'zgaruvchan yuklamaga ekvivalent bo'lgan shartli yuklamaga aytiladi. Buni qisqacha hisobiy yuklama deb ataymiz.

Hisobiy yuklamalarga hisobiy tok I_{σ} (A), hisoblangan aktiv quvvat P_h (kVt), hisobiy reaktiv quvvat Q_h (kVar) va hisobiy to'la quvvat S_{σ} (kVA) kiradi.

3. *Eng katta ish yuklamasi (EKIYu)* — cho'qqi yuklama qisqa muddatli bo'lib, maksimal kuchlanish yo'qotishini va kuchlanish tebranishini

hosil qiladi. Eng katta ish yuklamasi amperlarda (I_{ekiyu}), kilovatlarda (P_{ekiyu}), yoki kilovolt - amperlarda (S_{ekiyu}) belgilanib, paydo bo'lish chastotasi ham aniqlanadi.

4. *Iqtisodiy afzal yuklama o'tkazgichlar uchun tokning iqtisodiy zichligi* j_e [A/mm^2] orqali belgilanadi j_e ning qiymatlari Markaziy Osiyo uchun o'tkazgichning materiali (mis yoki alyuminiy), izolatsiya sinfi va aktiv quvvat maksimumidan foydalanish yillik soatlari soni T_m ga bog'liq.

O'zgarmas ish tartibida nasoslar, ventilatorlar, kompressorlar, to'qimachilik stanoklari va boshqalar ishlaydi.

1.3. Issiqlik elektr stansiyalari

Elektr stansiyaning ishlash tartibi va grafigi. Elektr stansiyasida elektr energiya ishlab chiqarish jarayoni uni qabul qiluvchilarda iste'mol qilinishi bilan chambarchas bog'liqdir. Chunki elektr energiyasini yig'ib, zaxira qilib va kerak bo'lganda shu zaxiradan ishlatib bo'lmaydi. Energiyani zamonoviy sanoat iste'mol qiladigan miqdorda to'play oladigan elektr akkumulatorlari yaratilmagan. Shuning uchun vaqtning har bir daqiqasida qancha energiya iste'mol qilinayotgan bo'lsa, elektr stansiyasi xuddi shuncha elektr energiya ishlab chiqaradi.

Vaqtning har bir daqiqasida iste'mol qilinayotgan elektr energiyasining miqdori quyidagilarni arifmetik yig'indisiga teng bo'ladi:

- ayni shu stansiya ulangan iste'molchilarning ishlayotgan barcha elektr qurilmalari sarf qilayotgan quvvatlar;
- elektr stansiyasining shaxsiy ehtiyojlarga sarf bo'layotgan quvvatlar: elektr bilan yoritish va stansiya asosiy agregatlariga xizmat qiluvchi yordamchi qurilmalarning elektr dvigatellariga;
- elektr energiyasini uzatish va taqsimlashda isrof bo'ladigan quvvatlar: havodagi toj razradiga; elektr tarmoqlari simlarining qizishiga; transformatorlar chulg'amlari va po'latining qizishiga.

Elektr stansiya generatorlari vaqtning har bir daqiqasida iste'molchilar talabini ta'minlash, stansiya ehtiyojlarini qondirish va tarmoqlarda bo'ladigan isroflarni qoplash uchun yetarli bo'lgan quvvat ishlab chiqarishlari kerak. Bu elektr stansiyasining ish tartibini belgilaydi.

Elektr stansiyasining yuklama grafigi ulangan hamma iste'molchilarning yuklama grafiklari yig'indisi va shaxsiy ehtiyojlarga sarflanadigan elektr energiyasi hamda elektr energiyaning tarmoqlardagi isrofi grafigidan tuziladi.

Stansiyaning ishlash tartibiga, asosan, iste'molchilarning energiya sarf qilishi ta'sir ko'rsatadi. Iste'molchilarning ishlash tartibi ulardagi yuklamalarning tavsifiga bog'liq.

Elektr stansiyasi yuklamalari sutkalik grafigining egri chizig'i, iste'molchilarning alohida guruhi yuklamasining sutkalik grafigi egri chizig'iga qaraganda, ancha tekisroq bo'ladi. Iste'molchilardagi yuklamalar tavsifi qanchalik turli-tuman bo'lsa, elektr stansiyasining ishlash rejimi shuncha tekis bo'ladi. Elektr stansiyasi yuklamasi qanchalik tekis bo'lsa, undagi agregatlardan shuncha to'la va bir tekis foydalaniladi.

Shunday qilib, elektr stansiyasining yuklama grafigi qanchalik tekis bo'lsa, uning FIKi shuncha yuqori, elektr stansiyasi ishi shuncha tejamli va ishlab chiqaradigan elektr energiyasi shunchalik arzon bo'ladi.

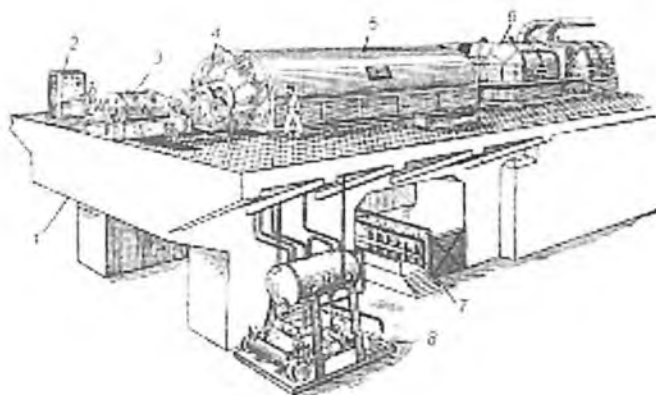
Issiqlik elektr stansiyalarining turlari. Issiqlik elektr stansiyalarida generatorlarni aylantirish uchun ishlash qonuniyati va tuzilishi turlicha bo'lgan agregatlar: bug' turbinalari, porshenli bug' turbinalari, dizellar, gaz turbinalaridan foydalaniladi. Issiqlik elektr stansiyalari qanday agregatlar ishlatilayotganiga qarab: bug' turbinali, bug' mashinali (yoki lokomobili), dizelli, gaz turbinali issiqlik elektr stansiyalari deb yuritiladi.

Bug' turbinali issiqlik elektr stansiyalar sanoat ahamiyatiga ega zamonaviy eng kuchli stansiyalardan hisoblanadi. Bug' mashinali elektr stansiyalarining FIKi nisbatan kichik bo'lib, ular kichik quvvatli qilib quriladi va mahalliy ehtiyojlarni ta'minlaydi. Bug' turbinali yirik elektr stansiyalar kondensatsiya elektr stansiyalariga va issiqlik bilan ta'minlovchi yoki issiqlik elektr markazlariga bo'linadi. Kondensatsiya elektr stansiyalarida yonilg'ining issiqlik energiyasidan faqat elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun foydalaniladi. Issiqlik bilan ta'minlovchi elektr stansiyalari elektr energiyasi ishlab chiqaradi va iste'molchilarni issiq suv va bug' bilan ta'minlaydigan issiqlik-elektr manbayidir (IEM).

Dizel issiqlik elektr stansiyalari qimmat va kamchil dizel yonilg'isi-neft mahsulotlari bilan ishlaydi. Shu sababli u kichik quvvatli quriladi va alohida tumanlarning xususiy ehtiyojlarini qondiradi.

Elektr energiyasi ishlab chiqarishda bug' turbinali stansiyalari salmoqli o'rin tutadi. Bunday stansiyalar mamlakatimizda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining 80% idan ko'prog'ini ishlab chiqaradi.

IES ning qurilmalari va agregatlari. Bug' turbinali elektr stansiyasida mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantiruvchi **turboagregat** qo'llaniladi. Turboagregat umumiy fundamentga o'rnatilgan uchta asosiy mashina: bug' turbinasi (6); uch fazali sinxron generator uyg'otgichi (3) dan tuzilgan (1-rasm). Uchala mashina vallari boshqarish shiti; 3-uyg'otgich; 4-gaz sovitgichlar seksiyasi; 5-generator; 6-bug' turbinasi; 7-vodorodli balonlar; 8-moy xo'jaligi.



1-rasm. Vodorod sovitgichli 100 ming kVt turboagregat.

Turbina stansiya qozonxonalaridan kelayotgan bug' energiyasidan harakatga keltiradi hamda generator va uning uyg'otgichini aylantiradi. Uyg'otgich sinxron generatorning aylanuvchi rotori chulg'amiga o'zgarmas tok beradi, bu tokning magnit kuch chiziqlari stator chulg'amini kesib o'tib, elektr yurituvchi kuch hosil qiladi.

Bug' turbinasining sinxron generatori bir juft qutbli bo'ladi. Bu qutblar chastotasi 50 Gs li o'zgaruvchan tok hosil qilish uchun minutiga 3000 marta aylanishga mo'ljallangan.

Turbinalar bir bosqichli va ko'p bosqichli bo'ladi. Bir bosqichli eng sodd qurilmalar bo'lib, aylanishi bo'ylab ish kuraklari bo'lgan, po'lat disk mahkamlangan. Kuraklar qarshisida bug' o'tilib chiqadigan qo'zg'almas purkagich-soplo mahkamlangan. Soplo uchlarida kuchli bug' oqimi hosil bo'lib, disk kuragiga bosadi va uni turbina o'qi bilan birgalikda aylantiradi. Elektr stansiya generatorlari turboagregat sifatida ko'p bosqichli turbinalar ishlatiladi, chunki bir bosqichli turbinalar FIKi ancha past.

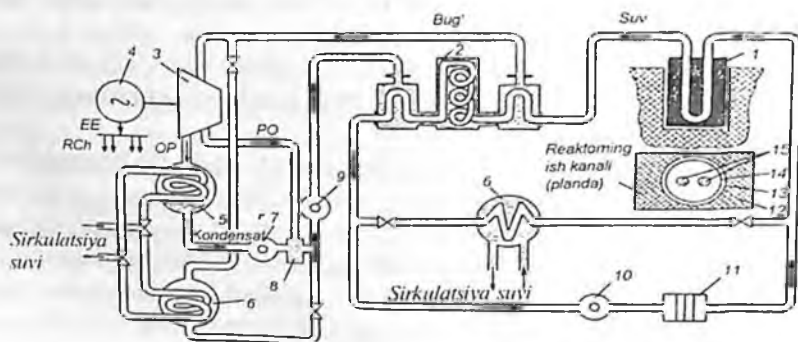
Ko'p bosqichli turbinaning aylanish tezligi unga yuboriladigan bug' miqdori bilan rostlanadi. Bug'ning kengayish jarayonida uning harorati pasayadi. Turbinaning oxirgi bosqichlarida bug' kondensatorga keladi. Kondensatorida bug' sovitish trubkalariga tegib suvga aylanadi. Turbina FIK uning quvvati hamda bug'ning dastlabki parametrlari: bosimi va haroratiga qarab ortib boradi.

Turbinalarning quvvatiga mos ravishda turbogeneratorlar ishlab chiqariladi. Generator rotor, stator va ular chulg'amalaridan tuzilgan

bo'lib, yuklamasi ortib borgan sari uning harorati ham ortib boradi. Generator barcha qismlarining me'yor chegaralarida saqlab turish uchun generatorlarning konstruksiyasida sovitish tizimi bo'ladi. Katta quvvatli generatorlarda ikki xil sovitish tizimi: berk havo hamda vodorod tizimi qo'llanadi. Sovitish kamerasiga havo maxsus filtrlar orqali kiradi. Vodorod bilan sovitish tizimida generator orqali vodorodning ayni bir hajmi haydaladi. Suvli gaz sovitgichlari generator g'ilofi ichiga joylashtiriladi.

1.4. Turli elektr stansiyalar

Atom elektr stansiyalari. AQSH, Fransiya, Kanada, Yaponiya, Koreya kabi rivojlangan mamlakatlarda elektr energiyaning yarmidan ko'pini atom elektr stansiyalari ishlab chiqaradi. 2-rasmda jahonda birinchi atom elektr stansiyasining qisqartirilgan qonuniyatli texnologik sxemasi ko'rsatilgan. Bu elektr stansiyasining quvvati 5 ming kVt bo'lib, 1954 yilda foydalanishga topshirilgan edi.



2-rasm. Atom elektr stansiyasining texnologik sxemasi.

Atom elektr stansiyasining odatdagi bug' turbinali elektr stansiyasidan farqi shuki, atom elektr stansiyasidan qozon agregati atom reaktori (1) bilan va bug' generatori esa issiqlik almashgich (2) bilan o'zgartirilgan. Elektr energiya manbai-bug' turbinali (3) va sinkron generator (4) dan iborat turboagregatdir.

Issiqlik energiyasi manbayi bo'lib, atom reaktori 1 xizmat qiladi. Atom reaktorida uran yadrosini neytron yordamida parchalovchi zanjir reaksiyasi ketadi. Zanjir reaksiyasini sekinlashtirgich va rostlab turgich sifatida grafitdan foydalaniladi.

Reaktor juda ko'p teshikli grafit (12) dan qurilgan bo'lib, teshiklarga ish kanallari qo'yilgan. Ish kanali ichiga uran qotishmasidan qilingan tayoqcha (14) o'rnatilgan po'lat quvur (13) qo'yilgan. Suv oqadigan U simon po'lat quvurcha (15) quvur (13) ichidan o'tadi. Barcha ish kanallari quvurining uchlari umumiy kollektorlariga birlashtirilgan.

Reaksiya natijasida uran tayoqcha (14) lar qizib, o'zining issiqligini nasos (10) yordamida 100 *ata* bosim ostida quvurcha (15) orqali oquvchi suvga beradi. Bunda sirkulatsiya suvining birinchi berk konturi hosil bo'ladi: bu kontur atom reaktori (1), bug' generatori (2), nasos (10), filtr (11) va yana qaytib atom reaktori (1) dan iborat. Atom reaktorida suv 270–300 °C gacha qizib, bug' generatoriga issiqlik olib boradi, u yerda issiqlikni suvga va undan hosil bo'lgan bug'ga beradi.

Ikkinchi berk konturda suv va bug' generatori (2), turbina (3), kondensator (5), kondensat nasosi (7), dearator (8), nasos (9) va yana bug' generatori (2) orqali aylanib oqadi.

Ikkinchi kontur suvi bug' generatori (2) da birinchi konturning suvi aylanib oqadigan qizigan novlarga tegib harorati 200 °C, bosimi 12,5 *ata* bo'lgan bug'ga aylanadi. Bug' turbina (3) ga kelib, undan so'ng, kondensator (5) ga boradi. Bu yerda bug'ni sirkulatsiya suvi bilan sovitiladi va u kondensatga aylanadi. Kondensat kondensatordan nasos (7) yordamida dearator (8) ga, undan esa nasos (9) bilan bug' generatori (2) ga haydaladi.

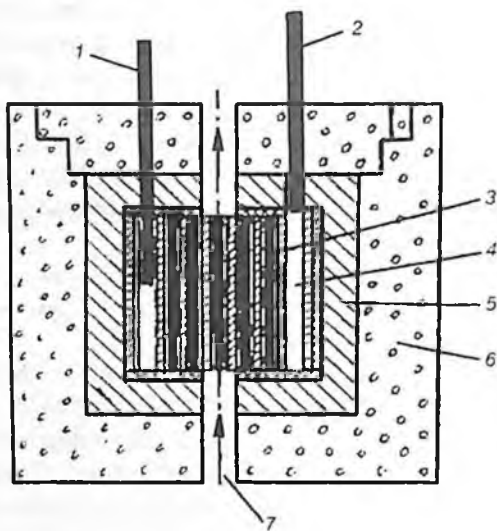
Birinchi konturdagi zaxira kondensator (6) bug' generatoridan tashqari suvni sovitadi, ya'ni suvning bug' generatorini ikkinchi kontur olmagan ortiqcha issig'ini olib ketadi. Bundan tashqari, zaxira kondensatordan ikkinchi kontur tizimini yoki bug' generatorining o'zini ta'mirlash vaqtida ham foydalaniladi.

Ikkinchi konturdagi zaxira kondensator (6) bug'ni turbinaga kiritmay kondensatga aylantirishga imkon beradi, bu esa turboagregatni qisqa muddatga to'xtatish va qayta ishga tushirishda juda zarurdir.

Reaktor ishlayotganida neytron, radioaktiv nurlar va gamma nurlar chiqadi. Bu nurlar reaktorda xizmat qilayotgan kishilar uchun xavflidir. Shuning uchun reaktor va bug' generatorlari yer ostiga o'rnatiladi va qalinligi 1 m suv, 3 m beton va 0,25 m bo'lgan cho'yan bilan muhofaza qilib qo'yiladi. Reaktorlar va bug' generatorlarini boshqarish to'la avtomatlashtirilgan.

Atom stansiyasining boshqa issiqlik stansiyalariga nisbatan bir qator afzalliklari bor: reaktorlar va bug' generatorlari shovqinsiz ishlaydi;

atmosfera tutun, kul va yoqilg'i kukunlari bilan ifloslanmaydi; yoqilg'i sarfi juda kam miqdorda. Jumladan, quvvati 5 ming kVt bo'lgan atom elektr stansiya to'la quvvat bilan ishlaganda sutkasiga 30 g uran sarflaydi. Xuddi shunday quvvatli bug' turbinali elektr stansiyasi esa sutkasiga 100 t ko'mir sarf qilishi, xuddi shunday quvvatli gidroelektr stansiyalari (GES) o'z turbinasidan 14 mln. m³ suv o'tkazishi kerak.



3-rasm. Atom reaktorining tuzilishi.

Issiqlik energiyasini ishlab chiqaruvchi atom reaktori quyidagi qismlardan tashkil topgan: 1—rostlovchi kadmiy tayoqchasi; 2—avariya vaqtida ishga tushiriladigan tayoqcha; 3—reaktor faol hududidagi issiqlik ishlab chiquvchi uran tayoqchasi; 4—reaktorning faol hududi; 5—neytronlarni qaytaruvchi devor; 6—biologik himoya ekрани; 7—issiqlikni reaktordan tashqariga olib chiquvchi ishchi suyuqlik yoki gaz.

Gidroelektr stansiyalar. Yuqoridan tushayotgan suv massasining bajargan ishi shu suv og'irligini tushish balandligi ko'paytmasiga teng. Demak, daryoning nishabi va suv miqdori qancha katta bo'lsa, uning energiyasi ham shuncha ko'p bo'ladi. Gidroelektr stansiyada daryoning faqat ma'lum qismining energiyasidan foydalaniladi. Daryo energiyasidan

to'la foydalanish uchun elektr stansiyalari kaskadi. ya'ni daryoning turli uchastkalarida ketma-ket bir necha elektr stansiya quriladi, masalan, Chirchiq daryosi kaskadi.

Gidroelektr stansiyasining quvvati stansiyaning barcha turbinalaridan oqib o'tuvchi suvning bosimiga va sarfiga proporsional bo'ladi. Bir xil elektr quvvatini suvning bosimini oshirish va sarfini kamaytirish yoki bosimini kamaytirish va sarfini oshirish yo'li bilan olish mumkin.

Suvning bosimi va suv sarfi daryo tavsifiga bog'liqdir. Tog' daryolarining suv oqimi kam bo'lsa ham o'zanining nishabi katta bo'ladi, shuning natijasida bunday daryo suvining bosimi katta bo'ladi. Tekislik daryolarining o'zani unchalik nishab bo'lmaydi, suv bosimi kam, biroq suv oqimi juda katta bo'ladi.

Gidroelektr stansiyasi qurilayotganda u bilan birgalikda qurilgan inshootlarning hammasi gidrouzel deb ataladi. Tekislikdagi daryoga qurilgan gidrouzel bir necha inshootlardan iborat bo'lib, ulardan asosiylari suv bosimi hosil qiluvchi to'g'on (bu to'g'on ortiqcha suvni quyi brefga o'tkazadigan suv oqizuvchi qism va berk qismdan iboratdir); kemalarni o'tkazuvchi shlyuzlar; stansiya binosi va turlari yordamchi inshootlardir.

Gidroelektr stansiyalarining oqayotgan suv energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi asosiy agregatlari gidravlik turbinalar va ular bilan birlashtirilgan sinxron generatorlaridir. Hidroelektr stansiyalari agregatlarining vallari gorizontal va vertikal joylashgan bo'lishi mumkin.

Gidroelektr stansiyalarida energiya ishlab chiqarish jarayoni ancha sodda. To'g'on tutib turgan suv o'tkazish kanali yoki nov orqali spiral kameraga va undan gidroturbina rotoriga kelib tushadi. Suv rotor kuraklariga bosib, ularni aylantiradi va kuraklar bilan birgalikda turbina o'qini ham aylanishga majbur qiladi. Turbina rotorining o'qi bilan generator rotorining o'qi birlashgan. Shuning uchun generator rotori aylanib, elektr energiya ishlab chiqaradi. Suv gidroturbinada mexanik ish bajarib bo'lgach, kanal orqali daryoning quyi sathiga erkin oqib ketadi.

Derivatsiya gidroelektr stansiyalari. «Derivatsiya» nomi gidroelektr stansiyalarining tavsifli xususiyatlari bilan bog'langandir. Bunday gidroelektr stansiyalarida suv daryo o'zanidan derivatsiya suv havzalari orqali olib boriladi. Bunday suv keltirish yo'llari ochiq kanallar, tunnellar va truboprovodlar bo'lishi mumkin. Suv keltirish yo'llari daryo qing'ir-qiyshig'ligini to'g'rilaydi, ularning nishabi daryo o'zaning nishabidan ancha kam bo'ladi. Nishablarning bir-biridan farq qilishi natijasida suv olinayotgan joydan bir oz masofadayoq suv sathining farqi hosil bo'ladi, suv sathlarining bu farqida gidroelektr stansiyasi turbinalarini harakatga keltirishda foydalaniladi.

Derivatsiya suv keltirish yo'liga suvning chiqishi uchun daryo o'zanida to'g'on quriladi. Derivatsiya kannallari oxirida bosim hosil qiluvchi basseyn quriladi, suv undan novlar orqali gidroelektr stansiya turbinalariga kelib tushadi. Derivatsiya truboprovodlarning suvni turbinalariga beruvchi novlar ulangan joyida suvni baravarlab turuvchi havza o'rnatiladi. Suv sarfining keskin o'zgarishi natijasida bo'ladigan gidravlik zarbalarni yumshatib turish kerak. Farxod va bir qancha boshqa gidroelektr stansiyalari katta quvvatli derivatsiya stansiyalariga misol bo'la oladi.

To'g'onli gidroelektr stansiyalar. To'g'onli gidroelektr stansiyalarida suvning butun bosimi to'g'on yordamida hosil qilinadi. Daryo o'zaniga ko'ndalang qurilgan to'g'on suv sathini ko'tarib yuqori bref hosil qiladi. To'g'onning ikkinchi tomonida suv sathi tabiiy holatida qolib, quyi bref hosil qiladi.

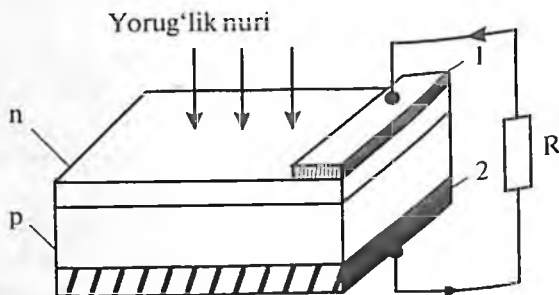
Daryoning yuqori va quyi breflaridagi suv sathining farqi suv bosimini hosil qiladi, suv bosimi turbinalarni harakatga keltiradi. To'g'on gidroelektr stansiyalari turbinasiga suv yo to'g'on orasidan yoki to'g'on ostidan o'tkazilgan truboprovodlar, yoxud tunnellar orqali keladi.

To'g'onlarning shakli va balandligi ma'lum darajada ular quriladigan joyning topografik sharoitlariga bog'liq. Qirg'oqlari nishab bo'lib tushgan va qoya toshlar bo'lmagan keng tekislikdagi daryolarda qurilgan to'g'onlar uncha baland bo'lmaydi va keng yoyilgan profilda bo'ladi.

G i d r o e l e k t r stansiyalari issiqlik elektr stansiyalariga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega: ularining FIKi yuqori (77% gacha); yoqilg'i qazib chiqarish va tashib keltirishga xarajat va zarurat bo'lmaydi; xizmat ko'rsatuvchi xodimlar kam bo'ladi va hokazo.

Quyosh elektr stansiyasida yorug'lik nuri yarim o'tkazgich fotoelementlar yordamida elektr energiyasiga aylantiriladi. Hozircha fotoelementlarning FIKi juda past bo'lib 10-15% ga boradi xolos.

Fotoelementlarda yorug'lik nurining yutilishi yarim o'tkazgich sirtining yupqa $10^{-1} \div 10^{-4}$ mm qatlamida sodir bo'lsa, p-n o'tish hududida zaryad tashuvchi faol juftliklar hosil qiluvchi qatlam qalinligi 1 mm. dan kichikroqdir. Bu qatlamlarning kichik qalinligini hamda material iqtisod



4-rasm.

qilishni hisobga olsak, fotoelementlarni yupqa parda (plyonka) shaklida yasash samaralidir (4-rasm). Bunda: 1—yuqori qismidagi tor elektrod; 2—pastdagi p-yarimo'tkazgich sirtini qoplagan keng elektrod. Elektr tokining yo'nalishi yuqoridagi n-qatlamda p-n o'tish qatlamiga parallel bo'lsa, pastdagi r-qatlamda esa perpendikularidir. Bunday holat tok chiziqlarining yuqoridagi tor elektrod 1 ga tortilishini ta'minlaydi. Nurlanuvchi n-yarim o'tkazgichning qalinligi qancha kichik bo'lsa, uning elektr qarshiligi shuncha kattadir. Shuning uchun p-n o'tish qatlamni fotoelementning yuqori qatlam faol sirtiga yaqinlashtirilgan sari foydaliligi oshsa, elektr qarshiligi ko'payishi sababli foydaliligi kamayadi. Bu esa fotoelementning nurlanuvchi faol qatlami eng maqbul (optimal) qalinligini qidirib topishga majbur etadi. Keng ishlab chiqariladigan fotoelement quyidagi xossalarga ega: tok $I=0,14\div 15$ A; fotoelektr yurituvchi kuch $E=0,55\div 64$ Vt; FIK $\eta=10,5\div 11,4$ %; solishtirma qarshiligi $\rho=1\div 10$ Om·sm; qalinligi $L=0,25\div 0,4$ mm.

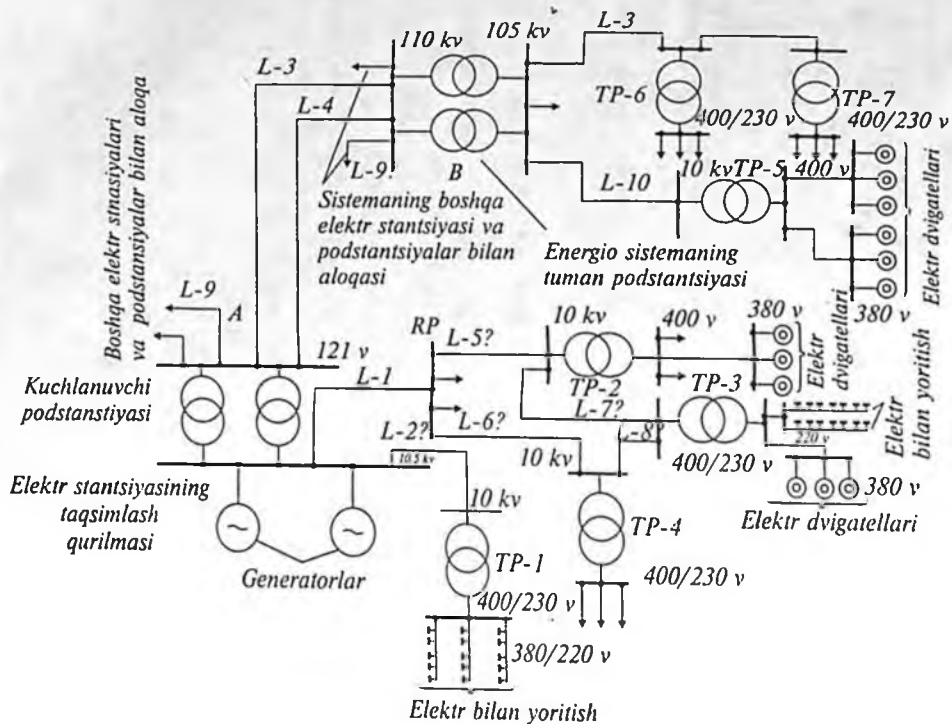
1.5. Elektr stansiya va podstansiya tizimlari

Elektr ta'minoti sxemasini tanlash loyihalashning muhim masalasidir. Bunday sxema o'z ichiga ta'minlovchi liniyalarni, korxonadagi pasaytiruvchi va tarqatuvchi podstansiyalarni, korxonada elektr energiyasini tarqatuvchi turli kuchlanishli uzatgichlarni, issiqlik elektr markazini o'z ichiga oladi. Iste'molchiga yaqinlashtirilgan podstansiyalar 35 kV, 110 kV kuchlanishlarni iste'molchilarning elektr pechlari va o'zgartirgichli podstansiyalarga yaqin keltiradi. Bunda energiya yo'qotishlari va o'tkazgich materiallari iqtisod qilinadi.

Elektr stansiyasi energetika tizimi bilan birgalikda parallel ishlab, tegishli grafik bo'yicha umumiy elektr bilan ta'minlashda qatnashganda: mahalliy iste'molchilarining butun yuklamasini qoplab, elektr quvvatining ortiqchasini energetika tizimiga bera oladi; o'z iste'molchilari yuklamasining bir qisminigina qoplay oladi (elektr quvvatining yetishmasligini energetika tizimining parallel ishlayotgan boshqa stansiyalari hisobiga to'ldiriladi); mahalliy yuklamani tamomila ta'minlay oladi, shu bilan birga, energetika tizimi elektr quvvatining zaxirasi bo'lib qoladi.

Elektr energiyasini uzatish va taqsimlash uchun uni bir kuchlanishdan ikkinchi kuchlanishga transformatsiya qilish (stansiyalarda oshirish, iste'molchida pasaytirish) kerak.

5-rasmda tuman energetika tizimi bilan uzoq elektr uzatish chizig'i orqali birlashgan elektr stansiyasining elektr energiyasini taqsimlashning taxminiy sxemasi berilgan.



5-rasm. Elektr energiyasi taqsimlashning soddalashgan sxemasi.

Elektr stansiya generatorlari 10,5 kV kuchlanishli elektr energiyasi ishlab chiqaradi. Bu energiya stansiya taqsimlash qurilmasining asosiy shinalariga keladi. Qo'shni tuman iste'molchilariga elektr energiya xuddi shunday kuchlanishda kabel uzatgichlari L-1 va L-2 orqali yuboriladi. Energetika tizimi bilan 110 kV kuchlanishli ikkita havo elektr uzatgichi L-3 va L-4 yordamida bog'langan. Kuchlanishni oshirish uchun elektr stansiyada kuchaytiruvchi transformator podstansiyasi bo'lib, uning katta quvvatli transformatorlari kuchlanishni 10,5 kV dan 121 kV ga oshirib beradi.

Elektr energiyasi L-3 va L-4 uzatgichlari orqali energetika tizimining boshqa elektr stansiyalari va podstansiyalari bilan birlashgan 110 kV kuchlanishli tuman podstansiyasiga keladi.

Bunday tuman podstansiyasi, odatda, mazkur tumandagi iste'molchilarni elektr energiya bilan shu podstansiyaning ikkilamchi kuchlanishi 6-10 kV bo'lgan pasaytiruvchi transformatorlari orqali ta'minlaydi. Tuman iste'molchilarida pasaytiruvchi TP-5, TP-6 va TP-7 transformator podstansiyalari bo'lib, podstansiyalarda qabul qilingan 6-10 kV kuchlanish 400/230 V kuchlanishgacha pasayadi va 380/220 V. kuchlanishda elektr qabul qiluvchilariga yetib keladi.

Kichik hududlarda mayda transformator podstansiyalari ko'payib ketganda shaharlar va yirik korxonalar territoriyasida markaziy taqsimlash podstansiyalari quriladi. Bulardan pasaytiruvchi podstansiyalar energiya oladi, masalan, sxemadagi TP-2, TP-3, TP-4 podstansiyalar taqsimlovchi podstansiya RP (raspredelitelnaya podstansiya) dan energiya oladi.

TP-1, TP-5 va TP-7 podstansiyalar energiya olish sxemasi bo'yicha berk (tupik) podstansiyadir; TP-6 podstansiya - o'tuvchi podstansiyadir, bunda TP-6 va TP-7 ga energiya beruvchi L-9 taqsimlash uzatgich bo'lib, qolgan hamma uzatgichlar ta'minlovchi uzatgichlardir. Ta'minlash sxemasi bo'yicha TP-2, TP-3 va TP-4 podstansiyalar L-5 va L-6 ta'minlovchi uzatgichlar hamda L-7 va L-8 uzatgichlar orqali bog'langan halqasimon podstansiyalardir.

Halqasimon sxema yordamida elektr energiyasi bilan ta'minlash boshi berk (tupik) sxema yordamida ta'minlashga nisbatan ishonchliroqdir. Biroq boshi berk sxema soddaroq bo'lib, podstansiyalar hamda elektr uzatgichlarni qurishda ko'p xarajat talab qilmaydi. Podstansiyalar sxemasi iste'molchilar yuklamasining kategoriyasiga qarab tanlanadi.

Elektr bilan ta'minlashning ishonchligini podstansiyalarga bira to'la ikkita parallel uzatgichlar energiya berish usuli bilan ham oshiriladi. Bu usul sxemada tuman podstansiyasiga energiya berish misolida ko'rsatilgan (L-3 va L-4 uzatgichlar).

Energetika tizimi bilan bog'liq bo'lmagan mahalliy elektr stansiyalarida elektr energiyasini taqsimlash osonlashadi, chunki stansiya energetika tizimiga bog'liq bo'lmaydi. Qator hollarda kichik quvvatli mahalliy elektr stansiyalari 380/220 V kuchlanishli elektr energiyani ishlab chiqaradi. Natijada transformator podstansiyalarini qurish zarurati yo'qoladi, bu stansiyalarning elektr tarmoqlari radiusi 4–5 km bo'ladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektr energiyasining temir yo'l transportidagi asosiy vazifasi nimadan iborat?
2. Elektr energetikasi tizimi deganda nimani tushuniladi?
3. Elektr energetikasi yuklamasi qanday tashkil topadi?
4. Issiqlik elektr stansiyasi sxemasini chizib, ishlashini tushuntirib bering.
5. Issiqlik elektr stansiyalarining O'zbekiston energetikasidagi salmog'i.
6. Hidravlik elektr stansiya sxemasini chizib, ishlashini tushuntirib bering.
7. Elektr energiyasi qabul qiluvchilarning nechta kategoriyasi bo'ladi?
8. Elektr yuklamalarining qanday turlari mavjud?
9. Atom elektr stansiyasining issiqlik mabayi.
10. Elektr stansiya va podstansiya tizimlari nima?
11. Qanday elektr qurilmasi podstansiya deyiladi?

IKKINCHI BOB

TAQSIMLASH QURILMALARINING IZOLATORLARI VA TOK O'TKAZGICH SHINALARI

2.1. Ichki va tashqi izolatsiya

Havoning dielektrik xususiyati. Tashqi izolatsiyaning asosiy dielektriki bo'lib atmosfera havosi xizmat qiladi. Yuqori kuchlanish (YuK)li elektrodlar yoki tok o'tkazgichlar havoda bir-biridan va yerdan ma'lum izolatorlar bilan ushlab turiladi. Izolatsiya masofasining havodagi uzunligi L yuqori kuchlanish qiymati U va *havoning elektr mustahkamligiga* E_v ga bog'liq. E_v esa atmosfera sharoiti va elektr maydonga bog'liq. *Birjins maydonning* barcha nuqtalarida kuchlanganlik E_p doimiy-o'zgarmas bo'lib qoladi. Elektrodlar oralig'idagi *nobirjins maydonda* kuchlanganlik E_p o'zgaradi. Bundan tashqari, kuchlanganlik E_p atmosfera sharoiti: havo bosimi p , havo harorati T va havoning absolyut namligi γ ga ham bog'liq.

Normal atmosfera sharoitida havo bosimi $p=101,3=Pa=760\text{mm}$ simob ustuniga, havo harorati $T=273\text{ K}$ ga va havo namligi $\gamma =11\text{ g/m}^3$ ga teng bo'ladi. Bu holatda birjins elektr maydonda *havo oralig'ining uzunligi* $L=1\text{sm}$ bo'lganda havoni teshib ketish kuchlanganligi $E_v=30\text{ kV/sm}=3\text{MV/m}$ ga yaqindir. Elektr uskunalarda ko'pincha *keskin nobirjins maydon* hosil bo'lib, razrad kuchlanganligi E_v keskin kamayib ketadi, masalan, $L=1\div 2\text{ m}$ masofada $E_v = 5=V/\text{sm}$. ga tushsa, $L=10\div 20\text{ m}$ da $E_v=2,5\div 1,5\text{ kV/sm}$ bo'lib qoladi.

Elektr uskunalari va uzatgichlarning havo oralig'i o'lchami L havoning elektr mustahkamligi E_v bilan belgilanib, nominal kuchlanish U ko'payishi bilan o'lcham L undan tezroq kattalashadi. Tashqi kuchlanish *razrad kuchlanishi* U_p ga yetganida elektrodlar orasidagi havo oralig'ining elektr izolatsiyalash xususiyati yo'qoladi. Bundan tashqari havo oralig'i $L\leq 1\text{ m}$ lik izolatsiya uchun har 100 m balandlikka ko'tarilganda yoki harorat har $3\text{ }^\circ\text{C}$ ga ko'tarilganda U_p taxminan 1 % kamayadi va namlik γ ikki marta ortsa U_p 6—8 % ga kamayadi.

Havoning elektr izolatsiyalash qobiliyatining buzilishi havoda *erkin elektron* paydo bo'lishi sababli boshlanadi. Kuchlanish berilgan elektrodlar oralig'i maydonidagi havoda erkin elektron anod tomon harakatlangani

uchun tezlashadi, ya'ni elektr maydonda kinetik energiyasi ko'payadi. Erkin elektrondan boshlangan *elektron lavinasi* rivojlanib—anod tomon siljib boraveradi hamda ko'ndalangiga ham kengayib boradi. Bunga diffuziya hodisasi va elektrostatik kuch sababdir. Lavina ichida elektron va ionlar ko'payavergach, polyarizatsiya hodisasi sababli lavinaning oldida (frontida) elektronlar jamlanadi hamda havodagi elektr maydoni kuchlanganligi E ko'payadi va shunga mos ravishda lavinaning orqa qismidagi E kamayadi. Lavina dumida qolgan elektronlar musbat ionlar bilan birga plazma hosil qiladi va bu plazmali *strimer kanalini* paydo qiladi. Strimer kanali anodgacha yetib borishi yoki bormasligi mumkin. Bors—havoni elektr teshib o'tilishi sodir bo'ladi.

Agar tashqi ionlash omillari yo'qotilsa, bor lavina anodga yetib kelmasligi va elektr toki o'tishining to'xtab qolishi ham mumkin. Bunday jarayon *nomustaqil razrad* deyiladi. *Mustaqil razrad* sodir bo'lganda tashqi ionlash omillari yo'qotilsa ham elektron lavinalari hosil bo'laveradi. Buning uchun yuqorida hosil bo'lgan har bir erkin elektron yangi ikkilamchi elektroni paydo qilish shart.

Toj razradi. Yuqori kuchlanish ta'sirida katodning uchli qismlaridagi elektr maydon kuchlanganligi E o'rtacha kuchlanganlik E_0 dan bir necha marta kattalashib ketadi. Bu katoddan erkin elektron chiqishiga olib keladi. Yuqori kuchlanishli elektr maydonda katodning uchli qismidan erkin elektronlarni havoga chiqish jarayoni *toj razradi* deyiladi. Radiusiga teng sim uchun toj razradining boshlanish kuchlanganligi E_t [kV/sm]:

$$E_t = 24,5m\delta \left[1 + \frac{0,65}{(\delta r)^{0,38}} \right] \quad (2.1)$$

bunda, δ —gazning nisbiy zichligi hamda δ_0 normal va δ_1 mazkur sharoitda havoning zichligi, m —koeffitsiyent.

Toj razradining yonib turish vaqti cheklanmagan. Toj razradini energiya yo'qotuvi ΔW ning kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Toj razradining asosiy ko'rsatgichlari: toj razradi boshlanish kuchlanganligi E_t va kuchlanishi U_t hamda energiya yo'qotuvi ΔW . Toj razradi radio shovqin hosil qiladi va unga ob-havo sharoitining o'zgarishi katta ta'sir ko'rsatadi.

Ichki izolatsiya deb, elektr uskunalarning atmosfera havosidan mutlaq to'silgan qismi tushuniladi. Ichki izolatsiya qisilgan gaz, qattiq va suyuq dielektrik yoki ularning kombinatsiyasi bilan to'ldirilgan hajmga joylashtiriladi. Ichki izolatsiya murakkab va ko'p turli bo'lishiga qaramay uning asosiy

xossalari qo'llanilgan dielektrik xossalalar bilan chambarchas bog'liq. Qanday dielektrikni qo'llash lozimligi esa quyidagilarga bog'liq:

– ichki izolatsiya dielektriklarining elektr mustahkamligiga havodan $5 \div 10$ va undan ham ko'proq marta katta. Bu elektr o'tkazgichlar orasidagi masofani shuncha marta qisqartirish va yuqori texnikaviy, iqtisodiy ko'rsatgichli uskuna yasash imkonini beradi;

– ichki izolatsiyaning jami yoki bir qisqa o'tkazgichlarni mexanik-turg'un holatda ushlab turuvchi tayanch vazifasini bojaradi, shuning uchun mexanik pishiq qattiq dielektrik qo'llaniladi.

– ichki izolatsiya hajmi orqali issiqlik energiyasi atrofga tarqatiladi. Iloji bor joyda suyuq va qisilgan gaz dielektriklarni qo'llash ma'qul.

Barcha ichki izolatsiya dielektriklari uchun quyidagi umumiylik bor: uning elektr mustahkamligi kuchlanishning ta'sir etish vaqti bilan juda murakkab bog'langanligi; elektr eskirishning mavjudligi; birgina elektr teshib o'tish (proboy)dan so'ng elektr mustahkamlikni qayta tiklanmas holati yuzaga kelishi; ekspluatatsiya jarayonida issiqlik, mexanik va boshqa omillarning ta'sir ko'rsatishiga chidamini ta'minlash lozimligi. Ichki izolatsiya quyidagi elektr mustahkamliklar bilan U_{pr} tavsiflanadi: standart yashin impulsiga qisqa muddatli mustahkamligi; ichki kommutatsiya o'ta kuchlanish impulsiga qisqa muddatli elektr mustahkamligi; foydalanish davomida ishchi kuchlanishning uzluksiz ta'siriga *uzoq muddatli elektr mustahkamligi* U_{v} .

Ichki izolatsiyaning elektr mustahkamligi U_{v} , U_{pr} tashqi izolatsiya mustahkamligi U_r dan va ekspluatatsiyada uchraydigan kuchlanishlardan ancha yuqori bo'lishi shart.

Ichki izolatsiya mustahkamligi U_{v} , U_{pr} o'z-o'zidan tiklanmaslik xususiyatiga ega. Yangi uskunalar ichki izolatsiyasining elektr mustahkamligini U_{v} , U_{pr} ekspluatatsiyadan oldin o'lchab bo'lmaydi, chunki bir marta elektr teshilish-proboy sodir bo'lgach, u ishlash qobiliyatini qisman yoki to'la yo'qotadi. U_{v} va U_{pr} ichki *izolatsiya sifatini nazoratlash* usuli bilan aniqlaydi. Jumladan, uning dielektrik yo'qotishi tgd , izolatsiya ichida *qismaniy razrad*larning mavjudligi, intensivligi, sinov kuchlanishi ta'sirining natijasi, kutilgan o'ta kuchlanishlarning me'yori va boshqalarga qarab aniqlanadi.

2.2. Izolatorlarning asosiy ko'rsatgichlari va turlari

Izolatorlar tok o'tuvchi qismlarni bir-biridan va yerdan elektr izolatsiya qilishga, tok o'tuvchi qismlarni mustahkam mahkamlashga hamda tok o'tuvchi qismlardan qisqa tutashuv toklari oqqanda yuzaga keladigan elektrodinamik zarbalarning ta'siriga chidamli bo'lishga mo'ljallangandir.

Izolatorlar yuqori sifatli farfor, chinni (keramika), shisha, epoksid kompond, polimerlardan yasaladi. Izolatorlar, apparatlarida ishlatiladigan apparat izolatorlariga, taqsimlash qurilmalarida ishlatiladigan stansiya izolatorlariga, havo elektr uzatgichlarda, qayishqoq qilib tortilgan shinalar tizimida ishlatiladigan tayoqcha izolatorlariga bo'linadi.

Stansiya izolatorlari o'z navbatida ochiq havoda va bino ichida o'rnatiladigan tayanch izolatorlari va kirma izolatorlariga bo'linadi. Tayanch izolatorlar shina konstruksiyalari va tok o'tuvchi boshqa qismlarni mahkamlash uchun ishlatiladi. Kirma izolatorlarda izolator quvuri ichidan o'tkazilgan mis tayoqcha yoki shinalar bo'ladi. Kirma izolatorlardan tok o'tuvchi qismlarini taqsimlash qurilmasining tokchalaridan, yopmalaridan va devorlardan o'tkazish uchun foydalaniladi. Izolatorlardagi metall detallar ularni tayyorlash vaqtida sement surkamasi va chinni kukuni yordamida armirovka qilinadi.

Bino ichida o'rnatiladigan stansiya tayanch va kirma izolatorlari 6 kV, 10 kV, 35 kV kuchlanishlarga moslab to'rt guruhda ishlab chiqariladi. Bu guruhlar sinish yuklamalariga ko'ra quyidagicha tavsiflanadi:

A guruh—sindiruvchi yuklamasi 375 kg;

B guruh—sindiruvchi yuklamasi 750 kg;

V guruh—sindiruvchi yuklamasi 1250 kg;

D guruh—sindiruvchi yuklamasi 2000 kg.

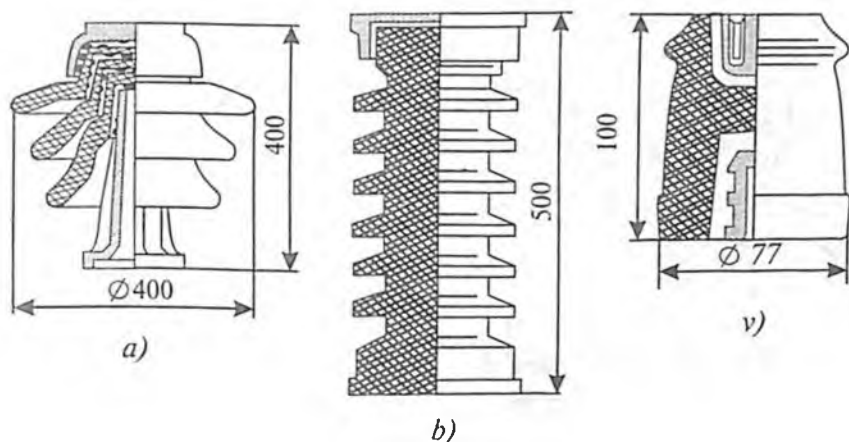
Joiz yuklama sindiruvchi yuklamaning 60 % iga teng bo'ladi.

Izolator materialiga talablar. Izolator sirti bo'ylab oqadigan zaryad yo'lini uzaytirish uchun izolator sirtida maxsus shakldagi do'nglik qovurg'alar (rebra) hosil qilinadi. Chinning elektr chidamliligi 30–40 kV/mm, shishaniki – 45 kV/mm. Chinning 1,5 mm. da mexanik chidamliligi qisishga 45 MPa, tortishga 30 MPa, bukishga 70 MPa. dan qolishmaydi. Namlanishdan saqlash uchun chinni izolator sirti oq yoki jigarrang *glazur* bilan qoplanadi. Izolator materialining sirti gigraskopik bo'lmashligi, meteorologik sharoit ta'sirda o'z xossalarini o'zgartirmasligi hamda yuqori darajada trekingga chidamli bo'lishi shart.

Izolatorlar bajaradigan vazifasiga qarab quyidagilarga bo'linadi: tayanch izolator; osma izolator; kirma izolator.

Tayoqcha tayanch izolator. Tok o'tkazuvchi shisha yoki kontakt detallarni o'rnatishda qo'llanadi. Tuzilishi: uzunchoq chinni yoki farfor tananing ikki uchiga metall biriktirgich sement bilan mustahkam o'rnatilgan. Ichki qurilmaga tanasi to'la yoki g'ovak chinnilik 35 kV gacha chiqariladi (6-b, v-rasm).

Belgisi: OF–35–375; O—tayanch (oporniy), F—farfor, nominal kuchlanish $U_n = 35$ kV, bukish kuchi 375 kN.



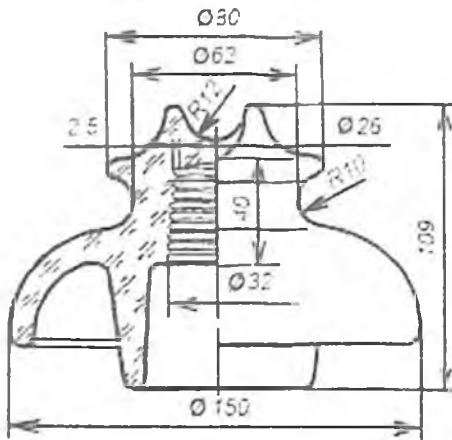
6-rasm.

Tashqi qurilmada ishlatiladigan izolatorga sirt qovurg'alari ko'pincha kuchlanish 35kV, 110kV bo'lgandagina yasaladi. Belgisi: ONS-35-2000 bo'lib, unda O-tayanch, N-tashqi, S-tayoqcha, $U_n=35$ kV, parchalash kuchi $F=2000$ kN. Tayanch izolatorlar qisqa tutashuvda paydo bo'ladigan katta elektrodinamik kuchlarga chidashi kerak.

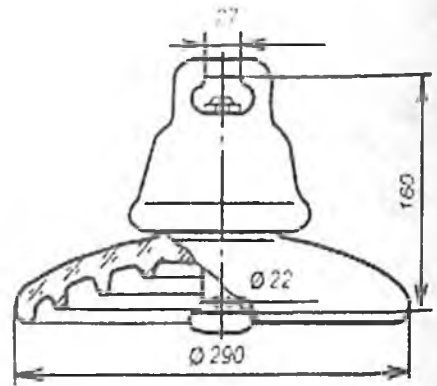
Nayzaga tayanch izolator. Yuqori kuchlanishli simlarni tayanch ustunlarga o'rnatishda ishlatiladi. Tuzilishi: farfor tananing tagida metall nayzasi o'rnatiladigan maxsus chuqurcha va tepasida sim biriktiriladigan ariqcha va halqasimon botiqlik bor (6a-rasm). Bunday izolatorlarning 6 kV, 10 kV uchun tanasi bir elementlik va 35kV uchun tanasi bir-biriga mustahkamlangan bir necha elementlari bajariladi. Belgisi: ShF-6 va ShS-6; Sh – nayza (shtir), F-farfor, S-shisha, $U_n=6$ kV.

Likobcha osma izolator. Elektr uzatgichlarda tok o'tkazuvchi simlarni ustun konstruksiyasiga osish maqsadida ishlatiladi. Tuzilishi: metallsiz (7 a-rasm) va metall osmali (7 b-rasm). Chinni, farfor yoki shisha tana tepasiga metall do'ppi va tagiga ilgakli metall tayoqcha sement bilan biriktirilgan bo'ladi. Izolator sirti bir va ikki likobchali yasaladi. Likobchani yomg'irda ham quruq pastki qismiga ko'pincha qovurg'alar yasaladi (7 b-rasm). Kuchlanish 35 kV ko'pincha yakka izolator 110 kV, 220 kV va 500 kV da izolatorlar shodasi-girlyanda shaklida ishlatiladi.

Girlyanda sharnirli bo'lgani uchun u faqat tortish kuchiga ishlaydi, ammo izolator chinnisi ichida metall do'ppi va tayoqcha shunday joylashtirilganki, chinni faqat yuqori chidamli qisilish kuchi ta'siriga ishlaydi (8-rasm). Likobchani tepa sirti tekis bo'ylab, $5^\circ-10^\circ$ konus



a)

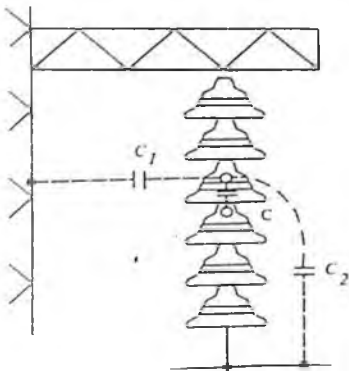


b)

7-rasm.

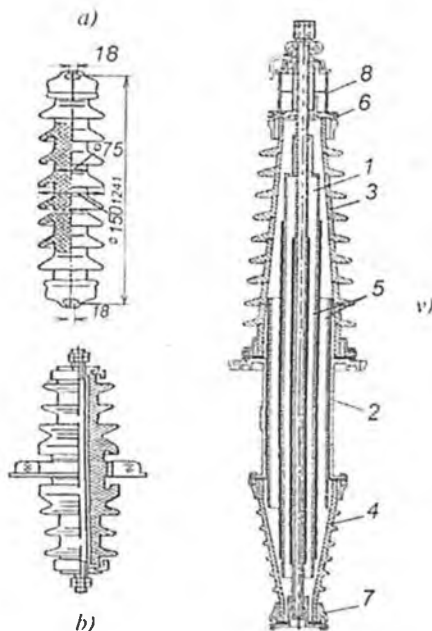
shaklida yasaladi va yomg'ir suvini to'xtamay oqib tushishini ta'minlaydi. Tag sirti zaryad yo'lini uzaytirish uchun bir necha do'ngalak qovurg'ali yasaladi. Likobcha osma izolatori ishdan chiqishiga do'ppi bilan tayoqcha orasida chinni yoki shisha hajmini elektr teshib o'tilishi sabab bo'lsa-da, ammo mexanik chidamliligi o'zgarmay qolgani uchun sim yerga tushmaydi. Belgilanishi: PS-16 B; P - osma (podvesnoy) S - shishali, 16-kuch $F=160$ kN va B-izolatorning tuzilishini ko'rsatadi. Osma izolatorlar elektr uzatgich simlarning tonnalab og'irligini ko'tarishi shart.

Tayoqcha osma izolator. Tuzilishi: ko'rinishi-cho'zinchoq, sirti-



8-rasm.

qovurg'ali shakildagi farfor tayoqchani ikki uchiga metall do'ppi biriktirilgan (9 a-rasm). Polimer va uzinasiga shisha tola bilan pishiqlashtirilgan epoksid kompaundidan yasalgan izolator ham keng qo'llaniladi. Jumladan, shisha-epoksid tayoqcha osma izolatorlardan elektr uzatgich faza simlari orasidagi hamda ko'psimlik fazalardagi simlar orasidagi havo masofasini o'zgarmas ta'minlashda foydalanilmoqda. Osma tayoqcha izolatorlar elektr uzatgichlar simini osib qo'yishda kam qo'llaniladi, chunki izolator sinsa, sim yerga tushib ketadi.



9-rasm. Tayoqcha osma izolator (a), bir elektrodli (b) va kondensator elektrodli (v) kirma izolatorlar.

Kirma izolator. Devor va metall korpus orqali elektr tokini, ayniqsa, tok yuqori kuchlanishli bo'lsa, o'tkazishda ishlatiladi (9 b-rasm). Tuzilishi: uzun silindsimon farfor quvuri (1) ichiga yuqori kuchlanishli tok o'tkazuvchi metall tayoqcha (2) va tashqarisiga yerlangan biriktiruvchi yassi metall halqa (3) o'rnatilgan. Kuchlanish 6 kV, 10 kV, 35 kV li kirma izolator to'la farfor tayoqchasidan tuzilgan. Belgisi: PNSh-35/3000; P-kirma (proxodnoy), N-tashqi, Sh-shinalik, $U_n=35$ kV $I_n=3$ kA $F=20$ kN. Lekin 110 kV va undan yuqoriroq kuchlanish uchun mo'ljallangan kirma izolator murakkabroq tuzilgan.

110 kV va undan yuqori kuchlanishlarga mo'ljallangan kirma izolatorlarda elektr maydonni rostlash usuli qo'llaniladi. Izolatsiya elektr maydonini rostlashning asosiy mazmuni *nobirjinslik koeffitsiyenti*

$$K_i = E_{\text{mak}} / E_0 \quad (2.2)$$

ni iloji boricha kamaytirish va $K_1=1$ ga yaqinlashtirishdir. Bunda, E_{mak} —elektr maydonning eng katta va E_0 —oʻrtacha kuchlanganligidir. *Izolatsiyadan foydalanish koʻeffitsiyenti* η

$$\eta = 1 / K_1 \quad (2.3)$$

Elektr maydonni rostdash izolatorming elektr chidamliligini oshirish, izolator uzunligini qisqartirish, toj razradiga energiya sarfini va zararli radio toʻlqinlar chiqishini kamaytirishga xizmat qiladi. Izolator atrofidagi elektr maydoni keskin nobijins maydon boʻlib, unda $K_1 \geq 3$ gacha va undan ortiq boʻladi.

Elektrodlar yonidagi maydon kuchlanganligi kamida 3 marta kattalashadi. Umuman, maydonning eng katta kuchlanganligi

$$E_{\text{mak}} = f(\epsilon) \quad (2.4)$$

ϵ — nisbiy elektr singdiruvchanlikka proporsionaldir.

110 kV va undan yuqori kuchlanishlarga moʻljallangan kirma izolator elektr maydonning eng katta kuchlanganligi E_{mak} markaziy kirma elektrod (1) bilan yerlangan biriktiruvchi elektrod (2) oraligʻidagi radius boʻylab sodir boʻladi (9 v-rasm). Bu oraliqda kondensator elektrodlari (5) dan foydalanib, oraliq bir necha ketma-ket oraliqlarga ajratiladi. Oraliqlarni chegaralovchi elektrodlarda orasidagi sigʻim shunday olinadiki, natijada maydon rostdashadi. Kirma izolator tashqi va ichki konussimon izolator pokrishkalari (4) yordamida markaziy elektrod (1) ni qoʻzgʻalmas holda saqlaydi.

Kirma izolator ichiga transformator yoki kondensator moyi quyib qoʻyiladi, chunki uning elektr chidamligi juda yuqori. Transformator moyida razradning shakllanish vaqti katta boʻlgani uchun moyni teshib oʻtish kuchlanishi U_v kuchlanishning koʻtarish tezligiga bogʻliq: qancha tez koʻtarilsa, U_v shuncha baland. Masalan, yangi transformator moyining 50 Gs da standart elektrodli $S=2,5$ mm masofani teshish kuchlanishi $U_v = 40 \div 60$ kV oraligʻida boʻlib, moyning namlik va tozaligiga bogʻliq. Moy eskirgach, U_v kamayib ketadi. Kondensator va transformator moylari tabiiy suyuq uglevodorod birikmalari boʻlib, neftni qayta ishlab olinadi. Sintetik suyuq dielektriklar tuzilishida uglerod atomi kremniy atomi bilan almashtirilgan boʻladi. Sintetik suyuq dielektriklarning ishlash harorati anchi yuqori $400 \div 500$ °C boʻlib, tabiiy dielektrik esa $100 \div 150$ °C gacha ishlaydi.

Izolatsiyani koordinatsiyalash-muvofiqlash deb, izolatsiya elektr mustahkamligi bilan unga taʼsir etuvchi kuchlanish orasidagi zaruriy moslashuvni ekspluatatsiyada taʼminlashga aytiladi. Bunda izolatsiyani iqtisodiy asoslangan kichik shikastlanish va javobgarligi kamroq isteʼmolchilarni elektr taʼminotida uzulish ehtimoli koʻzda tutiladi.

2.3. Tok o'tkazuvchi shinalar

Tok o'tkazuvchi ochiq shinalar mis, alyuminiy va po'latdan yasaladi. Qattiq qilib tortiladigan shinalar sifatida ko'pincha alyuminiy shinalar, egiluvchan qilib tortiladigan shinalar sifatida esa po'lat—alyuminiy simlar ishlatiladi.

Shinalarning kesim va shakllari o'tuvchi tokning kattaligi, shinalarning sovish sharoitlari hamda qurilmaning nominal kuchlanishi kattaligiga bog'liqdir. Nominal kuchlanish ma'lum qiymatiga yetganda toj razradi hosil bo'lishi hamda elektronlar oqimi shina chetlaridan atmosferaga chiqib ketishi mumkin.

Ko'pincha 6 kV dan 35 kV gacha kuchlanishli berk taqsimlash qurilmalari (ZRU) shinalarda odatda katta elektr toklari oqadi. Mazkur shinalar sifatida uzunligi 45 metrgacha va eni 30, 40, 50, 60, 80, 100 mm hamda qalinligi 2, 5, 6, 8, 10 mm bo'lgan to'g'ri to'rtburchak shaklli materiallar ishlatiladi. Shinalar ko'ndalang kesim yuzasining o'lchami uning eni va qalinligi bilan aniqlanadi. 40 mm x 4 mm (ko'ndalang kesim yuzi 160 mm²); 40 mm x 5mm (200 mm²); 50mm x 5mm (250 mm²); 60mm x 6mm (300 mm²); 60mm x 8mm (480 mm²); 80 mm x 8 mm (640 mm²); 80 mm x 10 mm (800 mm²); 100mm x 8 mm (800 mm²) va 100 mm x 10 mm (1000 mm²) o'lchamli shinalar eng ko'p ishlatiladigan shinalardir.

Yuklama toklari va ayniqsa, qisqa tutashuv toklari katta bo'lgan taqsimlash qurilmalarda, to'g'ri to'rtburchak kesimli shinalardan tashqari, katta quvvatli generatorlarning uchlaridan chiqqan ichki chiqish fazalariga ulanib, bino ichida tortiladigan tok o'tkazish simlari sifatida qobiqsimon kesimli shinalar ham ishlatiladi.

To'g'ri to'rtburchak va qobiqsimon kesimli shinalar o'zlarining shakllariga ko'ra issiqlik tarqatish sirtlari katta bo'lgani sababli tez soviydi. Ular oqilona joylashtirilganda elektr dinamik jihatdan barqaror bo'ladi. Bunday shinalarning afzalligi ularning arzonligi va montaj qilishning qulayligidir. To'g'ri to'rtburchakli shinalarning muhim kamchiligi shundan iboratki, kuchlanish katta qiymatga erishganda toj razradi toki hosil bo'lishi bilan energiya isrofi sodir bo'lishidadir. Toj razradi yonganda havoning ionlanishi natijasida izolatorlar va shinalar orasidagi havo oraliqlaridan tok o'tib, qisqa tutashuvga olib kelish xavfidadir. Qisqa tutashuv toki shinalarni ham shikastlaydi.

35 kV, 110 kV kuchlanishli berk taqsimlash qurilmalari ZRU va har qanday kuchlanishli ochiq taqsimlash qurilmalari ORU uchun yumaloq doira shakldagi kesimli shinalar ham ishlatiladi. Bunday shinalarda ob-havo yaxshi bo'lganda toj razradi hosil bo'lmaydi. Shinalar

egiluvchan qilib tortilganda, yumaloq kesimli shinalar sifatida, havo elektr uzatgichlariga mo'ljallangan AS markali ochiq po'lat-alyuminiy simdan foydalaniladi. Bosh yig'ma shinalar taqsimlash qurilmasi konstruksiyasining bir qismi bo'lib, elektr energiyasi bu shinalarga elektr stansiyasi generatorlaridan yoki podstansiya transformatorlaridan keladi va energiya olib ketuvchi barcha elektr uzatgichlar shu shinalarga ulanadi.

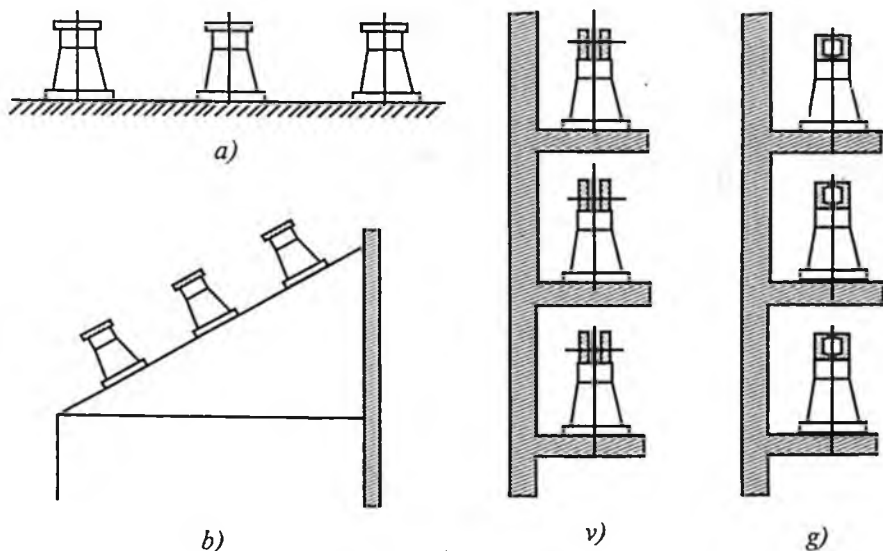
Berk taqsimlash qurilmalarida turli fazalarning shinasi vertikal, gorizontol yoki qiya joylashtiriladi. Shinalar vertikal joylashtirilganda har bir fazaning shinalari tokchalar yordamida ajratiladi. Qanday vaziyatda bo'lishidan qat'i nazar, to'g'ri to'rtburchak kesimli shinalar bir-birlariga ingichka tomonlari-qirralari bilan qaratib qo'yiladi. Bunday joylashtirishdan sabab qisqa tutashuv toklari oqqanda shinalarning elektrodinamik barqarorligi oshadi.

Yuklama toki katta bo'lganda shinalar paket qilib joylashtiriladi. Har qaysi paket bir necha polosadan iborat bo'lib, ular o'rtasidagi oraliq shina qalinligiga teng bo'ladi. Havo oraliqlari shinalarni yaxshi sovitib, ularga paket polosalari kesimi yig'indisiga teng bo'lgan yaxlit shishaga ko'ra ko'proq tok yuklamasi berish imkonini beradi.

Biroq paketdagi polosalar soni ortgan sari yo'l qo'yilgan yuklama ular soniga proporsional ravishda emas, balki juda kam ortadi, chunki paketda polosalar soni qancha ko'p bo'lsa, shinalarning sovish sharoiti shuncha yomonlashib boradi. Bundan tashqari o'zgaruvchan tokda paketdagi qo'shni polosalarning magnit maydonlari bir-biriga ta'sir qilib, shinalarni qo'shimcha qizitadi. Shuning uchun, o'zgaruvchan tok bo'lganda paketlar faqat ikki-uch polosadan yig'iladi.

Shina paketining polosalari orasida tirqish hosil qilish uchun RPSH (razborniy prokladki shinno'i), ya'ni shinaning kergi qistirmalari ishlatiladi. Ularni butun paket uzunligi bo'ylab ma'lum oraliqlarda o'rnatiladi. RPSH qistirmalari po'lat shpilka, ikkita po'lat skoba, gaykalar va prujinali shayblardan tuzilgandir.

Berk taqsimlash qurilmalari bosh shinalarining gorizontol, vertikal va qiya joylashtirilishi 10-rasmda ko'rsatilgan. Shinalarni qanday tekislikda qo'yilishiga qarab, izolatorlarga ular yo keng tomonlari bilan chalqancha yoki tor tomonlari—qirralari bilan o'rnatiladi. Shinalarni izolatorlarga mahkamlash uchun shina tutqichlari ishlatiladi. Shinalarni chalqanchasiga va qirralari bilan mahkamlash uchun PSh (plashmya) va RSh (rebrom) shina tutqichlardan keng foydalaniladi. Rasmda a—gorizontol joylashtirish, b—qiya joylashtirish, v—yassi shinalarni vertikal joylashtirish, g—qobiqsimon shinalarni vertikal joylashtirish ko'rsatilgan.



10-rasm. Asosiy shinalarning joylashish eskizlari.

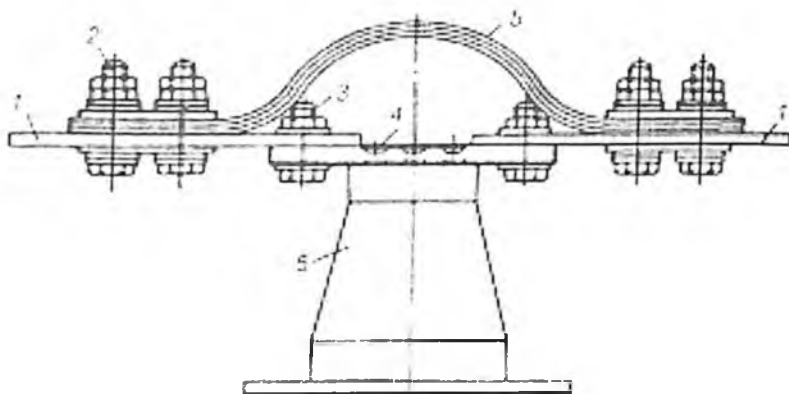
Mahkamlanadigan shinalarning kesimi va ularning paketdagi polosalari soniga qarab shina tutqichlar o'lchami ham turlicha bo'ladi. PSh va RSh shina tutqichlar asos (1), po'lat varaqidan shtampovka qilingan ustki nakladka (3) dan hamda gayka va shaybasi bo'lgan shpilka (2) dan iborat.

Uyurma toklarning hosil bo'lishiga va shina tutqichlarni qizib ketishiga yo'l qo'ymaslik maqsadida, shpilkalardan biri po'latdan, ikkinchisi latundan yasaladi, latun shpilka shina atrofida po'lat hosil qilgan magnit konturini uzadi. Shina tutqichda o'rnatilgan shina bilan ustki nakladka o'rtasida 1,5–2 mm havo bo'shlig'i qoldiriladi, yuklama va qisqa tutashuv toklari shinani qizdirib yuborganida, bu bo'shliq, uning o'z o'qi bo'ylab erkin siljishiga imkon beradi.

Shina tutqichlar bino ichida o'rnatiladigan tayanch izolatorlarga shina tutqich asosining markazidagi teshik orqali o'tkazilgan bir bolt bilan mahkamlab qo'yiladi. Yassi qo'yiladigan shinalar ba'zan izolatorlarga boltlar yordamida shinadagi teshik orqali mahkamlanadi, bunda shinaning foydali kesimi bir oz kamayadi.

Shinalar juda katta uzunlikka ega bo'lganda ular uzunligi 14–6 m bo'lgan qismlarga bo'linadi. Bunday qismlar bir-biriga uzaytirish kompensatorlari yordamida ulanadi (11-rasm).

Kompensatorlar bir necha egik folga polosalaridan iborat bo'lib,



11-rasm. Shinalarning uzayish kompensatori.

polosa shina materialidan yasaladi. Kompensatorning umumiy ko'ndalang kesimi shinalarning ko'ndalang kesimlariga mos kelishi kerak. Rasmda 1—shinalar, 2—kompensator shinalarga mahkamlanadigan bolt, 3—shinalar nakladkaga mahkamlanadigan bolt, 4—birlashtiruvchi nakladka, 5—egiluvchan folga tasmasi, 6—tayanch izolator. Shinalar qattiq qilib tortilganda, yumaloq kesimli shinalar sifatida, po'lat novlar ishlatiladi.

3.4. Kabellar

Kabel mahsulotlarining turlanishi. Kabel mahsulotlari ishlatilishi bo'yicha quyidagi turlarga bo'linadi: havo elektr uzatgichlari va elektr transportida ishlatiladigan izolatsiyalanmagan simlar; turg'un va harakatdagi energiya iste'molchilarga mo'ljallangan quvvat kabellari; nazorat kabellari; montaj uchun simlar; chulg'alar uchun simlar; xo'jalik va qurilma simlar; simli telefon aloqasi kabellari; maxsus kabellar.

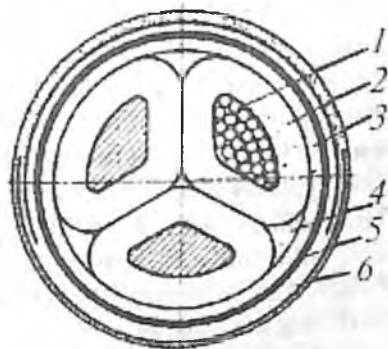
Havo elektr uzatgichlari ishlatiladigan izolatsiyalanmagan simlarga katta mexanik yuklama, atmosfera yog'ingarchiliklari va havo kislorod ta'sir ko'rsatadi. Bunday simlar po'lat-alyumin va alyumindan yasaladi. Po'lat-alyumin simlarning o'rtasidan po'lat simlar joylashtirilib, uning atrofiga alyumin simlar o'raladi. Simlar orasiga korroziyaga qarshi neytral qovushqoq modda kiritiladi. Elektr transportida ishlatiladigan simlar ko'ndalang kesimi maxsus shakl berilgan mis va mis qotishmalaridan yasaladi.

Quvvat kabellari turg'un iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashga mo'ljallangan bo'lib, ular yer osti transheyalar, kanallar, bloklar, tunnellarga joylashtiriladi. Quvvat kabellari 0.4kV, 6kV, 10kV, 35kV, 110kV va undan ham yuqori kuchlanish uchun mo'ljallangan bo'ladi. Quvvat kabeli, asosan, yuqori kuchlanishli tok o'tkazgich tomirlardan tuzilib, tomir ustiga elektr izolatsiyasi o'raladi. Kabelni germetizatsiyalash uchun qo'rg'oshin yoki alyuminiy qobig'idan foydalaniladi.

Quvvat kabelining ko'ndalang kesimi 12-rasmda keltirilgan. Unda: 1—tok o'tkazuvchi jilalar; 2—tok o'tkazuvchi tomir (jila)larning izolatsiyasi; 3—uchala faza tok o'tkazuvchi jilalarning umumiy izolatsiyasi; 4—oralik tirqishni to'ldirgich material; 5—qo'rg'oshindan yasalgan himoya qobig'i; 6—tashqi izolatsiyalovchi qobiq; 7—po'lat lentadan yasalgan qalqon (bronya); 8—korroziyaga qarshi qatlam.

12-rasm. Korxonada elektr energiyasini tarqatish uchun kabellar va tok o'tkazgichlar, ba'zan havo elektr uzatgichlarida ham ishlatiladi. Elektr ta'minoti tizimlarida 6 kV, 10 kV, 35 kV, 110 kV va 220 kV li kabellar ishlatiladi.

Kabelni mexanik zararlanishdan asrash uchun qobiq ustiga po'lat tasmadan zirh hosil qilinadi. Metall zirxni korroziyadan asrash uchun ustiga bitum singdirilgan kabel qog'oz yoki to'qima tasma o'rab muhofazalanadi. Kabel tomiri misdan yoki alyuminiydan yasaladi. Katta ko'ndalang kesimli kabel tomirining egiluvchanligini ta'minlash uchun tomir bir qancha simlardan tashkil qilinadi. Kabel izolatsiyasi kompaund yoki moy shimdirilgan kabel qog'oz yoki polimer materialdan yasaladi. Qog'oz tasmasining eni 12–32 mm, qalinligi 80–170 mkm va zichligi 0,78–1,1 t/m³ bo'ladi. Kuchlanishi 35 kV gacha kabelda moy-konifol kompaundi ishlatiladi. Moyga 15–30 % konifol qo'shilsa, uning quyushqoqligi ortadi va oqib ketishdan asraydi. Kabel tomiri qiziganda atrofida kichik o'lchamli bo'shliqlar hosil bo'lib, bo'shliqdagi qismaniy razradlar kabel elektr chidamligini kamayishiga olib kelishi mumkin. 110 kV va undan yuqori kuchlanishli kabellar bir tomirli yasilib, unda kam quyushqoqli moy qo'llaniladi va zichlangan qobiq ichiga bosim beriladi.



12-rasm.

3x120 mm² kesimli kabelning turli kuchlanishlardagi texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari

I-jadval

Kuchlanish, kV	Kabel markasi	O'tkaziladigan quvvat, MVA	Qiymati, ming so'm/km	Solishtirma qiymati, som/(kVA·km)
6	ASB	1,5	4,22	2,82
10	ASB	2,5	4,5	1,85
20	AOSB	5,0	10,65	2,13
35	AOSB	8,75	14,0	1,6
110	AOSB	75,0	150,0	2,0

Eslatma: MSSV kabeli 3 (1x150) mm² kesim yuzasiga ega.

6 kV va 10 kV kuchlanishlarda mis tomirli SBG va SBGV kabellari va alyuminiy kabellar ishlatiladi. Kabelning qog'oz izolatsiyasi oddiy kabel massasi bilan shimdirilgan bo'lsa, 100 metr oraliqda sathlarning farqi 15 metrdan ortmaydigan trassada yotqizilishi kerak. Trassalarda katta qiyalik va vertikal (tik) uchastkalar ko'p bo'lsa, maxsus oqib tushmaydigan serezin massasi bilan shimdirilgan qog'oz izolatsiyali kabellar ishlatiladi. Uning markasiga S harfi qo'shiladi. Masalan, SSBG. Undan tashqari kabel massasi kamroq shimdirilgan kabel ham yuqoridagi hol uchun ishlatiladi. Unda markasi oxiriga V harfi qo'shiladi: AABV – qog'oz izolatsiyali, alyuminiy tomirli va qobiqli, zirhli, korroziyaga qarshi qoplamali, vertikal o'tkazish uchun chiqarilgan kabel.

20 kV va 35 kV kuchlanishli kabellar markasi AOSBG – faza tomirlari alohida qo'rg'oshin qobiqli, AOSK – dumaloq po'lat simlardan zirhli.

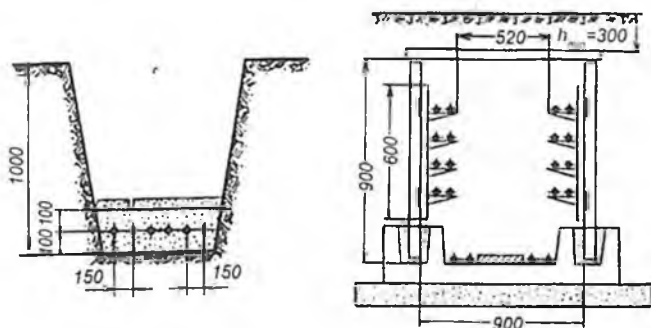
110 kV li kabellar moy to'ldirilgan, bir fazali bo'lib, mis tomiri ichida moy bosim ostida bo'ladi. Mis tomir to'g'ri burchakli kesimli simlardan quvur qilib o'ralgan bo'lib, simlar orasidagi tirqish (zazor)dan moy tashqarida o'ralgan qog'oz izolatsiyani yog'lab turadi. Quyidagi markalari bor: MNSA – 110-moy to'ldirilgan past bosimli (1kgs/sm² gacha), MSSA – o'rta bosimli (3kgs/sm² gacha) – asfalt qoplamali bo'lib, transheyada yotqiziladi.

Tunnellarda MSS, MSSShv va MSAV markali o'rta bosimli kabellar ko'proq ishlatiladi. Ular qo'rg'oshin qobiqda 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500, 625, 800 mm² alyuminiy qobiqda 150, 185, 240, 270 mm² li ko'ndalang kesimlarga ega.

Kabellarni yotqizish usullari. Korxonada hududida kabellar trassalarini va yotqizish usullarini tanlash muhim masala hisoblanadi. Trassalarni tanlashda turli yer osti va yer usti kommunikatsiyalar (suv va gaz quvurlari,

kanalizatsiya, telefon va boshqalar)ni hisobga olish lozim. Mashinasozlikda ularning soni 20 tagacha, kimyo va neftni qayta ishlashda undan ham ortiq bo'ladi. Temir yo'llar, avtomobil yo'llari, sexlar binolarini ham kabel trassalari chetlab o'tishi kerak. Boshqa kommunikatsiyalar bilan kesishuv joylarining ko'ndalang kesimlari chizmalari yotqizilgan chuqurliklari ko'rsatilgan holda chizilishi lozim.

Kabellar yotqizishning eng sodda usuli ularni yer osti transheyalarida, 10 kV gacha kuchlanishda 0,7 metr chuqurlikda va 35 kV da 1 metr chuqurlikda yotkizishdir (13-a rasm).



13-rasm.

Transheya tubining kengligi 300–1000 mm bo'lib, unda 6–8 tagacha kabellar qalinligi 100 mm. li qum ko'rpasida ilon izi qilib yotqiziladi. Bunga sabab ular tok o'tishidan qiziganda deformatsiyalanadi. Kabellar orasidagi masofa 150–300 mm qabul qilinadi. Kabel ustidan 100 mm qalinlikda qum yoki elangan tuproq tashlangandan so'ng, keyingi kovlashda kabel shikastlanmasligi uchun ustiga g'isht yoki temir-beton plitalar yotqiziladi. Ikkita kabel trassasi kesishgan joyda hamda kabel boshqa kommunikatsiyalar bilan ustma-ust o'tgan joylarda po'lat yoki asbosement quvurlarda o'tkaziladi.

Alyuminiy qobiqlar kabellarni neft-kimyo korxonalarining kimyoviy aktiv tuprog'ida, yer osti suvlari yuqori joylarda o'tkazilganda korroziyadan

shikastlanishi amalda aniqlandi. Bu hollarda ASBV markali zirhi ustidan qo'shimcha polivinilxlorid qobiqli kabel ishlatiladi.

110 kV li I tomirli moy to'ldirilgan kabellar kamida 1,5 metr chuqurlikdagi transheyalarda yotqiziladi. Ular transheyada uchburchak hosil qilib, bir-biriga yotqizib joylashtiriladi. Bitta transheyada 2 ta 3 fazali zanjir o'tkazilsa, zanjirlar orasida temir-beton plitalar o'rnatilib, xuddi shunday plitalar kabellar ustidan ham yopiladi.

Transheyada kabellar yotqizilishining afzalliklari: kam kapital qo'yilmalar sarflanadi; qizish bo'yicha yuqori darajada foydalanish. Kamchiliklari: bitta transheyada oz 6—8 tagacha miqdorda kabel o'tkazish; kabellar soni bundan ko'p bo'lsa, oralg'i 2 metrdan bir nechta transheya o'tkazish; agar tuproqqa agressiv suyuqliklar yoki qaynoq metall tushib kabellarni ishdan chiqarishi; hamma kabellarni birdaniga yotqizish kerakligi; ta'mirlash uchun kabellarni transheyadan kovlab, chiqarishning noqulayligi.

Korxonada territoriyasida kabel kanallari yer ostida 300 mm va undan ortiq chuqurlikda yotqiziladi (13b-rasm). Kabellar soni ko'p bo'lsa, ikkilangan yoki 3 devorli kanallar ishlatiladi. Avtoyo'llar kesishgan joyda yer yuzasidan kanal tepasigacha chuqurlik 0,7 metr, temir yo'l bilan kesishishda rels tagidan hisoblab, 1 metr bo'lishi kerak. Kanalda sizib chiqqan suvlar kanalizatsiyaga yoki suv yig'gich (vodosbornik)ga oqib ketishi uchun 0,1% qiyalik bilan bajariladi.

Kabellar soni 60—90 tagacha bo'lgan uchastkalarida kabellarni tunnellardan o'tkaziladi (14-rasm). Tunnellar odam yurishi mumkin bo'lgan (balandligi 2100 mm) va qisman yurish mumkin bo'lgan (balandligi 1500 mm) bo'ladi. Qisman yurishli tunnellar uzunligi 10 m. gacha yo'l qo'yiladi.

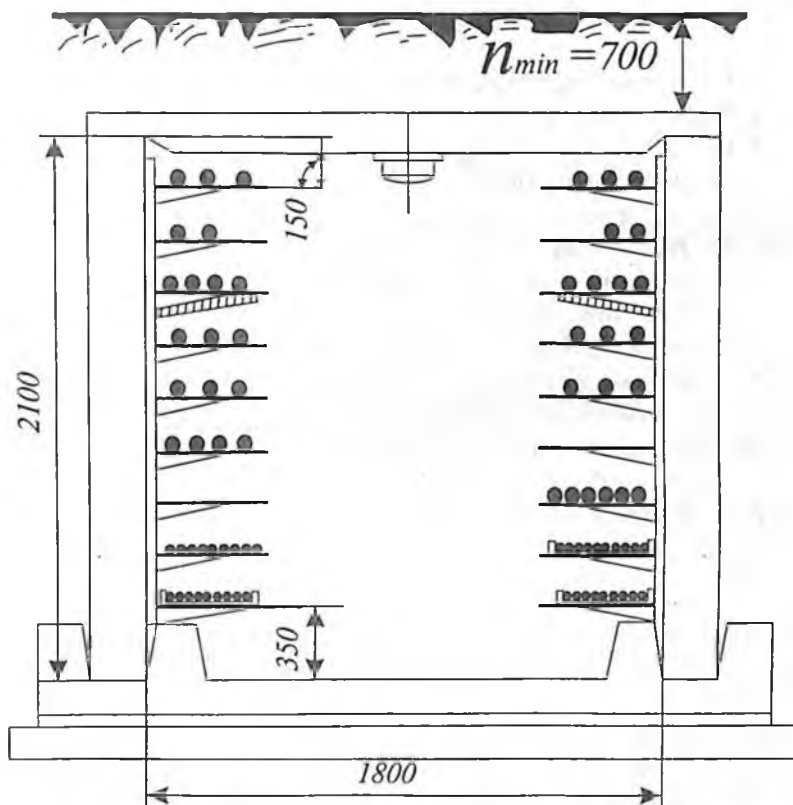
Kabellarni egilish radiusi R quyidagicha qabul qilinadi:

$$R \geq 25(D+d), \quad (2.5)$$

bu yerda, D va d bilan qobiqning tashqi diametri va simning diametri belgilangan.

Tunnellar unifikatsiyalangan yig'ma temir-beton konstruksiyalaridan bajarilib, minimal chuqurligi 0,7 m bo'ladi. Tunnellar eni 1500, 1800, 2100 va 2400 mm bo'lib, 1500 mm kenglikda kabellar faqat bir tomondan, qolgan hollarda ikki tomonida o'rnatiladi.

Tunnellarda yong'inni oldini olish uchun ko'riladigan tadbirlar: polivinilxlorid qobiqli AASh kabellarni ishlatish; muftalarni po'lat quvurlarda himoyalash; trassani uzunligi 200 m. dan ortiq bo'lmagan bo'limlarga o'tga chidamli eshiklar bilan ajratish; yong'in haqida signalizatsiya qo'llash; asbosement plitalarni kabellar ostida konstruksiyalarida



14-rasm.

joylashtirish; yong'in chiqqanda havo ventilatsiyasini to'xtatuvchi to'sqichlar (zaslonka) o'rnatish.

Tunnellarda kabel o'tkazishning afzalliklari: yer maydoni iqtisod qilinadi; qo'shimcha kabellarni xohlagan vaqtida o'tkaziladi; xohlagan vaqtda osonlik bilan ta'mirlanadi. Kamchiliklari: qurishni qimmatligi; yong'in sababli katta avariya sodir bo'lish xavfi; kuchli ventilatsiya kerakligi, aks holda tunnel ichida harorat 50 °C gacha yotishi mumkinligi; tunnelga kirishi mumkin bo'lgan suvni ketkazish uchun drenaj zarurligi.

Tunnelda turli kuchlanishli kabellar, nazorat kabellari va aloqa kabellari birgalikda o'tkaziladi. Unda kabellar kuchlanishi bo'yicha yuqoridan pastga qarab joylashtiriladi. Nazorat va aloqa kabellari eng pastki polkalarda o'tkaziladi, muftalar uchun va keyin o'tkaziladigan kabellar uchun bo'sh polkalar qoldiriladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Havoning elektr mustahkamligi nimalarga bog'liq?
2. Normal atmosfera sharoiti nima?
3. Elektr maydonining birjinsligi.
4. Tashqi izolatsiya nima?
5. Havoda mustaqil razrad qanday sodir bo'ladi?
6. Toj razradining elektr energetikasidagi ahamiyati.
7. Izolatorlarning qanday turlari mavjud?
8. Izolatsiyani koordinatsiyalash-muvofiqlash qanday bajariladi?
9. Izolatorlar girlyandasi qanday tuzilgan?
10. Tok o'tkazgich shinalarning tuzilishi.
11. Shina paketining polosalari qanday joylashadi?
12. Kabel mahsulotlarining turlanishi.
13. Quvvat kabellarning tuzilishi.
14. Kabellarni qanday yotqizish usullarini bilasiz?

UCHINCHI BOB

QUVVAT VA O'LCHOV TRANSFORMATORLARI

3.1. Pasaytiruvchi podstansiya transformatorlari

Transformatorlarning sonini tanlash. Pasaytiruvchi podstansiya transformatorlarining soni va quvvatini tanlash texnik va iqtisodiy talablar asosida amalga oshirilib, korxonada elektr tizimini qurishda muhim masala hisoblanadi.

Transformatorlar soni ishonchlilikka talablar bo'yicha aniqlanadi. Shu nuqtai nazardan podstansiyada kamida 2 ta transformator o'rnatish birinchi toifali iste'molchilar elektr ta'minotida uzluksizlikni ta'minlaydi.

Agar pasaytiruvchi podstansiyada 2 ta transformator bo'lsa, ular bir-birini o'zaro rezervlashi orqali uzluksiz elektr ta'minotini ta'minlaydi. Bitta transformatorli podstansiyadagi uzilishlar katta miqdorda zarar keltiradi. Hisoblar va loyihalash tajribasi shuni ko'rsatadiki, pasaytiruvchi podstansiyada 2 ta transformator o'rnatish maqsadga muvofiqdir. Bunda yuqori kuchlanish tomonida o'chirgichsiz, soddalashtirilgan sxema qo'llash tavsiya etiladi. Pasaytiruvchi podstansiyaning loyihalashda quyidagilarni hisobga olish lozim: birinchi toifaga kiruvchi elektr iste'molchilar uchun 2 ta mustaqil elektroenergiya manbai kerak. Ba'zan alohida mustaqil manbalarga ulangan 2 ta 1-transformatorli podstansiyalar qo'llaniladi va o'zaro rezervlash uchun 6÷10 kV li kabellardan foydalaniladi. Birinchi toifali iste'molchilar umumiy yuklamaning 15–20 % ini tashkil etganda bunday sxema qo'llaniladi. Ikkinchi toifaga kiruvchi iste'molchilar uchun rezerv manba avtomatik ravishda yoki xodimlar qo'lga kiritishadi. Bu iste'molchilar uchun 2 ta transformatorli podstansiya kerak yoki bir nechta podstansiyalarga omborda, albatta, rezerv transformator bo'lishi shart. Shikastlangan transformatorni bir necha soat ichida almashtirish amalga oshiriladi. Bu vaqt davomida ishlayotgan transformatorning yo'l qo'yiladigan o'ta yuklanishini hisobga olgan holda elektr energiya iste'moli bir oz cheklanishi mumkin. Uchinchi toifaga kiruvchi iste'molchilar bir transformatorli podstansiyadan ta'minlanadi va omborda rezerv transformator bo'lishi kerak.

Podstansiyadagi transformatorlar soni yuklamalar grafigiga ham bog'liq. Agar grafikning to'ldirish koeffitsiyenti K_{gr} kichik bo'lsa, podstansiyada 2 ta transformator o'rnatilib, $S(t)$ ning S_A quvvatidan kichik qiymatlarida 1 ta transformator ishlatiladi; $S(t) > S_A$ qiymatlarida 2 ta transformator ishlatiladi. Bunda podstansiyaning yuqori kuchlanish tomonida operativ ulash-o'chirish uchun o'chirgichlar o'rnatiladi. S_A quvvatida 1 ta va 2 ta transformatorlar ishlagandagi quvvat yo'qotishlari o'zaro teng bo'ladi. S_A quyidagicha topiladi:

$$S_A = S_{T.N} \cdot \frac{\sqrt{2\Delta P_{svu}}}{\Delta P_K} \quad (3.1)$$

Kuch transformatorlar quvvatini tanlash. Transformator quvvati ularning iqtisodiy afzal ish tartibini va 1 ta transformator o'chib qolganda o'zaro rezervlash imkoniyatini hisobga olgan holda tanlanadi. Bunda transformatorning normal ish tartibidagi qizish natijasida uning ishlash muddatini qisqartirmasligi kerak.

Podstansiyada 2 ta transformator o'rnatish energiya ta'minot tizimining ishonchligini avariya dan keyingi tartiblarda to'la yoki bir oz cheklashlar bilan ta'minlaydi. Kerakli quvvat transformatorning nominal quvvatidan va yo'l qo'yiladigan o'ta yuklamalardan foydalanib ta'minlanadi. *Transformatorning nominal quvvati* deb, normal muhit sharoitida butun xizmat davrida (o'rtacha 20 yil) yuklash mumkin bo'lgan quvvatga aytiladi. Normal muhit sharoiti quyidagicha: muhit harorati 20 °C teng; transformator bakidagi moyning harorati muhit haroratidan M va D sovitish sistemalari uchun 44 °C gacha, DS va S uchun 36 °C gacha ortiq bo'lishi mumkin; chulg'amning eng qizigan nuqtasidagi harorati chulg'amning o'rtacha haroratidan 130 °C ortiq bo'lishi; qisqa tutashuv va salt quvvat yo'qotishlarining o'zaro nisbati 5 ga teng bo'lishi.

Bundan tashqari, transformator haroratining nominal yuklanishidagi o'rtacha qiymati 85 °C dan har 6 °C ga oshganda yoki kamayganida izolatsiyaning xizmat muddati 2 barobar kamayishi yoki ortishi hisobga olinadi. Sutka ichidagi o'tish jarayonlari natijasida moyning yuqori qatlamlarining harorati 95 °C dan va chulg'am metallining eng yuqori harorati 140 °C dan oshmasligi kerak. Bu shart 20 °C ga teng bo'lgan muhitning ekvivalent haroratida bajariladi. Bu harorat pasayganda transformator yuklamasi qiymatini nazorat-o'lehov asboblari bilan tekshirib turib, uni nominaldan 150 % dan ortishiga yo'l qo'yimaslik kerak.

Quvvat transformatorlarini shartli belgilash quyidagini bildiradi: harflar bilan fazalar soni, sovitish turi, chulg'amlar soni va shohlanishlarning

bir-biriga ulanish turi; nominal quvvatini va kuchlanish sinfini belgilash; ishlab chiqarilgan yilini belgilash ko'zda tutilgan.

Harfli belgilashlar tartibi va ma'nosi quyidagicha: 0—bir fazali transformatorlar uchun, T—uch fazalari uchun; sovitish turi (3.5 bandedagi, 4-jadval bo'yicha); chulg'amlar soni: T—3 chulg'amli transformator uchun; N-RPN kuchlanishni yuklamani uzmasdan rostlovchi qurilmasi bor; R-PK chulg'ami 2 qismga bo'lingan.

Harflar fazalar sonidan keyin yoziladi, masalan, TRDN, nominal quvvat-kasr suratida va kuchlanish klassi maxrajida keltiriladi. Quvvat transformatori TRDN-40000/110 belgisini ma'nosi quyidagicha: 3 fazali, PK chulg'ami 2 ga bo'lingan, sovitish sistemasida havoning majburiy aylanishi va moyning tabiiy aylanishi ko'zda tutilgan, yuqori kuchlanish chulg'amida kuchlanishni yuklamani uzmasdan rostlovchi qurilma (RPN) bor, nominal quvvati 40000 kVA, yuqori kuchlanish chulg'ami klassi 110 kV.

Transformator quvvatini tanlashda uning o'ta yuklanish qobiliyati hisobga olinsa, transformatorning nominal quvvati kamayishi mumkin. Avariya dan keyingi o'ta yuklanishni ko'rib chiqamiz. Quruq transformatorlar uchun 2-jadval va moyli transformatorlar uchun 3-jadvallar bo'yicha o'ta yuklanish qiymati $K_{o'yu}$ ni va vaqti $t_{o'yu}$ ni aniqlash mumkin.

Moyli transformatorning avariya dagi o'ta yuklanishlari

2-jadval

$K_{o'yu}, \%$	70	65	60	56	52	49	40	36	28	20
$t_{o'yu}, \text{min}$	0	5	10	15	20	25	35	40	50	60

Quruq transformatorning avariya dagi o'ta yuklanishlari

3-jadval

$K_{o'yu}, \%$	200	100	78	63	60	58	47	45	42	25
$t_{o'yu}, \text{min}$	1,5	10	20	30	40	50	60	70	80	120

Transformatorning normal tartibda yuklash ko'effitsiyenti 93 % ortiq bo'lmasa, uni avariya da 5 sutka davomida 6 soatdan 40 % ga o'ta yuklash mumkin. Bu hollarda sovitish sur'ati kuchaytirilishi lozim.

Transformatorni sistematik (normal tartibda) o'ta yuklash. O'ta yuklanish qobiliyati yuklamalar grafigiga bog'liq bo'lib, u quyidagi grafikning to'ldirish ko'effitsiyenti bilan ifodalanadi:

$$K_{qt} = \frac{S_{pr}}{S_m} \quad (3.2)$$

Yozda yuklamalar pasayishi hisobiga qishda transformator qo'shimcha o'ta yuklashi mumkin. Uning qiymati $S_{qo'yu}$ yozgi yuklamaning pasayishi foizi bo'yicha aniqlanadi ($S_{qo'yu}$ qiymati nominal yuklanishning 15 % dan oshmasligi kerak). Umumiy o'ta yuklanish 30 % dan ortmasligi shart.

Kuch transformatorlarining quvvati quyidagi shartlar bo'yicha tanlanadi:

– qizish bo'yicha,

$$\sum S_{TN} \geq S_H \quad (3.3)$$

– Yuklanish ko'effitsiyenti bo'yicha, birinchi toifali elektr ist'molchilari uchun

$$K = \frac{S_x}{\sum S_{T,N}} \leq 0,7 \quad (3.4)$$

II va III-toifalarga kiruvchi elektr ist'molchilari uchun

$$K_{yu} = 0,8 \div 0,85 \quad (3.5)$$

Bu bog'lanishlarda keltirilgan: $S_{t,n}$ – podstansiyadagi transformatorlarning nominal quvvatlari yig'indisi; S_m – 1 ta transformatorning nominal quvvatidir.

Transformatorlarning nominal quvvatlari quyidagi qatordan olinadi: 2,5; 4; 6; 3; 10; 16; 25; 40; 63; 80 MVA. Bu quvvatlar bosh podstansiya transformatorlari uchun ishlatiladi. Qatordagi quvvatlar bir-biridan 1,6 marta farq qiladi. Yo'l qo'yiladigan o'ta yuklanish hisobiga nominal quvvatlarini 1,3 marta oshirish mumkin: 2500 (3250) kV·A; 4000 (5200) kV·A; 6300 (8190) kV·A; 10000 (13000) kV·A; 16000 (20800) kV·A; 25000 (32500) kV·A; 40000 (52000) kV·A; 63000 (81900) kV·A; 80000 (104000) kV·A.

Yuqorida keltirilgan transformatorlarning nominal quvvatlari qatorda 18 ta quvvatlar kuch transformatorlarining quvvati tanlash shartlar bo'yicha podstansiya transformatorlarining soni va quvvatini bir necha variantlarda tanlash imkoniyatlarini beradi.

Transformatorlar tanlashda texnika-iqtisodiy hisoblar. Transformatorlar quvvati qator texnik talablarga javob beruvchi transformatorlar soni va quvvatining bir necha variantini tanlash imkoniyatini beradi. Texnik iqtisodiy hisoblar yordamida shu variantlar ichidan iqtisodiy ko'rsatkichlari eng yuqorisini tanlash mumkin. Buni yillik keltirilgan sarflar uslubi bilan yechiladi. Bu uslubda kapital qo'yilmalar KQ va ekspluatatsion sarflar ES aniqlanadi. KQ sifatida kuch transformatorlarning qiymati olinishi mumkin. Chunki, ko'pincha podstansiyaning yuqori kuchlanish YuK va past kuchlanish PK tomonlarida o'rnatiladigan elektr jihozlarning qiymati ikkala variantda deyarli bir xil bo'ladi. Asosan quvvatlar qatoridagi qo'shni bo'lgan 2 ta variantlarni ko'rib chiqiladi (2,5 MV·A va 4 MV·A li variant; 4 MV·A va 6,3 MV·A li variantlar; 6,3 MV·A va 10 MV·A li variantlar va h.k.z.). Ammo, 16 MV·A va 25 MV·A li variantlar solishtirilganda PK tomonidagi tarqatish qurilmalari TQ bir-biridan farq qiladi. Sababi shuki 16 MV·A quvvatli transformator 1 ta PK chulg'amiga, 25 MV·A li transformator esa 2 ta PK chulg'amiga ega.

Ekspluatatsion sarflar ES ni aniqlash ancha murakkab hisoblanadi. Bu sarflar amortizatsiya ajratmalari S_{ai} va elektr energiyasi yo'qotishlari S_{pi} yig'indisidan iborat:

$$S_i = S_{ai} = S_{pi} \quad (3.6)$$

Elektr energiyasi yo'qotishlarini hisoblash jarayonida transformatorlarning o'zidagi aktiv quvvat yo'qotishlari DR_i bilan birga transformator tomonidan iste'mol qilinuvchi reaktiv quvvatni generatordan transformatorgacha elektr uzatgichi elementlarida reaktiv quvvatni uzatishdan hosil bo'lgan qo'shimcha aktiv quvvat yo'qotishlarini ham hisobga olish kerak. Bu quvvatlar yo'qotishlari *keltirilgan yo'qotishlar* deb ataladi va quyidagicha topiladi:

$$\Delta P_{su} = \Delta P_{su} + K_{yu}^2 \cdot \Delta P'_k \quad (3.7)$$

bu formulada,

$$\Delta P'_q = \Delta P_{qi} + K_{ip} \cdot \Delta Q_{yu} \quad (3.8)$$

ΔQ_{su} – transformatoridagi keltirilgan salt ulanishdagi yo‘qotishlar bo‘lib, ular transformatorning o‘zidagi salt ulanishdagi aktiv quvvat yo‘qotishlari va transformatorning reaktiv quvvat iste‘mol qilishi natijasida elektr ta‘minot tizimi ETT ning barcha elementlarida hosil bo‘luvchi yo‘qotishlar yig‘indisidan iborat: $\Delta R'_y$ – qisqa tutashuvdagi keltirilgan yo‘qotishlar; ΔR_{su} – salt ulanishdagi aktiv yo‘qotishlar; ΔR_{qi} – qisqa tutashuv aktiv yo‘qotishlari; $K_{ip}=0,007$ kVt/kVAR yo‘qotishlar o‘zgarishi ko‘effitsiyenti; $K_{su}=S_n/S_{in}$ – transformatorning yuklanish ko‘effitsiyenti; ΔQ_{qt} – qisqa tutashuv reaktiv quvvati $\Delta Q_k=S_{nt} \cdot U_k / 100$; $\Delta Q_{syu}=S_{nt} \cdot I_{syu} / 100$ – transformator salt ulanishda iste‘mol qiladigan reaktiv quvvat; I_{syu} – transformatorning salt ulanish toki, %; U_{qt} – transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishi, %.

Elektr energiyasi yo‘qotishlar qiymati:

$$S_{yi}=(\Delta P_{syui} \cdot T_{yit}+K^2_{yui} \cdot \Delta P_{qi} \cdot \tau) \cdot S_0 \quad (3.9)$$

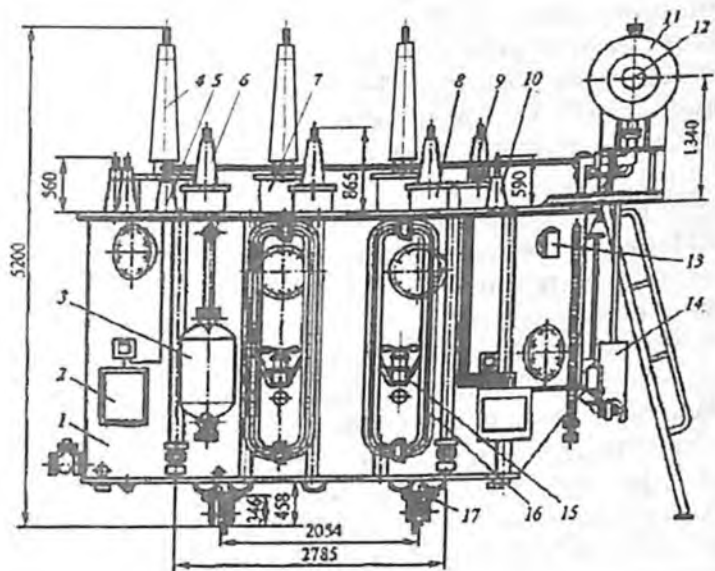
Transformatorning soni va quvvatining 2ta varianti ko‘rib chiqilganda qoplash muddati T_{qm} aniqlanadi,

$$T_{qm} = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} \quad (3.10)$$

Agar $T_{qm} \leq 8$ yil bo‘lsa, kapital sarflari katta variant qabul qilinadi. Agar $T_{qm} > 8$ yil bo‘lsa, kapital qo‘yilmalari kichik bo‘lgan variant uzil-kesil qabul qilinadi.

3.2. Quvvat transformatorlarining tuzilishi

Quvvat transformatorlari o‘zgaruvchan tok elektr energiyasini bir kuchlanishdan ikkinchi kuchlanishga aylantirib beruvchi qurilmalardir. Amalda uch fazali quvvat transformatorlari keng tarqalgan, chunki ularda bir fazli uchta transformatorga nisbatan energiya isrofi 12–15 % kichikroq va faol materiallar qo‘llanishi 20–25 % ga kamroq. Bitta transformatorning eng katta quvvatini oshirishga hech qanday to‘siq bo‘lmasa-da, uning og‘irligi, tashqi o‘lchamlari va tashib kelish muammolari bilan cheklanadi. Uch fazali quvvat transformatorlar 220 kV uchun 1000 MV·A gacha, 330 kV uchun 1250 MV·A va 500 kV uchun 1000 MV·A ga yasaladi. Agar kerakli quvvatga uch fazali transformatorni yasash yoki uni tashib kelish muammosi majud bo‘lganda bir fazali quvvat transformatori yasaladi. Transformatorning yuqori kuchlash chulg‘amini YuK (ruschada VN),



15-rasm. TDTN-16000/110-80U quvvat transformatorining tuzilishi.

oʻrta kuchlash chulgʻamini OʻN (SN) va past kuchlash chulgʻamini PN (NN) deb ifodalash qabul qilingan. Har fazadagi chulgʻamlar soni ikki yoki uch chulgʻamli yasaladi. Koʻpincha transformatorning PN chulgʻami ikki va undan koʻp bir-biridan izolatsiyalangan oʻramdan tuzilib, boʻlaklangan chulgʻamlar deb ataladi. Transformatorning asosiy koʻrsatgichlari: nominal quvvati, kuchlanishi U_n ; toki I_n ; qisqa tutashuv kuchlanishi U_{kz} ; salt ulash toki I_x ; salt ulash P_x va qisqa tutashuv quvvat isrofi P_{kz} dir.

Transformatorning nominal quvvati, toki va kuchlanishi deb nominal holatda zavod pasportida koʻrsatilgan miqdorlar tushiniladi. Qisqa tutashuv kuchlanishi U_{kz} bu transformator bir chulgʻamini qisqa tutashirilib, undan nominal tok oʻtkazilgan holda, ikkinchi chulgʻamdagi kuchlanishdir. Salt ulash toki I_x oʻzak poʻlatidagi faol va reaktiv yoʻqotishlarni ifodalaydi. Salt ulash P_x va qisqa tutashuv quvvati P_{kz} isrofi transformatorning ishini iqtisod koʻrsatgichidir. Zamonaviy transformatorlarda quvvat isrofi juda kichik. Masalan, yil davomida tinimsiz ishlovchi 100 kV 250000 kV·A transformatorining quvvat isrofi 0,43% ni ($P_x=200$ kVt va $P_{kz}=790$ kVt) tashkil etadi.

Uch fazali uch chulg'amli TDTN-16000/110-80U quvvat transformatorining tuzilishi 15-rasmda keltirilgan. Unda: 1-bak; 2-havo purkashning avtomatlashtirilgan boshqaruv shkafi; 3-termosifon moy filtri; 4-YuK kirma izolatorlari; 5-PK kirma izolatorlari; 6-O'K kirma izolatorlari; 7-110 kV tok transformatori o'rnatilishi; 8-35 kV tok transformatori o'rnatilishi; 9-YuK nol kirma izolatori; 10-O'K nol kirma izolatori; 11-moy kengayish baki; 12-strelkali moy sathini ko'rsatgich; 13-bak ichida bosim ko'tarilib ketishidan himoyalovchi klapan; 14-kuchlanishni rostlovchi elektr yuritma; 15-sovitish tizimining ventilatori; 16-radiatorlar; 17-g'ildirakli aravacha. Quvvat transformatorining asosiy izolatsiyasi qattiq dielektrikli transformator moyi bo'lib, qattiq dielektrik sifatida qog'oz, elektr kartoni, getinaks, yog'och qo'llaniladi. Chulg'am tok o'tkazuvchilari sifatida mis va alyuminiy ishlatiladi. Mis eng ma'qul material: solishirma elektr qarshiligi kichik, ammo narxi baland. Hozirgi vaqtda alyuminiy transformator quvvati 6300 kV·A dan kam bo'lgandagina ishlatiladi. Transformatorning magnit o'zagi yupqa yassi transformator po'latidan yig'iladi va u transformatorning mexanik tayanchidir. Zamonaviy transformatorlarda magnitlash toki juda kichkina taxminan 0,5-0,6 % I_n to'g'ri keladi.

3.3. Quvvat transformatorlarini sovitish

Transformator ishlab turganda elektr energiyasini yo'qotilishi sababli chulg'amlar va magnit o'zakda issiqlik ajralib chiqadi va ularni qizdiradi. Transformator tashkiliy qismlarini eng yuqori qizishini izolatsiya cheklaydi. Quvvat transformatorlarning sovitish tizimlari haqida ma'lumotlar 4-jadvalda keltirilgan.

Quvvat transformatorlarning sovitish tizimlari 16-rasmda keltirilgan. Unda: a-moy va havoning tabiiy aylanishi hisobiga ishlaydigan M tip sovitish tizimi; b-havoning majburiy va moyning tabiiy aylanishi bilan ishlaydigan D tip sovitish tizimi; v-havoning va moyning majburiy aylanishi bilan ishlaydigan DS tip sovitish tizimi ko'rsatilgan.

Rasmda 1-bak, 2-transformatorning chiqarib olinadigan qismi, 3-sovitiladigan yuza, 4-kollektor, 5-quvurchasimon radiatorlar, 6-elektr nasosi, 7-sovitgich, 8-ventilator.

Hozirgi vaqtda juda past haroratgacha sovitiladigan chulg'amli transformatorlarning yangi tuzilishlari ustida ish olib borilmoqda. Jumladan, elektrni o'ta o'tkazuvchan materillar va kriogen kabellarini yaratish ustida ilmiy tatqiqot va tajriba loyihalash ishlari keng ko'lamda olib borilmoqda. Titan-neobiy asosida yasalgan kriogen kabellari kelajak elektr ishlab

Quvvat transformatorlarning sovitish sistemalari

4-jadval

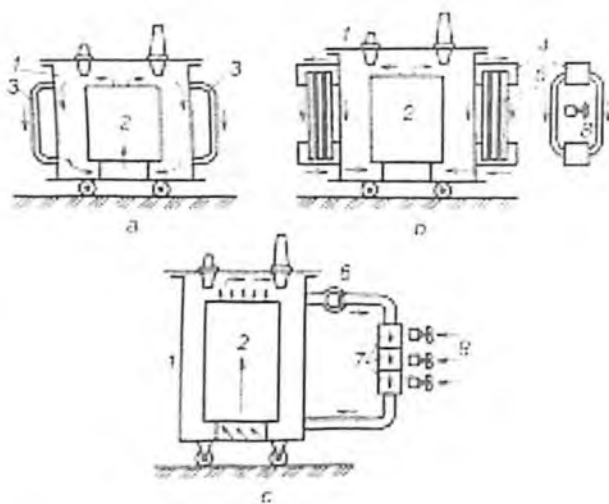
Belgi	Sovitish turlari	Quvvat/kuchlanish, kV·A
Moyli transformatorlar		
M	Moy va havoning tabiiy aylanishi	16000
D	Havoning majburiy va moyning tabiiy aylanishi	80000
MS	Havoning tabiiy va moyning majburiy aylanishi	
DS	Havoning va moyning majburiy aylanishi	63000
MV	Suvning majburiy va moyning tabiiy aylanishi	
S	Suvning va moyning majburiy aylanishi	160000
Quruq transformatorlar		
S	Atmosfera havoli ochiq holatda	1600/15
SZ	Tabiiy havoli himoyalangan holatda	1600/15
SG	Tabiiy havoli germetik yopiq holatda	1600/15
SD	Havoni puflash holatda	1600/15
Yonmaydigan suyuq dielektrik transformatorlar		
N	Yonmas dielektrik bilan tabiiy holatda	
ND	Yonmas dielektrikni puflash holatda	

chiqarish manbai bo'lmish termoyadro reaktorini hamda issiqlikdan elektr ishlab chiqarishga mo'ljallangan magnit gidrodinamik generatorini yaratishda ishlatilmoqda.

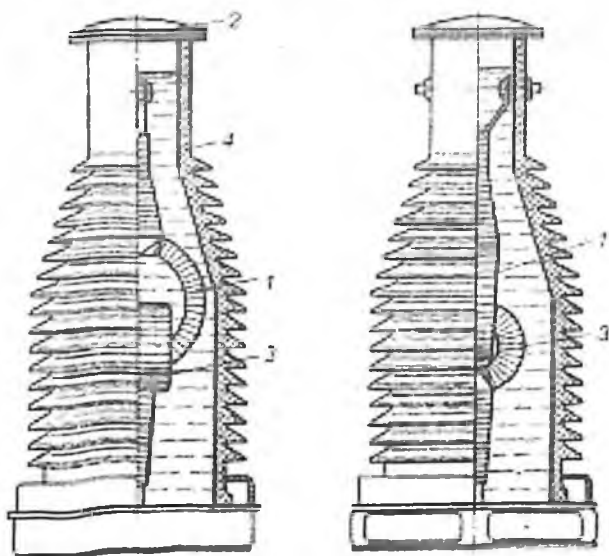
3.4. O'lchov transformatorlari

O'lchov transformatorlari yuqori kuchlanishli elektr ta'minoti tizimlaridan o'tayotgan elektr toklarini yuqori kuchlanishni uzmasdan o'lchashga mo'ljallangan. O'lchov transformatorlari, asosan, ikki turkumga bo'linadi: tok transformatorlari va kuchlanish transformatorlari. Yuqori kuchlanishning klassiga qarab o'lchov transformatorlarining tuzilishi turlicha bo'ladi.

Tok transformatorlari yuqori kuchlash tizimlarining shinalaridan oqadigan elektr tokini yuqori kuchlanishni uzmasdan o'lchashga



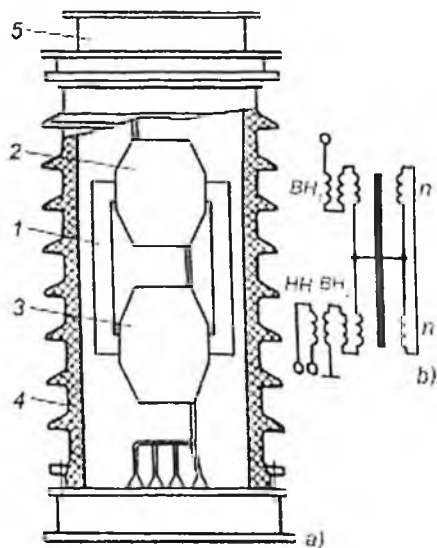
16-rasm. Quvvat transformatorlarning sovitish tizimlari.



17-rasm. Tok o'lchov transformatorining tuzilishi.

mo'ljallangan. TFN markali tok transformatorlari 110 kV kuchlanishli shinalardan o'tayotgan bir faza tokini 0,4 kV past kuchlanishli o'lchov asboblari bilan yerlangan pultlarda o'lchashga mo'ljallangan. Bunday tok transformatorining chizmasi 17-rasmda keltirilgan.

Tranformatorining birlamchi chulg'ami (1) toroid shakldan yasalgan. Ikkilamchi chulg'ami esa toroid shakldagi magnito'tkazgich o'zakka o'ralgan. Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar toroidlarining tekisligi o'zaro perpendikular tekisliklarda joylashgan. Transformator bir yaxlit farfordan yasalgan ichi g'ovak idish-pokrishkaga (4) joylangan. Idish (4) ning tepasi qopqoq (2) bilan yopilgan va pasi bilan taglik (5) ga germetik o'rnatilgan. Idish (4) ning ichi transformator moyi bilan to'ldirilgan. Birlamchi chulg'ami (1) toroididan ikkita shina chiqib, idish (4) ning yuqori qismiga o'rnatilgan kirma izolatorlar (6) va (7) ga ulab qo'yilgan. Yuqori kuchlanishli tok kiruvchi shina kirma (6) ga ulanadi va tok chiquvchi shina kirma (7) ga ulanadi. Yuqori kuchlanishli tok birlamchi chulg'am (1) dan o'tib, ikkilamchi chulg'amining toroid shaklidagi magnito'tkazgich o'zagida magnit maydoni hosil qiladi. Bu magnit maydon esa past kuchlanishli ikkilamchi chulg'amda o'lchov kuchlanishini hosil qiladi.



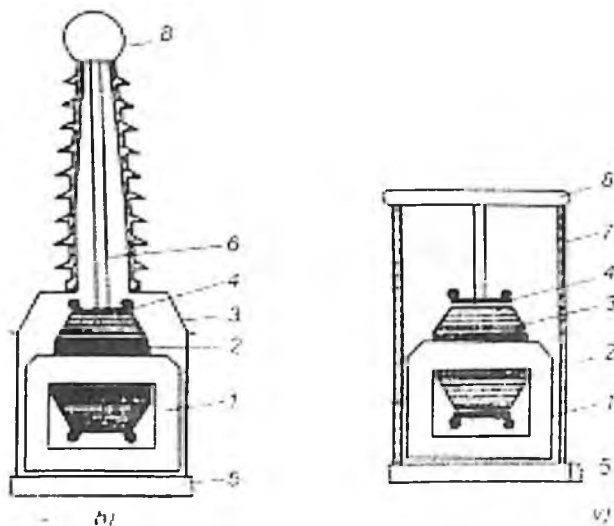
18-rasm.

Kuchlanish transformatorlari quruq, moyli va quyma izolatsiyali qurilmalarga bo'linadi. Moy transformatorining faol qismi—chulg'amlar o'ralgan magnit o'zagi moyga kirgazib qo'yiladi. Quruq transformatorlarning faol qismi havoda joylashtiriladi. Quyma izolatsiyali transformatorlarda faol qismi epoksid kompaundi bilan yaxlit blok shaklida quyib qo'yiladi. Quruq transformatorlar 6 kV gacha kuchlanishni ulash uchun yasaladi. Quyma izolatsiyali transformatorlar 35 kV 6 kV gacha kuchlanishni ulash uchun yasaladi. Moy transformatorlari 500 kV gacha kuchlanishni ulash uchun mo'ljallanadi.

110 kV kuchlanishga mo'ljallangan kaskad shaklida qurilgan moy kuchlanish o'lchov transformatori chizmasi 18a-rasmda keltirilgan. Transformatorning magnit o'zagi ulangan kuchlanish ishchi yuqori kuchlanishning yarmiga teng bo'lib, YuK to'la izolatsiyasi ikki yarim izolatsiyaga bo'linadi.

Rasmda 1—magnit o'zagi, 2—kaskadning yuqori qismi chulg'ami, 3—kaskadning past qismi chulg'ami, 4—farfor pokrishkasi, 5—YuK ulanadigan qopqoq. 18b-rasmda kaskad ulanishning elektr sxemasi keltirilgan.

Kuchlanish 220—500 kV bo'lganda ikki, uch va to'rt qismi ketma-ket ulangan kaskad sxemasi bo'yicha quriladi. Kuchlanish o'lchov



19-rasm. b—metall va v—izolatsiya idishiga joylangan kuchlanish o'lchov transformatori.

transformatori metall yoki izolatsiya idishiga joylangan bo'lishi mumkin (19-rasm).

Rasmda: 1—magnit o'zagi, 2—YuK izolatsiyasi, 3—YuK chulg'ami, 4—YuK ekrani, 5—taglik, 6—metall quvurcha, 7—YuK ni izolatsiyalovchi idish, 8—YuK ekrani.

3.5. Sinov transformatorlari

O'zgaruvchan yuqori kuchlanish sinov qurilmalarida vaqtga nisbatan davriy va impulsli sanoat (50Gs, 60Gs) chastotali yuqori kuchlanish qo'llaniladi. Elektr ta'minoti tizimida, asosan, yuqori kuchlanish ta'siri bilan elektr izolatsiyasini normal rejimda hamda o'ta kuchlanish mavjud jarayonlarda ishlay olishi o'rganiladi. O'ta kuchlanish tarmoqdagi nominal yuqori kuchlanishni qisqa muddatli bir necha marta ko'payib ketishidir. Ichki o'ta kuchlanish elektr uskuna va uzatgichlarni ulash, uzish hamda avariya rejimlarida ichki elektr yurituvchi kuch va o'tuvchi jarayonlar ta'sirida paydo bo'ldi. Tashqi-yashin o'ta kuchlanishi elektr zaryadli bulutlarda hosil bo'lgan yashinni elektr qurilmalari va uzatgichlarga kelib urilishidan paydo bo'ladi. Rezonans o'ta kuchlanishi induktivlik L va sig'im S moslashib qolishining noo'rin mahsulidir. Sinov kuchlanishining miqdori elektr izolatsiyaning turi va elektr qurilmaning mohiyatiga qarab belgilandi. Sinov qurilmasi kuchlanish 100 kV dan 1, 2, 3, 5 MV gacha qiymatga ega bo'ladi.

Sinov transformatori. Sanoat chastotali yuqori kuchlanish sinov transformatori yordami bilan olinadi. 20-rasmda sinov transformatorini sinov obyekt bilan ulash tarhi keltirilgan. Sinov obyektini sifatida izolator, kabel, havo uzatgichi yoki biror elektr qurilmasi olinadi. Yuqori kuchlanishni uzluksiz ko'tarib sinov kuchlanishi miqdoriga yetqizilgach, bir minut davomida ushlab turiladi, so'ng o'chiriladi. Sinov obyektini yoniga yuqori kuchlanish miqdorini aniqlovchi asbob o'lchov sharlaridan tuzilgan razradnik o'rnatiladi. O'lchov sharlari oralig'i uzunligini masofadan boshqarish qurilmasi va sharlar oralig'i uzunligini masofadan ko'ra olish imkonini beruvchi qurilma ham o'rnatiladi.

Sinov obyektini izolatsiyasi sirtidagi yoki sharlar oralig'idagi razrad qurilmani normal ishlab ketishining darakchisidir. Bunday razrad sodir bo'lganda elektr toki tez ko'tariladi va uning transformatorga ta'siridan muhofaza qarshiligi R_x saqlaydi. Muhofaza qarshiligi R_x har 1 V ga 1 Om miqdorida olinadi va sinov transformatori bilan obyekt orasiga o'rnatiladi. Maksimal himoya avtomati qurilmani tarmoqdan juda katta tezlik bilan uza oladi.

Sinov transformatori elektr tokining qisqa muddatli ko'tarilishiga chidamli bo'lishi uchun hisoblangan. Transformator T chulg'amlariga

dinamik kuchlar ta'sir etadi va transformatorning yuqori kuchlanishli kirimidagi tez kamayuvchi kuchlanish to'liqining chulg'am bo'ylab tarqalish tezligi cheklanganligi uchun chulg'amning boshlang'ich o'ramida o'ta kuchlanish hosil bo'ladi. Bunga qarshi izolatsiya kuchaytiriladi. O'ramlararo izolatsiyaga yuqori kuchlanish kiriminin razrad bilan yerlanishi hamda unga birdan to'la kuchlanish berilishi juda xavflidir.

Transformator quvvati qisqa muddatli razrad toki bilan emas, balki uzoq muddatda o'tuvchi ishchi tok bilan belgilanadi. Izolatsiyani sinash jarayonida ishchi tok I va sinov kuchlanishi U_c transformator chulg'amining sig'imi S_t [mkF] hamda sinov S_{so} va o'Ichagich sharlarning sig'imi S_{sh} bilan belgilanadi.

$$I = \omega U_c (S_t = S_{so} = S_{sh}) \quad (3.11)$$

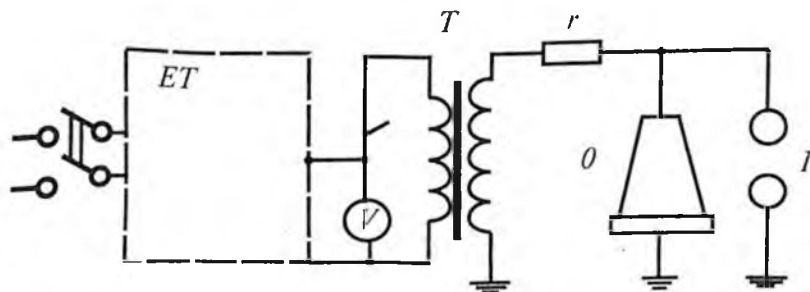
Izolatsiyani sinashda tok I miqdori $1 \div 30$ mA ga borsa, kabelni sinashda 1 A yaqinlashishi mumkin. Tokni aktiv qismi, odatda, juda kichik bo'lib, ho'llangan, ifloslangan sirtli izolatorni sinashdagina 10–100 mA ga borishi mumkin. Odatda, sinov transformatorining quvvati tokni 1 A qiymatiga qarab belgilanadi.

Sinov va quvvat transformatorining farqi quyidagicha:

– sinov transformatorlari quvvat transformatorlardan ancha kichik quvvatga ega;

– quvvat transformatorlari nominal tok va nominal kuchlanishda uzluksiz yillab ishlasa, sinov transformatorlari zaruriyat tug'ilgandagina qisqa muddatda ishlaydi, tok kuchi va kuchlanish o'z nominal qiymatiga ko'tarilmasligi ham mumkin;

– sinov transformatorlariga yashin o'ta kuchlanishi ta'sir etmaydi, quvvati nisbatan kam bo'lgani uchun ichki o'ta kuchlanish xavfi yo'q.



20-rasm.

Razryad vaqtida hosil bo'ladigan o'ta kuchlanishga qarshi himoya qarshiligi R_v dan foydalaniladi;

– sovitish muammosi sinov transformatorida quvvat transformatorlardan ancha yengil hal qilinadi, sinov transformator izolatsiyasining elektr chidamligi ham quvvat transformatornikidan ancha past $-15 \div 20\%$. Masalan, 500 kV sinov transformatorining izolatsiyasi $400/\sqrt{3} = 250$ kV quvvat transformatornikiga mos, o'lchami ham kichik.

Sinov transformatorida kuchlanishni ko'tarish. Sinov transformatorining kuchlanishini noldan belgilangan qiymatigacha ma'lum me'yorda ko'tarish uchun quyidagilar talab qilinadi:

– kuchlanish ko'targichining quvvati transformator quvvatidan ancha ortiq bo'lishi shartligi;

– kuchlanish ko'targichining nominal kuchlanishi transformator pastki kuchlanish chulg'amiga mosligi;

– buzilmagan sinusoida shaklda kuchlanish beraolishi;

– kuchlanish ko'targichi transformatorni tarmoqdan elektr jihatdan ajratilishini ta'minlash ma'qulligi.

Kuchlanish ko'targichi sifatida qo'llanadi:

– motor-generator;

– ko'targich transformator va avtotransformator;

– induksion kuchlanish ko'targichi.

Sinov transformatori sxemasi. Sinov transformatorlari asosan bir fazali yasaladi. Sinov kuchlanishi $500 \div 750$ kV dan kichik bo'lsa, bitta sinov transformatoridan foydalaniladi. Kattaroq kuchlanishda esa bir necha transformatorlarning yuqori kuchlanishli chulg'amlari ketma-ket ulanadi va *transformator kaskadi* hosil qiladi.

Sinov transformatorlari bir yoki ikki kirim izolatorlik qilib yasaladi. Bir kirimli transformator sxemasi 20-rasmda keltirilgan. Yuqori kuchlanish chulg'ami yuqori uchi YuK ga ulanib, undan sinovchi kuchlanish olinsa, shu chulg'amning past uchi yerga, ferromagnit o'zakka va korpusga to'g'ridan-to'g'ri yoki shunt orqali ulab qo'yiladi.

Bir kirimli sinov transformatorning afzalligi:

– yuqori kuchlanish chulg'amining pastki yerlangan uchining elektr izolatsiyasiga talabi girda kichkina;

– sinov obykti ekspluatatsiyaga yaqin sharoitda sinaladi;

– korpusi yerlangani uchun uni o'rnatish qulay va ishlatish osonroq.

Xavfsizlik texnikasi ta'minlanadi;

– tok o'lchash va ossillograflashga qulay.

Kamchiligi: bitta kirma izolator to'la yuqori kuchlanishga mo'ljallangan

bo'lib, 500 kV va undan katta kuchlanish uchun bunday izolator yasash katta muammodir.

Kaskad qurilmasi. 500 kV va 1 MV kuchlanish olish uchun 2 yoki 3 ta ikki kirimli transformatorlar ketma-ket kaskad ulanadi yoki YuK chulg'amlari ketma-ket ulanadi. Ikki kirimlikda esa YuK chulg'amining o'rta nuqtasi o'zak va korpusga ulanadi. Kirma izolatsiya yarim kuchlanishga hisoblanadi. Sinov kuchlanishi ham shu yarim kuchlanishga teng bo'ladi, chunki sinov obyekti ko'pincha bir tomoni yerlangan bo'ladi. Kirimlardan birini yerga ulab bo'lmaydi. Agar kichik kuchlanishli chulg'am izolatsiyasi korpusdan yarim yuqori kuchlanishga teng bo'lsa, biron kirim yerga ulanishi mumkin. Korpus esa yerdan yarim kuchlanishga izolatsiya qilinadi. Kichik kuchlanish chulg'amiga elektr quvvati kirim izolatoridan yuboriladi. Kaskad qurilmasining afzalligi:

- tashqi izolatsiya hisobiga ichki izolatsiyani soddalash va yengillash;
- sxemani qo'llash imkoni ko'pligi (bir va uch fazaga qo'llash);
- qurilmani ulovda ko'chirish va yig'ish yangilangan.

Kamchiligi: katta hajmni egallashi, reaktiv yo'qotishni ortishi, transformator quvvatini pastdan yuqoriga oshib borishi, qo'yilgan quvvat ishlatuvchi quvvatdan ikki marta ortiqligi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Podstansiya quvvat transformatorlarining tuzilishi.
2. Podstansiya transformatorlarning sonini tanlash.
3. Quvvat transformatorlarini shartli belgilashi.
4. Podstansiya transformatorlari quvvatini tanlash.
5. Transformatorlar tanlashda texnika- iqtisodiy hisoblar.
6. Quvvat transformatorining qizish sabablari.
7. Quvvat transformatorining sovitish turlari.
8. Quvvat transformatorlarning sovitish tizimlari.
9. O'lchov transformatorlarining vazifasi.
10. Kuchlanish transformatorining tuzilishi.
11. Yuqori kuchlanishli tok transformatorining tuzilishi.
12. Sinov va quvvat transformatorining farqi.
13. Bir fazali sinov transformatorini tuzilishi.
14. Transformatorlarni kaskad sxemasida ketma-ket ulash.

TO'RTINCHI BOB

TAQSIMLASH APPARATLARINING KOMMUTATSIYA VA HIMOYA USKUNALARI

4.1. Apparatlarning iqlim sharoiti bo'yicha tasnifi

Elektr energiyasini qabul qilish va uni boshqa elektr qurilmalari orasida taqsimlash uchun mo'ljallangan elektr qurilmalar **taqsimlash apparatlari** TA (ruschasiga—raspredelitelnoye ustroystvo RU) deb ataladi.

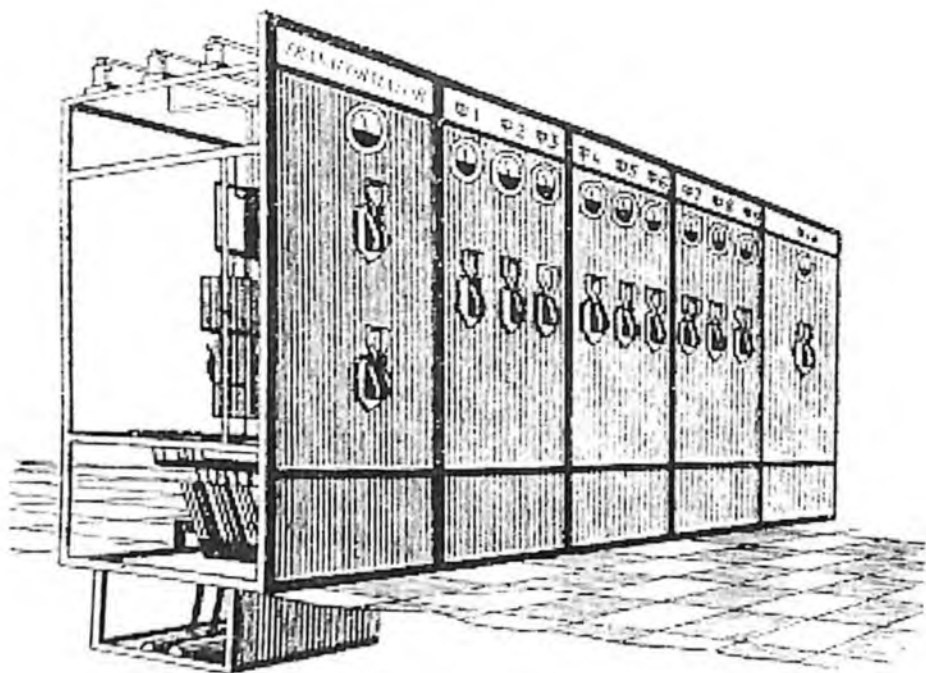
Taqsimlash apparatlarining elektr bilan ta'minlash tizimi bo'lib, uning o'rniga qarab, elektr stansiyasi generatorlari, podstansiyalarning kuch transformatorlari, havo va kabel elektr uzatgichlari, bino ichida tortilgan elektr simlar energiya beruvchi yoki taqsimlovchi xizmatini qilishi mumkin.

Taqsimlash apparatidan keladigan elektr energiya boshqa taqsimlash apparatlari, podstansiyalar, kuch transformatorlari va turli elektr qabul qiluvchilar orasida qayta taqsimlanishi mumkin. Bunday qurilmalarga elektr energiyasi taqsimlash apparatidan tarqaluvchi kabel va havo elektr uzatgichlari orqali yuboriladi.

Taqsimlash apparatlarida unga ulangan elektr uzatgichlarni ajratib qo'yish va himoya qilish apparatlari, shuningdek, butun taqsimlash apparatini ham, uning alohida bo'limlarini ham ishlashini nazorat qilib turuvchi turli o'lchov asboblari bo'ladi.

Elektr energiyasini qabul qilib olish va taqsimlash, shuningdek, taqsimlash apparatining alohida elementlarini o'zaro ulash uchun, odatda, ochiq metall shinalar ishlatiladi. Ular alohida shinalar turkumini hosil qiladi. Shinalar turkumi asosiy yoki yig'ma, tarmoqlovchi va ulovchi shinalardan iboratdir. Asosiy shinalar taqsimlash shinalari vazifasini bajaradi. Ularga energiya manbayidan energiya kelib, ketuvchi uzatgichlarga beriladi. Asosiy shinalarga ulanuvchi qurilmalarga boruvchi shinalar **tarmoqlovchi shinalar** deyiladi. Tarmoqlanishning alohida qurilmalarini o'zaro ulovchi shinalar **ulovchi shinalar** deyiladi.

Taqsimlash qurilmasi har qanday kuchlanishga va har qanday maqsadga mo'ljallangan elektr tarmoqlarining tarkibiy elementidir.



21-rasm.

Kuchlanishlari 1000 V dan ortiq bo'lgan yuqori voltli elektr tarmoqlari elektr stansiyasining taqsimlash apparatlariga ulanadi, so'ngra ular turli podstansiyalarning taqsimlash apparatlari orqali tarmoqlanadi.

Iste'molchilar quvvat va yoritish qurilmalarining kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan elektr tarmoqlari pasaytiruvchi transformator podstansiyalarining past voltli taqsimlash apparatlaridan elektr qabul qiluvchilarga tarqaladi. Elektr qabul qiluvchilarning uzatgichlari ham energiya bilan ta'minlovchi uzatgich taqsimlash apparatlari vositasida ulanadi.

Turli taqsimlash apparatlarining tuzilish shakllari va o'lchamlari qurilmaning kuchlanishi va taqsim qilinayotgan quvvatiga bog'liq bo'ladi.

Taqsimlash apparatlarida ishlatiladigan apparatlarning o'lchamlari va konstruksiyalari, ularning turli tartiblarda ishlash sharoitlari, tok o'tuvchi qismlar izolatsiyasining o'lchamlari kuchlanishning kattaligiga bog'liq bo'ladi.

Ishlatilayotgan apparatura tavsifi va uning yasalish shakllariga qarab, taqsimlash apparatlari 1000 V gacha kuchlanishli tarmoqlarda ishlatiladigan *past voltli* qurilmalarga va 1000 V dan ortiq kuchlanishli tarmoqlarda ishlatiladigan *yuqori voltli* qurilmalarga bo'linadi.

Elektr stansiyalari va podstansiyalarining elektr uskunalari ichida yuqori voltli taqsimlash apparatlari katta o'rin tutadi, shu bilan birga, xususiy ehtiyojlarda (elektr bilan yoritish, yordamchi mexanizmlarning elektr dvigatellari va hokazolar) ham xuddi sanoat korxonalarining yoritish va kuch elektr qurilmalaridagidek, past voltli taqsimlash apparatlaridan foydalaniladi.

Taqsimlash apparatlarining tuzilishi xilma-xil bo'lib, ulardan ko'pchiligi elektr sanoati zavodlarida tayyorlanadi va tayyor holda tarqatiladi. Katta quvvatli yuqori voltli taqsimlash apparatlari, ba'zi hollarda, inshoot qurilayotgan joyda montaj qilinadi.

Taqsimlash apparatlari (shitlari) tuzilish shakliga qarab ikki xilga bo'linadi: ikkala tomondan ham ishga solinishi mumkin bo'lgan ochiq shitlar; faqat old tomonidan kelinib, old tomonidan ishga tushiriladigan berk suyalma shitlar. Suyalma shitlar bevosita devorga taqab o'rnatilishi natijasida, ular kam joy oladi.

Ko'pseksiyali taqsimlash shitlaridan biri 21-rasmda keltirilgan. Bunday shitlar yuqori kuchlanishli qurilmalarning past kuchlanishli tomonini 0,4 kV kuchlanish bilan ta'minlashga mo'ljallangan. Rasmda ikki tomonlama xizmat qilishni talab qiladigan shkaf keltirilgan. Old tomonida rubilniklarning dastaklari, elektr o'lchov asboblari o'rnatilgan. Orqa tomonidan esa rubilnik va erib ketuvchi asragichlariga texnik xizmat ko'rsatish ishlari olib boriladi.

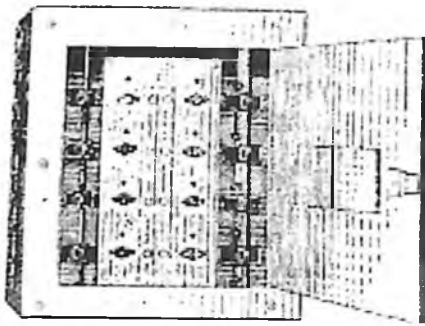
4.2. Qurilmalarning joylashishi bo'yicha tasnifi

Taqsimlash qurilmalarining konstruktiv elementlari burchakli va polosa shaklidagi po'latdan qilingan karkaslar va ularga o'rnatilgan po'lat varaqlari yoki yonmaydigan izolatsiya materiallaridan qilingan panellardir. Karkas va panellarda taqsimlash qurilmasining barcha elektr uskunalari joylashtirilgan. Ba'zi hollarda taqsimlash qurilmasi metall shkaflarda joylashtiriladi.

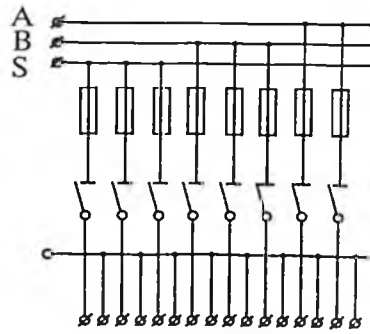
Yoritish elektr qurilmalarda keng qo'llaniladigan taqsimlash qurilmalari yoritish guruhining taqsimlash shitlaridir.

Bunday shitning umumiy ko'rinishi 22a-rasmda va uning 380/220 V kuchlanishdagi sakkizta ketuvchi elektr tarmog'larini ulanish sxemasi 22b-rasmda ko'rsatilgan.

Ketuvchi tarmoqlarda yuklamaning ortib ketishi va qisqa tutashuvlar



a)



Yoritish tarmoqlari

b)

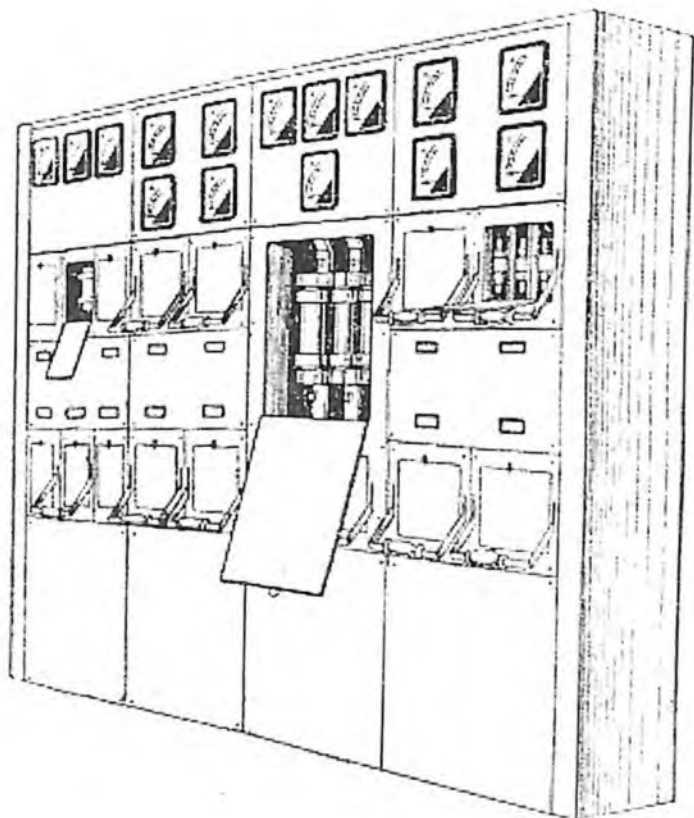
22-rasm. O'chirgichlar o'rnatilgan yoritish guruhi shiti:
a—umumiy ko'rinishi, b—sxemasi.

bo'lishidan saqlash uchun, guruh shitlarida eruvchan po'kak saqlagichlar yoki maxsus avtomatlar o'rnatiladi. Avtomatlardan kerakli hollarda tarmoqlarni ajratib qo'yish uchun ham foydalaniladi. Agar yoritish qurilmasida markazlashtirilgan boshqarish ko'zda tutilgan bo'lsa, guruhlar shitlaridagi har qaysi ketuvchi tarmoqqa bir qutbli yoki ikki qutbli o'chirgichlar o'rnatiladi. Sxemadan ko'rinib turibdiki, guruh shitida to'rt simli ta'minlovchi tarmoqdan, har bir fazaga kelib ulanadigan tarmoqlar sonini teng saqlagan holda, ikki simli guruh tarmoqlariga o'tiladi. Har qaysi fazaga ulanadigan tarmoqlar sonining tengligi saqlanganda uch fazali tizimning yuklamasi teng taqsimlanadi. Ikki simli tarmoqlanish hollarida himoya moslamasi faqat bir simda (faza simida), ba'zi hollarda esa ikkala simda ham o'rnatiladi. Bu tarmoqdagi elementlarning nol sim vositasida yerga ulanganiga yoki ulanmaganiga bog'liqdir.

Shitlarni guruh shitlari deb atalishiga sabab shuki, har qaysi tarmoq bir vaqtda bir necha lampani yoki lampalar guruhini energiya bilan ta'minlaydi, bunday tarmoqlarning himoyasi ham guruh shaklida bo'ladi.

Elektr energiyasini qabul qiluvchilar orasida taqsimlash uchun quvvat elektr qurilmalarida taqsimlash qurilmalari sifatida quvvat taqsimlash shkaflari- yig'malari, shuningdek, asosiy sex taqsimlash shitlari ishlatiladi.

Kuch taqsimlash shkaflaridan ketuvchi tarmoqlarni himoya qilish va ajratib qo'yish uchun odatda, novsimon saqlagichlar ishlatiladi. Ayrim hollarda ulanadigan tarmoqlarga uzgichlar, paket o'chirgichlar, avtomatlar, o'lchov asboblari o'rnatiladi.



23-rasm. Blok tipidagi taqsimlash shkafi.

Taqsimlash qurilmasi shinalarini tok kelish tarmonidan uzgich yordamida ajratish mumkin. Taqsimlash qurilmasini tozalash, ta'mirlash, kuygan saqlagichlarni almashtirish kabi qator hollarda shunday qilish zarurati tug'iladi.

23-rasmda blok tipidagi zamonaviy suyalma berk taqsimlash shiti ko'rsatilgan. Bu shit standart panellardan iborat bo'ladi. Chiqarib olinadigan alohida bloklarga boshqarish va himoya apparatlari montaj qilinib, bloklar panellarga kiritib qo'yiladi.

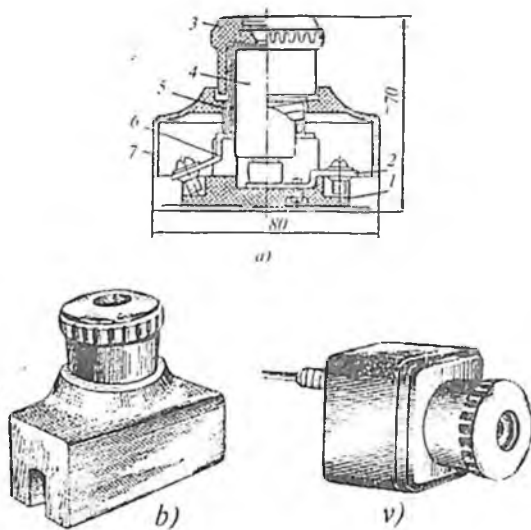
Elektr bilan ta'minlash tarmoqlarini ulash uchun taqsimlash shitining asosiy shinasidan tarmoqlar chiqarilib, bu tarmoqlarning har biri

boshqarish, himoya apparatlari hamda o'lchov asboblari bilan ta'minlangan. Himoya apparatlari sifatida ko'pincha quvursimon saqlagichlar, boshqarish apparatlari sifatida esa uzgichlar ishlatiladi.

Hozirgi zamon qurilmalarida himoya va boshqarish apparatlari sifatida turli avtomatlar, magnitli yurgizgichlar, kontaktorlardan foydalaniladi. Har bir tarmoqning asosiy o'lchov asbobi ampermetr bo'lib, zarur bo'lganda hisoblagichlar va voltmetrlar ham o'rnatiladi.

Shitning asosiy shinalarida kuchlanish borligi va uning kattaligini nazorat qilish uchun panelning ta'minlash tarmog'iga ulangan joyiga voltmetr, ampermetr va qayta ulagich o'rnatiladi. Qayta ulagich yordamida voltmetr istalgan fazaga ulanishi mumkin.

Taqsimot shitining panellariga kabellar yoki izolatsiya novlarga kiritilgan izolatsiya qilingan simlar yordamida kiritiladi. Sim va kabellarni kiritishni osonlashtirish maqsadida, shit ostiga beton kanal quriladi. Kabellar undan tegishli panellarga chiqarilib, shitning pastki qismidagi konstruksiyalarga mahkamlab qo'yiladi. Kanal ustki tomondan po'lat varaqi qoplangan beton yoki yog'och plitalar bilan berkitiladi.

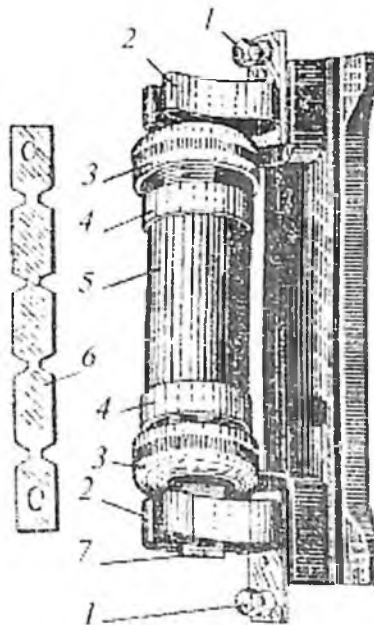


24-rasm. Bir qutbli rezkali saqlagichlar.

4.3. Eruvchan saqlagichlar

Eruvchan saqlagichlar o'zining konstruksiyalariga ko'ra po'kakli, trubkasimon va plastinkali saqlagichlarga bo'linadi. Eng ko'p tarqalgan po'kakli saqlagichlar asosi to'g'ri to'rtburchak va kvadrat shaklida bo'lgan bir qutbli rezbali saqlagichlardir. Po'kakli saqlagichlar turli konstruksiyalarda chiqariladi. 20 A gacha nominal tokka mo'ljallangan PSU (plavkiy predoxranitel s sokolnoy rezboy, ustanovochniy) seriyasidagi saqlagichlar shular jumlasidandir.

PSU-20 seriyasidagi saqlagichning asosi (1) plastmassadan yasilib, simlarni ulash uchun asosga pastki (2) va yuqorigi (6) kontaktlar mahkamlangan (24a-rasm). Yuqorigi kontakt (6) ga S-27 sokol rezbali kontakt gilzasi (5) payvand qilingan. Gilzaga eruvchan quyma (vstavka) (4) li saqlagich (3) boshchasi burab kiritiladi. Saqlagich b-to'g'ri to'rtburchak asosli, v-kvadrat asosli qilib yasaladi.



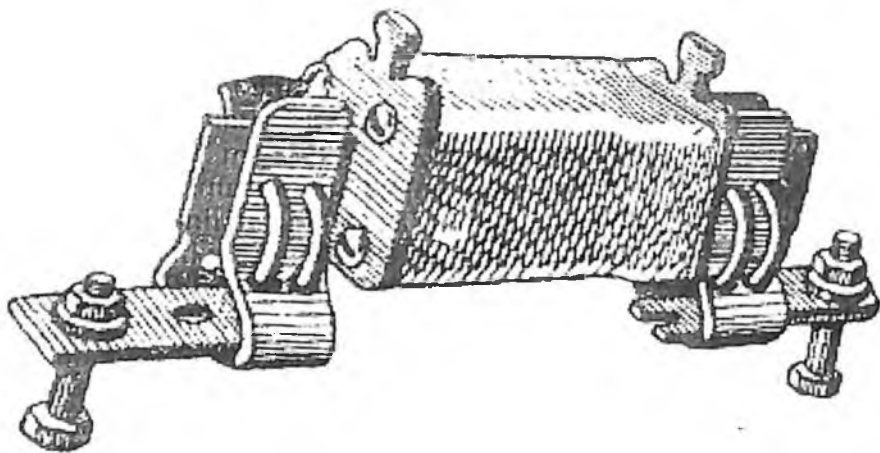
24a-rasm.

10, 15 yoki 20 A ga mo'ljallangan va almashtiriladigan eruvchan quyma saqlagichlar ikkala asosi kontakt qalpoqchalari bilan berkitilgan chinni silindrdan iborat bo'lib, kontakt qalpoqchalari silindr ichidan o'tkazilgan eruvchan ko'prikcha shaklidagi ingichka nazorat sim vositasida birlashtiriladi. Nazorat simining bir uchi quyma saqlagichning asos kontaktidagi nazorat ko'zhasini ushlab turadi. Chinni silindrning ichi mayda kvars qumi bilan to'ldirilgan.

Ko'prikcha eriganda nazorat sim ham eriydi va ko'zcha kontaktidagi chuqurchadan tushib qoladi. Saqlagich boshchasining tashqi asos sirtidagi oyna qo'yilgan teshikdan nazorat ko'zcha ko'rinib turadi. Shunga qarab saqlagichning ishga yaroqligini bilish mumkin. Saqlagichning tok keladigan barcha qismlari plastmassa qopqoq (7) bilan bekitilgan. Eruvchan quymani almashtirish uchun saqlagich boshchasini burab chiqarish va undan erigan quymani olib, yangisini qo'yish kerak.

S-27 rezbali saqlagichlar uchun eruvchan quymali po'kaklardan tashqari xuddi shu saqlagichga burab kiritiladigan maxsus avtomatik o'chirgichlar ham ishlab chiqarmoqda. Yuklama ortib ketganda yoki tutashuv bo'lganda, bu o'chirgich yordamida ajratib qo'yilgan chiziq o'chirgichdagi knopkaga bosib qayta ulanadi.

Konstruksiyasi va turlari xilma-xil bo'lgan naychasimon saqlagichlar taqsimlash qurilmalarida va quvvat elektr qurilmalarining alohida uchastkalarida keng qo'llaniladi. Eng ko'p tarqalgan naychasimon saqlagichlar jumlasiga



26-rasm. Qum to'ldirilgan naysimon saqlagich (PN).

PR (predoxranitel razborniy) ti pdagi qismlarga ajraluvchi, yumaloq fibra naychali saqlagich va shuningdek, PN tipli ichigakvars qumi to'ldirilgan kvadrat chinni naychali saqlagichlar kiradi (25-rasm).

PR tipli naychasimon saqlagichlar uchun nominal kuchlanishi 220 V (qisqa) va 660 V (uzun) bo'lgan patronlar 15, 60, 100, 200, 600 va 1000 A gacha nominal tokka mo'ljallab chiqariladi.

PR saqlagichning 100 A va undan yuqori tokka mo'ljallab chiqarilgan patroni fibra (5) dan iborat bo'lib, naycha uchlariga latun qopqoqchalari (4) zich kiydirilgan va ikki qator parchin mix yordamida parchinlab mahkamlangan.

Qopqoqchaga eruvchan quyma (vstavka) (6) ni mahkamlaydigan qalpoqcha (3) lar burab qo'yilgan. Eruvchan quyma patronga o'matilyotganda pichoqlar (7) ga burab kiritiladi. Patron o'zining pichoqlari bilan kontakt ustunchalari (2) ga kiritib qo'yiladi. Ustunchalar sim ulanadigan klemmalar (1) bilan birgalikda izolatsiya qiluvchi asosga mahkamlanadi.

15 va 60 A elektr tokka mo'ljallangan patronlar yuqorida bayon qilingan patronlardan kontakt pichoqlarining bo'lmasligi bilan farq qiladi. Ularda tok prujinasimon kontakt ustunchadan eruvchan quymaga qalpoqchalar orqali keladi; qalpoqchalar burab kiritilganda quyma bilan kontakt hosil qiladi.

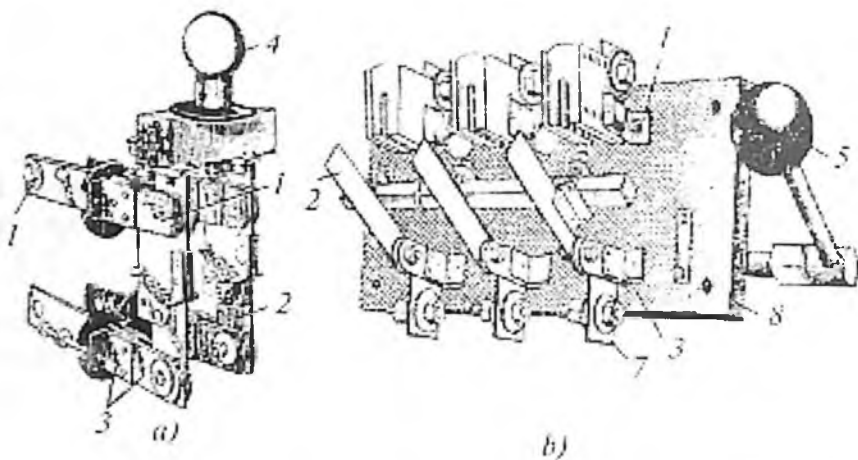
Quyma (6) rux varaqidan qilingan bo'lib, qisqa patronlardan ikkita, uzun patronlardan 4 ta ingichkalangan joy-bo'yni bo'ladi. Saqlagichdan kattaligi nominal tokka yaqin normal yuklama toklari o'tganda bo'yinlar butun quymani hamda butun saqlagichni ortiqcha qizib ketishidan asraydi.

PN saqlagichlar 40 dan 600 A gacha nominal tokka va 500 V gacha nominal kuchlanishga mo'ljallab chiqariladi (26-rasm). Saqlagichning eruvchan quymasi teshiklar teshilgan mis folgasining bir necha tasmalaridan yasaladi. Uni uzib tashlash qobiliyatini oshirish uchun quyma qumga ko'miladi.

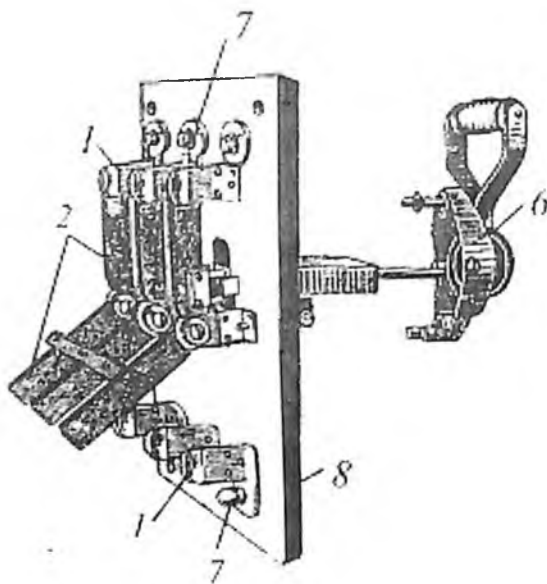
Rasmda: a—dastasi markazda bo'lgan ikki qutbli R uzgich rubilnik (plitasiz) va b—dastasi yon tomonida bo'lgan uch qutbli RB uzgich rubilnik ko'rsatilgan. Unda: 1—qo'zg'almas kontakt tayoqchalari, 2—harakatlanuvchi pichoqlar, 3—sharnirli kontakt tayanchlari, 4—markaziy dastak, 5—yon tomondagi dastak, 7—sim ulagich kontakt qismlari, 8—plita.

Naychasimon saqlagichlardan yana 500 V gacha nominal kuchlanishga mo'ljallangan, qismlarga ajralmaydigan, NPR (predoxranitel s napolnitelem, nerazborniy) saqlagichlar va qismlarga ajraluvchi saqlagichlar 100 A dan 600 A gacha nominal tokka moslab chiqariladi.

Ba'zi korxonalarni yoritish qurilmalari uchun 10 va 24 A ga mo'ljallangan naysimon saqlagichlar: patroni va asosi plastmassadan yasalgan PPT-10 va KP-25 tipidagi va boshqa saqlagichlar chiqariladi.



27-rasm. R va RB markali uzgich va qayta ulagich rubilniklari.



28-rasm. PPS markali uzgich va qayta ulagich rubilnikgi.

4.4. O'chirgich rubilniklar

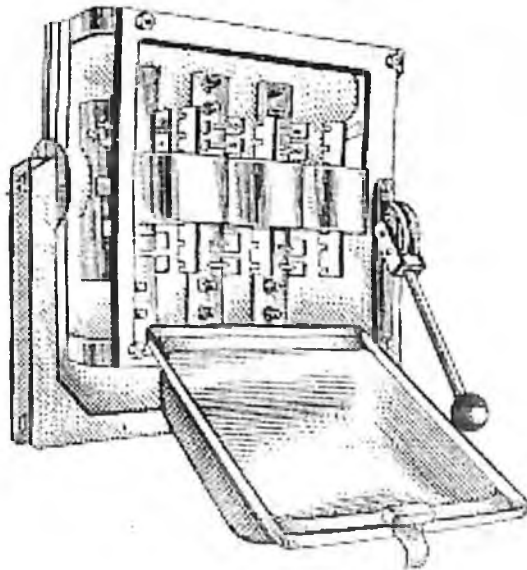
Avtomatlashtirilmagan oddiy o'chirgichlar qo'l bilan harakatga keltiriladi. Markaziy taqsimlash shittlari, taqsimlash shkafllari va shunga o'xshash taqsimlash qurilmalarida elektr zanjirlarini qo'shish va ajratish uchun oddiy o'chirgichlar sifatida uzgichlar, bir-biriga kiruvchi qayta ulagich rubilniklar, maxsus bloklar, paket o'chirgichlar va qayta ulagichlar hamda boshqa apparatlar ishlatiladi.

Uzgichlar va qayta ulagich rubilniklar ikki yoki uch qutbli kontakt tizimiga ega bo'lib, 500V gacha nominal kuchlanish va 60A dan 600A gacha nominal tokka mo'ljallangan (27-rasm).

R va P tipidagi markaziy tutqichli ochiq uzgich rubilniklar va qayta ulagichlar faqat kichik yuklamali va yuklamasiz elektr zanjirlarni uzib ajratish uchun ishlatiladi.

Richagli yuritmalari markazida yoki yon tomonida bo'lgan RPS, RPB, PPS va PPB tiplaridagi uzgich va qayta ulagich rubilniklar ham yuklamasi kichik bo'lgan elektr zanjirlarining tutashtirish uchun ishlatiladi.

Markaziy richag yuritmasi bo'lgan uch qutbli PPS markali uzgich va



29-rasm. Blok saqlagich (BPV).

qayta ulagich rubilnikning tuzilishi 28-rasmda keltirilgan. Unda: 1—qo'zg'almas kontakt ustunchalari, 2—harakatlanuvchi pichoqlar, 6—richagli markaziy yuritma, 7—kontakt qismlari, 8—plita.

Bloklar deb taqsimlash shitlari va blok tipda komplektlanadigan metall shkaf ichiga joylashtirilgan tutashtirish va himoya apparatlariga aytiladi (29-rasm).

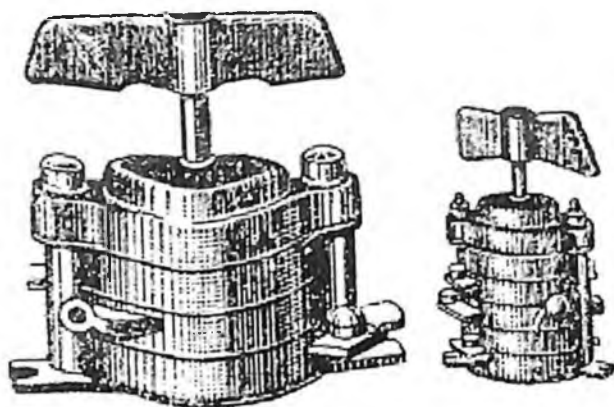
Blokning nomi va turi uning ichida o'rnatilgan apparatlar nomi va tipiga mos bo'ladi. Masalan, ichidasaqlagichi bo'lgan blok BP (blok-qayta ulagich), ichida o'chirgichi bo'lgan blok esa BV (blok-o'chirgich) deb yuritiladi. Blok taqsimlash shitlarida aralash bloklar BPV (blok-predoxranitel-o'chirgich) ishlatiladi. BPV bloklarida qum to'ldirilgan naysimon saqlagichlar ishlatiladi, ular o'chirgichning qo'zg'aluvchi kontakti rolini ham o'ynaydi. Buning uchun saqlagich naychalari o'zaro va richagli yuritma bilan mexanik birlashtiriladi. Ulash vaqtida saqlagich naychasi yuritma yordamida kontakt ustunchalariga tortiladi, ajratilganda esa ulardan itariladi.

Blok mexanik blokirovka qurilmasi bilan jihozlangani uchun, elektr zanjiri ulanganida metall yashik eshiklari ochilmaydi.

Bloklar 100, 200, 400, 600, 1000 va 1500 A nominal elektr tokiga mo'ljallab chiqariladi.

4.5. Paket o'chirgichlar

Paket o'chirgich juda ixcham bo'lib, ko'pincha ikki va uch qutbli yasaladi va juda katta bo'lmagan quvvatli elektr zanjirlarini uzadi hamda



30-rasm. Ikki va uch qutbli paket o'chirgichi.

ulaydi (30-rasm). O'chirgichning ponasimon kontaktlari bo'lib, kontaktning qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas qismlari bir-birining ustiga o'rnatilgan baland plastmassadan yasalgan shaybalar ichida turadi.

Qo'zg'aluvchan qismlari, ustki qismida dastasi bo'lgan umumiy dastak bilan bog'langan.

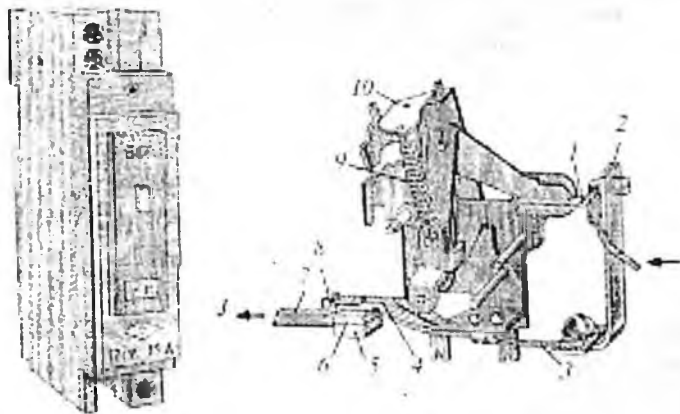
Paket o'chirgichlar va qayta ulagichlar bir qutbli seksiyalardan yig'iladi va bir qutbli, ikki qutbli, uch qutbli qilib 380 V nominal kuchlanishga va 6A dan 400 A gacha nominal tokka mo'ljallab chiqariladi.

Turli xil konstruksiyadagi bir qutbli, ikki qutbli, uch qutbli avtomatik o'chirgichlar (avtomatlar) o'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarini qo'lda ulash va ajratish, qisqa tutashuv toki yoki o'ta yuklama tokini avtomatik ajratish va ayrim hollarda tarmoq kuchlanishi nominal qiymatidan deyarli pasayganda elektr zanjirlarini ajratish uchun ham qo'llaniladi. Turli avtomatlar ta'minlash va taqsimlash tarmoqlarini tutashtirish, himoya qilish uchun ham, shuningdek, alohida elektr dvigatellarini boshqarish hamda ularni himoya qilish uchun ham ishlatiladi.

4.6. Avtomat ajratkichlar

Avtomatlarning quyidagi asosiy qismlari bor:

– zarur bo'lgan ajralma kontakt juftlaridan iborat bo'lgan tutashtiruvchi qurilma va har qaysi kontakt jufti yoy so'ndiruvchi kamera bilan jihozlangan;



31

31-rasm. Bir qutbli A-3160 avtomati.

– qo‘l bilan ishga tushiriladigan va erkin uzuvchi qurilmali ulash va uzish mexanizmi;

– avtomatlashtirilgan issiqlik va elektromagnit ajratkichlari;

– blokirovka kontaktlari (ba‘zi konstruksiyalar uchun).

Avtomat ajratkichlar elektr tarmog‘ining avtomat o‘rnatilgan qurilmasini himoya qiladi. Buning uchun ajratkichlar tok yoki kuchlanishning ma‘lum kattaligiga sozlab qo‘yiladi. Tok kattaligi nominal qiymatidan deyarli ortib ketsa, ajratkich erkin ajratish qurilmasiga ta‘sir qiladi va avtomatning tutashtiruvchi qurilmasi ajraladi.

Erkin ajratish qurilmasi avariya hollarida avtomatning ajralishini ta‘minlaydi, shu bilan birga, avtomat qo‘l bilan boshqariladigan dastak (knopka yoki richag) ulangan («vklyucheno») vaziyatida tursa-da, uning kontaktlari ajralib qoladi.

Avtomat ajratkich zanjirni avtomatik tarzda ajratib qo‘yish sababi topilib, bartaraf qilingandan so‘ng, avtomatni yana ulab qo‘yish mumkin. Buning uchun dastlab dastak «uzilgan» («otklyucheno») vaziyatiga o‘tadi. Bu holda mexanizmning oldin tishlashib turgan kontekst qismlari ajralib qoladi. So‘ngra «ulangan» (vklyucheno) vaziyatiga o‘tganda ajralgan qismlar yana tishlash vaziyatiga o‘tkaziladi.

Korxonalar, jamoat va ma‘muriy binolarni yoritish qurilmalarida va guruh taqsimlash shitlarida 25 A gacha nominal toklarga mo‘ljallangan va avtomatlashtirilgan issiqlik uzgichi bilan jihozlangan A-3160 va AB-25 ti pidagi bir qutbli avtomatlar keng ishlatiladi.

A-3160 avtomat karbolit korpusga ega bo‘lib, qo‘l bilan boshqarish uchun uning qopqog‘ida richag bor (31-rasm). Qopqog‘ ostida ajratkich mexanizmi, kontakt tizimi va maksimal tokning avtomatlashtirilgan issiqlik uzgichi joylashgan. Rasmda a—umumiy ko‘rinishi va b—ajratish mexanizmi ulangan holatda ko‘rsatilgan. Mexanizm quyidagilardan tuzilgan: 1—tirgak, 2—bimetall plastinka, 3—egiluvchan sim, 4—kontakt prujinasi, 5—qo‘zg‘almas kontakt, 6—qo‘zg‘aluvchan kontakt, 7—tok o‘tuvchi shisha, 8—yon so‘ndirgich, 9—prujina, 10—dasta o‘rnatiladigan skoba.

Avtomat dastagi boshqarmaning uzish mexanizmiga birlashtirilgan ishga soluvchi richagiga qo‘l bilan ta‘sir qilib, ulanadi va uziladi.

Uzatish tarmog‘i avtomatik tarzda quyidagicha uziladi: uzatish tarmog‘iga tok avtomatning bimetal plastinkasi orqali o‘tadi. Plastinka uzgichning prujinali mexanizmini ushlab turadi. Yuklama ortib ketganda yoki uzatish tarmog‘ida qisqa tutashuv ro‘y berganda, ortib ketgan tok bimetal plastinkani tez qizdiradi. Natijada plastinka deformatsiyalanib, ajratkich mexanizmini qo‘yib yuboradi. So‘ngra avtomat kontaktlari ajraladi va uzatish tarmog‘i ajralib qoladi.

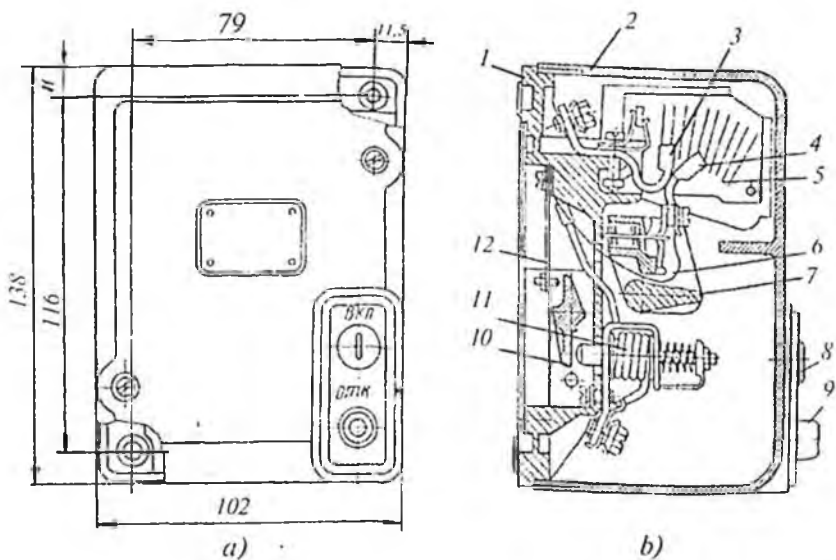
Uzatish tarmog'i avtomat ravishda ajralib qolgandan so'ng, kontaktlarni avvalgi vaziyatiga keltirish va uzatish tarmog'ini ulash, qo'l bilan boshqarish richagchasi yordamida amalga oshiriladi. Bu vaqt ichida bimetall plastinka soviydi, deformatsiya yo'qoladi va plastinka ajratkich mexanizmini yana qaytadan ulangan holda ushlab turadi.

AB-25 avtomat ham shunday tuzilgan va shu tarzda ishlaydi, biroq uning o'lchamlari kichikroqdir.

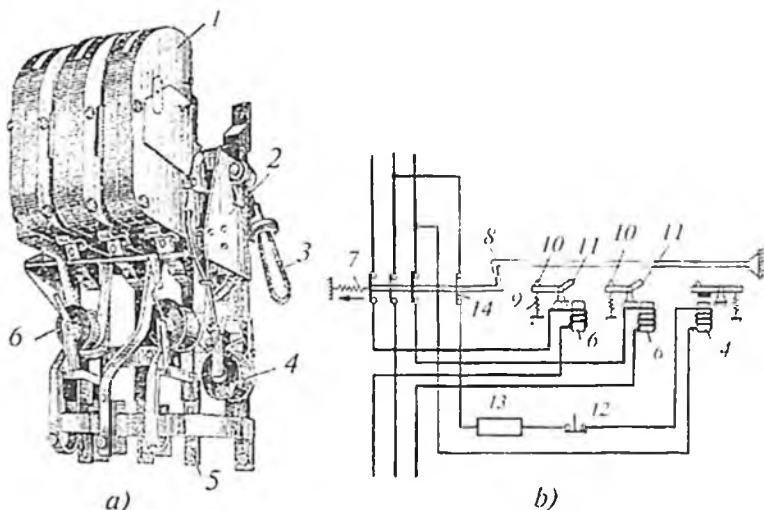
1000 A gacha tokka mo'ljallangan uch qutbli avtomatlar uch fazali tarmoqlarini tutashtirish uchun va elektr dvigatellarini ishga tushiruvchi apparatlar sifatida taqsimlash qurilmalarida ishlatiladi. Bu avtomatlar issiqlik va elektromagnit ajratkichlar bilan ta'minlangan bo'lib, birinchisi o'ta yuklama toklaridan, ikkinchisi qisqa tutashuv toklaridan himoya qiladi.

AP-50 avtomatlari 50A gacha nominal tokka mo'ljallangan bo'lib, taqsimlash qurilmalarida ayrim zanjirlarni tutashtirish hamda himoya qilish uchun va quvvati 14 kVt gacha bo'lgan elektr dvigatellarini yurguzib yuboruvchi hamda himoya qiluvchi apparatlar sifatida keng qo'llaniladi (32-rasm).

Avtomat o'zining g'ilofidagi ikkita mexanik knopka yordamida boshqariladi. Avtomat quyidagilardan tuzilgan: 1—metall asos, 2—plastmassa



32-rasm. AP-50 avtomatni: a) oldidan va b) yondan ko'rinishi.



33-rasm. A-2000 uch qutbli universal avtomat.

qopqoq, 3—qo'zg'almas kontaktlar, 4—qo'zg'aluvchi kontaktlar, 5—yoy so'ndiruvchi kamera, 6—qayishqoq o'tkazgichlar, 7—qo'zg'aluvchi kontaktlar tutqichlari, 8—ulash knopkasi, 9—uzish knopkasi, 10—uzuvchi reyka, 11—maksimal tok elektromagnit ajratkichlar, 12—maksimal tok issiqlik ajratkichlari.

AP-50 avtomatlari maksimal tok elektromagnit va issiqlik uzgichlari bilan; faqat maksimal tok elektromagnit uzgichi yoki faqat maksimal tok issiqlik ajratkichi bilan; tok uzgichi va minimal kuchlanish uzgichi bilan va uzgichsiz chiqariladi.

AP-50 avtomatlarining tok uzgichlari 1,6A dan 50A gacha nominal toklarga mo'ljallab tayyorlanadi. Uzgichda ishga tushirish tokini rostlovchi qurilma bo'ladi. Masalan, 25 A tokka mo'ljallangan uzgich ishga tushirish toki 16 A dan 25 A gacha bo'lgan avtomatda o'rnatilishi mumkin.

A-2000 uch qutbli avtomat katta yuklamali elektr zanjirlarini tutashirish va himoya qilishda ishlatiladi (33-rasm). Avtomat ikkita maksimal tok elektromagnit uzgichi va bitta minimal kuchlanish uzgichi bilan jihozlangan.

Rasmlarda a)—avtomatning umumiy ko'rinishi va b)—uning tuzilishi ko'rsatilgan bo'lib, quyidagilardan tashkil topgan: 1—asosiy kontaktlarning yoy so'ndiruvchi kameralari, 2—erkin ajratuvchi mexanizm, 3—boshqarish dastasi, 4—minimal kuchlanish rele g'altagi, 5—chiziq ulanadigan qismlar,

6—maksimal tok rele g'altagi, 7—uzuvchi prujina, 8—lo'kidon, 9—rele prujinasi, 10—rele yakorining tepkisi, 11—rele yakori, 12—masofadan uzish knopkasi, 13—qo'shimcha qarshilik, 14—blok-kontakt.

Avtomatning tok uzgichlarida, uzgich ishga tushgandan so'ng, avtomatni bir oz kechikib ajratuvchi qo'shimcha qurilmalari bo'lishi mumkin. Avtomatni kechiktirib ajratish, qisqa muddatli o'ta yuklama toklari oqqanda (masalan, katta quvvatli elektr dvigatellarini ishga tushirishda), avtomat ajralib qolmasligi uchun zarur bo'ladi.

Ulangan holda avtomat lo'kidon (8) yordamida ushlab turiladi. O'ta yuklama yoki qisqa tutashuv bo'lganda maksimal tok elektromagnit ajratkichlari tok relesi (6) ning g'altagi prujina (9) ning qarshiligini yengib, yakor (11) ni tortib turadi. Yakor (11) ning tepkisi (10), (8) ni urib chiqaradi. Shu bilan birga avtomatni tarmoqdan ajratuvchi prujina (7) uning kontaktlarini ajratadi.

Kuchlanishning pasayishi natijasida minimal kuchlanish elektromagnit uzgichi kuchlanish relesi (4) ning g'altagidagi tok ham kamayadi, bunda g'altak yakori prujina ta'sirida g'altak o'zagidan ajraladi va o'zining tepkisi yordamida (8) ni bo'shatib yuborib, avtomatni tarmoqdan ajratib qo'yadi. G'altak (4) ning zanjiri o'chirgich validagi blok kontaktlar (14), qo'shimcha qarshilik (13) va uzoqdan turib uzish knopkasi (12) orqali tutashadi.

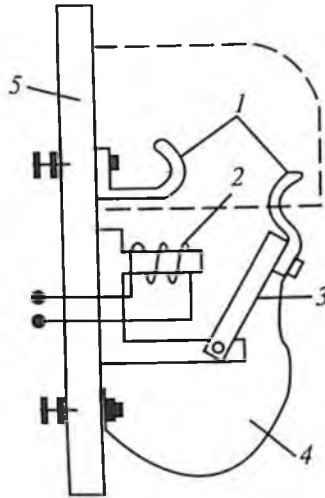
Avtomat dastak yoki richagli yuritma yordamida qo'l bilan ulanadi. Avtomatni qo'l bilan ajratishda ham tutqich yoki richagli yuritmadan foydalaniladi. Uzoqdan turib boshqarish zarur bo'lgan avtomatlar elektromagnit yoki elektr dvigateli yuritmalar bilan jihozlanadi. O'chirgichning ishga tushiruvchi mexanizmi erkin uzgichli qurilmaga ega.

Ma'lumki issiqlik uzgichi qisqa tutashuv toklaridan ishonchli himoya qila olmaydi, chunki plastinkani qizishi uchun ko'p vaqt kerak bo'ladi. Elektromagnit uzgich esa o'ta yuklama toklaridan himoya qila olmaydi, shuning uchun uning ishga tushish chegarasi dvigatelning yurgizib yuborish tokini hisobga olib tanlaydi. Bu tok nominal tokdan bir necha marta ortiq bo'ladi.

4.7. Kontaktorlar

Elektr zanjirlarni uzoqdan turib yoki avtomatik ravishda ulash va ajratishga mo'ljallangan elektromagnit apparat **kontaktor** deyiladi.

Kontaktorlar avtomatlardan farq qilib, elektr zanjirini himoya qilmaydi, ular sof tutashtirish hosil qiluvchi apparatlar bo'lib, nominal



34-rasm. Kontaktorning sxemasi.

chegarada bo'lgan har qanday yuklamalarni tez-tez uzib-ulab turishi uchun ishlatiladi.

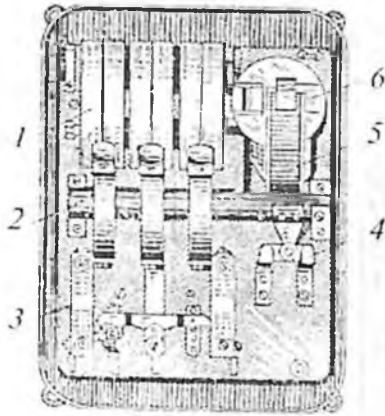
Bir qutbli kontaktorning tuzilishi 34-rasmda ko'rsatilgan. Kontaktor quyidagi qismlardan tuzilgan: 1—kontaktlar, 2—ushlab turuvchi g'altak, 3—yakor, 4—tok o'tuvchi qayishqoq sim, 5—plita, 6—elektr yoyini o'chiruvchi panjara. Ushlab turuvchi elektromagnitli g'altak (2) ning zanjiri tutashgan vaqtda yakor (3) g'altakning o'zagiga tortiladi va kontaktorning kontaktlari (1) ga tutashadi.

Kontaktorni tarmoqdan ajratish uchun boshqarish kalitini ajratish kifoya. Ushlab turuvchi g'altak toksizlanadi va kontaktor o'zining qo'zg'aluvchi qismlari og'irligi ta'sirida ajralib qoladi. Ba'zi kontaktorlarda elektr zanjirini uzuvchi prujinalar bo'ladi. Kontaktorlar, odatda, yoyga chidamli izolatsiya materialidan yasalgan yoy so'ndiruvchi panjara (6) bilan jihozlanadi.

Kontaktorlar o'zgarmas tok uchun NP markali ikki qutbli va o'zgaruvchan tok uchun KT markali uch qutbli tayyorlanadi.

4.8. Magnit yuritgichlar

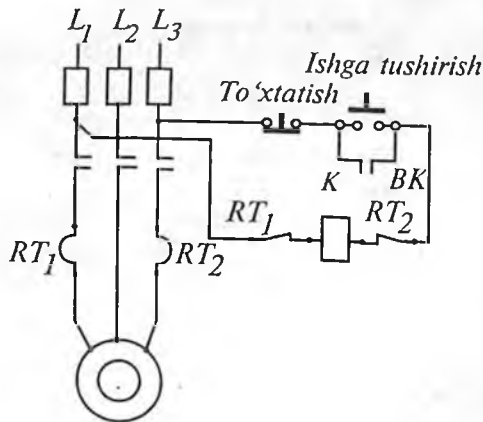
Magnit yuritgichi (35-rasm) o'zgaruvchan tokning uch qutbli kontaktoridan iborat bo'lib, odatda, ikkita fazasi issiqlik relelari va blokirovka qiluvchi kontaktlar bilan ta'minlangandir. Bu elementlarning hammasi umumiy metall quticha ichiga joylashtirilgan.



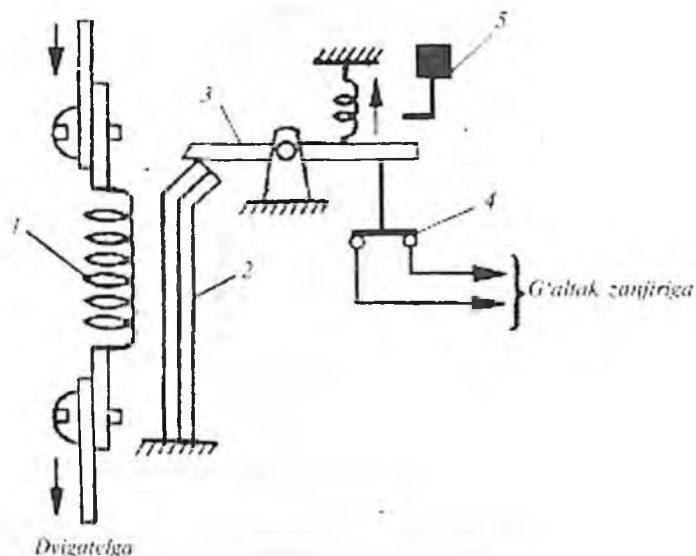
35-rasm. Magnit yuritgichning qopqoqsiz ko'rinishi.

Magnit yuritgichi quyidagi qismlardan tuzilgan: 1—faza kontaktlarining yoy o'chiruvchi kameralari, 2—qo'zg'aluvchi kontaktlar vali, 3—issiqlik relolari, 4—blokirovkalovchi kontaktlar, 5—qo'zg'aluvchi kontaktlar validagi yakor, 6—elektromagnit g'altagi.

Magnit yuritgichlari qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron elektr dvigatellarni uzoqdan turib boshqarish va ularni o'ta yuklamadan



36-rasm. Uch fazali asinxron dvigatelini magnit yuritgichi bilan boshqarishning elektr sxemasi.



37-rasm. Issiqlik relesining tuzilish sxemasi.

himoyalash uchun ishlatiladi. Magnit yuritgichlari, ayrim hollarda, taqsimlash qurilmalarining tutashirish apparatlari sifatida ham ishlatiladi.

Magnit yuritgichini ulash hamda ajratish va unga ulangan elektr dvigatelini ishga tushirish va to'xtatish umumiy metall qobiqdagi ikkita knopka: «Pusk» va «Stop» vositasida amalga oshiriladi.

«Pusk» knopkasini bosganda kontakt tutashadi, «Stop» knopkasini bosganda esa kontaktlar ajraladi. Ikkala knopka ham qo'yib yuborilgandan keyin prujina yordamida o'zining dastlabki vaziyatiga qaytadi.

Uch fazali asinxron dvigatelini magnit yuritgichi yordamida boshqarish elektr sxemasi 36-rasmda keltirilgan.

«Pusk» knopkasi bosilganda kontaktorning g'altagi K orqali: L_1 faza simi—issiqlik relesi RT_1 kontakti—g'altak K, issiqlik relesi RT_2 kontakti—«Pusk» kontakti, «Stop» knopkasi— L_3 faza simidan iborat tok zanjiri hosil bo'ladi.

G'altak K ni elektromagnit kuchlari yurgizib yuborgich, qo'zg'aluvchan kontaktlarining traversasi yakorni o'ziga tortadi va ular qo'zg'almas kontaktlar bilan birlashadi hamda elektr dvigatelining stator chulg'amini KK kontaktlari yordamida tokka ulaydi. Ayni vaqtda yuritgichining blok kontakti BK tutashadi va «pusk» knopkasi shuntlaydi.

Endi «Pusk» knopkasi qo‘yib yuborilishi mumkin, chunki tok zanjiri g‘altak K ga blok kontakt orqali o‘tadi. «Stop» knopkasi bosilganda g‘altak K zanjiri uziladi va kontaktlar o‘z og‘irliklari va kontakt prujinalari ta’sirida traversani dastlabki vaziyatiga qaytarib ajratadi.

Dvigatel yuklamasi nominal qiymatidan ancha ortib ketganda, issiqlik reletlari RT1 va RT2 ishlashi natijasida, magnit yuritgich avtomatik ravishda ajratiladi.

Issiqlik relesi RT ning tuzilishi 37-rasmda sxema tarzida ko‘rsatilgan. Rele dvigatel zanjiri fazalaridan biriga ketma-ket ulangan isitkich elementi (1), ajratish mexanizmi (3) ni ushlab turuvchi bimetall plastinka (2), yuritgich g‘altagining zanjiriga ketma-ket ulangan normal tutashgan kontaktlar (4) va qaytarish knopkasi (5) dan tuzilgan.

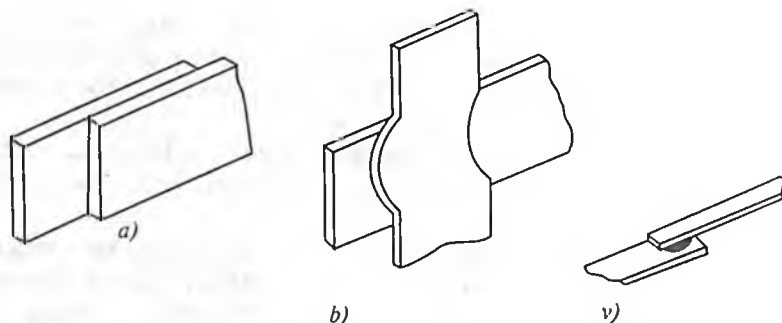
Dvigatelning yuklamasi ortishi natijasida tok ham ortadi va isitkich elementlar harorati ko‘tariladi. Elementda issiqlik ajralishi natijasida uning bimetall plastinkasi deformatsiyalanib, ajratish mexanizmining lo‘kidonini bo‘shatadi. Buning natijasida rele kontaktlari ajraladi va yuritgich g‘altagining zanjiri ham uziladi. Isitish elementi sovganidan so‘ng, relening qaytarish knopkasi (5) ni bosib, ajratuvchi mexanizmning kontaktlari oldingi, ya’ni tutashgan holiga qaytariladi.

4.9. Operativ apparatlarning kontaktlari

Kontaktlar har qanday apparatning ham muhim qismidir. Operativ apparatlarning ajralmaydigan va bir-biriga nisbatan siljimaydigan, qattiq mahkamlangan bo‘ladi. Qattiq kontaktlar doimiy bo‘lib, apparatlarning shinalari va simlar ulanadigan qismlari kontaktlari bo‘ladi. Apparatlarning, bundan tashqari, vaqti-vaqti bilan tutashuvchi va ajraluvchi kontaktlari ham bo‘ladi. Bunday kontaktlar elektr zanjirlarini ulaydi va uzadi. Ajraluvchi kontaktlar qo‘zg‘aluvchan va qo‘zg‘almas qismlardan iborat bo‘ladi. Ba’zi tezkor apparatlarning sirpanuvchi kontaktlari ham bo‘ladi, ular ajralmasdan bir-biriga nisbatan siljiydi, shu bilan birga ular o‘zaro elektrik ulangan bo‘ladi. Sirpanuvchi kontaktlarning ham qo‘zg‘aluvchan va qo‘zg‘almas qismlari bo‘ladi.

Apparatlarning bir-biriga tutashgan kontaktlari tutash joylarining ishonchli va zich bo‘lishini ta’minlashlari, elektr zanjiridan oqayotgan tok kontaktlaridan o‘tayotganda qo‘shimcha qarshilikka uchramasligi va ularni ortiqcha qizitmasligi kerak.

Kontaktlar tutashgan joyining elektr tokiga qilgan qarshiligi *kontaktning o‘tish qarshiligi* deyiladi. Tezkor apparatlarning ajraluvchi kontaktlari tok oqayotgan zanjirni uzish vaqtida o‘zlarining qo‘zg‘aluvchan



38-rasm. a—yassi, b—chiziqli, v—nuqtaviy kontaktlar.

va qo'zg'almas qismlari orasida hosil bo'ladigan elektr yoyi ta'sirida qoladi. Bu vaqtda yoy harorati ta'sirida kontakt metallini erishi va qisman bug'lanishi yoki hatto kontaktlar erib, yopishib qolishi mumkin. Buning natijasida kontaktlar ishga yaroqsiz bo'lib qoladi.

Har qanday tezkor apparatlarning ajraluvchi kontaktlari quyidagi asosiy talablarga javob berishi kerak:

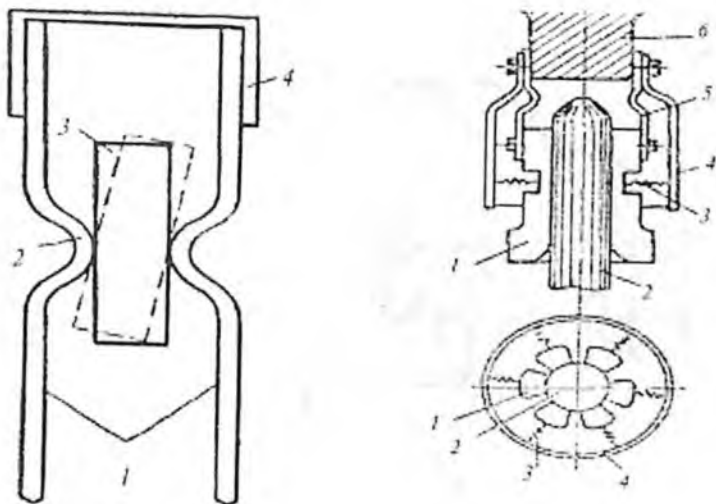
- o'tish qarshiligi o'zgarmas bo'lishi kerak, bunga kontakt prujinalarining va materialining tabiiy elastikligi ta'sirida kontaktlarning o'zaro bosish kuchi yordamida erishiladi;

- kontaktlar tutashmay turganida hosil bo'ladigan oksid pardasini o'z-o'zidan tozalanishi, ko'pincha kontaktlar tutashib ajralganda parda o'z-o'zidan tozalanadi;

- o'zaro tegib turish maydonining kattalashuvi tegish nuqtalari sonini yetarli bo'lishi bilan erishiladi.

Shu narsani qayd qilib o'tish kerakki, kontaktlar bir-biriga butun sirlari bilan emas, balki chekli sondagi nuqtalari bilangina tegib turadi. Bunga sabab kontaktlarga ishlov berilganidan so'ng uning sirtlarida qolgan notekisliklar yetarlicha rostlanmagandan bo'ladigan o'zaro qiyshayishlar va hokazolardir. Tegib turgan nuqtalarining soni oz bo'lganda va kontaktlarni bir-biriga bosadigan kuchi kam bo'lganda o'tish qarshiligi katta bo'lib ketishi mumkin. Bu vaqtda zanjirdan katta tok oqqanda kontaktning tutashgan joylarida tok zichligi katta bo'lib, kontakt qiziy boshlaydi, o'tish qarshiligi yanada kattalashib, qizish ham kuchayadi, natijada kontaktlar shikastlanishi mumkin.

Kontaktlarning o'zaro tegib turadigan nuqtalari sonining yetarli bo'lishi, ularning konstruksiyalaridan tashqari, teguvchi sirtlarning bir-biriga moslanishi va rostlash aniqligiga ham bog'liqdir. Kontaktlar yaxshi rostlansa, ular bir-biriga nisbatan to'g'ri joylashadi va bitta kontakt ikkinchi kontaktga chuqur kiradi.



39-rasm. Kiruvchi (a) va rozetka—sterjenli (b) kontakt.

Kontakt mexanik mustahkam bo'lishi kerak. Bunday kontakt ma'lum sondagi ulash va ajratishlarga chidashi kerak. Shu bilan birga, gaykalar va boltlar o'z-o'zidan buralib chiqmasligi, prujinalar bo'shshib qolmasligi, o'qlar va ishqalanuvchi boshqa qismlarning yeyilmasligi, cheklovchi tayanchlar siljimasligi kerak va hokazolar.

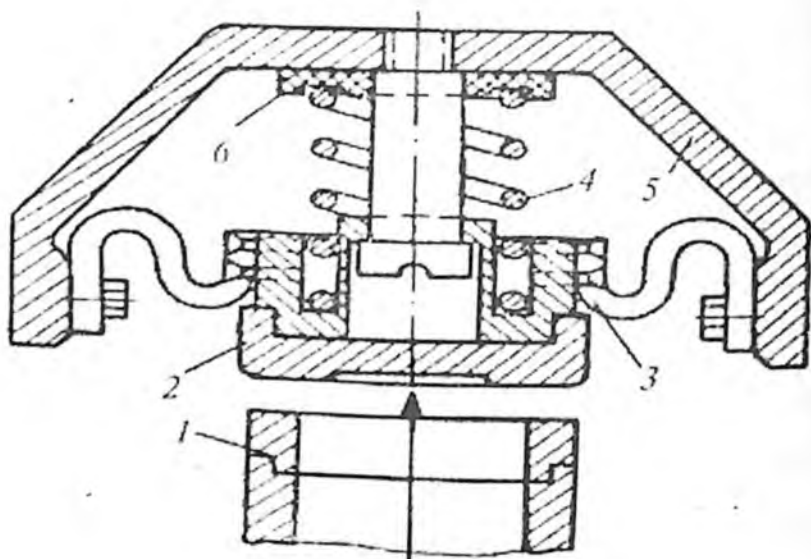
Qisqa tutashuv toklarining issiqlik va elektrodinamik ta'sirlariga qarshi barqarorligi yetarli bo'lishi kerak.

Yuklama tok o'tayotgan zanjirlarni uzishga mo'ljallangan tezkor apparatlarning ajraluvchi kontaktlari: yuklama o'chirgichlari va quvvat o'chirgichlari ham elektr yoyi bilan shikastlanmasligi kerak. Yoy kontaktlarning ma'lum qismlari orasidagina, ya'ni yoy so'ndiruvchi qismlarida hosil bo'lgani uchun kontaktlar shikastlanmaydi; kontaktning asosiy qismi yoy ta'sirida qolmaydi.

Bundan tashqari, apparat ulanayotgan zanjirda qisqa tutashuv bo'lganda ham apparatning kontaktlari erib, yopishib qolmasligi va buzilmasligi kerak.

Shuning uchun ham apparatni juda tez ulash kerak; bunda qo'zg'aluvchi kontakt qo'zg'almas kontaktga urilganda ular titramasligi va bir-biridan sakrab ketmasligi uchun kontaktlar titrashlarga yo'l qo'yiladigan prujinalar bilan jihozlangan bo'ladi. Aks holda kontaktni erituvchi va yopishtirib qo'yadigan qisqa muddatli yoylar hosil bo'lishi mumkin.

Ajraluvchi kontaktlarning turli-tuman xillari bir-biriga tegish



40-rasm. Asos kontakti.

qonuniyati va yasalish shakliga qarab farq qilinadi. Bir-biriga tegish qonuniyatiga ko'ra kontaktlar uch xil bo'ladi:

- keng sirlari tegib turuvchi yassi kontaktlar (38 a-rasm);
- faqat tor sirlari bilangina tegib turuvchi chiziq kontaktlari (38 b-rasm);
- bir yoki bir necha nuqtalari bilan tegib turuvchi nuqtaviy kontaktlar (38 v-rasm).

Yassi kontaktlarning bir qancha muhim kamchiliklari bor: tegib turish nuqtalarining kam va o'zgaruvchan bo'lishi va o'z-o'zdan yomon tozalanishi tufayli o'tish qarshiliklari o'zgaruvchanligi, elektrodinamik barqarorlik kamligi va hokazo.

Chiziqli kontaktlar zamonaviy barcha apparatlarda keng qo'llaniladi. Ularning asosiy afzalligi o'tish qarshiligining o'zgarmas bo'lishidir. Chunki prujinalarning chiziqli kontaktga bo'lgan bosimi kichkina kontakt sirtga bo'linadi va natijada kontaktning solishtirma bosimi katta bo'ladi. Bosimning katta bo'lishi ishonchli tegib turadigan nuqtalar sonini ko'paytiradi va bir-biriga teguvchi sirtlarning o'z-o'zidan yaxshi tozalanishini ta'minlaydi. Chiziqli kontaktlarning elektrodinamik barqarorligi yuqori va ularni rostlash oson bo'lib rostlangan kontaktlar uzoq vaqt yaxshi ishlaydi.

Nuqtaviy kontaktlar chiziqli kontaktlar bilan bir qatorda hozirgi zamon apparatlarida juda keng qo'llaniladi. Ularning bir-biriga tegib turgan nuqtalarida solishtirma bosim juda katta bo'lib, bosim kontaktlarining o'z-o'zini a'lo darajada tozalashni va o'tish qarshiligining doimiy o'zgarmas bo'lishini ta'minlaydi.

Yasalish qonuniyatlariga ko'ra kontaktlar uch turga bo'linadi:

- qo'zg'aluvchan kontakt (1) pichoq va qo'zg'almas kontakt ustunchasi (3) dan iborat bir-biri orasiga kiruvchi kontaktlar (39 a-rasm);
- rozetka-sterjenli kontaktlar (39 b-rasm);
- tegib turuvchi sirti yassi, chiziqli yoki nuqtali bo'lgan asos kontaktlar (40-rasm).

Bir-biriga kiruvchi kontaktlar quyidagicha tuzilgan: 1–qo'zg'aluvchi ikki qutbli kontakt ayrili pichoq shaklida, 2–qo'zg'aluvchi kontaktning kontakt chiziqlari, 3–qo'zg'almas kontakt ustun shaklida, 4–prujinalanuvchi skoba. Bir-birining orasiga kiruvchi kontaktlarning tegib turuvchi yuzalari yassi, chiziqli va nuqtali bo'lishi mumkin.

Rozetka–sterjenli kontaktlarning tegib turuvchi yuzalari chiziqli bo'lib, rozetka (1) shaklidagi qo'zg'almas kontakt va sterjen (2) shaklidagi qo'zg'aluvchi kontaktdan iborat. Rozetka-sterjenli kontaktlar quyidagilardan tashkil topgan: 1–segmentli rozetka shaklidagi qo'zg'almas kontakt, 2–qo'zg'aluvchi kontakt sterjen, 3–kontakt prujinalari, 4–tirgak halqa, 5–egiluvchan kontakt, 6–asos.

Asos kontakti quyidagicha tuzilgan: 1–qo'zg'aluvchan naysimon kontakt, 2–qo'zg'aluvchi kontakt (lappak), 3–qayishqoq sim, 4–kontakt prujinasi, 5–qo'zg'almas kontakt korpusi, 6–izolatsiyalovchi shayba.

Ajralluvchi asos kontaktlarning qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan qismlarining shakli va konstruksiyalari turli-tuman bo'lib, tezkor apparatlarning vazifasi, ishlash qonuniyati va konstruksiyasiga bog'liqdir.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektr energiyasining taqsimlash apparatlari.
2. Ikki tomonlama xizmat ko'rsatish apparatlari.
3. Eruvchan saqlagichlarning tuzilishi.
4. O'chirgich rubilniklarning tuzilishi va qo'llanishi.
5. Paket o'chirgichlarning tuzilishi.
6. Avtomat ajratkichlarning tuzilishi va qo'llanishi.
7. Kontaktorlarning tuzilishi va qo'llanishi.
8. Magnit yuritgichlarining tuzilishi.
9. Operativ apparat kontaktlarining turlari.
10. Rozetka–sterjenli kontaktlarning tuzilishi.

BESHINCHI BOB

TRANSFORMATORLI PODSTANSIYA TAQSIMLASH QURILMALARI

5.1. Yuqori kuchlanishli taqsimlash qurilmalari

Taqsimlash qurilmalari o'zlarining konstruktiv qurilishiga qarab uch turga bo'linadi:

1. Hamma elektr uskunalari maxsus binolarda joylashtirilgan berk taqsimlash qurilmalari.

2. Asosiy elektr uskunalari ochiq havoda va to'silgan maydonda joylashgan ochiq taqsimlash qurilmalari.

3. Barcha apparatlari, asboblari va yordamchi qurilmalari to'la yoki qisman yopiq metall shkaflariga joylashtirilgan komplekt taqsimlash qurilmalari. Shkaflarni tayyorlash va ularga elektr uskunalarini montaj qilish maxsus zavodlarda bajariladi.

Komplekt taqsimlash qurilmasi KTQ (ruschada KRU—komplekt raspredelitelnix ustroystv) shkaflari yoki kameralari ichki qurilmalar uchun ham tashqi qurilmalar KTQT (KRUN, N-narujniy) uchun ham chiqariladi.

Taqsimlash qurilmalari TQ (RU—raspredelitelnie ustroystva) ning har qaysi turi o'z afzalliklari va kamchiliklariga ega. Masalan, berk taqsimlash qurilmalari BTQ (ZRU, Z-zakritie) barcha elektr uskunalarining meteorologiya ta'sirlaridan, kukun-to'zonlar, kul, qora kuya va hokazolar bilan ifloslanishdan ishonchli himoya qilinishi bilan qulaydir. Biroq berk taqsimlash qurilmalari BTQ ning narxi juda qimmatga tushadi. Uskunalarning oldiga borish, uni nazoratdan o'tkazish va ta'mirlash qiyin. Ochiq taqsimlash qurilmalari OTQ (ORU, O-otkritiye) arzon, qurish ishlari tez bitadi, elektr uskunalariga nazorat qilish, ularni montaj va remont qilish qulay bo'ladi. Shu bilan birga, ishlab turgan ochiq taqsimlash qurilmalari OTQ (ORU) ga yomon ob-havoda xizmat ko'rsatish qiyinlashadi. Ochiq taqsimlash qurilmalari ko'p joy egallaydi, uning apparatlari havo haroratining keskin o'zgarishlari, yog'ingarchilik ta'sirida qoladi. Shamol, muzlash, tuz zarrachalar, kukun va loydan muhofaza qilinmagan.

Berk taqsimlash qurilmalari BTQ (ZRU) 35 kV gacha kuchlanishga quriladi, bunday kuchlanish shaharlar va sanoat ichidagi elektr tarmoqlariga tavsiflidir, ya'ni ular atmosferada elektr uskunalariga zararli ta'sir ko'rsatuvchi moddalar bo'ladigan joylarda va ochiq taqsimlash qurilmalari qurish va ularni ishlatish uchun zarur sharoit hamda yetarli joy bo'lmagan hollarda quriladi. Biroq zarur sharoitlar bo'lganda 6kV, 10kV, 35 kV kuchlanishli taqsimlash qurilmalari ochiq qilib qurilaveradi.

Ochiq taqsimlash qurilmalari, odatda, kuchlanishi 35 kV va undan yuqori bo'lganda quriladi, chunki bunday kuchlanishlar elektr energiyasi uzoqda taqsim qilinadigan elektr tarmoqlari uchun tavsiflidir. Bunday ochiq taqsimlash qurilmalari, odatda, shahar va sanoat markazlaridan ancha uzoq joylashgan bo'ladi.

Biroq taqsimlash qurilmalari yoki podstansiyalar atmosferada elektr uskunalariga zararli ta'sir ko'rsatuvchi moddalar bo'lgan tumanlarda, masalan, kimyo yoki sement zavodlari yaqinida, Orol dengizi regionida, juda sovuq tumanlarda quriladigan bo'lsa, 110 kV kuchlanishgacha ham ular yopiq qilib qurilishi maqsadga muvofiqdir.

Taqsimlash qurilmalariga qo'yiladigan asosiy talab—ularning normal sharoitlarida ham, avariya sharoitlarida ham elektr bilan uzluksiz va yuqori sifatli ta'minlab turishidir.

Taqsimlash qurilmalarining ishonchli ishlashiga qurilmaning elektr ulanish sxemasini taqsimlash qurilmasining turlari va konstruksiyalarini, elektr apparaturasini, tok o'tuvchi qismlar va izolatorlarni to'g'ri tanlash va elektr montaj ishlarini sifatli bajarish yo'li bilan erishiladi.

Taqsimlash qurilmasi, podstansiyalar va ularning ayrim zanjir va apparatlari normal rejimda ishlaganda, ulardan oquvchi tok va kuchlanish kattaligi shu qurilma uchun yo'l qo'yilgan chegarada bo'ladi. Demak, o'ta yuqori (normal tokdan yuqori) toklar, shuningdek, o'ta kuchlanishlar (kuchlanishning nominal qiymatidan katta og'ishlari) qurilmaning normal bo'lmagan va hatto avariya rejimida ishlashiga olib keladi. O'ta yuqori toklar ketuvchi elektr uzatgichlardagi iste'molchilarning va taqsimlash qurilmasining o'zida ish rejimlarini buzilishi natijasida yuklama ortib ketishidan hosil bo'ladi.

O'ta yuklama toklari uncha xavfli bo'lmaydi, bu toklarni tegishli iste'molchilarga berilayotgan elektr energiyasini cheklab pasaytirish mumkin. Qisqa tutashuv toklari taqsimlash qurilmalarining elektr uskunolari va shinalari uchun juda xavflidir, chunki bu toklar to'satdan paydo bo'lib, juda qisqa vaqtda katta qiymatlarga ko'tariladi.

O'ta kuchlanish elektr qurilmasi izolatsiyasini shikastlaydi. Shikastlangan izolatsiya esa qisqa tutashuvlar bo'lishiga sababchi bo'ladi.

O'ta kuchlanishning quyidagi turlari bo'ladi: tashqi atmosfera o'ta kuchlanishlari va ichki kommutatsiya o'ta kuchlanishlari.

Atmosfera o'ta kuchlanishi ochiq elektr qurilmalarining *yashindan shikastlanishi* yoki yaqin orada bo'lgan *chaqmoq razradlarining* havo elektr uzatgich simiga tegishi yoki boshqa ta'siri natijasida vujudga keladi.

Kommutatsiya o'ta kuchlanishi yuqori kuchlanish tarmog'ini operativ va avariya sababli ulab-uzilishlar vaqtida paydo bo'ladi. Masalan, yuklama ostida bo'lgan 110–500 kV kuchlanishli elektr uzatgichlarini va salt ishlayotgan katta quvvatli transformatorlarni ajratishda yuzaga keladi. Neytrali izolatsiya qilingan tarmoqlarda elektr yoyi hosil bo'lib, yerga tutashganda vujudga keladigan o'ta kuchlanishlar ham kommutatsiya o'ta kuchlanishiga kiradi.

Atmosfera o'ta kuchlanishi juda xavflidir, chunki bunda kuchlanish juda katta qiymatga ko'tarilishi mumkin.

Kommutatsiya o'ta kuchlanishi, odatda, qurilma faza kuchlanishlari qiymatidan 3–4 martadan ortiq bo'lmaydi, ya'ni elektr uskunalari izolatsiyalari sinalgan kuchlanishdan ortib ketmaydi.

Apparatlarning umumiy tavsifi. Apparatlarning asosiy qismlari to'rt guruhga bo'linadi:

1. Mis, latun, silumin (alyuminiy qotishmasi) dan qilingan tok o'tkazuvchi qismlar. Tok o'tkazuvchi qismlarning o'lchami, ko'ndalang kesimi va konstruksiyasi ulardan o'tuvchi hisoblangan tok kattaligiga bog'liq bo'ladi.

2. Chinni, bakelit, yog'och (maxsus ishlangan) va shunga o'xshash materiallardan yasalgan izolatsiya qiluvchi qismlar. Izolatsiya qiluvchi qismlar ma'lum kuchlanish kattaligiga va ayrim hollarda ma'lum mexanik mustahkamlikka hisoblanadi.

3. Vallar, richaglar, shesternyalar, prujina va boshqa elementlardan iborat mexanizmlar (tezkor apparatlar uchun). Bular yordamida apparatlarning kinematikasi bajariladi.

4. Po'lat va cho'yandan ishlangan konstruksiya qismlari: turli-tuman ramalar, g'illoflar va asoslardan iborat bo'lib, ularga izolatsiya qiluvchi va tok o'tkazuvchi qismlar hamda apparat mexanizmlari mahkamlanadi.

Birgina tatbiqqa mo'ljallangan apparatlar ikki xil qilib: ochiq tarqatish qurilma OTQ (ruschasi ORU) va yopiq tarqatish qurilma YoTQ (ruschasi ZRU) lar uchun mo'ljallab yasalishi mumkin. Ular bir-biridan, asosan, izolatsiya qiluvchi qismlari va ajraluvchi kontaktlarining konstruksiyasi bilan farqlanadi.

Elektr apparati nominal toki deb, mavjud apparat uzoq vaqt davomida (havo harorati 35 °C dan oshmasligi sharti bilan) ishlay oladigan eng katta tokka aytiladi. Bunda apparatning tok o'tuvchi qismlari ortiqcha qizimaydi. Apparat o'ta qiziganda, uning materialini elektr va mexanik

xossalarini o'zgarishi natijasida, apparatning xizmat qilish muddati qisqaradi. Shuning uchun apparatlarning nominal toklari shu apparat ishlashi kerak bo'lgan zanjir yuklamasining maksimal tokidan yuqori bo'ladigan qilib tanlanadi.

Transformatorlardan boshqa apparatlarning tok o'tuvchi qismlari 200, 400, 600, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000 va 6000 A gacha mo'ljallab tayyorlanadi. Apparatning nominal toki uning zavod pasport shitida ko'rsatiladi.

Elektr apparati nominal kuchlanishi deb, uning zavod tomonidan berilgan pasport shitida ko'rsatilgan fazalararo kuchlanishga aytiladi. Biroq kuchlanish nominal kuchlanishdan 15–20 % ortiq bo'lganda ham apparatlarning izolatsiyasi uzoq vaqt ishonchli ishlay oladi. Bu kuchlanish apparatining maksimal ish kuchlanishi deyiladi. Apparatning nominal kuchlanishi qurilmaning nominal kuchlanishidan past bo'lmasa, u juda ishonchli ishlaydi.

5.2. Yuqori kuchlanishli taqsimlash uskunalari

Elektr stansiyalari va podstansiyalari yuqori kuchlanishli taqsimlash qurilmalarining asosiy elektr uskunalari va qurilmalari jumlasiga shina qurilmalari, turli elektr apparatlari, quvvat va o'lchov transformatorlari, himoya, avtomatika, signalizatsiya va o'lchash qurilmalari kiradi.

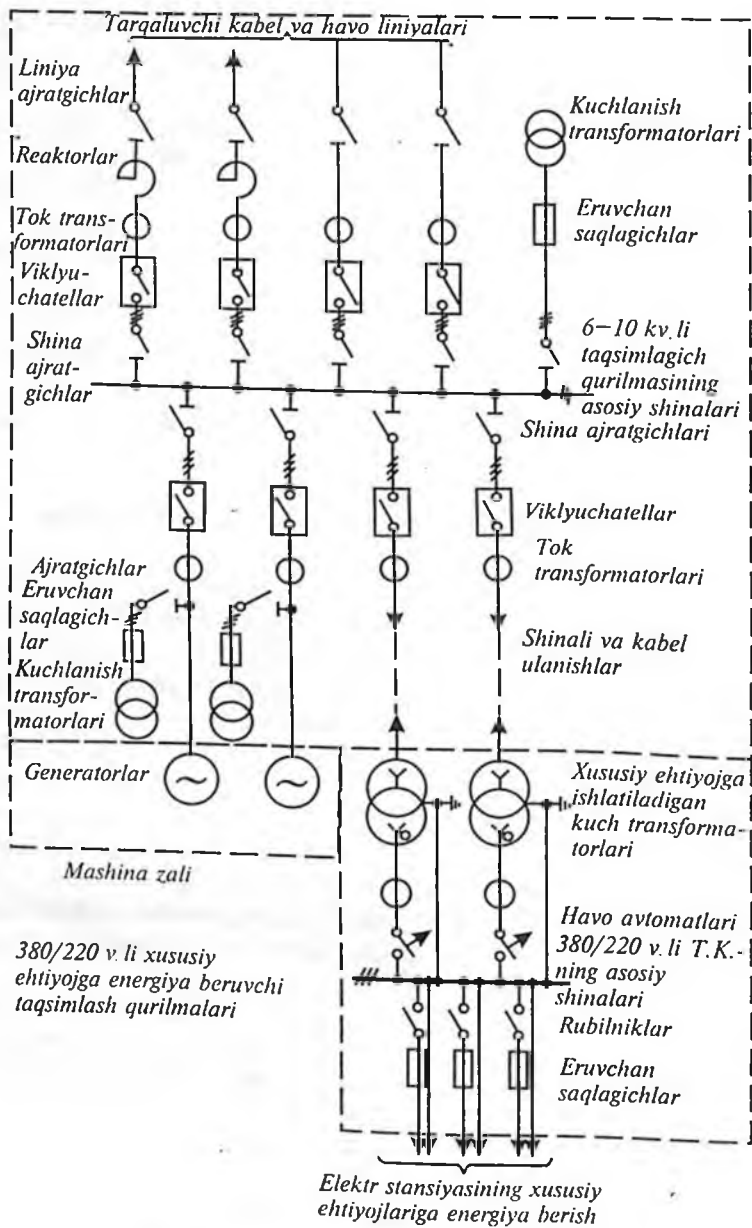
Taqsimlash qurilmalarining elektr apparatlari o'zlarini ishlash qonuniyatlari va vazifalariga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

– elektr zanjirlarini ulash, uzish va ajratish uchun tezkor kommutatsiya apparatlari: ajratkichlar va o'chirgichlar; o'chirgichlar yuklama va quvvat o'chirgichlariga bo'linadi; ajratkich va o'chirgichlarning tezkor ishlashini ta'minlaydigan yuritma mexanizmlar, yuritmalar;

– tezkor ishlarda qatnashmaydigan va qisqa tutashuv toklarini cheklash, o'ta tok va ortiqcha kuchlanishlardan himoya qilish apparatlari: reaktorlar, saqlagichlar, razradniklar;

– birlamchi yuqori kuchlanishli zanjirlardagi tok, kuchlanish, quvvati va boshqa ko'rsatgichlarining kattaligi o'lchanadigan ikkilamchi zanjirlar bilan bog'lash apparatlari. Tok va kuchlanishni o'lchash transformatorlari bunday apparatlar jumlasiga kiradi. O'lchov asboblari, rele himoyasi va avtomatik asboblarni shunday transformatorlarga ulanadi va ulardan ta'minlanadi.

Kuch transformatorlari elektr stansiyalaridan iste'molchilarga elektr energiyasini uzatish va taqsimlashda kerakli kattalikdagi kuchlanish hosil qilish uchun ishlatiladi.



41-rasm. Elektr stansiyasining elektr ulanishlari.

O'lchash asboblari taqsimlash qurilmasining ayrim zanjirlari ishini nazorat qilish, elektr energiyasi sifatini (kuchlanish va chastotasini) tekshirish, ishlab chiqarilayotgan hamda iste'mol qilinayotgan energiyani hisoblash uchun ishlatiladi.

Releli himoya, avtomatika va signalizatsiya qurilmalari avariya va normal ish rejimlarining buzilish sabablarini tezda bartaraf qilishga imkon beradi. Normal bo'lmagan ish rejimlarining kelib chiqish sabablarini topish va ularni yo'qotishga yordam beradi. Bu uskunalar haqida avvalgi va kelgusi boblarda yanada mukammalroq gapiriladi.

41-rasmda kichikroq elektr stansiyasining bir chiziqli sxemasi ko'rsatilgan. Bu sxema birlamchi zanjirning asosiy elektr uskunalarini joylashtirilishi haqida tasavvur beradi. Ikkilamchi zanjirlar, o'lchov asboblari, releli himoya asboblari ko'rsatilmagan.

5.3. Yuqori kuchlanish shina qurilmalari

Shina qurilmalari elektr energiyasini mazkur taqsimlash qurilmasi yordamida podstansiya hududi chegarasida uzatish va taqsimlash uchun xizmat qiladi.

Taqsimlash qurilmasi tavsifi va kuchlanishning turiga qarab shinalar qattiq yoki egiluvchan qilib tortilishi mumkin. 35 kV gacha kuchlanishning berk taqsimlash qurilmalari BTQ da shinalar qattiq qilib tortiladi. Bunday shinalar metallardan yasalgan tasmalaridan tayyorlanib, tayanch izolatorlarga mahkamlanadi (42-rasm).

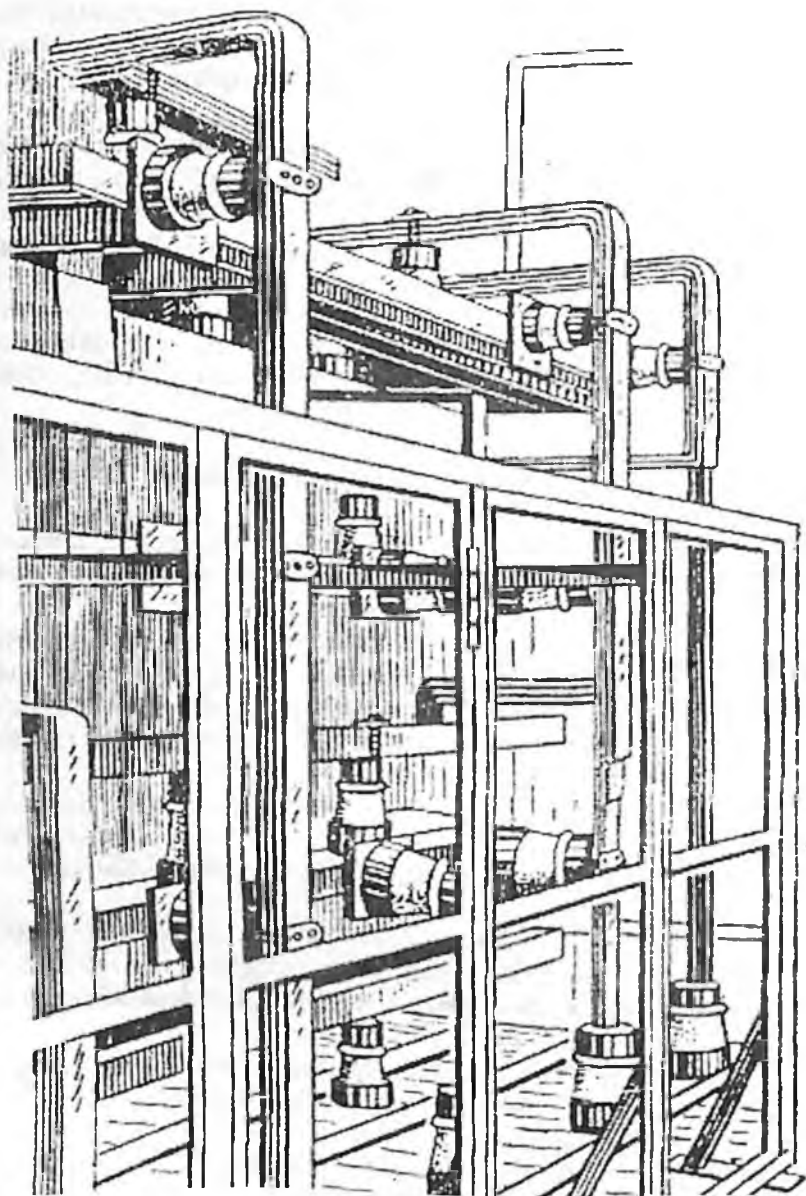
Shina qurilmasi ochiq-izolatsiya qilinmagan shinalar; shinalar mahkamlanadigan chinni izolatorlar; shinalar va izolatorlarni o'rnatish uchun mahkamlash detallari va metizlar; shina tutqichlar boltlar, gaykalar, shaybalar to'plamidan iboratdir.

1. Har qanday kuchlanishli ochiq taqsimlash qurilmalari OTQ (ORU) da va 110 kV kuchlanishli berk taqsimlash qurilmalari BTQ (ZRU) da shinalar, osma izolatorlarga osib qo'yiladigan egiluvchan ochiq simlar yordamida tortiladi.

Ayrim hollarda ochiq taqsimlash qurilmalaridagi qattiq qilib tortilgan shinalar tizimi maxsus tayanch izolatorlariga mahkamlangan po'lat novlardan iborat bo'ladi.

Shinalarning qutbini va fazalarini tezlik bilan aniqlab olish uchun ular emal bo'yoqlar bilan rangli bo'yaladi. Amaldagi standartga ko'ra uch fazali o'zgaruvchan tok shinalari quyidagi ranglarga bo'yaladi:

- birinchi faza (A)–sariq (J-jeltiy);
- ikkinchi faza (B)–yashil (Z-zeleniy);



42-rasm. 10 kV BTQ ning qattiq tortilgan shinalari.

– uchinchi faza (S)–qizil (K-krasniy).

Izolatsiya qilingan neytral shinalari oq bo'yoq bilan, yerga ulangan neytral shinalari–qora bo'yoq bilan bo'yaladi. O'zgarma tokning musbat qutbi shinalari qizil rangda, manfiy qutbi shinalari esa ko'k rangda bo'yaladi.

Ochiq taqsimlash qurilmalari OTQ (ORU) dagi egiluvchi shinalar bo'yalmaydi: fazalarni bilib olish uchun shinalarning ma'lum, yaxshi ko'zga tashlanadigan joylariga tegishli rangdagi yumaloq metall plastinkalar osib qo'yiladi.

Hamma hollarda ham yashil rangga bo'yalgan V faza o'rtada bo'lishi kerak; mos ravishda sariq va qizil rangga bo'yalgan A va S fazalar shina qurilmasining turish tekisligiga qarab joylashtiriladi.

Shinalar vertikal tortilganda, odatda, chap tomondagi shina A fazaga, o'ng tomondagi shina esa S fazaga tegishli bo'ladi, ba'zi hollarda aksincha bo'ladi. Shinalarni fazalar va rangiga qarab joylashtirish ishini *shinalarni fazalash* deyiladi.

Taqsimlash qurilmasi shinalarning rangi transformatorlar, generatorlar va elektr uzatgichlar fazalarining belgilariga aniq mos kelishi kerak. Masalan, A fazaning shinasini (sariq) kabellar, shinalar va boshqa tok o'tkazgichlar orqali transformatorlarda A harfi bilan, genratorda esa S_1 harfi bilan belgilangan faza uchlariga; V fazaning shinasini (yashil)–transformatorlarda V, generatorlarda esa S_2 harfi bilan belgilangan faza uchlariga ulanishi shart.

Shinalarning fazalar bo'yicha bir xil joylashtirilishi va ularga mos bo'lgan ranglar taqsimlash qurilmalarida xizmat qilayotgan kishilar ishini yengillashtiradi va estetika talablariga javob beradi.

5.4. Operativ apparatlar

Elektr zanjirlarini uzuvchi va ulovchi operativ apparatlar uchta asosiy guruhga bo'linishi mumkin:

– yuklama toki bo'lmaganda yoki yuklama juda kam bo'lganda, operativ ish bajaruvchi apparatlar, jumladan, uzgichlar;

– normal qiymatdan oshmaydigan operativ ish bajaruvchi apparatlar; jumladan, uzgichlar;

– har qanday yuklamada, o'ta yuklama va qisqa tutashuv vaqtlarida elektr zanjirlarini uzish va ulash apparatlari jumladan, quvvat o'chirgichlari.

Ma'lumki, elektr tok zanjirlarini uzishda ajratiluvchi kontaktlar orasida, odatda, operativ apparatlar uchun xavfli elektr yoyi hosil bo'ladi. Shu sababli ma'lum guruhdagi operativ apparatlarning vazifalariga qarab,

ularning konstruksiyalarida mavjud operativ apparatning ishonchli va xavfsiz ishlashini ta'minlovchi, shuningdek, elektr yoyning tezlik bilan so'nishini hamda tok zanjirining tezda uzilishini ta'minlovchi ma'lum qurilmalar nazarda tutiladi.

5.5. Elektr yoyi hosil bo'lishi va o'chishi

Elektr yoyi ajraluvchi kontaktlar orasida hosil bo'luvchi oraliqdagi havoni ionizatsiyalanishi natijasida vujudga keladi. Elektr maydoni ta'sirida erkin elektronlar tezlashib, zarb ionizatsiyasi deb ataladigan ionizatsiya ro'y beradi. Ajraluvchi kontaktlar orasidagi masofa qancha kichik va ulardagi kuchlanish qancha yuqori bo'lsa, elektr maydonning kuchlanganligi ham shuncha katta bo'ladi.

Bu hodisaning mohiyati shundaki, kontaktlar orasini to'ldiruvchi havo (yoki gaz) zararlarining erkin elektronlari elektr maydon ta'sirida katta tezlik bilan anodga intiladilar. Elektronlar uchib keta turib, havoning neytral atom va molekulari bilan to'qnashib, ulardagi elektronlarni urib chiqaradi. Bu elektronlar ham anodga yo'nalgan zarrachalarning umumiy oqimiga qo'shiladi, musbat ionlar esa katodga qarab intiladi.

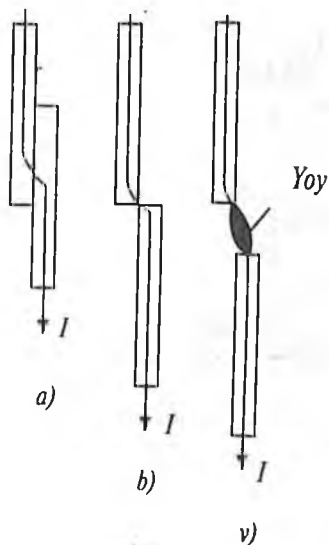
Zarb ionizatsiyasining vujudga kelishiga termoelektron emissiya, ya'ni endigina ajralgan kontaktlarining cho'g'langan metall sirtlaridan erkin elektronlarning ajralib chiqishi ham yordam beradi. Ajraluvchi kontaktlarning cho'g'lanishiga ajralish jarayonida bir-biriga tegib turgan sirtlarning kamayishi tufayli bu sirtida tok zichligining ortishiga sabab bo'ladi, chunki bu sirt to'la ajralish vaqtida juda kichik bo'ladi.

Ionizatsiya ma'lum bir darajaga yetganda kontaktlar oralig'ini elektr teshib o'tadi va elektr yoyi hosil bo'ladi (43-rasm). Rasmda: a—kontaktlar ajrala boshlagunga qadar tokning oqishi, b—kontaktlarning bir-biridan ajralish oldidan tokning oqishi, v—kontaktlar ajralgandan keyin tokning oqishi va yoy hosil bo'lishi.

Elektr yoyining yuqori temperaturasi termik ionizatsiya jarayonini vujudga keltiradi.

Termik ionizatsiyaning mohiyati shundaki, gazning neytral zarrachalari yoyning yuqori harorati ta'sir qiladigan (10000 °C ga yetadigan) sohasiga tushib, juda tez tartibsiz harakat qila boshlaydi hamda bir-biri bilan to'qnashib, erkin elektron va musbat ionlarga ajraladi.

Kontakt oralig'i deionizatsiyalashganda, ya'ni manfiy va musbat ionlar birlashib neytral zarralar hosil bo'lganda, yoy so'nadi. Quyidagi sharoitlar kontaktlar oralig'ining tez deionizatsiyalanishi va yoyi so'nishiga yordam beradi:



43-rasm. Kontaklar ajralishida yoyning hosil bo'lishi.

– kontaktlarni tez ajratuvchi qurilma bo'lishi tufayli elektr maydoni kuchlanganligini kamayishi;

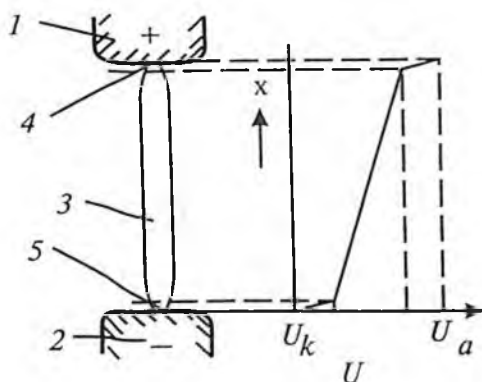
– o'zgaruvchan tokda elektr maydonining kuchlanganligini kamayishiga tokning nol qiymat orqali o'tishlari ham yordam beradi;

– yoyning tez uzaytirib, uning ko'ndalang kesimini toraytirish (bunda zanjir qarshiligi tez ortadi, tok esa kamayadi) yo'li bilan jadal sovitish; issiqlik sig'imi katta va issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan gazlar (masalan, vodorod) yoki havo bilan yoyni puflash;

– yoy apparatlar kontaktlarini katta tezlikda ajratish yo'li bilan tez uzaytiriladi.

– ba'zi konstruksiyalarda bir yo'la bir necha ketma-ket yoy hosil bo'lishi (zanjir bir yo'la bir necha joydan uzilishi) nazarda tutiladi.

Elektr yoyi katod bilan anod orasida normal havo sharoitida: havo bosimi $p=101,3 \text{ kPa}=760 \text{ mm}$ simob ustuni; temperaturasi $T=293\text{K}$; namligi $\gamma=1 \text{ g/m}^3$ bo'lgan sharoitda anod (1) va katod (2) orasida yondiriladi (44-rasm). Elektr yoyini uzunasi bo'ylab tahlil qilsak, u uch hududdan tashkil topgan: anod hududi (4); yoy qozig'i (3); katod hududi (5) hamda shu hududlarda elektrod (1) ga berilgan kuchlanishning tushimi keltirilgan. Shu hududlarda kuchlanish tushumi har xil qiymatga ega. Havodagi elektr yoyining anod hududi (4) dagi harorati $3500 \div 4000 \text{ }^\circ\text{C}$



44-rasm.

bo'lib, anod dog'i bilan tugaydi. Katod dog'ining uzunligi kichkina 10^{-5} m bo'lib, temperaturasi $2600\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha boradi.

Yoy havo yoki gazlar bilan maxsus yoy so'ndiruvchi kameralarda sun'iy ravishda puflanadi. Kameradagi yoy qisilgan havo yoki vodorod bilan bo'yiga yoki ko'ndalangiga puflanadi. Havo maxsus ballonlardan keladi, vodorod esa yuqori harorat ta'sirida kontaktlar joylashgan transformator moyidan hosil bo'ladi.

5.6. O'zgaruvchan tokli yuqori kuchlanish o'chirgichlar

O'chirgich ulangan holatda uning kontaktlari qisqa tutashuv toklariga chidamli bo'lishi shart. Issiqlikka chidash (termicheskaya stoykost) toki I_T nominal kuchlanish $U_{nom} \leq 330\text{ kV}$ uchun vaqt $t=1-2\text{ s}$, elektr toki $I_T \geq I_{nom}$. Elektrodinamikaga chidash toki $I_{cd}=1,8\sqrt{2} I_{nom}$ ga teng. Bu toklar pnevmatik yuritgichlarda bosim $0,85-1,05 p_{nom}$ hamda elektromagnit yuritgichlarda kuchlanish $0,85-1,1 U_{nom}$ bo'lgandagina ta'minlanadi. *O'chirgichning to'la o'chirish vaqti* (vremya polnogo otklyucheniya) t_0 deganda uzishga buyruq berilgan vaqtdan boshlab, uchala fazalarda elektr yoyini to'la o'chirilishiga ketgan vaqt oralig'i tushuniladi.

Katta $80-100\text{ kA}$ tokli o'chirgichlar ikki bosqichda o'chiriladi. Birinchi boqichda o'chiriluvchi tok shuntlangan rezistrlardan o'tuvchi tok miqdorigacha kamaytirilsa, ikkinchi bosqichda to'la o'chiriladi. To'la uchirish vaqti

$$t_0 = t_{01} + t_{02} \quad (5.1)$$

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

O'chirgichning ulash vaqti (vremya vklyucheniya) t_{vk} ulashga buyruq berilgan vaqtdan boshlab, uchala fazalar zanjirini tutashtirishga ketgan vaqt hisoblanadi.

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

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

O'chirgich ishonchligining mezoni buzilmay ishlash ehtimoli yoki ishdan chiqishi bilan belgilanadi va foydalalanishdan olingan statistik ma'lumotlar asosida umumlashtiriladi. O'chirgich apparatlarining mexanizmlari sinishi sababli 70% va izolatsiya ishdan chiqishidan 10% va boshqa sabablardan 20% o'chirgich ishdan chiqadi. O'chirgich $U_{nom} \leq 35$ kV va $I = 8$ kA da 2000 marta hamda $U_{nom} = 110-220$ kV bo'lganda 1000 marta ishlashga chidaydi.

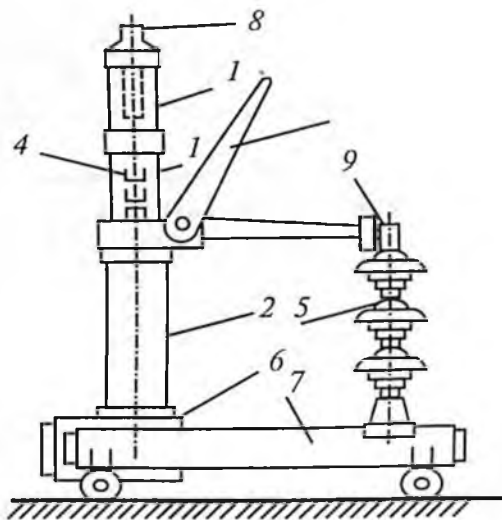
O'zgaruvchan tokli yuqori kuchlanish o'chirgichlar uch guruhga bo'linadi: havo o'chirgichlari; moyli o'chirgichlar va vakuum o'chirgichlar.

5.7. Havo o'chirgichlari

Havo o'chirgichlarida elektr yoyi maxsus yoy o'chiruvchi qurilma YoO'Q (DU dugogasitelnje ustroystva)larda o'chiriladi. YoO'Q lar ichida yoy ustuniga katta tezlik bilan harakatlanuvchi havo oqimi purkab yoy o'chiriladi.

Ajratkichli 110 kV kuchlanishga mo'ljallangan havo o'chirgichining umumiy ko'rinishi 45-rasmda keltirilgan.

Apparatning tagida boshqaruv qutisi (6), qisilgan havo to'ldirilgan bak (7) o'rnatilgan. O'chirgich tashqi ochiq rezistiv bo'lgich (5) ga ega. O'chirgichda ikkita YoO'Q yoy o'chirish qurilmasi (1) va ajratgich pichoq (3) bo'lib, ular chinni izolator (3) ga o'rnatilgan va izolator (2) yordamida yerdan izolatsiyalangan. Izolator (2) ning ichida YoO'Q ni qisilgan havo bilan ta'minlovchi bosh havo uzatkichi va ajratgich pichoq (3) ni harakatini ta'minlovchi yordamchi havo uzatkichi joylashtirilgan. Yoy o'chirishni



45-rasm. 110 kV havo uchrigichi.

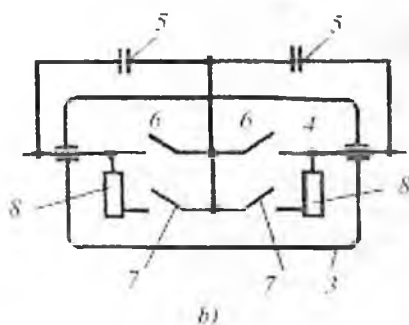
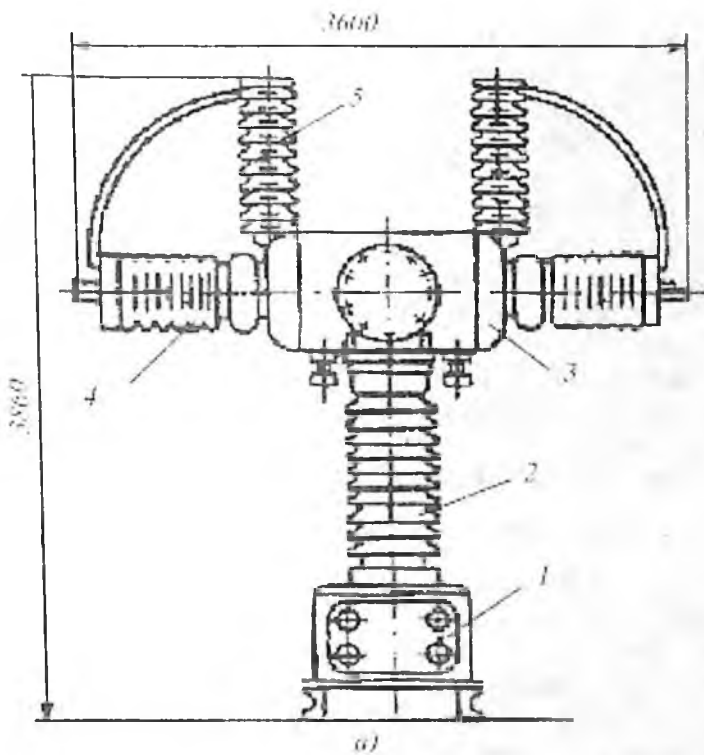
sifatli bajarish uchun YoO'Q da o'rnatilgan kontaktlar (4) oralig'ining uzunligi optimal miqdorda olinadi. Bu oraliq tiklanuvchi kuchlanishni ushlab qolishga o'z bo'lib, kontakt (4) zanjiri uzilgach, ajratgich pichoq (3) ham zarur elektr mustahkamlikni ta'minlovchi masofaga ko'tariladi. Shundan so'ng kontakt 4 qayta ulanadi.

O'chirgichning ulanishi ajratgich pichoq (3) yordamida bajariladi. O'chirgichga kuchlanish kontakt (8) orqali kirib, kontakt (9) orqali chiqib ketadi.

Tashqi ochiq havoda ishlovchi o'chirgichlar yomg'ir, qor va muzlash kabi tabiat sharoitlarida ishonchsiz ishlashi sababli zarur bo'lganda yopiq apparatlardan foydalanishga to'g'ri keladi.

Kuchlanishi 110 kV bo'lgan VVB (Vozdushniy viklyuchatel bokovoy) markali boshqarilishi yon tomonli yopiq bajarilgan havo o'chirgichining umumiy ko'rinishi 46 a-rasmda keltirilgan. Apparatning nominal toki 2000 A, o'chirish toki 31,5 kA, to'la o'chirish vaqti 0,06 s, to'la ulash vaqti 0,2 s, nominal bosim 2,0 MPa.

Apparatning tagida boshqaruv qutisi (1) va qisilgan havo to'ldirilgan yordamchi bak o'rnatilgan. Asosiy po'lat bak (3) tayanch izolatori (2) ning ustiga joylashtirilgan. Asosiy bak (3) ning ichida ikki juft uzish kontaktlari va ikkita shuntlovchi rezistorlar o'rnatilgan. Apparatning kirish



46-rasm. 110kV yopiq havo uchirgichi.

va chiqish polyuslari chinni pokrishkalar (4) yordamda o'rnatib qo'yilgan. Pokrishkalar (4) ichida epoksiddan yasalgan kirma izolatorlar joylashtirilgan. Juft kontaktlar orasida kuchlanishni teng taqsimlash uchun kondensatorlar (5) dan foydalanilgan. Apparatning elektr sxemasi 46 b-rasmda keltirilgan. Unda 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 rezistor (8) bilan ta'minlangan.

O'chirishga o'chirish buyrug'i berilgach, avvalo, kontaktlar (6) uziladi va hosil bo'lgan yoy havo oqimi bilan puflanadi.

Shuntlovchi rezistor (8) qarshiligi $2 \times 200 \text{ Om}$. dan tuzilgan. Oradan $0,03-0,035 \text{ s}$ 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 apparat ishini o'chiriluvchi zanjirda kuchlanish tiklanishi bilan bog'lanishdan xoli qiladi.

5.8. Moyli o'chirgichlar

Kuchlanishi 6kV dan 220 kV gacha bo'lgan energetika tizimda, asosan, moyli o'chirgichlardan foydalaniladi. Ular ikki asosiy guruhga bo'linadi: transformator moyi elektr yoyini o'chirish va zarur izolatsiyani ta'minlovchi omil; transformator moyi faqat elektr yoyini o'chirishni ta'minlovchi omil.

Kuchlanishi 35 kV VMP (viklyuchatel maslyaniy podvesnoy) markali kam moyli osma tartibli o'chirgichning tuzilishi 47-rasmda keltirilgan. Mexanik yuklanuvchi rama (1) ga ikkita tayanch izolatorlari (2) o'rnatilgan. Izolatorlar (2) ga esa o'chirgichning tanasi mahkamlangan. Tananing yuqori qismi (3) da harakatchang kontakt (4) ning ishga tushirish mexanizmi va tok oluvchi qurilmasi o'rnatilgan. Harakatchang kontakt (4), turg'un rozetkasimon kontakt (7), havoda yoyni o'chiruvchi kamera (6) izolatsiyalovchi silindr (5) ning ichiga joylashtirilgan. O'chirgichning vali (8) rama (1) ga birlashtirilgan. Val (8) ga bir necha richaglar o'rnatilgan: yuritgich bilan ulovchi richag (9); uzgich prujinalar (10) bilan bog'lovchi ikki richag (8); bufer prujinalari (12) ning ikki richagi (11); moy buferining richagi (13); izolatsiyalangan tortgich (16) bilan sharnirli bog'langan richag (15).

O'chirgichni ulash uchun yuritma val (8) ni soat mili bo'ylab burab, prujina (10) keriladi. Oxirida bufer prujinasi (12) va erkin ajralvchi mexanizm bilan to'xtatiladi. Val (8) ni aylanishi izolatsiyalovchi tortgich (16) ni harakatga keltiradi va richag (17) ni buradi. Bu kontakt (4) ni o'q bo'ylab chiziqli harakatlantiradi. Natijada, kontakt (4) kontakt (7) ning teshikchalariga kirib boradi va kontakt (7) bilan ulanadi.

O'chirgichni o'chirish esa erkin ajralvchi mexanizmni ishga tushirishdan boshlanib, uzgich prujina energiyasi hisobiga bajaradi.

5.9. Vakuum o'chirgichlari

Vakuum o'chirgichlarining asosiy afzalliklari quyidagilardir:

- nominal toklar va qisqa tutashuv toklarini kommutatsiya qilishda kontaktlarning yuqori ishqalanib yemirilishiga chidamligi;
- elektr yoyidan keyingi elektr chidamligini juda katta tezlikda tiklanishi;
- katta agressiv muhitda ishlaganda ham portlab ketish va o't olib ketishga xavfsizligi;
- atrof-muhit temperaturasi katta oraliqda o'zgarishiga chidamligi (-70°C dan $+200^{\circ}\text{C}$ gacha);
- elektr apparatlarda vakuum o'chirgichni xohlagan holatga o'rnatish mumkinlik imkoni;
- katta tezlikda ishlashi, chunki harakatdagi kontaktning yurish masofasi kichik (bir necha mm) ekanligi va harakat qiluvchi qismlar massasining kichikligi yoki harakat inersiyasining kichikligi;
- ekspluatatsiyada minimal xizmat ko'rsatish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamayishi;
- atrof-muhitni ifloslashning umuman yo'qligi va shovqinsiz ishlashi.

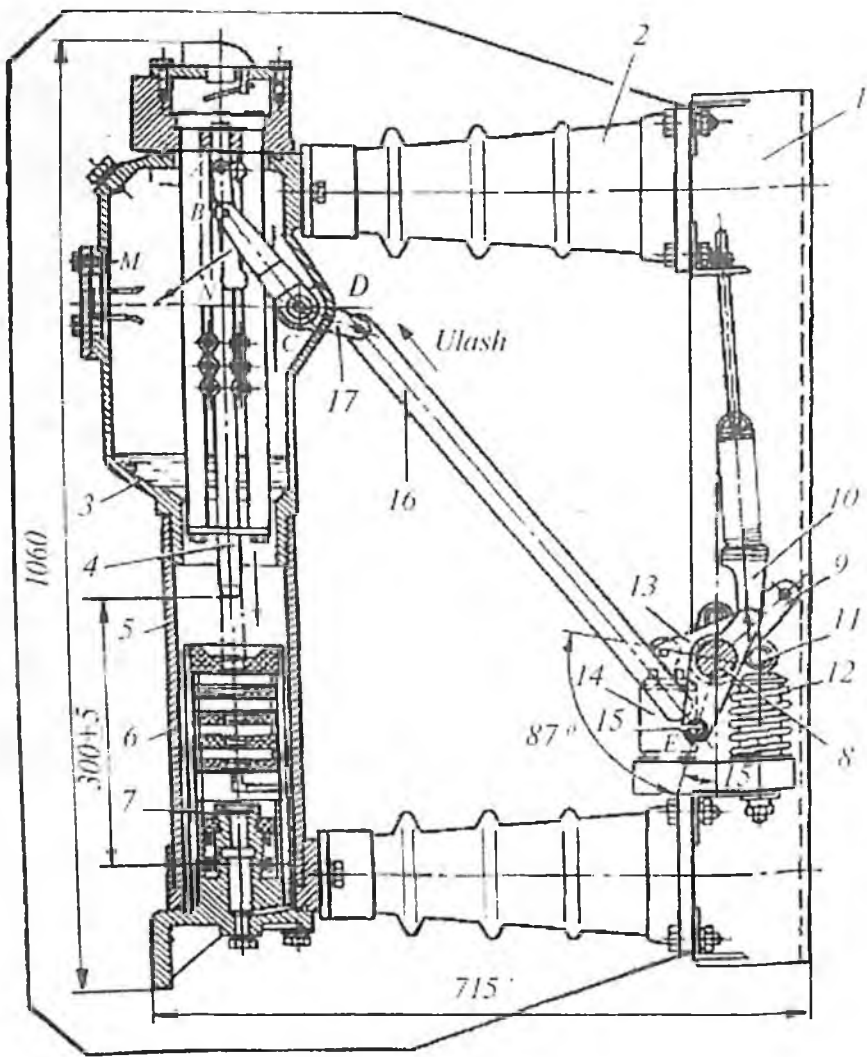
O'rtacha kuchlanishda ishlaydigan vakuum o'chirgichlarini ishlab chiqarilishi miqdori o'chirgichlarning umumiy soniga nisbatan Yaponiyada 50–60% ni, Buyuk Britaniyada 30–40 % ni AQSHda 20–30 % ni tashkil qilib, tezda o'sib borish ehtimoli katta.

Vakuum o'chirgichi yuritgichiga quyidagi shartlar qo'yiladi:

- ulash jarayonida harakatlanuvchi kontaktning o'rtacha tezligi: $V=0,5-1,5$ m/s bo'lishi;
- o'chirish jarayonida $V=0,8-3,8$ m/s bo'lishi;
- o'tuvchi tok miqdori 40–100 kA bo'lganda elektrodlardagi kontakt bosimi 1000–4000 N bo'lishi talab qilinadi.

Vakuumli o'chirgich KV–1,14 (kontaktor) ning tok himoyasida mikroprosessor boshqaruvli bloki mavjud bo'lib, o'zgaruvchan tok zanjirini kommutatsiyalash (o'chirib – yoqish) ga mo'ljallangan. Zanjirning nominal kuchlanish miqdori 1140 V gacha bo'lishi mumkin. Mazkur ulagich temir yo'l transporti hamda quvur orqali uzatish transportidagi juda og'ir sharoitda ishlaydigan elektr jihozlarni boshqarishda qo'llaniladi. Bundan tashqari, elektroenergetika, totrudasi, neftgaz metallurgiya sohasida qo'llash ko'zda tutilgan. Mikroprosessor boshqaruv bloki ulagichni qisqa tutashuv toki va fazalar nosimmetriyasi tokidan qo'shimcha himoyalashni ta'minlab beradi.

Vakuum o'chirgich ZAN5 ichki qurilmalarda qo'llanishga mo'ljallangan bo'lib, 20 kA miqdorigacha nominal tokni uzish imkoniga egadir. Elektr



47-rasm. 35kV VMP kam moyli osma o'chirgich.

zanjirlarida normal va avariya rejimida elektr tokini uzish uchun ishlatilishga mo'ljallangan. Mazkur o'chirgich KSO belgili yacheykalardagi moyli va kam moyli o'chirgichlarni almashtirish uchun ishlab chiqarilgan.

Bundan tashqari, 2KBE–6 belgili yuqori kuchlanishli tarmoqlagich shkaflarda va KRU hamda KRUN belgili kirituvchi yacheykalarda ishlatish mumkin.

Vakuum o'chirgich 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. Uni harakatlanuvchi tipidagi tarmoqlovchi qurilma shkaflarida o'rnatish ko'zda tutilgan.

Vakuum o'chirgich 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'zgarimas (to'g'rilangan) tokli kuchlanishda ishlaydi.

Vakuum o'chirgich VBS ichki qurilmalarda ishlatiluvchi 35 kV nominal kuchlanishlik uch fazali o'zgaruvchan tok tarmoqlaridagi elektr zanjirlarni normal va avariya rejimlarida kommutatsiyalashga mo'ljallangan. O'chirgich ko'p kommutatsiyalanuvchi elektroenergetikada, elektr yo'lik va boshqa elektr qurilmalarida qo'llaniladi. Kommutatsiya o'ta kuchlanishini kamaytirish uchun o'chirgichda fazalar boshqa-boshqa o'chirilishi ko'zda tutilgan.

O'chirgich VBS–35 ichki qurilmalarining 35 kV sinfidagi har qanday o'chirgichni o'rniga ishlatilishi mumkin.

Vakuum o'chirgich 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. O'chirgich elektr energetikasi va sanoatdagi yopiq tarmoqlantiruvchi qurilmalarda hamda metallurgiya elektr yo'lik ko'plab eritish qozonlarining transformatorlarini kommutatsiyalashda qo'llaniladi. Ulagich ichiga o'rnatilgan va har bir polyusni alohida boshqaruvchi elektromagnit yuritmasiga ega.

5.10. Ajratkichlar

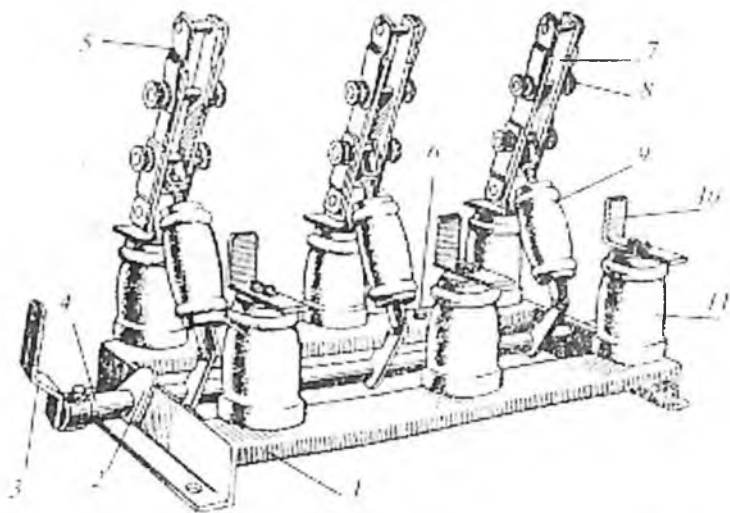
Taqsimlash qurilmalarida ajratkich (raz'edinitel) lardan yuklama o'chirgich yordamida uzib qo'yilgandan so'ng qurilma (shinalar va bino apparatlar)ning ayrim qurilmalarni ajratib qo'yishda foydalaniladi.

Taqsimlash qurilmalarining elektr zanjirlarida o'rnatilgan ajratkichlar

elektr uskunalarini butun qurilma ishini to'xtatmasdan remont qilishga imkon beradi.

Bundan tashqari, ko'pgina taqsimlash qurilmalarda ajratkichlardan yuklamani uzmasdan tezkor qayta ulashlar, masalan, zanjirlarni taqsimlash qurilmasining bitta bosh shina tizimidan ikkinchisiga o'tkazish uchun ham foydalaniladi. Ajratkichlar bilan elektr yoyi hosil bo'lish ehtimoli bo'lgan tok zanjiri uzilmasligi kerak.

Ajratkich bilan yuklama toki uzish vaqtida uncha katta yoy hosil qilmaydigan zanjirlarinigina uzish mumkindir. Masalan, ajratkichlar yordamida kuchlanish o'lov transformatorlari va kuch transformatorlarini (yuklama bo'lmaganda) uzish mumkin. Shu bilan birga 10 kV gacha mo'ljallangan qurilmalardagi kuch transformatorlarining quvvati 20000 kV·A, 110 kV gacha mo'ljallangan qurilmalardagi kuch transformatorlarning quvvati esa 31500 kV·A dan oshmasligi kerak. 35 kV va undan ortiq kuchlanishli qurilmalarda transformatorlarni uzish uchun ajratkichlar gorizontol holatda qutblari orasidagi masofani bir oz uzaytirib o'rnatiladi. Ajratkichlar o'zining o'rnatiladigan joyiga ko'ra bino ichida va tashqarida o'rnatiladiganlarga; qutblar soniga qarab bir va uch qutbli;



48-rasm. RV-10/600 uch qutbli ajratkich.

pichoqlarining joylashishi va harakat yo'nalishiga qarab vertikal buralma, gorizontal buralma hamda tiqilgan (shtepselli) qilib chiqariladi.

Bino ichida o'rnatiladigan ajratkichlar. Bino ichida o'rnatiladigan uch qutbli va bir qutbli ajratkichlarda bir-birini orasiga kiruvchi kontaktlar bo'ladi. Bu kontaktlarning pichoqlari izolatorlar o'qi tekisligida vertikal harakatlanadi. Bino ichida o'rnatiladigan uch qutbli ajratkichlar RV (razedinitel vnutrenniy) harflari bilan, bir qutbli ajratkichlar esa RVO (razediniteli vnutrenniye odnopolyusniye) harflari bilan belgilanadi. RV va RVO ajratkichlari 6 va 10 kV kuchlanishga va 400, 600, 1000 A nominal tokka mo'ljallab chiqariladi.

RV markali uch qutbli ajratkich asosi burchakli va tog'arasimon profilli po'latdan payvandlab yasalgan (48-rasm). Ajratkich quyidagi qismlardan tuzilgan: 1—rama, 2—tirgak, 3—ishga soluvchi richag, 4—val, 5—po'lat plastinalar, 6—yerga ulash bolti, 7—pichoq, 8—prujina, 9—chinni tortqi, 10—qo'zg'almas kontakt ustunchasi, 11—izolator.

Ramaga 6 ta chinni tayanch izolatorlar (11) mahkamlangan. Har qaysi tayanch izolatorida qo'zg'almas kontakt ustunchasi (10) vazifasini bajaruvchi mis burchakli mahkamlangan.

Bir-biridan ma'lum masofada o'zaro parallel qilib joylashtirilgan ikkita mis plastinkadan iborat pichoqlar (7) ajratkichning qo'zg'aluvchan kontaktlari bo'lib, pichoq plastinalari kontakt ustunchalariga tegib, ularning yon qirralari bilan chiziqli birlashish hosil qiladi. Bunda bosim kuchi prujina (8) lar yordamida hosil qilinadi.

Rama bo'ylab val (4) o'tadi. Valning tashqi uchiga ishga soluvchi richag (3) shtift yordamida mahkamlagan. Richag novsimon po'lat tortqi yordamida ajratkichni ulab—uzadigan yuritmaga ulangan. Valda har qaysi qutbning tayanch izolatori qarshisida richaglar (povodoklar) payvandlangan bo'lib, ular chinni tortqi (9) ning ostki asosiga mahkamlangan vilka bilan sharnir yordamida birlashtirilgan. Chinni tortqining ustki asosida mahkamlangan vilka pichoq (7) bilan sharnir yordamida birlashtirilgan. Valning va ajratkich pichog'ining burilish burchagi valga payvandlangan tirgak (2) bilan cheklanadi.

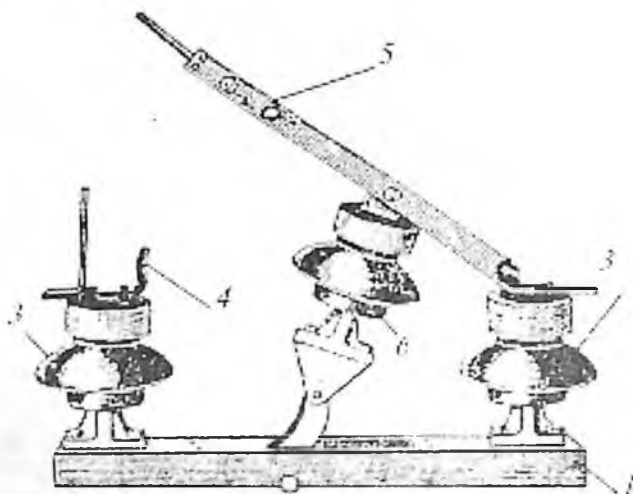
Uzgich kontaktlaridan qisqa tutashuv toklari o'tganda ularning elektrodinamik barqarorligini oshirish uchun pichoq mis plastinalarining kontakt ustunchalariga tegadigan joylari po'lat plastina (5) lar bilan qoplangan. Bu plastinalarning har jufti ombursimon magnit qulfi hosil qiladi.

Qisqa tutashuv toki o'tganda magnit qulfining plastinalari bir-biriga tortilib, kontakt bosimini oshiradi.

Toki 4000, 5000 va 6000 A ga mo'ljallangan RVK ajratkichlarning pichoqlari to'rtta polosadan iborat. Har bir qo'zg'almas kontakt ikkita OMD—10 tayanch izolatorga mahkamlanadi.

Tashqariga o'rnatiladigan ajratkichlar. Tashqarida o'rnatiladigan ajratkichlarning tuzilishida ularning ochiq havoda ishlash sharoiti nazarda tutiladi: ajratkichlarning kontakt tizimlari shunday bajarilganki, kontakt tizimi yetarli darajada mexanik barqarorlikka ega bo'lib, yuritmaga uncha kuch sarf qilmasdan, izolatorlarga katta yuklama berilmasdan kontaktlarning ajraluvchi va ajratkichlarning ishqalanuvchi qismlarida hosil bo'ladigan muhlarni sindirishga imkon beradi.

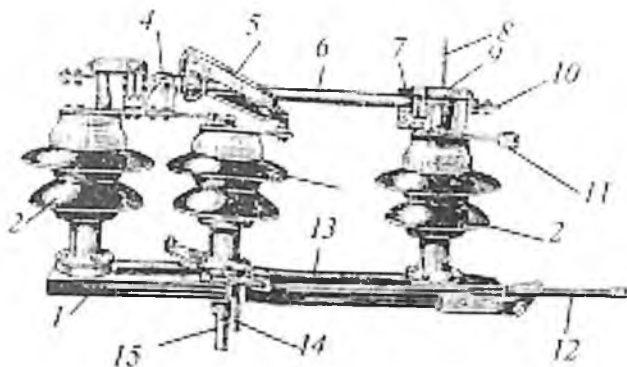
Tashqarida o'rnatiladigan ajratkichlar zavodlardan alohida qutblar shaklida chiqarilib, o'rnatilayotgan joyida trubkasimon tortqichlar vositasida birlashtirib, bitta uch qutbli apparat hosil qilinadi. Apparat umumiy yuritma bilan boshqariladi.



49-rasm. RLN-6/400 ajratkichi.

RLN-6/400 ajratkichi 49-rasmda keltirilgan bo'lib, u quyidagi qismlardan tuzilgan: 1—asos (sokol), 2—val, 3—tayanch izolatorlar, 4—qo'zg'almas kontakt, 5—pichoq, 6—tortqi.

Pichoqlari vertikal harakat qiladigan RLN va RLNZ ti pidagi yerga ulash pichoqlari bitta yoki ikkitadan bo'lgan, tashqarida o'rnatiladigan chiziq kontaktli ajratkichlari juda keng qo'llaniladi. 6 kV kuchlanishga mo'ljallangan RLN-6 va RLN-10 ajratkichlar, uchta ShN-6 (yoki ShN-10) izolator bo'ladi.



50-rasm. RLNZ-35/600 ajratkichi.

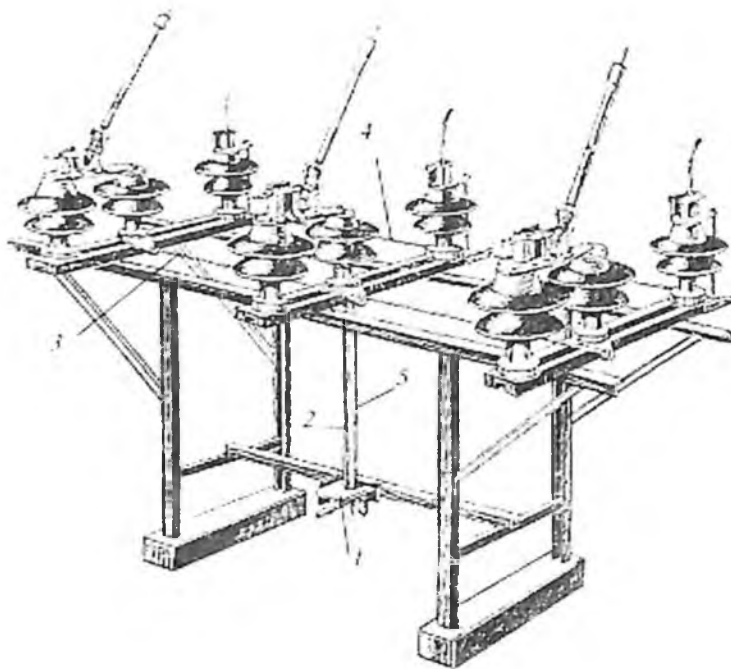
RLNZ 35 ajratkichning tuzilishi 50-rasmda ko'rsatilgan va quyidagi qismlardan tuzilgan: 1—sokol, 2—qo'zg'almas izolatorlar, 3—burish izolatori, 4—o'q, 5—mexanizm, 6—asosiy pichoq, 7 va 8—shox, 9—qayishqoq sim, 10—qisma, 11—yerga ulash pichog'i, 13—tortqi, 14 va 15—vallar.

Ajratkichlarning har qaysi qutbi payvandlangan sokoldan iborat bo'lib, sokolga (3) ta ShT-35 izolatori mahkamlangan. Chekka izolator (2) lar qo'zg'almas qilib mahkamlangan. O'rtadagi izolator (3) buralma izolator bo'lib, shtirning pastki qismida val (15) va sokoldagi podshivnikdan o'tuvchi pishangi bor. Ajratkich o'rta qutbining vali (15) ajratkich yuritmaning vali bilan birlashtiriladi, richagi esa naysimon tortqichlar yordamida chekka qutblarning buralma izolatorlari pishanglari bilan birlashtiriladi.

O'rta izolator (3) aylanib, mexanizm (5) ni harakatga keltiradi, natijada ulanish va ajralish vaqtlarida asosiy naysimon pichoq (6) ikki xil harakat qiladi. Ajratkich ulanganda pichoq dastlab o'q (4) atrofida vertikal tekislikda harakatlanadi, shu bilan birga pichoq uchiga kiydirilgan mis kurakcha qo'zg'almas kontakt (7) ning vilkasimon ustunchalari orasiga erkin kiradi. Undan so'ng, pichoq o'q atrofida 90° ga yaqin burchakka burilib, o'z kurakchalari bilan kontakt ustunlariga qisilib kiradi, kontaktlarning sirtini tozalaydi va chiziqli birikish hosil qiladi. Kontaktning yaxlit qatlamini oson sindiradi va tozalaydi. Qo'zg'almas kontaktlar shinalar ulanadigan qisqich (10) ga qayishqoq sim (9) bilan ulangan.

Ajratkichni ajratishdan so'ng ulash operatsiyalari teskari tartibda bajariladi: dastlab pichoq (6) o'z o'qi atrofida 90° ga burilib, kontaktlarni

bo'shatadi (vaqtincha kontakt shox (8) vositasida saqlanadi), so'ngra vertikal tekislikda 60° ga yaqin burchakka erkin ko'tariladi. Yerga ulovchi pichoq (12) uchlariga mis uchlik kiydirilgan po'lat novdan iboratdir. U izolator (2) da joylashgan qo'zg'almas kontaktlar (11) ga qisilib kiritiladi. Ajratkich o'rta qutbi pichog'i (12) ning vali richaglar va tortqi (13) vositasida val (14) ajratkich yuritmasining tegishli valiga ulanadi. Ajratkich qo'shni qutblarini yerga ulovchi pichoqlarining vallari, montaj qilish vaqtida, umumiy valga birlashtiriladi.



51-rasm. O'rnatilgan RLNZ-35 ajratkichi.

Kuchlanishi 35kV bo'lgan RLNZ-35 uch fazali ajratkich 51-rasmda ko'rsatilgan. Unda: 1—richagli yuritma, 2—asosiy pichoqlar vali, 3—asosiy pichoqlardir.

Kuchlanishi 110, 150 va 220 kV ga mo'ljallangan RLNZ ajratkichlari 3, 4 va 5 ta IShD-35 izolatorlardan iborat ustunlarda yig'iladi, bunda kuchlanish qancha yuqori bo'lsa, pichoqlar shuncha uzun qilinadi.

5.11. Qisqa tutashtirgich va ayirgichlar

Fazalarni sun'iy ravishda qisqa tutashtirish uchun mo'ljallangan apparat *qisqa tutashtirgich* deb ataladi.

Qisqa tutashtirgichlar yuqori kuchlanish tomonida o'chirgichlari bo'lmagan podstansiyalarda transformatorning ichi shikastlanganda ta'minlash uzatgichda qisqa tutashuv hosil qilish uchun ishlatiladi.

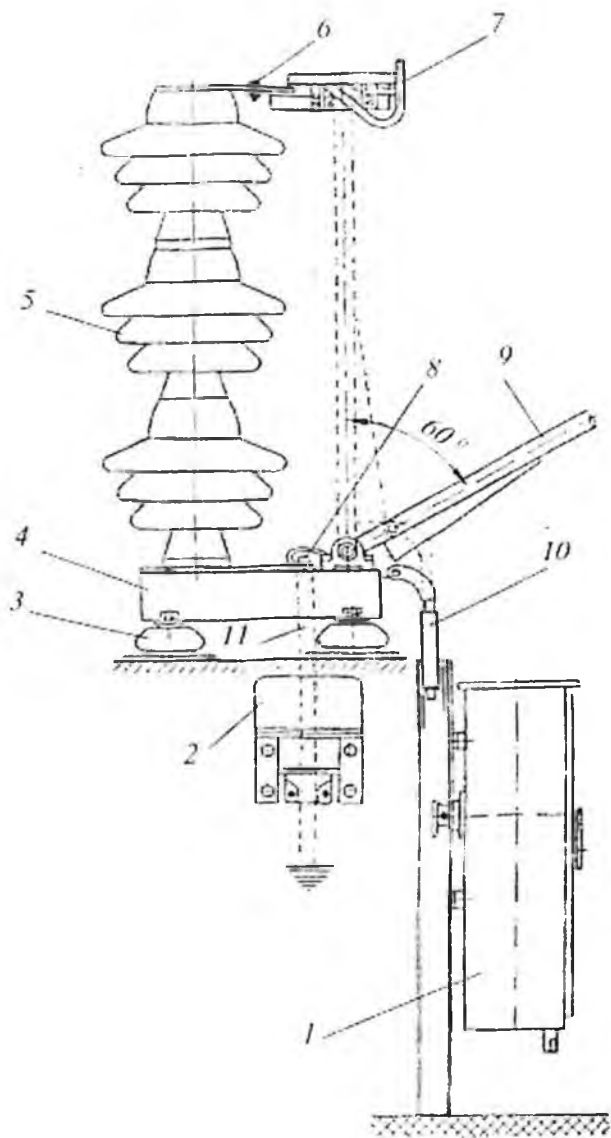
Qisqa tutashtirgichlarni transformatorning releli himoyasi ishga tushiradi va uning ishlashi natijasida hosil qilingan qisqa tutashuv toklaridan esa releli himoyani ishga tushirish va elektr uzatgich boshida, ya'ni energiya beruvchi podstansiyada o'rnatilgan o'chirgich bilan uzatgichni tez uzib qo'yish uchun foydalaniladi.

Qisqa tutashtirgichlar 35, 110 va 220 kV nominal kuchlanishlarga mo'ljallab chiqariladi. 52-rasmda yuritma va tok transformatori bilan birgalikda o'rnatilgan KZ-110 qisqa tutashtirgichning umumiy ko'rinishi berilgan. Rasmda 1—yuritma, 2—tok transformatori, 3—izolator, 4—asos, 5—izolatorlar ustuni, 6 va 8—qismalar, 7—yuqori kontakt, 9—pichoq, 10—izolatsiyalovchi element, 11—yerga ulovchi shina.

Qisqa tutashtirgich avtomatik yuritmalı yerga ulovchi vertikal ajratkich ko'rinishidagi bir qutbli apparatdir. Qisqa tutashtirgich uchta IShD-35 izolatoridan tuzilgan ustun (5) dan payvandlab yasalgan asos (4) dan; chiziq ulanadigan qisqich (6) yuqori kontakt (7) dan; yerga ulanish shinalari (11) ulanadigan qisqich (8) li novsimon pichoq (9) dan iboratdir. Asos (4) ning shvellarlari orasida apparatning prujinali mexanizmi joylashgan.

Qisqa tutashtirgich ShPK ti pidagi yuritma (1) yordamida boshqariladi. Qisqa tutashtirgich quyidagicha avtomatik tarzda ulanadi: sun'iy qisqa tutashuv bo'lganda releli himoya ishlab yuritmani ishga tushiradi; prujinali mexanizm ta'sirida qisqa tutashtirgich avtomatik ulanadi. Qisqa tutashtirgichni elektromagnit yuritmasi ichiga o'rnatilgan o'zakka ta'sir qilib qo'l bilan ham ulash mumkin. Qisqa tutashtirgichni uzish va mexanizm prujinasini burab qo'yish faqat qo'lda bajariladi.

Qisqa tutashtirgich yerdan, izolator (3) lar bilan, yuritmadan esa qisqa tutashtirgich pichog'i bilan yuritma orasidagi tortqiga kiritib qo'yilgan izolatsiyalovchi element (10) bilan izolatsiya qilingan. Ba'zi hollarda qisqa tutashtirgich ayirgich bilan birgalikda o'rnatiladi, bunda qisqa tutashtirgichning yerga ulovchi shinasi (11) zanjiriga TShL-0,5 ti pidagi tok o'lchov transformatori (2) ulanadi, shina (11) bu holda transformatorning birlamchi chulg'ami bo'lib qoladi. Tok transformatorining ikkilamchi chulg'amiga ayirgich yuritmasining maxsus relesi ulanadi.



52-rasm. KZ-110 qisqa tutashtirgichi.

Yuklamasi bo'lmagan transformatorni qayta ulash, shuningdek, shikastlangan transformatorni ta'minlash chizig'idan tok bo'lmagan vaqtda (mavjud transformatorning ta'minlash chizig'i o'chirgich yordamida uzilgan vaqtda), avtomatik ravishda ayirish (uzish) uchun mo'ljallangan uch qutbli apparat *ayirgich* deb ataladi. Ayirgichlar 35, 110 va 220 kV nominal kuchlanishlarga mo'ljallab chiqariladi.

OD-35, OD-110, OD-220 ayirgichlari mos bo'lgan RLND ajratkichlari bazasida quriladi. Ayirgichlar ajratkichlardan kontaktlarni tez ajratilishini ta'minlovchi uzish prujinalarining bo'lishi bilan tafovutlanadilar.

Ayirgichni montaj qilish vaqtida uning uchta qutbi birlashtirilib, uch qutbli ajratkich hosil qilinadi. Apparat avtomatik qurilmasi bo'lgan, ShPO avtomatik yuritma (ayirgichning metall shkafdagi yuritmasi) bilan boshqariladi. Ayirgich ulanganda uning uzish prujinalari buralgan bo'lib, prujinani bunday holatda yuritma ushlab turadi. Yuritmaga o'rnatilgan rele, uzish elektromagnitining ishga tushishi bilanoq, yuritmaning uzish prujinalari ta'sirida ayriladi. Ayirgichni ulash va uning uzish prujinalarini burash olinadigan dasta yordamida, qo'l bilan bajariladi.

5.12. Qisqa tutashuv

O'zgaruvchan tok qurilmalarida turli fazalarning rejalashtirilmagan har qanday o'zaro yoki yer bilan tutashuvi *qisqa tutashuv* deb ataladi. Neytrali yerga ulangan qurilmalarda bir yoki bir necha fazalarning yer bilan tutashib qolishi ham qisqa tutashuv QT deyiladi. To'rt simli tizimlarda esa bir yoki bir necha fazalarning nol sim bilan tutashishi qisqa tutashuv deyiladi.

QT larga asosiy sabab tok o'tuvchi qismlari izolatsiyasining eskirishi va yeyilishi, o'ta kuchlanishlar, izolatsiyaning teshilishi va ulanib qolishlar, tasodifiy mexanik ta'sirlar (masalan, yer qazish ishlarida yer osti kabellarining shikastlanishi) natijasida tok o'tadigan qismlar izolatsiyasining shikastlanishidir. QT lar havo elektr uzatgichlari simlarining bir-biriga chalishib qolishi yoki uzatgichning ikkita, yoxud uchta fazasiga tasodifan metall buyum tushishi kabi hodisalar natijasida bo'ladi.

QT lar elektr uskunalarini montaj yoki remont qilishi sifati yomon bo'lganda, xizmat qiluvchi shaxslar tomonidan ekspluatatsiya qilish instruksiyalari, texnik ekspluatatsiya qoidalari va xavfsizlik texnikasi qoidalari buzilganda yoki ular mutlaqo bajarilmaganda ham ro'y beradi.

QT toklari katta quvvatli energo tizimlarda o'n va yuz minglab amperga yetadi va elektr uskunalarini katta xavf ostida qoldiradi. Qisqa tutashuv toklari o'zlari oqayotgan elektr qurilmasining barcha elementlarida issiqlik (termik) va mexanik (elektrodinamik) ta'sirlarni yuzaga keltiradi.

QT toki tok o'tuvchi qismlarning normal tokidan bir necha marta ortiq bo'lishi tufayli ularning juda qizib ketishi va natijada tok o'tuvchi qismlar izolatsiyasining buzilishi hamda metalli erib ketishiga sababchi bo'ladi.

Ikkita parallel simdan oqqan tok o'zaro mexanik ta'sir qilishadi. Tokning yo'nalishiga qarab ular bir-biriga tortiladi yoki uzoqlashadi. Bunday o'zaro ta'sir tokning *elektrodinamik ta'siri* deyiladi va tok qiymati qancha katta bo'lsa, simlar orasidagi masofa qancha yaqin bo'lsa, bu ta'sir ham shuncha katta bo'ladi.

Yuqori kuchlanishli qurilmalar va tarmoqlarda QT sodir bo'lganda vujudga keladigan toklarning elektrodinamik ta'siri elektr uskunalarini mexanik buzilishiga sabab bo'lishi mumkin.

Elektr qurilmasi ishonchli ishlashi uchun uning elektr uskunalari, tok o'tuvchi qismlari va izolatsiyasining termik va elektrodinamik barqarorligi yetarli darajada bo'lishi shart.

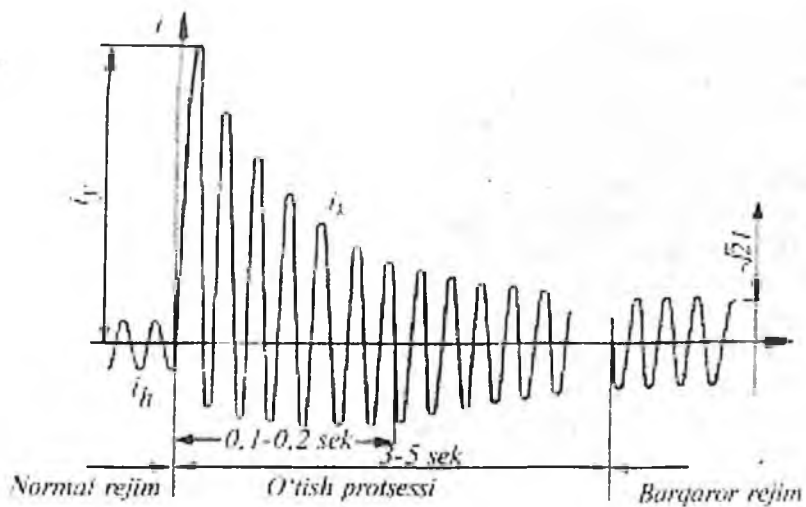
Termik barqarorlik deb, apparat va tok o'tuvchi qismlarning haroratini oshirmasdan, ularni ma'lum vaqt davomida qisqa tutashuv toklariga, chidab turish qobiliyatiga aytiladi.

Elektrodinamik barqarorlik deb, qisqa tutashuvda zarb toki o'tayotganda bo'ladigan mexanik kuchlarga apparatlar, tok o'tuvchi qismlar va izolatorlarning qarshi tura olish qobiliyatiga aytiladi.

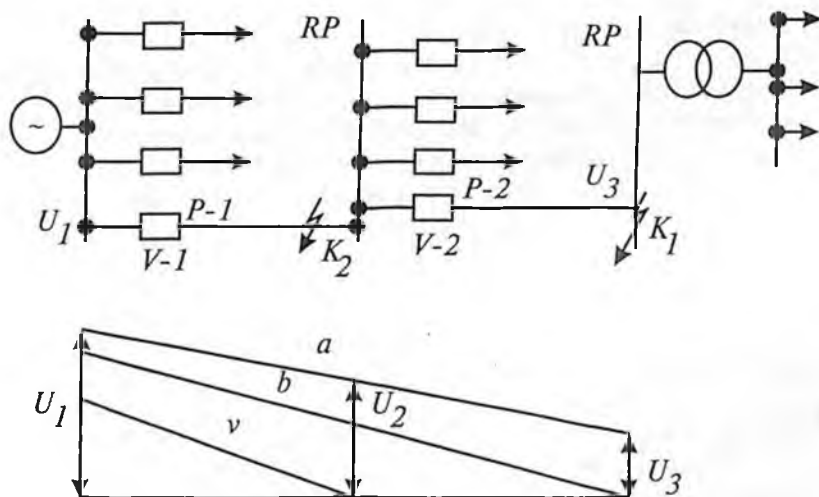
QT tokining o'zgarish egri chizig'i 53-rasmda ko'rsatilgan. QT sodir bo'lganda elektr toki I_q QT zarb tokining amplitudasi deb atalgan eng katta qiymatiga I_z ko'tariladi. So'ngra QT tokining barqarorlashgan qiymati I_h gacha pasayadi.

Normal tartib toki I_n yuklama kattaligi va tarmoqdagi kuchlanish qiymatiga bog'liqdir. QT sodir bo'lgan dastlabki lahzada kuchlanish normal tartibdagi qoladi, buning natijasida tok I_k ning qiymati ancha katta bo'ladi, chunki QT vaqtida zanjir qarshiligi tez kamayib ketadi. Kelgusi lahzalarda kuchlanish ham tezda kamayadi, bunga mos ravishda tok I_k ham pasayadi. Bu *o'tish jarayoni* deyiladi.

QT vaqtida kuchlanishning kamayishiga sabab shuki, QT toki zanjirning qisqa tutashgan joyigacha bo'lgan barcha elementlarida: uzatgichlarda, transformatorlarda, generatorlarda kuchlanish isrofini ko'paytiradi. QT oqibatlaridan biri iste'molchilar kuchlanishining pasayishi bo'lib, bu hol elektr bilan ta'minlash tizimini tamoman yoki qisman ishdan chiqaradi.



53-rasm. Qisqa tutashuv tokining o'zgarishi.



54-rasm. Elektr ta'minoti sxemasi va QT kuchlanishlar diagrammasi.

Elektr bilan ta'minlash uchastkasining sxemasi va zanjirning turli nuqtalarida QT sodir bo'lgandagi kuchlanishlar diagrammasi 54-rasmda keltirilgan. Rasmda a)—kuchlanishning normal rejimda taqsimlanish egri chizig'i, b)— K_1 nuqtada QT bo'lganda kuchlanishning taqsimlanish egri chizig'i, v)— K_2 nuqtada qisqa tutashuv bo'lganda kuchlanishning taqsimlanish egri chizig'idir.

QT sodir bo'lgan nuqtadan keyingi uchastkada kuchlanish nolga teng bo'ladi, QT nuqtasigacha bo'lgan uchastkada esa kuchlanish ancha kamayadi. Kuchlanishning qanchalik kamayishi QT toki kattaligiga bog'liq bo'lib, tok kattaligi o'z navbatida QT zanjirining shikastlangan joyigacha bo'lgan umumiy qarshiligiga bog'liqdir. Qarshilik qanchalik kam bo'lsa, QT toki shunchalik katta bo'ladi va kuchlanish shuncha ko'p kamayadi.

K_1 nuqtada QT sodir bo'lganda (54-rasm) elektr stansiyasi generatoridan L-1 va L-2 elektr uzatgichlar bo'ylab oquvchi QT toki hosil bo'ladi. Bunda transformator podstansiyasi TP ning shinalaridagi kuchlanishi nolga teng bo'ladi, taqsimlash podstansiyasi va elektr stansiyasi shinalaridagi kuchlanish esa ancha kamayadi. QT toki oqishi to'xtamaguncha, ya'ni o'chirgich V-2 ajralmaguncha shunday saqlanib turadi.

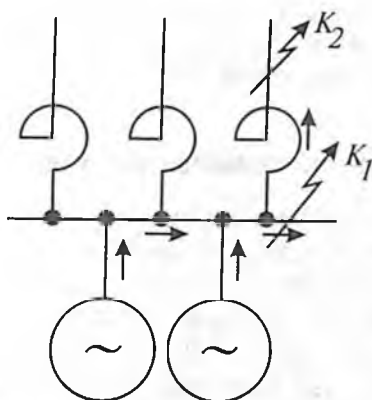
K_2 nuqtada QT sodir bo'lganda, elektr stansiyasi shinalaridagi kuchlanish bundan ham ko'proq pasayadi, chunki bunda zanjirning qarshiligi birinchi holdagidan kam, qisqa QT esa katta, natijada generator chulg'amlaridagi kuchlanish ko'proq kamayadi. Bu holda QT bo'lgan joy V-1 o'chirgich bilan uziladi va iste'molchilarning taqsimlash podstansiyasi RP dan energiya olish to'xtatiladi. QT qanchalik elektr stansiyasi yaqinida ro'y bersa, shuncha ko'p sondagi iste'molchilar energiya olmaydi.

Energetika tizimi kuchlanishini keskin pasaytirib yuboruvchi QT lar, stansiyalar hamda ulardagi generatorlarining parallel ishlashini izdan chiqarishi va natijada ayrim generatorlar va butun stansiyalar umumiy energo tizimidan ajralib qolishi mumkin. Bu o'z navbatida ba'zi stansiyalar yuklamasini oshirib yuboradi va bir qator iste'molchilarni uzib qo'yish kerak bo'ladi.

5.13. Qisqa tutashuv tokini cheklovchi reaktorlar

QT toklarining zarrali ta'sirini kamaytirish uchun bu toklar kattaligi cheklanadi, shikastlangan uchastkalar zudlik bilan uziladi, elektr stansiyasi generatorlarida kuchlanishni avtomatik rostdash qurilmalari ishlatiladi, shuningdek, elektr qurilmaning apparatlari va tok o'tuvchi qismlari mos holda tanlab olinadi.

QT toklarining kattaligini cheklash uchun *reaktorlar* qo'llaniladi. Ularning har biri katta induktivlik qarshiligiga va kichik aktiv qarshilikka



55-rasm. Reaktorlarni ulash sxemasi.

ega bo'lgan g'altakdan iboratdir. Odatda, reaktor katta quvvatli elektr stansiyalari va podstansiyalaridan ketuvchi elektr uzatgichlarga ketma-ket ulanadi (55-rasm).

Chiziqda reaktordan keyingi K_2 nuqtada QT bo'lganda, QT toki K_1 nuqtada QT bo'lgandagidan kamroq bo'ladi, chunki generatorning quvvati avvalgicha bo'lganda zanjirning K_2 nuqtagacha bo'lgan umumiy qarshiligi reaktorning induktivlik qarshiligi hisobiga ko'p bo'ladi. Shu bilan birga K_2 nuqtadan narida kuchlanish nolga teng bo'ladi, stansiyaning shinalarida esa reaktorning induktivlik qarshiligi qancha ko'p bo'lsa, kuchlanish ham shuncha katta bo'ladi.

Reaktor qarshiligi shunday tanlanadiki, reaktordan narida QT bo'lganda stansiya shinalaridagi qoldiq kuchlanishi 50–60 % dan kam bo'lmaydi. QT toklarining kattaligini reaktorlar yordamida kamaytirilishi elektr ta'minotining ishonchliligini oshiradi hamda elektr stansiyalar va podstansiyalar sodda, arzon apparatlar o'rnatishga, kichik kesimli shinalar, simlar va kabellar ishlatishga imkon beradi.

Shikastlangan uchastkalarini zudlik bilan zanjirdan ajratish tez ishga tushadigan himoya moslamalari va o'chirgichlar o'rnatib amalga oshiriladi. Generatorlar kuchlanishini avtomatik ravishda ARN (avtomaticheskii regulyator napryajeniya) kuchlanishni avtomatik roslagich generator kuchlanishi qiymatida saqlab turiladi. QT bo'lganda, kuchlanishning pasayishi sababli, ARN generatorining uyg'otish tokini oshiradi, natijada, uning chiqish klemmalaridagi kuchlanish ortadi.

Apparatlar, shinalar, simlar va kabellar tanlashda ularning normal ish tartibida hamda QT vaqtida vujudga keladigan elektr va mexanik

yuklamalariga bardosh bera oladigan bo'lishiga katta e'tibor qaratiladi. Apparatlar, shinalar va kabellarning chidamli ishlashi QT toklari o'tkazib tekshiriladi, ya'ni ularning termik va elektrodinamik barqarorligi bo'yicha tanlanadi.

5.14. Yashindan himoyalaniş

Atmosfera havosida elektr zaryadining to'planishi natijasida yashin razradi sodir bo'ladi. Bu insonlar va xalq xo'jaligi korxonalariga katta xavf tug'diradi, chunki yong'in va portlashlar sodir qilishi mumkin. Yashinda elektr toki 200 ming amper (20 kA) ga borsa, kuchlanishi 50–150 million voltga, yashin kanali ichida harorat 6000–30.000 °C gacha boradi.

Yashinning asosiy xavfi shundaki, himoyalanişmagan imoratga tushib, imorat va ichidagi insonlar sog'lig'iga putr yetkazadi. Bunday ta'sir birlamchi bevosita yashin urishi deb yuritiladi.

Elektrostatik va elektro magnit induksiyasi hamda yer usti va yer osti metall qismlari orqali yashinni o'ta yuqori potensiali kirib kelib, ikkilamchi ta'sir ko'rsatadi. Yashin kanali juda katta harorat (20.000 °C dan yuqori) va katta issiqlik energiya zaxirasiga ega bo'lib, yonuvchi muhitni alangalatishga yetarlidir. Yashin har qanday holatda ham o'ta yuqori potensiali bilan bevosita urish xavfini tug'dirsa, tegish va qadam kuchlanishi bilan ikkilamchi ta'sir etadi. Korxonada hududida joylashgan imorat va qurilmalar yashin qaytargich yordamida himoyalanişadi.

Yashin qaytargich bu himoyalagich qurilmalar kompleksi bo'lib, insonlar xavfsizligini ta'minlash hamda imorat va qurilmalar, uskunalar va materiallarni yashin ta'sirida hosil bo'luvchi portlash, yonib ketish va vayron bo'lish imkonidan asrash uchun xizmat qiladi.

Imorat va qurilmalar bevosita yashin urishidan turli tizimdagi yashin qaytargichlar yordamida himoyalanişadi. Yashin qaytargichlar uch qismdan iborat bo'ladi:

- yashin tutgich—yashin urishini bevosita o'ziga qabul qilib oluvchi qism;
- tok o'tkazgich— yashin tokini tutgichdan yerga ulagichga o'tkazib beruvchi qism;
- yerga ulagich—yashin tokini yer bo'ylab xavfsiz taratib beruvchi qism.

Yashin qaytargichning ishlash prinsipi yashinning eng baland qurilmaga urilish xossasiga asoslangan.

Yashin qaytargich himoya hududi—imorat atrofining shunday bo'lagiki, unga bevosita yashin urishidan 99 % darajada ishonchli himoyalangan bo'ladi. Ya'ni himoya hududi maxsus tajriba bilan aniqlanişadi.

Yashin qaytargichlar yashin tutgichlarning tuzilishiga qarab uch asosiy turga bo'linadi: tayoqsimon; tros va sim antenali; to'rsimon. Ba'zi hollarda shularning kombinatsiyasi qo'llanadi.

Yashin himoyalagich korxonada hududi o'lchamiga qarab bir yoki bir necha tayoqchasimon yashin qaytargichlaridan tashkil topadiki, ularning umumiy himoya mintaqasi korxonada hududining to'la qoplashi kerak.

Tayoqsimon yoki trosli yashin qaytargichlar ko'pincha mustaqil taglikka yoki imorat konstruksiyasi bilan bog'langan taglikka o'rnatiladi. To'rsimon yashin qaytargich himoyalovchi imoratning tomiga o'rnatiladi va kamida ikki joyidan tok o'tkazgichga ulanadi. Yashin qaytargichning qaysi turini tanlash avvalo qurilmani zarur darajada himoyalash va mablag'ni iqtisodlash shartlariga bog'liq bo'lsa, so'ngra loyiha va arxitektura xususiyatlariga bog'liq.

Korxonani yashindan himoyalash. Yashin tizimini hisoblash uchun avvalo eng arzon, ya'ni yasash sarfi va materiallar narxi arzon bo'lgan, yashin qaytargich tanlanadi. Bunday yashin qaytargich 60 m. gacha yoki 61 dan 100 m. gacha balandlikka ega bo'lgan tayoqchasimon shaklligidir. Korxonada joylashgan hududning o'rtacha yillik yashin faoliyati maxsus kartada yiliga necha soatligi keltirilgan. Quyidagi yashin qaytargich o'rnatilmagan imoratda kutiladigan yashin urish soni aniqlanadi:

$$N = (S + 6h)(L + 6h)n \cdot 10^{-6} \quad (5.2)$$

formulada: S —himoyalovchi imorat kengligi; L —himoyalalanuvchi imorat uzunligi; h —imoratning chetlaridagi eng baland qismi; n —imorat qurilgan hududda bir yilda bir kvadrat kilometr sirtga urilishi mumkin bo'lgan yashinlar soni (maxsus jadvalda keltirilgan).

Yashindan himoyalaniishi bo'yicha III kategoriyaga taalluqli imorat va qurilmalar, balandligi qanday bo'lishidan qat'i nazar quyidagi usullarning biri bilan himoyalalanadi:

– talabga muvofiq himoya hududini ta'minlovchi yakka turuvchi yoki imoratga o'rnatishgan tayoqsimon yoki trosli yashin qaytargich;

– tunika tomning ustiga yashin qabul qiluvchi to'r qoplash yoki tunika tomni o'zidan foydalanish. Bunda:

A) yakka turgan yashin qaytargich bilan himoyalalanuvchi imorat va qurilmagacha hamda yer osti kommunikatsiyalargacha bo'lgan masofa normallanmaydi;

B) bevosita yashin urish himoyasi impuls qarshiligining miqdori 20 Om. dan kam bo'lmasligi, solishtirma qarshiligi 500 Om. sm va undan katta bo'lgan tuproqda har bir yerga ulagichning qarshiligi 40 Om. dan oshmasligi kerak;

V) bevosita yashin qurish himoyasining yerga ulagichi, elektr uskunalarning himoyalovchi yerga ulagichi va elektrostatik induksiya zaryadidan himoyalovchi yerga o'zaro birlashtirilishiga ruxsat beriladi;

G) barcha hollarda tok o'tkazuvchi sifatida himoyalovchi imorat va qurilmalarning metall konstruksiyalaridan. ustun, rama, yong'in narvonlari, liftlarning metall yo'naltirgichlaridan foydalanishga ruxsat etiladi.

Yerga ulagichning impuls qarshiligi $R_{e.u}$

$$R_{e.u} = \frac{\alpha u \cdot R}{Zu \cdot K} \leq R_{e.u}^{max} \quad (5.3)$$

Formulada αu — impuls koeffitsiyenti, yerga ulagichning turi va soniga hamda hudud tuprog'iga qarab qabul qilinadi. $R_{e.u}^{max}$ — yerga ulagichning ruxsat etilgan impuls qarshiligi 10 Om. dan oshmasligi shart. R — har turli tuproqda yakka yerga ulagich elektrodining qarshiligi. Zu — yerga ulagichdan tokni tarqab ketishi yomonlashuvini hisobga oluvchi koeffitsiyent. K — elektrodlar (yerga ulagichlar) soni taxminan qabul qilinadi.

Himoya qurilmalarining ishlash tamoyili- ishchi kuchlanish ostida elektr qurilma EQ lari ishga xalal bermaslik va ularning izolatsiyasiga xavfli o'ta kuchlanish impulsi ta'siridan saqlanishdir. Eng sodda himoya qurilma HQ uchun uchqun oralig'i UO bo'lib, u izolatsiyaga parallel ulanadi.

Izolatsiyani sirt bo'ylab urish yoki tegib ketishidan saqlash uchun XQ ning volt-sekund tizimi izolatsiya volt-sekund tizimidan pastroqda bo'lishi shart.

EQ yoki uzatgichda sodir bo'luvchi impuls urib ketishi avariya olib keluvchi mo'tadil qisqa tutashuvga aylanmasligi uchun elektr yoyini tezda o'chirilishini ta'minlash kerak. HQ si elektr yoyini rele himoyasidan ancha tezroq o'chirishni ta'minlaydi.

Quvursimon razradnikda elektr yoyining o'chirilishi kuchli bo'ylama havo oqimi ta'sirida sodir bo'ladi.

Ventil razradnikda uchqun oralig'ini ketma-ket ulangan tez kamayuvchan rezistor yordamida impuls tokini kamaytirish hisobiga elektr yoyi o'chiriladi. Nochiziq o'ta kuchlanishni chegaralovchi qurilmalarda nochiziq tizimli rezistor NO'Ch qo'llanilib, undan o'tadigan tok mA dan past bo'lib, sezilarli quvvat yo'qolishiga olib kelmaydi. NO'Ch uchqun oraliqsiz ulanadi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Taqsimlash qurilmalarining turlari.
2. Ochiq taqsimlash qurilmalari.
3. Berk taqsimlash qurilmalari.
4. Yuqori kuchlanish shina qurilmalari.
5. Elektr yoyini ajraluvchi kontaktlar orasida hosil bo'lishi.
6. Elektr yoyini so'ndiruvchi usullar va qurilmalar.
7. Ochiq va berk havo o'chirgichlarining tuzilishi.
8. Moyli o'chirgichlarning tuzilishi.
9. Vakuum o'chirgichlarining tuzilishi va afzalligi.
10. Ajratkichlarning tuzilishi va qo'llanishi.
11. Qisqa tutashtirgich va ayirgichlarning vazifasi.

OLTINCHI BOB

RELELI HIMOYA VA AVTOMATIKA

6.1. Releli himoya vazifalari

Har qanday elektrenergetika tizimini hisoblashda, loyihalashda, ishlatishda ularda uchraydigan shikastlanish va nonormal jarayonlarning sodir bo'lish mumkinligini unutmazlik zarur. Bunga elektr stansiyalari, tizimlari, uskunalari, elektr energiyani uzatish liniyalari, ularning iste'molchilari hamda har xil boshqa asboblarda, nonormal yoki ishdan chiqish, shikastlanish holatlarini vujudga kelishligini misol keltirish mumkin. Bunday jarayon ko'p hollarda elektr tizimlarining elementlarida yoki ayrim bo'laklarida tokning me'yoridan oshib ketishi yoki kuchlanishning haddan ziyod pasayishi bilan bog'liq bo'ladi. Tok miqdorining oshib ketishi katta qiymatda issiqlik ajralib chiqishiga va buning natijasida yuqorida sanab o'tilgan elektrotexnik tizim yoki qurilmalarning qizishi hamda og'ir shikastlanishiga sababchi bo'lishi mumkin. Demak, bunday holat parallel ishlab turgan generator va elektr ta'minot tizimining barqaror ish jarayoniga ham salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Shunday qilib elektr qurilmalari, tizimlari va elektr iste'molchilarining normal ishlashlari uchun shikastlangan barcha uskunalar, elektr liniyalari tezda aniqlanilishi, manbadan ajratilishi va shu orqali qolgan iste'molchilar hamda energetik tizimning normal ishlashiga sharoit yaratilishi zarur.

Odatda, releli himoyalash (RH) uch fazali elektroenergetik tizimlarni qisqa tutashuv (QT) hamda o'ta yuklanish jarayonlaridan saqlash hisoblanadi.

Elektroenergetika tizimlaridagi shikastlanish va nonormal ish jarayonlari ularni avariya holatiga keltirishi mumkin. Bundan esa elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi, uzatuvchi, taqsimlovchi uskunalar zarar ko'rish, elektr energiyasining sifati buzilishi hisobiga iste'molchilarning ishlab chiqarish mahsulotining hajmi bilan birgalikda sifati ham kamayishi mumkin.

Avariyaning kelib chiqishiga juda ko'p sabablar mavjud, ammo ko'p hollarda energiya ishlab chiqaruvchi yoki taqsimlovchi uskunalarining ayrim kamchiliklari, loyiha xatoliklari, montaj, ishlatish jarayonidagi nosozliklar

asosiy o'rinni egallaydi. Demak, iste'molchilarni tinmay sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlab turish elektroenergetika tizimining shikastlangan qismini tez uzib tashlash yordamida bajarilishi mumkin qo'yilgan talablarga ko'ra tizimdagi QT jarayonini yo'qotish (o'chirish) juda qisqa vaqt ichida amalga oshirilishi lozim (0,1–0,01 s).

Elektroenergetika tizimi bir necha energiya manbalarining o'zaro elektr zanjiri orqali bog'langanligi hisobga olinsa, u holda tizimning har qanday qismida sodir bo'ladigan QT qolgan boshqa uchastkalarga ta'sir etmay qolmaydi. Bunday jarayonni esa navbatchi xodim (operator, dispetcher) tez vaqt ichida boshqara olmaydi. Shuning uchun elektr tizimni saqlashda maxsus sxemalar, avtomat ravishda ishlovchi RH uskunalari yoki saqlagichlar ishlatiladi. Ma'lumki saqlagichlar, kuchlanishi 1000V gacha bo'lgan tizimlarda qo'llaniladi, RH esa maxsus rele apparatlari yordamida amalga oshiriladi.

Releli himoyaning asosiy vazifasi energetik tizimning shikastlangan qismini avtomat ravishda boshqa shikastlanmagan qismlaridan ajratish (uzish) hisoblanadi. Shuning uchun RH umumiy elektroenergetika tizimining avtomatlashtirilgan qismi deb yuritiladi.

Releli himoyaning qo'shimcha vazifasi elektroenergetika tizimi elementlarini nonormal ish jarayonlaridan muhofaza etish hisoblanadi. Bunda ish jarayonlariga qarab u yoki bu uskuna himoya axborotiga ko'ra ishda qoldirilishi yoki o'chirilishi mumkin. Chunki hosil bo'lgan nonormal jarayon qisqa muddat ichida o'z holiga qaytishi mumkin. Shunday qilib, RH ning qo'shimcha vazifasini bajaruvchi tizim birmuncha sekinroq ishlashi mumkin. Ma'lumki, RH ayrim rele yoki relelar majmuasi hamda yordamchi elementlardan tuzilgan uskunalaridan tashkil topadi va elektroenergetika sxemalarida shikastlanishlar yoki nonormal jarayonlar sodir bo'lganda ularni o'chirish yoki axborot berish uchun xizmat qiladi.

Umuman elektroenergetika tizimlarining tinimsiz ishlashi RH dan tashqari—barcha tizimni, shinani, liniyani, uskunani va boshqalarni avtomat ravishda qayta ulash (APV Avtomaticheskoye povtornoye vklyucheniye), zaxira quvvatini ishga kiritish (AVR Avtomaticheskoye vklyucheniye rezervov), chastota miqdorini rostdash—(AChR Avtomaticheskoye chastotnoye regulirovaniye), generatorning va boshqa turdagi energiya (reaktiv) miqdorini ishlab chiqaruvchi manba qo'zg'atuvchi chulg'am tokini karralab o'ta oshirish, avariya qarshi maxsus avtomatlashtirilgan sxemalar yordamida amalga oshiriladi.

Releli himoya elektr avtomatikaning asosiy turi bo'lib, usiz hozirgi zamon elektr tizimlari normal, aniq va mustahkam ishlayolmaydi. RH energetika tizimidagi barcha elementlarning holatlarini doimo tekshirib,

nazorat qilib boradi. Energetika tizimlaridagi shikastlanishni rele himoyasi aniqlaydi va tizimning shikast ko'rgan qismini maxsus katta tokka mo'ljallangan o'chirgichlariga ta'sir etib o'chiradi. Energetika tizimida nonormal sharoit vujudga kelganda himoya uni aniqlaydi va bu holatning ko'rinishiga (xarakteriga) qarab, normal sharoitni tiklash uchun kerakli bo'lgan chora amallarni qo'llaydi yoki navbatchi shaxsga xabar beradi.

Xulosa qilib aytganda, elektr tizimlarini, elektrotexnik qurilma yoki elektr iste'molchilarini shikastlanish hamda nominal ish jarayonlaridan tashqari holatlarda ishlatilishidan himoyalovchi avtomat ravishda ishlovchi qurilmalar (sxemalar) yaratish va qo'llash elektrenergetika tizimlarining dolzarb muammolari hisoblanadi.

6.2. Releli himoya turlari va talablar

Ma'lumki, RH alohida avtonom qurilma sifatida elektroenergetika tizimining elementlari va sxemalariga o'rnatiladi (kiritiladi). Himoya tizimi QT yoki boshqa nonormal ish jarayoniga qarab aniqlangan elementni o'chirish uchun uning uzuvchi uskunasi ta'sir etadi.

Releli himoyaning yana bir xususiyati, u ichki shikastlanishga ta'sir etishi, ammo tashqi shikastlanishga ta'sir etmasligi mumkin va uning aksi. Ichki shikastlanishga—tarmoqning ayrim liniyasi, transformator, generator va boshqalardagi shikastlanishlar kiradi. Tashqi shikastlanishga esa RH ga kiritilmagan ayrim elementlardagi shikastlanishlar kiritilgan.

Releli himoya asosiy va zaxira turlarga bo'linadi: asosiy RH deb har qanday QT jarayonida yoki uning ayrim ko'rinishlarida boshqa barcha himoya turlaridan vaqt bo'yicha avvalroq ishga tushuvchi majmuaga aytiladi; zaxira RH deb asosiy va boshqa turdagi himoyalar ishlamay qolganda ishga tushuvchi himoya majmuasiga aytiladi.

Ulardan tashqari, RH ning o'zidagi kamchiliklar hisobiga ayrim noaniqliklar paydo bo'lishi mumkin. Bunga RH ning noaniq ishlashi, buzilishi, umuman ishlamasligi, tez o'chirib qo'yishi va hokazolar kiradi.

Releli himoyaga qo'yilgan talablar : selektivlik (oldinma-keyin, yoki tanlab o'chirish), tezkorlik, sezgirlik, ishonchlilik, iqtisodiylik, soddaxemalik.

RH ning *selektivlik* xususiyati deb uning faqat shikastlangan elementni yoki ayrim qismni o'chirish imkoniyatiga aytiladi. Bunday xususiyat zaxira manbasi mavjud bo'lgan tizimlarda elektr energiyaning ta'minlash uzluksiz mavjud bo'lishini ta'minlaydi. Ichki QT jarayonlarida selektivlik tizimni himoyalash va o'zining tezkor ishga tushish tomonlari bilan belgilanadi.

Himoyaning *tezkorlik* xususiyati, ayniqsa, ichki QT jarayonini tezlik bilan yo'qotishda muhim ahamiyatga ega:

– butun tizimdagi parallel ishlovchi mashina va uskunalarning barqaror ishlashini ta'minlaydi;

– elektr uzatish xususiyatini oshirish imkoniyatini yaratadi;

– elektr uzatgichlardagi kuchlanish tushuvi miqdorining iste'molchilarga ta'sirini kamaytirishga yordam beradi;

– shikastlangan elementdagi buzilish hodisasini kamaytirish, ayniqsa, katta quvvatlik, qimmatbaho generatorlar uchun buning ahamiyati katta hisoblanadi;

– avtomat ravishda qayta ulash jarayonining samarasini oshiradi;

– ichki zanjirlarda o'ta katta kuchlanish hosil bo'lishining oldi olinadi;

– elektr yoritish sifati yaxshilanadi.

Ma'lumki shikastlanishni bartaraf etish vaqti t_{bart} , releli himoyaning ishlashi uchun sarf bo'lgan vaqt t_{RH} , bilan o'chirgichning o'chirish vaqtlari t_{och} yig'indisidan tashkil topadi.

$$t_{bart} = t_{r.h} + t_{och} \quad (6.1)$$

O'ta katta kuchlanishlik tizimlarda bu vaqtni $t=0,08-0,1$ s bo'lishligi talab qilinadi. Demak, o'chirgichlarning o'chirish vaqti $t_{och} \gg 0,06$ s bo'lsa, u holda releli himoya uchun $t_{r.h}=0,02-0,04$ s vaqt qoladi. Bunday kichik vaqtni RH ning hozirgi zamon turlari to'la ta'minlay oladilar. Ammo boshqa birmuncha yengilroq shikastlanish holatlari uchun texnik iqtisodiy jihatdan releli himoya vaqti birmuncha kattaroq bo'lishi mumkin.

Releli himoyaning *sezgirlik xususiyati* uning QT jarayonida himoyalash barqarorligini ta'minlaydi. Hozirgi zamon elektroenergetika sohasida bunday xususiyatni ta'minlash ayrim qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Masalan, elektr energiyasini juda katta miqdorda uzoq masofaga jo'natishda ularda uchraydigan QT jarayonining toki ishchi toklarning maksimal qiymatlariga yaqin bo'lishi mumkin. Bunday holat simlardagi va boshqa elementlardagi ichki qarshiliklarning yetarli darajada katta ekanligi bilan bog'liq. Demak, bunday hollarda oddiy himoya turlarini ishlatish o'rniga ancha murakkab hamda qimmat narxli himoya turlarini ishlatish maqsadga muvofiqdir.

Himoyaning sezgirligi uning sezgirlik koeffitsiyenti bilan belgilanadi: tok bo'yicha himoyada

$$K_{sezg.} = I_{min.QT} / I_{bart} \quad (6.2)$$

kuchlanishning pasayishi bo'yicha

$$K_{sezg.} = U_{bart} / U_{maks.qold} \quad (6.3)$$

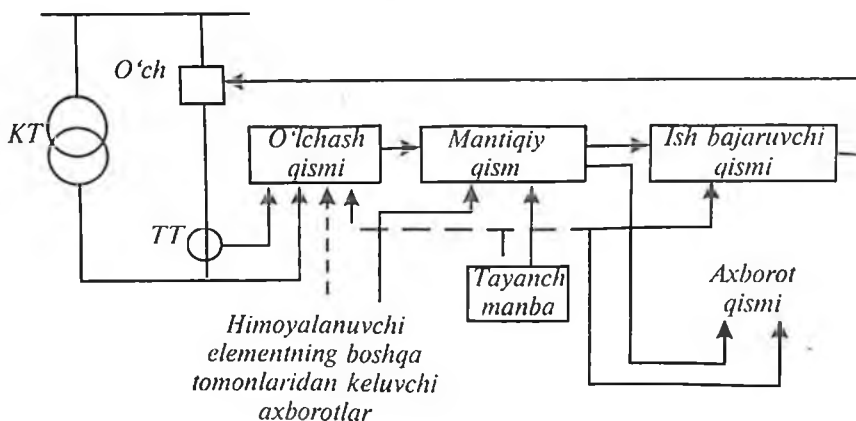
Bu qiymatlar «Elektr qurilmalarning tuzilish qoidalari» ga qarab tanlab olinadi.

Releli himoyaning *ishonchliliği* unga qo'yilgan vazifalarni berilgan texnik shartlar asosida bajarilishini ta'minlash hisoblanadi.

Himoyani tashkil etish. Elektrenergetika tizimlarini releli himoyalash ularga salbiy ta'sir etuvchi QT toki, o'ta yuklanish jarayoni, kuchlanishning keskin kamayishi va boshqalarga qarab juda ko'p usullarda bajarilishi mumkin. Umuman olganda releli himoya qurilmalari ikki asosiy qismdan tashkil topadi: *o'lchash va mantiqiy*.

O'lchash qismidagi o'lchov relelari belgilangan qismning holatini tinmay nazorat qiladi va uning o'chirish shartlariga asosan umumiy holatini aniqlaydi.

Mantiqiy qism esa himoyaning o'lchash qismidan unga uzatilgan axborotlarga ko'ra ta'sir etuvchi signal buyruq tayyorlaydi. Odatda, mantiqiy qism o'chirish qurilmalariga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir etmaydi, balki ish bajaruvchi uskunalarni ishga tushiradi. (56-rasm). Undan tashqari himoyaning ikkala qismiga alohida aloqa yo'llari bilan ham nazorat axborotlari yuborilishi mumkin.



56-rasm. Avtonom himoyalashning umumiy sxemasi.

Bularga yana qo'shimcha axborot elementlari kiritiladiki, ular butunlay tizimning yoki uning ayrim qismining uzilganliklari haqida xabar beradi. Hozirgi kunda himoyaning ishonchliliğini oshirish maqsadida ularning barcha elementlari alohida tayanch manbadan energiya bilan ta'minlanadi.

Elektr qurilmalaridagi shikastlanishlar. Energetika tizimlaridagi ko'pgina shikastlanishlar fazalarning o'zaro va yer bilan qisqa tutashishlaridan kelib chiqadi. Shikastlanishlarning asosiy sabablariga izolatsiyalarning buzilishi, eskirishi, kuchlanishning normadan oshib ketishi, xizmat ko'rsatuvchi shaxslarning noto'g'ri xizmati va xatolari kiradi (uzgichni kuchlanish ostida uzish, qisqa tutashgich qurilmasi ulanib turgan holda kuchlanishni ulash va h.k.).

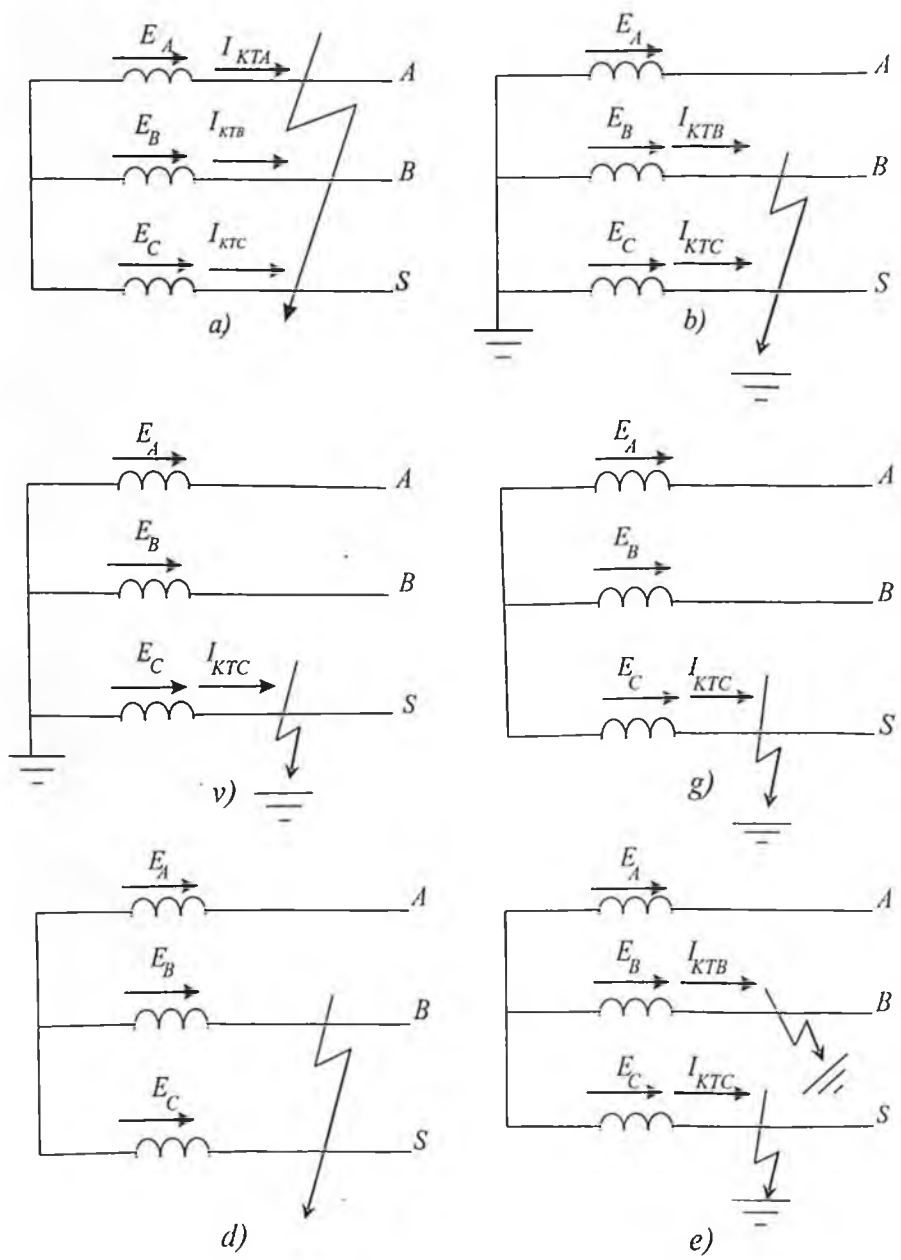
Barcha shikastlanishlar qurilmalarning o'ziga xos kamchiligi, mukammal emasligi, loyihadagi kamchiliklar, o'rnatilish xatoliklari, qurilmaga qoniqarsiz va noto'g'ri xizmat ko'rsatilganligi, qurilmaning nonormal holatda ishlaganligi natijasida yuzaga keladi. Shuning uchun shikastlanish qachondir sodir bo'lishi mumkinligini hisobga olgan holda uning oldini olish tadbir va choralari ko'rilishi maqsadga muvofiqdir. Qisqa tutashuv jarayoni shikastlanishga olib keladigan eng xavfli va og'ir holatdir. QT manbaning EYuK i transformator yoki liniyalarning kichik qarshiliklari orqali zanjir hosil qilishi natijasida yuzaga keladi. (57a,v- rasm).

Ma'lumki qisqa tutashuv jarayonida tokning keskin ortishi, kuchlanishning esa kamayishi tizim uchun salbiy ta'sir o'tkazadi:

– qisqa tutashuv toki I_{QT} zanjirning ayrim uchastkasidagi R qarshilikda ma'lum vaqt ichida $W = I_{q1}^2 R t$ miqdordagi energiya va shunga mos issiqlik ajralishiga sababchi bo'ladi. Bu issiqlik va elektr energiyasi o'ziga xos noxushliklarni keltirib chiqaradi. Bunda qisqa tutashuv toki I_{k1} ning miqdori tizim qismining nominal toki I_n dan necha karra kattaligiga bog'liq bo'ladi va shikastlanish darajasi ham shundan kelib chiqadi;

– qisqa tutashuv vaqtidagi kuchlanishning keskin pasayishi elektr energiya iste'molchilarining ishlab chiqarish sifatini belgilaydi. Masalan, asinxron motorlarining aylantirish momentlari manba kuchlanishining kvadratiga proporsional $M = kU^2$ bo'lganligi uchun ularning aylantiruvchi momentlari keskin kichiklashadi va bu miqdor ularning o'qlariga o'rnatilgan ish bajaruvchi mexanizmlarning qarshilik momentlaridan kichik bo'lib qolishi mumkin. Bunday holat ularni o'ta yuklanish darajasiga keltiradi va buning natijasida motor to'xtashga majbur bo'ladi. Lyuminessent lampalarining qayta yonaolmasligi ham kuchlanish miqdorining kichikligiga bog'liq bo'ladi. Kuchlanishning tushuvi EHM (boshqaruvchi va hisoblovchi) larga katta ta'sir qiladi;

– kuchlanish tushuvining yana bir xavfli jihatlari generatorlar va buning natijasida butun elektr tizimlarining barqaror parallel ishlashlariga salbiy ta'sir etishdir. Bu esa o'z vaqtida iste'molchilarni energiyasiz qolishiga sababchi bo'ladi (57-rasm).



57-rasm. Elektr tizimlardagi shikastlanish turlari.

Normal holatda turbinaning mexanik aylanish momenti generatorming elektr yuki tomonidan hosil qilinadigan teskari ta'sir qiluvchi moment bilan teng bo'ladi va generator sinxron aylanishlar chastotasi bilan aylanadi. Agar N nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lganda A elektrostansiyasining shinasidagi kuchlanish nolga yaqin bo'lib qoladi va yukning yo'qolishi natijasida generatorlarning teskari ta'sir qiluvchi momenti nolga teng bo'ladi. Turbinaga esa avvalgi miqdordagi par (suv) ta'sir etib uning momentini o'zgartirmaydi. Bu vaqt ichida generatorming aylanishlar chastotasi keskin ortadi.

Demak, bunday sharoitlarda generatorming tezligini boshqarish lozim, ammo boshqaruvchi tizimning o'ziga xos ishga tushish vaqti mavjud. S stansiya generatorlari boshqa sharoitda bo'ladi, ular N nuqtadan yetarli darajada uzoqroq masofaga joylashgan, shuning uchun ularning shinalaridagi kuchlanish nominal qiymatlarga yaqin bo'lishi mumkin.

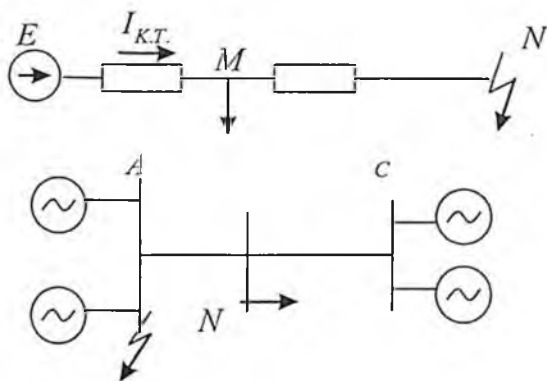
Endi A stansiya generatorlarining yuklari kamayganligi sababli qolgan barcha yuklar S stansiya generatorlarga tushib qoladi. Buning natijasida ularning aylanish tezliklari kamayadi. Shunday qilib qisqa tutashuv natijasida A va S stansiyalari generatorlarining aylanish tezliklari har-xil bo'ladi. Natijada ikki stansiya generatorlarining ishlab chiqarayotgan kuchlanishlarining chastotalari ham o'zgaradi va ular sinxronizmda ishlay olmaydilar.

a —uchala fazalar orasidagi qisqa tutashuv, b —ikki faza oralaridagi qisqa tutashuv, v —neytrali yerlangan tizim bir fazasining yer bilan qisqa tutashuvi, g —neytrali yerlanmagan (izolatsiyalangan) tizim bir fazasining yer bilan qisqa tutashuvi, d —neytrali yerlanmagan (izolatsiyalangan) tizim ikki fazasining yer bilan qisqa tutashuvi, e —neytrali yerlanmagan (izolatsiyalangan) tizim ikki fazasining yer bilan qisqa tutashuvi.

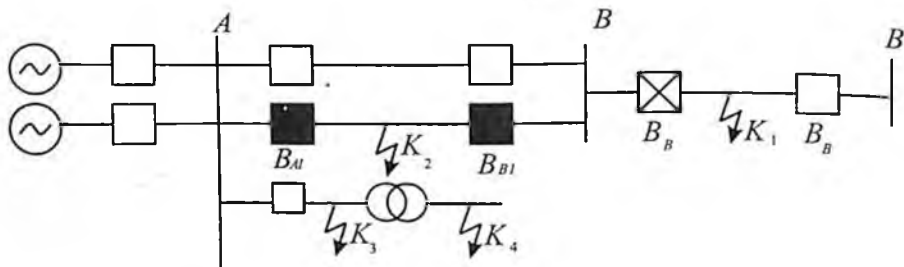
Uzoq vaqt davom etgan qisqa tutashuv jarayonida iste'molchilarning asinxron motorlari barqaror ish rejimlarida ishlamaydilar. Ma'lumki kuchlanish kamayganda ularning aylanish chastotalari pasayadi va sirpanishlari oshadi. Agar sirpanish o'zining kritik miqdoridan katta bo'lib qolsa, u holda motor nobarqaror ish jarayoniga o'tadi va to'liq to'xtash yuz beradi. Sirpanishning ortishi bilan asinxron motorlarning reaktiv quvvatlari ortadi. Qisqa tutashuv tugagandan so'ng tizimda reaktiv quvvat tanqisligi yuzaga keladi. Bu esa tizim kuchlanishining selsimon kamayishiga olib kelib, uning ish jarayonini tugatishga majbur qiladi.

Elektrenergetik tizimi barqaror ishlashining buzilishi sababli shikastlanish nobudgarchilik bo'yicha eng katta va og'ir shikastlanishlardan hisoblanadi.

Neytrali izolatsiyalangan elektr liniyasining yer bilan ulanishi. 57, 58-rasmlarda ko'rsatilishicha ulanish qisqa tutashuvga kirmaydi, chunki



58-rasm. QT ning kuchlanish pasayishiga ta'siri.



59-rasm. Elektr tizimlardagi shikastlangan qismlarni selektiv (tanlab) o'chirish.

shikastlangan S fazaning EYuK i N nuqtada yerga ulanadi, ammo manba bilan to'g'ridan-to'g'ri ulanmaydi, chunki bunda hosil bo'lgan shikastlanish toki o'tkazgich bilan yer orasidagi sig'im orqali manba bilan tutashadi va kichik miqdorda bo'ladi. Bunday jarayonda kuchlanishning o'zgarishi chiziqli ko'rinishda bo'lmaydi. Bunday shikastlanish nonormal holatlarni paydo qilib izolatsiyalarning ishdan chiqishiga hamda qisqa tutashuvlarga sababchi bo'ladi.

Nonormal jarayonlar. Nonormal jarayonlar deb tizim yoki uning qismlaridagi tok, kuchlanish va chastota qiymatlarining ruxsat etilgan miqdorlaridan ancha farq qilishi hamda qurilmalar va elektr tizimning barqaror ishlashiga xavf soluvchi holatlarga aytiladi.

Nonormal ish jarayonlari quyidagi ko'rinishlarda bo'lishi mumkin:

- tarmoqning himoyalangan qismida o'ta katta yoki qisqa tutashuv tokining paydo bo'lishi;

- parallel ishlovchi generatorlari chiqish miqdorlarining tebranishi sababli ularning sinxronizm rejimlarining buzilishi;

- generator quvvatining yetishmasligi. (chastotali pasayish). Bu jarayon ayrim generatorlarning birdaniga o'chib qolishi bilan tushintiriladi. Chastotaning chuqur pasayishi (47–45 Gs) energetik tizim ishini batamom to'xtashiga olib keladi;

- tizim kuchlanishining oshishi, ya'ni parallel ishlovchi generatorlar yuklarining to'satdan o'chirilishi. Bunda yuki kamaygan generator tezroq aylanib uning statoridagi EYuK ko'payishi chulg'am izolatsiyasini ishdan chiqarish darajasiga yetkazishi mumkin.

6.3. Himoya elementlari, relelar va ularning turlari

Odatda, releli himoya ma'lum bir sxema bo'yicha ulangan bir necha relelar majmuasidan tashkil topadi. Rele bu avtomatik qurilma bo'lib, ma'lum bir ta'sir etuvchi miqdorning belgilangan qiymatida harakatga keladi yoki ishlaydi.

Releli himoya tizimlarida quyidagi relelar qo'llaniladi: elektromexanik, yarim o'tkazgichlik, to'yinuvchi magnit tizimlik.

Elektromexanik relelarning avzalliklariga ularning soddalıkları, pishiqligi, ishonchligi, arzonligi kiradi. Bunday relelarning kamchiliklariga ularning qo'polligi, gabarit o'lchamlarining kattaligi, kontaktlarning mavjudligi va ko'p quvvat iste'mol qilishlari kiradi.

Yarim o'tkazgichlik relelarning avfzalliklariga ularning ixchamligi, ishonchligi, kam elektr energiyasini iste'mol qilishligi, nisbatan soddaligi, kontaktlarining yo'qligi, ishlash vaqtining kichikligi, servis xizmatlariga muhtoj emasligi va boshqalar kiradi. Bunday relelarning kamchiligiga esa ularning issiqlikka kam chidamligini kiritish mumkin.

Magnit tizimlik yoki diskret magnit elementlarning avzalliklariga ularga ta'sir ko'rsatuvchi miqdorlarning xilma-xilligini (issiqlik, bosim, kuch, masofa va hokazolar), kontaktlarning yo'qligini keltirish mumkin. Ularning kamchiliklariga esa ularning birmuncha murakkabligi, xatoliklarining nisbatan kattaligi, qo'shimcha elementlarning mavjudligi va hokazolarni keltirish mumkin.

Relelarga ta'sir o'tkazuvchi ma'lumotlarning soni va ko'rinishlari bo'yicha ular quyidagi guruhlariga bo'linadi:

- bir elektr kattalik (tok yoki kuchlanish);

– ikki elektr kattaliklar (tok va kuchlanish, ikkita U_1 , U_2 kuchlanish),
– uch va undan ortiq elektr kattaliklar (3 ta tok, 3 kuchlanish yoki tok va kuchlanishlarning chiziqli funksiyalari).

Rele texnikasida kontaktli (elektromexanik) va kontaktsez (yarim o'tkazgichli yoki ferromagnit elementli) relelar qo'llaniladi:

1-tur relelar ishlaganda ularning kontaktlari ulanadi yoki uziladi;

2-tur relelar ishlaganda ularga kiruvchi kattalikning ma'lum bir qiymatida chiqish kattaligi (masalan, kuchlanishi) sakrab o'zgaradi.

Har bir himoya qurilmasi va uning sxemasi ikki qismga bo'linadi: *ta'sirga ko'ra ishlovchi* (reaksiya beruvchi yoki reaksiya ko'rsatuvchi); *mantiqiy (logikali)*.

Ta'sirga ko'ra ishlovchi (yoki o'lchovchi) qism – asosiy qism hisoblanadi. Shuning uchun u asosiy relelardan iborat bo'ladi. Bu relelar himoya qilinuvchi element to'g'risidagi axborot va xabarlarini doimo qabul qilib turadi va QT yoki nonormal rejimlarda himoyaning mantiqiy qismiga kerakli axborotni uzatib ta'sir etadilar.

Mantiqiy qism (amalga oshiruvchi qism) yordamchi qism bo'lib, u ta'sirga ko'ra ishlovchi qismdan kelgan axborotni qabul qiladi. Agar bu axborotlarning ketma-ketligi va qiymatlari berilgan dasturga mos bo'lsa, uning chiqish axboroti berilgan amallarni bajaradi va o'chirgichning boshqaruv tizimiga axborotni uzatadi.

Mantiqiy qism elektromexanik rele yoki elektron (lampali yoki yarim o'tkazgichli qurilma) sxemalar yordamida tuziladi. Demak, himoya relelari ham *asosiy* (shikastlanishga ta'sir etuvchi), *yordamchi* (asosiy relening axborotiga qarab ishlovchi) va himoyaning *mantiqiy* qismida ishlovchi guruhlarga bo'linadi. Shunday qilib, QT va shikastlanishlarning belgilari bo'lib tokning oshib ketishi, kuchlanishning kamayishi va himoya qilinayotgan zanjir oralig'i qarshiligining kichrayib qolishi bilan belgilanadi:

$$Z = \frac{U}{I} \quad (6.4)$$

Yuqoridagi mulohazalarga, asosan himoya sxemalarida shikastlanish ta'siriga javob beruvchi rele sifatida tok va kuchlanish relelari qo'llaniladi.

Odatda, relening chulg'ami elektr zanjirga to'g'ridan-to'g'ri yoki tok va kuchlanish transformatorlari orqali ulanishi mumkin. Birinchi xil relelar *birlamchi*, ikkinchi turdagilari esa *ikkilamchi relelar* deb yuritiladi.

Elektroenergetika tizimlarini himoyalashda ko'proq ikkilamchi relelar qo'llaniladi. Bunga sabab ular yuqori kuchlanishdan izolatsiyalangan bo'ladi va himoya qiluvchi elementdan uzoq masofada joylashadi. Ularga xizmat ko'rsatish qulay va ma'lum bir standart nominal qiymatdagi tok (1 A yoki

5 A) va kuchlanish (100 V) ga mo'ljallangan bo'ladi. Bunda himoyalananayotgan elementning birlamchi tok yoki kuchlanishi transformatorlar orqali uzatilishi sababli relelarning toklari kichik miqdorda bo'ladi.

Birlamchi relening afzalligi ularda o'lchov transformatorlari, operativ tok manbalari ishlatilmaydi. Shuning uchun ular kichik elektr motorlarida, kichik kuchlanishlik transformator va liniyalarda keng qo'llanilad.

Ma'lumki ko'p hollarda relelarning chiqish axborotlari o'chirgichning mexanik yoki elektr qismiga bevosita ta'sir etmaydilar, chunki ular o'chirishi lozim bo'lgan ishchi mexanizm uchun yetarli darajadagi quvvatni bera olmaydilar. Shuning uchun ularning axborotlarini bajaruvchi qo'shimcha—*oraliq relelari* (elektromexanik, yarim o'tkazgichli, kontaktsiz) ishlatiladi. Oraliq relelari yoki ish bajaruvchi qismlarning quvvatlari esa o'chirgich mexanizmlarini harakatga keltirish qobiliyatiga egalar.

Oraliq relelari logik qurilmalar hisoblanadi va diskret tartibda ishlaydi. Ular elektromexanik himoya turlarining logik qismlarida ko'plab ishlatiladi. Bunda nazorat qiluvchi relening kontaktlar soni ko'payadi va ularni vaqt yoki boshqa miqdorlarni boshqarish hamda zanjirlarni bir-biridan ajratish bo'yicha ishlatish imkoniyati hosil bo'ladi. Oraliq relelari elektromagnit prinsipida ishlaydi va zanjirga ketma-ket yoki parallel ulanishlari mumkin. Birinchi holda relening chulg'ami manbadan o'tayotgan tokka ulansa, ikkinchi holatda manbaning to'la kuchlanishiga ulanadi.

Oraliq relelariga quyidagi talablar qo'yiladi:

– ishlash vaqti juda kichik $-0,01$ s. (agar maxsus vaqt ko'rsatilmagan bo'lsa);

– manba kuchlanishi kamaygandagi aniq ishlashlik $U=0,6-0,7 U_n$;

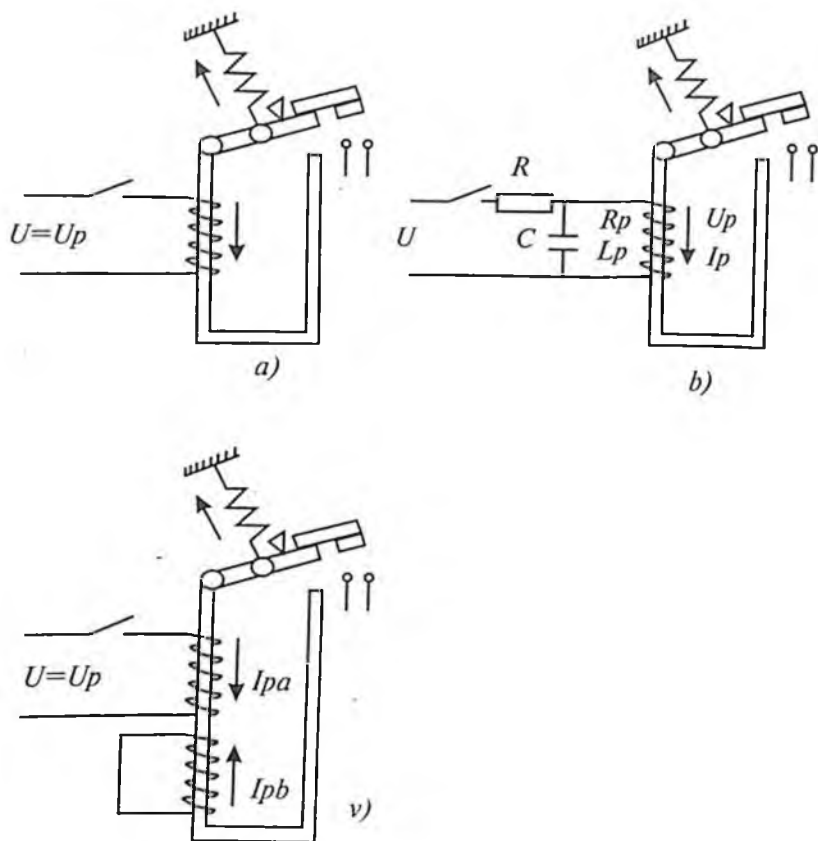
– rele ketma-ket chulg'amining umumiy zanjir qarshiligiga ta'sir etmasligi;

– rele parallel chulg'ami quvvatining kichik bo'lishligi (bir necha Vt);

– rele uzuvchi va ulovchi kontaktlar sonining yetarlicha bo'lishi;

– rele kontaktlarining ish bajaruvchi yoki boshqa element toklariga mos kelishi relelarning avvalgi (o'chish, uzilish, orqaga qaytish) holatlariga qaytish vaqtlari uchun katta talablar qo'yilmaydi, chunki zanjir uzilgach ularning ham chulg'amlari uziladi.

Oraliq relelarida ham ishlash vaqtini bir oz uzaytirish (axborotni ushlab turish) imkoniyatlari mavjud. 60-rasmda juda ko'p himoyalarda ishlatiluvchi o'zgarmas tok manbasiga parallel ulanuvchi oraliq relesining umumiy ko'rinishlari keltirilgan. Ma'lumki rele g'altaning aktiv (R) va ulanish vaqtidagi reaktiv qarshiliklari (X_L) mavjudligi sababli ulardan quyidagi miqdor ishchi toki o'tadi.



60-rasm. Elektromagnit rele ish vaqtini sekinlash.

$$I_{ish} = U_{ish} (1 - e^{-R_{ish} t / L_{ish}}) / R_{ish} \quad (6.5)$$

Bundan rele yakori harakatga tushishi uchun ketgan vaqt quyidagicha topiladi:

$$t = \frac{L_{ish}}{R_{ish}} \ln \cdot [U_{ish} / (U_{ish} - I_{it} R_{ish})] \quad (6.6)$$

Bu vaqt yetarli darajada kichik qiymatga ega. Agar rele chulg'aminin kuchlanishi uzib qo'yilsa, uning orqaga qaytishi ham tez bo'ladi, chunki uning sekinlashuvi uning magnit tizimidagi uyurma toklar hosil qiladigan kuchga bog'liq.

Relelarning chiqish axborotlarini (ishlash va uzilish vaqtlarida) sekinlashtirish ikki usulda bajarilishi mumkin:

RS konturlarini qo'llash, rele magnit o'tkazgichiga qo'shimcha QT chulg'amlarni joylashtirish.

Agar rele zanjiriga qo'shimcha RS konturi kiritilsa, (60 b-rasm), uning ishchi kuchlanishi berilgan qiymatgacha tez ko'tarila olmaydi:

$$U_{ish} = U(1 - e^{-t/RS}) \quad (6.7)$$

Demak, chulg'amdan o'tayotgan tok ham tez kattalashmaydi. Rele kuchlanishi uzilganda esa g'altakning ishchi kuchlanishi va toki darrov nol miqdorgacha kamaymaydi.

Shunday qilib, RS konturining qiymatlariga ta'sir etib relening uzilish va ishga tushirish vaqtlarini boshqarish mumkin. 60 v-rasmda relening magnit zanjiriga qo'shimcha QT chulg'am o'rnatish yordamida uning ishlash va to'xtash vaqtlarini o'zgartirish sxemasi keltirilgan.

Bunda asosiy chulg'am a ga kuchlanish berilganda, g'altakning magnit maydoni hisobiga QT chulg'am b dan tok o'ta boshlaydi. Hosil bo'lgan tokning yo'nalishi asosiy chulg'am tokiga teskari yo'nalgan bo'ladi va uni tez o'sishiga to'sinlik qiladi. Natijada, relening ishga tushish vaqti sun'iy ravishda kechiktiriladi. O'chirilish jarayonida QT chulg'am tokining hosil qiladigan magnit oqimi relening umumiy magnit oqimining tez pasayishiga to'sinlik qiladi.

Himoyalarda qo'llaniladigan elektromexanik relelar uchun vaqtni uzaytirish QT chulg'amlarni magnit zanjiriga kiritish yordamida amalga oshiriladi. Elektroenergetik tizimlarni kontaktsiz relelar yordamida himoyalashda RS konturlari ishlatiladi. Ulardan tashqari oraliq relelari uchun ularning asosiy g'altaklaridan tashqari ushlab turuvchi chulg'amlar ham kiritiladi. Ushlab turuvchi chulg'amlarning vazifasi ishga tushgan releni ish jarayonida saqlab qolish hisoblanadi. Relelarda ularning ishga tushganligi yoki o'chirilganligi holatidan axborot beruvchi qo'shimcha kontaktlar mavjud.

Ayrim hollarda bunday holatlarni aniqlab beruvchi alohida ko'rsatuvchi relelar qo'llaniladi. Ko'rsatuvchi relelarga ulab-uzuvchi kontaktlardan tashqari belgi beruvchi bayroqchalar va boshqa turdagi ko'rsatuvchi vositalar o'rnatiladi. Bayroqchalar o'z holicha orqaga qaytmaydilar, ularni dastlabki ko'rinishlariga keltirish operatorlar tomonidan amalga oshiriladi.

3, 6, 10, 35 kV kuchlanishli elektr liniyalarida bevosita ta'sir qiluvchi tok relelari keng qo'llaniladi, chunki ular ancha sodda, mustahkam, ishonchli uskunalar hisoblanadi.

6.4. Elektromexanik relelarning tuzilishi va ishlash prinsipi

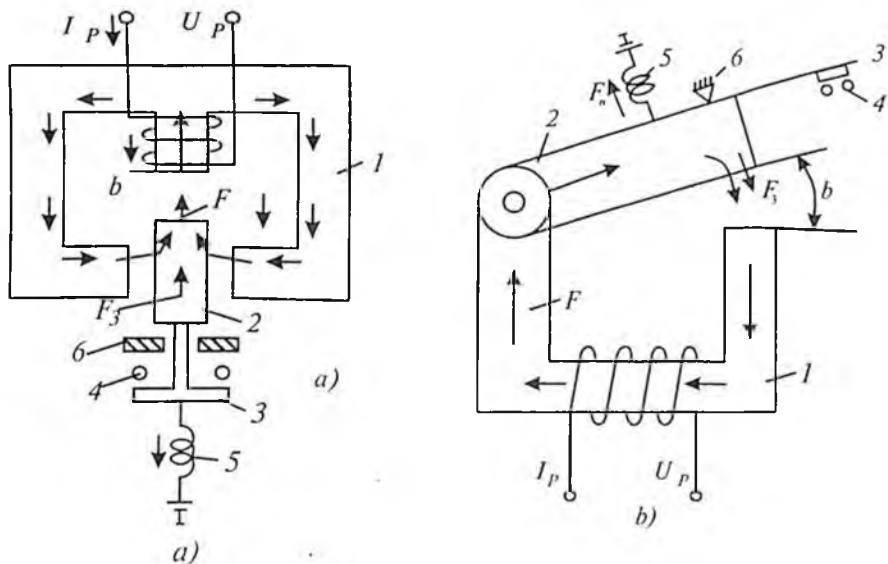
Ma'lumki elektromexanik relelar ishlash prinsiplari bo'yicha elektromagnit induksiya, elektrodinamik, dinamik induksiya va magnitoelektrik turlarga bo'linadi.

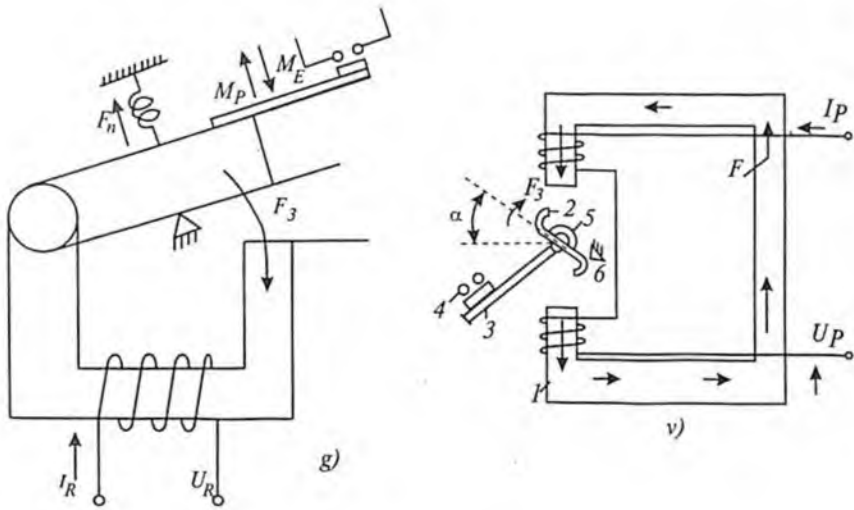
Relelar, asosan, ikki qismdan tashkil topadi: axborotni qabul qiluvchi (chulg'amlar) va ish bajaruvchi (kontaktlar).

Rele qurilmalariga qo'yilgan talablarda ularning aniq o'z vaqtida ishlashi, ishonchliligi, soddaligi, kam xarajatliligi va boshqalar bilan birga ishlash sonlarining ko'p bo'lishligi, kontaktlarining pishiqligi ham alohida uqdirib o'tilgan.

Relening ishlashi uchun beriladigan quvvat ularning ish jarayonlarini belgilaydi. Chunki rele kontaktlarning tortilishi yoki ajralishi ular orqali o'tadigan tokning miqdoriga bog'liq (kontaktlarning katta yoki kichikligi). Demak, kontaktlardan katta miqdordagi tok o'tkazish uchun ularning o'zlari ham katta bo'lishlari zarur va buning aksi.

Elektromagnit relelar. Rele tuzilishi bo'yicha o'zak va unga o'rnatilgan g'altak (1), tortuvchi yakor (2), harakatlanuvchi (3) va harakatlanmaydigan (4) kontaktlar hamda harakatni muvozanatlovchi teskari prujinalardan (5) tashkil topgan (61-rasm). Elektromagnit relelarning turlari: *a*—tortiluvchi





61-rasm. Elektromagnit relclarning tuzilishi.

yakorlik; *b*—buraluvchi yakorlik; *v*—ko'ndalang harakatlanuvchi yakorlik.

Rele chulg'amiga kuchlanish berilganda undan o'tayotgan tok I_r magnit yurituvchi kuch (MYuK) ni $I_r W_r$ hosil qiladi. Bu MYuK relening elektromagnit o'zagi, havo bo'shlig'i va yakor orqali ulanadigan magnit oqimini hosil qiladi. Bunda elektromagnit induksiyasi qonuniga asosan, yakorga mexanik kuch ta'sir etadi (chap qo'l qoidasi) va u harakatga kelib elektromagnitning qutbiga tortiladi. Shu asnoda yakorga o'rnatilgan qo'zg'aluvchi kontaktlar ham harakatga kelib o'zlarining qo'zg'almas kontaktlari bilan qo'shilishadi. Yakorning harakati muvozanatlovchi prujina va qo'zg'almas tayanch bilan chegaralanadi.

Magnit oqimi va u hosil qiluvchi toki I_r tizimning magnit qarshiligiga bog'liq:

$$\Phi = \frac{I_p}{R_\mu} \quad (6.8)$$

Elektromagnit induksiyasiga asoslangan relening yakoriga ta'sir etuvchi kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$F = k \cdot \Phi^2, \text{ yoki } F = \frac{W_p^2}{R_\mu^2} I_p^2 \quad (6.9)$$

Bundan yakorga ta'sir etuvchi moment topiladi:

$$M = F_r \cdot l_r \quad \text{yoki} \quad M = K_{r,\mu} \cdot I_r^2 \quad (6.10)$$

Relelarning asosiy ifodalaridan ko'rinishicha, yakorning tortilish kuchi F yoki uning momenti M rele chulg'amidagi tok I_r ning kvadratiga proporsional, ammo tokning yo'nalishiga bog'liq emas. Shu sababli elektromagnit relelarning o'zgaruvchan va o'zgarmas tokda ishlatilishi mumkin.

Elektromagnit relening yakori siljishni boshlashi bilan havo bo'shlig'i kamaya boshlaydi. Bunda rele chulg'ami tokining o'zgarmasdan qolishi qarshilikning kamayishi va magnit oqimi Φ ning oshishini ta'minlaydi, bu esa o'z vaqtida ta'sir kuchining ko'payishiga sababchi bo'ladi (61-rasm). Bunday grafiklik relelarning toklari yakorning harakati natijasida o'zgarmas bo'lib qolaveradi, chunki ulardan o'tayotgan tok chulg'amning reaktiv qarshiligiga (X_r) bog'liq emas, balki magnit oqimining o'zarishiga bog'liq, magnit oqimi esa o'zgarmas bo'lib qoladi.

Bunday guruh relelariga tok relelari (o'zgaruvchan tok) va o'zgarmas tok relelari kiradi. Relening ishlashi uchun uning elektromagnit kuchi F yoki momenti M muvozanatlovchi prujinaning qarshilik kuchi F_{pr} , ishqalanish va og'irlik kuch F_{ishq} laridan katta bo'lishligi kerak. Demak, relening ishga tushishi uchun quyidagi shart bajarilishi lozim:

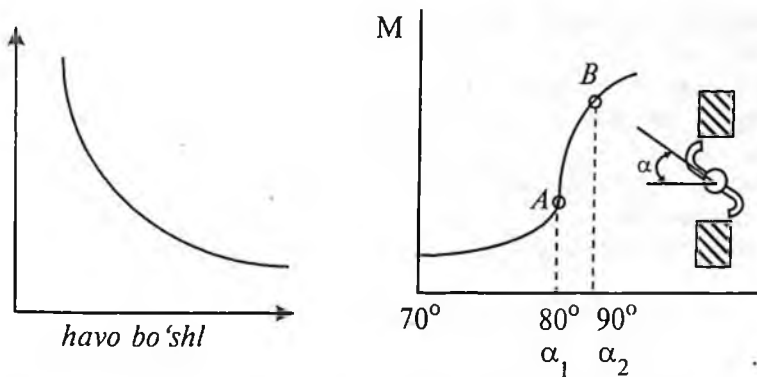
$$F_r = F_{em} = F_{pr} + F_{ishk} \quad \text{yoki} \quad M = M_{em} = M_{pr} + M_{ishk} \quad (6.11)$$

Elektromagnit moment M_{em} ning talab qilingan qiymatida releni ishga tushirish uchun zarur tok I_r hosil bo'ladi. Relening ishlash toki I_r , deb rele ishga tushishi uchun zarur bo'lgan eng kichik tokka aytiladi. Relelarning ayrim turlarida ishga tushish tokini I_{it} ni o'zgartirish mumkin. Buning uchun relening MYuK ni (W_r), prujinaning qarshilik momentini, havo oralig'ini o'zgartirish mumkin.

Yakorning orqaga qaytishi mexanik prujinaning momenti M_{pr} relening qaytish elektromagnit momenti $M_{em,kayt}$ bilan ishqalanish momentlarining M_{ishk} yig'indisidan katta bo'lganda yuzaga keladi:

$$F_{pr} = F_{em,kayt} + F_{ishk} \quad \text{yoki} \quad M_{pr} = M_{em,kayt} + M_{ishk} \quad (6.12)$$

Relening qaytish toki I_{qayt} deb rele chulg'amidan o'tayotgan tokning shunday maksimal miqdoriga aytiladiki, bunda prujinaning mexanik kuchi rele hosil qilyotgan elektromagnit kuchdan katta bo'ladi va natijada, yakor boshlang'ich holatiga qaytadi.



62-rasm. Elektromagnit kuch F_c va moment M_c havo oralig'idagi o'zgarishi.

$$K_{qayt} = \frac{K_{qayt}}{K_{ishlash}} \quad (6.13)$$

bu yerda, $K_{qayt} = 0,1-0,98$ qaytish koeffitsiyenti deyiladi.

Qaytish koeffitsiyentining aniqligiga quyidagilar ta'sir etadi:

- elektromexanik M_{cm} va prujina momentlari M_{pr} momentlarining o'zgarish xarakteristikalari bir-birlariga mos kelishi;
- rele yakorining harakat yo'lini kamaytirish;
- relening harakatlanuvchi qismidagi ishqalanishni kamaytirish;
- gisterezis jarayonini yaxshilash (tez magnitlanuvchi elektrotexnik po'lat tanlash).

6.5. Maksimal va minimal qiymatlarda ishlovchi relelar

Yuqorida ko'rib chiqilgan relelar tok qiymatining oshuvi natijasida harakatga keladi, shuning uchun ular maksimal relelar deb yuritiladi.

Chulg'amdagi tok miqdorining kamayishi natijasida ishlovchi (ishga tushuvchi) relelar minimal tok relelari hisoblanadi. Demak, normal holatlarda minimal relelarning yakorlari tortilgan bo'ladilar (61 g-rasm) va bunda $M_{cm} > M_{pr}$ hamda uning kontaktlari ochiq (uzuk) bo'ladi. Relening ishga tushishi (ishlashi) uchun uning toki kamayishi va chulg'am hosil qilgan elektromagnit moment prujina va ishqalanish momentlaridan kichik bo'lishi lozim. Natijada, $M_{pr} > M_{cm} + M_{ishq}$ bo'ladi va relening yakori orqaga qaytib uning kontaktlarini qo'shadi.

Minimal relearning ishlash toki deb, shunday eng katta tokka aytiladiki, bunda relening yakori orqaga qaytadi. Qaytish toki—eng kichik tok miqdori bo‘lib bunda relening yakori tortiladi. Maksimal relear dagiday $I_{qayt.r.}$ ning $I_{r.i.t.}$ ga nisbati qaytish koeffitsiyenti deyiladi. $I_{qayt.r.}/I_{r.i.t.} = K_{qayt}$. Minimal relearlarda $I_{qayt.r.} > I_{r.i.t.}$ shuning uchun $K_{qayt} > 1$.

Rele yakorining titrashi (vibratsiya). O‘zgaruvchan tok relesining chulg‘g‘amlaridan $i_r = I_{maks} \sin \omega t$ tok o‘tganda unda hosil bo‘ladigan elektromagnit kuchning o‘ny qiymati ham sinus qoidasiga asosan, o‘zgaradi:

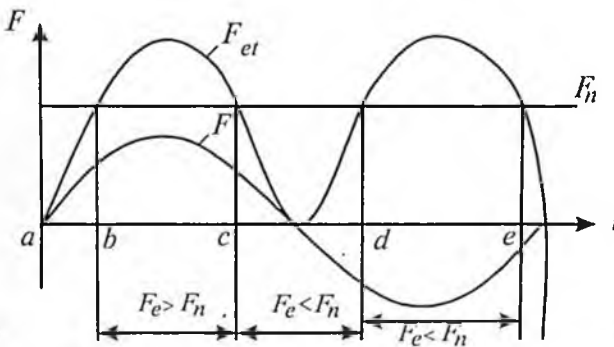
$$F_{em} = k i_r^2 = k I_{maks}^2 \sin^2 \omega t \quad (6.14)$$

Agar $\sin \omega t = 0,5(1 - \cos 2\omega t)$ ekanligini hisobga olsa,

$$F_{em} = k' I_{maks} - k'' I_{maks} \cos 2\omega t \quad (6.15)$$

bo‘ladi. Demak, F_{em} ning o‘ny qiymati ikki tashkil qiluvchan iborat: o‘zgarimas $k' I_{maks}^2$ va o‘zgaruvchan $k'' I_{maks}^2 \cos 2\omega t$ (ikkilangan chastota bilan o‘zgaruvchi). Yig‘indi elektromagnit kuch F_{em} pulssimon xarakterga ega va manba tokining bir davrda ikki davr bo‘ylab o‘zgaradi.

63-rasmga asosan *av*, *sd* vaqt ichida $F_{pr} > F_{em}$ bo‘lganligi sababli relening yakori ajralishga intiladi, *av* vs, *de* vaqt ichida $F_{em} > F_{pr}$ bo‘lganida yana tortiladi. Tortilgan yakor umumiy yig‘indi kuch $F_{um} = F_{em} - F_{pr}$ ning o‘z ishorasini davriy ravishda o‘zgartirib turishi tufayli doimo titrab turadi.

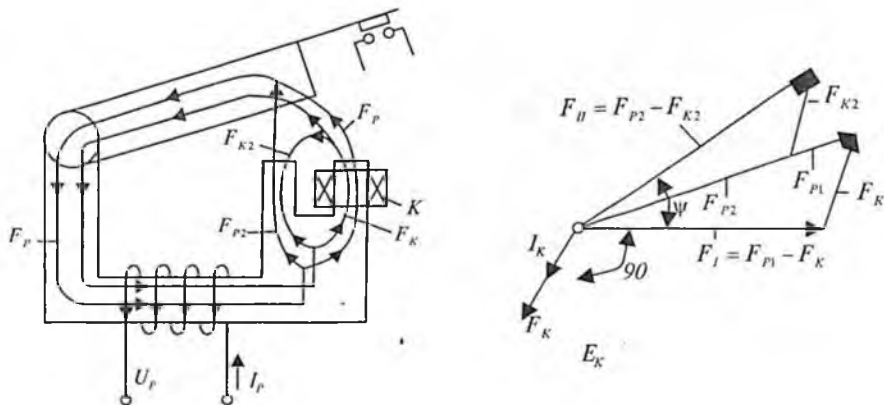


63-rasm. O‘zgaruvchan tok elektromagnit rele yakori tortish kuchi F_{em} ning o‘zgarishi.

Yakorning titrab turishi uning kontaktlarining ham titrashiga, kontaktlarning kuyishiga, o'q va uning aylanadigan qismining (sapfa) yeyilishiga sababchi bo'ladi va relening ishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Yakorning inersiya momenti katta bo'lgan holatlarda esa umumiy kuch ishorasining tez o'zgarishi sababli titrash kuzatilmaydi.

Agar yakorning inersiya momenti yetarli bo'lmasa, u holda titrashning oldini olish uchun chulg'amning umumiy magnit oqimi fazalar bo'yicha o'zaro farq qiladigan ikkita tashkil etuvchilarga bo'linadi. Ikki qismga bo'lish yoki qo'shimcha qisqa tutashgan chulg'am o'rnatish, har xil burilish burchakli seksiyalarga tarqatish yoki har xil magnit o'zaklarga o'rnatish bilan amalga oshiriladi.

Masalan, 64-rasmda ko'rsatilgan reledagi qisqa tutashgan chulg'am magnit o'zakning bir bo'lak yuzasini o'rab turadi. Qisqa tutashgan chulg'amda magnit oqimining ta'siri natijasida undan I_{QT} tok oqadi. I_{QT} tok F_{QT} oqim hosil qiladi. F_1 va $F_{q,t}$ oqimlardan foydalanib $F_{r1} = F_1 - F_{q,t}$ ni topamiz.



64-rasm. Qisqa tutashgan chulg'amli elektromagnit relning tuzilishi va magnit oqimlarining vektor diagrammasi.

Magnit oqimi F_{p2} faza bo'yicha F_{p1} oqim bilan mos keladi, chunki ularning ikkovi ham bitta magnitlovchi kuch (I, W_p) tomonidan hosil qilingan va bir xil jinsli magnit qarshilikdan o'tadi.

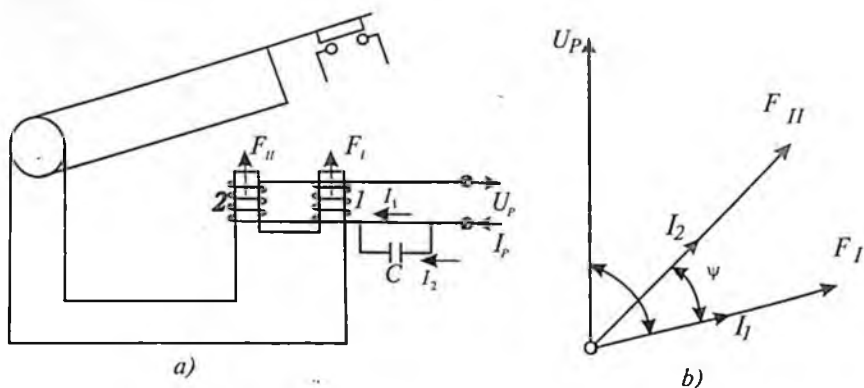
6.6. Elektromexanik relelar

Tok relelari. Chulg'ami zanjir tokiga to'g'ridan-to'g'ri yoki tok transformatori orqali ulanuvchi va $M_{cm} = kI_1^2$ ga teng elektromagnit moment hosil qiluvchi relelar tok relelari deb yuritiladi. Bunday relelarning ishlashi tok miqdorining kvadratiga bog'liq. Tok transformatorlariga ulanadigan relelar nihoyatda kam quvvat iste'mol qilishlari lozim, chunki o'lchash transformatorining chiqish quvvatini oshirish uchun uning hajmi qiymatlarini kattalashtirib yuboradi.

Tok relelarining chulg'amlari yuklama tokining uzoq vaqt o'tishiga, qisqa tutashuv tokining esa qisqa vaqt ichida o'tishiga hisoblangan bo'ladi. Bunday relelarda ularning ishlash toki prujinaning tortishish kuchini tekis o'zgartiradi. Rele chulg'ami ikkita seksiyadan iborat bo'lganligi sababli, bu seksiyalarni parallel yoki ketma-ket ulash yordamida chulg'am tokining o'zgarish chegarasini to'rt marta o'zgartirish mumkin. Masalan, ET-520 va shunga o'xshash turdagi relelarga nisbatan RT-40 relelarining kontakt tizimlari yaxshilangan va teskari ta'sir qiluvchi moment oshirilgan. Buning natijasida rele qabul qiladigan quvvat birmuncha ko'paygan (0,2-8 V·A).

Kuchlanish relelari. Kuchlanishning miqdoriga ko'ra, ishlovchi va chulg'ami to'g'ridan-to'g'ri yoki kuchlanish transformatori orqali liniya kuchlanishiga (U) ulanadigan rele, kuchlanish relesi deb yuritiladi.

Agar $M_{cm} = k'U_p^2$, va $U_r = U_{liniya}$ ekanligi hisobga olinsa, $M_{cm} = k''U_{liniya}^2$ rele yakorining harakati liniya kuchlanishiga bog'liqligi ko'rinadi.



65-rasm. Magnit o'zagi ajratilgan elektromagnit relening tuzilishi va vektor diagrammasi.

Odatda, yakorning harakati havo bo'shlig'ining magnit oqimi F_d va kuch F_{em} larni o'zgarishiga sababchi bo'lmaydi. Bunga sabab yakor tortilishi bilan havo bo'shlig'ining kamayib borishi natijasida rele chulg'amining induktiv qarshiligi ortadi $X_r = \omega L$, bu esa rele tokining ($I_r = U_p / X_r$) kamayishiga olib keladi. Shu vaqtda rele zanjirining magnit qarshiligi ham kamayadi.

Demak, I_r tokning o'zgarishi R_m magnit qarshilikning o'zgarishini kompensatsiyalaydi, natijada, magnit oqim $F = I_p W_p / R_m$ o'zgarmas bo'lib qoladi.

Bunday relelarning qaytish koeffitsiyentlari ancha kichik bo'ladi va uni oshirish uchun ular chulg'amlarining aktiv qarshiligini kamaytirish talab qilinadi.

Chulg'amning aktiv qarshiligi yetarli darajada katta bo'lmaganida reaktiv qarshilikning o'zgarishi tokning qiymatini o'zgarishiga sezilarli ta'sir qilmaydi va buning natijasida tok o'zgarishsiz qoladi.

6.7. Oraliq relelari

Ma'lumki oraliq relelari ikkinchi darajali yoki yordamchi relelar hisoblanadi va ulardan bir vaqtning o'zida bir necha o'zaro bog'liq bo'lmagan zanjirlarni qo'shish yoki uzishda va shuningdek, katta toklar zanjirlarini baquvvat kontaktlari bilan qo'shib uzuvchi relelar sifatida foydalaniladi (66-rasm).

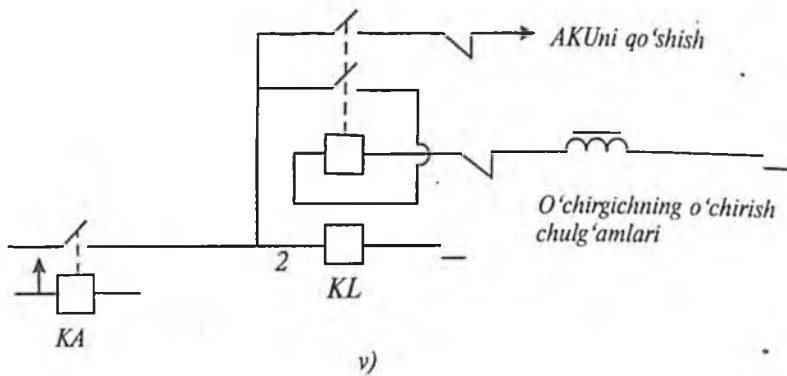
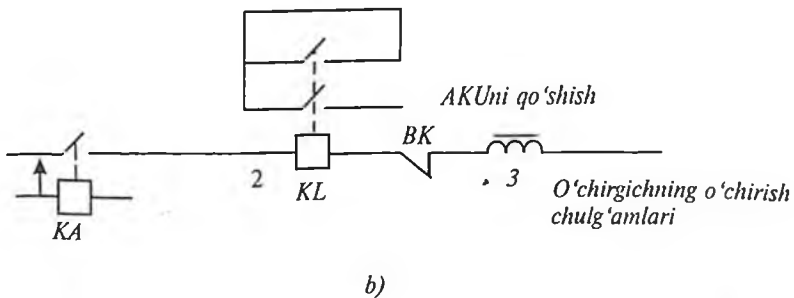
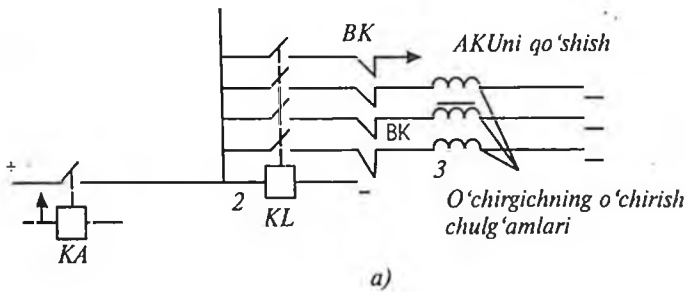
Oraliq relelari ulanish usullariga qarab ikki guruhga bo'linadi: parallel va ketma-ket.

Parallel ulanadigan relelarning chulg'amlari manbaning to'liq kuchlanishiga, ketma-ket ulanadigan relelarning chulg'amlari esa o'chirgichning chulg'ami, qo'shimcha apparat yoki relening zanjiriga ketma-ket ulanadi.

Oraliq relelarining boshqa bir turida ularning yakoriga ikkita chulg'am o'rnatilgan bo'ladi: *tortuvchi va ushlab turuvchi*. Ular tortuvchi chulg'ami parallel, ushlab turuvchi chulg'ami esa o'chirgichning yoki boshqa uskunaning zanjiriga ketma-ket ulanadi (66 v-rasm). Bular qisqa vaqt ichida relening cho'lg'amiga impuls tariqasidagi tok bilan ta'sir etadi va relening ish davri tugamagunicha uning yakorini ushlab turadi.

Bir-biriga bog'liq bo'lmagan zanjirlarni uzib-ulab turuvchi relelar bir necha kontaklik qilib ishlab chiqiladi. Undan tashqari oraliq relelari asosiy rele berayotgan axborotni uning quvvatini oshirish uchun ham xizmat qiladi.

Oraliq relelarining kontaktlari himoya zanjirlarini qo'shish uchun 50–200 Vt, o'chirgichlarning zanjirlarini ulab-uzish uchun 1500–2000 Vt yuklamalarga mo'ljallangan bo'ladi.



66-rasm. Oraliq relesining ulanish sxemasi: a—parallel; b —ketma-ket; v —ketma-ket (ushlab turuvchi chulg'am parallel).

Masalan, o'zgarmas tok oraliq relolari RP-210, RP-232 24, 48, 110, 220V kuchlanishlarga ishlab chiqariladi. Ularda beshtagacha ulabuzish kontaktlari mavjud va yakorlari 6-8 Vt miqdorida quvvat qabul qiladi.

O'zgaruvchan tok oraliq relelari RP-321, RP-34, I 100, 127, 220 va 380 V kuchlanishlarga mo'ljallab ishlab chiqariladi.

Chulg'ami parallel ulangan relelarning qabul qiladigan quvvatlari 3...6 Vt gacha chegaralangan. Chunki ularning zanjirini kichik quvvatlik relelar ham qo'sha olishlari kerak. Chulg'ami zanjirga ketma-ket ulanadigan relelarning quvvatlari ulardagi kuchlanish tushuvining eng kam bo'lish shartidan tanlanadi, chunki bunday relelar operativ tok manbayining kuchlanishi 10-15 % ga kamayganda ishga tushishlari shart. Zanjirga parallel ulanadigan oraliq relelarining barqarorligini oshirish uchun ularning ishchi kuchlanishlarning nominal qiymati, manba kuchlanishining 60-70 % ni tashkil qilishi maqsadga muvofiqdir.

Tez ishlovchi oraliq relelarining ishlash vaqti 0,01...0,02 sek. Oddiy oraliq relelarining ishlash vaqti ularning konstruksiyasiga qarab 0,02-0,1 s. bo'ladi.

Oraliq relesining tuzilishi. Ko'p hollarda oraliq relelari buraluvchi yakorli tizimda ishlab chiqariladi, chunki ular kichik quvvatlik bo'lsa ham katta elektromagnit kuch hosil qiladi va kontaktlarining soni ko'p.

Oraliq relesining harakatlanishi va ishlashi uchun ketadigan vaqt. Oraliq relesining chulg'amidagi kuchlanish o'zining nominal qiymatiga tez yetib bormaydi, balki ma'lum bir vaqtdan keyin erishadi $I_{r, nom} = U_p / Z_p$.

Tokning o'sish tavsifi quyidagi ifoda bilan xarakterlanadi:

$I_p = U_p / Z_p (1 - e^{-t/T})$, bu yerda, $T = L_p / Z_p$ - rele chulg'ami zanjirining o'zgarmas vaqt doimiyligi.

Shunday qilib, relening ishlashi uchun ketgan vaqt t_p rele chulg'amidagi ishlash tokining $I_{r, it}$ oshish vaqti t_{oshish} bilan yakorning harakatlanish vaqti t_{har} ning yig'indisidan iborat $t_p = t_0 + t_x$. Tez ishlovchi relelar qatoriga RP-210, KDR-1 va MKU tipli relelar kiradi. Ularning ishlashi uchun ketadigan vaqt $t_{rit} = 0,01$ sek.

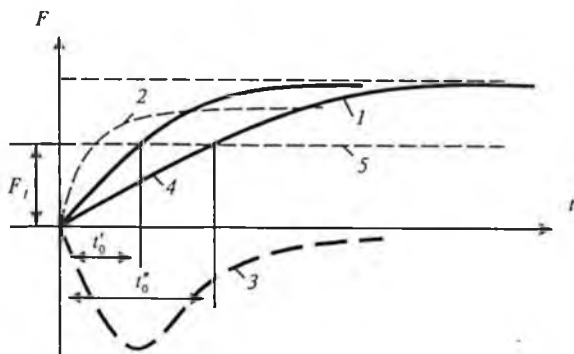
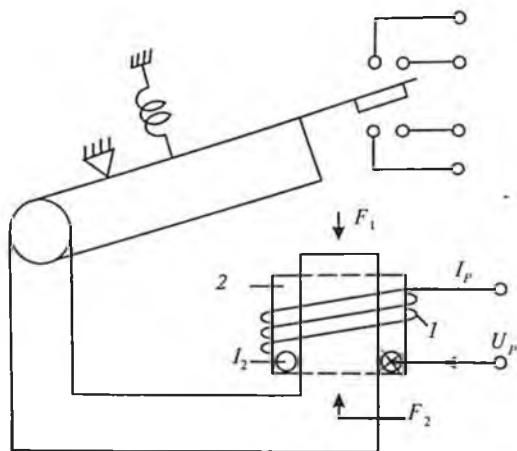
6.8. Sekin ishlovchi o'zgarmas tok oraliq relelari

Ba'zi himoya va avtomatika sxemalariga qo'yilgan talablarga asosan, ularning oraliq relelari axborot berilgandan so'ng birmuncha vaqt sekin ishlashlari talab qilinadi. Bunda sekinlatish asosan t_{oshish} qiymatini chulg'amning o'zgarmas vaqt doimiyligi T ni oshirish hisobiga erishiladi.

Yakorning tortilishida relening harakatini sekinlatish uchun magnit o'zakka misdan yasalgan silindr gilza yoki mis shayba ko'rinishidagi qisqa tutashgan chulg'am 2 joylashtirish hisobiga erishiladi (67-rasm). Buning natijasida rele chulg'amidagi tokning oshish tezligi kamayadi, t_{oshish} vaqt ko'payadi. Ulash vaqtida chulg'am (2) da I_1 tok hosil bo'ladi va bu tok

chulg'am (1)dagi tokning oshishiga teskari ta'sir qiluvchi magnit oqim F_2 hosil qiladi. Rele quyidagi qismlarga ega: (1), qisqa tutashgan chulg'am va magnit o'zakning umumiy magnit oqimi; (2), rele asosiy chulg'ami magnit oqimi; (3), qisqa tutashgan chulg'am magnit oqimi; (4), qisqa tutashgan chulg'amsiz magnit o'zak oqimi; (5), relening ishlash magnit oqimi.

Odatda, vaqt bo'yicha yakorni tortilishini ushlab qolish qisqa tutashgan chulg'amli oraliq relelarda 0,5 sekundgacha bo'lishi ta'minlanadi xolos.



67-rasm. Sekin harakatlanuvchi oraliq rele va tavsiflari.

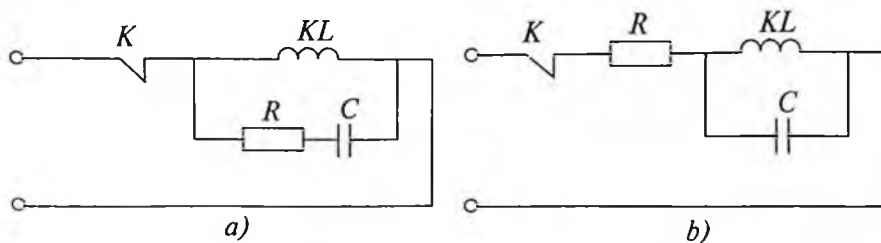
Yakorning qaytishida sekinlatish ham qisqa tutashgan chulg'am (2) yordamida amalga oshiriladi.

Amalda rele yakorining qaytish jarayonini sekinlatish vaqtini oshirish uchun havo oralig'i bo'shlig'ini oshirish (tortilgan yakorda), gilza razmerini oshirish, chulg'am (1)ning magnitlanish kuchini oshirish va prujina kuchini (tortilishini) kamaytirish kerak (67-rasm).

S va R tarmoqlar yordamida sekinlatish. Oraliq rele zanjirlarini uzishda aktiv qarshilik R va kondensator S dan iborat sxemalar hisobiga vaqtni cho'zish ham mumkin (68 a-rasm). Sxemadagi zaryadlanib olgan kondensator S kontakt K_1 uzilganda relening chulg'ami hisobiga razradlanadi va uni ma'lum bir vaqt ishlatib turadi. Buning hisobiga yakorning qaytish vaqti oshiriladi. K_1 kontakt ulangach rele KL ning chulg'amiga to'la kuchlanish beriladi.

68-rasm b shakldagi sxemaga ko'ra relening harakatini chulg'amni ulash jarayonida ham sekinlatish mumkinligini ko'rsatadi. K_1 kontaktni ulash vaqtida kondensator S zaryadlanadi va unda I_s toki hosil bo'ladi. Bu tok zanjirning R qarshiligida katta kuchlanish tushuvini hosil qiladi. Natijada, KL relening chulg'amidagi kuchlanish qiymati kamayadi:

$U_r = U - (I_s + I_r)R$, bu yerda, U — manbaning kuchlanishi, U_r — rele chulg'amidagi kuchlanish, I_s va I_r — kondensator va rele chulg'amidagi toklar.



68-rasm. Oraliq rele ishlashini sekinlatish sxemalari.

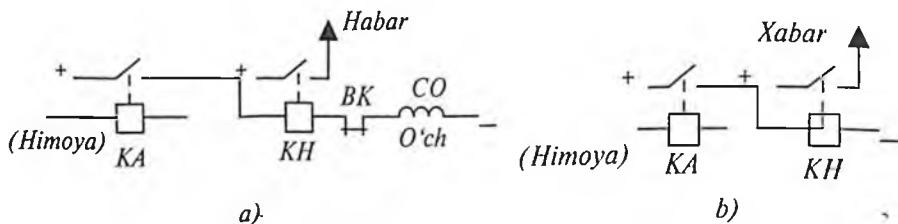
Kondensatorning zaryadlanishi tugagandan keyin I_s tokning o'tishi to'xtaydi, rele chulg'amida nominal kuchlanish $U_r = U - I_r R$ barqaror bo'ladi. K kontakt uzilganda kondensator S relening chulg'ami hisobiga razradlanadi. Razryadlanish vaqtida rele chulg'amidagi tokning qiymati I_{kait} gacha yetadi. Demak, S ning sig'imi qancha katta bo'lsa, relening harakati shuncha sekinlashadi.

O'zgarmas tok zanjirlarida 24, 48, 110, 220 V kuchlanishlik RP-210, RP-232 turdagi quvvatlari 6–8 Vt relelar ishlatiladi.

O'zgaruvchan tok zanjirlarida 100, 127, 220, 380 V kuchlanishlik RP-321, RP-341 turdagi oraliq relelari, o'zgaruvchan va o'zgarmas toklarda ishlovchi MKU-48 va KDR turkumdagi relelar ishlatiladi.

6.9. Ko'rsatkich va vaqt relelari

Ko'rsatkich relelari himoyalarning ishlaganliklari to'g'risida xabar berishga mo'ljallangan. Ko'rsatkich relelari zanjirga yoki asosiy relelarning chulg'amlariga ketma-ket hamda parallel ulanishlari mumkin (69-rasm).



69-rasm. Ko'rsatkich rele: a—ketma-ket; b—parallel ulanish.

Odatda, himoya ishga tushishi natijasida rele (1) ning chulg'amidan tok o'tadi va u ishga tushadi. Ko'rsatkich relelarning chulg'amidan qisqa vaqt ichida tok o'tib turadi va ularni orqaga qaytarish operator tomonidan qo'lda bajariladi. Zanjirga ketma-ket ulanuvchi ko'rsatkich relelar qulay va shuning uchun ko'p ishlatiladi. RU-21 turdagi ko'rsatkich relelar o'zgaruvchan va o'zgarmas toklar uchun mo'ljallangan bo'ladi. RU-21/0,01 rele 220 V o'zgaruvchan tok kuchlanishda va 0,01 A tokida ishlashi mumkin.

Vaqt relelari rele himoyasi qurilmalari va avtomatlashtirilgan uskunalarning ishlash va to'xtatish jarayonlarini sun'iy sekinlatish uchun xizmat qiladi. Tok relesi (1) ning kontaktlari ulanganda vaqt relesi (2) ning chulg'amidan tok o'tib, berilgan vaqt o'tgandan so'ng (2) relening kontakti uziladi va o'chirgich o'chiriladi. Vaqt relesining chulg'amiga kuchlanish berilganda, u o'z kontaktlarini ulaguncha ketgan vaqt relening axborotni ushlab turish vaqti deb yuritiladi.

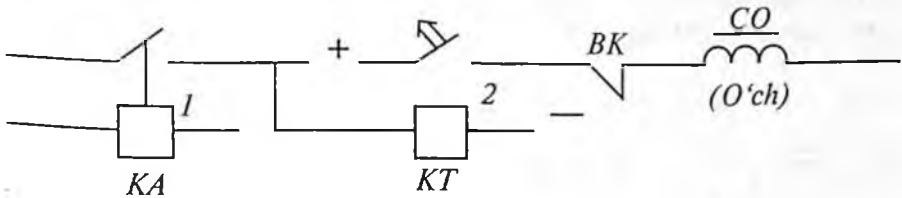
Vaqt relelariga qo'yilgan texnik talablar:

— aniqlik, ishlash vaqtlaridagi xatolik +0,25 sek.dan, ayrim maxsus holatlarda +0,06 sek.dan oshmasligi, ayrim xabarchi va avtomatlashtirilgan qurilmalarda vaqt relelarining xatoligi kattaroq ham bo'lishi mumkin;

— vaqt relelari nominal kuchlanishning 80 % qiymati berilganda ham

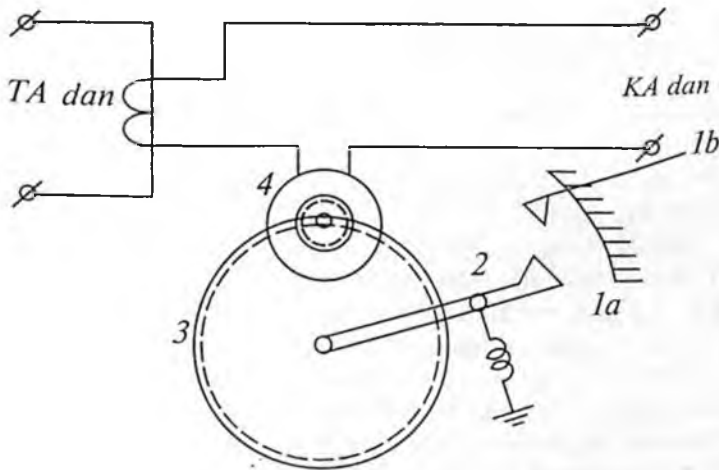
barqaror ishlashlari, ushlab turish vaqtlari esa ishlash jarayonidagi operativ tokning o'zgarishlariga bog'liq bo'lmasligi shart;

– vaqt relelari qayta ulash uchun tez tayyor bo'lishlari, chulg'amlaridagi operativ tok manbasi yo'qolganda ham ishlatib turuvchi vositalarga ega bo'lishlari zarur.



70-rasm. Vaqt releining ulanish sxemasi.

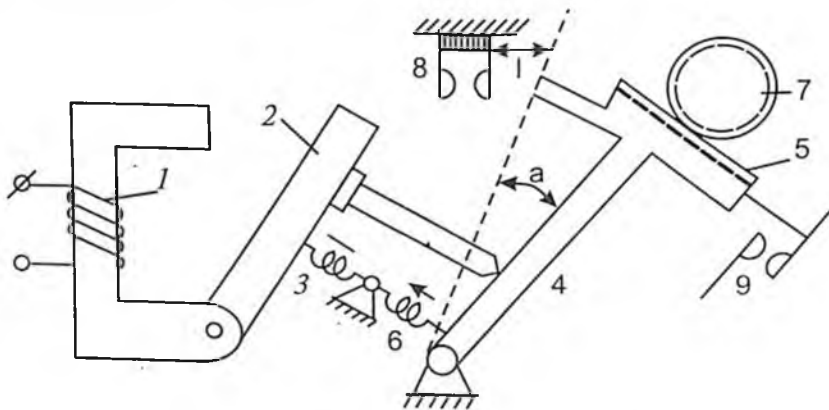
Vaqt relelarining EV-112, EV-114 turkumdagi turlari o'zgaruvchan tok 100, 127, 220 V, EV-215, EV-245 va RV turkumdagilari esa o'zgaruvchan tok 380 V ga mo'ljallangan bo'ladi. Ayrim vaqt relelari tuzilishlari bo'yicha 24, 48, 110, 220 V o'zgarmas tokda ishlaydi.



71-rasm. Motorli vaqt releli.

EV-215 relelarning chulg'amiga kuchlanish berilganda, ularda soat mexanizmini buruvchi (harakatga keltiruvchi) kuch hosil bo'ladi va buning natijasida yakor ko'tarila boshlaydi. Bunda vaqtni hisobga olmaydigan kontaktlar ulanadi va kuchlanish o'chirilganda richaglar tizimi o'zining boshlang'ich holatiga qaytadi hamda lahza kontaktlarini uzadi. Endi burilgan soat mexanizmi richakka ta'sir etadi va harakatlanuvchi kontaktni siljitib keyin uzadi (ulaydi).

Elektromexanik vaqt relelari sifatida kichik sinxron motorli vaqt relelari ham qo'llaniladi (71-rasm).



72-rasm. RV turdgi vaqt relelarning tuzilishi.

72-rasmda RV tipdagi vaqt relelarning tuzilishi berilgan. Chulg'am (1) orqali tok o'tganda yakor (2) tortiladi va tishli (5) segmenti bo'lgan (4) richagni bo'shatadi. Yo'naltiruvchi prujina (6) ning tortilish kuchiga qarab richag (4) harakatga keladi, lekin richag (4) erkin harakatlanmaydi. Chunki uning harakati vaqt bo'yicha harakatlantiruvchi maxsus qurilma (7) yordamida sekinlatiladi. Masofa l ga va richag (4) ning tezligi V ga bog'liq bo'lgan vaqt t_p dan so'ng richag (4) a burchakka buriladi va relening (8) kontaktlarini ulaydi.

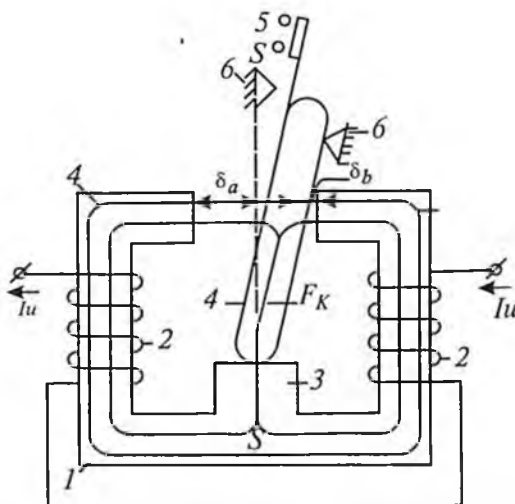
Rele chulg'amidagi tok yo'qolgandan so'ng yakor va richag (4) qaytaruvchi prujina (3) yordamida boshlang'ich holatiga qaytadi. Bu hol qaytishda erkin ulanuvchi friksion qurilma shaklida ishlangan segment (5) hisobiga erishiladi. Ushlab turish vaqtining miqdori α burchakni harakatlanuvchi kontakt (8) yordamida o'zgartirish mumkin. Ayrim konstruksiyalarda qo'shimcha (9) kontaktlari ham o'rnatilgan bo'ladi, ular zanjirni qisqa (0.15–0.2 sek) vaqtda ulash uchun mo'ljallangan.

6.10. Qutblangan relelar

Qutblangan relelar tuzilishi bo'yicha elektromagnit relelar turkumiga kiradi. Ularning oddiy relelerdan farqi yakorlariga ikkita magnet oqimi ta'sir ko'rsatadi—biri doimiy magnet hosil qiluvchi oqim bo'lsa, ikkinchisi rele yakor chulg'am toki hosil qiladigan magnet oqimidir. Chulg'am tokining magnet oqimi ishchi oqim, o'zgarmas magnetning oqimi esa qutblovchi oqim deb yuritiladi. Qutblangan relelar ikki turda ishlab chiqariladi: *differensial va ko'priksimon magnet tizimlik* (73-rasm).

Doimiy magnetning oqimi Φ_{qutb} shimoliy qutb N dan chiqadi va Φ_{ka} va Φ_{kb} qismlarga bo'linadi. Bu oqimlar havo oraliqlar δ_a va δ_b o'zak (1) orqali oqib o'tadi. Ayni vaqtda I_{ishchi} toki (2) chulg'am orqali o'tib Φ_{ishchi} ishchi magnet oqim hosil qiladi. Qutblovchi va ishchi magnet oqimlar δ_a havo bo'shlig'ida o'zaro qo'shiladi va δ_b oraliqda esa ayriladi:

$$\Phi_a = \Phi_{qa} + \Phi_{ishchi}, \quad \Phi_b = \Phi_{qb} - \Phi_{ishchi} \quad (6.16)$$



73-rasm. Qutblangan relening tuzilishi.

Φ_a magnet oqimi yakorni chap qutb a tomonga tortadi. Bunda $\Phi_a = k\Phi_b^2$ tortish kuchi $\Phi_b = k\Phi_a^2$ kuchga teskari yo'nalgan bo'ladi, chunki Φ_b kuch yakorni b qutbga tortadi. Agar toklar muvozanati $I_{ishchi} > I_{ishchi, issiq}$ bo'lsa, u holda Φ_a magnet oqimi Φ_b dan katta bo'ladi. Natijada, kuchlar muvozanati $\Phi_a > \Phi_b$, bo'ladi va rele yakori chapga, a qutb tomonga tortiladi. Rele toki I_r

ning yo'nalishi o'zgariganda Φ_r oqim ham o'z yo'nalishini o'zgartiradi, buning natijasida δ_a oraliqdan oqimlar farqi, δ_b oraliqdan esa oqimlar yig'indisi oqib o'tadi.

Bunda $I_r > I_{r, \text{issiq}}$ da $\Phi_b > \Phi_a$, $\Phi_b > \Phi_a$ va relening yakori o'ngga buriladi (tortiladi). Shunday qilib, qutblovchi oqim relening yo'nalishiga ta'sir o'tkazadi.

Qutblangan relelar quyidagi afzalliklarga ega:

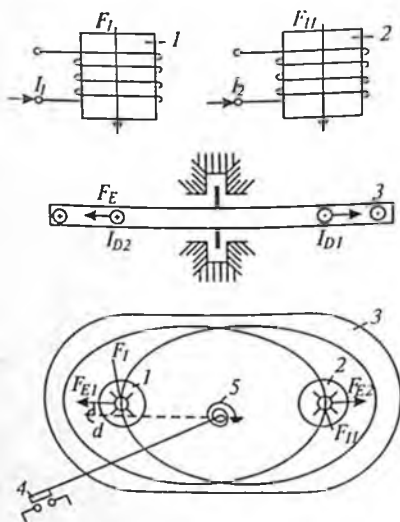
- yuqori sezgirlik, kichik ishlash toki va energiya sarfi (masalan, havo oralig'i 0,5 mm bo'lganda rele quvvati 0,005 Vt;

- issiqlikka chidamlilik va o'ta yuklanish qobiliyatining kattaligi (20–50) $I_{r, \text{issiq, min}}$ (elektromagnit relelarning boshqa turlarida rele tokining issiqlikka chidamlilik kattaligi 1,5 dan oshmaydi;

- tezkorlik (0,005 sek).

Qutblangan relelarning kamchiliklari:

- kontaktlarining kam quvvatliligi;



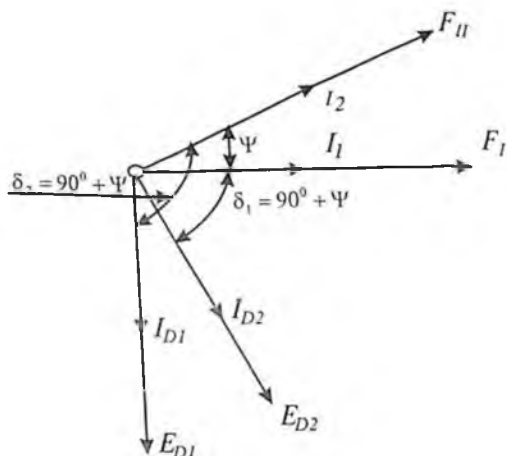
74-rasm. Induksion relening tuzilishi.

- kontaktlar orasidagi masofaning kichik bo'lishi, (0,1–0,5 mm) va qaytish koeffitsiyentining kichikligi.

Qutblangan relelar rele himoyasi sxemalarida o'zgaras tok yordamchi relolari sifatida yuqori tezlik va katta sezgirlik talab etilgan sxemalarda qo'llaniladi.

6.11. Induksion relelar

Induksion relelar ikki magnet oqimlarining (Φ_1 va Φ_2) ta'sirida harakatlanuvchi yakorlik qurilmalar qatoriga kiradi (74-rasm). Magnet oqimlar qo'zg'almas elektromagnit o'zak (1) va (2) larning chulg'amidan tok o'tgach hosil bo'ladi. Harakatlanuvchi element rele o'qiga o'rnatiladi va mis yoki aluminiydan yasab aylanuvchi disk yoki silindr shaklida tayyorlanadi. Soat strelkasiga teskari harakatlanuvchi disk prujina (5) ning momentini yengib o'tib (4) kontaktlarni ulaydi.



75-rasm. Induksion relening vektor diagrammasi.

Chulg'amlarlardan o'zgaruvchan I_1 va I_2 toklar o'tadi (74-rasm). Magnet oqimi harakatlanuvchi qismda $E_1 = d\Phi_1/dt$ EYuK hosil qiladi. Elektromagnit induksiyasi qonuniga asosan, hosil bo'lgan EYuK uni hosil qiluvchi magnet oqimlardan 90° ga orqada qoladi (75-rasm). EYuKlar E_1 va E_2 ta'siri ostida harakatlanuvchi qismda I_1 va I_2 yurma toklar hosil bo'ladi. I_1 va I_2 toklarning yo'nalishlari Φ_1 va Φ_2 oqimlarning yo'nalishlarini belgilaydi. Tarmoq induktiv qarshiligi kichikligi sababli yurma toklarning yo'nalishlari EYuK yo'nalishlariga mos.

Reledan o'tayotgan toklarning hisobiga unda Φ_1 va Φ_2 kuchlar hosil bo'ladi. Ma'lumki Φ_{e1} va Φ_{e2} kuchlarning oniy qiymatlari $T=1/f$ davr ichida 4 marotaba ishoralarini o'zgartiradi, shuning uchun rele harakatlanuvchi qismining aylanishi bu kuchlar o'rtacha qiymatlarining ishoralariga bog'liq. Har bir kuchning yo'nalishi va ishorasi magnet

oqim va I_2 tok oralaridagi fazalar burilish burchagi bilan aniqlanadi. Φ_1 va Φ_2 kuchlarning yig'indisi umumiy elektromagnit kuch Φ_{cm} ni hosil qiladilar $\Phi_{cm} = \Phi_1 + \Phi_2$ umumiy kuch Φ_{cm} aylanuvchi moment $M_{cm} = \Phi_{cm} d$ ni hosil qiladi. Elektromagnit kuch va moment (Φ_{cm} va M_{cm}) harakatlanib, M_{cm} ning ishorasiga ko'ra rele kontaktlari (4) ni ulaydi yoki uzadi.

Shulardan kelib chiqadiki, induksion relelarning ishlashi ikki magnit oqimidagi relening harakatlanuvchi qismda induksiya toklar bilan o'zaro ta'siriga asoslangan. Elektromagnit kuch Φ_{cm} ning kattaligi, ishorasi Φ_1 va Φ_2 magnit oqimlar orasidagi faza burchagi o'zgaruvchan tokning chastotasi f larga bog'liq $\Phi_{cm} = kf\Phi_1\Phi_2 \sin\psi$. Shunga o'xshash elektromagnit moment topiladi $M_{cm} = \Phi_{cm} d = k\Phi_1\Phi_2 \sin\psi$.

Induksion relelar quyidagi xususiyatlarga ega:

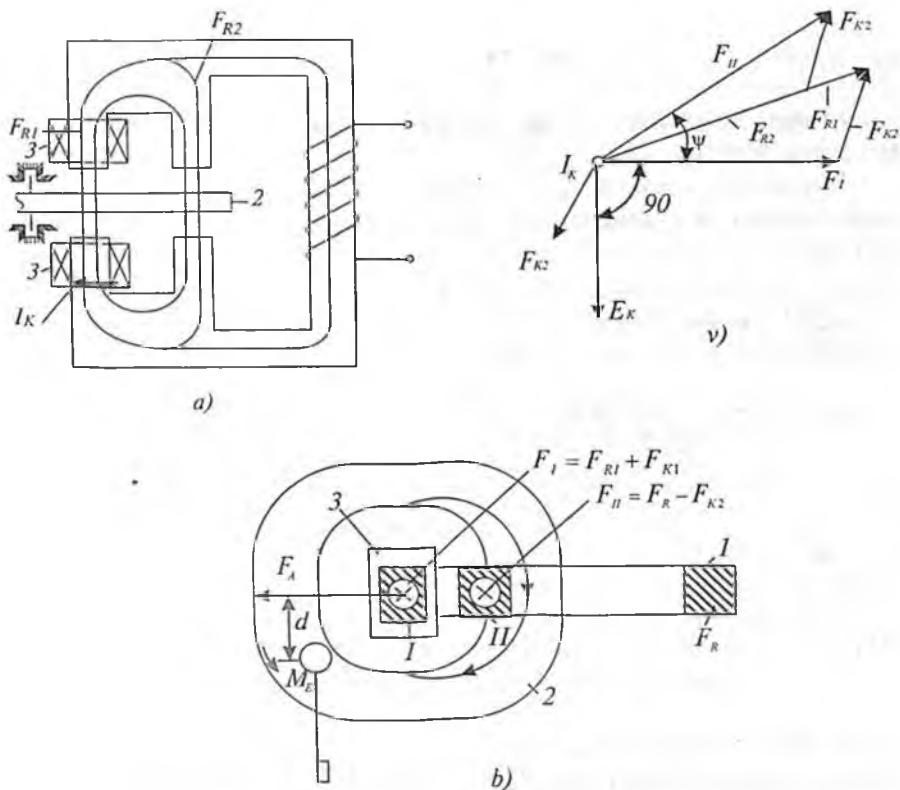
– elektromagnit moment hosil bo'lishi uchun rele ikkita harakatlanuvchi qismga ta'sir etuvchi Φ_1 va Φ_2 o'zgaruvchi magnit oqimlar hosil qilinishi,

– elektromagnit moment M_{cm} ning kattaligi magnit oqimlar Φ_1 va Φ_2 larning amplitudasiga, ularning chastotasi f ga va oqimlar orasidagi burchak α ga bog'liq. Relening eng katta momenti magnit oqimlari orasidagi burchak 90° bo'lganda hosil bo'ladi ($\alpha = 0^\circ$ bo'lganda $M_{cm} = 0$), momentning ishorasi $\sin \alpha$ ga bog'liq, burchak α ning 0 dan 180° ga bo'lgan qiymatlarida moment M_{cm} musbat, bunda magnit oqim Φ_2 , Φ_1 oqimdan ilgarilab ketadi. Bunda kuch Φ_{cm} o'tib ilgarilovchi magnit oqim Φ_2 o'qidan orqada qoluvchi oqim Φ_1 o'qi tomon yo'nalgan bo'ladi. Burchak α 180° dan 360° gacha o'zgaranda moment M_{cm} manfiy, chunki magnit oqimi Φ_2 , Φ_1 dan orqada qoladi. Demak, kuch Φ_{cm} teskari tomonga yo'nalgan bo'ladi, ya'ni F_1 o'qidan F_2 o'qiga. Shunday qilib, umumiy kuch Φ_{cm} doimo ilgarilovchi magnit oqimning o'qidan orqada qoluvchi magnit oqim o'qiga yo'nalgan bo'ladi.

Elektromagnit induksiyasi asosida ishlovchi relelar faqat o'zgaruvchan tokda ishlashga mo'ljallangan.

Qisqa tutashgan chulg'amlik tok va kuchlanish induksion relelari tuzilishi bo'yicha (76-rasm) disk (2) va qutbli elektromagnit (1) dan iborat. Elektromagnitning yuqori va pastki qutblarida qutbning bir qismini o'rab turuvchi misdan yasalgan qisqa tutashgan chulg'amlar (3) joylashgan. Rele chulg'amidagi I_r va qisqa tutashgan chulg'amdagi tok I_{QT} , Φ_r va Φ_{QT} oqimlar hosil qiladi.

Oqimlarning vektor diagrammasi 75-rasm v shaklda ko'rsatilgan. U xuddi qisqa tutashgan chulg'amli elektromagnit relening vektor



76-rasm. QT chulg'amli tok va kuchlanish induksion relning tuzilishi, vektor diagrammasi.

diagrammasiga o'xshash quriladi. Vektor diagrammadan ko'rinishicha, Φ_1 va Φ_2 oqimlar bir-biridan α burchakka siljigan va F_I magnit oqimi F_2 dan ilgari ketadi. Bunga relning chulg'ami hosil qilayotgan magnit oqimini ikki qismga ajratish yordamida erishiladi.

Magnit oqimlari Φ_1 va Φ_2 ning diskda induksiyalangan toklar bilan ta'siri F_{em} elektromagnit kuch va moment hosil qiladi:

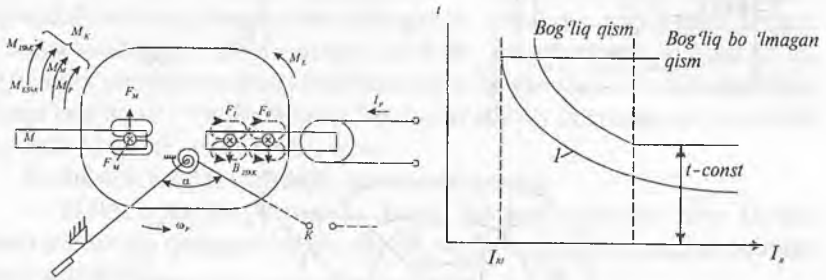
$$M_{em} = F_{em} d = k \Phi \Phi_2 \sin \psi \quad (6.17)$$

Ikkala magnit oqimlari ham I_r tokiga proporsional bo'lganligi uchun tokning o'zgarishi bilan burchak α o'zgarimas bo'lib qoladi:

$$M_{em} = k I_r^2 \quad (6.18)$$

Momenting tok kvadratiga bog'liq bo'lganligi sababli bunday relelar tok relesi deyiladi.

Induksion relearning tuzilishlariga ko'ra, ularni maxsus soat mexanizmlarini o'rnatmasdan kechikib ishlovchan qilib tayyorlash



77-rasm. Induksion rele diskiga ta'sir etuvchi momentlar (a) va uning $t=f(I)$ tavsifi (b); M_{pr} prujina momenti, M_{ishq} ishqalanish momenti, M_{dm} doimiy magnit oqimi hosil qiluvchi moment.

mumkin. Induksion relearning ishlash vaqti rele kontaktlari k ning disk yordamida a burchakka burilishiga va diskning tezligiga bog'liq (77-rasm).

Agar aylanish tezligi o'zgarmas bo'lsa, vaqt:

$$t_p = \alpha / \omega_p \quad (6.19)$$

formuladan topiladi. Diskning harakati elektromagnit moment M_{em} va unga teskari ta'sir qiluvchi qarshilik momenti M_q hisobiga sodir bo'ladi

$$M_{ayl} = M_{em} - M_q \quad (6.20)$$

$$M_{ayl} = J d\omega/dt \quad (6.21)$$

bu yerda, J inersiya momenti, $d\omega/dt$, tezlanish.

Rele chulg'amidagi I_r tokning ortishi bilan umumiy elektromagnit moment I_r^2 ga proporsional ravishda oshadi. Buning natijasida diskning tezligi ω_r oshadi va bunga mos ravishda relearning ishlash vaqti t_p kamayadi. Demak, induksion relearning ishlash vaqtlari tokning funksiyasidir,

tok ortganda vaqt t_p kamayadi. (77 b-rasm, 1-egri chiziq). Amalda vaqt bo'yicha chegaralangan tok relelari qo'llaniladi. (77 b-rasm, 2-egri chiziq).

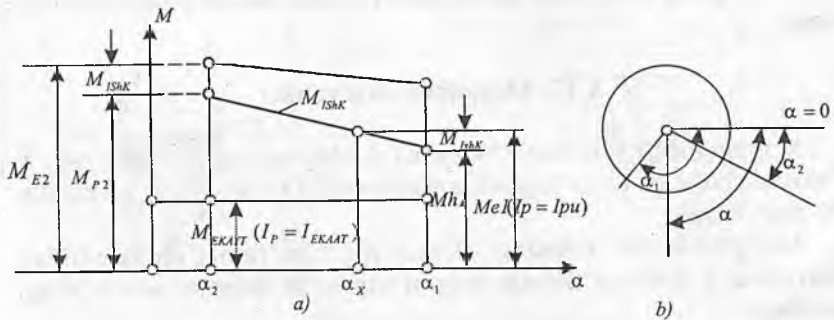
Bu xususiyatga ko'ra rele tokining ma'lum bir qiymatidan boshlab uning ishlash vaqti o'zgaras bo'lib qoladi. Buni bog'liq bo'lmagan-mustaqil xususiyat deyiladi.

Induksion relelarda kechikish vaqtini oshirish uchun diskni ustiga qutblari bilan o'rab turuvchi doimiy magnet o'rnatiladi (77 a -rasm). Disk aylanganda uni doimiy magnetning ($F_{d.m.}$) kuch chiziqlari kesib o'tadi va buning natijasida diskda «qirquvchi» toklar paydo bo'ladi. Bu toklarning magnet oqim $F_{d.m}$ bilan o'zaro ta'siri quyidagi momentni hosil qiladi:

$$M_{tesk} = k\Phi_{tesk}^2 \omega_p \quad (6.22)$$

Teskari moment M_{tesk} umumiy momentni kamaytiradi, buning natijasida tezlik kamayadi va kechikish vaqti t_p ortadi.

M_{tesk} va $M_{ish.qirg}$ momentlar relening ishlay boshlash shartlariga ta'sir qilmaydilar, chunki qo'zg'almas diskda «qirquvchi» toklar hosil bo'lmaydi



78-rasm. Induksion relening tortilishi va qaytishida diskka ta'sir qiluvchi momentlar.

va shu sababli momentlar ham hosil bo'lmaydi. Induksion relelarning ishlash vaqtlari qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan kontaktlar orasidagi masofani o'zgartirish hisobiga boshqariladi. Kechikmay ishlovchi induksion relelar doimiy magnetsiz va harakatlanuvchi tizimi kichik yo'l bosadigan qilib tayyorlanadi. Diskning kontaktlari qo'shish tomonga buralganda prujina siqiladi va uning momenti M_{pr} ortadi va bu vaqtda elektromagnit moment M_{em} diskning burilish burchagiga bog'liq bo'lmaydi.

M_c va M_{pr} momentlarning tavsiflaridagi bu farq induksion relelarning kamchiligi hisoblanadi va bu kamchilik quyidagilarni keltirib chiqaradi:

- relening qaytish koeffitsiyenti yomonlashadi;
- harakatlanuvchan kontaktlar harakatlanmaydigan kontaktlarga rele ishlay boshlagan vaqtda kamroq kuch bilan bosiladi;
- rele harakatlanuvchi qismining boshlang'ich holati reledan oqayotgan tokning normal holatdagi qiymatiga bog'liqligi relening vaqt bo'yicha ixtiyoriy kechikishini keltirib chiqaradi.

Kechikmay ta'sir qiluvchi relelarda α burchak kichik va buning natijasida yuqoridagi kamchiliklar uchramaydi. Odatda, yig'ilib qolgan kinetik energiya hisobiga induksion relening aylanuvchi diski elektromagnit kuchning ta'siri tugagandan keyin ham aylanaveradi. Diskning inersion aylanishi relening kontaktlarini tarmoqning qisqa tutashuvi o'chirilgandan keyin ham ulab yuborishi mumkin.

Diskning inersion aylanishini kamaytirish uchun doimiy magnit M (74a-rasm shakl) ishlatiladi. Bu hol inersion aylanishni kamaytirsa-da butunlay yo'q qila olmaydi. Demak, bunday turdagi relelarni ishlatishda himoyalarning me'yorsiz ishlashlarini oldini olish maqsadida kechikish vaqtini belgilash jarayonida ko'rsatilgan inersion xatolik hisobga olinishi zarur.

6.12. Magnitoelektrik relelar

Magnitoelektrik relelar (79-rasm) doimiy magnit (1) rele toki I_r o'tuvchi chulg'am (2) o'ralgan harakatlanuvchi ramka (3) va kontaktlar (4) dan iborat.

Magnitoelektrik relening ishlash prinsipi ramka chulg'amidan oqayotgan I_r tokning doimiy magnit oqimi Φ bilan o'zaro ta'siriga asoslangan.

$$F_{mc} = K B_{\mu} I_r W_r \quad (6.23)$$

bu yerda, B_{μ} , doimiy magnitning, magnit maydon induksiyasi, I_r , ramka chulg'amidagi tok, l , chulg'am o'ramining aktiv uzunligi, W_p , ramka chulg'ami o'ramlar soni:

F_{mc} kuch tomonidan hosil qilingan aylanish momenti

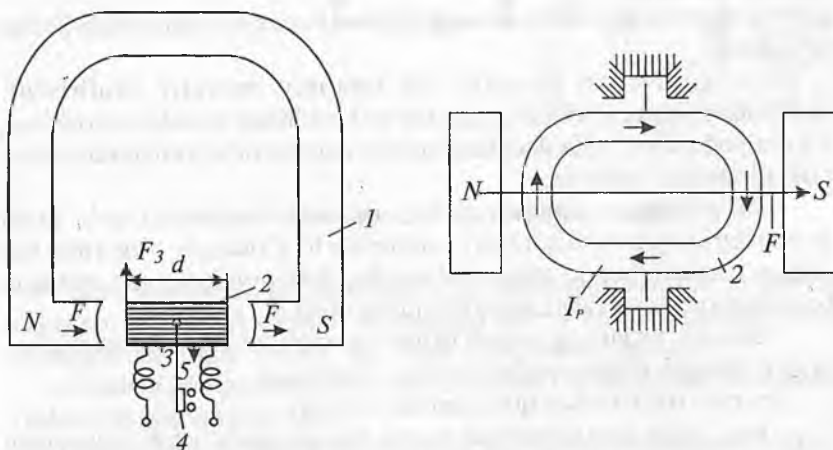
$$M_{mc} = F_{mc} d = K' B_{\mu} I_r \quad (6.24)$$

bu yerda, $K' = K l W_p d$

Odatda, ramkaning burilish burchagi kichik (5° – 10°) qilib qabul qilinadi. Magnitning qutblarini tanlashda uning maydoni bir tekisda tarqalishi hisobga olinadi. Relening magnet induksiyasi B_{μ} o'zgaras bo'ladi va buning natijasida M_{cm} moment rele chulg'amidan oqayotgan tok I_r ga bog'liq bo'ladi:

$$M_{mc} = K'I_p \quad (6.25)$$

Moment M_{mc} va kuch F_{mc} larning ishorasi relning harakatlanuvchi ramkasi chulg'amidan oqayotgan tokning I_r yo'nalishiga bog'liq. Rele toki I_r ning yo'nalishi o'zgarsa, F_{mc} ning yo'nalishi ham o'zgaradi.



79-rasm. Magnitoelektrik rele.

Shunday qilib, magnitoelektrik relelar tokning yo'nalishiga bog'liq va o'zgaruvchan tokda ishlay olmaydi.

Magnitoelektrik relelar yuqori sezgirlikka ega va kam quvvat qabul qiladi. Kam quvvat iste'mol qilish bilan bir qatorda bunday relelar kuchsiz va kam o'chirish xususiyatiga ega bo'lgan kontaktlar tizimidan iborat. Kontaktlar orasidagi havo oralig'i juda kichik bo'ladi (0,3–0,5 mm). Sezgirlikni oshirish maqsadida magnitoelektrik relelardagi teskari ta'sir qiluvchi prujina kichik momentlik bo'ladi va ular yomon noodatiy xususiyatiga egadir.

6.13. Yuqori kuchlanishli liniyalarni himoyalash

Himoyani tashkil etish uchun ishlatiladigan manba, operativ tok manbasi deb yuritiladi. Operativ tok deb, o'chirgichni masofadan turib boshqarish (ulash yoki o'chirish) zanjirini, rele himoyasining operativ konturini, avtomatika, telemexanika va axborotlarni ishlab chiquvchi va uzatuvchi uskunalarni ta'minlovchi manba tokiga aytiladi.

Operativ tok zanjirlari himoya elementlarini, shikastlangan liniya va qurilmalarni, o'chiradigan uskunalarni tok bilan ta'minlashi muhim ahamiyatga ega.

Operativ tok uchun quyidagi texnik talablar qo'yiladi:

– QT va normal ish jarayonlarida operativ tok o'chirgichni o'chiruvchi mexanizmlarni, ularning sxemalarini, himoyaning qo'shimcha rele va avtomatika qismlarini tinimsiz va o'zgarishsiz kuchlanish va yetarli quvvatlar bilan ta'minlashi;

– o'zgarmas operativ tok zanjirlarini akkumulator batareyalari bilan ta'minlash;

– o'zgaruvchan operativ tok umumiy operativ zanjirlarni, himoyalananayotgan qurilmalarning tok va kuchlanish transformatorlarini, o'z ehtiyoji uchun ishlatiladigan transformatorlarni va kondensatorlarni zaryadlashni ta'minlashi;

– to'g'rilangan operativ tok – operativ zanjirlarni yoki kuch qurilmalarining to'g'rilagichlari yordamida to'g'rilangan o'zgarmas tok bilan ta'minlash (bunda yordamchi manba sifatida oldindan zaryadlangan kondensator batareyalari ishlatilishi mumkin);

– operativ toklarning aralash tizimi—operativ zanjirlarni o'zgaruvchan va to'g'rilangan o'zgarmas toklar bilan ta'minlash.

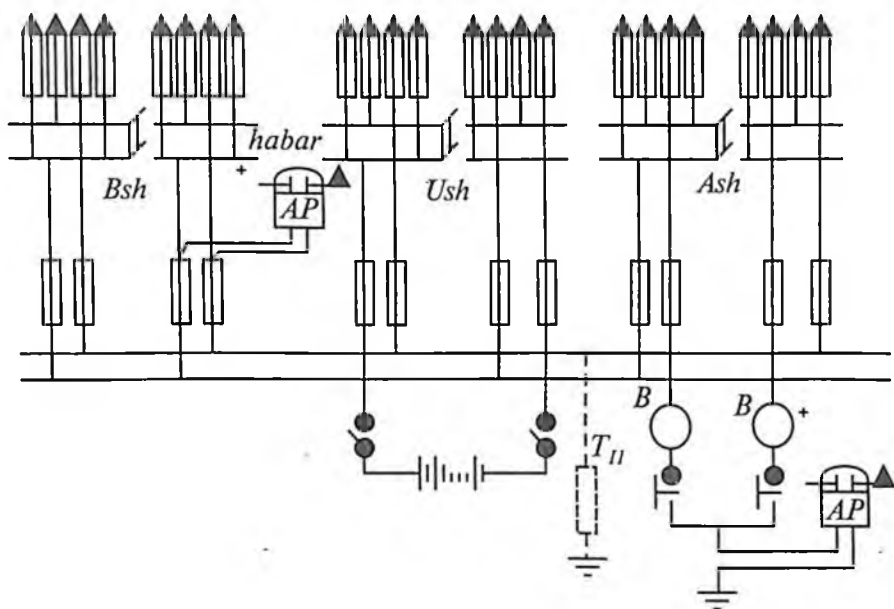
Operativ tok tizimlari quyidagicha tuziladi:

– bog'liq bo'lgan ta'minlash tizimi, bunda operativ tok ishlayotgan elektr qurilmaning ish rejimiga bog'liq bo'ladi;

– bog'liq bo'lmagan ta'minlash tizimi, bunda operativ zanjirlarni ta'minlash ishlayotgan elektr qurilmaning ish rejimiga bog'liq bo'lmaydi.

Operativ o'zgarmas tok. Operativ o'zgarmas tok manbayi sifatida kuchlanishi 110–220 V, kichik podstantsiyalarda esa 24–48 V bo'lgan hamda barcha operativ zanjirlarni energiya bilan markaziy ta'minlovchi akkumulator batareyalari ishlatiladi. Ularning ish rejimlarining barqarorligini oshirish uchun o'zgarmas tok liniyalari bir necha qismlarga bo'linadi va har biri alohida batareyalar tizimiga ulanadi.

Himoyaning birinchi – asosiy qismiga uning zanjirlari, avtomat ravishda ishlovchi sxemalar, o'chirish chulg'amlari kiradi va ular boshqarish shinasi BSh dan energiya bilan ta'minlanadi.



80-rasm. Himoya operativ tok zanjirining sxemasi.

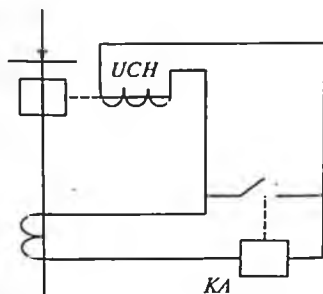
Ikkinchi qismga ulash shinasiga USh ulanadigan uzuvchi va ulovchi chulg'amning zanjiri kiritiladi. Bu zanjirga 400–500A tok miqdorlik moyli o'chirgichlarning o'chirish - qo'shish chulg'amlari ulanadi.

Uchinchi qismga axborot shinasidan (ASh) ta'minlanuvchi axborot (xabarchi) qurilmalari kiradi.

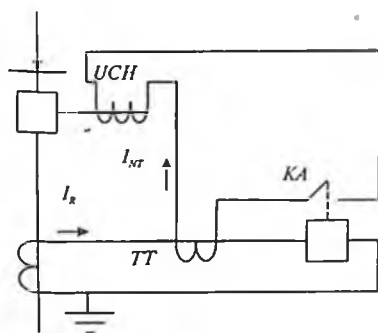
Operativ tokning boshqa ta'minlanuvchilari (ishdan chiqqanda yoritish, o'z ehtiyoj yuklamalari va h.k.) alohida liniyadan tok iste'mol qiladilar.

Operativ zanjirlarni QT tokidan himoyalash uchun eruvchi saqlagich yoki maxsus avtomatlar (tokning oshishiga ta'sir javob beruvchi) ishlatiladi. Saqlagichlarning ish jarayonlarini maxsus nazorat relelari NR yordamida aniqlab boriladi (80-rasm).

Akkumulator va kondensator batareyalari doimo zaryadlanish rejimida ishlaydi. O'zgarmas tok manba tizimi kuchli (KSh) va boshqarish shinalaridan iborat. Boshqarish shinasining 108 ta elementdan iborat akkumulator batareyalari «+» va «-» inaldan tashkil topgan. Agar elementlar soni 108 dan ko'p bo'lsa, ular yuqori kuchlanishli shinaga ulanadi. BSh doimo zaryadlanish rejimida batareya elementlariga ulangan bo'ladi. Akkumulator batareyalari operativ tok zanjirlarini doimo yetarli



81-rasm. Himoyaning operativ zanjirini tok transformatori yordamida energiya bilan ta'minlash.



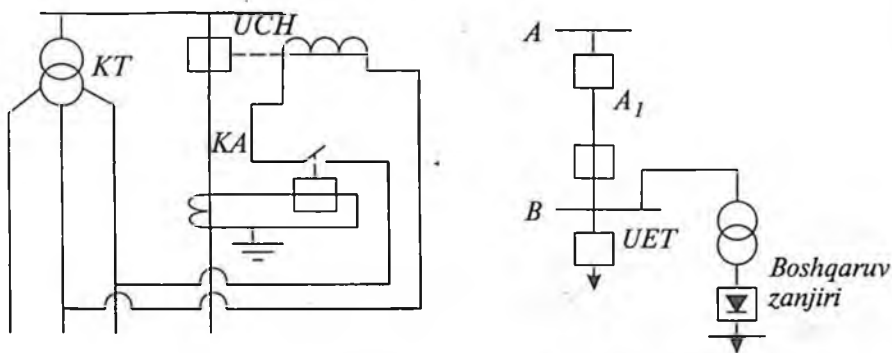
82-rasm. Himoyaning operativ zanjirini oraliq tok transformatori orqali energiya bilan ta'minlash.

qiymatdagi kuchlanish va quvvat bilan ta'minlaydilar va asosiy liniyaga bog'liq bo'lmaydi.

Shuning uchun ular eng ishonchli manbalardan hisoblanadi. Ammo akkumulator batareyalarining qimmatligi, ularni zaryadlash uchun maxsus qurilmalar lozimligi, maxsus joy va malakali xizmat talab etishlari ularning kamchiliklari hisoblanadi. Bundan tashqari, bu tizim markazlashtirilganligi sababli zanjir sxemalari murakkab, uzun va ancha qimmat bo'ladi.

Hozirgi kunda ko'pgina himoya turlarida o'zgaruvchan operativ tok manbalari keng qo'llanilmoqda. Operativ zanjirlarni o'zgaruvchan tok bilan ta'minlash liniyaning tok va kuchlanish miqdorlariga bog'liq. Demak, o'zgaruvchan operativ tok manbalari uchun tok, kuchlanish transformatorlari va o'z ehtiyoj transformatorlarini ishlatish maqsadga muvofiqdir.

Tok transformatorlari operativ zanjirlarni qisqa tutashuv vaqtida energiya bilan ta'minlovchi eng ishonchli vositalardan hisoblanadi. Qisqa tutashuv jarayonida tok transformatorlarida tok va kuchlanish ortadi. Demak, himoyaning ishlash vaqtida tok transformatorlarining quvvati ko'payadi va operativ zanjirlarni barqaror energiya bilan ta'minlab turadi. Ammo tok transformatorlari shikastlanish va nonormal rejimlarda yetarli quvvatni yetkazib bera olmasliklari mumkin. Chunki bunda himoya qilinayotgan energetik qismlarda tok ko'payadi va kuchlanish pasayishi keskin ortadi. Shuning uchun neytrali izolatsiyalangan liniyalarning bir fazasi yer bilan tutashib qolganda, transformator va generatorlar chulg'amlarida



83-rasm. Operativ tok zanjirlarini kuchlanish KT va o'z ehtiyoj O'ET transformatorlari orqali energiya bilan ta'minlash.

o'zaro tutashuv sodir bo'lganida, kuchlanishning ortishi, kamayishi, hamda chastotaning o'zgarishi mumkin bo'lgan holatlarda tok transformatorlaridan manba sifatida foydalanish tavsiya etilmaydi.

Qisqa tutashuv himoya tizimlarining operativ zanjirlarini kuchlanish transformatorlari yoki o'z ehtiyoj transformatorlari yordamida energiya bilan ta'minlash mumkin emas, chunki qisqa tutashuv sodir bo'lganda liniya kuchlanishlari to'satdan kamayib ketadi va ayrim hollarda nolga teng bo'lib qoladi.

Elektr ta'minoti tizimlarida operativ tok manbasi sifatida avvaldan zaryadlangan kondensator batareyalarini ham qo'llash mumkin. Kondensator batareyalari yetarli darajada katta sig'imga va uzoq vaqtga mo'ljallangan razrad tokiga ega bo'lsa, tizimdagi shikastlanish va nonormal holatlarning xarakter va turiga bog'liq bo'lmagan holda energiya bilan ta'minlab turishlari mumkin.

6.14. Yo'naltirilgan himoya

Tok transformatorlari va ularning ulanish sxemalari. 84-rasmda tok transformatorlarining tuzilishi, almashtirish sxemalari keltirilgan. Almashtirish sxemasida quyidagi birliklar qabul qilingan: birlamchi tok va uning chulg'am qarshiligi ikkilamchi chulg'am o'ramlar soniga keltirilgan.

Tok transformatorlarining ishi magnit yurituvchi kuchning MYuK ifodasi bilan xarakterlanadi. Bunda birinchi va ikkinchi chulg'amlarning MYuK larining yig'indisi asosiy magnit oqimi Φ_{tr} hosil qilgan MYuK ga teng:

$$I_1 \cdot W + I_2 W_2 = I_{magn} \cdot W_1 \quad (6.26)$$

$$I_2 = -\frac{I_1}{k_{mm}} \quad (6.27)$$

bu yerda, $k_{mm} = \frac{W_2}{W_1}$ – tok transformatorining transformatsiya koeffitsiyenti.

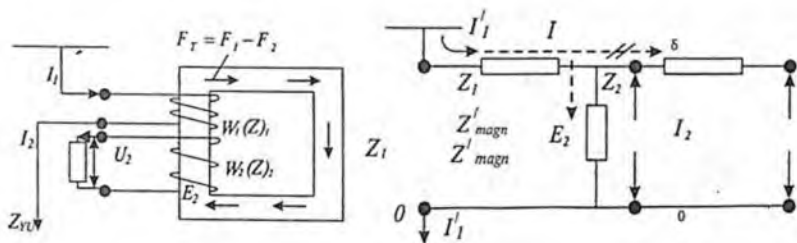
Demak magnitlovchi tok hisobga olinmaganda tok transformatorlari xatosiz ishlaydi (ideal ish rejimi). Tok transformatorlarida ham ikkilamchi tok birlamchi tokdan 180° ga siljigan bo'ladi. Ammo manbaga ulangan tok transformatorining magnitlovchi toki uning temir qismidagi jarayonlar hisobiga nolga teng bo'lmaydi

$$I_2 = (-I_1 + I_{magn}) \frac{W_1}{W_2} = -\left(\frac{I_1}{k_{mm}} - \frac{I_{magn}}{k_{mm}} \right) \quad (6.28)$$

Ifodadan ko'rinishicha, haqiqiy ikkinchi chulg'am toki o'zining hisoblab topilgan qiymatidan I_{magn}/k_{tr} miqdorga farq qiladi.

Demak, bunga asosan ikkinchi chulg'am toki I_2 ning kattaligi va fazasi o'zgaradi. Shunday qilib, magnitlovchi tokning ta'siri natijasida tok transformatorining ikkinchi cho'lg'amida birinchi chulg'am hosil qilgan tokning to'la miqdori transformatsiyalanmaydi. Bu esa tok transformatorining xatolik xususiyatini belgilaydi.

Tok transformatorlarining almashtirish elektr zanjir sxemalarini tuzishda birinchi va ikkinchi chulg'amlar orasidagi magnit tutashuv elektr aloqa bilan almashtiriladi va birlamchi tomonning kattaliklari



84-rasm. Tok transformatorining tuzilishi va sxemasi.

ikkilamchi chulgʻamlarga keltiriladi. Bunda asosiy hisob-kitoblarni bajarish uchun I_2 toki qabul qilinadi. Tok transformatorlarining ikkinchi chulgʻam kuchlanishi U_2 yuklamadagi kuchlanish tushuviga teng deb olinadi:

$$E_2 = U_2 + I_2(R_2 + jX_2) \text{ yoki} \\ E_2 = I_2(R_2 + R_{yuk}) + jI_2(X_2 + X_{yuk}) + I_2(Z_2 + Z_{yuk}) \quad (6.29)$$

bu yerda, R_2 , X_2 , R_{yuk} , Z_2 , Z_{yuk} , tok transformatori ikkinchi chulgʻaming aktiv, reaktiv, yuklamaning aktiv, toʻla, yuklamaning toʻla qarshiliklari.

Almashtirish sxemalarida shartli qabul qilingan EYuK va toklarning musbat yoʻnalishlariga asosan tok transformatorining umumiy magnit oqimi F_m oʻzi hosil qilgan EYuK E_2 dan 90° ga orqada qoladi. Ikkinchi chulgʻamga keltirilgan I_1 toki va ikkilamchi I_2 toklarining yigʻindisi magnitlovchi tok I_{magn} ga teng boʻladi.

Tok kattaligiga koʻra, hosil boʻladigan xatolik ikkilamchi tokning qiymatiga koʻra foizlarda oʻlchanadi:

$$I_2 = \frac{I_1}{k_{mm}} = I_1' \quad \alpha + \gamma \% = \frac{\Delta I}{I_1'} \cdot 100\% = \frac{I_1' - I_2}{I_1'} \cdot 100\% \quad (6.30)$$

Bundan $\sin \delta \approx \frac{I_{max}' \cos(\alpha + \gamma)}{I_1'}$ burchak xatoliklari aniqlanadi.

Shunday qilib, tok transformatorlaridagi magnitlovchi toklarning miqdori ularning xatoliklarini belgilaydi. Demak, katta xatoliklar himoya qurilmalarining xato bilan ishlashlariga sababchi boʻladi. Shuning uchun tok transformatorlarining xatoliklarini kamaytirish ularning magnitlovchi toklarini kamaytirish bilan bogʻliq.

Tok transformatorlarining magnitlovchi toklarini kamaytirish usullari.

Ma'lumki magnitlovchi tok gisterezisga sarflanadigan aktiv quvvat, transformatorning magnit o'zagidagi uyurma toklar ($I_{uyur.magn}$) hamda ikkinchi chulg'am EYuK E_2 hosil qilgan $I_{r.2.magn}$ toklardan tashkil topadi.

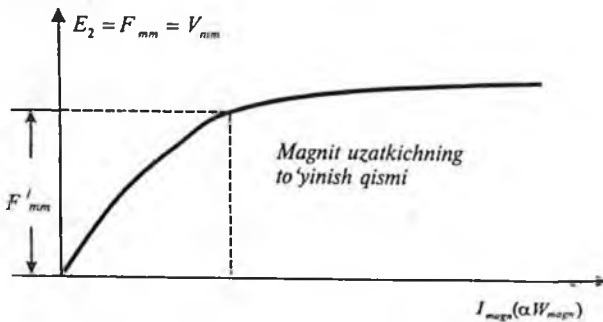
$I_{uyur.magn}$ tokni kamaytirish uchun tok transformatorining magnit o'zagi shixtlangan elektrotexnik po'latdan tayyorlanadi. Bunda aktiv quvvat yo'qolishi kam bo'ladi. $I_{r.2.magn}$ ni kamaytirish uchun esa uni hosil qiluvchi magnit oqimi Φ_{II} ga ta'sir etiladi:

$$I_{r.2.magn} = \frac{\Phi_{II} \cdot R_{magn}}{W_1} \quad (6.31)$$

85-rasmda tok transformatorlari temir qismlari magnit oqimining tavsifi keltirilgan. Tavsifning bosh qismida magnitlash toki F_{II} ga proporsional bo'ladi. F_{II} ning ma'lum qiymatida magnit o'zak to'yinadi va buning natijasida magnitlash toki oqim F_{II} ga nisbatan tezroq orta boshlaydi va xatolikning keskin ortishga olib keladi. Xatolikni chegaralash maqsadida magnit oqimi F_{II} yoki magnit induksiyasi $V_{II} = F_{II}/S$ o'zgartirilishi lozim.

Tok transformatorining ishlash jarayonidan hosil bo'ladigan magnit oqimi F_{II} ning qiymati ikkinchi chulg'am EYuK (E_2) ning chulg'amdagi umumiy kuchlanish tushuvini kompensatsiyalash uchun yetarli bo'lishi zarur. Oqim F_{II} hosil qilingan EYuK E_2 bilan quyidagicha bog'langan

$$\Phi_{II} = \frac{E_2}{4,44 \cdot W_2 \cdot f \cdot 10^{-8}} \quad (6.32)$$



85-rasm. Tok transformatorining magnitlanish tavsifi.

bu yerda, $E_2 = I_2(Z_2 + Z_{yuk})$. Ikkinchi chulg'am toki $I_2 = I_1/k_{it}$ bo'lganligi sababli I_1 va Z_{yuk} ortishi bilan EYuK E_2 ortadi, shu bilan birga magnit oqimi Φ_{it} va magnitlash toki I_{magn} ham ko'payadi.

Shunday qilib, F_{it} ni I_{magn} kamaytirish uchun E_2 ni kichraytirish zarur. Buning uchun qisqa tutashuv tokining maksimal qiymatlari hosil qiladigan magnit oqimi F_{it} , magnit o'zakni to'yinishga keltirmasligi lozim. Bunday sharoitda (E_2 ning kamayishi), ikkinchi chulg'am tokini kamaytirish Z_{yuk} va transformatsiya koeffitsiyentini oshirish bilan erishish mumkin. Bulardan tashqari, magnitlovchi tokning miqdoriga tok transformatorining konstruktiv parametrlari ham ta'sir etadi. Magnitlovchi tok ifodasiga asosan $I_{r,2,magn}$ ni kamaytirish magnit qarshilik R_{magn} ni kamaytirishga va birlamchi chulg'amlar sonini W_1 oshirishga bog'liq.

Odatda, R_{magn} ni kamaytirish uchun quyidagi vositalar qo'llaniladi:

- po'lat magnit o'zakning ko'ndalang kesimi oshiriladi;
- magnit oqimi F_{it} kamaytiriladi;
- magnit singdiruvchanligi μ katta bo'lgan po'lat ishlatiladi.

Oxirgi talab magnitlanish tavsifining to'g'ri chiziqli qismini tikligini oshirishga olib keladi.

Tok transformatorlarining xatoligini kamaytirish uchun ularni magnitlanish tavsifining to'g'ri chiziqli qismida ishlatish zarur va bunday holati quyidagilarga bog'liq bo'ladi:

- o'zakning konstruktiv parametrlariga;
- ikkilamchi chulg'am yuki Z_{yuk} to'g'ri tanlash natijasida;
- ikkilamchi tokning kattaligini kamaytirish, transformatsiya koeffitsiyentini mos tanlash.

Tok transformatorlarining xatoligi qisqa tutashish jarayonining boshlang'ich vaqtida keskin ortadi, chunki bu vaqtda birlamchi tokning aperiodik tashkil qiluvchilari ishtirok etadi. Bu holatlarni tez ta'sir qiluvchi himoyalarning hisob-kitoblarida amalga oshirish zarur.

6.15. Bir va uch fazali qisqa tutashuvlardan himoyalash

Qisqa tutashuv jarayonlarini himoyalashda tok transformatorlaridan foydalaniladi.

Tok transformatorlari quyidagi turkumlarga bo'linadi:

- o'rnatilishi bo'yicha-yopiq (ichkari xonalarda) joylardagi qurilmalarda, tashqaridagi (ochiq joylardagi) qurilmalarda, ayrim asboblarda (qurilmalar) bilan birga;
- o'rnatish uslubi bo'yicha—devorlarda, shiplarda, o'tuvchi devorlarda, tayanch qurilmalarda o'rnatilgan;

– birinchi o‘ramining konstruksiyasi bo‘yicha—bir chulg‘amlik—sterjenlik, bir chulg‘amlik—shinalik, ko‘p chulg‘amlik g‘altaklik va boshqalar;

– izolatsiyasining turi bo‘yicha—havolik izolatsiya, chinnilik izolatsiya, quyma izolatsiyalik;

– aniqlik darajasi bo‘yicha yetti sinfga bo‘linadi: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 3 va 10.

Hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan ikkinchi o‘ram nominal toki 5A bo‘lgan tok transformatorlari quyidagi yuklamalarga mo‘ljallangan: 0,1; 0,15; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,6; 2,4; 3 va 4 Om. Bunday transformatorlar uchun birinchi o‘ram nominal toklari quyidagicha belgilangan: 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 600, A va 1, 1,5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15 kA.

Sanoat qurilmalari uchun 0,5, 1, 3 va D xatolik darajalardagi tok transformatorlari ishlab chiqariladi. D xatolik tok transformatorlari differensial himoyalar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ularning xatoliklari nominal tok bilan belgilanmaydi. Tok transformatorlarining ma‘lum bir darajadagi xatoliklar bilan ishlashlari nominal tokning 120 %ga oshgan vaqtida ham o‘zgarmas bo‘lib qoladi.

Tok transformatorlarining nominal quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$S_{\text{nom}} = U_2 I_2, \quad U = I_2 R_{\text{nom}}, \quad S_{\text{nom}} = I_2^2 R_{\text{nom}} \quad (6.33)$$

Odatda, nominal quvvat nominal ikkilamchi tok (5 yoki 1A) orqali ko‘rsatiladi. Ikkilamchi yukning qarshiligi $R_{\text{nom}} S_{\text{nom}} / I_2^2$ ifoda yordamida xarakterlanadi.

O‘lchov asboblariga qaraganda releli himoyada ishlatiladigan tok transformatorlarining to‘g‘ri ishlashlari shikastlanish toklarini o‘zgartirishda juda katta ahamiyatga ega. Shuning uchun yuqorida keltirilgan aniqlik darajasini xarakterlaydigan xatoliklar RH jarayonlari uchun mo‘ljallangan tok transformatorlarini tanlashda asos bo‘la olmaydi. RH tok transformatorlarini tanlash uchun asos bo‘lib maksimal birlamchi tok $I_{\text{maks hisob}}$ hisoblanadi. Bunda ularning aniq ishlashlari uchun ikkilamchi chulg‘amlaridagi yuk Z_{yuk} ning qiymati talab qilinadi. Umuman olganda aniq ishlash toki I_{maks} hisob himoyaning turiga bog‘liq. Ayrim himoyalar uchun bu tok miqdori ularning ishlash tokiga, ba‘zilari uchun esa tok transformatoridan oqayotgan maksimal qisqa tutashuv tokiga teng bo‘lishi mumkin.

Amaliyotda RH tok bo‘yicha 10 %gacha, burchak bo‘yicha 7° xatolik bilan ishlashlari mumkin. Bu shartga asosan tok transformatorlarini tanlash spravochniklarda keltirilgan 10 % xatolik darajalari asosida tanlanadi.

Xatolik 10 % yetganda tok transformatorlari magnitlanish tavsiflarining egilish (burilish) nuqtalarida ishlaydilar. Bunda tok transformatorining o'zak qismi to'yinish zonasiga kira boshlaydi. Burilish nuqtasiga mos keluvchi tok I_{tuy} transformatoridan o'tayotgan maksimal tok I_{mak} hisoblanadi.

Birinchi chulg'am tokining shu chulg'am nominal tokiga nisbati $m_{10} = f(Z_{\text{vuk}})$ xatolik darajasini ko'rsatadi va uning ikkinchi ko'rinishi $\alpha + \beta = 90^\circ$ ko'rinishda beriladi. Odatda, bu burchak 90° dan kichik bo'ladi, shuning uchun $\Delta I < 10\%$ (86-rasm).

Tok transformatorlarini 10 % xatolik qatorlari yordamida tekshirish quyidagicha olib boriladi:

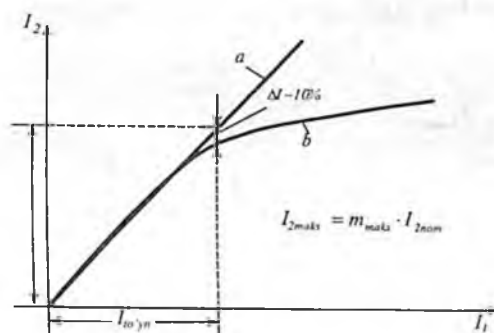
– tok transformatori va uning nominal transformatsiya koeffitsiyenti tanlanadi:

– xatolikka qo'yilgan talabga asosan himoyaning qisqa tutashuv toki $I_{\text{xis maks}}$ topiladi. Bunda ta'minlovchi tok transformatorining xatoligi ruxsat berilganidan qiymatidan katta bo'lmasligi lozim (10% va 7°).

Bunda birlamchi tokning hisoblangan karraligi quyidagicha topiladi:

$$m_{\text{hisobiy}} = K_a I_{\text{hisob.maks}} / a I_{\text{nom}} \quad (6.34)$$

bu yerda, $K_a = 1,2-2$ qisqa tutashuv o'tish jarayonidagi aperiodik tashkil qiluvchining ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent.



86-rasm. Ikkinchi chulg'am tokining birinchi chulg'am tokiga bog'liqlik grafigi: *a*—ideal tok transformatorining ikkilamchi toki; *b*—haqiqiy ikkilamchi tok.

O'tish jarayonining ta'siriga kirmagan himoyalarning tez to'yinuvchi transformatorli TTT uchun $K_a = 1$ deb olinishi mumkin, $\alpha = 0,8$ zavod tomonidan ko'rsatilgan karralikning haqiqiy karralikdan farqini ko'rsatuvchi koeffitsiyent. Endi 10 % xatolik chiziqlaridan foydalanib m

hisobiy miqdorga mos keluvchi ruxsat etilgan yuk $Z_{\text{rux.et.yuk}}$ aniqlanadi. Haqiqiy yuk $Z_{\text{yuk}} \leq Z_{\text{r.b.yu}}$ bo'lishi zarur.

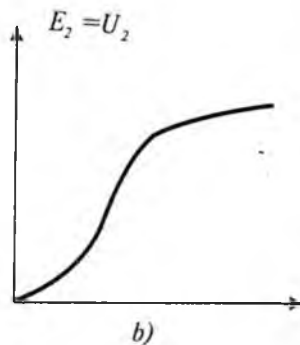
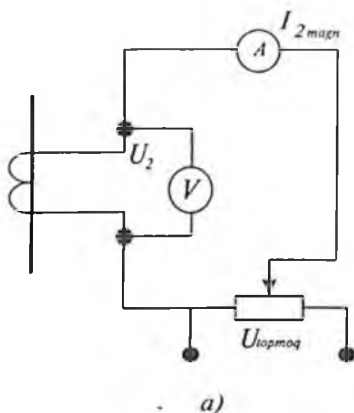
To'yinish karralıkları 0,5; 1 va 3 bo'lgan tok transformatorlari uchun 10 % xatolik chiziqlari o'rniga ularning to'yinish karralıkları $M_{\text{tuy}} = I_{\text{tuy}} / I_{\text{nom}}$ beriladi. Bunda ikkinchi chulg'am tokining nominal qiymati (Z_{nom}) va $\cos\varphi=0,8$ olinadi. Demak, tanlanuvchi tok transformatori $M_{\text{tuy}} \geq M_{\text{hisob}}$ va uning yuki uchun $Z_{\text{yuk}} < Z_{\text{nom}}$ shartlarni bajarishi lozim.

Maksimal karralik tok transformatorlarining texnik kattalıkları ichida ikkilamchi tokning maksimal karralığı ($m_{\text{maks}} = I_{\text{maks}} / I$) ham ko'rsatiladi. Tok transformatorlarida bu maksimal karralik nominal yuk Z_{nom} bo'lganda kuzatiladi. Maksimal karralikning koeffitsiyentiga asosan ikkilamchi tokning maksimal qiymati topiladi va bu tok tanlangan tok transformatori orqali uzatilishi hisobga olinadi $I_{2\text{maks}} = m_{\text{maks}} \cdot I_{2\text{nom}}$.

Yuklama nominal qarshiligi Z_{nom} haqiqiy yukdan Z_x farq qiladigan sharoitlarda maksimal karralik ($m_{\text{maks.x}}$) quyidagicha topiladi:

$$m_{\text{maks.x}} = m_{\text{maks}} \cdot \frac{Z_2 + Z_{\text{nom}}}{Z_2 + Z_x} \quad (6.35)$$

Tok transformatorlarining xatolıkları to'g'risidagi ma'lumot yetarli bo'lmagan holatlarda ularning himoyaga yaroqli ekanligi ikkilamchi zanjirning yukini ruxsat berilgan magnitlovchi ikkilamchi tok I_2 ning ikkilamchi kuchlanishi U_2 bilan bog'liqlik tavsifi asosida baholanadi (87-rasm).



87-rasm. Transformator ikkilamchi kuchlanishining magnitlovchi tok bilan bog'liqligi: a-tajriba sxemasi; b- $U_2 = f(I_{2\text{magn}})$ bog'liqlik.

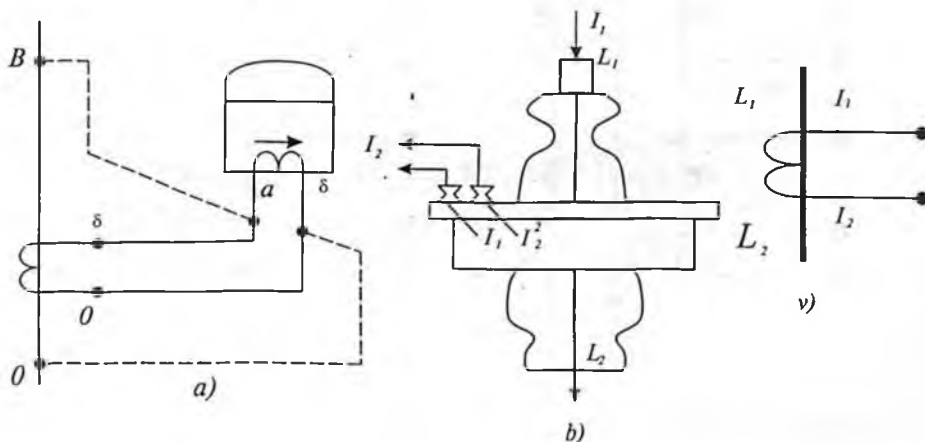
Ikkilamchi chulg'amning kuchlanishi U_2 o'zgartirib boriladi va uning har bir qiymatiga mos keluvchi ikkilamchi chulg'am magnitlash toki I_{2magn} o'lchab boriladi $U_2=f(I_{2magn})$, (87-rasm).

Ikkilamchi chulg'amning qarshiligi Z ning kichikligi uchun $U_2 = E_2$ qilib qabul qilish mumkin. Bu tavsifdan E_2 to'yinishning boshlanish vaqi va miqdorini aniqlash hamda qisqa tutashuv tokining ruxsat berilgan yukini hisoblash mumkin.

6.16. Transformatorlarni himoyalash

Tok transformatorlarini ishlab chiqarish jarayonida ularning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining ikkilamchi nuqtalarini belgilashda birlamchi tokning yo'nalishi bo'yicha ikkilamchi tokning yo'nalishini aniqlash mumkin bo'lishiga ahamiyat beriladi.

Birinchi chulg'amning chiqish nuqtalari ixtiyoriy belgilanishi mumkin: ulardan biri boshi (L_1), ikkinchisi chulg'amning oxiri (L_2) deb belgilanadi (88-rasm).



88-rasm. Tok transformatorlari chulg'amlarining shartli belgilari: a—chiqish nuqtalarini belgilash; b—chiqish nuqtalarini belgilashning ayrim turi; v—chiqish nuqtalarining sxemalardagi belgilanishi.

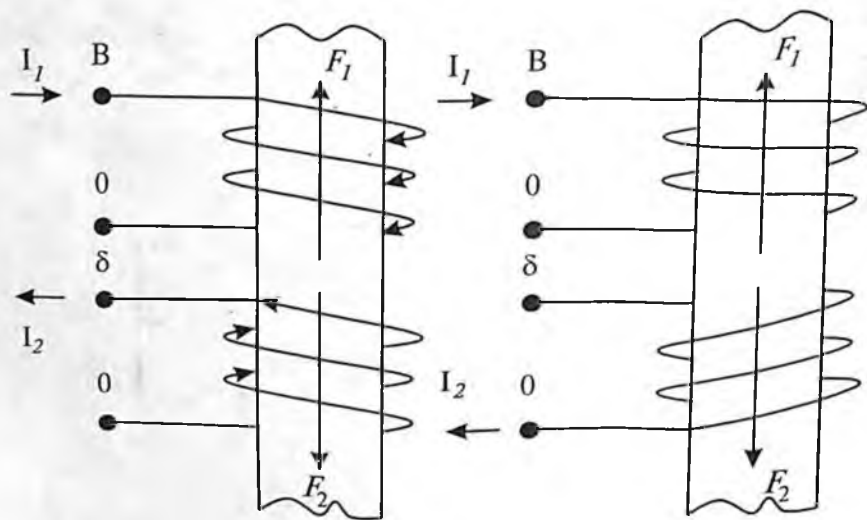
Birlamchi chulg'amning boshlanishi (L_1)dan uning oxiriga qarab tok oqayotganda, ikkilamchi chulg'amning boshlanishi qilib (b) tokning yuk zanjiriga tomon oqish nuqtasi qabul qilinadi (88-rasm). Shunga mos

ravishda ikkilamchi chulg'amning ikkinchi chiqishi chulg'amning oxiri (0) hisoblanadi.

Ikkinchi chulg'am chiqishlarini belgilashda tok transformatorining ikkilamchi zanjiriga ulangan rele chulg'amidagi tok uning bevosita birinchi zanjiriga ulangandagi tokning yo'nalishi bilan mos keladi (88 a-rasm).

Ayrim hollarda birinchi chulg'amning boshi L1, oxiri, L2, ikkinchi chulg'amning boshi I1, oxiri I2 qilib belgilanadi (88 v-rasm).

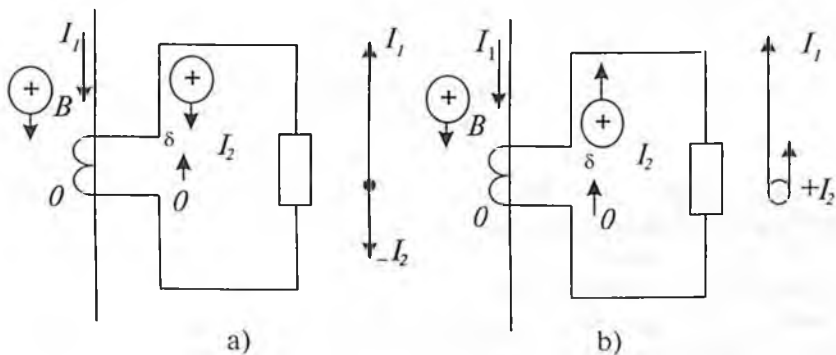
Chiqish nuqtalarining avvaldan belgilanishi quvvat yo'nalishi reielari, vattmetrlar va shu kabi asboblarning chulg'amlarini tok transformatorlarining ikkinchi chulg'amlariga ulashni osonlashtiradi. 89-rasmda birinchi chulg'am toki L1 dan L2 ga yo'nalganda va ikkilamchi tokning yo'nalishi ikkinchi chulg'amlarning har xil usulda o'ralishlari uchun keltirilgan.



89-rasm. Ikkinchi chulg'am toki yo'nalinishining shu chulg'am o'ralish yo'nalishiga bog'liqligi.

Ikkilamchi tok I_2 vektorining yo'nalishi ikkinchi chulg'am uchun qabul qilingan tokning musbat yo'nalishiga bog'liq. Agar birlamchi va ikkilamchi toklarning musbat yo'nalishlari mos keladigan yetib qabul qilingan bo'lsa, u holda birlamchi chulg'amning musbat yo'nalishdagi toki ikkilamchi tokning manfiy yo'nalishiga mos olinadi va vektor diagrammalarda birlamchi tokning vektoriga teskari yo'nalgan qilib ko'rsatiladi.

Agar musbat yoʻnalish uchun ikkilamchi tokning birlamchiga teskari boʻlgan yoʻnalishi qabul qilinsa (90 b-rasm), u holda birlamchi tokning va unga mos kelgan ikkilamchi tokning ishoralari bir xil boʻladi. Demak, vektorlarining ham yoʻnalishlari bir xil boʻladi. Ikkinchi usul birinchi usuldan qulayroq. Chunki u vektor diagrammani qurayotgan vaqtda birlamchi va ikkilamchi toklar vektorlarini mos keluvchi qilib koʻrsatadi. Yuqorida koʻrilgan vektor diagrammalarda tok transformatorlarining xatoliklari hisobga olinmagan.

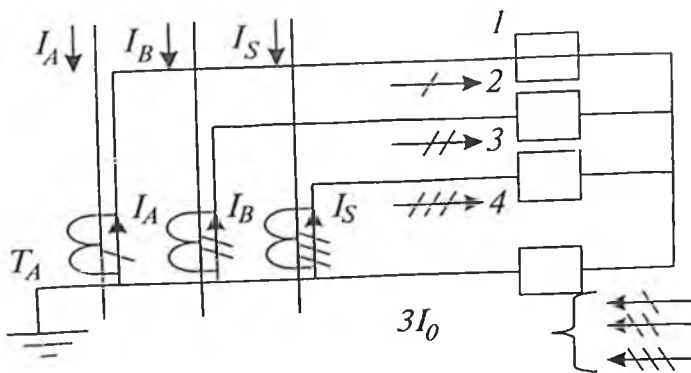


90-rasm. Ikkilamchi tok vektorlarining koʻrinishlari.

6.17. Tok boʻyicha himoya

Energetik tizimlarni shikastlanishdan asrashda releli himoyaning tok transformatorlari va rele chulgʻamlari oʻziga xos qoidalarga asosan ulanadi. Har bir sxemadagi relening ishlashi va xususiyatlari normal va nonormal holatlarda ikkilamchi zanjirdagi tokning tarqalish xarakteriga bogʻliq. Sxemalardagi tokning tarqalishini aniqlash uchun dastavval qisqa tutashuv jarayonida birlamchi toklar haqiqiy qiymatlarining musbat yoʻnalishlari aniqlanadi.

Keyingi etapda esa har bir tok transformatoridagi tokning, birlamchi tokning oʻtishiga bogʻliq boʻlgan yoʻnalishlari keltiriladi. Oxirida tok transformatori ikkilamchi tokining oʻtish yoʻnalishi topiladi. Agar sxemaning biror elementida (oʻtkazgich va rele chulgʻamlarida) har xil fazalarning ikkilamchi tokleri qoʻshilayotgan yoki ayrilayotgan boʻlsa, u holda natijaviy elementdagi tokning faza siljishini hisobga olgan holda unga mos keluvchi faza tokleri vektorlarining geometrik yigʻindisi yoki ayirmasi topiladi. Har bir alohida sxema uchun rele toki I_r ning faza toki I_f ga nisbati topiladi va u sxema koeffitsiyenti deb yuritiladi $K_{xx} = I_r / I_f$.



91-rasm. Tok transformatorlari va rele chulg'amlarining yulduz shaklida ulanishlari.

Ushbu koeffitsiyent RH sezgirligini baholashda va himoya toklarini (ustavka) hisoblashda ishlatiladi.

91-rasmda tok transformatorlari va rele chulg'amlarining to'liq yulduz ulanish sxemasi keltirilgan. Bunday sxemalarda tok transformatorlari barcha fazalarga o'rnatiladi. Tok transformatorlarining ikkilamchi chulg'amlari va relelarining chulg'amlari yulduz usulida ulanadi. Tizimning nol nuqtasiga tok transformatorlarining bir xil chiqish nuqtalari ulanadi. Normal va uch fazali qisqa tutashuvlarda 1, 2 va 3 raqamli relelerdan faza toklari oqadi $I_a = I_A / K_{tt}$, $I_v = I_V / K_{tt}$, $I_s = I_S / K_{tt}$. Tizimning nol liniya simidan esa ularning geometrik yig'indisi oqadi: $I_{n.t.s} = (I_a + I_v + I_s)$ va $I_{n.t.s} = I_0$ simmetrik rejimida nolga teng bo'ladi (92-rasm a shakl).

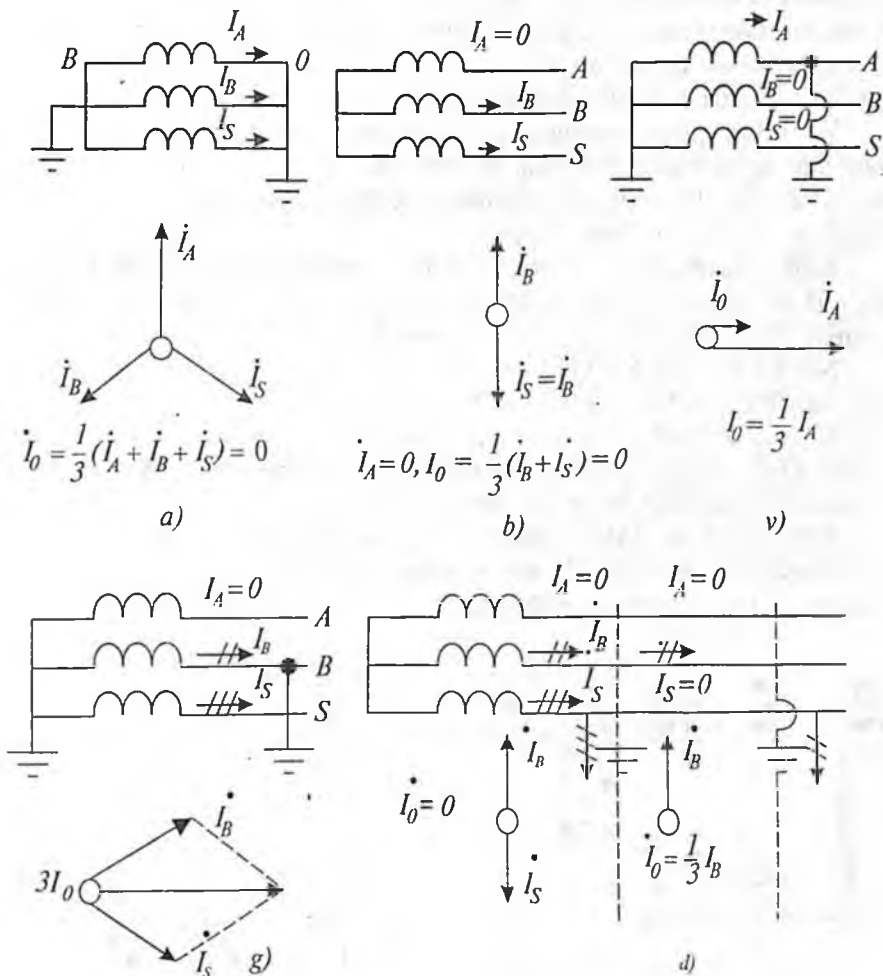
Ikki fazali QT da tok ikkala shikastlangan fazalardagi tok transformatorlari va ularning releraridan o'tadi (92-a rasm). Bu vaqtda shikastlangan fazadan tok o'tmaydi.

Kirxgof qonuniga asosan tugundagi tok $I_v + I_s = 0$ bo'ladi, shuning uchun bu yerda $I_s = -I_v$. Demak, ularning vektorlari bir-biriga nisbatan 180° ga burilgan bo'ladi (92-b rasm).

Tizimning nol simidan ikkita shikastlangan fazalarning yig'indi toklari o'tadi. Bu toklar bir-birlariga teng va fazalar bo'yicha har xil bo'lganligi sababli nol simdagi tok ham nolga teng bo'ladi. Shuning uchun 4 relega (nol simga ulangan) yukning oshishi va fazalararo QT ta'sir etmaydi va bu yulduz ulanish sxemasining o'ziga xos tomonlarini ko'rsatadi.

Haqiqatan esa tavsiflarning mos kelmasligi va transformatorlarning xatoliklari natijasida ikkilamchi toklarning yig'indisi ikkala holda ham noldan farq qiladi. Shuning uchun nol simdan qoldiq tok (tengsizlik yoki

nobalanslik) $I_{n.s.} = I_{i.s.}$ oqadi. Normal holatlarda qoldiq toki 0,01–0,02 A qiymatga teng bo'lishi mumkin. Qisqa tutashuv vaqtida magnitlovchi tokning ortishi bilan tengsizlik tok qiymati ham ortadi.



92-rasm. Qisqa tutashuv jarayonlarining namunaviy ko'rinishlari va vektor diagrammalari: a—uch fazali QT; b—ikki fazali QT; v—bir fazali QT; g—ikki fazali yer orqali QT; d—har xil nuqtalarda yer orqali QT.

Bir fazali qisqa tutashuv jarayonlarida birlamchi qisqa tutashuv toki faqat shikastlangan fazadan o'tadi (92v-rasm). U hosil qiladigan ikkilamchi tok ham faqat bir rele va nol sim orqali o'tadi.

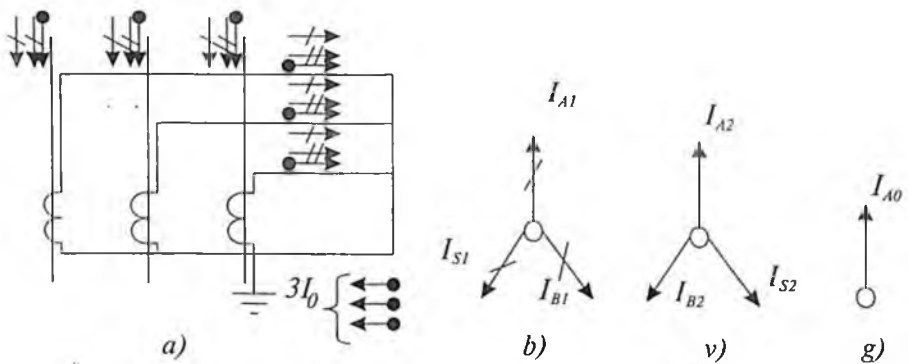
Ikki fazali yer orqali qisqa tutashuv jarayonlarida tok ikki rele orqali (shikastlangan fazalarga ulangan), o'tadi (masalan, V va S yoki A va S). Yuqorida ta'kidlaganimizdek, nol simdan hamisha nolga teng bo'lmagan va ikkala tokning geometrik yig'indisidan kelib chiqqan tok oqadi. (92g-rasm). Qisqa tutashuv yer orqali har xil nuqtalarda sodir bo'lganda toklarning o'tish chiziqlari 92g-rasm shakldagidek bo'ladi.

Yer bilan qisqa tutashgan joylarda jarayon bir fazali qisqa tutashuv vaqtidagi jarayonga mos keladi. Manba yoki unga yaqin bo'lgan nuqtaning yer bilan qisqa tutashuvida esa xuddi ikki fazali qisqa tutashuv jarayoniga o'xshash sharoitlar yuzaga keladi.

Yulduz sxemasining nol simi nol ketma-ketlik tokining filtri deb yuritiladi. To'g'ri va teskari ketma-ketlik toklari (93a-rasm) nol simdan o'tmaydi, chunki bu tizimlar vektorlarining yig'indisi nolga teng (93b,v-rasm).

Nol ketma-ketlik toklari (93g-rasm) faza bo'yicha bir xil yo'naladi va shu sababli simdan tokning uchlangan qiymati o'tadi $I_{n,1,5} = 3I_0$. Tok transformatorlaridan birining ikkilamchi zanjiri uzilgan bo'lsa, u holda ushbu simda faza tokiga teng tok hosil bo'ladi va bu nol simda o'rnatilgan relening kutilmagan harakatiga olib keladi.

Keltirilgan sxemalarda fazalarga o'rnatilgan relelar barcha tur qisqa tutashuvlarni himoyalaydi, nol simdagi rele esa faqat yer orqali bo'lgan qisqa tutashuvlardan himoyalaydi.



93-rasm. Yulduz shaklida ulangan sxemadan simmetrik tashkil qiluvchi toklarning o'tishi: a-sxemadagi tokning tarqalishi;

b, v, g—to'g'ri, to'g'ri nol ketma-ketlik toklarning vektorlari.

Himoyaning yulduz sxemada ulanishi barcha turdagi qisqa tutashuvlarda qo'llaniladi. Bunda uch fazali zanjirning yulduz ulanish xususiyatlari to'la ravishda saqlanib qoladi, rele toki faza tokiga teng va sxema koeffitsiyenti $K_{sx}=1$ bo'ladi.

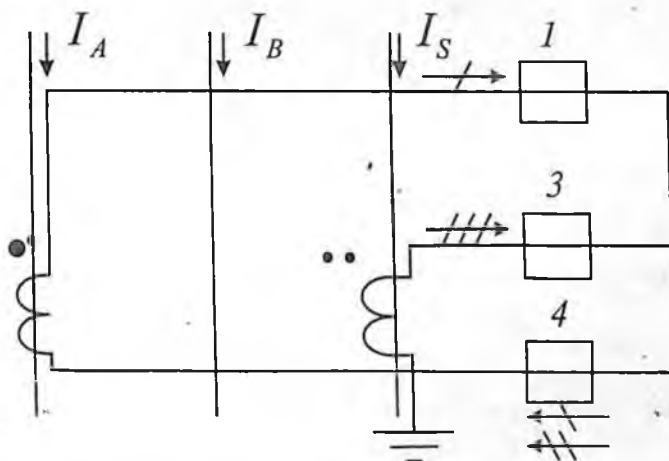
6.18. Maksimal tok himoyasi

Tok transformatorlari rele chulg'amlari to'liq bo'lmagan yulduz sxemasida ulanish 94-rasmda keltirilgan.

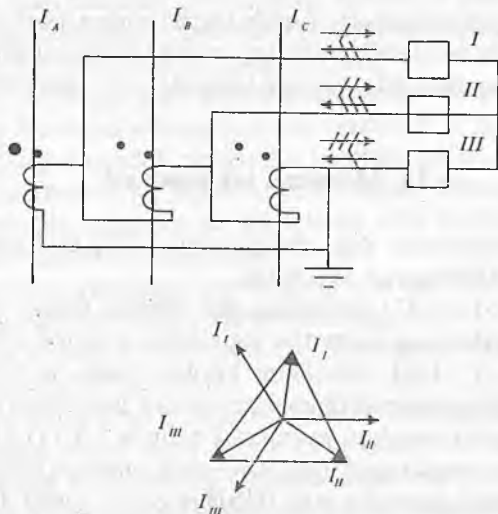
Bu sxemada (1) va (3) relelardan ular ulangan fazalar toki, teskari simdan esa bu toklarning geometrik yigindisiga teng tok o'tadi. Vektor diagrammadan $-(I_a+I_s)qI_v$ ekanligini hisobga olsak, u holda I_{tes} toki jarayonda qatnashmayotgan ikkilamchi zanjirning faza tokiga teng bo'ladi.

Uch fazali qisqa tutashuv va normal rejimda tok (1) va (3) relelar hamda teskari sim orqali oqadi. Ikki fazali qisqa tutashuv jarayonida qaysi faza shikastlanishiga qarab bir yoki ikkala reledan (1 yoki 3) tok o'tishi mumkin. Ikki fazali, A va 0 qisqa tutashuv rejimida teskari simdan, (A va S fazalarga tok transformatorlari o'rnatilgan bo'lsa), $I_a = -I_s$ nolga teng tok o'tadi, AV va VS o'zaro qisqa tutashganda esa $I_{tes} + I_a$ va $I_{tes} + I_s$ bo'ladi.

Bir fazali qisqa tutashuv (A yoki S) rejimida, tok transformatorining ikkilamchi chulg'amidan va teskari simdan qisqa tutashuv toki oqadi. V faza yerga tutashganda esa agar tok transformatori o'rnatilmagan bo'lsa, himoya sxemasida tok bo'lmaydi.



94-rasm. Tok transformatorlari va rele chulg'amlarining to'liq bo'lmagan yulduz shaklda ulanishi.



95-rasm. Tok transformatorlarining ikkilamchi chulg‘amlarini uchburchak, relelar chulg‘amlarini yulduz sxemada ulanishi va vektor diagrammasi.

Demak, to‘liq bo‘lmagan yulduz sxemalari barcha turdagi bir fazali qisqa tutashuv jarayonini himoya qila olmaydi. Shuning uchun bunday sxemalar faqat fazalararo shikastlanishlardagina himoya uchun ishlatiladi. Sxema koeffitsiyenti $K_{s\alpha} = 1$.

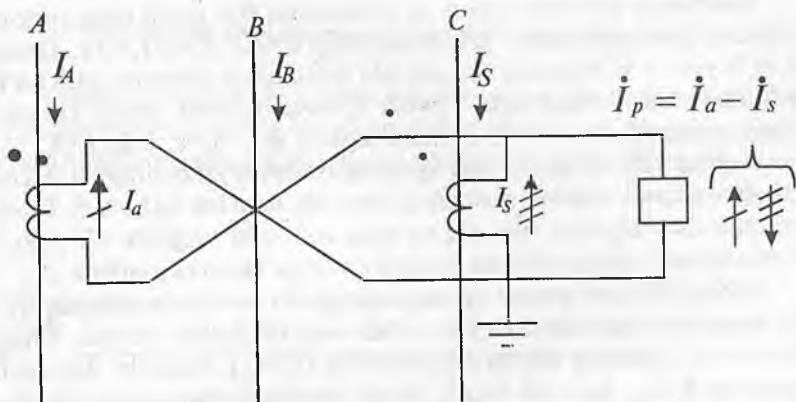
Tok transformatorlarining uchburchak ulangan chulg‘amlariga rele chulg‘amlarini yulduz ulash. Tok transformatorlarining ikkinchi chulg‘amlari tizimga uchburchak va ularning uchlariga himoya relelarining g‘altaklari yulduz usulida ulangan sxema 95-rasmda keltirilgan. Rasmdan ko‘rinishicha har bir reledan shikastlangan ikki faza toklarining geometrik farqlariga teng tok o‘tadi $I_1 = I_A/K_{tt} - I_B/K_{tt}$, $I_2 = I_B/K_{tt} - I_C/K_{tt}$, $I_3 = I_C/K_{tt} - I_A/K_{tt}$.

Keltirilgan ifodadan vektor diagrammaga asoslanib, reledan o‘tayotgan I_A , I_B va I_C larni har xil qisqa tutashuv jarayonlari uchun topish mumkin.

Uch fazali qisqa tutashuv rejimida reledan chiziqli toklar o‘tadi (liniya toki faza tokidan 1,73 ga farq qiladi va fazasi bo‘yicha 30° ga siljigan (95-rasm).

Shunday qilib, tok transformatorlarining ikkinchi chulg‘amlari uchburchak usulida ulansa quyidagi xususiyatlar kelib chiqadi:

– barcha turdagi qisqa tutashuvlarda reledan tok o‘tadi va bu himoyaning hamma turdagi QT jarayonlariga ta’sir etaolishligini ko‘rsatadi. Shuning natijasida bu sxema ko‘rib chiqilgan barcha himoya turlaridagi qisqa tutashuvlarga ta’sir qilaoladi;



96-rasm. Tok transformatorlari va releni ikki faza orasidagi toklar farqiga ulash sxemasi.

– reledagi tokning fazadagi tokka nisbati qisqa tutashuv turlariga bog‘liq;
 – nol ketma-ketlik toklari tok transformatorlari ikkilamchi chulg‘amlari uchburchagidan chetga chiqmaydi, chunki rele chulg‘amlaridan oqish imkoniyatiga ega emas.

Bundan kelib chiqadiki, yer orqali qisqa tutashuvlarda relega faqat to‘g‘ri va teskari ketma-ketlik toklari ta’sir etadi (oqadi) yoki qisqa tutashuv toklarining qismi oqadi.

Yuqorida keltirilgan sxemalar asosan differensial va distansion (masofadan) himoyalarda qo‘llaniladi. Simmetrik rejimda reledagi tok faza tokidan $\sqrt{3}$ marta katta, so‘ng sxema koeffitsiyenti quyidagicha topiladi:

$\hat{E} = I_r / I_f = \sqrt{3} \cdot I_r / I_f = \sqrt{3}$. *Ikki fazaga ulangan transformatorlarga bitta rele ulash sxemasi.* Bunday sxemalarda tok transformatorlari ikkita fazaga ulanadi (masalan, A, S, A, V, S, V). Tok transformatorlari ikkilamchi chulg‘amlarining har xil chiqish nuqtalari o‘zaro ulanadi va ularga parallel ravishda relening chulg‘ami ulanadi (96-rasm). Sxemaga asosan birlamchi zanjirdan musbat I_A , I_V , I_S toklar oqib o‘tganda rele chulg‘amidagi tok ikki faza toklarining (I_A va I_S) geometrik farqiga teng bo‘ladi $I_r = I_A - I_S$ bu yerda, $I_A = I_A / K_u$, $I_S = I_C / K_u$.

Simmetrik yuk va uch fazali qisqa tutashuv rejimida birlamchi va ikkilamchi toklarning yo‘nalishiga ko‘ra ko‘rsatilgan ayirma faza tokidan

$$\sqrt{3} \text{ marta katta } I_r = \sqrt{3} \cdot I_f.$$

Sxemadan ko'rinishicha A va S fazalarda ikki fazali qisqa tutashuv sodir bo'lganda reledan I_A va I_S toklari farqi o'tadi $I_R = 2 I_A = 2 I_S$. Demak, A va V yoki V va S fazalar orasida ikki fazali qisqa tutashuv hosil bo'lsa, u holda reledan faqat bitta I_A yoki I_S fazaning toki oqadi, chunki V fazasiga tok transformatori o'rnatilmagan I_r q I_r , $I_r = I_A$ yoki $I_r = I_S$.

Xulosa qilib aytganda, har xil qisqa tutashuv jarayonlarida reledagi tok va unga mos ravishda sxemaning sezgirliги ham har xil bo'ladi. Bizning misolda esa eng kam rele toki va unga mos past sezgirlik AV yoki VS fazalar orasida qisqa tutashuv jarayoni sodir bo'lganda kuzatiladi.

To'liq ikki fazali yulduz sxemaga qaraganda bunday sxemalarda AV va VS fazadagi qisqa tutashuv jarayonida sezgirlik kichik bo'ladi. Chunki fazalardagi yukning bir xil qiymatlarida ($I_r = I_{yuk}$), birinchi ikki sxema relesidan $I_r = I_{yuk}$ tok oqib o'tadi. Biz ko'rayotgan 96-rasmdagi sxemada

reledan o'tayotgan tok miqdori $I_r = \sqrt{3} I_{yuk}$ bo'ladi. Bunga asosan relening ishga tushish toki I_{it} bir dona relelik sxemada ikki relelik sxemalarining ishga tushish tokidan $\sqrt{3}$ marta ko'proq bo'ladi. Demak, sezgirlik ham $\sqrt{3}$ marta kamyadi. Bunday kamchilik himoya sxemasini qabul qilishda albatta hisobga olinishi lozim.

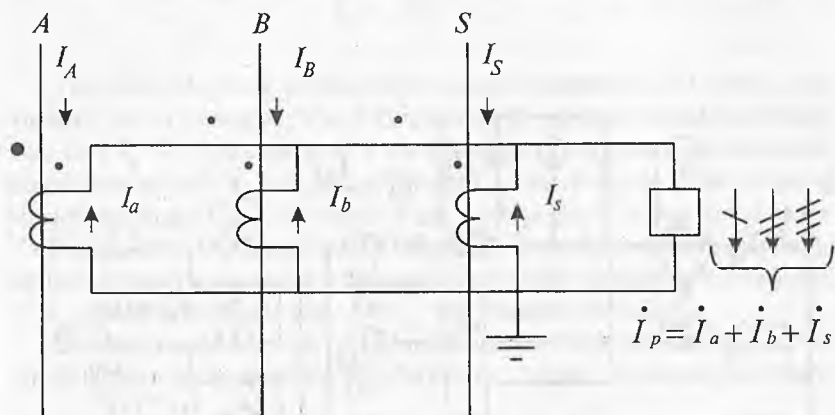
Agar V va S fazalarda qisqa tutashuv bo'lganda va kuch transformatorlari chulg'amlari yulduz-uchburchak ulangan bo'lsa, rele toki $I_r = I_A - I_S$ nolga teng bo'lib qoladi. Chunki I_A va I_S toklari miqdor va faza bo'yicha bir-birlariga teng. Shunday qilib, bunday shikastlanishlarda rele ishlamaydi, bu sxemaning katta kamchiligidir. Demak, bir releli sxemalarni chulg'amlari λ/Δ ulangan transformatorlarning orqasida qisqa tutashuv bo'lganda ishlaydigan himoyalarda qo'llash mumkin emas.

Tok transformatori o'rnatilmagan fazada bir fazali qisqa tutashuv jarayoni bo'lsa, rele toki nolga teng, shu sababli ikki faza toklarining farqiga bog'liq bo'lmagan himoya bir fazali qisqa tutashuv himoyasi sifatida qo'llanilmaydi. Demak, bunday sxemalar fazalararo qisqa tutashuv jarayonlarini himoyalash uchun ishlatalishi mumkin. Bunday himoya simmetrik rejimlarda yetarli sezgirlikni ta'minlab bersa va chulg'ami λ/Δ ulangan transformatoridan keyingi QT jarayonlarini himoyalash talab etilmasa, uning sxema koeffitsiyenti quyidagicha topiladi:

$$K_{sx}^{(3)} = \frac{I_r}{I_f} = \sqrt{3} \quad (6.36)$$

6.19. Tok transformatorlarini nol ketma-ket ulash

Bunday sxemalarda tok transformatorlari uchala fazaga ham o'rnatiladi. Transformatorlar ikkilamchi chulg'amlarining bir xil chiqish nuqtalari o'zaro birlashtiriladi va ularga relening chulg'ami ulanadi (97-rasm). Bunda



97-rasm. Tok transformatorlarini nol ketma-ket tok sxemasiga ulanishi.

releling toki uchala fazadagi ikkilamchi toklarning geometrik yig'indisiga teng $I_r = I_A + I_B + I_S$

Bundan ko'rinadiki $I_r = 3I_0$, ya'ni bu sxema fazalarning nol ketma-ket toklarining filtri bo'lib xizmat qiladi. Reledan tok o'tishi faqat bir fazali yer bilan va ikki fazali yer bilan qisqa tutashuvlardagina sodir bo'ladi, chunki I_0 toki shu shikastlanishlardagina paydo bo'ladi. Bunday sxemalar himoyalarning yer bilan tutashuvlaridagi shikastlanishlardan saqlash rejimlarida qo'llaniladi.

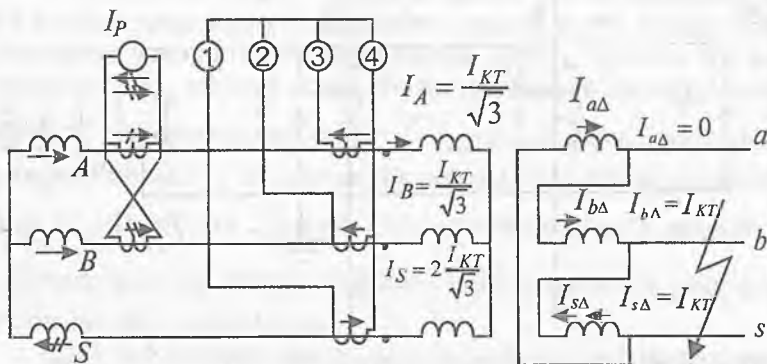
Uch fazali qisqa tutashuvlarda uchala faza birlamchi toklarining yig'indisi nolga teng bo'lganligi sababli ($I_0 = 0$), reledan tok o'tmaydi va u ishlamaydi. Ammo tok transformatorlarining xatoliklari hisobiga paydo bo'ladigan ikkilamchi toklar o'zaro tenglashtirilmaganligi uchun reledan ayrim tengsizlik toki I_{tt} o'tib turadi va bu tok miqdorini sxemaning hisob-kitob ishlarida hisobga olish shart. Odatda, bunday sxemalarni uch transformatorli toklar filtri deb yuritiladi.

Yulduz-uchburchak ulangan kuch transformatoridan keyin bo'ladigan ikki fazali qisqa tutashuv jarayoni.

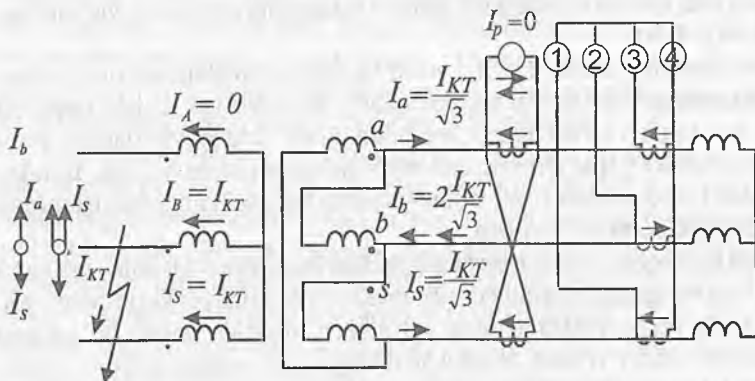
Kuch transformatori chulg'amlarining yulduz-uchburchak va

uchburchak-yulduz ulangan sxemalarida, transformatorlardan keyin sodir bo'ladigan QT jarayoni sxemasi va vektor diagrammalari 98-rasmda keltirilgan.

Odatda, hisob-kitob ishlarini soddalashtirish va sxemaning asosiy miqdorlarini aniqlash maqsadida transformatorning transformatsiya koeffitsiyentini birga teng deb olinishi tavsiya etiladi. Demak, bunday



a) $\Delta/\underline{\Delta}$ -11; $K_u=1$; $W_\Delta = \sqrt{3} W_\lambda$



b) $\underline{\Delta}/\Delta$ -11; $K_u=1$; $W_\Delta = \sqrt{3} W_\lambda$

98-rasm: a- $\Delta/\underline{\Delta}$; b- $\underline{\Delta}/\Delta$ ulangan transformatoridan keyin bo'ladigan ikki fazali qisqa tutashuv toklarning tarqalishi va vektor diagrammalari.

ulanish sxemalari uchun Δ va Δ ulangan chulg'amlardagi chiziqli toklar nisbati birga teng, faza toklar esa quyidagicha bog'langan:

$$\frac{I_Y}{I_\Delta} = \frac{W_\Delta}{W_Y} = \sqrt{3} \quad (6.37)$$

Transformatorning uchburchak ulangan tomonida ikki fazali qisqa tutashuv bo'lsa (masalan, V va S fazalararo (98 a-rasm)), shikastlanmagan faza toki $I_A=0$, shikastlangan V va S fazalar toklari esa qisqa tutashuv tokiga teng bo'ladi $I_{S,QT} - I_V = I_{k.t.t.}$. Bunda $I_{k.t.t.}$ toki ikkiga bo'linadi va uning bir qismi S faza chulg'ami orqali o'tsa, boshqa qismi ketma-ket ulangan V va A fazalar chulg'amlari orqali tutashadi. Ikkinchi zanjirning qarshiligi birinchinikidan 2 marta katta bo'lganligi sababli S faza chulg'amidagi tok $2/3I_{k.t.t.}$, V va A fazalarda esa $-1/3I_{k.t.t.}$ miqdorlarda bo'ladi.

Yulduz tomondagi tok miqdorlari uchburchak tomonning bir xil nomli fazalari chulg'amlariga mos keladi va ulardan 3 marta katta bo'ladi.

$$I_A = I_{A,\Delta} \sqrt{3} = \frac{I_{k.t.t.}}{3} \sqrt{3} = \frac{I_{k.t.t.}}{\sqrt{3}}$$

$$I_V = I_{V,\Delta} \sqrt{3}; I_S = I_{S,\Delta} \sqrt{3} = \frac{2}{\sqrt{3}} I_{k.t.t.} \quad (6.38)$$

V va S, A fazalarda qisqa tutashuv bo'lganda ham toklarning tarqalishi xuddi shunday bo'ladi. Shunday qilib, transformatorning uchburchak tarafidagi ikki fazali qisqa tutashuv jarayonida yulduz tomonning barcha fazalaridan qisqa tutashuv toklari oqadi.

Ikki fazada toklar teng va bir xil yo'nalgan. Uchinchi fazadagi tok birinchi ikki fazadagi toklarning yig'indisiga teng, ya'ni ularning har biridan 2 marta ko'p. Yulduz ulangan ikki fazali qisqa tutashuv jarayoni 98b-*rasmda* keltirilgan.

6.20. Differensial himoya

Tok transformatorlarining yuklanishlari.

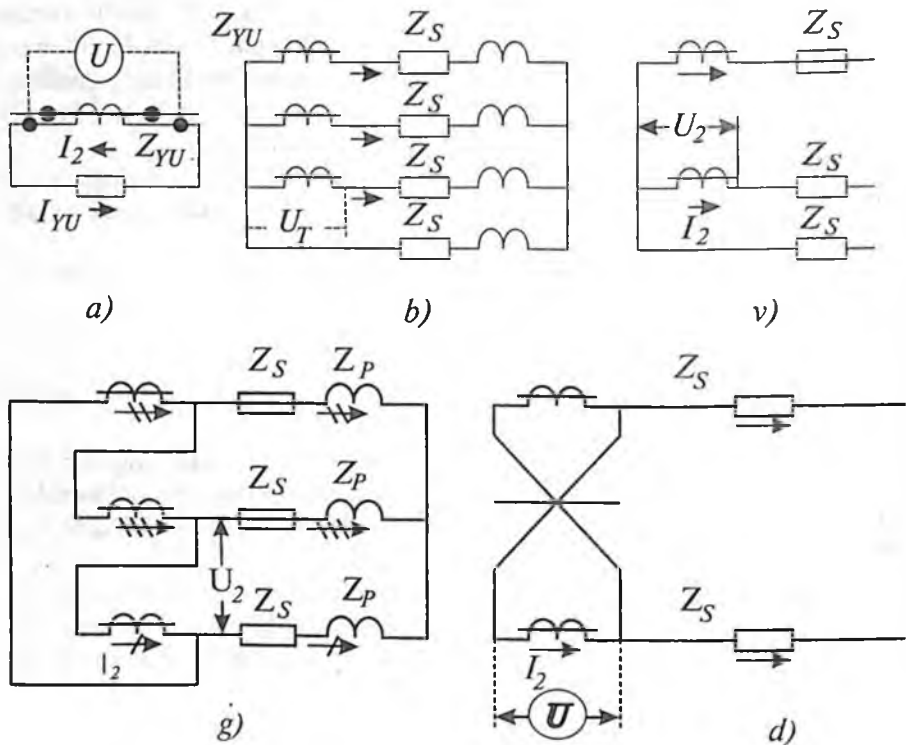
Yuqorida keltirilgan barcha sxemalarning tahliliga ko'ra tok transformatorlarining xatoligi yuklamalarining miqdoriga (kattaligiga) bog'liq.

Tok transformatorining qarshiligi quyidagicha topiladi:

$$Z_{yuk} = \frac{U_{2,t.t.}}{I_{2,t.t.}} \quad (6.39)$$

bu yerda, $U_{2,t.t.}$ va $I_{2,t.t.}$, ikkilamchi chulg'amning kuchlanishi va toki (99a-rasm).

Yuklama qarshiligini (Z_{yuk}) topish uchun $U_{2,t.t.}$ kuchlanish hisobga olinadi. Bu kuchlanish yuklama qarshiligi Z_{yuk} dan tok o'tganda shu qarshilikdagi kuchlanish tushuvidir. Yukning qarshiligi simning (Z_{sim}) va relening qarshiliklaridan (Z_R) tashkil topgan. $Z_{yuk} = Z_{sim} + Z_R$



99-rasm. Tok transformatorlarining yuklama turlari: a—bir fazali tok transformatori uchun; b, v, g, d—har xil sxemalar bo'yicha ulanganda.

$$Z_{yuk} = Z_{yuk}^{(2)} = \frac{U_{2.t.t.}^{(2)}}{I_{2.t.t.}} = \frac{I_{2.t.t.} \cdot (R_{sim} + R_r)}{I_{2.t.t.}} = R_{sim} + R_r \quad (6.40)$$

$U_{2.t.t.} = I_{2.t.t.} \cdot Z_{yuk}$ ning kattaligi barcha sharoitlar uchun tok transformatorlarining ulanish sxemalariga bog'liq, Z_{yuk} ning kattaligi esa qisqa tutashuv turiga va shikastlangan fazalarning joylashuviga bog'liq.

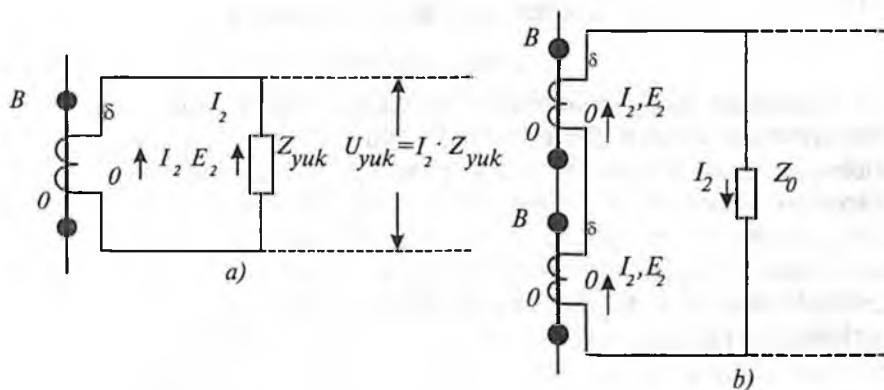
To'liq yulduz sxemasi uchun $U_{2.t.t.}$ uch fazali va ikki fazali qisqa tutashuv jarayonlari uchun faza yukidagi kuchlanishning tushuviga teng $U_{2.t.t.} = I_{2.t.t.} \cdot (Z_{sim} + Z_R)$, shuning uchun.

Bir fazali qisqa tutashuvda kuchlanish U , faza–nol zanjiri qarshiligida va faza qarshiligi $Z_{r.f.}$ da hamda nol simdagi $Z_{r.o.}$ rele chulg'amlari qarshiliklaridagi kuchlanishlarning tushuviga teng:

$$Z_{yuk}^{(1)} = \frac{I(2R_{sim} + Z_{r.f.} + Z_{r.o.})}{I} = 2R_{sim} + Z_{r.f.} + Z_{r.o.} \quad (6.41)$$

Demak, eng ko'p yuk qarshiligi (Z_{yuk}) bir fazali qisqa tutashuv jarayonida bo'ladi.

To'liq bo'lmagan yulduz sxemada (99v-rasm) tok transformatori



100-rasm. Tok transformatorlarining yuklanishlari: a—bir fazali tok transformatorini yuklanishi; b—chulg'amlari ketma-ket ulangan tok transformatorlarining yuklanishi.

maksimal yuki fazalararo (tok transformatori bo'lgan va bo'lmagan) QT da $Z_{yuk} = 2R_{sim} + R_p$ bo'ladi.

Releni faza toklari farqiga ulangan sxemasidagi qisqa tutashuvda eng ko'p yuk tok transformatori bor bo'lgan fazalarda bo'ladi $I_r = 2I_p$

$$Z_{yuk} = \frac{2I_{2.t.t.} R_{sim} + 2I_{2.t.t.} Z_r + 2I_{2.t.t.} R_{sim}}{I_{2.t.t.}} = 4R_{sim} + 2Z_r \quad (6.42)$$

Tok transformatorlarining yuklari uchburchak ulanish sxemalarining uch va ikki fazali qisqa tutashuvlarida ham eng katta miqdorda $Z_{yuk} = 3R_{sim} + R_r$

Demak, tok transformatorlarining xatoliklarini aniqlashda ularning eng katta yuk qiymatlari hisobga olinishi zarur. Tok transformatorlarining yukini kamaytirish uchun (quvvat yetarli bo'lmaganda) ikkita tok transformatorini ketma-ket ulash mumkin. Bunda bir xil transformatsiya koeffitsiyentlik transformatorlar har bir fazaga o'rnatiladi (100-rasm).

Bunday ulanishda yukdagi kuchlanish tushuvi bilan tok transformatorlarining chulg'amlaridagi kuchlanish o'zaro teng bo'ladi. Ikkala tok transformatorlarida ham toklar teng va bir xil $I_2 = I_1/K_{tt}$. Shuning uchun ikkala transformatorning toki umumiy yukni tashkil qiladi.

6.21. Yig'ma shinalarni himoyalash

Kuchlanish transformatorlari. Shinalarni himoyalashda kuchlanish transformatorlaridan foydalaniladi. Kuchlanish transformatorlari o'lchanishi lozim bo'lgan kuchlanishni talab etilgan qiymatgacha pasaytirib (kamaytirib) beradi. Ularning chiqish kuchlanishlari odatda, 100 V dan yuqori bo'lmaydi va ular voltmetrlarga, vattmetrlarga va schyotchiklarning parallel chulg'amlariga hamda boshqarish asboblarga uzatiladi. Kuchlanish transformatorlarini qo'llash jarayonida yuqori kuchlanishli zanjirlarning miqdorlarini o'lchashda kichik kuchlanishli o'lchash asboblari ishlatish imkoniyati paydo bo'ladi va yuqori kuchlanishli qurilmalarni ishlatishdagi texnika xavfsizligi ta'minlanadi.

Kuchlanish transformatorlarining asosiy xususiyatlari shundaki ularga birinchi tomon kuchlanishlarining juda kam miqdorda o'zgarishi ham o'z ta'sirini o'tkazadi, chunki ularning ikkinchi (tashqi) zanjir qarshiliklari ancha yuqori. Bu shuni ko'rsatadiki, kuchlanish transformatorlari asosan salt ishlash rejimiga yaqin sharoitda ishlaydi.

Bunday transformatorlarda ham birinchi kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati U_1 ni ikkinchi tomon kuchlanishining ta'sir etuvchi qiymati U_2 ga nisbati ularning haqiqiy transformatsiya koeffitsiyentlari deb yuritiladi $K = U_1 / U_2$. Ammo ish jarayonlarida haqiqiy transformatsiya koeffitsiyenti har doim noaniq, chunki bu koeffitsiyent uning ish rejimiga, o'lchanuvchi kuchlanishga, zanjir yukining qiymati va xususiyatiga, o'zgaruvchan tok chastotasiga bog'liq bo'ladi.

Demak, kuchlanish transformatori yordamida o'lchash jarayonida quyidagi xatolik mavjud:

$$\gamma_U = \frac{U_1' - U_1}{U_1} 100\% = \frac{U_2 K_n - U_2 K}{U_2 K} 100\% = \frac{K_n - K}{K} 100\% = \gamma_k \quad (6.43)$$

bu yerda, $\gamma_u = \gamma_k$ transformatsiya koeffitsiyenti yoki kuchlanish xatoligi deb ataladi, $U_1' = K_n U_2$ o'lchangan kuchlanish qiymati, $K_n = U_{n1} / U_{2n}$ transformatorning nominal transformatsiya koeffitsiyenti.

Odatda, $U_{n2} = 100$ V yoki $100 / \sqrt{3}$ ga teng qilib olinadi. Undan tashqari bunday transformatorlarda burchak xatoligi ham mavjud. Burchak xatoligi (δ) birinchi kuchlanish vektori U_1 va undan 180° ga burilgan ikkinchi kuchlanish vektori U_2 oralarida hosil bo'ladigan burchak siljishidan kelib chiqadi. Agar berilgan U_2 vektori U_1 vektoridan ilgari ketgan bo'lsa, burchak xatoligi musbat deb yuritiladi.

Burchak xatoligi transformatorga fazometr, vattmetr, schyotchik va himoya asboblari ulanganda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. O'lchash transformatorlarining yana bir xatoligi ularning birinchi va ikkinchi chulg'amlarida yo'qoladigan kuchlanish hisobiga paydo bo'ladi. Yuqorida eslatib o'tganimizdek transformator yordamida o'lchash jarayonida hosil bo'ladigan xatoliklarning barchasi ularning chulg'amlari, qarshiliklari (R_1, R_2 va X_1, X_2), ikkinchi chulg'am yukining qiymati va xususiyati, salt ishlash toki, ikkinchi zanjir tok qiymati va fazasi, birinchi kuchlanish va zanjir chastotalariga bog'liq.

Odatda, chulg'amning aktiv qarshiliklarini kamaytirish maqsadida chulg'am simlarining ko'ndalang kesimlari yuzasini oshirish (simni qalinlashtirish) tavsiya etiladi. Reaktiv qarshilikni kamaytirish uchun esa kichik qiymatli magnit induksiyasi ishlatiladi (0,6–1 TI), ya'ni magnit zanjiri oliy sifatli po'latlardan yasaladi. Bunday tadbir transformatorning salt ishlash tokini hamda magnit zanjirdagi isroflarni kamaytiradi.

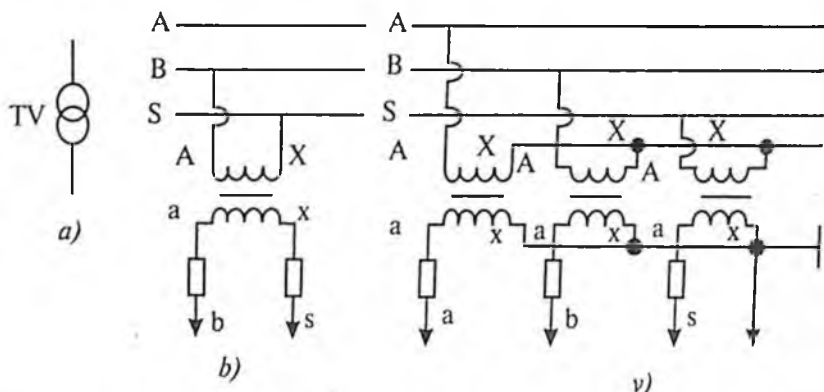
Kuchlanish transformatorlarining pasportlarida ularning to'la quvvatlarining nominal qiymatlari keltiriladi:

$$S_n = I_{n2} U_{n2} = U_{n2}^2 / Z_{n2} = I_n^2 Z_{n2} \quad (6.43)$$

Ushbu ifodaga asosan, bir o'lchash transformatoriga ulanadigan o'lchov asboblarning soni ularning nominal quvvatlarining yig'indisiga bog'liq va bu quvvatlar yig'indisi o'lchov transformatorining nominal quvvatidan oshib ketmasligi shart.

Xizmatchi xodimlarning texnik xavfsizligini ta'minlash maqsadida kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'amlarining bir qisqichi va uning metall qismi har doim yerga ulab qo'yiladi. Aks holda birinchi chulg'amlardan birining izolatsiyasi shikastlansa o'lchash transformatorining ikkinchi g'altagi, unga ulangan o'lchov asboblari bilan birgalikda yuqori kuchlanish ostida qoladi.

Kuchlanish transformatorlari quyidagi aniqlik sinflariga bo'linadi: 0; 0,05; 0,1; 0,2 0,5; 1; 3. Izolatsiyalarining turkumlariga qarab quruq (3 kV gacha) va moyli yoki izolatsiyalovchi qorishmalik (3 kV dan yuqori) bo'ladilar. Ishlab chiqarish sanoati har xil turdagi kuchlanish transformatorlari bilan bir qatorda laboratoriya kuchlanish transformatorlarini



101-rasm. Bir fazali kuchlanish transformatorining shartli belgilanishi (a), ulanish sxemalari (b,v).

ham ishlab chiqaradi. Masalan, bunday transformatorlarga UTN-1, (0,2 aniqlik sinfi), $U_{n1}=380-500$ V, $(380/\sqrt{3})$ V, $U_{n2}=100-100/\sqrt{3}$ V; $(100/\sqrt{3})$ V). 1-50 turidagi kuchlanish transformatorining aniqlik sinfi 0,2 $U_{n1}=15; 10; 6; 3$ kV va $U_{n2}=100$ V va $100/\sqrt{3}$ V.

Katta qiymatlik kuchlanishlarni o'lchashda oddiy o'lchash transformatorlarini qo'llash, ularning gabarit qiymatlarini kattalashuviga sababchi

bo'ladi, chunki kuchlanish oshishi bilan ularning ichki izolatsiyalari qalinlashadi. Demak, katta kuchlanishlarni o'lchashda ($U=110$ kV) elektromagnit yoki sig'im ($U=50$ kV) kaskadlari qo'llaniladi.

Kuchlanish transformatorlari aniqlik bo'yicha uchta darajaga bo'linadi:

0,5 chi ($\Delta U=\pm 0,5\%$; $\delta=\pm 20$ min), 1 chi ($\Delta U=\pm 1\%$; $\delta=\pm 40$ min), 3 chi ($\Delta U=\pm 3\%$, δ -normallanmagan).

Releli himoya va o'lchash maqsadlarida sanoatda ishlab chiqariladigan kuchlanish transformatorlarining ikkilamchi kuchlanishlari: NOS-0,5, NOSK-3 uchun 100 V, ZNOM-35-100+1,73 V, NTMK-10-100 V.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Releli himoyaning asosiy vazifalari.
2. Releli himoyaning turlari.
3. Elektromexanik relelarning tuzilishi.
4. Maksimal va minimal qiymatli relelar qo'llanishi.
5. Oraliq relelarining tuzilishi va qo'llanishi.
6. Qutblangan relelarning tuzilishi va qo'llanishi.
7. Induksion relelar tuzilishi va qo'llanishi.
8. Magnitoelektrik relelar tuzilishi va qo'llanishi.
9. Yuqori kuchlanishli liniyalarni releli himoyalash.
10. Bir va uch fazali qisqa tutashuvlardan himoyalash.
11. Transformatorlarni releli himoyalash sxemasi.
12. Maksimal tok himoyasi.
13. Releli differensial himoya sxemasi.
14. Yig'ma shinalarni releli himoyalash.

YETTINCHI BOB

PODSTANSIYALARNING O'Z EHTIYOJ ENERGIYA TURLARI

7.1. O'z ehtiyoj ist'emoli

O'z ehtiyoj manbalari bo'lib to'g'ridan-to'g'ri generatorlarning chiqish nuqtalariga yoki taqsimlash qurilmalariga ulangan pasaytiruvchi transformatorlar, reaktiv liniyalar xizmat qiladi. Ayrim agregatlarni qayta ishga tushirish uchun zarur bo'lgan o'z ehtiyoj elektr energiyasi umumiy elektr tizimdan olinadi va shu sababli ular asosiy tizimga ulangan bo'ladi. Ulardan tashqari ular stansiyaning tarmog'iga, yaqin o'rtada joylashgan podstansiyalarga, aloqa avtotransformatorlarining alohida uchinchi chulg'amlariga ulanishlari mumkin. Oxirgi vaqtlarda ayrim xorij davlatlarda issiqlik o'z ehtiyoj energiyasini avariya holatini qoplash uchun, elektr stansiyalarda alohida avtonom gazli turbina agregatlari o'rnatilmoqda.

Ma'lumki har qanday elektr stansiyalarda umumiy energiya tizimidan xolis bo'lgan alohida manbalar mavjud. Ular asosiy va rezerv o'z ehtiyoj manbalar ishlaymay qolganda stansiya agregatlarini buzilishsiz va tashqi muhitga ta'sir o'tkazmasdan to'xtatish ishlarini ta'minlaydi. Masalan, issiqlik va gidro elektr stansiyalarida bu vazifani akkumulatorlar batareyalari bajaradi. Katta quvvatlik kondensatsion elektr stansiyalarning (KES) avtonom o'z ehtiyoj elektr manbasining quvvati 200—500 kVt bo'lishi mumkin. AES o'z ehtiyoj manbasining quvvati stansiyaning xavfsizligini to'la ta'minlash maqsadida reaktor bloki umumiy quvvatining 1,5 % teng yetib olinadi.

O'z ehtiyoj energiya manbalariga quyidagi talablar qo'yiladi:

- o'z ehtiyoj mexanizmlarining ishonchli ishlashini ta'minlash;
- o'z ehtiyoj mexanizmlarining iqtisodiy ishlashini ta'minlash;
- ishga tushirish, boshqaruv, to'xtatish jarayonlarini hamda mexanizmlarning ishonchli ishlashini ta'minlash;
- stansiyadagi avariya holatlarni umumiy elektr energiya tizimiga ta'sirini o'tkazmaslik.

Xulosa qilib aytganda, shu kecha kunduzda o'z ehtiyoj elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun alohida avtonom energiya manbasini yaratish shart emasligi isbot qilindi. Bu esa juda katta iqtisodiy foyda keltiradi, chunki ayrim generator to'xtatilsa yoki ishga tushirilsa uni umumiy tarmoqdan foydalanib qayta ishga tushirish, boshqarish osonroq.

O'z ehtiyoj energiya manbalarini qurishning ikki usuli mavjud:

– o'z ehtiyoj energiyasini umumiy elektr tizimidan olish;

– o'z ehtiyoj energiya quvvatini asosiy generator yoki yordamchi turbina o'qlariga joylashtirilgan kichik quvvatlik generatorlardan olish.

Birinchi usulning kamchiligiga uning asosiy elektr tizimi qiymatlari, chastota, kuchlanish va boshqalarning o'zgarishiga bog'liqligi kiradi.

Ikkinchi usulning kamchiligi esa unga sarf bo'ladigan mablag'ning ko'pligi hisoblanadi.

Hozirgi kunda elektr stansiyalarining o'z ehtiyoj manbalari energiya tizimida sodir bo'lishi mumkin bo'ladigan avariya holatlarni faqat energiya tizimni to'la avtomatlashtirish orqaligina bartaraf eta olishi mumkin.

O'z ehtiyoj manbalarining ko'p tarqalgan turlaridan biri 102-rasmda keltirilgan. Sxemada generator-transformator bloki.

(1), o'z ehtiyoj ishchi transformatori (2), o'z ehtiyoj ishchi transformatori (3), zaxira manba magistrali (4), zaxira ishga tushirish transformatori (5), elektr stansiyaning yuqori kuchlanish taqsimlash qurilmasi (6) qabul qilingan. Bunday sxemalarning ishlaridagi ishonchlilik, barqarorlik, quyidagi chora, tadbir va vositalar natijasida olinadi:

– o'z ehtiyoj tizimlarida qisqa tutashgan;

– rotorlik asinxron motorlarini ishlatish.

Bunda ularni ishga tushirish to'g'ridan-to'g'ri manbaga ulab amalga oshirilishi mumkin, tezliklari boshqarilmaydi va manba kuchlanishining pasayishi bo'yicha himoyalana xolos.

– o'z ehtiyoj va elektr energiya tizimidagi avariya holati tugagach ularni qayta o'z-o'zidan ishga tushib ketishini ta'minlash;

– elektr energiya tizimi va o'z ehtiyoj manbalarining barcha elementlariga tez ta'sir etuvchi avtomat ravishda ishlovchi sxemalar, o'chirgichlarni qo'llash.

Elektr energiyasi tizimlaridagi barcha hodisalarni nazorat etuvchi umumiy avtomatlashtirilgan tizimni yaratish (chastota bo'yicha avtomat ravishda yuksizlantirish, zaxiradagi manba va o'z ehtiyoj mexanizmlarini tizimga kiritish, generatorning qo'zg'atuvchi chulg'amini avtomat ravishda boshqarish va karralik qo'zg'atish usulini ta'minlash).

O'z ehtiyoj mexanizmlari qarshilik momentlari bo'yicha ikki turda bo'ladi: aylanishlar chastotasiga bog'liq bo'lmagan, aylanishlar chastotasiga bog'liq bo'lgan (102-rasm).

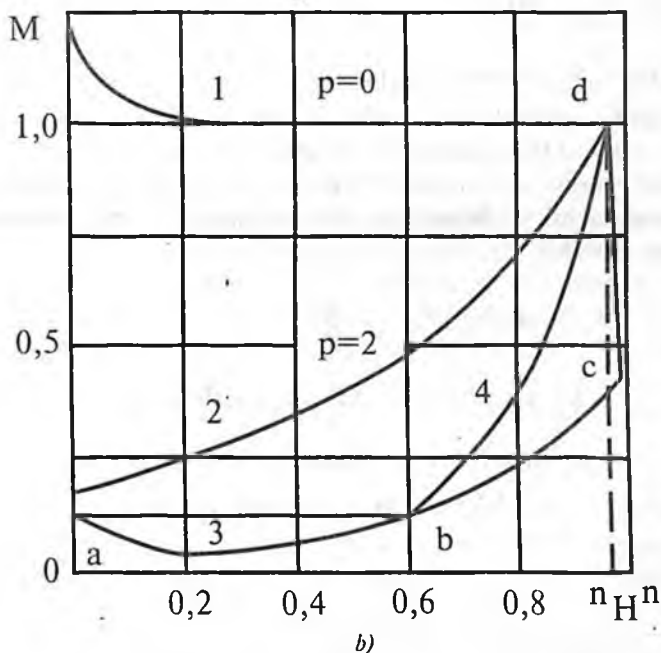
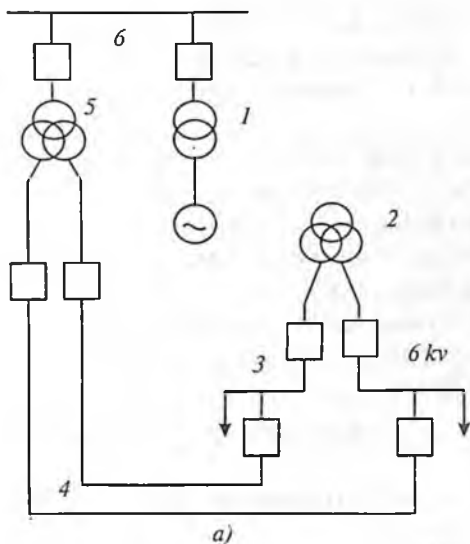
O'zgarmas qarshilik momentlik kranlar, lebedkalar, kompressorlar va yonilg'ini tayyorlovchi va yetkazib beruvchi transportlar (ko'mir maydalagichlar, tegirmonlar, transportyorlar, ko'mir changini yutuvchilar) kiradi. Bunday mexanizmlarning ishga tushirish moment qarshiliklari ancha yuqori.

Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek juda ko'p mexanizmlar ventilator yuklamasi bilan ishlatiladi ($M \equiv n^2$). Shuning uchun ularning ishga tushirish momentlari nominal momentga nisbatan juda kichik bo'ladi ($M_{\text{ven.it}} = ((0,1 \div 0,3)M_n)$).

Xuddi shunday juda ko'p mexanizmlar nasos yuklamasi bilan ishlatiladi. Nasos momentlarining o'zgarishi ventilatori yuklamalik mexanizmlarinikiga o'xshasada, ulardan ancha murakkabroq hisoblanadi. Chunki ular faqat dinamik moment qarshiligi ostida ishlamaydi, balki ularga statik moment ham ta'sir qiladi. Bunda suyuqlikni ko'tarish balandligi va teskari bosimning ta'sirini hisobga olish lozim. Nasoslarning ochib va yopib turiladigan to'g'onlarining, eshiklarining ish jarayoni juda katta ahamiyatga ega.

Umuman olganda o'z ehtiyoj mexanizmlari ish jarayonlarining barcha turlarini hisobga olish lozim, chunki ayrim mexanizmlarning miqdorlarini boshqarish zarur. Ayniqsa, nasos va ventilatorlarning ishlab chiqarish ko'rsatkichlari doimo bajarilib turiladi. Boshqarish esa ularning QH tavsiflarining o'zgarishiga olib keladi. Bunda aylanish chastotasini o'zgartirish, nasos lopastlarining burchaklarini boshqarish, drosser boshqarish usullari keng qo'llaniladi. Nasos va ventilatorlarning ishlab chiqarishini boshqarish usulini tanlashda ularga qo'yilgan talablar: silliqlik, boshqarish ko'lam, iqtisodiylik, ishlovchilik va boshqalar bajarilishi talab qilinadi.

Ventilatorlarning aylanish chastotalarini boshqarish ularning elektr yuritmalarining tezligini o'zgartirishni taqozo etadi. Bunda asinxron motorlarining tezligi asinxron-ventillik kaskad, tiristorlik boshqarish, manba chastotasini o'zgartirish, kollektorlik motorlarni qo'llash, ikki tezlik asinxron motorlarini ishlatish usullari bilan boshqariladi. Ayrim hollarda par turbinalari yuritmalarini ham boshqarishga to'g'ri keladi. Markazdan qochuvchi va o'q bo'ylab harakatlanuvchi nasoslarning ishlab chiqarish hajmini tezlikni o'zgartirish, yoki parraklarning joylashishi burchagini o'zgartirish usulini qo'llash mumkin. Bunday usul juda iqtisodiy hisoblanadi va uning ko'rsatkichlari chastota yordamida boshqarish usulining ko'rsatkichlariga yaqin bo'ladi.



102-rasm: a—o'z ehtiyojini generatoridan va energotizimdan ta'minlash;
 b—o'z ehtiyoj elektr yuritmalaring mexanik tavsiflari; 1—tegirmon;
 2—ventilator; 3, 4—nasos va teskari bosimga ishlovchi nasos.

Ko'p hollarda parraklik nasos va ventilatorlarning ishlab chiqarish ko'rsatkichlari drosellash, elektromagnit yoki gidravlik muftalarni qo'llash bilan ham amalga oshiriladi. *O'z ehtiyoj transformatorlarining quvvatlarini tanlash.*

O'z ehtiyoj manbasi ishchi transformatorlarining quvvati asosiy yuklamalarning quvvati va ularning ish turlariga ko'ra hisoblab topiladi. Ma'lumki barcha mexanizmlar tinmay ishlatilmaydi, ularning ko'plari davriy yoki qisqa muddatli ishlatilishi mumkin.

Transformatorning umumiy quvvatini aniqlashda asosiy, zaxira va kam ishlatiladigan mexanizmlarning quvvatlari ham hisobga olinadi. Ko'p hollarda transformatorlarning birinchi kuchlanishlari generator kuchlanishiga teng qilib olinadi.

$$S_{tr.0,4} = 0,75\Sigma P'_{dv} + 0,35\Sigma P''_{dv} + 0,2\Sigma_{lug'on.dv} + 0,9\Sigma P_{yorit} \quad (7.1)$$

bu yerda, $\Sigma P'_{dv}$, $\Sigma P''_{dv}$ - transformatorga ulanadigan,

($P_{n.dv} > 75kVt$, $P_{n.dv} < 75kVt$) - motorlarning umumiy quvvatlari,

$\Sigma_{lug'on.dv}$ - to'g'on elektr motorlarining quvvati, ΣP_{yorit} , isitish va yoritish asboblarning umumiy yuklamasi. Elektr stansiyalarida ishlatiladigan motorlarning aksariyati katta quvvatlik bo'lganligi sababli 6 kV manbaga ulanadilar. Endi, yuqori kuchlanishlik motor va transformatorlarning quvvatlariga qarab kichik kuchlanish (6 kV) iste'molchilarining umumiy quvvatini topish mumkin.

$$S_{m.v} = 0,9 (\Sigma P_{mot.v} + \Sigma S_{m.0,4}) \quad (7.2)$$

bu yerda, $\Sigma P_{mot.v}$ 6 kV kuchlanishlik barcha qurilmalarning umumiy quvvatlari. $\Sigma S_{m.0,4}$ 6/0,4 kV kuchlanishlik asosiy, zaxira, kam ishlatiladigan transformatorlarga ulangan quvvatlarning yig'indisi.

Zaxira energiya manbalari, ularning soni texnologik jarayonga va ishlab chiqarish tajribalariga asosan aniqlanadi. Masalan, quvvati 165 MVt va undan yuqori bo'lgan 2 bloklik IES lari uchun bir dona zaxira transformatori, bloklar soni 3-6 bo'lgan IES da ikkita transformator o'rnatilishi tavsiya etiladi. Agar IES bloklar soni oltitadan ortiq bo'lgan u holda ikkita zaxira va yana uchinchi zaxira transformatorlari o'rnatiladi. Bu transformator tizimga ulanmagan, ammo u har doim ishdan chiqqan transformatorni almashtirish uchun tayyor holga keltirilgan bo'ladi.

7.2. Podstansiya akkumulator batareyasi va uning hisobi

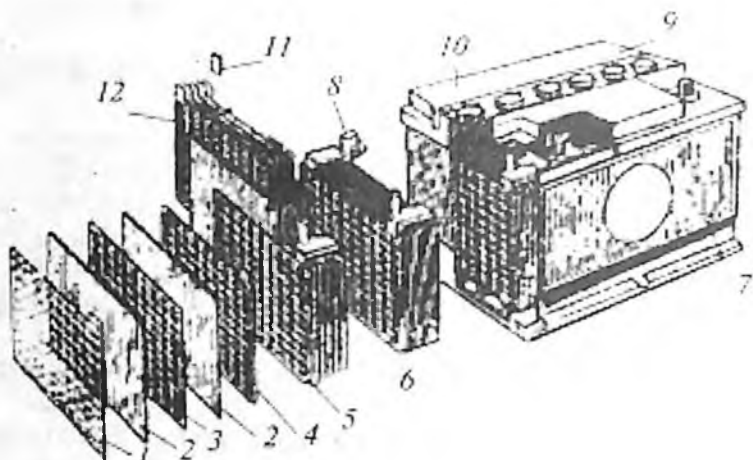
Podstansiyalarda asosan ishqorli va ba'zi hollarda qo'rg'oshin-kislotali akkumulatorlar ishlatiladi.

Ishqorli akkumulator elementining EYuK 1,25 V ga teng bo'lib, 12 V kuchlanishga ega bo'lgan akkumulator batareyasini hosil qilish uchun o'n ta akkumulator elementi ketma-ket ulanadi. Ishqorli akkumulator batareyalarining ichki qarshiligi nisbatan katta bo'ladi, shuning uchun katta tok bilan razrad qilinganda (starter rejimi) ularning tutqichlaridagi kuchlanish, qo'rg'oshin-kislotali akkumulatorlarga nisbatan ancha past bo'ladi.

12 V kuchlanishga mo'ljallangan ishqorli akkumulator batareyasi, qo'rg'oshin-kislotali akkumulatorga nisbatan 1,5 marta og'ir bo'ladi, narxi esa 2–3 barobar ortiq bo'ladi. Shuning uchun, ishqorli akkumulatorlar avtomobilda juda kam ishlatiladi. Lekin, ishqorli akkumulatorlarning mexanik mustahkamligini yuqoriligi va xizmat muddati qo'rg'oshin-kislotali akkumulatorlarga nisbatan 4–5 barobar ortiq bo'lishi diqqatga sazovordir. Shu sababli, akkumulatorlarni ishlatish jarayonida ularning ishonchlilik va chidamlilik omillari o'ta zarur bo'lganda (masalan, yer sharining shimoliy yoki janubiy qutblarida, umuman yetib borish qiyin bo'lgan joylarda ishlaydigan avtomobillar uchun) ishqorli akkumulatorlarni ishlatish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Akkumulator batareyasi yaxlit qobiq 12 da joylashtirilgan uch yoki olti ketma-ket ulangan akkumulatorlardan tashkil topgan (103-rasm). Har bir akkumulator bir-biridan to'siqlar bilan ajratilgan. Akkumulator batareyalarining qobig'i ebonit, termoplast, polipropilen va polistirok kabi kislotaga chidamli, mexanik mustahkamligi yetarli darajada yuqori bo'lgan materiallardan tayyorlanadi. Qobiqning har bo'limining pastki qismida musbat va manfiy plastinalar tayanadigan qovurg'alar 13 bo'lib, ular akkumulator tubiga cho'kmalar yig'ilganda (aktiv massa to'kilganda) plastinalarni qisqa tutashuvdan saqlaydi.

Akkumulator elementi musbat 2 va manfiy 3 plastinalardan yig'iladi. Plastinalar asosi qo'rg'oshin panjara bo'lib, uning quyilish xususiyatlarini yaxshilash, mexanik mustahkamligini va korroziyaga chidamliligini oshirish maqsadida tarkibiga 7–8 % surma va 0,1–0,2% margimush qo'shiladi. qo'rg'oshin panjara oralariga aktiv massa to'ldiriladi. Musbat plastinaga aktiv massa sifatida qo'rg'oshin surigi (Pb_3O_4), qo'rg'oshin oksidi (PbO) va sulfat kislotasi (H_2SO_4) aralashmasi qoplansa, manfiy plastinaga qo'rg'oshin kukuni va sulfat kislotasi aralashmasi suriladi. Musbat plastinaning aktiv massasi mustahkamligini oshirish uchun unga poli propilen tola-



103-rasm. Akkumulator batareyasi: 1—reshotka; 2—separator; 3—manfiy plastinalar; 4—musbat plastinalar; 5—manfiy plastinalarining yarim bloki; 6—elektrod va separatorlar bloki; 7—monoblok korpusi; 8—qutb chiqishi; 9—elektrolit quyish teshigi; 10—qopqoq; 11—ko'prikcha; 12—musbat plastinalarining yarim bloki.

lari qo'shiladi. Manfiy plastinalaridagi aktiv massa ish jarayonida zichlashib ketishini oldini olish uchun uning tarkibiga 2 % gacha kengaytiruvchi moddalar qo'shiladi. Kengaytiruvchi moddalar sifatida torf, qorakuya, paxta tarandisi va hokazolar ishlatiladi.

Shu usulda tayyorlangan plastinalar presslanadi, quritiladi va sulfat kislota N_2SO_4 hamda distillangan suvdan tashkil topgan eritmaga, ya'ni elektrolitga tushiriladi va qiymati kichik bo'lgan tok bilan zaryad qilinadi. Bu jarayon *plastinalarni shakllanishi* deb ataladi.

Akkumulator elementlari, turli tuzilishga ega bo'lgan elementlararo ulagichlar yordamida batareyaga birlashtiriladi. Qopqoqlari alohida bo'lgan akkumulatorlarda ulagichlar tashqaridan o'tadi (103-rasm). Umumiy qopqoqli akkumulatorlarda ulagichlar elementlararo to'siqlar ustidan yoki bevosita to'siq orqali o'tkaziladi. Bu ko'rinishdagi, ya'ni kaltalashtirilgan elementlararo ulagichlar, akkumulatorlarning ichki qarshiligini kamaytirish, qo'rg'oshin sarfini va demak, akkumulator batareyasining umumiy vaznini ozaytirish imkonini beradi.

7.3. Zaryadlash va nimzaryadlash qurilmalari

Akkumulatorning elektr yurituvchi kuchi (EYuK).

Elektr yurituvchi kuch, akkumulatorning asosiy ko'rsatkichlaridan biri bo'lib, u tashqi zanjir uzilgan holda, musbat va manfiy elektrodlar orasidagi potentsiallar ayirmasiga teng qo'rg'oshin-kislotali akkumulatorning EYuK faqat razradlanish-zaryadlanish jarayonlarida ishtirok qilayotgan moddalarning kimyoviy va fizik xususiyatlariga bog'liq. Plastinalarning kattaligi va aktiv massaning miqdori EYuK ga mutlaqo ta'sir ko'rsatmaydi.

Qo'rg'oshin-kislotali akkumulatorning EYuK— E quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$E = 2,047 + \frac{RT}{F} \ln \left[\frac{\alpha(H_2SO_4)}{\alpha(H_2O)} \right] \quad (7.3)$$

bu yerda, R —universal gaz doimiysi, T —absolut temperatura, F —Faradey soni, $\alpha(H_2SO_4)$ $\alpha(H_2O)$ —elektrolit aktivligi.

RT/F ning 25 °C dagi qiymati 0,02565 V ga teng. Elektrolit aktivligi uning konsentratsiyasiga, ya'ni zichligi ρ ga bog'liq. Elektrolitning akkumulatoridagi elektrokimyoviy jarayonlarda ishtirok qilishi natijasida, zichligi va plastinalar orasidagi potentsiallar ayirmasi o'zgaradi va ularga mos ravishda EYuK ham o'zgaradi.

Amalda, akkumulatorning EYuK ini aniqlash uchun tajriba yo'li bilan topilgan ifodadan foydalaniladi:

$$E = 0,84 + \rho_{25} \cdot 10^{-3} \quad (7.4)$$

bu yerda, ρ_{25} —elektrolitning 25° ga keltirilgan zichligi, kg/m³ da.

Qutblanish EYuK. Akkumulator tashqi zanjirga ulanganda, uning elektrodleri orasidagi potentsiallar ayirmasining o'zgarishi—qutblanish deb ataladi. Qutblanish asosan razradlanish va zaryadlanish jarayonining boshlanishida, elektrolitning plastinalarga yaqin qatlamlaridagi zichligi o'zgarishi bilan bog'liq.

Razrad vaqtida plastinalarga yaqin qatlamlardagi elektrolit zichligi kamayadi, natijada, akkumulatorning EYuK ham qutblanishning razrad EYuK (E_{qR}) qiymatiga teng miqdorda kamayadi. Zaryadlanish vaqtida, buning aksi elektrolit zichligi ortadi, demak akkumulatorning EYuK ham qutblanishning zaryad EYuK (E_{qZ}) qiymatiga teng miqdorda ortadi.

Qutblanish-o'tish jarayonidir. Batareyani razradga qo'yilgandan so'ng qutblanishning davom etishi razrad tokining kattaligiga va elektrolit

temperaturasi bog'liq. Masalan, akkumulator katta tok (starter rejimida) razrad qilinganda va elektrolit temperaturasi -30°C gacha bo'lganda, qutblanish vaqti 10 sekunddan oshmaydi. Razrad toki kamayishi bilan qutblanish vaqti ortadi.

Razrad vaqtidagi qutblanish EYuK ning maksimal qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$E_{\mu} = m \cdot \ln \left(\frac{0,11}{(n-1)S} \right) \cdot \left(\frac{4300 - 45t_{el}}{110 + t_{el}} \right) \cdot 10^{-3} \quad (7.5)$$

bu yerda, m —bataryada ketma-ket ulangan akkumulatorlar soni, n —akkumulatoridagi plastinalar soni, S —plastinalarning umumiy yuzasi, m^2 ; t_{el} —elektrolit temperaturasi, $^{\circ}\text{C}$.

Akkumulatorning ichki qarshiligi. Akkumulatorning ichki qarshiligini quyidagi formula orqali ifodalash mumkin:

$$R = R_o + R_q \quad (7.6)$$

bu yerda, R_o —aktiv qarshilik, R_q —qutblanish qarshiligi.

Aktiv qarshilik R_o —elektrodlar, elektrolit, separatorlar va akkumulatoridagi metall qismlarning (elementlararo ulagichlar, plastina panjaralari va hokazo) qarshiliklari yig'indisidan iboratdir. Tadqiqotlar, aktiv qarshilik R_o akkumulator to'la zaryadlangan holda eng kichik qiymatga ega bo'lishini ko'rsatdi. Razradlanish jarayoni boshlangandan so'ng elektrodlardagi aktiv massaning kimyoviy tarkibi o'zgarib boshlaydi, elektrolitning zichligi pasayadi. Bu esa o'z navbatida, R_o ni ortishiga olib keladi, chunki g'ovak qo'rg'oshinning solishtirma qarshiligi $1,8 \cdot 10^{-4}$ Om-sm, qo'rg'oshin ikki oksidiniki $74 \cdot 10^{-4}$ Om-sm bo'lsa, qo'rg'oshin sulfat tuzining solishtirma qarshiligi $1 \cdot 10^7$ Om-sm ni tashkil qiladi. Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, razrad natijasida hosil bo'ladigan qo'rg'oshin sulfat tuzining qarshiligi birlamcha moddalarning (Pb, PbO_2) qarshiligidan ancha katta qiymatga ega.

Elektrolitning qarshiligi uning zichligi va temperaturasi bog'liq. Zichlik va temperatura qancha past bo'lsa, elektrolitning qarshiligi shuncha yuqori bo'ladi. Demak, aktiv qarshilik R_o asosan akkumulatorning razradlanganlik darajasiga va elektrolit temperaturasi bog'liq ekan.

Zaryadlanish va razradlanish vaqtida qutblanish EYuK-akkumulatorning ichki zanjirlaridagi kuchlanishning pasayishi (yoki

ortishi) sifatida namoyon bo'ladi. Shuning uchun, qutblanish EYuK ni shartli ravishda qutblanish qarshiligi R_q orqali ifoda etish mumkin, ya'ni $E_q = I \cdot R_q$.

Qutblanish qarshiligi elektrolit temperaturasi pasayishi bilan ortadi va tok ortishi bilan (razradlanish va zaryadlanish vaqtida) kamayadi.

Akkumulatorning sig'imi. Akkumulatorning asosiy parametrlaridan biri sig'imdir. Sig'imning ikki turi bor: *razrad va nominal sig'im*.

Razrad sig'imi deb, to'la zaryadlangan akkumulator ma'lum cheklangan kuchlanishgacha (U_{ChEK}) qiymati o'zgarmas tok bilan razrad qilinganda, tashqi zanjirga bergan maksimal elektr miqdoriga aytiladi.

Akkumulatorlarni bir-biri bilan solishtirish uchun *nominal sig'im* — S_{20} nomli shartli tushuncha kiritilgan. Nominal sig'im deb, ma'lum belgilangan shart-sharoitda akkumulator to'plashi va berishi mumkin bo'lgan elektr miqdoriga aytiladi. Davlat standarti bo'yicha nominal sig'im S_{20} elektrolitning temperaturasi 25 °C, razrad vaqti 20 soat, razrad toki $I_R = 0,05 C_{20}$ bo'lganda aniqlanadi. Razrad 6 V li batareyalar uchun kuchlanish 5,25 V gacha, 12 V li batareyalar uchun 10,5 V gacha kamayganda to'xtalishi kerak.

Sig'im— S , A·soat bilan o'lchanadi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$S = I_R \cdot t \quad (7.7)$$

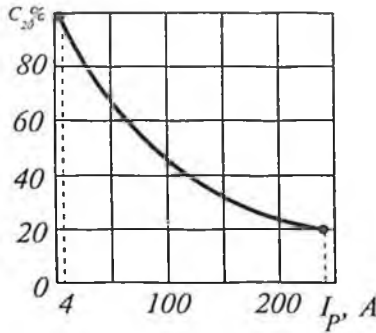
bu yerda, I_R —razrad toki, A; t —razrad davom etgan vaqt, soat.

Akkumulatorning razrad sig'imi o'zgaruvchan bo'ladi va asosan, quyidagi omillarga bog'liq:

- manfiy va musbat plastinalardagi aktiv massaning miqdori va g'ovakligi;
- razrad tokining qiymati;
- elektrolit harorati;
- elektrolit zichligi va kimyoviy tozaligi.

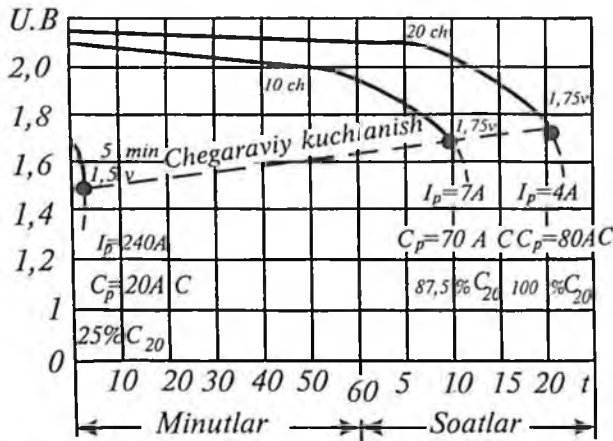
Plastinalar qalinligini kamaytirish, sonini ko'paytirish va aktiv massaning g'ovakligini oshirish — elektrolitning ta'sir yuzasini kengaytiradi, aktiv massaning ichki qatlamlarga o'tishini yengillashtirib, kimyoviy reaksiyada ishtirok qilayotgan moddalarning miqdorini oshiradi va natijada, akkumulatorning sig'imi ortadi. Lekin, plastinalar qalinligini me'yoridan ortiq kamaytirish, ularning mexanik mustahkamligiga ta'sir qilishi mumkin. Shuning uchun, hozirgi zamon avtomobillaridagi akkumulator plastinalarining qalinligi 1,5–2,4 mm oralig'ida belgilangan.

Razrad tokining qiymati, akkumulatorning sig'imiga katta ta'sir ko'rsatadi. U qanchalik kichik bo'lsa, akkumulatorning sig'imi, ya'ni



104-rasm. Akkumulator sig'imining razrad tokiga bog'liqligi. (Elektrolit temperaturasi 25 °C).

undan olish mumkin bo'lgan elektr miqdori shunchalik katta bo'ladi (104-rasm). Chunki, razrad toki kichik bo'lganda, akkumulatorda sodir bo'layotgan kimyoviy jarayonlar sekinlik bilan davom etadi, elektrolit aktiv massaning eng ichki qatlamlarigacha singib boradi va natijada, reaksiyada ishtirok qilayotgan moddalar miqdori ortadi, demak sig'im ham ortadi.



105-rasm. Akkumulator razrad tokining turli qiymatlaridagi razrad tavsifnomasi. (Elektrolit temperaturasi 25 °C).

Aksincha, razrad tokining qiymati qanchalik katta bo'lsa, akkumulatorning sig'imi shunchalik kichik bo'ladi (104-rasm). Chunki, razrad toki katta bo'lsa, (ayniqsa, starter ulanganda) akkumulatorda sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlar jadallashadi, elektrolit asosan, aktiv massaning ustki qatlami bilan reaksiyaga kirishadi va katta tezlik bilan hosil bo'layotgan qo'rg'oshin sulfat --PbSO_4 tuzining kristallari, plastinalardagi mayda g'ovak teshikchalarni yopib qo'yadi va kislota aktiv massaning ichki qatlamlariga o'tib, u yerdagi moddalar bilan reaksiyaga kirishishiga yo'l qo'ymaydi. Elektrolitning plastinalar yuzasiga yaqin qatlamlaridagi zichligi keskin pasayadi va unga mos ravishda akkumulatorning EYuK E va kuchlanishi U ham kamayadi. 105-rasmda 80 A-soat sig'imga ega bo'lgan akkumulatorning, elektrolit temperaturasi 25°C bo'lganda, qiymati har xil bo'lgan tok bilan razrad qilingandagi tavsifnomasi keltirilgan. Tavsifnomadan ko'rinib turibdiki, razrad tokining qiymati 4 A va razrad vaqti 20 soat bo'lganda, akkumulatorning kuchlanishi 1,7 V gacha kamayib, uning sig'imi 80 A-soatni tashkil qiladi, ya'ni u nominal sig'imining hammasini beradi. Endi razrad tokining qiymati 240 A gacha oshirilsa, akkumulatorning kuchlanishi 5 minut davomida 1,5 V gacha kamayadi va u 20 A-soat elektr miqdorini, ya'ni sig'imining atigi 25 % beradi. Yana shuni alohida ta'kidlash lozimki, bu holda aktiv massaning faqat 0,1 mm qalinlikdagi qatlami reaksiyada ishtirok etadi.

Razrad sig'imiga elektrolitning temperaturasi ham katta ta'sir ko'rsatadi. Temperaturaning pasayishi uning qovushqoqligini oshiradi, natijada akkumulatoridagi kimyoviy jarayonlar sekinlashadi, elektrolit plastinalarning mayda g'ovak teshikchalaridan ichki qatlamlariga o'tishini qiyinlashtiradi. Bundan tashqari, oldingi bo'limlarda qayd qilingandek, elektrolit temperaturasining pasayishi akkumulatorning aktiv va qutblanish qarshiliklarini oshiradi. Yuqorida aytilgan sabablarga ko'ra elektrolit temperaturasi pasayishi bilan akkumulatorning sig'imi kamayadi. Razryad toki qanchalik katta bo'lsa, elektrolit temperaturasining pasayishi sig'imga shunchalik kuchli ta'sir qiladi (105-rasm). Elektrolit temperaturasi $+25^\circ\text{C}$ dan $+45^\circ\text{C}$ gacha oshganda akkumulatorning sig'imi 10–15 % gacha ortadi. Lekin bunda plastinalar qattiq qayishib, aktiv massa to'kilib, musbat plastina panjaralari yemirilib ketish xavfi bor.

Akkumulatorning quvvati va energiyasi. Akkumulatorning quvvati quyidagi ifoda bilan belgilanadi:

$$P = U \cdot I_r \quad (7.8)$$

bu yerda, P —akkumulatorning quvvati, Vt ; U —kuchlanishi, V ; I_r —zaryad toki, A . Ma'lum t vaqt davomida akkumulator berishi mumkin bo'lgan energiya quyidagi ifoda orqali aniqlanadi Vt -soat:

$$W_r = \int_0^{t_r} I_r \cdot U_r \cdot dt, \quad (7.9)$$

Akkumulator ishlaganda bir qism elektr energiya isrof bo'lib, u asosan elektrolizga (suvni kislorod bilan vodorodga parchalanishiga), o'z-o'zidan razradga va issiqlik ajralib chiqishiga sarf bo'ladi. Shuning uchun, zaryadlash vaqtida akkumulatorga, razrad vaqtida olinishi mumkin bo'lganga nisbatan ko'proq elektr miqdori berilishi kerak.

Akkumulatorning sig'im bo'yicha foydali ish koeffitsiyenti razrad vaqtida olingan elektr miqdorni, zaryadlash davomida berilgan elektr miqdoriga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\eta_s = \frac{C_r}{C_z} = \frac{\int_0^{t_r} I_r \cdot dt}{\int_0^{t_z} I_z \cdot dt} \quad (7.10)$$

Sig'im bo'yicha foydali ish koeffitsiyenti, zaryadlash jarayoni qanchalik to'la o'tkazilganligiga, elektrolit temperaturasiga va razrad tokiga bog'liq. To'la zaryadlangan akkumulatorni nominal tok bilan ($I_r = 0,05 S_{20}$) razrad qilinganda η_s ning qiymati 0,9–0,95 ga yaqinlashadi.

Akkumulatorning energiya bo'yicha foydali ish koeffitsiyenti, razrad vaqtida uzatilgan energiyani zaryadlash vaqtida berilgan energiyaga nisbati orqali ifodalanadi:

$$\eta_w = \frac{W_r}{W_z} = \frac{\int_0^{t_r} U_r I_r dt}{\int_0^{t_z} U_z I_z dt} \quad (7.11)$$

Akkumulatorning energiya bo'yicha foydali ish koeffitsiyenti, u nominal tok bilan razrad qilinganda, 0,75–0,85 doirasida bo'ladi. Bu koeffitsiyent asosan, razrad oxiridagi elektroliz va o'z-o'zidan razrad hisobiga sodir bo'ladigan energiya isrofini bildiradi. η_w ning qiymati η_s ga nisbatan kamroq, chunki bu yerda yuqorida ko'rsatilgan isroflardan tashqari issiqlik energiyasiga aylangan elektr miqdori ham hisobga olinadi.

7.4. Zaryadlash va podzaryadlash qurilmalari

Akkumulator batareyalarini zaryadlash usullari.

Akkumulatorlarni zaryadlash uchun, odatda, maxsus o'zgarmas tok manbayilaridan foydalaniladi. Hozirgi vaqtda zaryadlashning asosan ikki usuli qo'llaniladi:

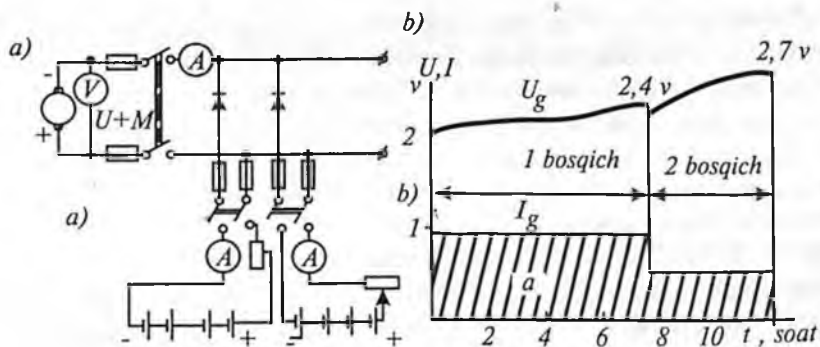
- zaryadlash tokining qiymati o'zgarmas bo'lganda;
- zaryadlash kuchlanishi o'zgarmas bo'lganda.

Tok qiymati o'zgarmas bo'lganda zaryadlash.

Bu usulda zaryad qilinganda, akkumulator batareyalari o'zgarmas tok manbayiga ketma-ket ulanadi (106a-rasm). Zaryadlash mobaynida, tok o'zgarmas holda saqlanadi va uning qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$I_z = \frac{U_z - E_b}{R_b}, \quad (7.12)$$

bu yerda, U_z —akkumulator qisqichlaridagi kuchlanish, V; E_b —zaryadlanayotgan batareyaning EYuK, V; R_b —akkumulator batareyasining ichki qarshiligi, Om.



106-rasm: Akkumulator batareyalarini tok qiymati o'zgarmas bo'lganda zaryad qilish: a)—ulanish sxemasi; b)—tavsifnomasi.

Zaryadlash davomida tok qiymatini o'zgarmas holda saqlash va uni nazorat qilish uchun, akkumulatorlarga ketma-ket reostat R va ampermetr ulanadi. Zaryadlash jarayoni bir yoki ikki bosqichda amalga oshirilishi mumkin. Bir bosqichli jarayonning boshidan oxirigacha zaryadlash

tokining qiymati o'zgarmaydi va u $0,05 C_{20}$ ga teng bo'ladi (C_{20} -akkumulatorning nominal sig'imi). Ikki bosqichli jarayonda, elektrolitda gaz ajralib chiqish boshlanguncha, akkumulator qiymati $0,15 C_{20}$ ga teng tok bilan zaryadlanadi (I bosqich). Bunda akkumulatorning har bir bankasidagi kuchlanish $2,4 V$ gacha oshadi (106b-rasm). Shundan keyin, zaryadlash toki 2–3 marta kamaytiriladi va jarayon $0,05 \cdot C_{20}$ ga teng tok bilan tugallanadi (II bosqich).

Ikki bosqichli zaryadlash jarayonining afzallik tomoni shundaki, birinchidan akkumulatorlarni to'la zaryadlash uchun ketadigan vaqt tejaladi (I bosqichda zaryadlash tokining oshirilishi hisobiga), ikkinchidan zaryadlash oxirida elektrolit qattiq «qaynab» ketishiga yo'l qo'yilmaydi (II bosqichda zaryadlash tokini sezilarli darajada kamaytirish hisobiga) va natijada, plastinalardagi aktiv massa muddatidan avval yemirilishini oldi olinadi.

Kuchlanishi U_m ga teng bo'lgan o'zgarmas tok manbayiga ketma-ket ulanishi mumkin bo'lgan akkumulator bankalarining soni (reostat qarshiligi $R=0$ bo'lganda) quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{U_m}{2,7}; \quad (7.13)$$

bu yerda, U_m — o'zgarmas tok manbaining kuchlanishi, V; 2,7—zaryadlash oxirida har bir akkumulator elementiga to'g'ri keladigan kuchlanish, V.

Zaryadlashga qo'yilayotgan akkumulator batareyalarning sig'imi bir xil yoki imkon boricha, bir-biriga yaqin bo'lishi kerak, aks holda zaryadlash toki qiymatini, sig'imi eng kichik bo'lgan batareya bo'yicha belgilashga to'g'ri keladi va sig'imi katta bo'lgan batareyalar juda sekin zaryadlanadi.

Tok qiymati o'zgarmas bo'lganda zaryadlash, hozirgi vaqtda akkumulatorlarni zaryad qilishning asosiy usuli hisoblanadi. Bu usul yordamida akkumulatorlarni to'la zaryadlashga erishish mumkin. Bundan tashqari, zaryadlash tokining qiymatini ma'lum chegarada tanlash, uni rostdab turish va nazorat qilish imkoniyati borligi, yangi akkumulatorlarni birinchi bor zaryad qilishda, plastinalari sulfatlanib qolgan akkumulatorlarni tiklashda juda qo'l keladi.

Akkumulatorlarni zaryadlash uchun sarflanadigan vaqtning nisbatan ko'pligi, zaryadlash davomida tok qiymatini doimo nazorat qilish va rostdab turish zarurati—bu usulning asosiy kamchiliklaridir.

Kuchlanish qiymati o'zgarmas bo'lganda zaryadlash.

Zaryadlashning bu usuli avtokorxon va zaryadlash stansiyalarida kam qo'llanadi va u, asosan, avtomobilda o'rnatilgan akkumulatorni generator

yordamida qo'shimcha zaryadlab turishda ishlatiladi. Bu usulda, akkumulatorlar o'zgarimas tok manbayiga parallel ravishda ulanadi (107-a rasm).

Tok manbayining kuchlanishi 12 V li akkumulator batareyalari (yoki 6 elementli) uchun 14,4 V bo'lishi, ya'ni har bir elementga 2,4 V to'g'ri kelishi kerak. Kuchlanish maxsus moslamalar (avtomobilda-kuchlanish rostlagichi) yordamida rostlab turiladi va voltmetr orqali nazorat qilinadi.

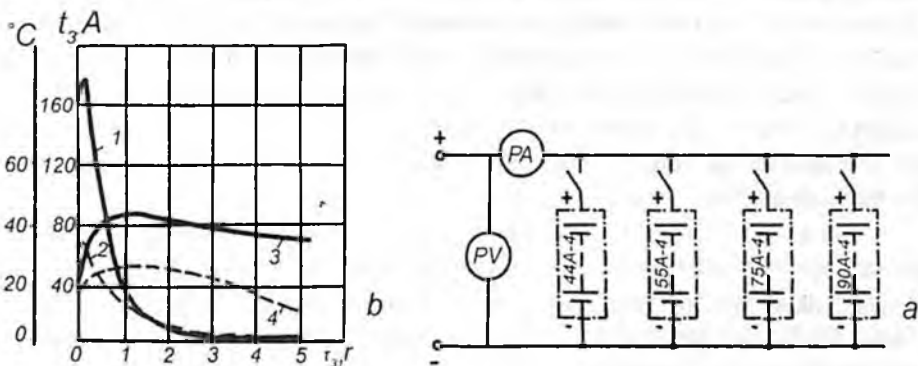
Zaryad zanjiridagi tokning maksimal qiymati generator quvvatiga va akkumulator batareyalarining razradlanganlik darajasiga bog'liq bo'lib quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$I_z = \frac{U_g - E_b}{R_b} \quad (7.14)$$

bu yerda, U —generatorning rostlangan kuchlanishi, V; E_b —batareyaning EYuK, V; R_b —batareyaning ichki qarshiligi, Om.

Zaryadlash jarayonining boshlang'ich davrida, generator kuchlanishi— U_g bilan razradlangan akkumulatorning EYuK— E_b orasidagi farq katta bo'lishi hisobiga, zaryad tokining qiymati nisbatan yuqori qiymatlarga ega bo'lishi (107b-rasm) va (1,0–1,5) C_{20} gacha yetishi mumkin.

Akkumulator zaryadlana boshlagandan so'ng uning EYuK— E_b orta boradi, natijada zaryadlash to'ki keskin kamayadi va zaryadlash oxirida qiymati 0 ga yaqinlashadi. Tokning qiymati zaryadlash jarayonining



107-rasm. Akkumulator batareyalarini kuchlanish o'zgarimas bo'lganda zaryadlash: a) ulanish sxemasi; b) tavsifnomasi.

boshlang'ich qismida katta bo'lganligi sababli, akkumulator zaryad vaqtining birinchi 3–4 soatida sig'imining 80–90 % gacha zaryadlanadi.

Kuchlanish o'zgarmas bo'lganda zaryadlashning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

– zaryadlash toki avtomatik ravishda kamayib borganligi sababli, uni doimo nazorat qilish va rostlab turish zarurati yo'q;

– zaryadlash jarayoni oxirida tok qiymati juda kichik bo'lganligidan, elektrolitdan gaz ajralib chiqishi ham juda sust sodir bo'ladi va bu plastinalarning aktiv massasini hamda panjaralarini yemirilishdan saqlaydi;

– zaryadlashga har xil sig'imga ega bo'lgan akkumulatorlarni qo'yish mumkin, zaryadlash tokining qiymati har bir akkumulatorning razradlanganlik darajasiga ko'ra avtomatik ravishda qaror topadi.

Yuqorida keltirilgan afzalliklariga qaramasdan, akkumulatorlarni zaryadlashning bu usuli–yordamchi usul hisoblanadi. Chunki, uning yordamida akkumulatorlarni oxirigacha to'la zaryadlab bo'lmaydi.

Bundan tashqari, tok qiymatini rostlash imkoniyati bo'lmaganligi uchun, bu usul bilan plastinalari sulfatlanib qolgan akkumulatorlarni tiklab bo'lmaydi.

Akkumulatorlarni zaryadlashning boshqa usullari.

Amaliyotda akkumulatorlarni zaryadlashning boshqa, masalan, baravarlashtiruvchi, jadallashtirilgan va impuls usullari ham qo'llanadi.

B a r a v a r l a s h t i r u v c h i zaryadlash, asosan, uzoq muddat davomida ishlatilgan akkumulatorlarning alohida bankalarida elektrolit zichligi va razradlanganlik darajasi har xil bo'lib qolish hollarini bartaraf qilish uchun qo'llaniladi. Bu usulda ham zaryadlash tokining qiymati o'zgarmas bo'lib, akkumulator sig'imining (0,05–0,1) C_{20} qismini tashkil qiladi. Baravarlashtiruvchi zaryadlash akkumulatorning hamma plastinalaridagi aktiv massani to'la tiklash va ulardagi hosil bo'lgan sulfatlanish o'choqlarini bartaraf qilish maqsadida amalga oshiriladi. Baravarlashtiruvchi zaryadlash hamma akkumulator bankalaridagi elektrolit zichligi va kuchlanishi 3 soat mobaynida bir xil o'zgarmas qiymatga ega bo'lguncha davom ettiriladi va odatdagi zaryadlash usullaridan ancha ko'proq vaqt oladi.

J a d a l l a s h t i r i l g a n zaryadlash kuchli razradlangan akkumulatorlar qisqa vaqt ichida ish qobiliyatini tiklashi uchun ishlatiladi. Bu usulda tok qiymati akkumulator sig'imining 0,7 C_{20} qismini tashkil qilishi mumkin. Zaryadlash toki qanchalik katta bo'lsa, zaryadlash vaqti shunchalik kam bo'ladi. Masalan, zaryad toki qiymati 0,7 C_{20} bo'lganda–30 min, 0,5 C_{20} bo'lganda–45 min, 0,3 C_{20} bo'lganda–90 min. Jadallashtirilgan zaryad davomida doimo elektrolit temperaturasini nazorat qilib turish zarur va u 45 °C ga yetganda zaryadlashni darhol to'xtatish kerak.

Akkumulatorlarni i m p u l s usulida zaryad qilish uchun oxirgi yillarda ishlab chiqilgan ZU-7 belgili turdagi moslama ishlatiladi. Impuls usulida akkumulatorlar quyidagi tartibda zaryadlanadi: 300 sekund davomida batareya nominal tok bilan zaryadlanadi, so'ngra 100 sekund davomida 100 mA tok bilan razradlanadi. Bu jarayon avtomatik ravishda amalga oshiriladi. Shunday «zaryadlash–razradlash» davrining 80 tasidan keyin zaryadlash moslamasi batareyadan avtomatik holda uziladi. Mutaxassislarning fikricha, impuls usuli zaryadlash sifatini yaxshilashga, plastinalar sulfatlanib qolish darajasini kamaytirishga va natijada, akkumulatorlarning xizmat muddatini ikki baravar oshirishga yordam beradi.

Akkumulatorlarni ishlatish jarayonidagi qarovi va ularning texnik holatini aniqlash.

Akkumulatorlarning xizmat muddati, asosan, ularni ishlatish davrida belgilangan qoida, tadbir-amallarni o'z vaqtida va sifatli o'tkazishga bog'liq. Bu qoida, tadbir-amallar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

– muntazam ravishda qutb quloqlarini tozalab ularga texnik vazelin suriladi, batareyaning ustki qismini 10 % li navshadil spirti eritmasi bilan tozalab turiladi, batareyani yaxshi mahkamlanganligi tekshiriladi;

– kamida ikki haftada bir marta elektrolit sathi tekshiriladi va zarurat bo'yicha distillangan suv quyiladi;

– kamida 1 oyda bir marta elektrolit zichligi o'lchanadi va akkumulatorning razradlanganlik darajasi aniqlanadi. Agar razradlanganlik darajasi yozda 50 % dan, qishda 25 % dan ortiq bo'lsa, batareya darhol zaryadlashga qo'yiladi;

– bir yilda 1–2 marta akkumulatorni tok qiymati o'zgarmas bo'lgandagi zaryad usuli bilan to'la zaryadlash tavsiya qilinadi.

Akkumulator batareyalarini saqlash.

Yangi, elektrolit quyilmagan, quruq zaryadlangan akkumulator batareyalar isitilmaydigan, quruq, havo harorati -50°C dan past bo'lmagan xonalarda saqlanadi. Bu batareyalarning tiqinlari yaxshi yopilgan holda bo'lishi kerak. Elektrolit quyilmagan, quruq akkumulatorlarni saqlash muddati 3 yildan ortiq bo'lmasligi kerak.

Ishlatilgan, akkumulatorlarni saqlashga qo'yishdan avval, to'la zaryadlanadi; elektrolit sathi tekshirilib, me'yoriga keltiriladi; akkumulator yuzasi 10% li navshadil spirt bilan yaxshilab artiladi; qutb quloqlari tozalanib, ularga texnikaviy vazelin surib qo'yiladi. Akkumulatorlar imkon boricha temperaturasi 0°C dan yuqori bo'lmagan, havosi yaxshi almashib turadigan xonalarda saqlanishi zarur. Chunki havo temperaturasi manfiy bo'lganda, akkumulatorlarning me'yoridan ortiq, o'z-o'zidan razrad bo'lish darajasi juda past bo'ladi. Akkumulatorlarni saqlash davrida, har

oyda 1 marta elektrolit zichligi tekshiriladi va uning qiymati $0.4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ga kamaysa, batareyalar zaryad qilinishi zarur. Musbat temperaturada saqlanayotgan akkumulatorlar har oyda 1 marta zaryad qilib turilishi kerak. Manfiy temperatura sharoitida akkumulatorlarni saqlash muddati 1.5 yildan, musbat temperatura sharoitida —9 oydan oshmasligi kerak.

Ishlatilgan akkumulatorlarni nisbatan uzoq muddat davomida (2–3 yil) saqlash uchun, ular to'la zaryadlanadi, so'ngra ehtiyotkorlik bilan elektrolit to'kiladi va 2–3 marta yaxshilab distillangan suv bilan yuviladi. Shundan keyin, akkumulatorga bor kislotasining 5 % li eritmasi normal sathgacha quyiladi va tiqinlar yopiladi. Eritma muzlab qolmasligi uchun akkumulator havo harorati doimo musbat bo'ladigan xonalarda saqlanadi. Akkumulatorlarni bu usulda saqlashda me'yoridan ortiq, o'z-o'zidan razrad hodisasi sodir bo'lmaydi. Bu usulda saqlangan akkumulatorni ishga tushirish uchun undagi bor kislotasining eritmasi to'kiladi (akkumulatorning quyish teshiklarini pastga qaratib to'ntarib qo'yiladi), 20–25 minutdan keyin unga zichligi $1.38–1.40 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan elektrolit quyiladi va 40–50 minutdan keyin batareya ishlatilishi mumkin. Akkumulator 8–10 soat ishlaganidan keyin elektrolit zichligi o'lchanadi va zarurat bo'yicha me'yoriga keltiriladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektr stansiyalarning o'z ehtiyoj elektr energiya manbalariga talablar.
2. O'z ehtiyoj energiya manbalarini qurishning ikki usuli.
3. Zaxira energiya manbalari.
4. O'z ehtiyoj transformatorlarining quvvatlarini tanlash.
5. Podstansiya akkumulator batareyasini tanlash.
6. Podstansiya akkumulator batareyasining hisobi.
7. Akkumulatorning razrad va nominal sig'imi nima?
8. Akkumulator batareyalarini zaryadlash usullari.
9. Akkumulatorni tok qiymati o'zgarmas bo'lganda zaryadlash.
10. Akkumulatorni kuchlanish qiymati o'zgarmas bo'lganda zaryadlash.
11. Akkumulatorni zaryadlash va podzaryadlash qurilmalari.
12. Akkumulator batareyasini yig'ishga texnik talablar.

FOYDALAGAN ADABIYOTLAR

1. Прохорский А.А. Тяговые и трансформаторные подстанции. Транспорт, Москва, 1983 г.
2. Правило технической эксплуатации электроустановок потребителей. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. ООО «Темирйўлчи», Ташкент, 2004 г.
3. Рожкова Л.Д., Корнеева Л.К., Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций. АСАДЕМА, Москва, 2004 г.
4. Разевиг Д.В. Техника высоких напряжений, учебник для колледжей, Энергоиздат. Москва, 1982 г.
5. Тиходеев Н.Н. Передача электроэнергии сегодня и завтра. Энергия, Ленинград, 1975 г.
6. Александров Г.Н. Сверхвысокие напряжения. Энергия, Ленинград, 1973 г.
7. Sagatov G.T., Beysakulov T.T., Usmanxodjayeв N.M. Metropoliten elektr ta'minoti 1, 2, 3 kitoblar. TashIIT, Toshkent, 2004 y.
8. Usmonxodjayeв N.M., Turdibekov K.X., Streselsov S.K. Tramvay va trolleybuslar elektr ta'minoti. TashIIT, Toshkent, 2004 y.
9. Хамидов Н., Электрический разряд вдоль поверхности твердых диэлектриков в воздухе. Фан, Ташкент, 1985 г.
10. Hamidov N. Elektrotexnologiya asoslari. 1, 2 kitoblar. TashIIT, Toshkent, 2004 y.
11. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. Энергия, Москва. 1976 г.
12. Электрическая часть электростанций. Под редакцией С.В. Усова. Энергия, Ленинград, 1977 г.
13. Ahrorov X.N. Akkumulator batareyalarini ishlatish va muhofaza qilish. Toshkent, 1994 y.
14. Qosimoxunova A. M., Jabbarov T.K., Eraliyev A. X. Elektr podstansiyalari. Farg'ona, 2003 y.
15. Воздвиженский В.А. и др. Вакуумные выключатели в схемах управления электродвигателями. Энергоатомиздат, Москва, 1988 г.
16. Kamolov S.K., Jabborov T.K. Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti. Farg'ona, 2002 y.

MUNDARIJA

Birinchi bob **ELEKTR ENERGETIKASI**

1.1. Elektr enegiyaning temir yo'l transportida ahamiyati.....	3
1.2. Energetika tizimi va yuklamalar.....	6
1.3. Issiqlik elektr stansiyalari.....	9
1.4. Turli elektr stansiyalar.....	12
1.5. Elektr stansiya va podstansiya tizimlari.....	17

Ikkinchi bob **TAQSIMLASH QURILMALARINING** **IZOLATORLARI VA TOK O'TKAZGICH SHINALARI**

2.1. Ichki va tashqi izolatsiya.....	21
2.2. Izolatorlarning asosiy ko'rsatgichlari va turlari.....	23
2.3. Tok o'tkazuvchi shinalar.....	29
2.4. Kabellar.....	32

Uchinchi bob **QUVVAT VA O'LCHOV TRANSFORMATORLARI**

3.1. Pasaytiruvchi podstansiya transformatorlari.....	39
3.2. Quvvat transformatorlarining tuzilishi.....	44
3.3. Quvvat transformatorlarini sovitish.....	46
3.4. O'lchov transformatorlari.....	47
3.5. Sinov transformatorlari.....	51

To'rtinchi bob **TAQSIMLASH APPARATLARNING KOMMUTATSIYA** **VA HIMOYA USKUNALARI**

4.1. Apparatlarning iqlim sharoiti bo'yicha tasnifi.....	55
4.2. Qurilmalarning joylashishi bo'yicha tasnifi.....	57

4.3. Eruvchan saqlagichlar.....	61
4.4. O'chirgich rubilniklar.....	65
4.5. Paket o'chirgichlar	66
4.6. Avtomat ajratkichlar.....	67
4.7. Kontaktorlar.....	71
4.8. Magnit yuritgichlari.....	72
4.9. Operativ apparatlarning kontaktlari.....	75

Beshinchi bob
TRANSFORMATORLI PODSTANSIYA
TAQSIMLASH QURILMALARI

5.1. Yuqori kuchlanishli taqsimlash qurilmalari.....	80
5.2. Yuqori kuchlanishli taqsimlash uskunalari.....	83
5.3. Yuqori kuchlanish shina qurilmalari.....	85
5.4. Operativ apparatlar.....	87
5.5. Elektr yoyi hosil bo'lishi va o'chishi.....	88
5.6. O'zgaruvchan tokli yuqori kuchlanish o'chirgichlar.....	90
5.7. Havо o'chirgichlari.....	91
5.8. Moyli o'chirgichlar.....	94
5.9. Vakuum o'chirgichlari.....	95
5.10. Ajratkichlar.....	97
5.11. Qisqa tutashtirgich va ayrigichlar.....	103
5.12. Qisqa tutashuv.....	105
5.13. Qisqa tutashuv tokini cheklovchi reaktorlar.....	108
5.14. Yashindan himoyalaniш.....	110

Oltinchi bob
RELELI HIMOYA VA AVTOMATIKA

6.1. Releli himoya vazifalari.....	114
6.2. Releli himoya turlari va talablar.....	116
6.3. Himoya elementlari, relelar va ularning turlari.....	123
6.4. Elektromexanik relelarning tuzilishi va ishlash prinsipi.....	128
6.5. Maksimal va minimal qiymatlarda ishlovchi relelar.....	131
6.6. Elektromexanik relelar.....	134
6.7. Oraliq relelari.....	135
6.8. Sekin ishlovchi o'zgarmas tok oraliq relelari.....	137
6.9. Ko'rsatkich va vaqt relelari.....	140
6.10. Qutblangan relelar.....	143

6.11. Induksion relelar.....	145
6.12. Magnitoelektrik relelar.....	150
6.13. Yuqori kuchlanishli liniyalarni himoyalash.....	152
6.14. Yo'naltirilgan himoya.....	156
6.15. Bir va uch fazali qisqa tutushuvlardan himoyalash.....	159
6.16. Transformatorlarni himoyalash.....	163
6.17. Tok bo'yicha himoya.....	165
6.18. Maksimal tok himoyasi.....	169
6.19. Tok transformatorlarini nol ketma-ket ulash.....	173
6.20. Differensial himoya.....	175
6.21. Yig'ma shinalarni himoyalash.....	178

Yettinchi bob

PODSTANSIYALARNING O'Z EHTIYOJ ENERGIYA TURLARI

7.1. O'z ehtiyoj ist'emoli.....	182
7.2. Podstansiya akkumulator batareyasi va uning hisobi.....	187
7.3. Zaryadlash va nimzaryadlash qurilmalari.....	189
7.4. Zaryadlash va podzaryadlash qurilmalari.....	195
Foydalangan adabiyotlar.....	201

NIG‘MATULLA HAMIDOV, KAMOLBEK TURDIBEKOV,
HAMIDULLA AHRAROV

ELEKTR PODSTANSIYALAR

Toshkent—«Fan va texnologiya»—2006

<i>Muharrir:</i>	<i>Matluba Tojiboyeva</i>
<i>Texnik muharrir:</i>	<i>Adham Moydinov</i>
<i>Musahhih:</i>	<i>Muazzam Hayitova</i>
<i>Dizayner va kompyuterda sahifalovchi:</i>	<i>Fotima Moydinova</i>

Bosishga ruxsat etildi 09.10.06. Bichimi 60x84^{1/16}. «Times Uz»
garniturası. Ofset usulida bosildi. Shartli bosma tabog‘i 12,35.

Nashriyot bosma tabog‘i 13,0. Adadi 1000.

Buyurtma №91