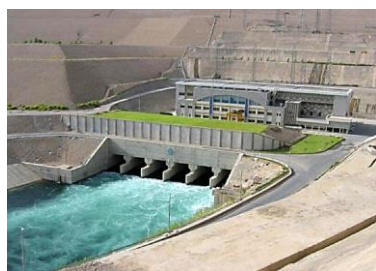


**SIDDIKOV ILXOMJON XAKIMOVICH  
BABAYEV AZIZ GALIBOVICH  
SIDDIKOV OZODBEK ILXOMJONOVICH  
BERDIYEV DILSHOD BURXON O'G'LI**

# **STANTSIYA VA NIMSTANTSIYALARNING ELEKTR QISMI**



**«TIQXMMI» MTU - 2024**

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

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI  
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI”  
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

---

---

**SIDDIKOV ILXOMJON XAKIMOVICH  
BABAYEV AZIZ GALIBOVICH  
SIDDIKOV OZODBEK ILXOMJONOVICH  
BERDIYEV DILSHOD BURXON O‘G‘LI**

**STANTSIYA VA  
NIMSTANTSİYALARNING ELEKTR  
QISMI  
/O‘QUV QO‘LLANMA/**

O‘quv qo‘llanma 60710600 – Elektr energetikasi (tarmoqlar va soxalar bo‘yicha)  
bakalavr ta’lim yo‘nalishiga mo‘ljallangan

**UO‘K 621.316.9+621.316.57(075.8)**

**KBK 31.27-05ya73**

**S 52**

**Siddiqov I.H.**

Stantsiya va nimstantsiyalarning elektr qismi [Matn]: o‘quv qo‘llanma /  
I.X. Siddikov, A.G. Babaev. O.I. Siddikov, D.B. Berdiyev - Toshkent: Shafolat  
«TIQXMMI» MTU - 2024. - 302 b.

O‘quv qo‘llanmada elektr ta‘minoti sistemalari, elektr energiya ishlab chiquvchi stansiyalari va uni o‘zgartiruvchi nimstansiyalari, yuqori va past kuchlanishli elektr ta‘minoti sistemalari va taqsimlash qurilmalari, energiya o‘zgartiruvchi transformatorlar, qo‘shib uzish va o‘lchov-o‘zgartirish sinov jixozlari, turli ko‘rinishdagi izolyatorlar va elektr tokini o‘tkazuvchi simlar, shinalar, kabellar, elektr stansiyalar va podstansiyalarning o‘zlarini energiya iste‘moli qurilmalari, elektr qurilmalarning elektr avtomatikasi hamda yashindan himoyasi, qisqa tutashuv muammolari ko‘rib chiqilgan.

O‘quv qo‘llanma bakalavr yo‘nalishi 60710600 – Elektr energetikasi (tarmoqlar va soxalar bo‘yicha) mutaxassisligi ta‘lim yo‘nalishining talabalari uchun mo‘ljallangan.

**Taqrizchilar:** Xasanov Doston To‘raevich, PhD  
Muxammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot  
texnologiyalari universiteti, MUT va T kafedrasini mudiri

Ismailov M.A., t.f.n.  
TIQXMMI MTU, «Texnologik jarayonlarni boshqarish»  
kafedrasini professori

Ushbu o‘quv qo‘llanma “TIQXMMI” Milliy tadqiqot univ-  
siteti rektorining 2024 yil 16 aprel 107 a/f – sonli buy-rug‘i asosida nashr etishga ruxsat  
berilgan. Ro‘yxatga olish raqami 107 a/f – 001

**ISBN 978-9910-8865-0-8**

© I.H. Siddiqov, A.G. Babaev, O.I. Siddikov, D.B. Berdiyev – 2024

© «TIQXMMI» MTU – 2024

## ANNOTATSIYA

O'quv qo'llanmada elektr ta'minoti sistemalari, elektr energiya ishlab chiquvchi stansiyalari va uni o'zgartiruvchi nimstansiyalari, yuqori va past kuchlanishli elektr ta'minoti sistemalari va taqsimlash qurilmalari, energiya o'zgartiruvchi transformatorlar, qo'shib uzish va o'lchov-o'zgartirish sinov jixozlari, turli ko'rinishdagi izolyatorlar va elektr tokini o'tkazuvchi simlar, shinalar, kabellar, elektr stansiyalar va podstansiyalarning o'zlarini energiya iste'moli qurilmalari, elektr qurilmalarning elektr avtomatikasi hamda yashindan himoyasi, qisqa tutashuv muammolari ko'rib chiqilgan.

## ANNOTATSIYA

V uchebnoy posobii rassmatrivayutsya sistema elektrosnabjeniya, elektrostansii, vyrabatyvayushie elektroenergiyu, i podstansii, preobrazuyushie ee v elektrichestvo, sistema elektrosnabjeniya i raspredelitelnye ustroystva vysokogo i nizkogo napryajeniya, transformatory, preobrazuyushie energiyu, ustroystva dlya vklyucheniya i vyklyucheniya i izmereniya-preobrazovaniya, izolyatory razlichnogo vida i elektroprovodka, shiny, kabeli, energopotreblenie samix elektrostansiy i podstansiy. elektroavtomatiki i molniezashchity elektroustanovok, rassmotreny problemy korotkogo замыканиya.

## ABSTRACT

The manual includes power supply systems, Power Development stations and transforming nimstans, high-and low-voltage power supply systems and distribution devices, energy-changing Transformers, disconnection and metering test circuits, various view insulators and current-conducting wires, tires, cables, power plants and substations themselves, power automation of electrical devices, as well as lightning protection devices, short circuit problems have been considered.

Taqrizchilar: TATU, «Ma'lumotlar uzatish tizimlari» kafedrasi mudiri, PhD, dotsent Khasanov D.T.

TIQXMMI MTU, «Texnologik jarayonlarni boshqarish» kafedrasi professor, texnika fanlar doktori, professor Ismailov M.A.

## **KIRISH**

O'quv qo'llanma tegishli dasturlar talablariga muvofiq tayyorlangan bo'lib, unda elektr ta'minoti sistemalari, elektr energetik stantsiyalari va nimstantsiyalari, elektr energiyasini uzatish va taqsimlash jixoz va qurilmalari, elektr energiyasini o'gartiruvchi transformatorlar, qo'shib uzish va o'lchov va sinov elektr jixozlari, yuqori kuchlanish izolyatorlari va elektr toki o'tkazgich simlari, shinalari, kabellari, stansiyalar va nimstantsiyalar o'z-ehtiyoj elektr energiya iste'moli uskuna va qurilmalari, elektr qurilmalarning releli himoyasi, elektr avtomatikasi va boshqaruvi, hamda qisqa tutashuv toklarini aniqlash muammolari tahlil etilgan [1].

Mazkur taqdim etilgan o'quv qo'llanma elektr energetika sohasi mutaxassislari, olimlari bilan bir qatorda universitetlar magistrarlari, bakalavr talabalarini zamonaviy o'qitish texnologiyalari asosida bilim olishiga va raqamli texnologiyasidan keng asosda foydalanishiga yetarlicha imkoniyatni ta'minlaydi.

# I BOB. ELEKTR ENERGIYASI UZATISH TARMOQLARI VA NIMSTANSIYALARI

## 1.1. Elektr energiyasi uzatish tarmoqlari va sistemalari

“Stantsiyalar va nimstansiyalarning elektr qismi” nomli predmetni o‘rganish hamda tegishli kitob, ma’lumot, adabiyotlar va internet materiallaridan unumli foydalanishda quyida keltirilgan asosiy axborotlarni o‘rganish tavsiya etiladi [1-10].

Ish sharoiti va rejimlarini bir xilligi hamda bir davrda kechishi, elektr va issiqlik energiyalarini ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste’molining uzluksizligi bo‘yicha yaxlit bo‘lib bog‘langan elektr energiyasini ishlab chiquvchi stantsiyalar, nimstansiyalar, elektr energiyasini uzatish liniyalari yo‘llari va tarmoqlari to‘plami **elektr energetik sistema** deb nomlanadi [9,10-12].

Energetik sistemaning elektr qismi – **elektr energetik sistema** deb ataladi va u elektr energiyasi ishlab chiquvchi elektr stansiyada sinxron va asinxron ishlovchi generatorlar, energiyani taqsimlovchi jixozlar, qurilma va uskunalari, elektr energiya kuchlanishini o‘zgartiruvchi transformatorlari, elektr energiyasini uzatish liniyalari-yo‘llari, elektr energiyasini o‘zgartirish nimstansiyalari, elektr tarmoqlari va iste’molchilaridan iborat [2].

**Elektr energiyasini uzatish tarmog‘i-liniyalari** elektr energetik sistema bo‘limidir, ular elektr energiyani uzatuvchi va taqsimlovchi nimstansiyalar va havo kabel orqali elektr energiyasini uzatish yo‘llari-liniyalardan tashkil topgan. Elektr energiyasini uzatish tarmoqlari ma’lum bir xududdagi nimstansiyalar, elektr uzatgichlar va taqsimlagichlarni boshqarish va himoyalash jixozlarini o‘z ichiga oladi hamda elektr qurilmalarning to‘plami hisoblanadi. Ular elektr energiyasini taqsimlovchi nimstansiyalar va birlashtiruvchi havo va kabel elektr uzatish yo‘llaridan tashkil topadi.

**Elektr qurilma** – bu shunday qurilmaki, unda elektr energiya ishlab chiqariladi, elektr energiyani bir turdan, masalan, o‘zgaruvchan tokdan, ikkinchi turga, ya’ni o‘zgarmas tokka yoki teskariga, aylantiriladi. Kuchlanishi yoki chastotasi o‘zgartiriladi, elektr energiya taqsimlanadi va iste’mol qilinadi. Elektr

qurilmaning ishlash tartibi va vazifalarini uning elektr sxemasi va tuzilishi belgilaydi.

**Taqsimlovchi qurilmalar TQ** (RU raspredelitelnie ustroystva) elektr qurilmalar safiga kirib, muayyan kuchlanishli elektr energiyani qabul qilish va taqsimlash uchun mo'ljallangan va uning tarkibiga kommutatsiya jixozlari, yordamchi qurilmalar hamda shinali tok o'tkazgichlari kiradi. Taqsimlovchi qurilmalar tashqi havoda ishlovchi ochiq taqsimlovchi qurilmalar OTQ (ORU otkritie raspredelitelnie ustroystva) va metall qobiqda ishlovchi yopiq taqsimlovchi qurilma YoTQ (ZRU zakritie raspredelitelnie ustroystva) turida bajariladi. Yopiq qurilma germetik zich qilib berkitilgan holda bajarilsa, (GRU germeticheskie raspredelitelnie ustroystva) deb ataladi.

**Elektr nimstansiyalar** elektr qurilmalar to'plami bo'lib, unda elektr energiyaning kuchlanishi, tokining turi - o'zgarmas yoki o'zgaruvchan, chastotasi bo'yicha o'zgartirilib, iste'molchi fiderlariga bo'lib taqsimlanadi. Nimstantsiya tarkibi: elektr energiyaning ko'rsatgichlari-parametrlarini o'zgartirish uchun xizmat qiladigan kuch transformatorlari, elektr energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantiruvchi o'zgartgich qurilmalar (preobrazovatelnie ustroystva), taqsimlash qurilmalari (RU raspredelitelnie ustroystva), boshqarish qurilmalari, himoya qurilmalari - jixozlari (zashitnie ustroystva) va o'lchash asbob-uskunolari (izmeritelnie ustroystva) hamda yordamchi binolardan tashkil topadi. Nimstantsiyalarning **tashqi elektr ta'minoti** kuchlanishi 500 kV, 220 kV, 110 kV, 35 kV, 10 kV, 6 kv, 0,4 kV havo elektr uzatish yo'llari orqali amalga oshiriladi. Elektr nimstansiyalar, xizmat turiga qarab, pasaytirish yoki birlashgan tortish-pasaytirish guruhlariga ajratiladi. Ular yer osti yoki yer ustida joylanishi mumkin.

**Nimstansiyalar** bir-biridan quyidagilar bilan farqlanadi:

-transformatsiya usuli bilan: bir pog'onalik yuqori kuchlanishi 6 kV, 10 kV, 35 kV va yuqori kuchlanishi 110 kV, 220 kV nimstansiyalarga;

- nimstansiyalarga kirib keluvchi kuchlanishi bilan: 6 kV, 10 kV, 35 kV 110 kV, 220 kV nimstansiyalarga;

-boshqarish sxemasi bilan: masofadan boshqariluvchi, mikroprosessor boshqariluvchi nimstansiyaga; teleboshqariluvchi va teleboshqaruvsiz nimstansiyaga;

-xizmat ko'rsatish usuli bo'yicha: navbatchisi yo'q nimstansiyaga; navbatchilik uyda xizmatchili nimstansiya; navbatchi xizmatchiga ega nimstansiyaga;

-tashqi energiya ta'minoti sistemasiga ulanishlari bilan: tayanch, oraliq - tranzit, shohobcha yoki ulanma va chekka yoki boshi berk nimstansiyalarga;

-tok o'zgartgich turlari bilan: o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantiruvchi to'g'rilagichli va to'g'rilagich ham inventarli nimstansiyalarga;

-harakatlari turlari bilan: turg'un nimstansiya va harakatlanuvchi nimstansiyaga.

**Tayanch nimstansiya** elektr energiyani tashqi elektr taqsimoti tarmoq 35 kV, 110 kV yoki 220 kV kuchlanishli elektr uzatish yo'llaridan oladi hamda tranzit, shaxobchalangan va tupiksimon nimstansiyalarning elektr ta'minoti tarmog'ini elektr energiya bilan ta'minlaydi.

**Tranzit-oraliq nimstansiya** tayanch nimstansiyalar ichki elektr ta'minotining ikki tarmog'idan elektr energiyani olib, tarmoqlarning tayanch nimstansiyalari oralig'ini energiya bilan ta'minlaydi.

**Shaxobcha nimstansiya** yopiq shaxobchalangan bo'lib, tayanch nimstansiyalar ichki elektr ta'minotining ikki tarmog'idan elektr energiyani olib, tarmoqlarning tranzit nimstansiyalari oralig'ini energiya bilan ta'minlaydi.

**Boshi berk nimstansiya** boshqa nimstansiyalar elektr ta'minotining ikki tarmoidan elektr energiyani olib, tarmoqlarni mazkur nimstansiyagacha bo'lgan oralig'ini energiya bilan ta'minlaydi.

**Pasaytiruvchi nimstansiya** elektr qurilmalarining elektr ta'minotiga va elektr iste'molchilariga mo'ljallangandir.

Nimstansiyalar elektr ta'minoti qurilmalari bilan birlashtirilib uyg'unlashtiriladi: jumladan, tuman nimstansiyasi bilan, yoki tarmoqlar bilan bog'lanadi. Bunday nimstansiya **birlashgan nimstansiya** deb ham yuritiladi.



Elektr energiyadan foydalanishning asosiy sababi uning boshqa tur energiyalarga nisbatan quyidagi afzalliklariga egaligidir:

-elektr energiya ishlab chiqarish uchun ko'pchilik tabiiy energiya manbalaridan, birinchi navbatda, yoqilg'i va suv manbalaridan foydalanish imkoniyati;

-elektr energiyani kam mablag' sarflab uzoq masofaga sifatli uzatish imkoniyati;

-joylashishi va quvvati turlicha bo'lgan iste'molchilar orasida bema'lol taqsimlash imkoniyati;

-elektr energiyani issiqlik, mexanik, yorug'lik, yuqori chastota, magnit impuls, gidroimpuls, kimyoviy va boshqa energiyaga aylantirish oson va bu yuqori samarador.

Odatda elektr energiyasi **elektr stansiyalarda sinxron generatorlar** yordamida ishlab chiqariladi. Elektr stansiyalarining vazifasi mexanik, issiqlik, atom, suv oqimi, yorug'lik, shamol va boshqa energiyalarni elektr energiyaga aylantirish. Elektr stansiyalarning asosiylari faqat elektr energiyani ishlab chiqaradi, ba'zan elektr energiya hamda issiqlik energiyasini ishlab chiqarish mumkin. Elektr stansiyalardagi generatorlar turiga qarab  $3 \div 24$  kV yuqori kuchlanishli elektr energiya ishlab chiqaradi. Ushbu kuchlanishlar transformatorlar bilan  $35 \div 500$  kV ya'ni yuqori kuchlanishga aylantiriladi havo yoki kabel elektr uzatish liniya-yo'llar orqali iste'molchilarga yetqazib beriladi.

Ishlab chiqilgan elektr energiya iste'mol qilinayotganida, u boshqa turdagi energiyalarga qayta o'giriladi: elektr dvigatelda - mexanik energiyaga; cho'g'lanma lampalarda, dastlab, issiqlik energiyaga, so'ngra esa yorug'lik energiyaga, temir yo'lda-poyezdning kinetik energiyasiga aylantiriladi.

Energiyaning bir turdan boshqa turga aylanishida isrof bo'ladi. Isroflar miqdori energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantiruvchi qurilmalarning turi va mukammalligiga bog'liq. Elektr energiya elektr stansiyalardan iste'mol qilish joylariga uzatish jarayonlarida ham isrof bo'ladi.

Elektr energiyaning o'z bo'limi mashina, mexanizm va qurilmalarda bo'ladigan isrofga, ko'p bo'limi foydali ish bajarishga sarf bo'ladi.

**Energiya isrofi** qancha kam bo'lsa, elektr qurilmalarning, jumladan: ayrim generatorlar, elektr dvigatellar, havo va kabel elektr uzatish yo'llari va boshqalarning **foydali ish koeffitsienti** (F.I.K.) shuncha yuqori bo'ladi. Qurilmaning F.I.K. i qancha yuqori bo'lsa, u shuncha tejamkor bo'ladi.

**Havo va kabel elektr uzatish liniyalari-yo'llari** tok o'tkazuvchi ko'p tomirli aliyumin-po'lat simlardan, osma izolyatorlar va izolyator girlyandalari yoki tayanch izolyatorlaridan, yog'och, beton yoki metall konstruktsiyali tayanch ustunlardan, izolyatorlarni tutib turuvchi konstruktsiyalardan, yashindan himoyalovchi troslardan tashkil topgan bo'ladi. Havo elektr uzatish yo'llari bir yoki ikki zanjirli ham bo'ladi va tuman aholi punktlari, iste'molchi xududlarida joylashadi.

**Elektr sxemalar** blok sxemalar, prinsipial-tamoil sxemalar va montaj sxemalarga bo'linadi. Birlamchi va ikkilamchi ulanish shoxobchalar orqali ifodalanadi.

**Komplektli transformator nimstansiya** ichki yoki tashqi qurilmalar turida bajarilib, uch fazali sanoat chastotali o'zgaruvchan tokni qabul qilish va taqsimlash uchun xizmat qiladi va uni ichiga kommutatsiya jixozlari, himoya, avtomatika va telemexanika hamda o'lchov asbob-uskunalari va qo'shimcha qurilmalar joylashtirilgan zaminlangan (yerlangan) metall shkafdan iborat bo'ladi.

**Komplektli taqsimlovchi qurilmalar** ikki turga bo'linadi: 10 kV yoki 6 kV kuchlanishli qurilmalar.

400 V gacha bo'lgan tarmoqlaridagi transformatorli kichik taqsimlash nimstansiyalari **transformator punktlaridir**.

Elektr energiya iste'molchisining turli quvvat talabi va har xil uzoqlikda joylashganligi sababli elektr energiyaning ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash uchun turli kuchlanishlardan foydalanishni taqozo etadi. Iste'molchining quvvati qancha katta bo'lsa, unga elektr energiyani shuncha yuqori kuchlanishda uzatish maqsadga muvofiqdir.

Elektr energiya odatda biron kuchlanishda ishlab chiqarilib, so'ngra bir necha marta yuqoriroq kuchlanishli energiyaga o'zgartiriladi, hamda elektr tarmog'i

orqali iste'molchiga yetkazib beriladi. Uch fazali 50 Hz chastotali o'zgaruvchan tok keng qo'llaniladi.

Elektr qurilmaning ko'rsatgichi uning nominal kuchlanishidir, ushbu kuchlanishda uning rejadagidek ishlashi ta'minlanadi.

**Nominal kuchlanish**—bu standart bo'yicha andozalangan kuchlanishlar qiymatining 1-jadvalda keltirilgan qatoridan olinadi va asosiy, bazaviy, kuchlanish bo'ladi.

Agar qurilmaning kuchlanishi 1 kV dan ortiq bo'lishi kerak bo'lsa, elektr qurilmaning quvvati va elektr ta'minoti sxemasini hisobga olgan holda kuchlanish 1-jadvalda keltirilgan standart qiymatlardan tanlanadi.

1-jadval.

Kuchlanish sinfi, kV	Eng katta ishchi kuchlanish, kV	Elektr tarmoqi nominal kuchlanishi, kV	Eng uzoq vaqt ishlashga ruxsat etilgan kuchlanish kV
Turg'un qurilmalar			
3	3,6	3,00	3,5
		3,15	3,5
		3,30	3,6
6	7,2	6,0	6,9
		6,6	7,2
10	12	10,0	11,5
		11,0	12,0
		13,8	15,2
15	17,5	15,0	17,5
		15,75	17,5
		18	19,8
20	24	20,0	23,0
		22,0	24,0
24	26,5	24,0	26,5
27	30,0	27,0	30,0
35	40,5	30,0	40,5
110	126,0	110,0	126,0
220	252,0	220,0	252,0
330	363,0	330,0	363,0
500	525,0	500,0	525,0
O'zgarmas tokli tortuvchi tarmoqda			
0,600	0,700	0,550	0,700 (0,72)
0,825	0,975	0,750	0,975 (1,95)
1,5	1,95	1,5	1,95
3,0	3,85 (4,0)	3,0	3,85 (4,0)
O'zgaruvchan tokli tortuvchi tarmoqda			
25,0	29,0	25,0	29,0
2x25	29,0	25,0	29,0

Nominal kuchlanishli elektr tarmoqlar va elektr jihozlar izolyatsiyalari darajasini aniqlaydi. Sistemaning har xil nuqtalaridagi kuchlanish nominal qiymatidan biroz farqlanadi. Eng ko'p qo'llaniladigan 3 fazali kuchlanishning qiymati 380/220 V dir. Bunga sabab 380/220 V kuchlanishda kuch qurilmalari bilan birga yoritish vositalarini ham bir vaqtda ta'minlash mumkinligidir.

6 kV va 10 kV li kuchlanishlar, aksariyat, kichik, ya'ni 1 ÷ 5 MVt, quvvatli korxonalar va elektr ta'minoti sistemasida ichki taqsimlagichlar qo'llaniladi. Zamonaviy qurilmalardagi kuchlanish 6 kV o'rniga 10 kV qo'llanishi tavsiya etiladi.

**Bosh taqsimlovchi nimstantsiyalari** bilan nimstantsiyalar orasida 6 kV, 10 kV, 35 kV, 110 kV, 220 kV kuchlanishli havo elektr uzatish yo'llardan foydalaniladi.

Elektr energiya iste'mol qiluvchi ishlab chiqarish korxonalarining elektr ta'minoti quyidagi funktsional bo'limlardan iborat:

-energetika sistemasidan ta'minlanuvchi qurilmalar–bosh pasaytiruvchi nimstantsiya, elektr energiya, korxonada qudrati va quvvatiga qarab 6 (10) kV dan 220 kV gacha kuchlanishda energiya qabul qiladi va uni o'ziga qulay bo'lgan kuchlanishga, ya'ni 10 kV, ba'zan 6 kV kuchlanishga, aylantirib, ya'ni transformatsiyalab oladi. Agar energiya bitta kuchlanishning o'zida qabul qilinib, taqsimlanadigan bo'lsa, unda bosh taqsimlovchi punkt quriladi. U biron nimstantsiyasidan elektr energiya olib ishlaydi;

**-yuqori kuchlanishli taqsimlovchi tarmoq** - bunday tarmoqning nominal kuchlanish 6 kV, 10 kV va undan yuqori bo'ladi, gohida boshqa qiymatdagi nominal kuchlanish qo'llashlik ham uchrab turadi. Bu tarmoq tarkibiga yuqori kuchlanishli taqsimlovchi qurilmalar kirishi mumkin;

-taqsimlovchi tarmoqqa ulanuvchi sex transformatorlari va o'zgartgich nimstantsiyalari;

-taqsimlovchi tarmoqqa ulanuvchi maxalliy faol-aktiv va reaktiv quvvat manbalari: turg'un va ko'chma elektr stantsiyalar; rezerv, yuklama maksimal

holatda ishga tushiriluvchi (pikoviy) generator kabi qurilmalar; yuqori kuchlanishli kondensator batareyalari, kriogen induktiv g'altaklari va boshqalar;

-kuchlanishi 380 V bo'lgan past kuchlanishli tarmoq. Unga kuchli iste'molchilar, avtomatika, boshqaruv qurilmalariga ulanadilar;

-elektr tarmog'iga ulanuvchi mahalliy aktiv va reaktiv energiya manbalari: rezerv generator qurilmalari, akkumulyator batareyalari.

Elektr ta'minoti va energiya sistemasi oralarida xizmat ko'rsatish chegarasi mavjud bo'lib, ta'minlovchi elektr yo'lining bosh pasaytiruvchi nimstansiyasi yoki korxonaning asosiy taqsimlovchi qurilma ulangan joyi chegara bo'ladi. U to'laligicha korxonalar bilan energiya sistema orasida "Elektr energiyadan foydalanish qoidalariga" ga asosan tuzilgan shartnomada qayd etilishi shart.

Nimstansiyalarda **yopiq qurilma**, ya'ni tashqi muhitdan mutlaqo ajratilgan va **ochiq qurilma**, ya'ni atmosfera tashqi havoda ishlaydigan elektr qurilmalar qo'llanadi: bularga birinchi navbatda kuch va o'lchov transformatorlari, taqsimlash, himoya va boshqarishni avtomatlashtirish qurilmalari kiradi. Loyihalashda nimstansiya tarkibining variant tanlovi texnik-iqtisodiy hisoblar orqali har bir variantning afzalliklari va kamchiliklarini hisobga olingan holda aniqlanadi.

Yopiq qurilmaning afzalligi sifatida uning uzoq muddat davomida mustaxkam va ishonchli ishlashi qayd etiladi. Ichki muhitni hisobga olgan holda jixozlarning qulayligi, ekspluatatsiyada kam xarajat talab qilishi, ishlashda mustaxkamligi, gabarit o'lchamlarining kichikligi, o'rnatish uchun kam joy talab qilishi, hajmining kichikligi va boshqalar xossalari ularga maqbul afzalliklar beradi.

Ochiq qurilmalar afzalligi: ularni qurish va yig'ishning osonligida; transport vositalarining qulay yaqinlashish imkoniyatida; yong'in xavfsizligi yuqoriligida; transformator va uskunaning boshqa elementlarida hosil bo'luvchi issiqliklarni haydash imkoniyati maqbulligida; tashqi havo elektr energiya uzatish yo'llarini olib kelishlikning qulayligidadir.

Ayni damda nimstansiyalarning ochiq va yopiq bo'limlari yuqori darajada butlanganlik bilan ajralib turadi. Komplekt taqsimlovchi qurilmalar KTQ (KRU

komplektnoe raspredelitelnoe ustroystvo), komplet hajmli qurilish bloklari, komplet yordamchi qurilmalar va ularni ta'minlovchi manbalar keng qo'llaniladi.

Komplekt bo'laklardan tashkil topgan qurilma **komplektli transformator nimstansiyasi** deb ataladi.

**Taqsimlovchi qurilmalar** nafaqat nimstansiya bo'lagigina bo'lmay, ular mustaqil ravishda **tarmoq tuguni** ham hisoblanadi. Bu holda ularni **taqsimlovchi punkt** TP (RP raspredelitelniy punkt) deyiladi. Agarda korxonada xo'jaligi taqsimlagichdan chiqqan kuchlanish bilan ta'minlansa, bosh pasaytiruvchi nimstansiya GPP o'rniga sistemaning markaziy tuguni asosiy taqsimlovchi punkt bo'ladi.

Taqsimlovchi punktlarga va kam o'lchamli butlangan tarmoq taqsimlagich tugunlariga taqsimlovchi shitlar, ulagich va saqlagichli metall yashshiklar va boshqalar ham kiradi.

Aktiv quvvatlarga ehtiyoj markazlashgan elektr manbalari tomonidan qoplab, elektr energiya isroflarini tarmoqlarda kamaytirish uchun reaktiv quvvatlarga ehtiyoj esa maxalliy manbalar tomonidan ham qoplanadi.

Optimal reaktiv quvvatni tanlash va manbalarni, asosan kondensator batareyalarini, har xil yerlarda joylashtirish elektr ta'minotini bajarishda katta texnik-iqtisodiy ahamiyatlidir.

Elektr ta'minoti sistemasi qurilmalarini kommutatsiya, rezonans va yashin o'ta kuchlanishlari ta'siridan asrashda yashin qaytargich sistemalari, kuch reaktorlari hamda turli razryadniklar ishlatiladi.

**Elektr uskunalarning neytrallari** bu generatorlar yoki transformatorlarning yulduz shaklida ulangan cho'lg'amlarining umumiy nuqtasida yotishdir.

Mashina va transformatorlar neytrallarining yer bilan tutashish turi ko'p jihatdan elektr uskunalarning izolyatsiyalanish sifati va kommutatsiya jixozlarini tanlashga, o'ta kuchlanishlar kattaligi va ularni cheklash usullariga, yer bilan bir faza orqali qisqa tutashuvdagi toklarning kattaligi, releli himoyaning ish sharoitiga va elektr tarmoqlaridagi xavfsizlikka hamda aloqa liniyalariga ko'rsatiladigan elektromagnit ta'sirga bog'liq.

Neytrallarining holatlariga qarab elektr tarmoqlari quyidagi uch guruhga bo‘linadi:

- 1) neytrallari zaminlangan tarmoqlar;
- 2) neytrallari zaminlanmagan tarmoqlar;
- 3) neytrallari kompensasiyalangan tarmoqlar.

Neytralning ish holati yerga tutashadigan tok miqdorini bildiradi. Yerga bir fazasi tutashgandagi toki 500 A tokdan kichik bo‘lgan tarmoqlar yerga kichik toklar bilan tutashgan tarmoqlar bo‘lib bu asosan neytrallari zaminlanmagan yoki yerga rezonansli ulangan tarmoqlardir. Toki 500 A dan yuqori tarmoqlar yerga katta toklar bilan tutashgan tarmoqlar bo‘lib, bu neytrallari zaminlangan qilib va funksional ulangan tarmoqlardir.

Ikkinchi guruhga kuchlanishi  $6 \div 35$  kV li tarmoqlar hamda transformator yoki generatorlarning neytrallari kirib, bular yerdan izolyatsiyalanadi, uchinchi guruh esa yerga yoy so‘ndiruvchi g‘altaklar orqali ulanishi belgilangan.

Halqaro elektrotexnika qo‘mitasi MEK tavsiyasiga asosan funksional yoki qo‘zg‘almas zaminlangan neytralli tarmoqlarga neytrallari zaminlangan yoki katta bo‘lmagan aktiv qarshilik orqali ulangan yuqori va o‘rta kuchlanishli tarmoqlardir.

## **1.2. Elektr stantsiyalari va nimstantsiyalar**

Elektr energiya ishlab chiqarishga mo‘ljallangan korxonada **elektr stantsiya** deb ataladi. Elektr energiyani o‘zgartirish hamda taqsimlashga mo‘ljallangan elektr nimstantsiyalar elektr energiya iste’molini ta’minlaydi.

Elektr stansiya - bu birlamchi energoresurslarni yoqish yoki suvning energiyasidan foydalangan holda elektr, qo‘shimcha issiqlik energiyasi ishlab chiqariladigan korxonadir.

Tabiiy manbaning turiga qarab elektr stantsiyalari quyidagilar:

### **1. Issiqlik elektr stantsiyalari – IES:**

**a) Kondensatsiyali elektr stantsiyalar – KES;**

**b) Issiqlik elektr markazlari – (IEM);**

**v) Gaz-turbinali va bug‘-gaz qurilmali elektr stantsiyalar.**

Katta tuman iste'molchilariga xizmat ko'rsatadigan KESlar davlat issiqlik elektr stantsiyalari GRES deb atalar edi.

**2. Hidroelektrstantsiyalar va gidroakkumulyasion elektr stantsiyalar GES va GAES.**

**3. Atom elektr stantsiyalari AES.**

**4. Quyosh elektr stantsiyalari QES.**

**5. Shamol elektr stantsiyalari SHES.**

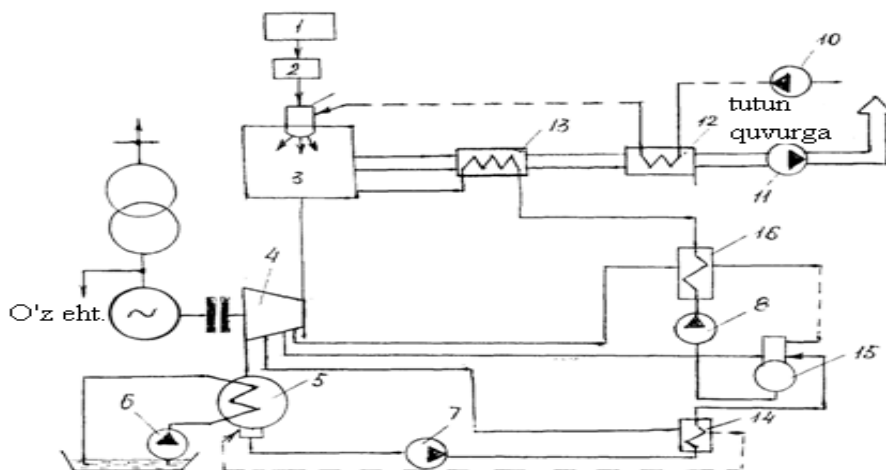
**6. Dizel elektr stantsiyalari DG.**

**7. Dengiz oqim va to'lqin elektr stantsiyalari.**

**8. Geotermal elektr stantsiyalari GTES**–yerning ichki issiqlik mabalaridan foydalanuvchi elektr stantsiyalar.

Ishlab chiqariladigan elektr energiyaning ko'p bo'limi IES, atom elektrostantsiya va Hidroelektrostantsiyalarga to'g'ri keladi. O'zbekiston Respublikasida 85% dan ko'proq elektr energiya issiqlik elektr stantsiyalarida ishlab chiqarilmoqda.

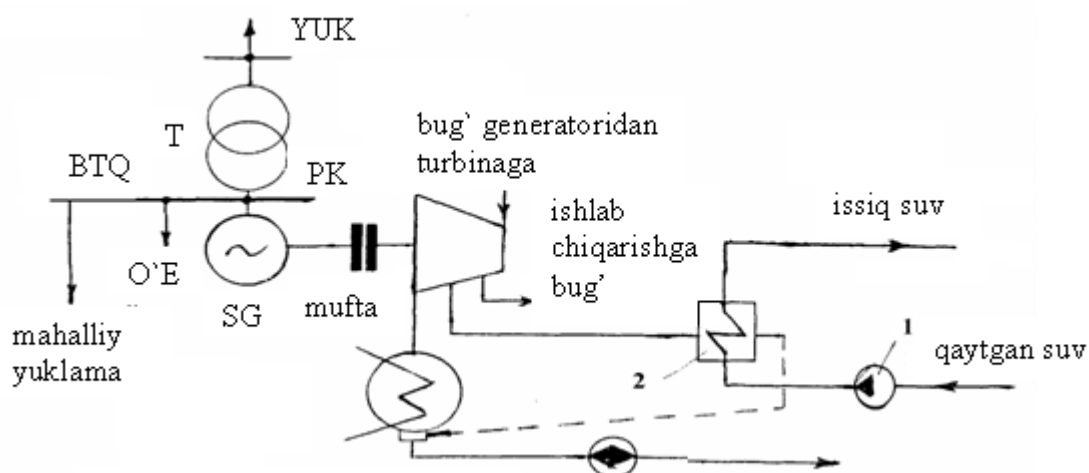
KESlar yoqilg'i qazib olinadigan va suv ta'minoti maqbul bo'lgan joylarga quriladi. KES agregatlari katta quvvatli bo'lib, ularning xususiyati manevrli emasliklaridadir, ya'ni bu agregatlarni ishga tushirib, sinxronlash uchun ketadigan vaqt  $3 \div 6$  soatdir. KESlarda faqat elektr energiya ishlab chiqariladi va ishlatilgan bug' kondensatorlarga yig'ilib, qayta foydalanish uchun yuboriladi (1-rasm). Bu elektr stantsiyalarining foydali ish koeffitsientlari  $32 \div 40\%$  dan kichik. Ularning atmosfera havoga tarqatgan chiqindilari atrof muhitga salbiydir.





1-rasm. Kondensatsiyali elektr stantsiya KES sxemasi: 1-yoqilg'i ombori va yoqilg'i uzatish sistemasi; 2-yoqilg'i tayyorlash sistemasi; 3-bug' generatori; 4-turbina; 5-bug'ni suvga aylantiruvchi kondensator; 6-sirkulyasion nasos; 7-kondensat nasosi; 8-ta'minlovchi nasos; 9-bug' generatorining o'txonasi; 10-parrak; 11-tutun tortgich; 12-havo isitgich; 13-suv ekonomayzeri; 14-past bosimli suv isitgich; 15-denerator; 16-yuqori bosimli isitgich.

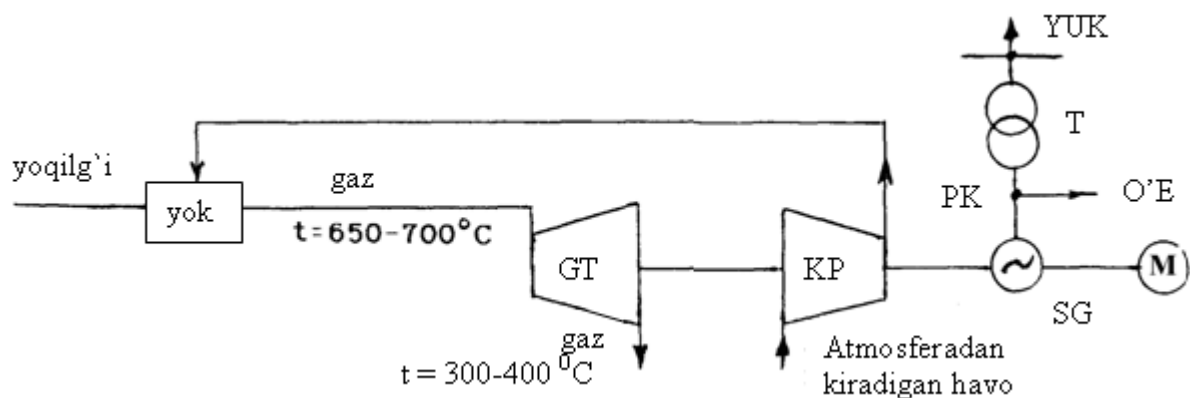
Issiqlik elektr markazlari IEM iste'molchilarga yaqin joylarga quriladi va ularga tashib keltiriladigan yoqilg'idan yoki quvurda keluvchi tabiiy gazdan foydalanadi. IEMlarda elektr hamda issiqlik energiyasi ishlab chiqariladi. Ular nisbatan tejamli ishlaydi va foydali ish koeffitsienti  $60 \div 70\%$  ni tashkil etadi (2-rasm).



2-rasm. Issiqlik elektr markazi tuzilish sxemasi.

Gaz turbinali elektr stantsiyalarning quvvati  $25 \div 100$  MVtli gaz turbinalardan tashkil topadi (3-rasm).

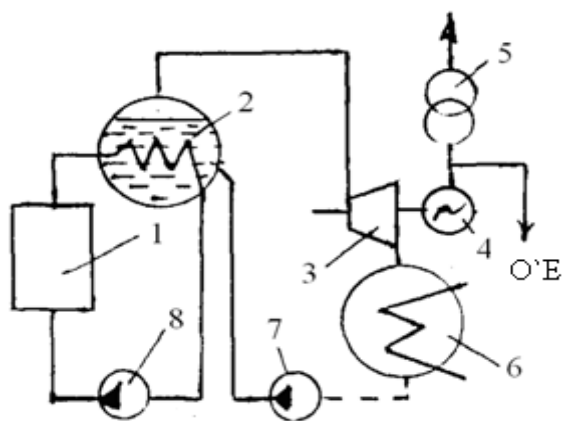
Yonish kamerasiga yoqilg'i: gaz yoki dizel yoqilg'isi tashlanadi shuningdek, u yerga kompressor orqali siqilgan havo yuboriladi.



3-rasm. Gaz turbinali elektr stantsiya sxemasi: YoK-yonish kamerasi; GT-gaz turbina; KP-kompressor; SG-sinxron generator; T-transformator; M-ishga tushiruvchi dvigatel; YuK-yuqori kuchlanishli tarmoq; O'E-o'z ehtiyoj tarmog'i.

Qizigan yonish mahsulotlari o'z energiyasini gaz turbinasiga uzatadi va u kompressor hamda sinxron generatorni aylantiradi. Qurilma ishga tushiruvchi elektr dvigateli yordamida 1 ÷ 2 minut davomida ishga tushiriladi.

Gaz turbinalarining tejamkorligini oshirishda bug'-gazli qurilmalar ishlab chiqilgan. Yoqilg'i bug' generatorining o't xonasida yoqilib, hosil bo'lgan bug' esa bug' turbinasiga yo'naltiriladi. Bug' generatoridan chiqayotgan yonish mahsulotlari, tegishli haroratgacha sovutilgandan so'ng va unda gaz turbinasiga yo'naltiriladi.



4-rasm. Atom elektr stantsiyasining sxemasi: 1-reaktor; 2-bug' generatori; 3-turbina; 4-sinxron generator; 5-transformator; 6 - bug'-suv kondensatori; 7-kondensat nasosi; 8-bosh sirkulyasion nasos.

Atom elektrostantsiyalarning foydali ish koeffitsiyenti 35 ÷ 38% dir (4-rasm). Bu elektr stantsiyalaridan foydalanishdagi asosiy muammolar ularning radioaktiv chiqindilarini yo'qotish, ishonchli va avriyalarsiz ishlashlarini ta'minlashdir.

Gidroelektrostantsiyalar suv resurslari mavjud joylarga quriladi va bunda iste'molchilarni elektr energiya bilan ta'minlashdan tashqari ekin yerlarni

sugʻorish masalalari bajariladi. Hidroelektrostantsiya agregatlari odatda yuqori manevrli. Ishga tushirish, tarmoqqa yoqish va sinxronlash uchun 1 ÷ 5 minut vaqt yetarli hisoblanadi. Hidroelektrostantsiyalarning foydali ish keffisienti 85 ÷ 90%. Hidroelektrostantsiyalar stansiya qurilgan joy iqlimiga, oʻsha joydagi oʻrmon va qishloq xoʻjaligiga salbiy taʼsir koʻrsatmaydi.

Nimstansiyalar sistemadagi holatlariga koʻra uchta kategoriyaga boʻlinadi: tayanch nimstansiyalar, berk nimstansiyalar va oraliq-oʻtkazuvchi (tranzit) nimstansiyalar.

Sistema tashkil etuvchi tayanch nimstansiyalariga katta talablar qoʻyiladi, chunki ular katta isteʼmolchilarga, rayonlarga elektr energiyani uzatib berganliklari uchun bu nimstansiyalardagi shikastlanishlar ogʻir ahvollarga olib kelishi mumkin.

**Sinxron generatorlar.** Birlamchi mexanik energiyani elektr energiyaga aylantirib beruvchi elektr qurilma **elektr generatori** deyiladi. Elektr stansiyalarida elektr energiyani ishlab chiqarishda 3 fazali sinxron generatorlardan foydalaniladi. Sinxron generatorlar birlamchi mashinaning turiga qarab turbo va gidrogeneratorlarga boʻlinadi.

Turbogeneratorlar toʻgʻridan toʻgʻri bugʻ yoki gaz turbinalariga yoqish uchun moʻljallangan, ular tez aylanuvchan generatorlar deyiladi. Ularning aylanish chastotasini quyidagicha belgilanadi:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p}, \quad (1.1)$$

*bu yerda, f- 50 Hz li chastota; p-mashina juft qutblar sonidir.*

Shunday qilib, tarmoqning chastotasi 50 Hz boʻlgan bizning va Gʻarbiy Yevropa davlatlaridagi TGlarning eng yuqori aylanish tezligi–3000 ayl/min boʻladi.

Turboagregatlarning chegaraviy aylanish tezligi turbinaga bogʻliq ravishda 3000 ayl/min dan kamdir. Turbina oʻqi-valining aylanish tezligining pastligi turbina lopatkalarini uzunroq qilib tayyorlanadi. Bu turbinaning chegaraviy quvvatini oshiradi.

Ba'zi hollarda kichik quvvatli TG lar turbinaga reduktor orqali ulanadi. Bu turbinalarni ixcham va tejamli bo'lishiga olib keladi, chunki bunda turbinalarning aylanish chastotasi ortadi. Bundan tashqari bunday reduktorlar odatdagi IES larda qo'llanilmaydi, chunki ular katta quvvatli turboagregatlarni ishonchli ishlashiga putur yetkazadi.

Gidrogeneratorlarning aylanish chastotasi gidroturbinalarning foydali aylanish chastotasiga teng [5-10].

$$n_{\text{mypo}} = n_{\delta} \frac{H^{5/4}}{\sqrt{P}}, \quad (1.2)$$

bunda:  $n_{\delta}$ -tez aylanuvchanlik koeffitsienti, turbinaning tipiga bog'liq bo'ladi [ayl/min], cho'michli turbinalarda  $20 \div 40$  ayl/min, radial o'qli turbinalar uchun  $50 \div 450$  ayl/min, buriluvchan lopastli turbinalarda  $400 \div 1200$  ayl/min; N-bosim hosil qiluvchi suv sathi balandligi, [m]; R-turbinaning quvvati, [MVt].

Gidroelektrostantsiyalarda suv bosimi va suv sarfi turlicha bo'lganligi uchun, gidrogeneratorlarning aylanish tezligi 50 ayl/min dan 750 ayl/min gacha bo'ladi. Gidrogeneratorlarni quvvati qanchalik katta va suv bosimi qanchalik kichik bo'lsa ularning aylanish chastotalari ham shuncha kichik. Ishlab chiqariladigan mashinalarning ko'pchiligi  $50 \div 125$  ayl/min aylanish chastotalidir.

Sovutish sistemasi normal ishlab turgan sinxron generator uzoq vaqt ishlashi mumkin bo'lgan foydali quvvat **generatorning nominal quvvati** deyiladi. Ushbu quvvatdagi mashina ishini xarakterlaydigan parametrlar **nominal parametrlar** deyiladi. Bular: stator kuchlanishi- $U_n$ ; stator toki- $I_n$ ; rotorni qo'zg'atish kuchlanishi- $U_k$ ; rotorni qo'zg'atish toki- $I_k$ ; generatorning aktiv, reaktiv, to'la quvvati- $P_n$ ;  $Q_n$ ;  $S_n$ ; quvvat koeffitsienti- $\cos\phi$ ; foydali ish koeffitsienti va boshqalar.

Uch fazali sinxron turbogeneratorlarning nominal kuchlanishi deb stator cho'lg'aming fazalararo (liniya) kuchlanishdir. GOST bo'yicha turbogeneratorlarning kuchlanishi va quvvati quyidagi standart qatorni tashkil etadi (2 jadval).

**Generatorlarning sovutish sistemalari.** Generatorlarni ishlashida ularda energetik isroflar sodir bo‘ladi. Bu isroflar issiqlikka aylanib, generator elementlarining qizishiga olib keladi. Generatorlarning foydali ish koeffitsiyentlari yuqoriligi va nisbiy isroflar  $1,5 \div 2,5\%$  ni tashkil etishiga qaramay, absolyut isroflarning darajasi ancha katta. Masalan, 800 MVt li mashinada bu isroflar 10 MVt. Ushbu issiqlik faol po‘lat o‘zakni, cho‘lg‘amlar misini va izolyatsiyasini qizishiga olib keladi.

2 jadval

U <sub>n</sub> kV	3.15	6.3	10.5	18.0		20.0	21.0	24.0		
R <sub>n</sub> MVt	2.5	4,6	12,3	100	160	200	300	500	800	1200

Generatorlarning qizishi stator va rotor izolyatsiyasining ishlash imkoni bilan chegaralanadi, issiqlik ta’siri natijasida ularning elektr izolyatsiyalash xarakterlari yomonlashadi, mexanik mustahkamligi hamda elastikligi kamayadi. Izolyatsiya xatto qurib, maydalanib ketadi va o‘z funksiyasini bajarmaydi.

Energetikada qo‘llaniladigan izolyatsiyalovchi materiallar 85°C lik qoida bo‘yicha elektr jihozlari hisoblanganda, izolyatsiyaning harorati nominal belgilangan haroratidan 85°C ga oshirilganda uning ishlash muddati 2 martagacha kamayadi.

Cho‘lg‘amlarni sovutish usuli bo‘yicha sovutish turlari ikkiga bo‘linadi: to‘g‘ridan to‘g‘ri sovutish va bilvosita sovutish. To‘g‘ridan to‘g‘ri sovutish vodorod, suv yoki moy o‘tkazgichlar ichidagi maxsus kanallar orqali aylanib, qizigan cho‘lg‘amlarga to‘g‘ridan to‘g‘ri tegadi, uni yanada ko‘poq sovutadi. Bilvosita sovutishda, faqat gazlar uchun qo‘llaniladigan bo‘lib, sovutuvchi gaz cho‘lg‘am o‘tkazgichlariga yaqin tegmaydi. Ajralib chiqayotgan issiqlik sovutuvchi muhitga izolyatsiya orqali kesib o‘tadi. Bunda izolyatsiya issiqlik jihatdan kattaroq yuklanadi.

Bilvosita sovutish usuli 12 MVt quvvatgacha bo‘lgan generatorlarda qo‘llaniladi.

Elektr stantsiyalarda qoʻllaniladigan katta quvvatli sinxron generatorlarning toʻgʻridan toʻgʻri sovutish usuli boʻyicha 4 guruhda:

- 1) statorni bilvosita va rotorini vodorod bilan toʻgʻridan toʻgʻri sovutish usuli;
- 2) stator va rotorini vodorod bilan toʻgʻridan toʻgʻri sovutish usuli ;
- 3) statorni suyuqlik bilan va rotorini vodorod bilan sovutish usuli;
- 4) stator va rotorini toʻgʻridan toʻgʻri suyuqlik bilan sovutish usuli.

Izolyasion materiallar qizishiga chidamlilik darajasi boʻyicha ettita klassga boʻlinadi. Generatorlarda bulardan 3 ta klassga tegishli izolyasion material foydalaniladi.

Zamonaviy generatorlarda sovutish muhiti sifatida gazlardan: havo, vodoroddan va suyuqliklardan: suv, transformator moyi foydalaniladi (3-jadval).

3-jadval.

Sovutish muhiti	Havoga nisbatan koʻrsatkichlar	
	Issiqlik oʻtkazuvchanligi	Sovutishlik darajasi
Havoli	1,0	1,0
97% vodorod va 3% havoli	5,9	1,33
Vodorodli	7,1	1,44 ÷ 4,0
Transformator moyili	5,3	21,0
Suvli	23,0	50,0

### 1.3. Sinxron generatorlarni boshqarish va sinxron kompensatorlar

**Sinxron generatorning qoʻzgʻatish sistemasi** deyilganda qoʻzgʻatish tokini hosil qilib va uni boshqarishni taʼminlab beruvchi elektr mashina hamda elektr jixozlari yigʻindisiga aytiladi (qoʻzgʻatgich, yordamchi va rostlovchi qurilmalar majmui). Qoʻzgʻatgich rotor choʻlgʻamlari bilan kontakt halqalari va choʻtkalar orqali elektr asosda ulanadi .

Qoʻzgʻatishning ishonchli, mustahkam, tejamli, qoʻzgʻatish tokini ruxsat etilgan chegaralarda sozlash imkonini beradigan, tez ishlovchi, avariya holatlarida qoʻzgʻatish tokini eng katta qiymatini taʼminlab beradigan boʻlishi lozim.

Qo'zg'atish sistemasi 2 guruhga bo'linadi: mustaqil qo'zg'atishli; o'z-o'zidan qo'zg'atishli bo'ladi.

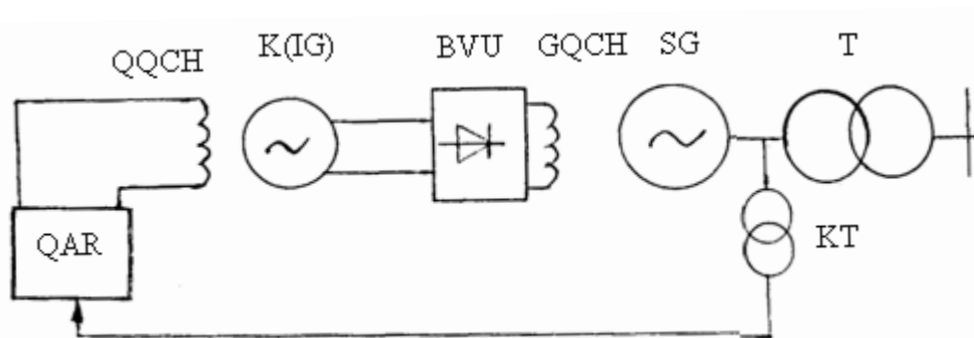
Birinchi guruhga o'zgaruvchan va o'zgarmas tokda ishlovchi barcha elektr mashinali qo'zg'atgichlar kiradi. Ikkinchi guruhga to'g'ridan to'g'ri generator chiqishlariga maxsus pasaytiruvchi transformator orqali ulangan qo'zg'atish sistemalaridir. Ishlashi tarmoq holatiga bog'liq bo'lmaganligi sababli mustaqil qo'zg'atish sistemalari mavjud.

Generatorlarda quyidagi qo'zg'atish sistemalari keng ko'lamda qo'llaniladi: o'zgarmas tok elektr mashinali; yuqori chastotali; tiristorli; cho'tkasiz qo'zg'atish sistemalidir.

O'zgarmas tok mashinali qo'zg'atish sistemalari 150 MVt quvvatgacha bo'lgan generatorlarda qo'llaniladi. Bu qo'zg'atish sistemalarining kamchiligi ularning qo'zg'atish tokini o'sib borish tezligining yuqori emas.

Katta quvvatli generatorlarda hozirda yarim o'tkazgichli to'g'rilagichga ega qo'zg'atish sistemalari foydalaniladi. Generator bilan bitta umumiy valga qo'shimcha generator ulangan bo'ladi, ularning kuchlanishi to'g'rilagichlar orqali rotor cho'lg'amlariga uzatiladi (5-rasm).

$$k_f = \frac{U_{fmma}}{U_{fnno}} \quad (1.3)$$

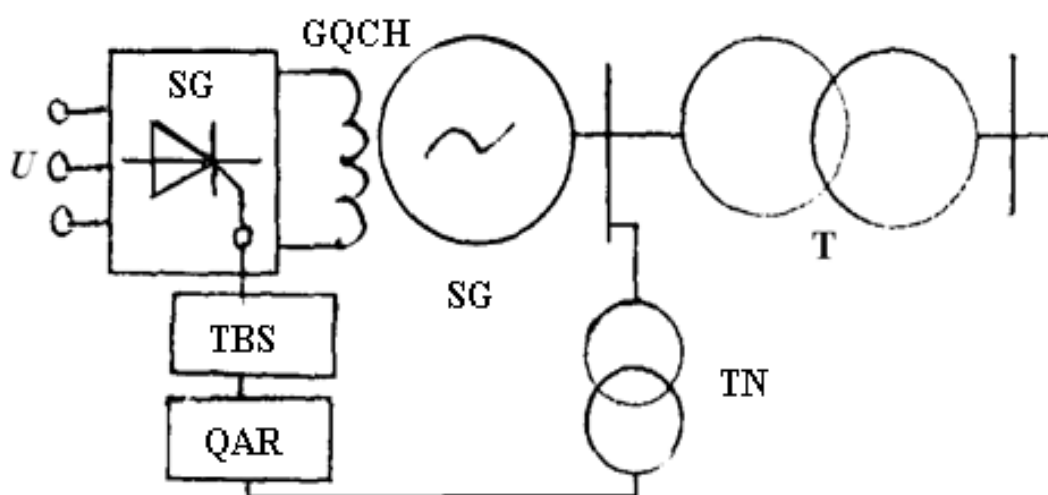


5-rasm. Generatorning qo'zg'atish sistemasining sxemasi: K(IG)-induksion generator; BVU-boshqarilmas ventilli o'zgartirgich; QQCH-induksion generatorining qo'zg'atish cho'lg'ami; QAR-qo'zg'atishni avtomatik sozlagich;

GQCH-sinxron generatorning qo'zg'atish cho'lg'ami; SG-sinxron generator; Tr-  
kuch transformatori;  
KT-kuchlanish transformatori.

Energiya manbai bo'lib induksion generator hizmat qiladi. Qo'zg'atish sistemalarida qo'zg'atish tokini o'sib borish tezligini oshirish uchun jadallashtirishdan, ya'ni qo'zg'atish tokini keskin oshirish-forsirovkalash sistemasidan foydalaniladi. Elektr mashinali qo'zg'atishli sistemada qo'zg'atish toklarining o'sib borish tezligi  $t=0,4 \div 0,5$  soniya, yuqori chastotali qo'zg'atish sistemalarida  $t=0,3 \div 0,4$  soniya, jadallashtirish karraligi esa  $K_f=2$ ga teng. Yuqori chastotali qo'zg'atishli sistemalar 300 Mvt gacha bo'lgan generatorlarda keng qo'llaniladi (6-rasm).

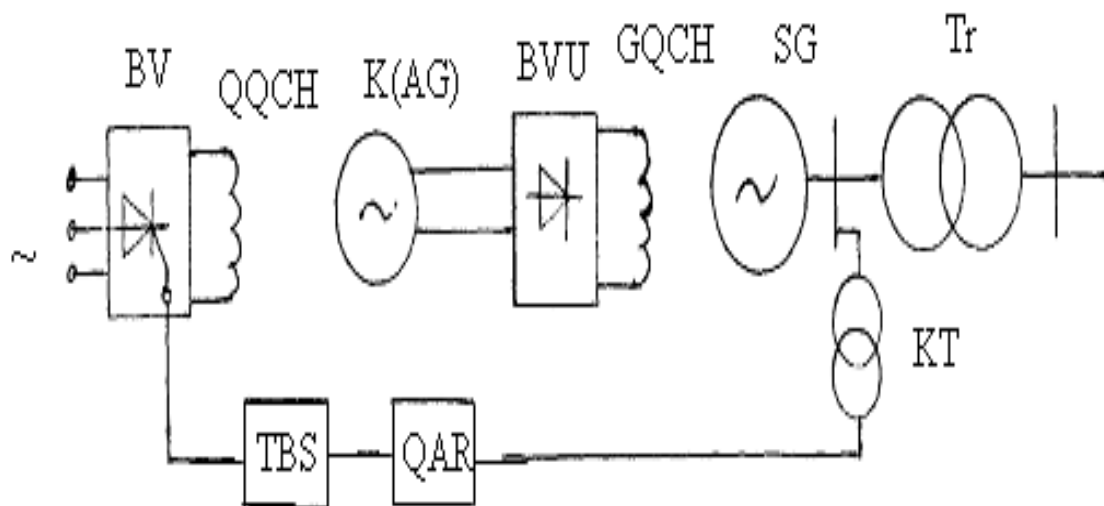
Tiristorli asosdagi qo'zg'atish sistemalarida o'zgartirgich sifatida tiristorlardan foydalaniladi. Tiristorli boshqarish sxemasi orqali qo'zg'atish tokini qiymati o'zgartiriladi. Ushbu sistemaning afzalligi jadallashtirish koeffitsientining  $K_f > 2$ , qo'zg'atish tokini o'sib borish tezligi esa  $t=0,02 \div 0,04$  soniyani tashkil etishidir. Shu sababli ushbu qo'zg'atish sistemalari 500 MVtgacha bo'lgan sinxron generatorlarda keng qo'llaniladi.



6-rasm. Katta quvvatli generatorning yuqori chastotali qo'zg'atish sistemasi: BV-tiristorli to'g' rilagich; GQCH-sinxron generatorning qo'zg'atish cho'lg'ami; TBS-tiristorni boshqarish sxema; QAR-qo'zg'atishni avtomatik rostlagich; TN-kuchlanish transformatori; T-kuch transformatori; SG-sinxron generator.

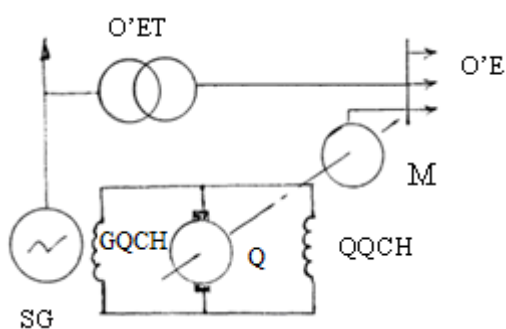


Yuqorida ko‘rib chiqilgan sistemalarining umumiy kamchiligi bo‘lib ularda kontakt cho‘tka jixozining mavjudligidir, bu sistemalarning ishonchliligini pasaytiradi. Hozirgi paytda katta quvvatli generatorlarda cho‘tkasiz qo‘zg‘atish sistemalari keng qo‘llaniladi (7-rasm).



7-rasm. Katta quvvatli generatorlarda cho‘tkasiz qo‘zg‘atish sistemalari: K(AG)-aylantirilgan (obrashenniy) generator; BV- tiristorli boshqarish sxemasi; QQCH- K(AG) generatorini qo‘zg‘atish cho‘lg‘ami; BVU-tiristorli to‘g‘rilagich generator; GQCH-sinxron generatorning qo‘zg‘atish cho‘lg‘ami; SG-sinxron generator; Tr-kuch transformatori; KT-kuchlanish transformatori; QAR-qo‘zg‘atishni avtomatik sozlagich; TBS-tiristorni boshqarish sxema.

Ushbu qo‘zg‘atish sistemalari  $800 \div 1200$  MVt quvvatli sinxron



8-rasm. Generatorlarni quzg`atish tizimi: O`ET-o`z ehtiyoj transformatori; M- asinxron motor, Q- qo`zg`atgich, ya`ni o`zgarmas tok generatori, QQCH- qo`zg`atgichning qo`zg`atish chulg`ami; GQCH- sinxron generatorning qo`zg`atish chulg`ami; SG-sinxron generator.

generatorlarda keng qo‘llanadi. Ularning qo‘zg‘atish toklarini o‘sib borish tezligi  $t=0,1s$ . Ikkinchi guruhga kiruvchi o‘z-o‘zidan qo‘zg‘atishli sistemalarning ishonchliligi kam, chunki ularda qo‘zg‘atgichning ishlashi o‘zgaruvchan tok tarmoqining holatiga bog‘liq. Tarmoqdagi o‘zgarish qo‘zg‘atish sistemasining normal ishlashiga katta putur yetkazadi (8-rasm). Ushbu sistemalarda qo‘zg‘atish jixozi bo‘lib o‘z ehtiyoj shinalaridan ta‘minlanuvchi asinxron dvigatel va o‘zgarmas tok generatori xizmat qiladi.

Ushbu qo'zg'atish sistemalaridan odatda elektr stantsiyalarida qo'zg'atishning zaxira manbai sifatida foydalaniladi.

**Generatorlarning magnit maydonini so'ndirish** - ularning qo'zg'atish magnit oqimini qiymatini nolgacha kamaytirish jarayoni va bir vaqtda generatorning elektr yurituvchi kuchi kamaytirishdir.

Magnit maydonini so'ndirish generatorning ichida shikastlanishlar yuz bergandagi avariya holatlarida ahamiyali. Generatorlarning ichidagi qisqa tutashuvlar odatda elektr yoyi orqali yuz beradi. Shu sababdan bunday hollarda stator cho'lg'ami va aktiv po'lat ko'p shikastlanadi. Bu qisqa tutashuv toklari generator chiqishlaridagi yuz beradigan qisqa tutashuv toklariga qaraganda ancha katta. Bu holatlarda generatorning magnit maydonini so'ndirish avariya ko'lamini kamaytirish va stator cho'lg'ami g'amda po'latni kuyib ketishdan saqlash uchun zarur.

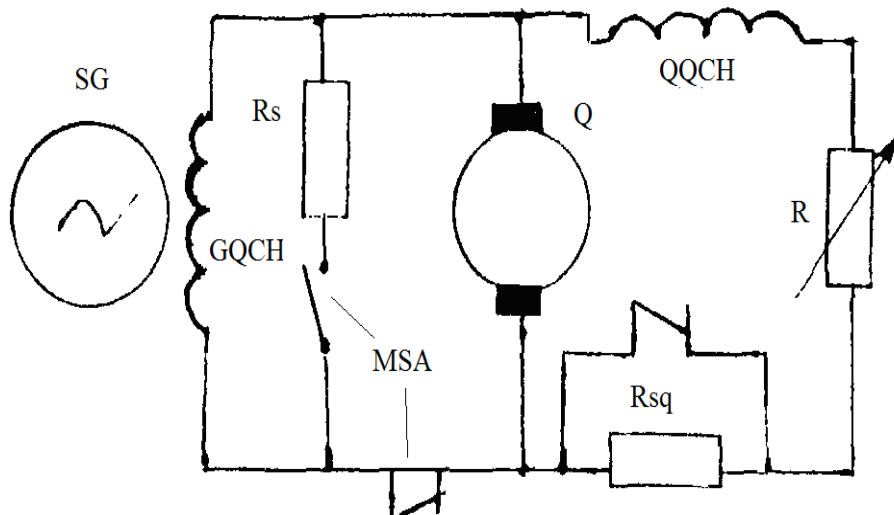
Maydonni so'ndirish uchun generatorning rotor cho'lg'amlarini qo'zg'atgichlardan uzish kerak.

Rotor cho'lg'amini katta induktivlikka ega bo'lganligi sababli uning chiqishlarida izolyatsiyani teshilishiga olib keluvchi kuchlanganlik hosil bo'ladi. Maydonni shunday so'ndirish kerakki, bunda qo'zg'atgichni uzish bilan bir paytda generator rotor cho'lg'amining magnit maydonini tez so'ndirishga erishish zarur. Bunda chiqishlardagi kuchlanganlik ruxsat etilgan qiymatlardan ortib ketmaydi.

Generatorning quvvatini va qo'zg'atish sistemasining xususiyatiga qarab magnit maydonini so'ndirishda 3ta usulidan foydalaniladi:

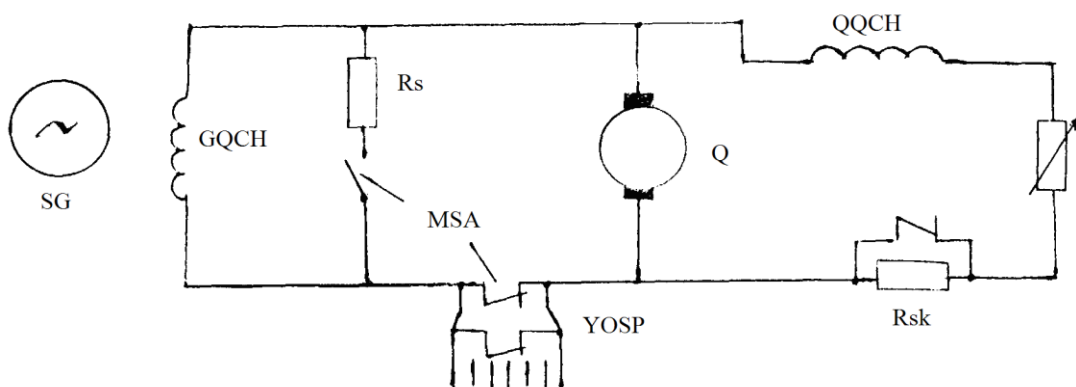
- 1) rotor cho'lg'amini so'ndiruvchi faol qarshilikka yoqish usuli;
- 2) rotor cho'lg'ami zanjiriga tez ishlovchi avtomatning yoy so'ndiruvchi panjarasini yoqish usuli;
- 3) qo'zg'atgichni teskari yoqish usuli.

Birinchi 2ta usullarda qo'zg'atish zanjiridagi zaruriy yoqishlarni **maydonni so'ndirish avtomati AGP** deyilgan maxsus kommutasion jixozdan keng foydalaniladi (9-rasm).



9-rasm. Rotor cho'lg'amini so'ndiruvchi faol qarshilikka yoqish sxemasi: SG- sinxron generator; GQCH-generatorning qo'zg'atish cho'lg'ami; Rs-so'ndiruvchi faol qarshilik; MSA- maydonni so'ndirish avtomati, ya'ni AGP ; Q-qo'zg'atgich; QQCH-qo'zg'atgichni qo'zg'atish cho'lg'ami; R<sub>sq</sub>-qo'zg'atgich maydonini so'ndiruvchi faol qarshilik.

Generatorlarning rotor cho'lg'amlarini so'ndiruvchi qarshilikka ulab so'ndirishda magnet maydonini so'ndirish jarayoni susayib ketadi. Shuning uchun hozirda maydonni tezroq so'nishiga olib keluvchi yoy so'ndiruvchi panjar YOSP orqali so'ndirishdan keng foydalanilmoqda (10-rasm).



## 10 - rasm Rotor cho'lg'ami zanjiriga tez ishlovchi avtomatning yoy so'ndiruvchi panjara YO SP ni yoqish sxemasi.

Generatorlarda ichida qisqa tutashuv sodir bo'lsa rele himoyasi uni tarmoqlardan uzadi va MSAGA impul'sni beradi. Birinchi MSAning bosh kontaktlari tezda uziladi, qo'zg'atish zanjiriga qarshiliklar ulanadi. So'ngra MSAning yoy so'ndiruvchi kontaktlari uzilib hosil bo'lgan yoy panjara orqali o'tadi hamda bir qancha yoychalarga bo'linib ketib tezlik bilan so'nadi (vaqti  $0,5 \div 1$  soniyani tashkil etadi). Yoyni so'ndiruvchi panjara orasi  $1,5 \div 3$  mm masofaga yeng bo'lgan mis plastinkalardan yig'iladilar. Plastinkalarning soni yoydagi kuchlanish tushuvining qiymatiga qarab tanlanadilar. Bunda yoydagi kuchlanish tushuvi- $U_d$  qo'zg'atish kuchlanishining eng katta qiymati  $U_f$  dan katta bo'ladi.

Magnit maydonlarini qo'zg'atgichni teskari yoqish bilan so'ndirish usuli asosan tiristorli qo'zg'atish sistemali generatorlarda ham qo'llaniladi. Magnit maydonni so'ndirish jixozi uzilgach, uning qo'zg'atish cho'lg'amidagi to'g'rilagichlarni teskari ulab maydon so'ndiriladi.

Agar yoy so'nmay qolsa zanjirdagi yoy so'ndiruvchi qarshilikka yoqish orqali so'ndiriladi. Bu usulda maydonni so'ndirish vaqti juda oz, bundan tashqari qo'zg'atish cho'lg'amidagi kuchlanganlik ortib ketmasligi uchun bu vaqt avvalgi usuldagiga teng.

**Generatorlarning parallel ishlashini ta'minlash.** Generatorlarni parallel ishlashi aniq sinxronlash va o'z-o'zidan sinxronlash usuli bilan amalga oshiriladi. Generator aniq sinxronlash usuli bilan ulanganda quyidagi shartlar bajarilishi zarur:

- 1) generator kuchlanishi tarmoq kuchlanishi bilan teng bo'lishi albatta shart;
- 2) generator va tarmoq chastotasi bir xil bo'lishi albatta lozim;
- 3) fazalar ketma-ketligi bir xil bo'lishi albatta kerak.

Generator kuchlanishining tarmoq kuchlanishidan chetlashishi faza bo'yicha  $155^{\circ}\text{C}$ ga, modul bo'yicha 20%ga (odatdagi 5%), chastota bo'yicha 0,1% (0,05Hz) gacha ruxsat beriladi.

Fazalar ketma-ketligi generatorning birinchi ulanish paytida, hamda ta'mirlanishdan so'ng uning birlamchi zanjirlarida tekshiriladi. Ushbu narsa kuchlanish transformatorlari yordamida maxsus sxema orqali amalga oshiriladi. Aniq sinxronlash usuli bilan generatorlarni parallel ishlashga yoqish vaqti  $3 \div 5$  soatdir.

O'z-o'zidan sinxronlashning usulida generatorga qo'zg'atish berilmasdan sinxron tezlikka yaqin tezlikkacha aylantiriladi va u sistema tarmoqqa birdan ulanadi, so'ngra unga qo'zg'atish beriladi. Tarmoq generatorni sinxronizmga tortadi. Bunda generator bu usul bilan ulanganda generator shinalarida qisqa tutashuv toklariga teng bo'lgan toklar hosil bo'ladi.

O'z-o'zidan sinxronlash bilan generatorlarni tarmoqqa yoqish vaqti  $1 \div 5$  daqiqani tashkil etishi lozim. Ushbu usul bilan bilvositali sovutish sistemali, blok sxemasida ishlovchi turbogeneratorlar va barcha gidrogeneratorlar tarmoqqa ulanadilar. Ulardan boshqa generatorlar tarmoqqa faqat aniq sinxronlash usuli bilan ulanadilar.

Avariya holatlarida va rezerv quvvatlarni tez ishga tushirish zarur bo'lib qolgan paytlarda generatorlar sovutish sistemalarining turidan qat'iy nazar tarmoqqa o'z-o'zidan sinxronlash usuli bilan ulanadi.

**Qo'zg'atishni avtomatik sozlagichlar**. Qo'zg'atishni avtomatik sozlash quyidagi vazifalarni bajaradi:

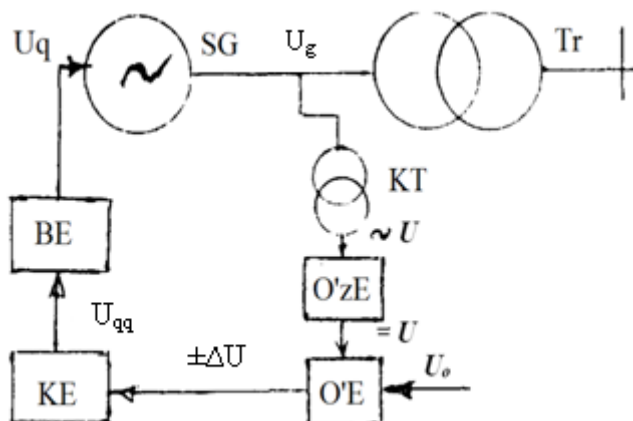
- 1) generatorlarni parallel ishlash turg'unligini ta'minlash uchun;
- 2) yuklama turg'unligini oshirish uchun;
- 3) kuchlanish "ko'chkisini" oldini olish uchun;
- 4) qisqa tutashuv uzilgandan so'ng kuchlanishni tiklanish tezligini oshirish uchun;
- 5) elektr sistemalarning statik va dinamik turg'unligini oshirish uchun;
- 6) energetik sistema tugunlaridagi kuchlanishni normal va avariya holatlarida bir xil qilib ta'minlab turish uchun.

Doimo nazoratdagi parametrlarni o'zgarishiga qarab ta'sir javob berish xarakteriga ko'ra qo'zg'atishni avtomatik sozlagichlar ikki xil:

- 1) proporsional ta'sir qiluvchi avtomatik sozlagichlar ARV PD;

2) kuchli ta'sir qiluvchi avtomatik sozlagichlar ARV SD .

O'zgartiruvchi elementlar O'zE da generator shinasidan kuchlanish transformatori KT orqali uzatilayotgan kuchlanish to'g'rilanib, kuchaytiruvchi element KE da etalon kuchlanish  $U_0$  bilan taqqoslanadilar. Berilgan kuchlanishdan og'ishi qiymati kuchaytirilib, bajaruvchi element BE ga uzatiladilar. Bajaruvchi element BE tokni qo'shimcha o'zgartirish orqali qo'zg'atish kuchlanishini



11-rasm. Kuchli ta'sir qiluvchi qo'zg'atishni avtomatik rostlagich: O'zE-o'zgartiruvchi element; O'E-o'lchov elementi; KE-kuchaytiruvchi element; BE-bajaruvchi element.

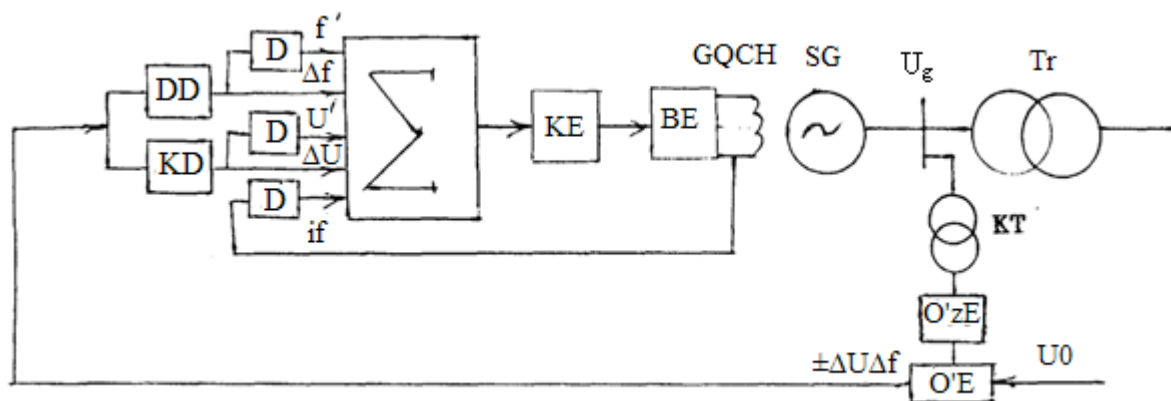
sozlaydi. Bunda:  $\Delta U = U_g - U_0$  - og'ishi darajasidir.

Proporsional ta'sir qiluvchi avtomatik sozlagichlar ARV PD nazoratdagi parametrlarning ishorasi va og'ish qiymatining kattaligiga ta'sir javob beriladi.

Katta quvvatli generatorlarda sozlash turg'unligini maqbullash va kechikishini kamaytirish uchun nazoratdagi parametrlarni berilgan qiymatidan tashqari uning o'zgarish

tezligiga qarab ham ishga tushadigan sozlagichlar qo'llaniladi.

Ushbu sozlagichlar kuchli ta'sir qiluvchi qo'zg'atishni avtomatik sozlagich ARV SD lardir (12-rasm).



12 – rasm. Kuchli ta'sir qiluvchi qo'zg'atishni avtomatik sozlagich

**Sinxron kompensatorlar.** Qo'zg'atish tokining o'zgarishida dvigatel holatida ishlaydigan valida yuklamasi bo'lmagan sinxron mashina **sinxron kompensator** deyiladilar. Sinxron kompensatorlar qo'zg'atish tokining qiymatiga qarab tarmoqqa reaktiv quvvat berishi yoki tarmoqdan uni qabul qilinadi. Sinxron kompensator statorning nominal toki, kuchlanishi va quvvati bilan, rotorning chastotasi va nominal toki, hamda nominal holatdagi isroflar bilan xarakterlanadilar.

Elektr yuklamalar katta reaktiv quvvat iste'mol qilishi bilan xarakterlanadi. Elektr qurilmalarida energiyani o'zgartirish uchun magnit maydonlaridan foydalaniladi, jumladan, generator, transformatorlar va h.k. Simobli ventillar, lyuminestsentli yoritish va boshqa o'zgartirgich qurilmalarining toklari ancha katta reaktiv tashkil etuvchiga egadir. Shu sababli elektr tarmoqlari tokning reaktiv tashkil etuvchisi bilan yuklanadi, buning ta'sirida kuchlanish pasayadi va elektr energiyani uzatish hamda taqsimlashda quvvat isroflari yanada ko'payadi.

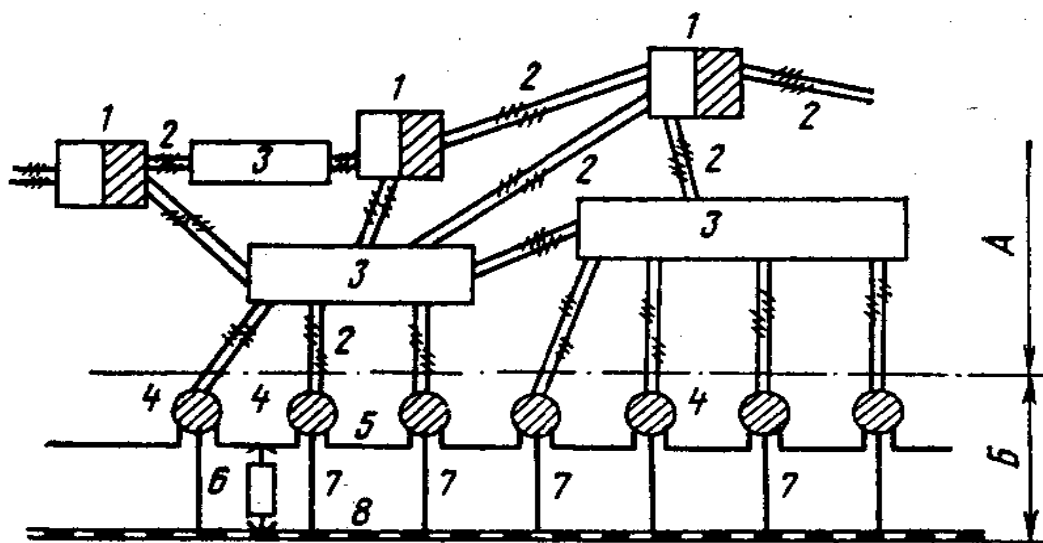
Elektr yuklamalar markaziga sinxron kompensator ulansa, u iste'molchilarga kerak bo'lgan reaktiv quvvatni generasialab, elektr stantsiyalarni yuklama bilan bog'laydigan liniyalarning reaktiv tok yuklamasini kamaytirish imkonini beriladi, ushbu esa butun tarmoq ishini maqbullaydi. Sinxron kompensatorlari elektr uzatish nimstantsiyalarida ham keng o'rnatiladi, ularning yordamida liniya bo'ylab kuchlanishni to'g'ri taqsimlash va parallel ishlash turg'unligi ta'minlanadi.

Elektr uzatgichlarining ish holatiga qarab sinxron kompensator reaktiv quvvatni generasialash yoki uni iste'mol qilish holatida ishlaydilar.

### **1.3. O'zgaruvchan va o'zgarmas tokli nimstantsiyalar**

Elektr ta'minoti sistemasiga nimstantsiyalarga elektr energiyani ishlab chiqaruchi elektrostantsiyalar, bosh pasaytiruvchi nimstantsiya, havo elektr uzatish liniya-yo'llar va nimstantsiyalarni o'zaro bog'lovchi havo elektr uzatish liniya-yo'llar va kabellar kiradi (13-rasm).

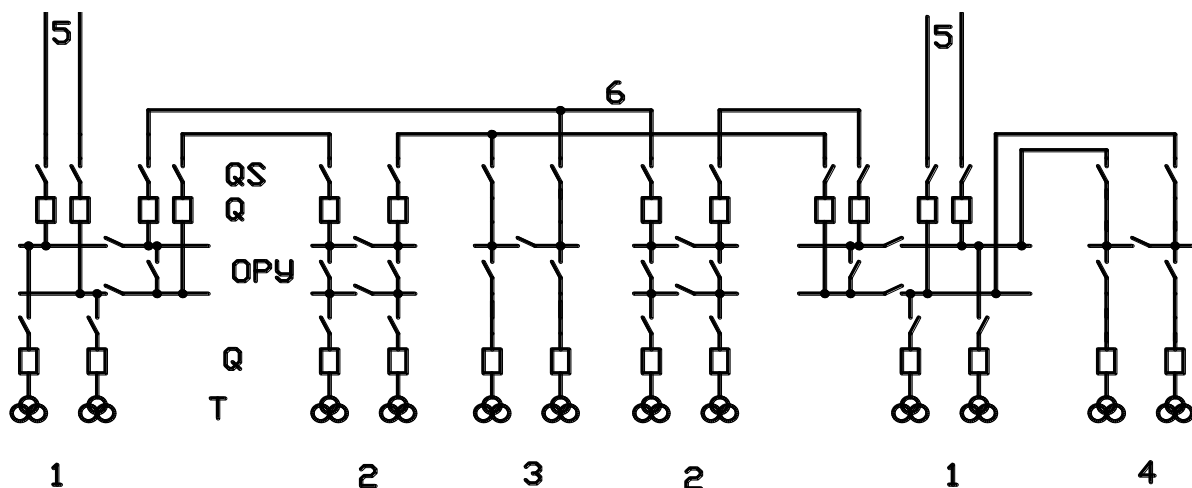
**O'zgaruvchan tokli nimstantsiyalar.** Nimstantsiyalarning elektr energiya ta'minoti va elektr energiya taqsimotini ko'rsatuvchi o'zaro ulanish sxemasi 14-rasmda keltirilgan.



13-rasm. Yuklamalarini elektr bilan ta'minlash sxemasi: A-tashqi elektr energiya ta'minoti sxemasi; B-elektr energiyaning taqsimoti sxemasi; 1-elektr energiyani ishlab chiqaruchi elektrostantsiyalar yoki bosh pasaytiruvchi nimstantsiya; 2-uch fazali havo elektr uzatish yo'llar; 3-nimstantsiyalarni o'zaro bog'lovchi elektr tarmoqlar; 4-nimstantsiyalar; 5-tarmoq; 6, 7, 8 -iste'molchilar.

Nimstantsiyalar kiruvchi 110 kV yoki 220 kV havo elektr uzatish yo'llar 5 orasiga yuqori kuchlanishli kommutatsiya jixozlariga ega: uzgichlar Q va havo ajratgichlari QS o'rnatilgan. Nimstantsiyalarni o'zaro bog'lovchi 110 kV yoki 35 kV havo elektr uzatish yo'llar 6 bilan tayanch nimstantsiyalar 1, tranzit nimstantsiyalar 2, shoxobcha nimstantsiyalar 3 va tupik nimstantsiyalar 4 orasiga ham xuddi shunday kommutatsiya jixozlari: uzgichlar Q va havo ajratgichlari QS o'rnatilgandir (14-rasm).



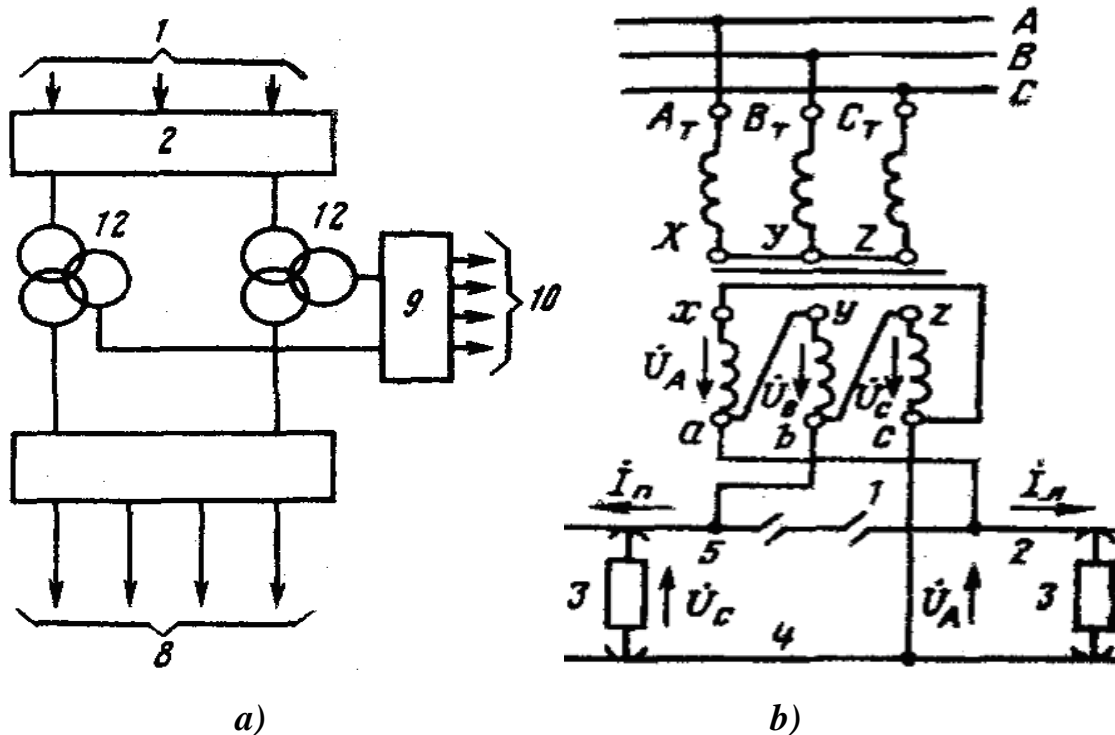


14-rasm. O‘zgaruvchan tokli nimstantsiyalarni yoqish sxemasi: 1-tayanch nimstantsiyalar, 2-tranzit-oraliq nimstantsiyalar, 3-shoxobcha nimstantsiyalar, 4-tupik-boshi berk nimstantsiyalar, 5-kiruvchi havo elektr uzatish yo‘llar, 6-nimstantsiyalarni o‘zaro bog‘lovchi havo elektr uzatish yo‘llar, QS-havo ajratgichlari, Q-uzgichlar, ORU-ochiq taqsimlovchi qurilmalar, T–uch fazali kuch transformatorlari ko‘rsatilgan.

Barcha nimstantsiyalarning tok o‘tkazuvchi shinalariga ochiq taqsimlovchi qurilma o‘rnatilgan bo‘lib, uning havo ajratgichlarining QS soni va o‘rnatilish joyi shunday tanlab olinganki, agar bir kuch transformatori ishdan chiqib ta‘mirga yoki rezerv bilan almashtirishga o‘chirilsa, ikkinchi transformator tarmoqni tok bilan ta‘minlab turadi. Agar ikkinchi transformator ham ishdan chiqsa, u holda tortuvchi nimstantsiyaning o‘zi o‘zaro bog‘lovchi 6 havo elektr uzatish yo‘llardan ajratiladi. Boshqa nimstantsiyalarning normal ishlashiga halal bermaydi. Ochiq taqsimlovchi qurilma tarkibidagi havo ajratgichlari QS soni va o‘rnatilish joyi bo‘yicha barcha nimstantsiyalarga ikki tomonlama elektr ta‘minotning doimiy bo‘lishini belgilovchi tezkor o‘chirib-yoqishlar imkonini ta‘minlaydi.

Namunaviy o‘zgaruvchan tokli nimstantsiyaning tuzilish sxemasi 3a-rasmda keltirilgan, sxemada tarmoqiga chiquvchi fiderlarnig ulanishi ko‘rsatilgan.

Ushbu nimstantsiyalar ikki kuch transformatoridan 12 biri faqat tarmoqni elektr energiya bilan ta‘minlashga hizmat qiladi, ikkinchi kuch transformatori bo‘liman nimstantsiyaning o‘z ihtiyojlarini qondirishga hizmat qiladi.



15-rasm. Ttransformatorli podstantsiyalar sxemasi: a) uch cho‘lg‘amli transformatorning ulanish sxemasi; b) yulduz-uchburchak ulanish guruhki kuch transformatorini tarmoqqa yoqish sxemasi; 1-havo elektr uzatish yo‘llardan kelgan kirish bo‘limlar; 2-havo elektr uzatish yo‘llardan kelgan kuchlanishni taqsimlovchi qurilmalar; 8- tarmoqning fiderlari; 9-kuchlanishi 35 kV taqsimlovchi qurilmalar; 10-kuchlanishi 35 kV iste‘molchilarining fiderlari; 12-uch cho‘lg‘amli asosiy va rezerv kuch transformatorlari, 13-o‘zgaruvchan tokli taqsimlovchi qurilmalar.

Nimstantsiyaning transformatorlarini elektr energiyani 110 kV yoki 220 kV kuchlanishli havo elektr uzatish yo‘lidan ta‘minlaydi (15a-rasm).

Kirishdagi kuchlashning taqsimlagich qurilmalari 6(10) kV va 35 kV taqsimlagich qurilmalar bilan uch cho‘lg‘amli transformatorlar orqali ulanadi. Bir fazali yuklamasi elektr energiyani transformatorning yulduz shaklida yig‘ilgan cho‘lg‘amlaridan oladi. Asosiy kuch transformatorini tarmoqqa ulanish sxemasi 15b-rasmda keltirilgan. Rasmda: 1-neytral qo‘yilma; 2, 5-nimstantsiyaning chap va o‘ng elka tarmoqlari; 3, 4 elektr yuklamalari.

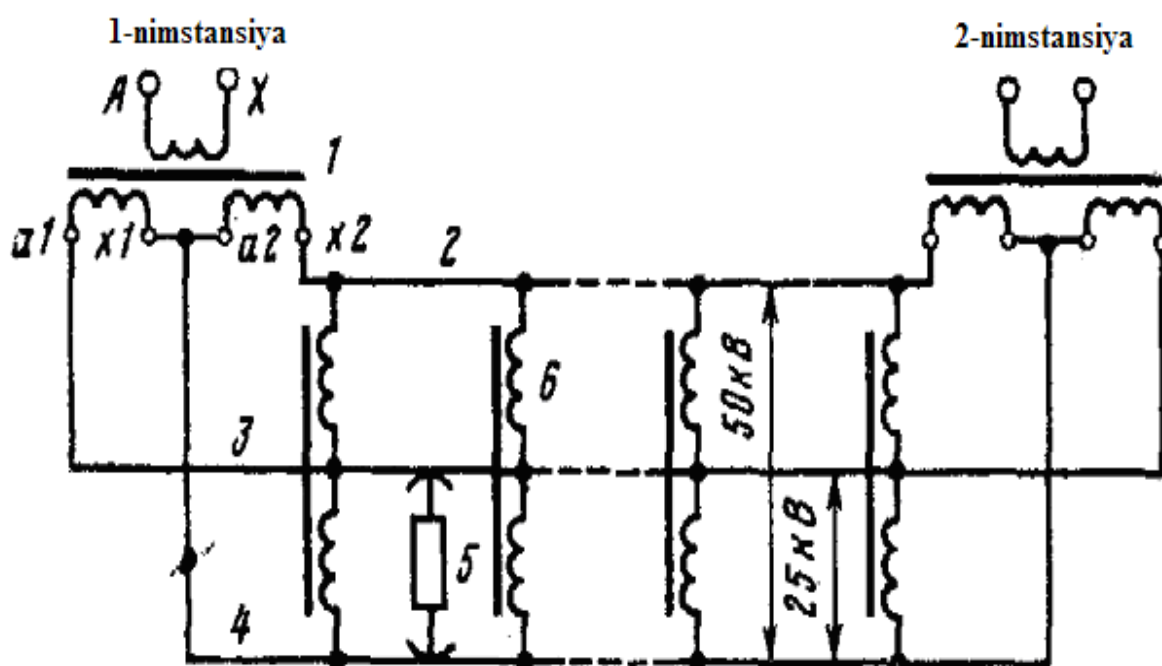
Bir fazali yuklamasi elektr energiyani transformatorning yulduz - nol shaklida ulangan cho‘lg‘amlaridan oladi.

Tashqi elektr ta‘minoti sistemasi tarmoqida teskari ketma-ketlik toklarini kamaytirish va tarmoqlar bo‘yicha nimstantsiyalarning parallel ishlashini

ta'minlash zaruriyati nimstantsiyalar maxsus sxemalar bo'yicha simmetriyalovchi yoqishni taqozo etadilar. Simmetriyalash tadbiri nimstantsiya transformatorlarining birlamchi  $A_t B_t C_t$ ;  $X Y Z$  va ikkilamchi  $x y z$ ;  $a b c$  cho'lg'amlar ulangan izolyatorlar ulagichlarini ma'lum bo'lgan sxemalar bilan yoqish yordamida energiya bilan ta'minlovchi tarmoqlarga mos ulanishini ta'minlaydilar.

O'zgaruvchan tokli nimstantsiyaning jixozlari va ba'zi ko'rinishlari quyida berilgan.

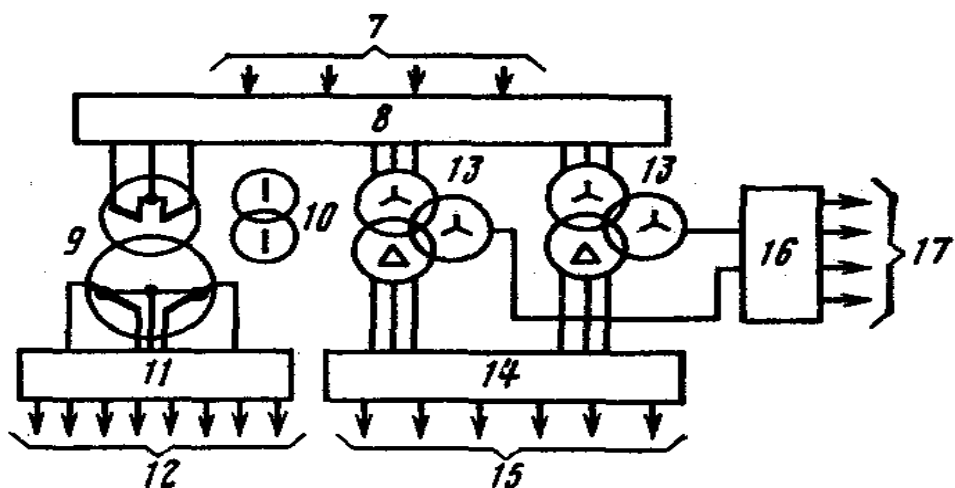
**2 tarsformatorli nimstantsiyalarning** elektr ta'minlash sxemasi 16-rasmda berilgan.



16-rasm. Ikki transformatoridan elektr ta'minlash sxemasi.

Nimstantsiyaning kuch transformatorlari elektr energiyani 110 kV yoki 220 kV kuchlanishli taqsimlovchi qurilmalardan oladilar. Har bir transformatorning ikkilamchi cho'lg'amlari ikki seksiyadan tashkil qilingan.

Har bitta nimstantsiyadagi bir nechta ishlab turuvchi va bitta rezerv transformatorini o'rnatish ko'zda tutiladi (17-rasm). Ishlab turgan transformator buzilsa, o'rniga darhol rezervdagi transformator o'rnatiladi.



17-rasm. Uch transformatorli nimstantsiya.

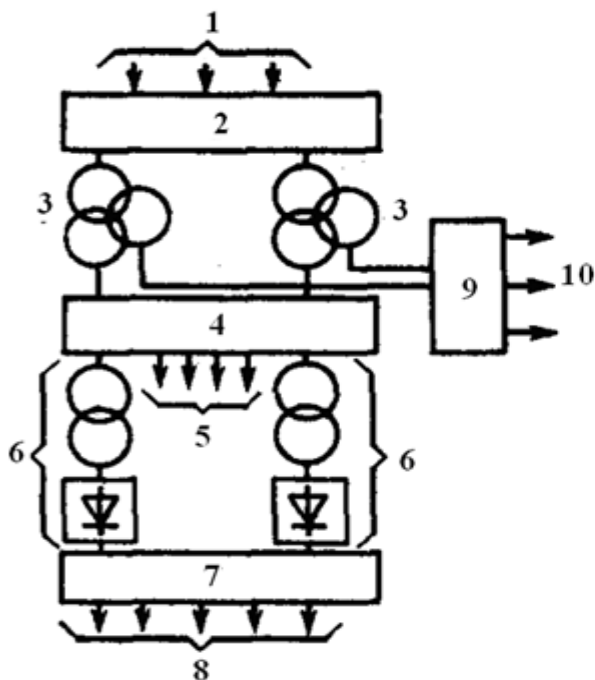
**O'zgarmas tokli nimstantsiyalar** 6 kV, 10 kV, 35 kV kuchlanishli elektr energiyani elektr tarmoqidan olishlari va o'zgaruvchan tokli nimstantsiyalar elektr energiyani 110 kV yoki 220 kV kuchlanishli elektr tarmoqidan oladi.

O'zgaruvchan yoki o'zgarmas tokli nimstantsiyalarga havo elektr uzatish yo'llardan yoki kabellardan kelgan kirish bo'limlari ochiq yoki yopiq turdagi taqsimlovchi qurilmalarga kelib ulanadi.

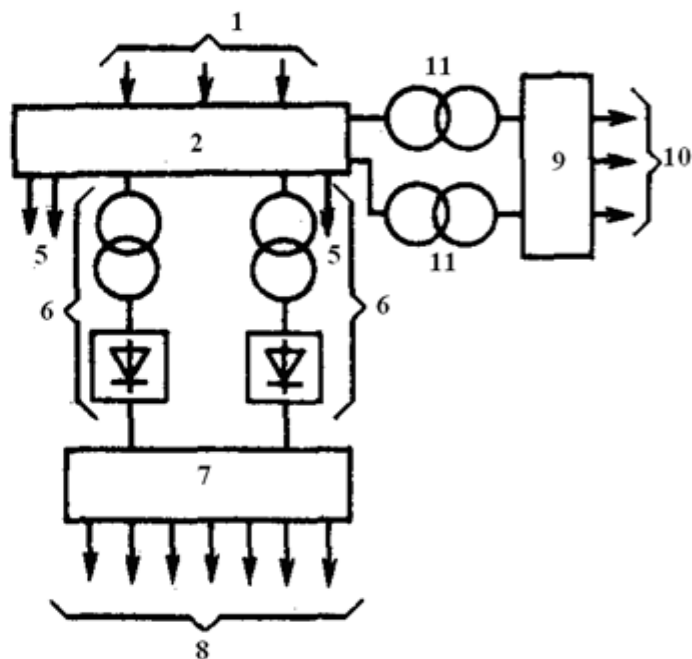
O'zgarmas tokli hamda ikki bosqich transformatsiyali nimstantsiyaning tuzilish sxemalari 6-rasmda keltirilgan. O'zgarmas tokli nimstantsiya 220 kV yoki 110 kV kuchlanishli havo elektr uzatish yo'llardan yoki kabellardan elektr energiyani olsa, unda kirgan kuchlanishning taqsimlovchi qurilmalari energiyani avval pasaytiruvchi transformatorlarga keladi. Transformatorlarda kiritilgan kuchlanish 6 kV yoki 10 kV gacha pasaytirilib, 6 kV yoki 10 kV taqsimlovchi qurilmalarga uzatadi, so'ngra energiya to'g'rilagich - inverter o'zgartgichiga yetib keladi. To'g'rilagich-inverter o'zgartgichining transformatori kuchlanishni  $3,02 \div 3,76$  kV gacha pasaytiradi. Shunday qilib, to'g'rilovchi o'zgartgichga ikki bosqichda transformasiyalangan kuchlanish yetkazib beriladi va bunday nimstantsiya ikki bosqich transformatsiyali nimstantsiya deb ataladi.

18-rasmda o'zgarmas tokli ikki bosqichli hamda 19-rasmda bir ikki bosqichli nimstantsiya sxemalari keltirilgan.

O'zgarmas tokli nimstantsiya 6 kV, 10 kV yoki 35 kV kuchlanishli havo elektr uzatish yo'llardan elektr energiyani oladi, kuchlanish taqsimlovchi qurilmalariga berilib, so'ngra energiya o'zgartgich transformatorlarga yetkaziladi.



18-rasm. O'zgarmas tokli ikki bosqichli TP.



19-rasm. Bir ikki bosqichli podstantsiya sxemasi

18 va 19 rasmlarda: 1-havo elektr uzatish yo'llardan kelgan kirish bo'limlar; 2-havo elektr uzatish yo'llardan kelgan kuchlanishni taqsimlovchi qurilmalar; 3-pasaytiruvchi uch cho'lg'amli transformatorlar; 4-kuchlanishi 6 yoki 10 kV taqsimlovchi qurilmalar; 5-kuchlanishi 10 kV iste'molchilarning fiderlari; 6-tok o'zgartgich agregatlar; 7- o'zgarmas tokli taqsimlovchi qurilmalar; 8-tarmoqning fiderlari; 9-kuchlanishi 35 kV taqsimlovchi qurilmalar; 10-kuchlanishi 35 kV iste'molchilarning fiderlari; 11-kuchlanishi 10/35 kV yoki 35/10 kV bo'lgan kuch transformatorlari.

Bunday sxema bo'yicha bir bosqich transformatsiyali nimstantsiya yig'iladi. Ba'zi hollarda nimstantsiya 110 kV kuchlanishli havo elektr uzatish yo'llardan elektr energiyani olganda ham bir bosqich transformatsiyali qilib yig'iladi va maxsus o'zgartgich transformatoridan foydalaniladi (19-rasm).

### **Nazorat savollari.**

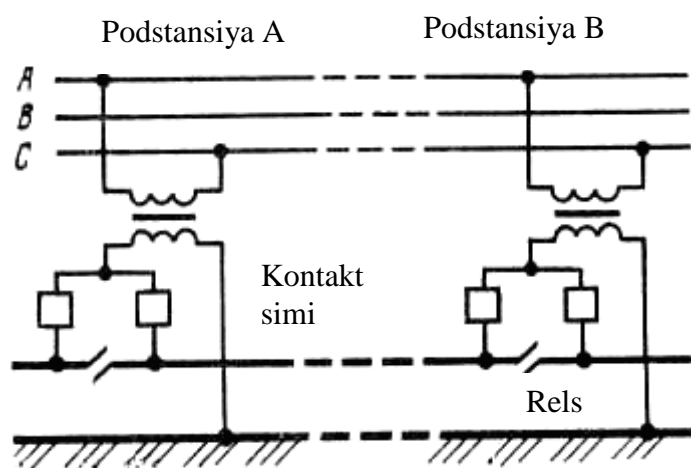
1. Elektr sistemalari va elektr tarmoqlari.
2. Taqsimlovchi qurilmalari.
3. Elektr nimstantsiyalarining farqi.
4. Nimstantsiyalarning turlari.
5. Elektr stantsiyalarning vazifalari va turlari.
6. Komplekt taqsimlovchi qurilmalari.
7. Yuqori kuchlanishning standart qiymati.
8. Ochiq va yopiq taqsimlovchi qurilmalari.
9. Elektr uskunalarning neytrallari holati.
10. Sinxron generatorning sovutish sistemalari.
11. Sinxron generatorning qo'zg'atish sistemalari.
12. Generator magnit maydonini so'ndirish usullari.
13. Generatorlarning parallel ishlashlari.
14. Qo'zg'atishni avtomatik sozlagichlari.
15. Sinxron kompensator.
16. O'zgaruvchan va o'zgarmas tokli nimstantsiyalar.

## II BOB. NIMSTANTSIYALARNING ASOSIY TOK O‘ZGARTGICHLARI

### 2.1. Nimstantsiyalarning sxemalari

O‘zgaruvchan tokli nimstantsiyalar. Uch fazali 110 ÷ 220 kV kuchlanishli o‘zgaruvchan tokni kuchlanishi 6(10) VA 35 kV tokka aylantirish uchun nimstantsiyalarda uch fazali transformatorlaridan keng qo‘llaniladi. Ushbu transformatorlar ikki yoki uch cho‘lg‘amli bo‘ladi.

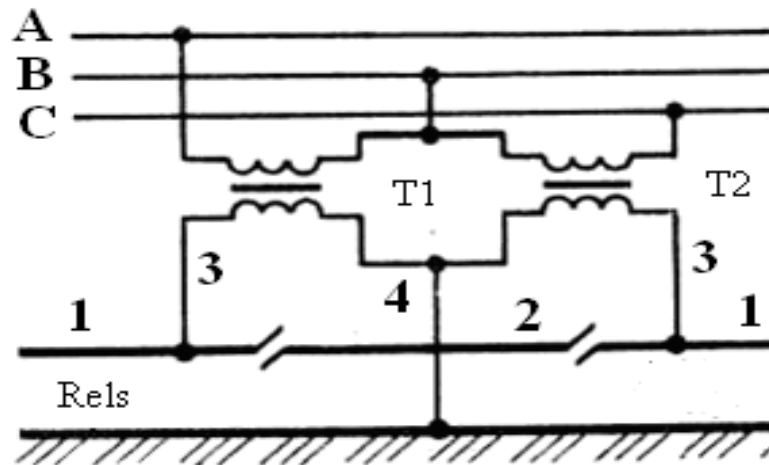
Odatda bir fazali yuklamalar nimstantsiyadan elektr energiyasi bilan ta‘minlanganda elektr ta‘minlovchi tarmoqlari fazalari orasida katta nosimmetriyaliklar yuzaga keladi (20-rasm).



20-rasm. Bir fazali transformatorlarni yoqish.

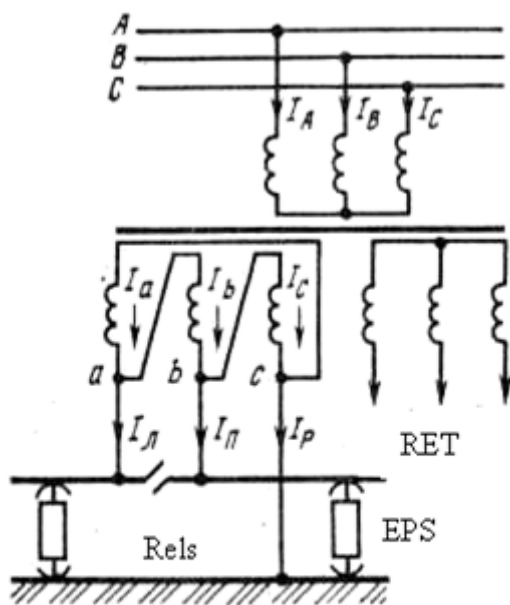
Bunda ta‘minlovchi tarmoq ortiqcha yuklanadi va qo‘shimcha quvvat isrofiga olib keladi. Elektr stantsiyadan iste‘molchilarini elektr energiya bilan sifatli ta‘minlash uchun uch fazali kuch transformatorlarini o‘rnatishga olib keladi.

Kuch transformatorlari T1 va T2 ochiq uchburchak va yulduz sxemasida ulanadilar (21-rasm). Ushbu holda fazalar orasida nosimmetriyalik ancha kamayadi va elektr taminlovchi tarmoq quvvatning isrofi ham kamayadi. Elektr tarmoqi uchun uch fazali kuch transformatorlab talab qilinadi. Rezerv transformatorlarini yoqish uchun murakkab kommutatsiya zanjir va qo‘shimcha uskunalari talab qilinadilar.



21-rasm. Transformatorlarning ochiq uchburchak sxemasida ulanishi: 1-simlari; 2-neytral qo'yima-vstavka; 3-elektr ta'minlovchi simlar; 4-qaytuvchi-so'ruvchi sim.

Transformatorlarning asosiy ikkilamchi cho'lg'amlari uchburchak shaklida ulanib, uchburchakning ikki uchidan esa kuchlanish beriladi (22-rasm). Transformatorni ulanish sxemasi 22-rasmda keltirilgandir. Transformatorning 6,6 kV, 11kV va 38,5 kV kuchlanishli ikkilamchi cho'lg'amlari esa elektr tarmoqlari uchun foydalaniladilar.



22-rasm. Kuch transformatorini ulash sxemasi: RET-rayon elektr tarmog'i

GOST bo'yicha ulangan nimstantsiyalarda o'rnatiluvchi transformatorlarining nominal quvvatlar qatori quyidagicha: 2.5, 4, 6.3, 10, 16, 25, 32, 40, 63, 80 100 MV\*A va undan ko'p. O'zgaruvchan tokli elektr ta'minoti sistemasi tarmoqidagi kuchlanish tebranishlarini kompensasiyalash uchun yuklama ostida kuchlanishni sozlash qurilmalari o'rnatiladi. Sozlashlar jarayonlari transformatorning yuqori kuchlanishli tomonida zanjirni uzmay bir vaqtning o'zida uchchala birlamchi cho'lg'amning o'ramlar



sonini o'zgaritish hisobiga bajariladi. Birlamchi kuchlanishi 110 kV bo'lgan transformatorlarda  $\pm 9 \times 1,78\%$  oralig'ida va 220 kV transformatorlarda  $\pm 12 \times 1,00\%$  oralig'ida sozlash ta'minlanadi.

Transformatorlarning o'rtacha kuchlanish cho'lg'ami ham kuchlanishni  $\pm 2 \times 5\%$  oralig'ida sozlash imkoniga ega. Sozlash jarayoni yuklama toki o'chirilgan holatda qo'zg'atishsiz qayta ulagich PBV qurilmasi yordamida ijro etiladi. 27,5 kV kuchlanishli cho'lg'am sozlanishsiz bajariladi.

O'zgaruvchan toklar bir fazali yuklamasining amplitudasi va fazasi vaqt bo'ylab keskin o'zgaradi. Nimstantsiyaning fider hududining yuklamasi bir-biridan katta farq qiladi. Nimstantsiyaning o'zgaruvchan toklari transformatorning notekis va nosimmetrik yuklamasi bilan xarakterlanadi. Moslanishlar shartiga binoan uch sterjenli magnit sistemasiga ega transformator uchun quyidagi shart bajariladi

$$I_a w + I_b w + I_c w = 0 \quad (2.1)$$

Bunda  $I_a, I_b, I_c$  -uchburchak shaklida ulangan ikkilamchi cho'lg'am fazaviy toklari,  $w$ -faza cho'lg'amlarining o'ramlar soni.

23-rasmdagi sxemada tasvirlangan transformator ikkilamchi cho'lg'amlarining uchburchak shaklida ulanishidan hosil bo'lgan  $a$  va  $b$  tugunlari uchun Kirxgof qonuniga binoan quyidagi tengliklar yoziladi:

$$I_a - I_b - I_l = 0; \quad (2.2)$$

$$I_b - I_c - I_n = 0; \quad (2.3)$$

Bu tenglamalar birga echilib, quyidagilarni topiladi:

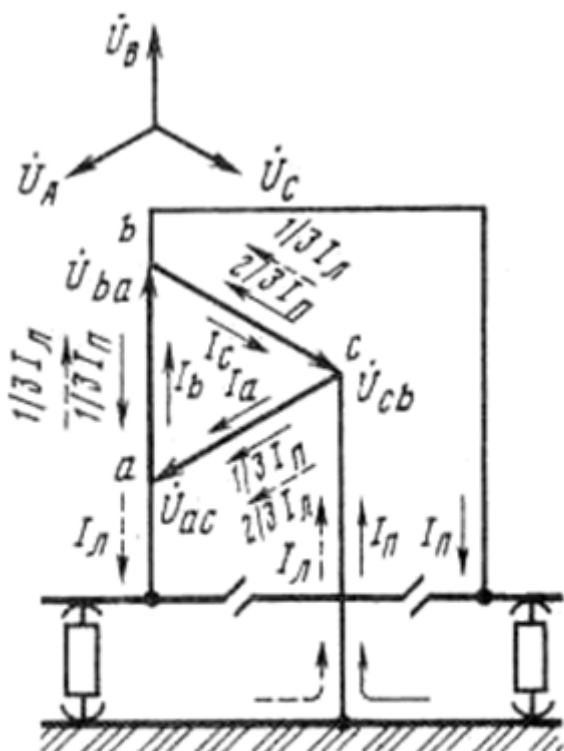
$$I_a = \frac{2}{3} I_l + \frac{1}{3} I_n; \quad (2.4)$$

$$I_b = -\frac{1}{3} I_l + \frac{1}{3} I_n; \quad (2.5)$$

$$I_c = -\frac{1}{3} I_l - \frac{2}{3} I_n. \quad (2.6)$$

Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amlaridagi toklarning fazalari bo'yicha taqsimoti, yo'nalishi va qiymatlari 23-rasmda keltirilgan.

Fazalar bo'yicha yuklamalarning nosimmetriyasi kuch transformatori o'zagidagi

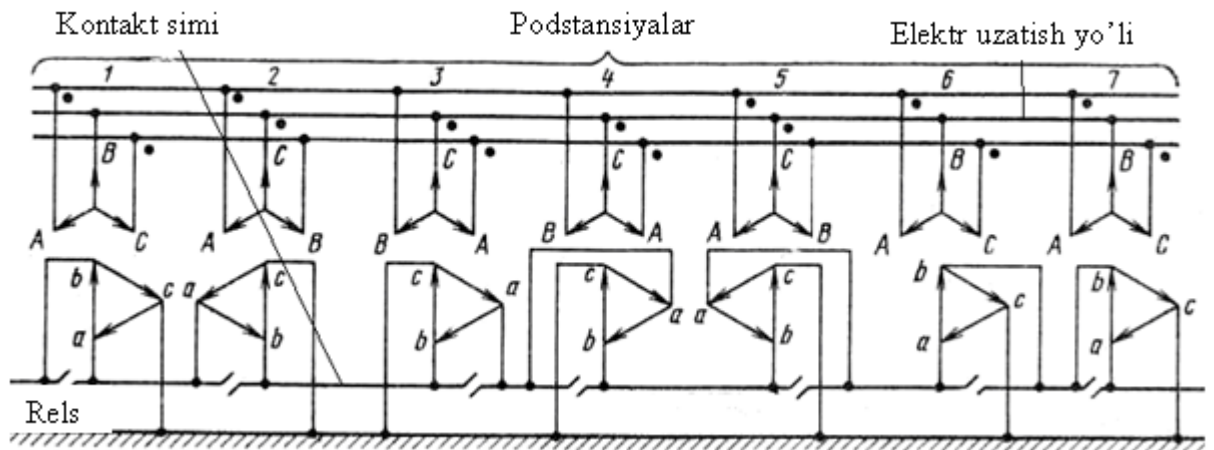


23-rasm. Kuch transformatorining ikkilamchi chulg'amlaridagi toklarning fazalar bo'yicha taqsimoti, yo'nalishi va qiymatlari

induksiyaning notekis taqsimotiga olib keladi. Ushbu holat kuchlanishni qo'shimcha yo'qotilishiga sababchi bo'lib, iste'molchilarning energiya oladigan cho'lg'amlarida kuchlanish shaklining buzilishini keltiradi.

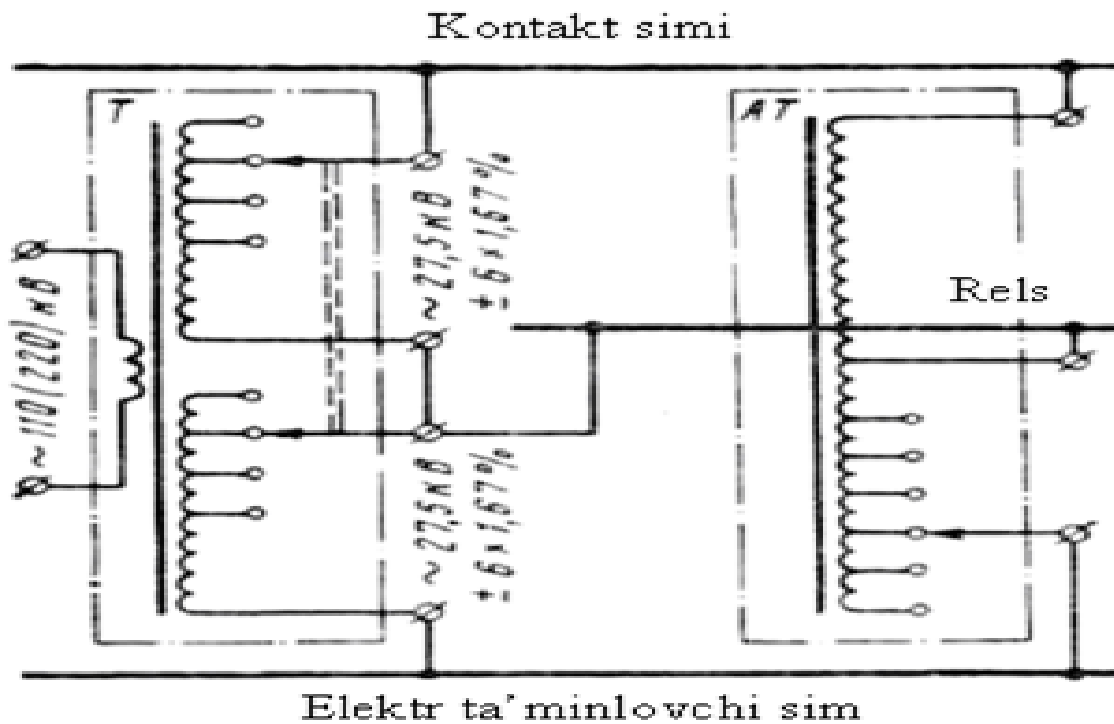
Kuch transformatori fazalaridagi toklar nosimmetriyasi kuchlanish shaklining buzilishini va ta'minlovchi elektr sistemasining nosimmetrik ishlashini keltiradi. Bu energiya sistemasida quvvat va energiyani qo'shimcha isrofiga sababdir. Fazalar bo'yicha yuklamani taqsimotlarini tenglashtirishning, elektr taminot

sistemasida kuchlanish nosimmetriyasini kamaytirishning, asosiy usuli bo'lib ta'minlovchi elektr uzatgichga ulanishda nimstantsiya transformatorlari fazalarning olmashadi (24-rasm). Bu ulanish katta yuklamali (qora nuqta) fazalarni boshqa fazalar orasida teng taqsimlash imkonini beradi.



24-rasm. Fazalar bo'yicha yuklama taqsimotini tenglashtirish.

Elektr energiya bilan ta'minlovchi cho'lg'am kuchlanishi 110 kV va 220 kV bo'lgan transformatorlar keng ishlab chiqariladi. Kuch transformatorlarning cho'lg'amida yuklama ostida kuchlanishlarni  $\pm 6 \times 1,67\% U_{nom}$  oralig'ida pog'onali sozlash imkonli bor. Pog'onali sozlash imkonli transformatorning tarmoqqa ulanishi 25-rasmda keltirilgan.



25-rasm. Pog'onali kuch transformatorini tarmog'ga ulanishi

Odatda kuchlanishlarni sozlash jarayonlari toklarni chegaralovchi rezistorli qayta ulagich RNTA-35/320 A bilan olib boriladi. Kuchlanishlarni pasaytirish uchun nimstantsiyalar orasiga AT avtotransformatorlar o'rnatiladi.

Kuchlanishlari 110/10 kV butlangan-komplekt transformator nimstantsiyasi tashqi ko'rinishi 26a-rasmda va 26b-rasmda keltirilgan. Bunda: 1-yuqori chastotali aloqa jixozi; 2-ajratgich, 3-yashin himolagichli P-shakldagi metall portali; 4-quvursimon razryadnik; 5-razryadniklar; 6- tok shinalari; 7-kuch transformatori; 8-kuchlanishi 10 kV bo'lgan KRUN kirmasi; 9- 10 kV li KRUN-10; 11-yoritish armaturali beton devor.

Butlangan-komplekt transformatorli nimstantsiyasining ko'rinishi 26-rasmda keltirilgan. Kuchlanishi 110/10 kV butlangan-komplekt transformatorli nimstantsiya ko'rsatilgan. Bunda: a)-yon ko'rinishi va b) tepadan ko'rinishi tasvirlangan. Rasmda: 1-yuqori chastotali aloqa jixozi; 2-ajratgich; 3-P shaklidagi yerlangan metall konstruksiyasi, ya'ni portal; 4-quvursimon razryadnik, ya'ni o'takuchlanish sababli yerga elektr qisqa tutashuvi sodir bo'lganda quvuridan tashqariga qizigan gaz otib, elektrodlari orasidagi elektr yoyini o'chiruvchi saqlagich; 5-razryadniklar; 6-tok o'tkazuvchi shinalar; 7-kuch transformatori; KRUN kirma izolyatorlari; 9-kuchlanishi 10 kV bo'lgan KRUN; 10-muhofazalovchi to'siq; 11-balandligi 13,4 metrli ikkita tayoqchasimon yashin qaytarg'ich, portal tepasiga o'rnatilgan; 12-yoritgichlar; 13-eshik; 14-darvoza.

O'zgarmas tokli nimstantsiyalar. Bunday nimstantsiya tarkibiga kuchlanishni to'g'rilagichlar, inverterlar hamda to'g'rilagich-inverter agregatlari bilan o'zgartgich transformatorlar PT ham kiradi. O'zgartgich transformatorning PT vazifasi to'g'rilagich (yoki inverter) sxemasining fazalari soni, kirish va chiqish kuchlanishlari miqdorini moslab o'zgartishga mo'ljallangan. Shu transformator elektr ta'minoti zanjirini nimstantsiyani ta'minlovchi sistemadan elektr jihatdan ajratadi.

O'zgartgich agregatlarning foydali ish koeffitsienti foydali ish koeffitsiyenti va quvvat koeffitsienti  $\cos \varphi$  shu transformatorga bog'liq bo'lib, unda energiya isrofi barcha energiya isrofining  $30 \div 50\%$  ni va o'zgartgich agregat

energiyasining  $2 \div 6\%$  tashkil qiladi. To'g'rilagichlar va o'zgartgich PT transformatorlarda quvvatning yo'qotuvining eng miqdorda kichik bo'lishi talab qilinadi.

O'zgarmas tokli nimstantsiyalarda to'g'rilagichning uch fazali ko'prik sxemasi va rostlovchi reaktorli ikki teskari yulduz sxemalari keng tarqalgan. 25 va 26 sxemalar uchun ham to'g'rilangan kuchlanish sakrashlarining qaytarilishi va tok egri chizig'i garmonik tarkibining uxshashligi mavjud. Uch fazali ko'prik sxemasida o'zgartgich transformator quvvati  $S_{\tau}=1,045P_d$  rostlovchi reaktorli ikki teskari yulduz sxemasidagi  $S_{\tau}=1,045P_d$  quvvatdan kichikroqdir.  $P_d$ -to'g'rilagichdan chiquvchi quvvatdir.

Yarim o'tkazgichli ventillarda kuchlanishlarning tushishi kichkina bo'lib, shuning uchun ham uch fazali ko'prik sxemasi yuqori texnika-iqtisodiy ko'rsatkichlarga ega va transformatorlardan kamroq quvvatlar talab qiladilar.

Nimstantsiyada o'zgartgich agregatlarning ishlash sharoiti o'ziga xosdir: yuklama toki tebranishining kattaligi; yerga qisqa tutashuvlarni tez-tez sodir bo'lishi; faza ventillarning elektr teshilishining mavjudligi; inverterlarning teskarilanishi; atmosfera va kommutatsiya o'takuchlanishlar ta'siridir.

Odatda quyidagi o'zgartgich transformatorlar ishlab chiqariladi: rostlovchi reaktorli ikki teskari yulduz sxemali: TIRU-16000/10-1, TMPU-16000/10JU1, TMPU-6300/35, TMPU-6300/35JU1. Uch fazali ko'prik sxemasi uchun: TDP-12500/10IU1, TDP-12500/10JU1, TMP-6300/35IU1.

## **2.2. Kuch transformatorlar**

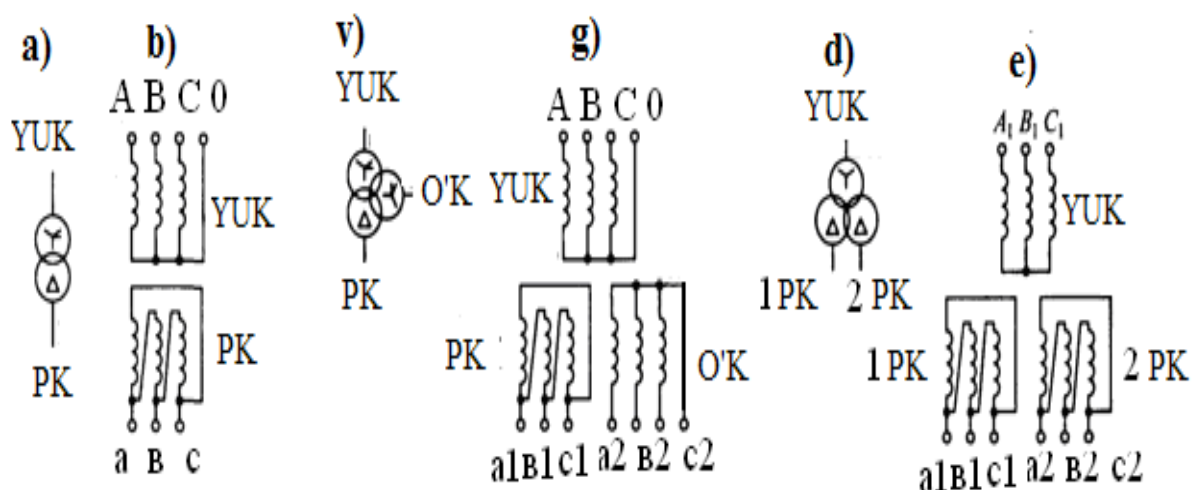
Kuch transformator - elektr energiyani birlamchi tok yoki kuchlanishni bir qiymatdan ikkilamchi tok yoki kuchlanishga o'zgartirib beruvchi elektromagnit statik apparatdir.

Kuch transformator bir fazali yoki uch fazali bo'ladi. Elektr stantsiyalarida uch fazali transformatorlardan kengroq foydalaniladi, bitta uch fazali transformatoridagi isroflar uchta bir fazali transformatorlardagiga qaraganda  $12 \div 15\%$ , narxi  $20 \div 25\%$  kamroqdir.

Kuch transformatorning maksimal quvvati ularning og'irligi, o'lchamlari, transportirovka qilish shartlari bilan chegaralanadilar.

Kuch transformatorlari ikki va uch cho'lg'amli bo'ladilar. Pastki kuchlanish cho'lg'amlari ikki va undan ortiq bir-biridan izolyatsiyalangan parallel tarmoqlardan iborat bo'ladi. Bunday kuch transformatorlari parchalangan cho'lg'amli transformatorlar deyiladi. Past kuchlanishli cho'lg'amlari parchalangan transformatorlar bir necha generatorlarni bir kuchaytiruvchi transformatorga yoqish imkonini beradi. Kuch transformatorining cho'lg'amlarining ulanishi 27-rasmda berilgan [4].

Kuch transformatorlarning parametrlariga nominal quvvat, kuchlanish, tok, qisqa tutashuv kuchlanishi, salt ishlash toki, salt ishlash va qisqa tutashuv isroflari ham kiradi.



27-rasm. Transformator cho'lg'amlarining ulanishi: a) va b) - ikki cho'lg'amli; v) va g) - uch cho'lg'amli; d) va e) – parchalangan past kuchlanish cho'lg'amli; YUQ – yuqori kuchlanishli; O'K – o'rta kuchlanishli va PK – past kuchlanishli cho'lg'amlar.

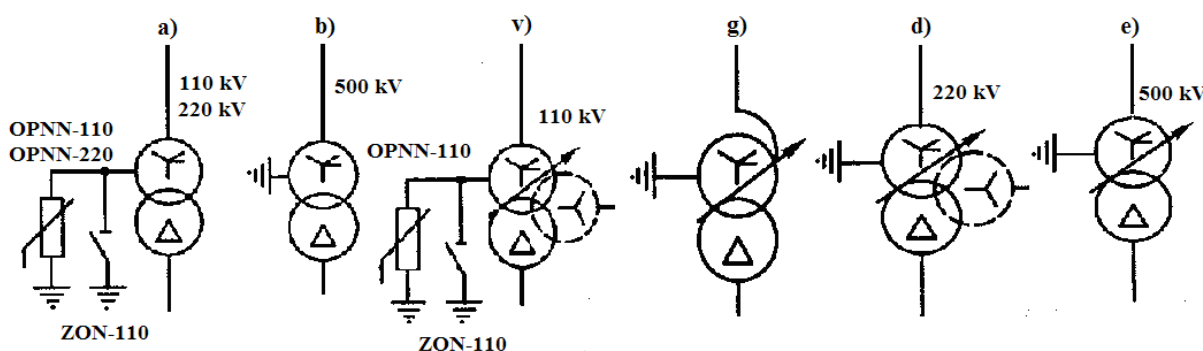
Kuch transformatorning nominal quvvati - uning pasportida ko'rsatilgan, nominal chastota va kuchlanishdagi, o'rnatilgan joyi va sovutish muhiti nominal sharoitlarda bo'lgan holda uzluksuz yuklash mumkin bo'lgan to'la quvvatning qiymatidir.

Katta elektr stantsiyalarida 2 ta yuqori kuchlanishlar aloqasi uchun avtotransformatorlar foydalaniladi. Avtotransformatorning narxi, aktiv materiallar sarfi, energiya isroflari oddiy transformatorga qaraganda kam va gabaritlari kichik shingam ham chegaraviy quvvatlari ham kattaroqdir.

Kuch transformatorlarida kuchlanishlarni o'zgartirish darajasini xarakterlovchi transformatsiyalash koeffitsienti - kattalik bo'lib u kuchlanishni necha baravarga o'zgartirilganini ko'rsatadi va quyidagicha aniqlaydi:

$$K_{tr} = \frac{U_{nom.yuk}}{U_{nom.pk}} \quad (2.7)$$

Kuch transformator va avtotransformatorlarining neytrallarini yerlash usullari 28-rasmda keltirilgan [4].



28-rasm. Transformator va avtotransformatorlar neytralini yerlash: a)- 110 ÷ 220 kV kuchlanishli RPN rosagichi yo'q transformator; b)-500 kV RPN rosagichi yo'q transformator; v)-110 kV RPN rosagichili transformator; g)-barcha kuchlanishli avtotransformator; d)-150 ÷ 220 kV RPN rosagichili transformator; e)-330 ÷ 500 kV RPN rosagichili transformator; OPNN-tashqi qo'llashga mo'ljallangan o'takuchlanishni chegaralagich; ZON-tashqi qo'llashga mo'ljallangan bir fazali yerlagich.

**Kuch transformatorlarning sonini tanlash.** Kuch transformatorlarini sonlari ishonchlilikka talablar bo'yicha aniqlanadilar. Nimstantsiyada kamida 2 ta transformatorlarni o'rnatish birinchi toifali iste'molchilarning elektr ta'minotida uzluksizlikni ta'minlaydilar.

Pasaytiruvchi nimstantsiyada 2 ta kuch transformatorlari bo'lsa, ular bir-birini o'zaro zaxiralashi orqali uzluksiz elektr ta'minotini ta'minlaydilar. Bir kuch

transformatorli nimstantsiyadagi uzilishlar katta miqdorda zararni keltiradi. Pasaytiruvchi nimstantsiyada 2 ta transformatorlarni o`rnatish maqsadga muvofiq. Yuqori kuchlanish tomonida uzgichsiz, soddalashtirilgan sxema qo`llash mumkin. Pasaytiruvchi nimstantsiyani loyihalashda quyidagilarni hisobga olish kerak birinchi toifaga kiruvchi elektr iste'molchilar uchun 2 ta mustaqil elektroenergiya manbai kerak, alohida mustaqil manbalarga ulangan 2 ta bir xil kuch transformatorli nimstantsiyalar qo`llaniladi va o'zaro rezervlash uchun 6÷10 kV li kabellardan foydalaniladilar. Birinchi toifali iste'molchilarda umumiy yuklamaning 15 ÷ 20% ini tashkil etganda bunday sxema qo`llaniladi. Ikkinchi toifagali kiruvchi iste'molchilar uchun rezerv manba avtomatik ravishda yoki xodimlar qo`l bilan kiritishadilar.

Iste'molchilar uchun ikkita transformatorli nimstantsiya kerak yoki bir nechta nimstantsiyalarga omborda rezerv transformator bo`lishi lozim. Shikastlangan transformatorlarni bir necha soat ichida almashtirish amalga oshiriladi. Ushbu vaqt davomida ishlayotgan kuch transformatorining yo`l qo`yiladigan o`ta yuklanishini hisobga olgan holda elektr energiya iste'moli biroz cheklanadi.

Uchinchi tur toifaga kiruvchi iste'molchilar bir kuch transformatorli nimstantsiyadan ta'minlanadi va omborda rezerv transformator bo`ladi.

Nimstantsiyadagi transformatorlarning soni yuklamalar grafigiga bog`liqdir. Grafoydali ish koeffitsiyentining to`ldirish koeffitsienti  $K_{gt}$  kichik bo`lsa, nimstantsiyada 2 ta kuch transformatorini o`rnatilib,  $S(t)$  ning  $S_A$  quvvatidan kichik qiymatlarida 1 ta kuch transformatori ishlatiladi;  $S(t) > S_A$  qiymatlarida 2 ta kuch transformatori ishlatiladi. Bunda nimstantsiyaning yuqori kuchlanish tomonida operativ yoqish-o`chirish uchun uzgichlar o`rnatiladi.  $S_A$  quvvatida 1 ta va 2 ta kuch transformatorlari ishlagandagi quvvat isroflari o`zaro teng bo`ladi.  $S_A$  quyidagichadir:

$$S_A = S_{t.n} = \frac{\sqrt{2\Delta P_{s.yu}}}{\Delta P_k} \quad (2.7)$$



**Kuch transformatorlarining quvvatini aniqlash.** Transformatorlar quvvati ularning iqtisodiy afzal ish tartibini va bitta transformator o‘chib qolganda o‘zaro rezervlash imkoniyatini hisobga olgan holda tanlanadi. Bunda transformatorlarning normal ish rejimidagi qizish natijasida uning ishlash muddatini qisqartirmasligi kerak.

Nimstantsiyada ikkita transformatorni o‘rnatish energiya ta’minot sistemasining ishonchligini avariya dan keyingi tartiblarda to‘la yoki cheklashlar bilan ta’minlaydi. Kerakli quvvat transformatorlarning nominal quvvatidan va yo‘l qo‘yiladigan o‘ta yuklamalardan foydalanib ta’minlanadi. Transformatorlarning 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  $20^{\circ}\text{C}$  teng; transformator bakidagi moyning temperaturasi muhit haroratidan M va D sovutish sistemalari uchun  $44^{\circ}\text{C}$ , DS va S uchun  $36^{\circ}\text{C}$  gacha ortiq bo‘lishi mumkin (6-jadval); cho‘lg‘amning eng qizigan nuqtasidagi temperatura cho‘lg‘amning o‘rtacha haroratidan  $130^{\circ}\text{C}$  ortiq bo‘lishi; qisqa tutashuv va salt ishlash quvvat isrofining o‘zaro nisbati 5 ga teng bo‘lishi lozim.

Bundan tashqari transformatorlar temperaturasining nominal yuklanishidagi o‘rtacha qiymati  $85^{\circ}\text{C}$  dan har  $6^{\circ}\text{C}$  ga oshganda yoki kamayganida izolyatsiyaning xizmat muddati 2 barobar kamayishi yoki ortishini hisobga olinadi. Bir sutka ichidagi o‘tish jarayonlari natijasida moyning yuqori qatlamlarining harorati  $95^{\circ}\text{C}$  dan va cho‘lg‘am metallining eng yuqori harorati  $140^{\circ}\text{C}$  dan oshmasligi kerak. Ushbu shart  $20^{\circ}\text{C}$  ga teng bo‘lgan muhitning ekvivalent haroratida bajariladi. Harorat pasayganda transformator yuklamasi qiymatini nazorat-o‘lchov asbob-uskunalar bilan tekshirib turib, uni nominaldan 150 % dan ortishiga yo‘l qo‘ymaslik kerak.

Kuch transformatorlarini shartli belgilash quyidagini bildiradi: harflar bilan fazalar soni, sovutish turi, cho‘lg‘amlar soni eki nechta tarmoq kuchlanishlariga mo‘ljallanganli; 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 fazali uchun; sovitish turi (4-jadval bo'yicha); cho'lg'amlar soni: T-3 cho'lg'amli transformator uchun; N-RPN kuchlanishni yuklamani uzmasdan rostlovchi qurilmasi bor; R-PK cho'lg'ami ikki bo'linga bo'lingan.

4-jadval

Moyli transformatorning avariya holiday o'ta yuklanishlari

$K_{o'yu} \%$	200	100	78	63	60	58	47	45	42	25
$t_{o'yu}$ min	1.5	10	20	30	40	50	60	70	80	120

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 cho'lg'ami 2 ga bo'lingan, sovitish sistemasida havoning majburiy aylanishi va moyning tabiiy aylanishi ko'zda tutilgan, yuqori kuchlanish cho'lg'amida kuchlanishni yuklamani uzmasdan rostlovchi qurilma bor, nominal quvvati 40000 kVA, yuqori kuchlanish 110 kV.

Transformatorlar quvvatini tanlashda uning o'ta yuklanish qobiliyati hisobga olinsa, transformatorning nominal quvvati kamayishi mumkin. Avariya keyingi o'ta yuklanish. Moyli transformatorlar uchun 4-jadval va quruq transformatorlar uchun 5-jadvallar bo'yicha o'ta yuklanish qiymati  $K_{o'yu}$  ni va vaqti  $t_{o'yu}$  ni aniqlanadi.

5-jadval

Quruq transformatorlarning avariya holiday o'ta yuklanishlari

$K_{o'yu} \%$	70	65	60	56	52	49	45	40	36	28	20
$t_{o'yu}$ min	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60

Transformatorlarning normal rejimda yuklash koeffitsienti 93% ortiq boʻlmasa, uni avariya 5 sutka davomida 6 soatdan 40% ga oʻta yuklash mumkin. Bu hollarda sovutish sistemasi kuchaytirilishi kerak.

**Transformator oʻta yuklash.** Oʻta yuklanish qobiliyati yuklamalar grafigiga bogʻliq boʻlib, u quyidagi grafoydali ish koeffitsiyentlarning toʻldirish koeffitsienti bilan xarakterlanadi:

$$K_{gt} = \frac{S_{shr}}{S_m} \quad (2.8)$$

Yuklamalar pasayishi hisobiga qishda transformatorlar qoʻshimcha oʻta yuklanishi mumkin. Uning qiymati  $S_{qo'yu}$  yozgi yuklamaning pasayishi foizi boʻyicha aniqlanadi, ammo  $S_{qo'yu}$  qiymati nominal yuklanishning 15% dan oshmasligi kerak. Umumiy oʻtayuklanish 30% dan ortmasligi shart. Transformatorning quvvati quyidagi shartlar boʻyicha tanlanadi:

-qizish boʻyicha:  $\Sigma S_{tn} \geq S_h$

(2.9)

-yuklanish koeffitsienti boʻyicha: birinchi toifali elektr istʼmolchilari uchun

$$K_{yu} = \frac{S_x}{\Sigma S_{t.n}} \leq 0.7 \quad (2.10)$$

II va III–toifalarga kiruvchi elektr istʼmolchilariga

$$K_{yu} = 0.8 \div 0,85 \quad (2.11)$$

Bu bogʻlanishlarda keltirilgan:  $\Sigma S_{t.n}$ -nimstantsiyadagi transformatorning nominal quvvatlari yigʻindisi;  $S_{tn}$  - bitta transformatorning nominal quvvati.

Transformatorning nominal quvvatlari quyidagi qatordan olinadi: 2,5; 4; 6; 3; 10; 16; 25; 40; 63; 80 MVA. Bu quvvatlar bosh nimstantsiya transformatorlari uchun ishlatiladi. Qatordagi quvvatlar bir-biridan 1,6 marta farq qiladi. Yoʻl qoʻyiladigan oʻta 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) kiloVolt\*A.

Yuqorida keltirilgan transformatorning nominal quvvatlari qatorda 18 ta quvvatlar kuch transformatorining quvvati tanlash shartlar bo'yicha nimstantsiyaning transformatorini soni va quvvatini bir necha variantlarda tanlash imkoniyatlarini beradi.

Transformator tanlashda texnik–iqtisodiy hisoblar. Transformator quvvatlari qatori texnik talablarga javob beruvchi transformator soni va quvvatining variantini tanlash imkoniyatini beradi. Texnik iqtisodiy hisoblar yordamida shu variantlar ichidan iqtisodiy ko'rsatkichlari eng yuqorisini tanlash lozim. Bu yillik keltirilgan sarflar usuli bilan yechiladi, ushbu usulda kapital qo'yilmalar va ekspluatatsion sarflari aniqlanadi. Investitsiya qo'yilmalar sifatida kuch transformatorining qiymati olinadi, ko'pincha nimstantsiyaning yuqori kuchlanish VN, yoki YUK, va past kuchlanish NN, yoki PK, tomonlarida o'rnatiladigan elektr jihozlarning qiymati ikkala variantda deyarli bir xil bo'ladi. Quvvatlar qatoridagi qo'shni bo'lgan ikkita variantlar 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 b. Ammo, 16 MV\*A va 25 MV\*A li variantlar solishtirilganda past kuchlanish NN tomonidagi tarqatish qurilmalari RU bir-biridan farq qiladi. Sababi shuki 16 MV\*A quvvatli transformator bitta past kuchlanish NN cho'lg'amiga, 25 MV\*A li transformator esa ikkita past kuchlanish NN cho'lg'amiga egadir.

Ishlatish sarflarni aniqlash ancha murakkab hisoblanadi. Bu sarflar amortizatsiya ajratmalari  $S_{ai}$  va elektr energiya yo'qotishlari  $S_{pi}$  yig'indisidan iboratdir:

$$S_i = S_{ai} + C_{pi} \quad (2.12)$$

Elektr energiya yo'qotishlarini hisoblash jarayonida transformatorlarning o'zidagi aktiv quvvat isroflari  $\Delta R_t$  bilan birga transformator tomonidan iste'mol qilinuvchi reaktiv quvvatni generator dan transformator gacha elektr uzatgichi elementlarida reaktiv quvvatni uzatishdan hosil bo'lgan qo'shimcha aktiv quvvat isroflarini ham hisobga olish lozim, ushbu quvvatlar yo'qotishlari **keltirilgan yo'qotishlar** deb ataladi va quyidagicha topiladi:

$$\Delta R'_{su.} = \Delta R_{su.} + K_{yui}^2 \Delta R'_{q.t} \quad (2.13)$$

bunda:

$$\Delta R'_{q.t.} = \Delta R_{q.t.} + K_{ip} \cdot \Delta Q_{syu} \quad (2.14)$$

$\Delta Q_{su}$ -transformatorlardagi salt ulanishdagi yo'qotishlar bo'lib, ular transformatorlarning o'zidagi salt ulanishdagi aktiv quvvat isroflari va transformatorlarning reaktiv quvvat iste'mol qilishi natijasida elektr ta'minot sistemasi ETT ning barcha elementlarida hosil bo'luvchi yo'qotishlar yig'indisidan iborat:  $\Delta R'_q$  -qisqa tutashuvdagi keltirilgan yo'qotishlar;  $\Delta R_{su}$  -salt ulanishdagi aktiv yo'qotishlar;  $\Delta R_{qt}$  -qisqa tutashuv aktiv yo'qotishlari;  $K_{ip}=0.007$  kVt/kVAR yo'qotishlar o'zgarishi ko'effitsienti;  $K_{yu}=S_h/S_m$  -transformatorlarning yuklanish ko'effitsienti;  $\Delta Q_{q.t}$  -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;  $I_{syu}$ -transformatorlarning salt ulanish toki,%;  $U_{q.t}$ —transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishi, %.

Elektr energiya yo'qotishlar:

$$S_{yi} = (\Delta P_{syui} \cdot T_{yil} + K_{yui}^2 \Delta P_{qi} \cdot \tau) \cdot S_0 \quad (2.15)$$

Transformatorlarning soni va quvvatining ikkita varianti ko'rib chiqilganda qoplash muddati  $T_{qm}$  aniqlanadi:

$$T_{q.m} = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} \quad (2.16)$$

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 qabul qilinadi.

Transformatorlarda kuchlanishini sozlash. Iste'molchilarni normal ishlashlari uchun nimstantsiyalar shinasida kuchlanish berilgan darajada bir xil ushlab turish lozim. Elektr tarmoqlarida kuchlanishni sozlash usullaridan biri transformatorning ko'effitsientlarini o'zgartirish orqali sozlash hisoblanadi.

Transformatsiyalash ko'effitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{tr} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} \rightarrow U_2 = U_1 \cdot W_2 / W_1 \quad (2.17)$$

Cho'lg'amlar sonini o'zgartirish orqali transformatorlar chiqishlaridagi kuchlanishni o'zgartirish mumkin.

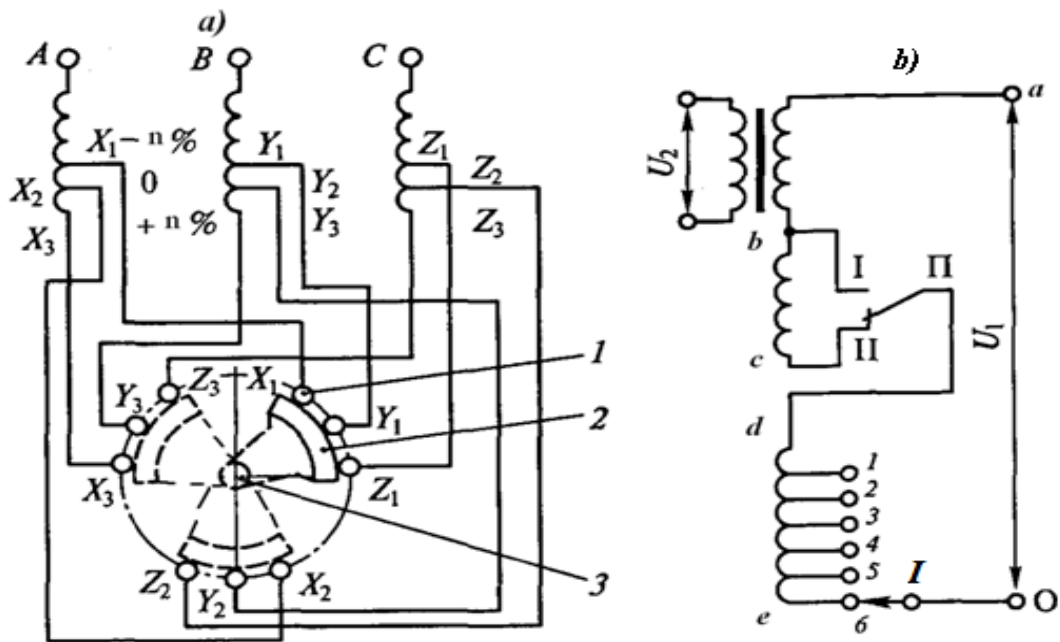
Transformatorlar cho'lg'amlari qo'shimcha shoxobchalar bilan ta'minlangan bo'lib ularning yordamida cho'lg'amlarning soni o'zgartirish orqali transformatsiya koeffitsienti o'zgartiriladi.

Transformatorning kuchlanishini sozlash ikki xil usulda amalga oshiriladi: 1) uch fazali qayta ulagich bilan qo'zg'atishsiz qayta yoqish PBV 29a-rasmda; 2) yuklama ostida sozlash RPN 29b-ramda keltirilgan.

Birinchi usulda transformatorning kuchlanishi yilning ma'lum bir paytidagina (odatda bir yilda ikki marta) mavsumiydir. Bunda transformatorlar tarmoqdan uzilib kuchlanish  $\pm 2,5-5\%$  chegaralarda katta n – pog'onalarda sozlanad, ushbu sozlash usulini qo'pol sozlash deb aytiladi.

Ikkinchi usul bilan kuchlanish transformatorlarini tarmoqdan uzmagan holda maxsus qayta ulagichlar yordamida  $\pm 10 \div 16\%$  chegaralarda sozlanadi. Bunda kuchlanish kichik  $n=0,15\%$  pog'onada sozlanadi.

Ushbu sozlash usulini tekis sozlash deb ham aytiladi. Bu usulda kuchlanish sozlanganda elektr yoyi hosil bo'lganligi uchun ularda maxsus yoy so'ndiruvchi kameralar qo'llaniladi va qayta yoqish qurilmasi transformatorning yuqori kuchlanish tarafiga bajariladi, chunki bu yerda tokning qiymati past kuchlanish tarafiga qaraganda kichikroq bo'ladi.



29-rasm. Transformatorlar kuchlanishini rostdash: a) – birinchi usul, uch fazali qayta ulagich bilan PBV: 1-turgʻun kontaktlar; 2-harakatchan kontakt segmentli; 3-oʻq;  
 b) – ikkinchi usul, yuklama ostida RPN: P-qayta ulagich; I-tanlagich; I – eng kichik kuchlanish; II – eng katta kuchlanish.

Transformatorlar choʻlgʻaming ulanish sxemasi va guruhi. Transformatorlar choʻlgʻamlari quyidagi ulanish sxemalariga ega: yulduz – Y; neytrali chiqarilgan yulduz – Y; uchburchak - $\Delta$ .

Birlamchi va ikkilamchi choʻlgʻam elektr yurutuvchi kuchlarning fazalari farqi shartli ravishda ulanish guruhlari bilan ifodalanadi, uch fazali transformatorlarda har xil ulanish usullarini qoʻllagan holda 12 ta ulanish guruhi hosil qilinadi. Choʻlgʻamlar yulduz-yulduz sxemasi bilan ulanganda juft guruhlar (2,4,6,8,10,12), yulduz-uchburchak sxemasi bilan ulanganda esa toq guruhlar (1,3,5,7,9,11) hosil qilinadi.

Ulanish guruhlari quyidagicha:

$$Y/\Delta-11; Y/Y/\Delta-0-11; Y/\Delta/\Delta-11.$$

Yuqori kuchlanishli choʻlgʻam yulduz sxemasi boʻyicha ulanganda ichki izolyatsiyani liniya kuchlanishidan  $\sqrt{3}$  marta kamroq kuchlanishga tayyorlashga imkon beradi.

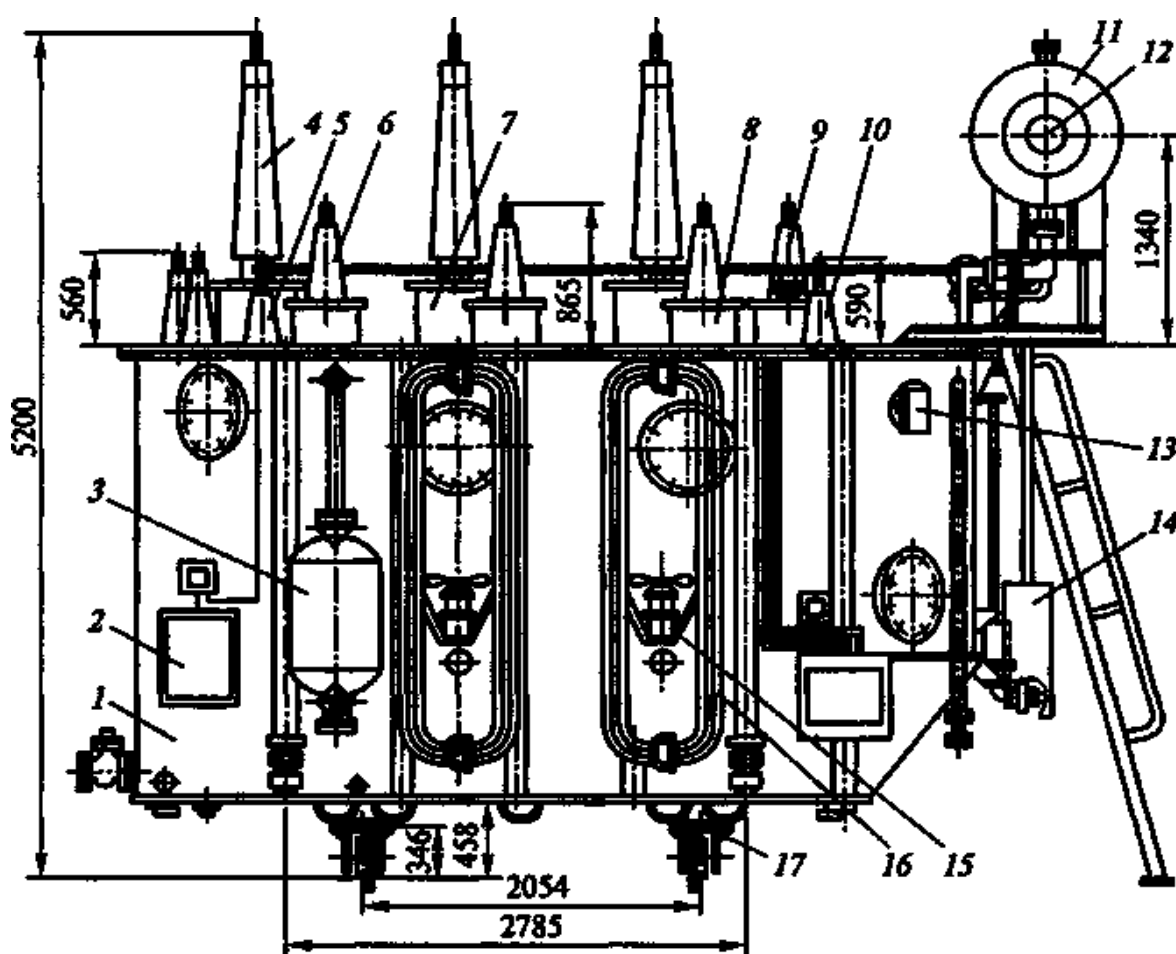
Past kuchlanishli cho'lg'amlar ko'pincha uchburchak sxemasi bo'yicha ulanadi, bu cho'lg'amlarni  $I/\sqrt{3}$  tokka hisoblab, ularning ko'ndalang kesim yuzasini kichikroq olish imkonini beradi.

### 2.3. Kuch transformatori

Kuch transformatori o'zgaruvchan tok elektr energiyani bir nominal kuchlanishdan ikkinchi nominal kuchlanishga aylantirib beruvchi statik qurilmadir. Amalda uch fazali transformator keng tarqalgan, chunki ularda bir fazli uchta transformatorlarga nisbatan energiya isrofi  $12 \div 15\%$  kichikroq va faol materiallar qo'llanishi  $20 \div 25\%$  ga kamroq. Bitta transformatorning eng katta quvvatini oshirishga to'siq bo'lmasada, uning og'irligi, tashqi o'lchamlari va tashish muammolari bilan cheklanadi. Uch fazali quvvat transformatorlari 220 kV da 1000 MV\*A gacha, 330 kV da- 1250 MV\*A, va 500 kV da 1000 MV\*Ali yasaladi. Agar kerakli quvvatga uch fazali transformatorlarni yasash yoki uni tashib kelish muammosi majud bo'lganda bir fazali quvvat transformatorlari yasaladi. Transformatorlarning yuqori kuchlash cho'lg'amini VN, o'rta kuchlanish cho'lg'amini SN va past kuchlanish cho'lg'amini NN deb ifodalanadi. Har fazadagi cho'lg'amlar soni jihatdan ikki yoki uch cho'lg'amli qilib yasaladi. Transformatorlarning NN cho'lg'ami ikki va undan ko'p bir-biridan izolyatsiyalangan o'ramlardan tuzilib, **bo'laklangan cho'lg'amlar** deb ataladi. Transformatorlarning asosiy ko'rsatgichlari: nominal quvvati, nominal kuchlanishi  $U_n$ ; nominal toki  $I_n$ ; qisqa tutashuv kuchlanishi  $U_{kz}$ ; salt ishlash toki  $I_x$ ; salt ishlash quvvat isrofi  $P_x$  va qisqa tutashuv quvvat isrofi  $P_{kz}$  lar hisoblanadi.



Transformatorlarning nominal quvvati, toki va kuchlanishi - nominal holatda pasportida ko'rsatilgan miqdorlardir. Qisqa tutashuv kuchlanishi  $U_{kz}$  bu transformatorlar bir cho'lg'amini qisqa tutashtirilib, undan nominal tok o'tkazilgan holda, ikkinchi cho'lg'amdagi kuchlanish aniqlanadi. Salt yoqish toki  $I_x$  o'zak po'latidagi faol va reaktiv isroflarni ifodalaydi, salt yoqish  $P_x$  va qisqa tutashuv quvvatining isrofi  $P_{kz}$  transformatorning ishini iqtisod ko'rsatgichidir. Zamonaviy transformatorlarda quvvat isrofi kichik, yil davomida tinimsiz ishlovchi 100 kV 250000 kV\*A transformatorning isrofi 0,43% ni ( $P_x = 200$  kVt va  $P_{kz} = 790$  kVt)



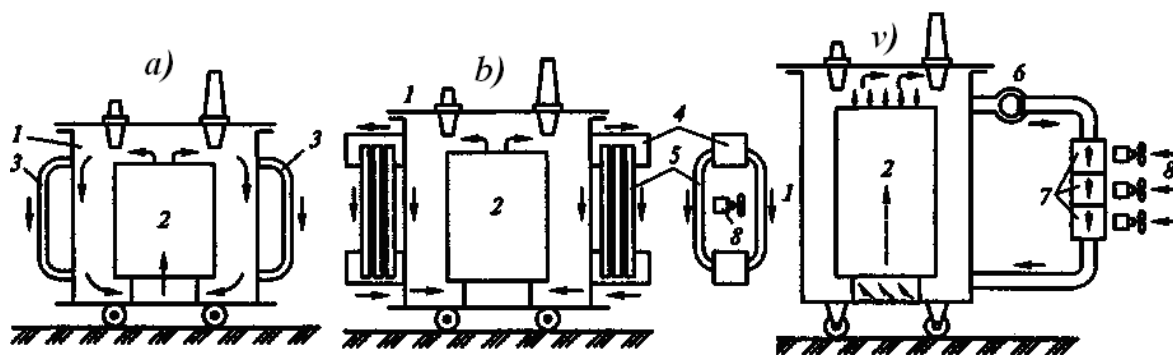
tashkil etadi.

30-rasm. TDTN-16000/110-80U transformatori: 1-bak; 2-havo purkashning avtomatlashtirilgan boshqaruv shkafi; 3-termosifon moy fil'tri; 4-YUK kirma izolyatorlari; 5-PK kirma izolyatorlari; 6-O'K kirma izolyatorlari; 7 ÷ 110 kV tok transformatori o'rnatilishi; 8 ÷ 35 kV tok transformatori o'rnatilishi; 9-YUK nul' kirma izolyatori; 10-O'K nul' kirma izolyatori; 11-moy kengayish baki; 12-strelkali moy satxini ko'rsatgich; 13-bak ichida bosim ko'tarilib ketishidan himoyalovchi klapan;

14-kuchlanishni rostlovchi elektr yuritma; 15-sovutish sistemasining ventilyatori;  
16-radiatorlar; 17-g'ildirakli aravacha.

Uch fazali uch cho'lg'amli to'rtinchi gabaritli TDT-16000/110 kuch transformatorlarining tashqi ko'rinishi 31-rasmda keltirilgan: 1-kran; 2-ventilyator; 3-bak; 4-sovitgich, radiator; 5-ko'tarish ilgagi; tok o'lchov transformatorlari o'ratilgan qopqoq; 7-110 kV kuchlanishli kirma izolyator; 8-35 kV li kirma izolyator; 9-10 kV kuchlanishli kirma izolyatorning qog'oz-bakelit silindri; 10-PBV qurilmasining yuritmasi; 11-kichik (10 kV) kuchlanishli NN kirma izolyator; 12-chiquvchi quvur; 13-gazli himoya relesi; 14-kengaytirgich; 15-moy satxini ko'rsatuvchi; 16-havo quritgichi; 17-yuqori kuchlanish VN cho'lg'amining qayta ulagichi; 18- yuqori (110 kV) kuchlanishli VN cho'lg'ami; 19-termsifonli fil'tr; 20-aravacha; 21-yuqori kuchlanishli VN cho'lg'amining qayta ulagichi; 21-taqsimlovchi quticha; 22-domkat o'rnatiluvchi sirt; 23-magistral quticha.

**Transformatorni sovutish.** Transformatorlar ishlab turganda elektr energiyani yo'qotilishi sababli cho'lg'amlar va magnit o'zakda issiqlik ajralib chiqadi va qizdiradi. (32-rasm).



32-rasm. Transformatorni sovutish: a)- moy va havoning tabiiy aylanishi hisobiga ishlaydigan M tip sovutish sistemasi; b)- havoning majburiy va moyning tabiiy aylanishi bilan ishlaydigan D tip sovutish sistemasi; v)- havoning va moyning majburiy aylanishi bilan ishlaydigan DS tip sovutish sistemasi; 1- bak, 2- transformatorning chiqarib olinadigan bo'limi, 3- sovitiladigan yuza, 4- kollektor, 5- quvurchasimon radiatorlar, 6- elektr nasosi, 7- sovitgich, 8- ventilyator.

Transformatorlar tashkiliy bo'limlarini eng yuqori qizishini izolyatsiya cheklaydi. Kuch transformatorlarning tuzilishi yuqorida 32-rasmda va ularni sovutish sistemalari haqida ma'lumotlar 6-jadvalda keltirilgan.

## Transformatorni sovutish sistemalari

Belgi	Sovutish turlari	
Moyli transformator		Quvvat kV*A
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	Suv va moyning majburiy aylanishi	160000
Quruq transformator		Quvvat/kuchlanish kV*A/kV
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 holatida	1600/15
Yonmaydigan suyuq dielektrikli transformator		
N	Yonmas dielektrik bilan tabiiy holatda	
ND	Yonmas dielektrikni puflash holatida	

Juda past temperaturagacha sovutiladigan cho'lg'amli transformatorning yangi tuzilishlari ustida ishlar olib borilmoqda, elektr energiyani o'ta o'tkazuvchan materillar va kriogen kabellar orqali uzatish ustida ilmiy tatqiqot va tajriba loyihalash ishlari olib borilmoqda.

Titan-neobiy va boshqa materallar asosida yasalgan kriogen kabellari kelajak elektr energiyani ishlab chiqarish manbai bo'lmish termoyadro reaktorlari hamda issiqlikdan elektr ishlab chiqarishga mo'ljallangan magnit gidrodinamik generatorlarni modellarida ishlatilmoqda.

#### 2.4. Elektr yoylarini so'ndirish

Elektr yoylarining hosil bo'lishi. Katta kuchlanishli zanjir uzilganda kontaktlar orasida tok mavjud bo'lgan hollarda yoy hosil bo'ladi. Elektr yoy yuqori haroratga va o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ionlashgan gazlardan-plazmadan tashkil topadi. Kontaktlar ajralishida ular orasida potentsiallarning farqi hosil bo'ladi va katta kuchlanganlikka ega bo'lgan elektr maydoni hosil bo'ladi ( $N=U/L$ ).

Elektr maydon kontaktlararo bo'shliqdagi erkin elektronga ta'sir qilib, ularni kinetik energiyasini olib katoddan anodga qarab xarakatlanishga majbur qiladilar. Elektr yoyning hosil bo'lish jarayoni va o'ndirish usullari 33-rasmda keltirilgan.

Katod va anod orasidagi elektr yoyning ko'rinishi va yoy bo'ylab kuchlanish taqsimotlari 33a-rasmda keltirilgan:  $l_D$ -yoy uzunligi;  $l_k$ -katod hududidagi yoy uzunligi;  $l_A$ -anod hududidagi yoy uzunligi;  $l_{st}$ -yoy ustuning uzunligi;  $U_k$ -katod hududida kuchlanish tushuvi;  $U_A$ -anod hududida kuchlanish tushuvi;  $U_{st}$ -yoy ustunida kuchlanish tushuvi;  $U_D$ -yoy kuchlanishidir.

Yoyni hosil bo'lishi turg'un yonishi kontaktlar orasidagi ionlashish hodisasiga bog'liqdir. Uzish jixozida quyidagi ionlashish faktorlari mavjuddir: zarbaviy ionlashish; avtoelektron emissiya ta'sirida ionlashish; termik yoki issiqlik bilan ionlashish; termo-elektron emissiya bilan ionlashishdir.

Zarbaviy ionlashishda katoddan anodga harakatlanayotgan erkin elektronlar yetarli kinetik energiyaga ega bo'lsa gazning neytral molekullari bilan to'qnashib, uning elektronini urib chiqaradi. Natijada erkin elektronlar hosil bo'ladi va ular zarbaviy ionlashishda ishtirok etadilar.

Avtoelektron emissiya ta'sirida ionlashish kontaklar ajralishining dastlabki momentida yuz beradi. Kontaktlar orasidagi masofa hali kichik bo'lgan paytda elektr maydonining kuchlanganligi yuqori bo'ladi va katod yuzasidan erkin elektronlarning uchib chiqishiga sabab bo'ladi, ushbu faktorlar sababli elektr yoy hosil bo'ladi. Yoy yuqori haroratga ega va bunda termik yoki issiqlik ionlashishi sodir bo'ladi. Haroratlarning ko'tarilishi natijasida zaryadlangan zarrachalarning issiqlik harakati ko'payadilar va etarli haroratda neytral molekullar zaryadlangan zarrachalarga bo'linib ketadilar.

Termoelektron emissiya hodisasida haroratlarning ortishi bilan katod materialidagi elektronning issiqlik harakati ortadi va yetarli energiyaga ega bo'lgan paytda ular kontaktlaro bo'shliqqa uchib chiqadi.

Yoyning yonish jarayoni ionlashish hodisasi bilan birga aksionlashish yoki rekombinasiya, ya'ni zaryadlangan zarrachalarning birlashish hodisasi ham ro'y

beradi. Yoy hosil bo'lgan dastlabki paytda ionlashish ko'proq bo'ladi, so'nishga yaqin paytda aksionlashish hodisasi ko'proq bo'ladi.

Kontaktlarni tezlik bilan ajratish orqali yoyning uzunligini oshirish mumkin. Bunda yoy ustuni qanchalik uzun bo'lsa uni yonib turishi uchun shuncha ko'p kuchlanish kerak bo'ladi. Agar manba kuchlanishi etarli bo'lmasa yoy so'nadi.

Gaz puflab yoy so'ndirish. Agar gazlarning yo'naltirilgan harakatini, ya'ni gaz puflashni hosil qilinsa, yoyning sovushi yanada tezlashadi. Gazni bo'ylama (33b-rasm) yoki ko'ndalang (33v-rasm) hamda dielektrik to'siqli (33g-rasm) puflashini hosil qilinsa, yoy ustuniga gaz zarrachalarini kirishiga, intensiv diffuziyaga va yoyning sovushiga olib keladilar.

Yoyni magnit maydonda harakatlantirib yoy so'ndirish 33d-rasmda ko'rsatilgan. Bu usul elektrodinamik kuchlar bilan yoyni tortib so'ndirish usuli deyiladi. Elektr yoyiga tokli o'tkazgich sifatida qaraladi. Agar yoy magnit maydonda bo'lsa, unga kuch ta'sir etadi. Yoy o'qiga perpendikulyar yo'naltirilgan magnit maydoni hosil qilinsa, yoy ilgarilanma harakatga erishib, yoyni so'ndirish kamerasi tirqishidan tortilib yoy cho'ziladi va so'nadi.

Magnitli puflab yoy so'ndirish 33e-rasmda berilgan. Yoyga ko'ndalang yo'naltirilgan magnit maydoni hosil qilish uchun magnit o'zagiga o'ralgan cho'lg'amdan yoy toki o'tkaziladi, magnit o'zagi qutblari orasiga turg'un va harakatchang kontaktlar joylashtiriladilar. Kontaktlar kengayuvchi shoxsimon tirqish hosil qiladi. Magnit maydon kuchi  $F$  yoyni shoxsimon tirqish bo'ylab haydab, yoy uzunligini kattalashtirib boradi va nixoyat yoy so'nadi.

Po'lat g'ilofga tortib yoy so'ndirish 33j-rasmda keltirilgan. Po'lat sirtida induksiyalangan magnit maydoni yoyni o'ziga maydon kuchi  $F$  bilan tortib, uzaytiradi va so'ndiradi.

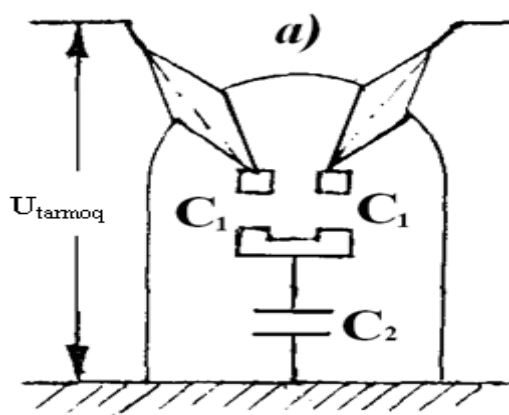
Yoyni bir nacha bo'laklab so'ndirish. Tok zanjirini ikki marta ajratish bilan yoy so'ndirish usuli 33z-rasmda, to'rt marta ajratish bilan yoy so'ndirish usuli 33i-rasmda, po'lat plastinalar bilan yoyni bo'laklash usuli 33k-rasmda keltirilgan.

Agar hosil bo'lgan yoyni metall plastinkalardan yig'ilgan yoy so'ndiruvchi panjaraga tortilsa, u kichik yoylarga bo'linib ketadi va har bir yoy o'zining katod

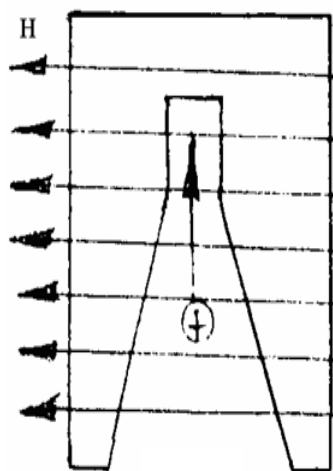
va anod kuchlanishiga ega bo‘ladi, bu kuchlanishlar yig‘indisi tarmoq kuchlanishidan kam bo‘lganda yoy so‘nadi.

Yoyni tor tirqishlarda so‘ndirish usuli. yoy yoyga chidamli material hosil qilgan tor tirqishda yonsa, sovuq yuzaga tegish orqali intensiv sovush va zaryadlangan zarrachalarni atrof muhitga diffuziyasi sodir bo‘ladi, rekobinasiya-aksionlashish hodisasini tezlashuviga va yoyning so‘nishiga olib keladi (34-rasm).

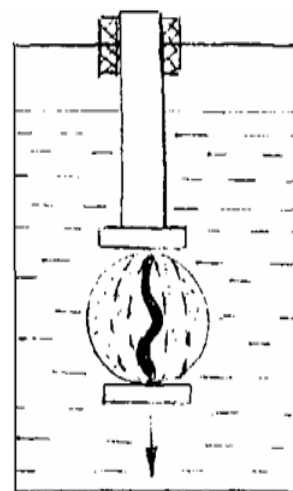
Yoyni moyda so‘ndirish usuli. uzuvchi jixoz kontaktini moyga joylashtirilsa hosil bo‘lgan yoy moyni bug‘lanishi va intensiv gaz hosil bo‘lishiga olib keladi (35-rasm). Yoy atrofida  $70 \div 80\%$  vodoroddan tashkil topgan gaz pufak bo‘ladi. Moyning tez bug‘lanishi pufakdagi bosimni ortishiga olib keladi. Vodorod maqbul yoy so‘ndirish xususiyatlariga ega bo‘lgan holda yoy ustuniga to‘g‘ridan to‘g‘ri tegish orqali uni tez sovushiga yordam beradi. Gaz pufak ichida gaz va moy bug‘larining tinimsiz harakati sodir bo‘lib turadi. Bu usul uzgichlarda keng qo‘llaniladi.



36-rasm. Yoyni har bir fazada nismlar $\sigma$ a airatish



34-rasm. Elektr yoyining so‘nishi



35-rasm. Elektr yoyining moyda so‘nishi

Tok zanjirini bo‘limlarga ajratib yuborish usuli. Yuqori kuchlanishda katta toklarni uzish bir muncha qiyinchiliklar tug‘diradi, energiya

va tiklanayotgan kuchlanishning qiymati katta bo'lganligi uchun kontaktlar oralig'ing aksionlashuvi murakkablashadi. Shuning uchun yuqori kuchlanishli uzgichlarda yoyni har bir fazada bo'limlarga ajratish usuli qo'llaniladi (36-rasm).

Bir fazaga to'g'ri keladigan bo'linishlar soni uzgich tipi va kuchlanishiga bog'liq bajariladi. Misol uchun  $500 \div 750$  kV kuchlanishli uzgichlarda 12 ta va undan ortiq bo'linishlar bo'lishi mumkin.

Yoyni vakuumda so'ndirish usuli. Vakuumdagi gaz atmosfera bosimidagi gazga qaraganda o'nlab marta yuqori elektr mustahkamlikka ega. Agar uzgich kontaktlari vakuumda ajratilsa tok birinchi marta noldan o'tgan paytidayoq oraliqning elektr mustahkamligi tiklanadi va yoy so'nadi.

Yoyni yuqori bosimli gazlarda so'ndirish usuli. Bosimi 2 MPa va undan yuqori bo'lganda havo ham juda yuqori elektr mustahkamlikka ega bo'lib qoladi. Bu hodisa siqilgan gazli yoy so'ndiruvchi ixcham qurilmalar qurish imkonini beradi. Bu usulda havo bosimi 400 kPa dan oshirilmaydi, aks holda unda kislorod miqdori kattalashib, yong'inga olib kelishi mumkin. Shuning uchun amalda yuqori elektr mustahkamlikka ega bo'lgan gazlar va gazlar aralashmasi keng ko'lamda ishlatiladi. Misol uchun elegaz SF<sub>6</sub>. U havo va azotga nisbatan yuqoriroq bo'lgan elektr mustahkamlikka ega. Odatda siqilgan gazli uzgich va yopiq taqsimlash qurilmalarida  $5 \div 10$  % elegaz SF<sub>6</sub> qolgani azot N<sub>2</sub> bo'lgan gaz aralashmasidan foydalaniladi.

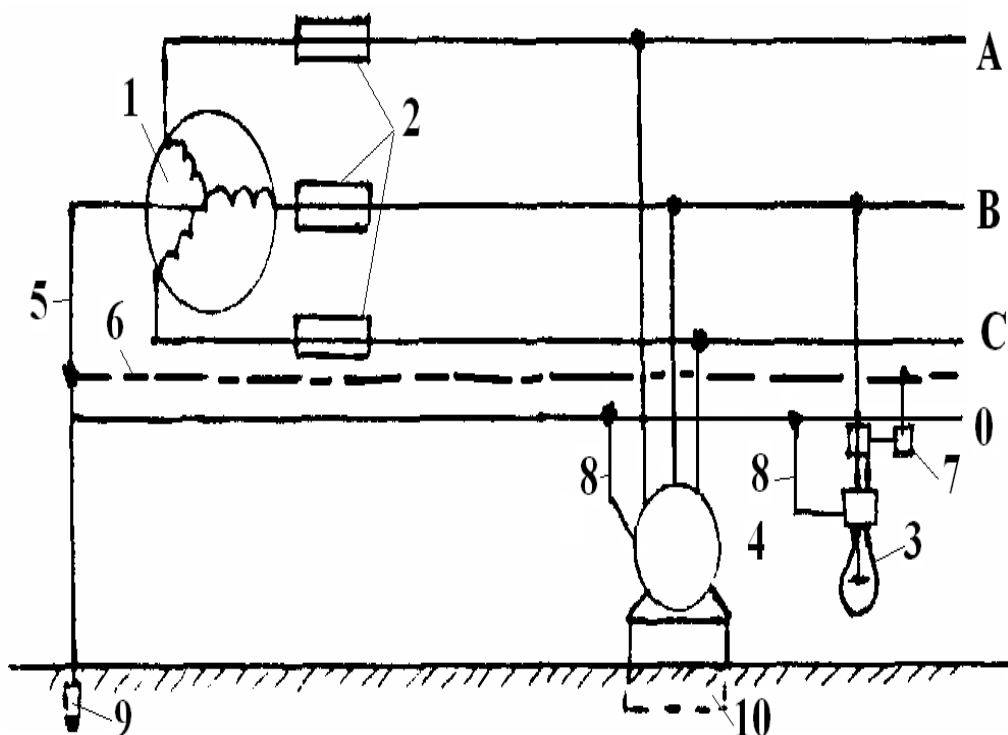
**Elektr nimstantsiyada yerlash** turlari qo'llaniladi: ishchi yerlash; yashindan himoyaviy yerlash; himoyaviy yerlashdir.

Ishchi yerlash - generator va transformatorni neytrallarini yerlash. Neytrali yerlangan qurilma va tarmoqlar nisbatan arzonroq bo'ladi, ekspluatatsiya xavfsizligi ortadi, chunki bunda releli himoyaning aniq va ishonchli ishlashi ta'minlanadi.

Yashindan himoyaviy yerlash - bu atmosfera o'takuchlanishlari natijasida sodir bo'ladigan xavfdan himoyalani uchun yashin qaytargich, yashin tutgich trosslar, hamda razryadnikni yerlashda ishlatiladilar.

Himoyaviy yerlashlash - qurilmalarning barcha metall bo‘limlarni: g‘iloflari-korpuslarini, karkaslarni, to‘siqlarni va h.k. ni yerlashda foydalaniladi. Himoyaviy yerlashlar ekspluatatsiya xavfsizligini oshirish, ishlatuvchilarni tok ostida qolish ehtimolligini kamaytirish maqsadida bajariladilar.

Nollash - yerlangan ob’ektlarni generator yoki transformatorning yerga ulangan neytrali bilan metall bog‘lanishdir. Nollash 380/220 V kuchlanishli ochiq maydonchalarda o‘rnatilgan, xavfli binolarda joylashgan qurilmalarda bajariladilar.



37-rasm. 380/220 V li tarmoqda motor korpusi va chiroq armaturasini yerlash: 1-transformator; 2-eruvchi saqlagichlar; 3-yoritish chiroqlari; 4-elektr motor; 5-himoya nol simi; 6-ishchi yerlash simi; 7-metall ustunlar; 8-nollash simi; 9-himoya yerlagichni qoziqlari; 10-elektr motor metall tagligi.

Yerlashlarni bajarish uchun tabiiy va sun’iy zaminlagichdan foydalaniladi.

Tabiiy zaminlagich sifatida suv uzatgich quvurlar, yer ostidagi metall quvur o‘tkazgichlar, binolarning metall va temirbeton konstruksiyalari, kabellarning qo‘rg‘oshin qobiqlari, yuqori kuchlanish tayanchlarining zaminlagichlari va boshqadan foydalaniladi.



Sun'iy zaminlagich sifatida diametri 10 mmdan kam bo'lmagan (ruxlanmagan) dumaloq va 6 mmlilik ruxlangan po'lat, hamda qalinligi 4 mmdan kam bo'lmagan yassi po'lat listlardan foydalaniladi.

Odam tanasidan tok oqib o'tganda fizikaviy-kimyoviy reaksiyalar yuzaga keladi. Toklar ta'sirida badan kuyishi, shok, shol bo'lib qolish hollari, ba'zi paytlarda esa o'limga olib kelishi mumkin. 0,1 A ga teng tok hayot uchun xavfli hisoblanadi. Odamni tok urishi organizmning holatiga, teri yuzasi va holatiga, kontakt yuzasi va zichligiga, tokning ta'sirida bo'lish vaqtiga bog'liq. Odam tanasining tokka qarshiligi 0,6 kOm dan 100 kOm gacha bo'lishi mumkin.

Toklar ta'siriga tushib qolmaslik uchun elektr qurilmalarini tekshirish paytida xizmatchi 7 - jadvalda keltirilgan masofalardan yaqin turmasligi lozim.

7- jadval.

Kuchlanish kV	1 gacha	6 ÷ 35	35-110	120	500
Masofa, m	0,6	0,6	1,0	2,0	3,5

Odam tanasidan o'tishi mumkin bo'lgan toklarning qiymatini kamaytirish uchun zaminlagichlarning qarshiligini kamaytirib, odam tanasining qarshiligini oshirish zarur. Buning uchun yuqori kuchlanishli qurilmalarni nazorat va profilaktika qilishda tekshirilgan asosiy himoya vositalaridan: yuqori kuchlanish qiymatiga mos izolyatsiyalangan kursi yoki minora, izolyatsiyalangan dastakli yerlagich, izolyatsiyali shtanga-tayoqcha, izolyatsiyali kuchlanish ko'rsatgichi hamda yordamchi himoya vositalaridan: rezina gilamcha, rezina etik, rezina qo'lqop va boshqalardan foydalanish talab qilinadilar.

### **Nazorat savollar**

1. Uch fazali transformatorlarning ulanishi.
2. Transformatoridagi nosimmetriyalar.
3. O'zgarmas tok nimstantsiyalari.
4. O'zgaruchan tok nimstantsiyalari.
5. Transformator va ularni ulanishlari.

6. Transformatorning asosiy parametrlari.
7. Nimstantsiya transformatorlarining sonini aniqlash.
8. Kuch transformatorini shakli belgilash.
9. Transformatorning yuklamasi va quvvatini tanlash.
10. Transformatorni tanlashda texnika iqtisodiy hisob.
11. Transformator kuchlanishini sozlash.
12. Transformatorlar chulgamini ulanish guruhlari.
13. Kuch transformatorining tuzilishi.
14. Kuch transformatorlarini sovutish.
15. O'zgaruvchan tokli zanjirlarda yoyini so'ndirish.
16. Yuqori kuchlanishli jixozda yoyini so'ndirish usullari.

### III BOB. YUQORI KUCHLANISHLI KOMMUTATSIYA VA O'LCHOV JIXOZLARI

Yuqori kuchlanishda ishlovchi kommutatsiya va elektr jixozlari ishlash tartiblari va vazifasiiga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

-kuchli elektr zanjirlarini kommutatsiyalash va yerlashda yuqori kuchlanishli operativ jixozlari: ajratkichlar va uzgichlar; ajratkich va uzgichlarning operativ ishlashlarini ta'minlovchi yuritma mexanizmlari, elektr yuritmalari;

-operativ ishda qatnashmaydigan va qisqa tutashuv tokini cheklash, o'ta tok va ortiqcha kuchlanishdan himoya jixozlari: reaktorlar, saqlagichlar, razryadniklari;

-yuqori kuchlanishli zanjirlardagi toklar, kuchlanishlar, quvvatlar va boshqa ko'rsatgichning kattaligi o'lchanuvchi ikkilamchi zanjirlari bilan bog'lovchi jixozlari.

Toklar va kuchlanishlarni o'lchovchi transformatorlari shu jixozlar jumlasiga kiradi. O'lchov asbob-uskunalar, rele himoyasi va avtomatik asbob-uskunalar transformatorlarga ulanadi va uning normal ish tartibida ishlashini ta'minlaydi.

Transformatorlar elektr stantsiyadan iste'molchiga elektr energiyani uzatish va taqsimlashda kerakli kuchlanish hosil qilishda ishlatiladi.

Elektr o'lchash asbob-uskunalarini taqsimlash qurilmalarining zanjirlari ishini nazorat qilish, elektr energiyaning sifatini, kuchlanish va chastotasini tekshirish, ishlab chiqarilayotgan va iste'mol qilinayotgan elektr energiyani hisoblash uchun ishlatiladi.

Elektr avtomatika va signalizatsiya qurilmasi avariya va normal rejimlarning buzilish sabablarini bartaraf qilishga imkon beradi, normal bo'lmagan ish rejimlarining kelib chiqish sabablarini topish va ularni kamaytirishga yordamlashadi.

Elektr zanjirlarini uzuvchi va ulovchi operativ jixozlarni uchta guruhga bo'lish mumkin:

-elektr yuklama toki bo'lmaganda yoki yuklama toki juda kam bo'lganda, operativ ish bajaruvcha jixozlar va ajratgichlar;

- normal qiymatdan oshmaydigan operativ ish bajaruvchi jixozlari, uzgichlari;
- har qanday yuklamada, o'ta yuklama va qisqa tutashuvda elektr zanjirlarini uzish va yoqish jixozlari, quvvat uzgichlari.

Elektr jixozlari nominal kuchlanishi - uning korxonada tomonidan berilgan pasport va shitida ko'rsatilgan fazalararo kuchlanishdir. Kuchlanish nominal kuchlanishdan  $15 \div 20$  % katta bo'lganda jixozlarning izolyatsiyasi uzoq vaqt ishonchli ishlayoladi. Ushbu kuchlanish elektr jixozning maksimal ish kuchlanishidir. Jixozlarning nominal kuchlanishi qurilmalarning nominal kuchlanishidan past bo'lmaganda, u juda ishonchli ishlaydi.

Kuchli elektr toklar zanjirlarini uzish vaqtida ajraluvchi kontaktlar orasida, operativ jixozlar uchun xavfli elektr yoyi paydo bo'ladi. Ushbu sababdan ma'lum guruhdagi operativ jixozlarning vazifalariga qarab, ularning konstruktsiyasida mavjud operativ jixozning ishonchli va xavfsiz ishlashini ta'minlovchi, elektr yoyning tezlik bilan so'nishini, tok zanjirini tezda uzilishini ta'minlovchi zarur bo'limlar - yoyli uzgichlar bo'lishi kerak.

### **3.1. Yuqori kuchlanishli taqsimlash qurilmalari**

Taqsimlash qurilmasi - bu elektr energiyani qabul qilish va taqsimlash uchun xizmat qiluvchi elektr jixozlar, shinalar va yordamchi qurilmalarga ega bo'lgan elektr uskunalardir.

Agar taqsimlovchi qurilma bino ichiga joylashgan bo'lsa, u yopiq taqsimlash qurilmasidir.

**Yopiq taqsimlash qurilmalar**  $3 \div 20$  kV li kuchlanishga mo'ljallab quriladilar. Taqsimlash qurilmalariga ajratilgan maydon cheklangan, atmosfera juda ifloslangan bo'lsa, chekka shimolda ham  $35 \div 220$  kV kuchlanishli yopiq taqsimlash qurilmalari qo'llaniladi.

Taqsimlash qurilmalari elektr qurilmalarining ishonchli ishlashini ta'minlashi kerak. Ushbu talab elektr asbob-uskuna-uskunalarini to'g'ri tanlash, joylashtirish, taqsimlash qurilmalari turi va konstruktsiyasini tanlash PUE ga muvofiq bajariladi [26].

Taqsimlash qurilmalariga xizmat qilish qulay va xavfsiz bo'ladi.

Taqsimlash qurilmasida joylashgan asbob-uskuna-uskunalar bir-birlarini to'smay maqbul ko'rinishi, ta'mirlash ishlarini bajarishga qulay bo'lishi, ko'zdan kechirish va ta'mirlashda xavfsiz bo'lishi lozim.

Izolyatsiyalanmagan toklarni o'tkazuvchi bo'limlarga tegib ketmaslikda, ular maxsus kameraga joylanishi hamda muxofazalangan bo'lishi lozim.

Taqsimlash qurilmalarining yong'inga qarshi xavfsizliklarini ta'minlash lozim. Yopiq taqsimlash qurilmalari tuzilishlarini qurilish me'yorlari va qoidalari, yong'indan saqlanish qoidalariga javob berishi kerak.

Taqsimlash qurilmalari tejimli bo'lishi lozim, iularni qurish qiymati - qurilish bo'limi, elektr asbob -uskunalari, elektr montaj ishlari bilan boshqa xarajatlar qiymatining yig'indisiga teng bo'ladi. Qurilish bo'limining qiymatini kamaytirishda mumkin qadar bino hajmini kamaytirilib, konstruktsiyasini soddalashtiradi.

Atmosferani havosida joylashgan taqsimlash qurilmasi ochiq taqsimlash qurilmasi deyiladi. 35 kV va undan yuqori kuchlanishli taqsimlash qurilmalari ochiq joyga oson quriladi.

Taqsimlash qurilmalari ishlashlari ishonchliligini, qurilishga kapital harajat qilinishini hamda hizmat qilish xavfsiz va qulay bo'lishini, kengaytirish imkoniyatini, tayyorlanadigan yirik blokli bo'limlarni maksimal qo'llashni ta'minlashi kerak.

**Ochiq taqsimlash qurilmalari** barcha jixozlar, uncha balandda bo'lmagan fundamentlarda joylashadilar. Ularning hududi bo'ylab asbob-uskuna-uskunalarni montaj hamda ta'mir qilishni mexanizasiyasi yordamida bajarishda maxsus yo'llar qilinadi, shinalar ko'p simli o'tkazgichlardan elastik qilib hamda trubalarda tayyorlanishi lozim.

Ochiq taqsimlash qurilmasi yopiqqlariga qaraganda quyidagicha avfzal: qurilish ishlarining hajmi kichikdir, qurish vaqti kichikdir; kengaytirish va rekonstruktsiya qilish uchun qulaydir; hamma jixozlarni kuzatish osondir.

Past haroratlarda va yog‘ingarchilikda ochiq taqsimlash qurilmalariga xizmat qilish noqulay, yopiqqa nisbatan katta maydonni egallaydi, jixozlar tezroq ifloslanadi, chang bosadi va harorati o‘zgaradi.

Ochiq taqsimlash qurilmalarining konstruksiyalari turlicha, elektr ulanishlar sxemasi, uzgichlar va ajratgichlar tipiga kuchlanish klasslariga bog‘liqdir.

6-10 kVli taqsimlash qurilmalari asosiy va rezerv ajratkichlar bilan uch sektsiyaga sektsiyalanadi, shina sektsiyalanmaydi. Chetki shinalar sektsiyalariga bittadan to‘g‘rilagich ulanadi, o‘rta sektsiyaga uzgich, razryadlovchi, tekislovchi jixoz va qabul fiderlari ulanadi.

Nominal parametrlari elektr qurilmalari barcha jixozlar uchun umumiy bo‘lgan parametrlar va xarakterlarga ega: nominal kuchlanish; nominal tok; chegaraviy bo‘ylama tok; elektrodinamik mustaxkamligining nominal toki; termik mustaxkamlikning nominal toki; yoqish-o‘chirishning nominal toklari; nominal quvvatlari; yoqish va o‘chirishning vaqti; kuchlanishning tiklanish tezligi; xususiy chastotasi hamda boshqalar.

**Taqsimlash qurilmalar komplekti** shkaflari yoki kameralari ichki qurilmalar uchun ham tashqi qurilmalar uchun ham chiqariladi. Bunda N tashqi degani.

Taqsimlash qurilmalarning har qaysi turi o‘z afzalliklari va kamchiliklariga egadir. Masalan, yopiq taqsimlash qurilmalar: Z harfi-yopiq degani, barcha elektr uskunalarning meteorologiya ta’sirlaridan, chang–to‘zonlar, kul, qora kuya va hokazolar bilan ifloslanishdan ishonchli himoya qilinishi bilan qulaydir. Berk taqsimlash qurilmalarining narxi juda qimmat. Berk qurilmalarni nazoratdan o‘tkazish va ta’mir qilish qiyin. Ochiq taqsimlash qurilmalari, bunda O harfi-ochiq degani bo‘lib, uning narhi arzon, qurish ishlari tez, elektr qurilmalarni nazorat qilish, ularni montaj va remont qilish qulay bo‘ladi, ishlab turgan ochiq taqsimlash qurilmalariga yomon ob-havoda xizmat ko‘rsatish qiyinlashadi. Ochiq taqsimlash qurilmalari ko‘p joy egallaydi, jixozlari havo haroratining keskin o‘zgarishlari, yog‘ingarchilik ta’sirida bo‘ladi. Shamol kuchi, muzlash, tuzli changlar, kukun va loydan muhofaza qilinmagan.

Yopiq taqsimlash qurilmalari - 35 kV gacha kuchlanishga, kuchlanish shaharlar va elektr tarmoqlariga tegishlidir, atmosferada elektr uskunalariga zararli ta'sir ko'rsatuvchi moddalar bo'ladigan joylarda hamda ochiq taqsimlash qurilmalari qurish, ishlatish uchun zarur sharoit hamda etarli joy bo'lmagan hollarda quriladi.

Zarur sharoitlar bo'lganda 6 kV, 10 kV, 35 kV kuchlanishli taqsimlash qurilmalari ochiq qilib bajariladi.

Ochiq taqsimlash qurilmalari, kuchlanishi 35 kV va undan yuqori hollarda quriladi, bunday kuchlanishlar elektr energiyani taqsim qilinadigan elektr tarmoqlariga tegishlidir, bunday ochiq taqsimlash qurilmalari, shahar va markazlaridan ancha uzoq joylashadilar.

Taqsimlash qurilmalari nimstantsiyalar tarkibidi. Atmosferada elektr qurilmalariga zararli ta'sir ko'rsatuvchi moddalar bo'lgan regionlarda, masalan, kimyo kombinati, alyuminiy va sement ishlab chiqarish zavodlar, ekologik falokatga uchragan Orol dengizi regionida sovuq tuz-changli tumanlarda taqsimlash qurilmalari zarur bo'lsa, ularning kuchlanishi 110 kV gacha yopiq qilib qurilishi maqsadga muvofiqdir.

Taqsimlash qurilmalariga quyiladigan talab – ular normal sharoitlarda, avariya sharoitlarida ham iste'molchilarni elektr energiya bilan uzluksiz va yuqori sifatli ta'minlab turishlari zarurligidadir.

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

Taqsimlash qurilmalarining barcha elementlari davomiy normal holatlarda ishonchli ishlashi, hamda og'ir qisqa tutashuv sodir bo'lgan paytlarda termik va dinamik chidamlilikka ega bo'lishi kerak. Shuning uchun jixozlar, shinalar, kabellar va ularning boshqa elementlarini tanlashda, ularning parametrlarini ishlatish sharoitida yuz berishi mumkin bo'lgan uzoq muddatli ish va qisqa muddatli avariya holatlariga mos bo'lishi muhim ahamiyatga egadir.

Ish holatlari sharoitlariga to'g'ri keladigan jihozning asosiy parametrlari bo'lib nominal toklar va kuchlanishlardir.

Ish holatlarining normal va jadallashgan holatlari mavjud. Jadallashgan holat kuch transformatorlari va kabellarning o'tayuklanish qobiliyatlarida, parallel liniyalarning biri uzilganda, generator chiqishlarida kuchlanish pasayishi hollarida sodir bo'ladi. Bunday hollarda jadallashgan holat nominal toki-  $I_{ish,j}$  jihozning uzoq muddatli nominal tokidan ortib ketmasligi lozim.

Nimstantsiya taqsimlash qurilmalari va ularning ayrim bo'limlari normal rejimda ishlaganda, ulardan oquvchi tok va kuchlanish kattaligi ushbu qurilmalar uchun ruxsat etilgan chegarada bo'ladilar. O'ta yuqori, ya'ni normal toklardan yuqori, o'ta kuchlanishlar, nominal qiymatidan katta kuchlanishlar, qurilmaning normal bo'lmagan va hatto avariya rejimida ishlashiga olib keladi. O'ta yuqori toklar o'tuvchi elektr uzatgichlardagi iste'molchilarning va taqsimlash qurilmasining o'zida ish rejimlarini buzilishi natijasida yuklama ortib ketishidan hosil bo'ladi.

O'ta yuklama toki uncha xavfli bo'lmaydi, bu toklarni tegishli iste'molchilarga berilayotgan elektr energiyani cheklab pasaytiriladi. Qisqa tutashuv toki taqsimlash qurilmasining kontaktlari va shinalari uchun xavflidir, bu toklar to'satdan paydo bo'lib, juda qisqa vaqtda katta qiymatlarga ko'tariladi.

O'ta kuchlanish elektr qurilmaning izolyatsiyasini shikastlaydi. Shikastlangan izolyatsiya qisqa tutashuvlar bo'lishiga sababchi. O'ta kuchlanishning turlari: tashqi - atmosfera o'ta kuchlanishlari hamda ichki - kommutatsiya o'ta kuchlanishlari.

Atmosfera, yashin, o'ta kuchlanishi ochiq elektr qurilmalarning yashindan shikastlanishi, chaqmoq razryadlarining havo elektr yo'llari, kontakt tarmoqi simiga tegishi hamda boshqa ta'sirlari natijasida vujudga keladi.

Kommutatsiya o'ta kuchlanishlari yuqori kuchlanish tarmoqini operativ yoki avariya sababli ulab-uzilish vaqtida paydo bo'ladi, yuklama ostida bo'lgan  $110 \div 500$  kV kuchlanishli elektr uzatish yo'llarini va salt ishlayotgan katta quvvatli kuch transformatorlarni zanjirdan tezda uzganda yuzaga keladi. Neytrali



izolyatsiyali tarmoqlarda elektr yoyi hosil bo'lib, yerga tutashganda vujudga keladigan o'ta kuchlanishlar kommutatsiya o'takuchlanishiga kiradi.

Atmosfera, yashin, o'ta kuchlanishi juda xavfli, chunki bunda kuchlanish juda katta, ya'ni  $5 \div 10$  martagacha, nominal qiymatdan ko'tarilishi kuzatiladi.

Kommutatsiya o'ta kuchlanishi qurilma faza kuchlanishlari qiymatidan  $3 \div 4$  martadan ortiq bo'lmaydi, elektr uskunalari izolyatsiyalarining sinov kuchlanishdan ortib ketmaydi.

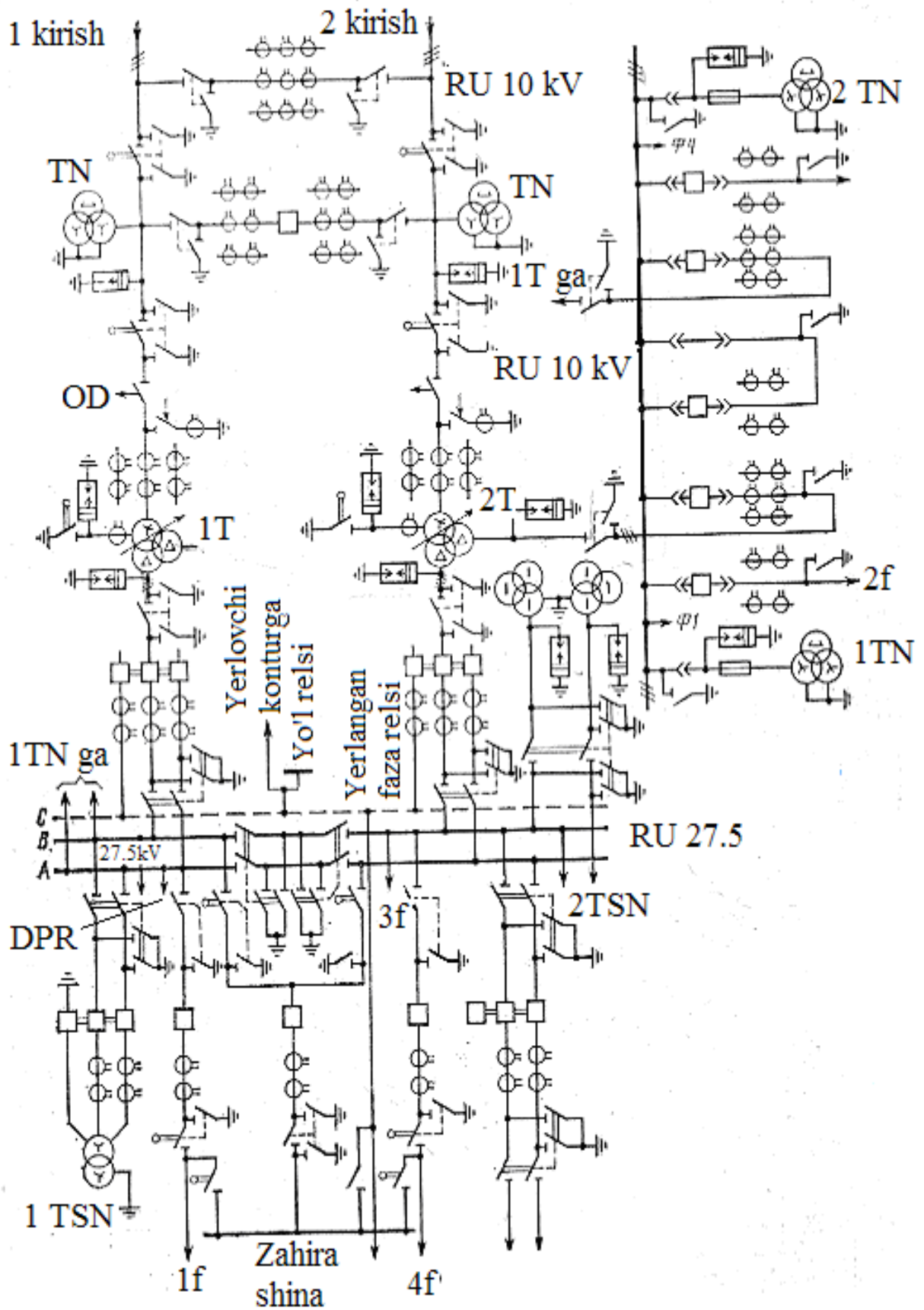
Elektr stantsiyalari va nimstantsiyalarining elektr uskunalari ichida yuqori kuchlanishli taqsimlash jixozlari katta o'rin tutadi, shu bilan birga, xususiy ehtiyojlarda, ya'ni elektr bilan yoritish, yordamchi mexanizmlarning elektr dvigatellari va hokazolar, ham xuddi korxonalarining yoritish va kuch elektr qurilmalaridagidek, past kuchlanishli taqsimlash jixozlaridan foydalaniladi.

Nimstantsiyalar bir yoki ikki tomonlama ta'minlanuvchi ko'rinishga ega. O'zgaruvchan tokli nimstantsiyalari kuchlanishi  $110 \div 220$  kV li hamda o'zgarmas tokli tortish nimstantsiyalari esa  $6 \div 220$  kV li elektr tarmoqlardan ta'minlanadilar.

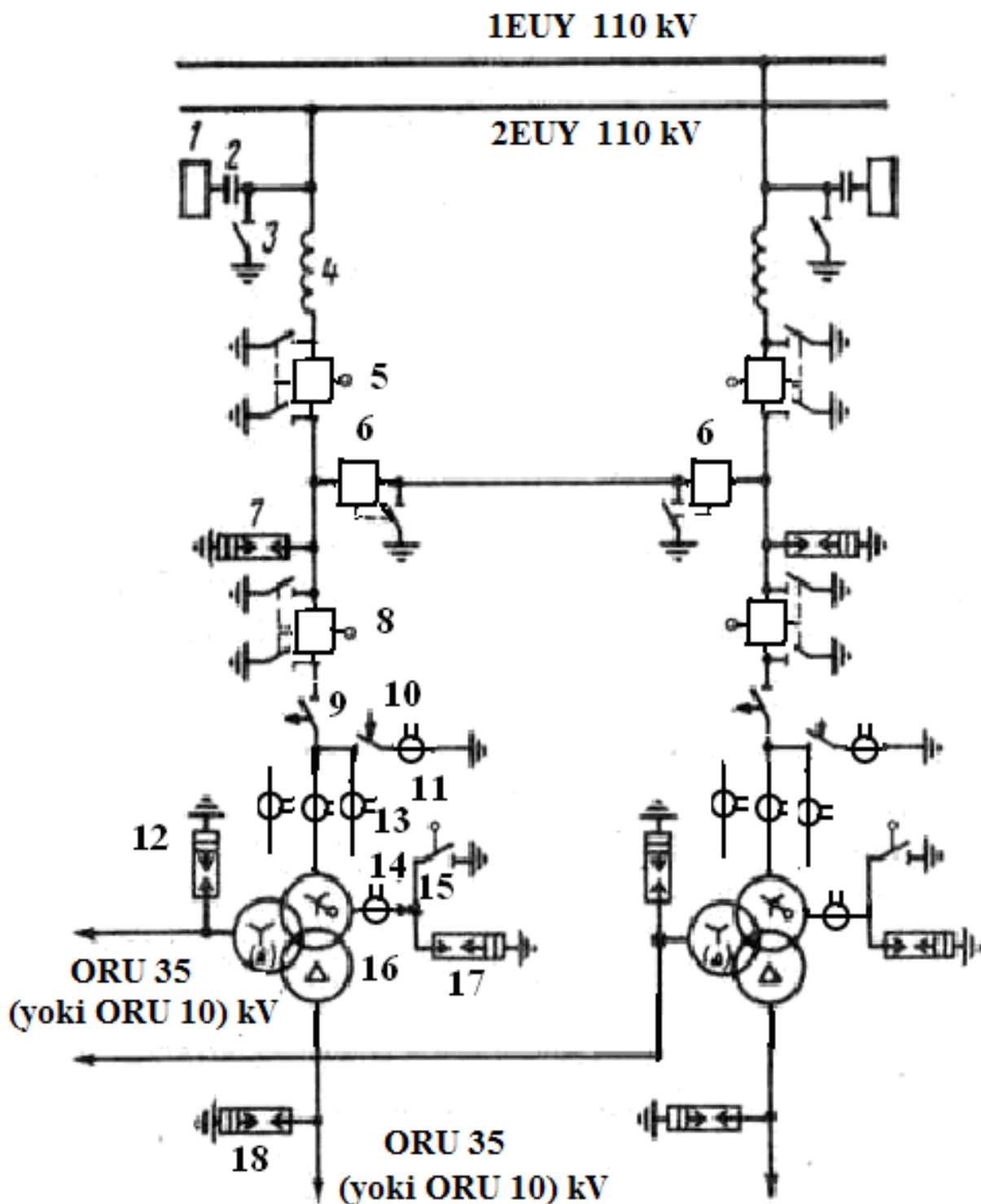
Elektr tarmoqlariga ulanishlariga qarab tortish nimstantsiyalari tayanch, oraliq va tupik turlaridirlar. Bu nimstantsiyalar bosh elektr ulanish sxemalari bilan xarakterlanadi.

Tayanch nimstantsiyalarida  $110 \div 220$  kV kuchlanishli shinalarga kamida ikki havo elektr uzatish yo'li (EUY) ulanadi. Oraliq nimstantsiyalari  $35 \div 110$  kVli elektr uzatish yo'li kesimiga «uzgichli ko'priq» yoki «ikki ajratkichli blokli va noavtomatik ulovli (peremichka)» sxemalar bo'yicha ulanishi mumkin. Oraliq nimstantsiyalarining shinalaridan xuddi tayanch nimstantsiyalar kabi tranzit elektr energiyasi uzatiladi. Tupik nimstantsiyalar odatda tayanch nimstantsiyalarning turli yig'uv shinalaridan yoki rayon nimstantsiyasining shinasidan bir necha radial elektr tarmoqlar orqali ta'minlanadilar. Transformatorlardan boshqa jixozlarning tok o'tuvchi bo'limlari 200A, 400A, 600A, 1000A, 1500A, 2000A, 3000A, 4000A, 5000A va 6000Agacha mo'ljallab tayyorlanadi. Jixozning nominal toki uning zavod pasporti va shitida ko'rsatiladi.

Nimstantsiyalar tarkibiga yuqori kuchlanishli taqsimlash qurilmalar bilan birga tok o'tkazuvchi shinalar, quvvat va o'lchov transformatorlari, tok yoki chastota o'zgartgichlari, avtomatika, signalizatsiya, nazorat, o'lchash va himoyalash asbob-uskunolari, hamda avariya holatda zarur bo'lgan uskunalar kiradi.

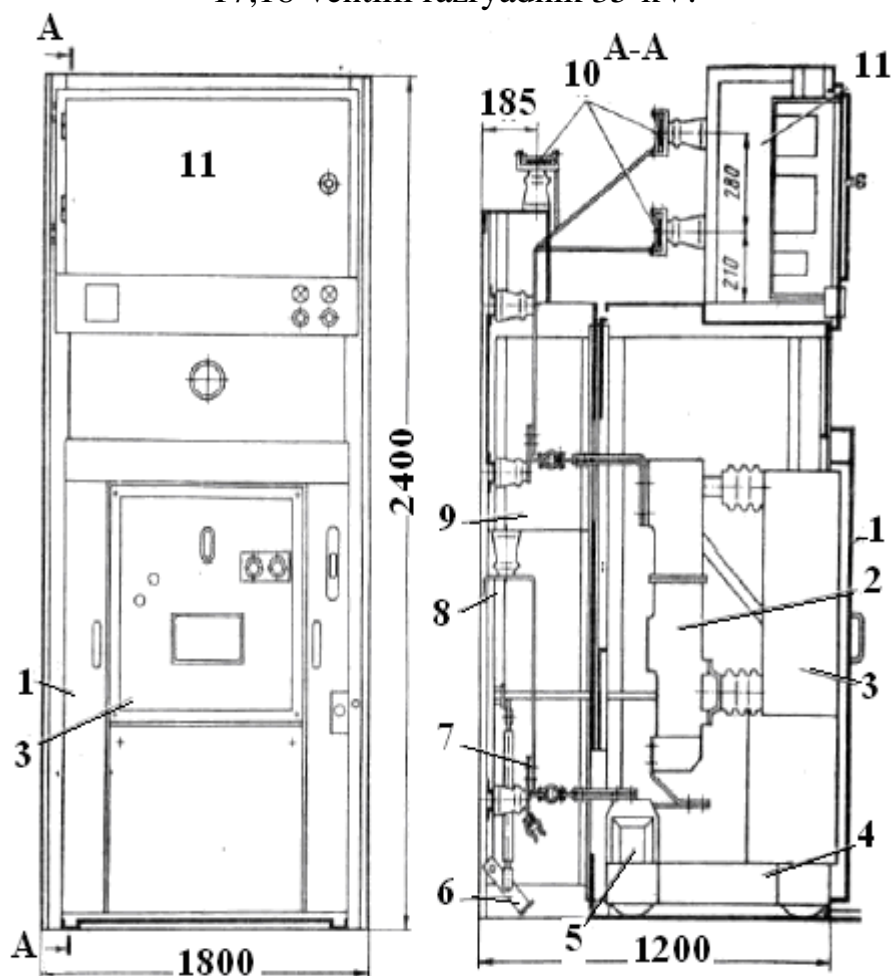


38-rasm. Nimstantsiyasining bosh elektr yoqish sxemasi.



39-rasm. Podstantsiya ochiq taqsimlash qurilmasi 110 kV sxemasi: 1EUY- birinchi 110 kV havo elektr uzatish yo‘li LEP-110; 2EUY-ikkinchi 110 kV havo elektr uzatish yo‘li LEP-110; 3-yerlagich; 4-tok o‘lchov transformatori; 5- ikki yerlagichli uzgich; 6-yerlagichli uzgich; 7-ventilli razryadnik 110 kV; 8- ikki yerlagichli uzgich; 9-ajratgich; 10-yerlatgich; 11-tok o‘lchov transformatori; 12-ventilli razryadnik; 13-uchchala fazaga o‘rnatilgan tok o‘lchov transformatorlari; 14- tok o‘lchov transformatori; 15-yerlagich; 16-kuch transformatori;

17,18-ventilli razryadnik 35-kV.



40-rasm. VMP-10 uzgichli ichki 10 kV fider kamerasi KVVO-2: 1-kameraning metal payvandli korpusi; 2-uzgich; 3-uzgichning elektromagnit yuritmasi; 4-g'ildirakli aravacha; 5-tok transformatori; 6-yerlovchi pichoq, 7-harakatchang pastki barmoq (nijniy pal'sevoy) kontakt; 8-havo elektr uzatish yo'li yoki kabelli kirishni yoqish o'rni; 9-harakatchang tepa barmoq (verxniy pal'sevoy) kontakt; 10-kuchlanishi 10 kV shinalar; 11-past kuchlanishli nazorat jixozlari va asbob-uskunalari bo'limi.

G'ildirakli aravachada o'rnatilgan uzgichning tashqariga tortib chiqarilgan ko'rinishi 40b-rasmda keltirilgan [3].

Ichki 10 kV fider kamerasi KVVO-2 nimstantsiya imorati ichiga o'rnatiladi. Bu qurilmaning ishonchli ishlashini ta'minlaydi. KVVO-2 bir tomonlama xizmat kursatiluvchi bo'lib, uning uzgichi kamera ichidan yurg'azib chiqarish imkoniga ega. Kameraning ichi metall to'sqichlar bilan beshta bo'limlarga bo'lingan bo'lib, bo'limlar avtomatik yopiluvchi eshikchalarga ega.

### **3.2. Yuqori kuchlanishli hamda o'zgaruvchan tokli uzgichlari**

Yuqori kuchlanishli tokli uzgichlar ishchi va shikastlanish, avariya toklarini tezkorlik bilan uzish va yoqish uchun hizmat qiladi. Elektr stantsiya va nimstantsiyalarda qo'llanadigan elektr jihozlari va qurilmalari orasida qo'llanadigan eng zaruriy jixoz–bu uzgich bo'lib, uning funktsional ishidan elektr ta'minotining uzluksizligi va puxtaligiga to'la bog'liqdir.

Yuqori kuchlanishli uzgichlar o'zgaruvchan tok zanjirlarining ishlatish sharoitidagi rejimlarda kommutatsiyalash uchun, ya'ni nominal qisqa tutashish, salt ishlash toklarini, shuningdek kondensator batareyalari, uzun elektr uzatish yo'li toklarini yoqish, o'chirish kabi vazifalarni bajarish uchun mo'ljallangan.

Uzgich ishlarining eng og'ir sharoitlari qisqa tutashish toklarini yoqish, uzish davriga to'g'ri keladi.

**Uzgichlarga qo'yiladigan asosiy talablar.** Yuqori kuchlanishli uzgichlarga quyidagi talablar qo'yiladi: har qanday toklarni ishonchli uzish va yoqish; uzish vaqtining kichikligi; tez ishlovchi avtomatik qayta yoqish sistemasida ishlashni ta'minlay olishi; ishlash mustaxkamligi; atrof muhit uchun xavfsizlik; harakat–ishlash tezligi; kichik o'lchamlar va vaznga ega bo'lishi; nazoratining yengilligi va montaj ishlarining soddaligi; foydalanishda shovqin-suron bo'lmasligi; portlash va yong'in xavfsizligi; 110 kV va undan yuqori kuchlanish uzgichlarini faza bo'yicha boshqarish imkoniyati; transportda tashish o'ng'ayligi; nisbatan yuqori bo'lmagan narxi.

O'rnatilishi joyiga ko'ra uzgichlar ichkariga va tashqariga o'rnatiladigan hamda komplekt taqsimlash qurilmalari uchun ishlab chiqarilgan.

Uzgichlar talablarga to'la yoki chala javob beradilar. Ushbu sohada keng qamrovli ilmiy-texnologik va loyiha ishlari olib borilmoqda.

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

**Uzgichlar tuzilishlari va turlari.** Yuqori kuchlanishli uzgichlar quyidagicha asosiy bo‘limlardan tashkil topadi: korpus yoki g‘ilof-bak; kirma izolyatorlar chiqishlar; kontaktlar sistemasi; yoy so‘ndirish qurilmasi; yoy so‘ndirish muhiti (havo, moy, siqilgan gaz-elegaz, vakuum); uzgichning yuritmalari (qo‘lda, havoli, solenoidli).

Uzgich elektr yoyini uzgich muhitga qarab: moyli, havoli, elegazli, elektromagnitli va vakuumli turlarda bo‘ladi.

Uzgich qutblari orasidagi aloqa konstruktsiyasiga qarab: bir qutbli; uch qutbli; uchta qutb umumiy g‘ilofda; uchta qutb uchta alohida - alohida g‘iloflarda.

Uzgich yuritmasiga qarab: alohida yuritmali, ya’ni uzgich mexanik bo‘limi bilan uzviy bog‘langan va o‘rnatilgan yuritmali, bunda yuritma uzgichning ajralmas bo‘limi qilib yasalgan bo‘ladi.

Elektr energetikasida yuqori kuchlanishli uzgichlarning 8-jadvalda keltirilgan quyidagi turlari keng qo‘llaniladi.

8-jadval

Kuchlanishi, kV	6	10	35	110	220	500	750	1150
1.Moy g‘ilof-bakli uzgichlar	-	-	+	+	+	+	-	-
2.Kam moyli uzgichlar	+	+	+	+	-	-	-	-
3.Havoli uzgichlar	-	-	-	+	+	+	+	+
4.Elegazli uzgichlar	-	-	-	+	+	-	-	-
5.Vakuumli uzgichlar	+	+	+	+	-	-	-	-
6.Elektr magnitli uzgichlar	+	+	-	-	-	-	-	-

Uzgich bajaradigan ishi bo'yicha generatorli, tarmoqli va nimstantsiyali bo'ladilar. Generatorli uzgich katta qiymatdagi nominal toklar va kichik kuchlanishlarda ham katta toklarni uzilishi bilan xarakterlanadi.

Tarmoqlari kichik qiymatli nominal tok va nisbatan yuqori kuchlanishlar bilan aniqlansa, nimstantsiyalari yuqori kuchlanishlari, uzgich uzish qobiliyatining tezkorligi va avtomatik sozlash qurilmasining borligi uchun xarakterlanadi.

Uzgichlar fazalar soni, yuritma turi, rezistor va kondensator bor-yo'qligi bilan farqlanadi.

Uzgichlar ulangan holatda bolsa uning kontaktlari qisqa tutashuv toklariga chidamli bo'lishi shart. Issiqlika chidash toki  $I_T$  nominal kuchlanish  $U_{nom} \leq 330\text{kV}$  uchun vaqt  $t=1 \div 2\text{s}$ , elektr toki  $I_T \geq I_{nom}$ . Elektrodinamik ta'sirga chidash toki  $I_{ed}=1,8\sqrt{2} I_{nom}$  ga teng. Ushbu toklar pnevmatik yuritgichlarda bosim  $0,85 \div 1,05 \cdot P_{nom}$  hamda elektromagnit yuritgichlarda kuchlanishni  $0,85 \div 1,1 \cdot U_{nom}$  bo'lgandagina ishlaydi.

**Uzgichning to'la uchirish vaqti** -  $t_0$  deganda uzishga buyruq berilgan vaqtdan boshlab, uchchala fazalarda elektr yoyini to'la o'chirilishigacha ketgan vaqt oralig'i tushiniladi.

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

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

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

**Uzgichning yoqish vaqtlari**  $t_{vkl}$  yoqishga buyruq berilgan vaqtdan boshlab, uchchala fazalar zanjirini tutashtirishga ketgan vaqt hisoblanadi. O'chirish vaqti pnevmatik yuritgichli uzgich uchun 0.25 s va elektromagnit yuritgichli uzgich uchun 1s.



**Uzgichning ishonchliligi** bilan butun energetika sistemasining ishonchligi ta'minlanadi. Uzgichning ishonchliligi - uning asosiy vazifasini bajarolmay qolishi, o'chirish va yoqish vazifalarini bajarmay qolish, uning izolyatsiyasini ishdan chiqishi, tok o'tuvchi zanjirning nosozligi, ishchi tokning o'cha olmasligi, elektr yoyining o'chirilmasligi tushiniladilar. Bunday uzgichlar foydalanishdan chetlashtiriladi.

Uzgichning kichik nosozligi aniqlansa, u hali ishlashini davom ettirishi mumkin va keyin, birinchi imkoniyatdayoq nosozlik tuzattiriladi.

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

**Uzgichlar tanlash.** Uzgich tanlashda quyidagi shartlar bajarilishi lozim: elektr zanjiriga o'rnatish kuchlanishi  $U_{ust}$  uzgichning nominal kuchlanishi  $U_{v.nom}$  dan kichikroq bo'lishi hamda o'rnatilayotgan elektr zanjirining maksimal toki  $I_{rab.mak}$  uzgichning nominal elektr toki  $I_{v.nom}$  dan kichikroq bo'lishi kerak:

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

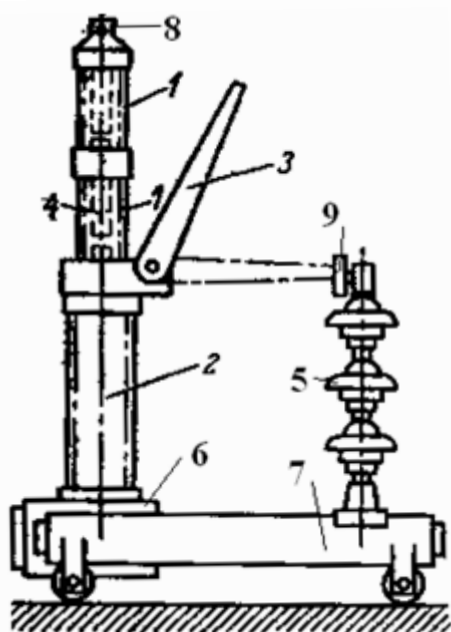
O'zgaruvchan tokdagi yuqori kuchlanishli uzgich quyidagi guruhlariga bo'linadi: havo uzgichlari; moyli uzgichlar; elegazli uzgichlar va vakuumli uzgichlardir.

### **3.3. Havoli uzgichlar**

Havoli uzgichlarda elektr yoyi siqilgan havo oqimi yordamida so'ndiriladi. Tok o'tkazuvchi bo'limning izolyatsiyasi chinni, shisha, polimer yoki boshqa qattiq izolyatsiyalovchi materiallar qo'llab bajariladi.

Havoli uzgichlarining afzalliklari: yong'in va portlashga xavfsiz, tez ishlashi, yuqori uzish qobiliyatiga egaligi, tez ishlovchi avtomatik qayta yoqish

APV ni amalga oshira olishi, yoy soʻndiruvchi kontaktlarni kam yeyilishi, tashqariga va ichkariga oʻrnatishga yaroqliligi, tannarxi nisbatan arzonligi, taʼmirlash qulayligidir.



41-rasm. 110 kV kuchlashga moʻljallangan ajratkichli havo uzgichining koʻrinishi.

Havoli uzgichlarning kamchiliklari: kompressor qurilmasi boʻlishining zarurligi, qator detal va boʻlimlarning konstruksiyasining murakkabligi, qimmatligi.

Havoli uzgichlarida elektr yoyi maxsus yoy oʻchiruvchi qurilma larda oʻchiriladi. Ular ichida yoy ustuniga katta tezlik bilan harakatlanuvchi havo oqimi bilan purkab, yoy oʻchiriladi.

110 kV kuchlashga moʻljallangan ajratkichli havo uzgichining umumiy koʻrinishi 41-rasmda keltirilgan.

Jixozlarning tagida boshqaruv qutisi 6, siqilgan havo toʻldirilgan gʻilof-bak 7 oʻrnatilgan.

Uzgich tashqi ochiq rezistiv boʻlgich 5 ga egadir. Uzgichlarda ikkita yoy oʻchirish qurilmasi 1 va ajratgich pichoq 3 boʻlib, ular chinni izolyator 4 ga oʻrnatilgan va izolyator 2 yordamida yerdan izolyatsiyalanadi. Izolyator 2 ichida yoy oʻchirish qurilmasini siqilgan havo bilan taʼminlovchi asosiy havo uzatkichi va ajratgich pichoq 3 ni harakatini taʼminlovchi yordamchi havo uzatkichi joylashtirilgan. Yoylarni oʻchirishni sifatli bajarish uchun yoy oʻchirish qurilmasida oʻrnatilgan kontaktlar 4 oraligʻining uzunligi optimal miqdorda olinadi. Bu oralik tiklanuvchi kuchlanishni ushlab qolishga oqib boʻlib, kontakt 4 zanjiri uzilgach, ajratgich pichoq 3 ham zarur elektr mustahkamlikni taʼminlovchi masofaga koʻtariladi. Soʻngi kontakt 4 qayta ulanadi.

Uzgichning ulanishi ajratgich pichoqlari 3 yordamida bajariladi. Uzgichga kuchlanish kontakt 8 orqali kirib, kontakt 9 orqali chiqib ketadi.

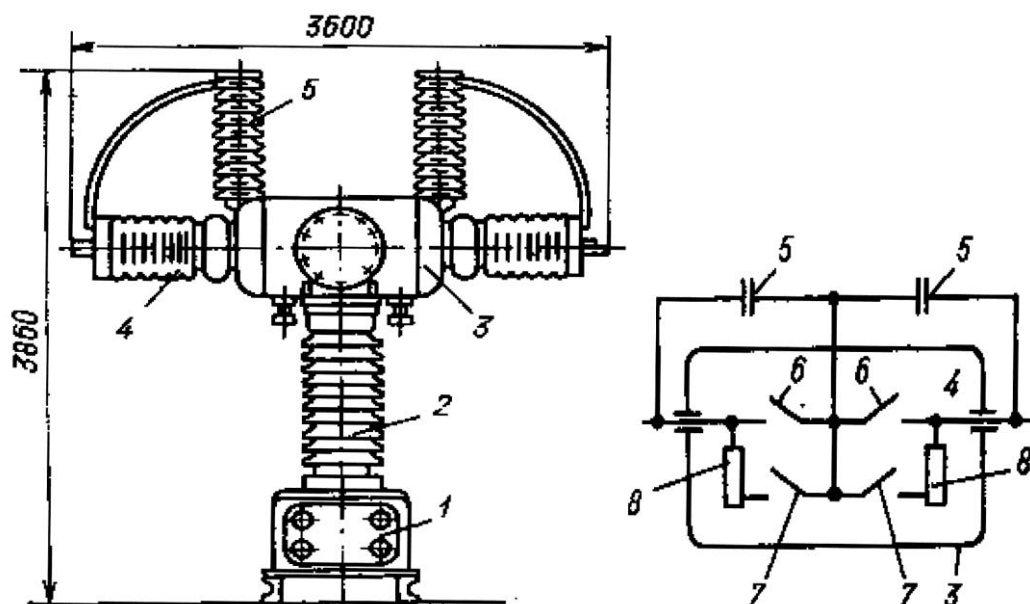
Ochiq havoda ishlovchi uzgich yomg'ir, qor va muzlash kabi tabiat sharoitlarida ishonchsiz ishlashi sababli zarur bo'lganda yopiq jixozlardan foydalanishga to'g'ri keladi.

Kuchlanishi 110 kVli yopiq havo uzgichining ko'rinishi 42a-rasmda keltirilgan. Jixozning nominal toki 2000 A, o'chirish toki 31,5 kA, to'la o'chirish vaqti 0,06 soniya, yoqish vaqti 0,2 soniya, bosim 2,0 MPa.

Jixozning tagida boshqaruv qutisi 1 va siqilgan havo to'ldirilgan yordamchi g'ilof-bak o'rnatilgan. Asosiy po'lat g'ilof-bak 3 tayanch izolyatori 2 ning ustiga joylashtirilgan. Asosiy g'ilof-bak 3 ning ichida ikki juft uzish kontaktlari va ikkita shuntlovchi rezistorlar o'rnatiladi. Jixozning kirish va chiqish polyuslari chinni pokrishkalar 4 yordamda o'rnatib qo'yiladi. Pokrishkalar 4 ichida epoksiddan yasalgan kirma izolyatorlar joylashtirilgan. Juft kontaktlar orasida kuchlanishni teng taqsimlash uchun kondensatorlar 5 dan foydalanilgan. Jixozning elektr sxemasi 42b-rasmda keltirilgan.

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

Shuntlovchi rezistor 8 qarshiligi 2x200 Om dan tuzilgan. Oradan  $0,03 \div 0,035$  soniya o'tgach, kontaktlar 7 ham uziladi. Bunda uzish tokining qiymati rezistor 8 ning qarshiligi bilan belgilanadi va kichikroq tok o'chiriladi. Tokni bunday ikki bosqichli o'chirilishi jixoz ishini o'chiriluvchi zanjirda kuchlanish tiklanishi bilan bog'lanishdan mustaqil bo'ladi.



42-rasm. 110 kV yopiq havo uzgichi.

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

### 3.4. Moyli uzgichlar

Moy to‘ldirilgan g‘ilof-bakli uzgichlarda moy elektr yoyini so‘ndirish va tok o‘tkazuvchi bo‘limlarni izolyatsiya qilish uchun xizmat qiladilar. 10 kV kuchlanishgacha va 35 kV gacha bo‘lgan uzgichlarning ba’zi turlarida uzgichlarning barcha fazalari bitta g‘ilof-bakka joylashtirilgan, kattaroq kuchlanishlarda har bir faza uchun alohida g‘ilof-bak ko‘zda tutilgandir.

Moyli g‘ilof-bakli uzgichlar yoy so‘ndirish qurilmalarining ishlash printsipli bo‘yicha 3 ta guruhga bo‘linadi:

- avtopuflashli, gazning yuqori bosimi va katta harakat tezligi yoyning energiyasi yordamida hosil qilinadi;
- majburiy moyli puflashli, kontaktlarning ajralish joyiga gidravlik mexanizm yordamida moy haydab beriladi;
- moyda magnitli so‘ndirish, elektr yoyi magnit maydon ta‘sirida tor tirqishlarga tortilib so‘ndiriladi.

Moyli uzgichlarning afzalliklari: konstruksiyasi sodda, yuqori uzish qobiliyatiga ega, tashqariga o‘rnatishga yaroqlidir.

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

Kuchlanishi 6 kV dan 220 kV gacha bo'lgan energetika sistemalarida, asosan, moyli uzgichlardan foydalaniladi. Ular ikki asosiy guruhga bo'linadi: transformator moyi elektr yoyini o'chirish hamda zarur izolyatsiyani ta'minlovchi omil; transformator moyi faqat elektr yoyini o'chirishni ta'minlovchi omil, ya'ni kam moyli uzgich.

Moy uzgichlarining tuzilishi bo'yicha katta hajmli va kichik hajmli turlari bor.

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

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

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

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

Kam moyli uzgichlar kamchiliklari: yong'in va portlashga xavfliligi, tez ishlovchi avtomatik qayta yoqish APV tashkil etib bo'lmasligi, moyni tez-tez nazorat qilib, uni almashtirib turish zarurligi, nisbatan kichik tokni uzish qobiliyatiga egaligidir.

Kam moyli VMP-10K uzgichining tuzilishi 43-rasmda va uzgichlarning nimstantsiyaning taqsimlash qurilmasida oʻrnatilishi 44-rasmda koʻrsatilgan.

Uzgichlar VMP-10K kichik hajli, osma komplekt taqsimlash qurilmalarga moʻljallangan boʻlib, ichki holatda oʻrnatiladi. Belgilanishi: V-uzgich (viklyuchatelʼ); M-kichik hajli (maloobʼemniy); P-osma (nimvesnoy), kuchlanishi 10 kV, K-komplekt taqsimlash qurilmalari uchun; nominal uzish toki 20 kA, zanjirni uzish vaqti 0,14 soniya, yaʼni tokning 7 davri.

43-rasmdagi rama 1 ning ikki chekkasidagi ugolniklar orasida oʻq (val) 4 erkin aylanuvchi holatda turadi. Unga uchta ikki elkali richaglar 3 payvandlangan.

Har bir richagning tepa uchi oʻchiruvchi prujina 2 bilan bogʻlangan boʻlib, past uchi esa izolyatsiyalovchi tortgich 11 orqali richag 12 bilan bogʻlangan. Shu richag 12 harakatchan kontakt 33 ni harakatga keltiradi.

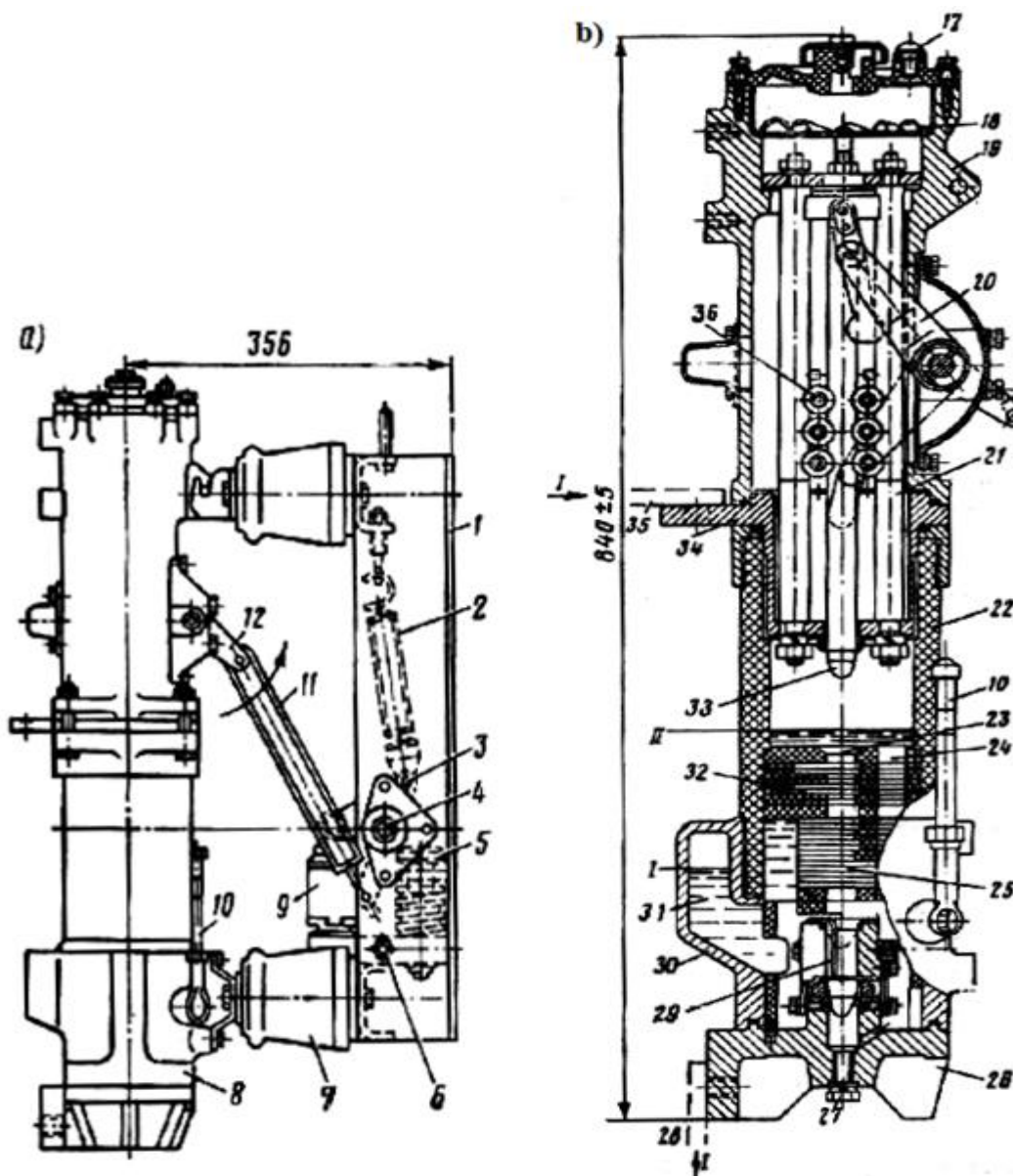
Uzgichni yoqish uchun richag 12 soat mili yurishiga qarshi tomonga buriladi, unda harakatchan kontakt 33 pastga yurib, turgʻin kontakt 29 ning prujinalangan lameli 23 ga kiradi va oxiri turgʻin kontakt 29 ga tegib-taqalib toʻxtaydi. Yoqish jarayoni yuritma 13 bilan oʻq 4 ni taxminan  $120^0$  ga burganda sodir boʻladi. 14 oʻqning burilish harakati oʻq 4 ga tortgich 16 bilan ulangan richag 15 yordamida bajariladi. Kontaktlar 29 va 33 ning oʻzaro tutashishi bilan bir vaqtda oʻchiruvchi prujina 2 tortiladi, kinetik energiyani rezervlaydi. Bu kinetik energiya keyinchalik uzgichni uzish imkonini beradi. Pujina 2 tortilgan holatda ushlab turilishini yuritma mexanizmi taʼminlaydi. Kontaktlarning tutashishida ularni ishdan chiqaruchi qattiq zarb boʻlmasligi kerak. Buni prujinali demfer 5 taʼminlaydi.

Harakat boʻlimining uzish harakat tezligi yoqish harakat tezligidan ancha kattaroq boʻlishi kerak. Yoqishda tezlikni kamaytirish moy tinchlatgich, yaʼni dempfer, 9 asosida bajariladi.

Uzgichlarni har bir idishi 8 uch boʻlimdan tashkil topgan: pastki boʻlim -turgʻin kontakt 29 biriktirilgan metall asos, qorin 31 bilan taʼminlangan stakan 30; oʻrtadagi boʻlim -izolyatsiyalovchi stekloepoksid 22 boʻlib, unga yoy oʻchiruvchi kamera 25 oʻrnatilgan; tepadagi boʻlim – metall flanes 34 va korpus 19 boʻlib, unga xarakatchang kontakt 33 oʻrnatilgandir.

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

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



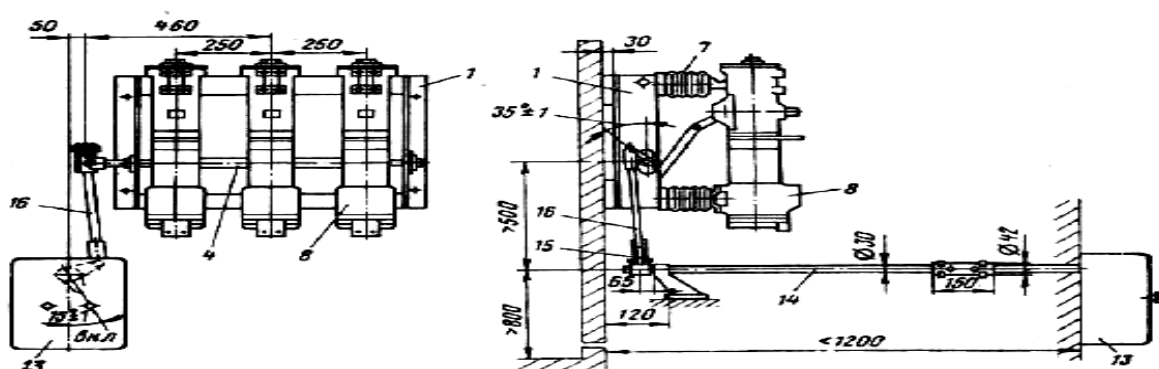
43-rasm. VMP-10K uzgichi: *a* -ulangan va *b*- uzilgan holati.

Uzgichlarning normal ishlashi moy sathi chiziq I da bo'lgandagina ta'minlanadi, ya'ni yoy o'chiruvchi kamera 25 dan baland va harakatchan kontakt 33 ni uzilgan holatida turishidan pastda bo'lganda, moy sathi moy ko'rsatgich 10

orqali nazorat qilinadi. Moydan namuna olish va uni tushirib yuborish uchun vint 27 oʻrnatilgan. Moy miqdori 4,5 litr boʻlib, toʻldirish yuqoridagi vint 17 teshigidan bajariladi.

Uzgich yerlangan tagligi poʻlat rama 1 shaklida bajarilgan boʻlib, komplekt taqsimlovchi qurilma KRU larning panjarasiga biriktirishga moʻljallangandir.

Uchta quvursimon idish 8 -uch fazali tokning uch qutbi bor, rama 1 ga izolyatorlar 7 yordamida biriktirilgan, ular parallel qator shaklda oʻrnatilgandir (44-rasm).



44-rasm. VMP-10K uzgichini oʻrnatilishi.

110 kV kuchlanishli MKP-110M kam moyli uzgich bir fazasining kesimi 45a-rasmda keltirilgan [13] Rasmda tasvirlangan: 1-metall idish-gʻilof-bak; 2-yuritma mexanizmi; 3-MVP turidagi yuqori kuchlanishli kirma izolyatorlar; 4-elektr yoyini oʻchiruvchi kamera; 5-tayoqcha-shtanga; 6-yoʻnaltiruvchi qurilma; 7-traversa; 8-tok oʻlchov transformatori; 9-kontaktlar bloki; 10-idish-gʻilof-bakning izolyatsiyasi; 11-shuntlovchi rezistor; 12-moy chiqarib yuboruvchi kran; 13-xizmat yuki-tirqishi; 14-moyni isituvchi qurilma.

### 3.5. Vakuimli uzgichlar

**Vakuimli uzgichlarni** afzalliklari: nominal toklar va qisqa tutashuv toklarini komutatsiya qilishda kontaktlarning yuqori ishqalanib emirilishiga chidamliligi; elektr yoyidan keyingi elektr chidamliligini katta tezlikda tiklanishi; katta agressiv muhitda ishlaganda ham portlab ketish va oʻt olib ketishga havfsizligi; atrof muhit temperaturasi katta oraliqda oʻzgarishiga chidamliligi (-70°C dan +200°C gacha); elektr apparatlarda vakuumli uzgichni hoqlagan holatda,



ya'ni tik-vertikal, yotiq-gorizontal, og'ma burchakli, o'rnatish mumkinlik imkoni; juda katta tezlikda ishlashi, chunki harakatdagi kontaktning yurish masofasi kichik, ya'ni bir necha mm ekanligi va harakat qiluvchi bo'limlar massasining kichikligi, yoki harakat massa inersiyasining kichikligi; ekspluatatsiyada kapital hizmat ko'rsatish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamayishi; atrof muhitni ifloslashning umuman yo'qligi hamda shovqinsiz ishlashidir.

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

Vakuumli uzgich yuritgichiga quyidagi shartlar qo'yiladi: yoqish jarayonida harakatlanuvchi kontaktning o'rtacha tezligi  $v=0.5 \div 1.5$  m/s bo'lishi; o'chirish jarayonida  $v = 0.8 \div 3.8$  m/s bo'lishi; o'tuvchi tok miqdori 40-100 kA bo'lganda elektrodlardagi kontakt bosimi  $1000 \div 4000$  N bo'lishi talab qilinadi.

BB/TEL turiga tegishli vakuumli uzgich qutbning kesimi o'chirilgan holatda 46a-rasmda tasvirlangan: 1-VDK ning turg'un kontakti; 2- vakuumli yoy so'ndiruvchi kamera VDK; 3- VDK ning harakatchan kontakti; 5-tortuvchi izolyator; 6-qisib beruvchi prujina; 7-o'chiruvchi prujina; 8-tepa qopqog'i; 9-g'altak; 10-halqasimon magnit; 11-yakor'; 12-yakor vtulkasi; 13-figurali kulachok; 14-val-o'q; 15-o'zgarimas magnit; 16-tashqi yordamchi zanjirlar uchun o'ta tezkor kontaktlar-gerkonlar.

BB/TEL turiga tegishli vakuumli uzgichining tashqi ko'rinishi 46b-rasmda keltirilgan [43]. Rasmda: 1-tok yoqish kontaktlari; 2-uzgich qutblari; 3-yuritmal shkaf.

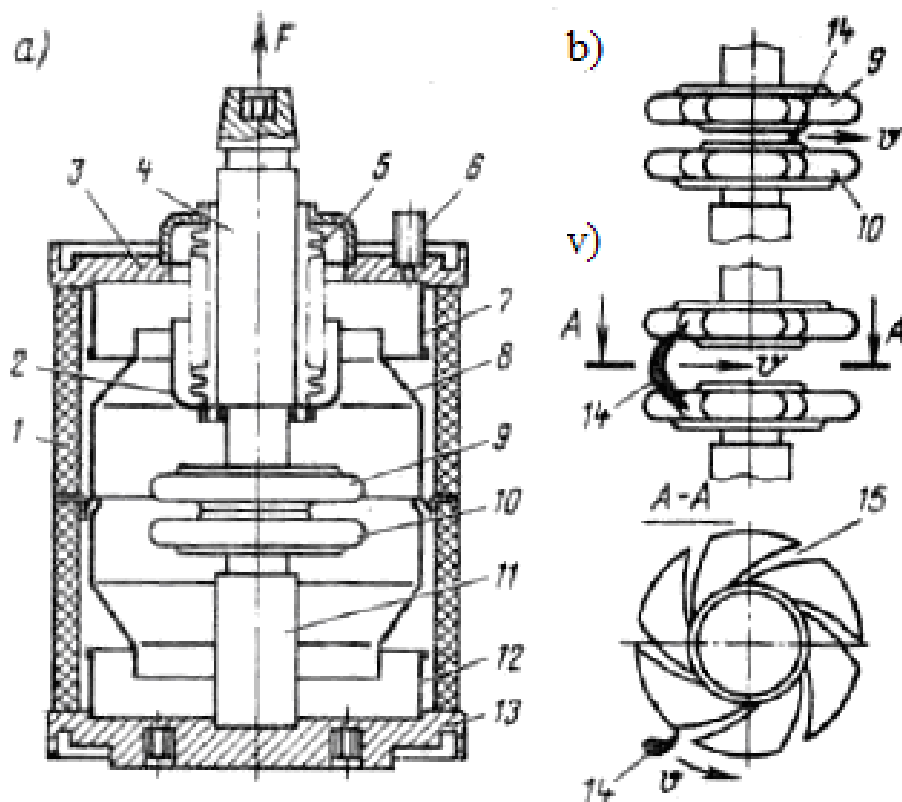
Vakuumli uzgich KV-1,14 (kontaktor)ning tok himoyasida mikroprotessor boshqaruvli bloki mavjud bo'lib, o'zgaruvchan tok zanjirini o'chirib-yoqishga, ya'ni kommutatsiyalashga, mo'ljallangan. Zanjirning nominal kuchlanish miqdori 140 V bo'lishi mumkin.

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

Vakuumli uzgich ZAN ichki qurilmalarda qo‘llanishga mo‘ljallangan bo‘lib, 20 kA miqdorigacha nominal tokni uzish imkoniga egadir [43].

Elektr zanjirlarida normal va avariya rejimida elektr tokini uzish uchun ishlatilishga mo‘ljallangan. 2KBE-6 belgili yuqori kuchlanishli tarmoqlagich shkaflarda va KRU hamda KRUN yacheykalarda ishlatiladi .

VBKE-10 vakuumli uzgich prujina yuritgichlik seriyali elektr zanjirlaridagi normal va avariya rejimlarida nominal kuchlanishi 10 kV chastotasi 50 Hz nominal toki 20 kA va 31,5 kA bo‘lgan uch fazalik o‘zgaruvchan tok tarmoqini kommutatsiyalashga mo‘ljallangandir. O‘zgaruvchan tokli nimstantsiyalarga mo‘ljallangan vakuumli uzgich VVF-27,5 da KDV-10-1600-20UXL2 vakuum kamerasi qo‘llaniladi. U ikki sektsiyali izolyatsiyalovchi keramik stakan 1 shaklida bo‘lib, metall flanslar 3 va 13 bilan kavsharlab germetik zich ulangandir (47-rasm). Pastki flanes 13 ga qo‘zg‘almas kontakt 10 tok kirmasi 11 orqali mustahkam o‘rnatilgan. Yuqorigi flanes 3 ga harakatchan kontakt 9 gofrlangan sil‘fon 5 bilan germetik kavsharlab o‘rnatilgan bo‘lib, tok kirmasi 4 orqali tashqariga chiqarilgan. 46a-rasmda o‘chirgich kontaktlari 9 va 10 ulangan holatda 47b va 47v rasmlarda kontaktlar ajratilgan holatda ko‘rsatilgandir.



47-rasm. VVF-27,5 vakuumli uzgich kamerasing tuzilishi: a)-vakuum kamerasi, b)-kontaktlar orasida elektr yoyining harakat yo‘nalishi, v)-o‘chirishdagi yoy. Kontaktlarni ajralish – elektr zanjirini uzish vaqtida ularning oralig‘ida elektr yoyi 14 yonadi. Kamera 1 ning izolyatsiyalovchi sirtiga yoy paydo qilgan erigan metall zarrachalarining sachrovidan asrash uchun metall ekranlar 7, 8 va 12 o‘rnatilgan. Ulardan 7 va 12 ekranlar yuqori kuchlanishli bo‘lib, ekran 8 yerlangandir. Ekran 2 esa gofrlangan silfon 5 sirtini yoy eritib yuborishidan muhofazalash uchun o‘rnatilgandir.

Kamera 1 yasaliş jarayonida unga maxsus vakuum-issiqlik ishlovi beriladi va naycha 6 orqali ichidagi havo so‘rib olinadi. Kamera ichida bosim  $10^{-2}$  Pa katta bo‘lmagan vaqtda naycha 6 germetik kavsharlab yopiladi. Shuning uchun ham kamera ichida undan foydalanish davrida etarli vakuum bo‘ladi. Silfon 5 orqali harakatchan kontakt 9 ga tashqi atmosfera havo bosimi ta’sirida kontaktlar normal holda o‘zaro ulangan bo‘ladi. Ularni ajratish uchun harakatchan kontakt 9 ga uzguvchi prujinaning  $F_{pr}$  kuchi beriladi. Sil’fon 5 gofrlari qisilib, kontakt 9 yuqoriga ko‘tariladi va harakatchan kontakt 9 turg‘in elektron 10 dan ajratiladi.

Kontaktlar tokli elektr zanjirini uzib, ajralish vaqtida oxirgi kontakt nuqtasida erigan metall bug'idan yoy ko'prigi hosil bo'ladi.

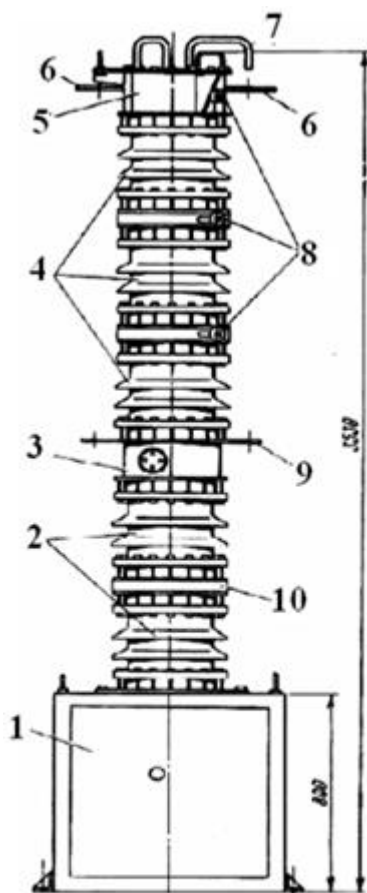
Yoy ichidagi bosim atrofdagi vakuumdan ancha yuqori. Shuning uchun metallning bug'lari katta tezlikda kamera hajmi bo'ylab tarqalib ketadi. O'zgaruvchan tok nol qiymatidan o'tishida yoy kanalining elektr o'tkazuvchanligi shiddatli kamayib, birinchi yoki uzog'i bilan ikkinchi nuldin o'tishida kontaktlar 9 va 10 oralig'ining elektr mustahkamligi katta  $5 \div 50$  kV/mks tezlik bilan tiklanib ulguradi. Kamera orqali tok o'tishi o'chiriladi. Tok oqishi ikki noldan o'tish vaqtida o'chmasa, bunday vakuumli uzgich ishdan chiqqan hisoblanadi. U sxemadan olib tashlanadi. 38v-rasmda keltirilgan kontaktlarning bir necha spiralsimon shaklli tilimlari 15 ko'zda tutilgan bo'lib, o'chirish jarayonida yongan elektr yoyi 14 magnit maydoni va spiral tilim bo'ylab yoyning aylanishi ta'sirida shu yoyning o'zini markazdan chekkaga tezda surilishiga olib keladi. Chekka bo'limda mazkur yoy 14 to o'chgunicha qoladi. Shuning uchun ham kontaktlar 9 va 10 ning asosiy ishchi sirti emirilmaydi. Natijada ishchi sirt uzoq muddat o'z shaklini saqlanib qola oladi.

Vakuum muhiti juda yuqori elektr mustahkamlikka ega bo'lgani sababli harakatchan kontakt 9 faqat  $10 \div 14$  mm masofaga yuradi.

Vakuum uzgichning boshqa ko'rsagichlari: nominal kuchlanishi 10 kV; eng katta ishchi kuchlanishi 12 kV; nominal tok 1600 A; qisqa tutashuv toki 20 kA; 4-sekundli issiqlikka chidamliligi 20 kA; chegaraviy tok amplitudasi 70 kA, chegaraviy yoqish toki 51 kA; ishlash temperaturasi -60 dan +45 °C. Vakuum kamerasing kuchlanishini 10 kV va 35 kV hamda kommutatsiya tokini 200 A va 4000 A ga olib chiqish imkonini beradi. 110 kV va 220 kV kuchlanishga uzgich loyihalashda har bir fazada bir necha vakuum kameralarni ketma-ket kaskad shaklida yoqishdan keng foydalaniladi.

Vakuumli uzgich VBSO-27,5 ichki qurilmalarda ishlatiluvchi kuchlanishi 27,5 kV bo'lgan o'zgaruvchan tokli tortuvchi nimstantsiyalarning fiderlar blokini komplektlashda va temir yo'l uchastkalaridagi parallel ulanuvchi kontakt tarmoqining punktlarida qo'llashga mo'ljallangan. Ulagich prujinali yuritgich bilan

ta'minlangan bo'lib, ulaguvchi prujinaning taranglanishi elektromagnit yordamida bajariladi. Yoqish, uzish, va prujinani taranglash elektromagnitlari 220 V o'zgaras (to'g'rilangan) tokli kuchlanishda ishlaydi.



48-rasm. VVF-27,5  
uzgichining tashqi  
ko'rinishi

Vakuimli VBS uzgich ichki qurilmalarda ishlatiluvchi 35 kV nominal kuchlanishlik uch fazali o'zgaruvchan tok tarmoqlaridagi elektr zanjirlarni normal va avariya rejimlarida kommutatsiyalashga mo'ljallangan. Uzgich ko'p kommutatsiyalanuvchi elektroenergetikada, elektr yoylik va boshqa elektr qurilmalarida qo'llaniladi. Kommutatsiya o'ta kuchlanishini kamaytirish uchun uzgichda fazalar boshqa-boshqa o'chirilishi ko'zda tutilgandir.

Shkaf 1 da PE-11 turidagi elektromagnit yuritma joylangan. Uchta vakuum kamera modullari bir-birining ustiga ketma-ket joylashtirilgan bo'lib, ustiga ichi bo'sh silindrsimon izolyator 4 kiygizilgan (48-rasm). Izolyatorlar 4 biriktiruvchi bo'limlar 10 bilan sovuqqa chidamli rezinka halqalari qo'yib o'zaro biriktirilgandir.

Metallik korpusi 3 da richaglar sistemasi joylangan bo'lib, ular izolyatsiyalangan tortgich yordamida yuritma harakatini uchchala kameraning harakatchan kontaktlariga yetkazib beradi.

Shkaf 1 ning vakuum kameralardan izolyatsiyasi jixoz izolyatori 2 yordamida ta'minlanadi. Uzgich korpusi ichida namlik kondensatsiyasini yo'qotish uchun yuqorida o'rnatilgan qopqoq 5 ga vetilyasiyalovchi quvurcha 7 biriktirilgan. O'chirgich klemmalar 6 va 9 orqali yuqori kuchlanishli himoyalanuvchi elektr zanjiriga ulanadi. Uzgichdan foydalanish davrida vakuum kamera ichiga joylashgan kontaktlarning holatini kuzatish uchun uchta oynali lyuklar 8 ko'zda tutilgandir. Uzgich VBS-35 ichki qurilmalarining 35 kV sinfidagi har qanday uzgichni o'rniga ishlatiladi.

VBE-110 vakuumli uzgich ichki qurilmalarda ishlatiluvchi nominal kuchlanishi 110 kV chastotasi 50/60 Hz bo'lgan uch fazali o'zgaruvchan tok tarmoqlaridagi elektr zanjirlarini normal va avariya rejimlarida kommutatsiyalashga mo'ljallangandir.

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

### 3.6. Elegazli uzgichlar

SF<sub>6</sub> elegaz sera geksoftorid inert gaz: zichligi havodan 5 marta katta; elektr mustahkamligi  $E_{pr}=72$  kV/sm, ya'ni havonikidan  $2 \div 3$  marta katta; qaynash harorati  $T_{kip}=-62^{\circ}S$ ; dielektrik singdiruvchanligi  $\epsilon =1,00191$ . Elegazli uzgichlarda siqilgan gaz puflab yoy o'chirish usuli qo'llaniladi va yopiq gaz sistemasini tashkil qiladi, ya'ni gaz atmosferaga chiqarilmaydi. Ikki tomonlama gaz puflash usuli funksionalroq bo'lib, zamonaviy elegaz uzgichlarida modullangan yoy so'ndirish kameralari qo'llaniladi, jumladan, ular 110 kV kuchlashgacha bir kamerali bajarilsa, 220 kV uchun ikki kamerali va 500 kV uchun to'rt kamerali bo'ladi.

Elegazli uzgichlarning afzalligi: o'chirish darajasi yuqori; yoy so'ndiruvchi kontaktlar kam yemiriladi; ichki va tashqi qurilmalarda ishlay olishi; yong'in va portlashga bardoshligida. Ularning kamchiligi: elegaz SF<sub>6</sub> qimmatligi va gaz to'ldirish, tozalash uchun maxsus gaz sistemasining zarurligida. Elegaz SF<sub>6</sub> juda ham zaxarli gaz.

VE-27,5 rusmli elegazli uzgichning tuzilishi 45b-rasmda keltirilgan [13]. Rasmda: 1-elegaz to'ldirilgan ballon; 2-gaz reduktori; 3 va 4-gaz tozalagich filtrlar; 5-metall idish-korpus; 6-izolyatsiyalangan tortqi; 7-pastki kontakt kirmasi; 8- va 23-harakatchan kontakt rozetkasi; 9 va 27-epoksid silindrlar; 10-porshen; 11-harakatchan kontakt tayoqchasi; 12-stakan; 13-yoy o'chiruvchi kontakt; 14-yuqorigi kontakt kirmasi; 15-prujina; 16-klapan; 17-qalpoq; 18-uzgich boshi; 19-prujina; 20- turg'in kontakt; 21-gaz puflagich soplo; 22-izolyatsiyali stakan; 25-

kontakt roliklari; 26-chinni g'ilof (pokrishka); 28-uzgichning aylanuvchi o'qi; 29-germetizasiyalangan taglik (nimdon); 30-richag.

Chinni g'ilof 26 ning ichi ishchi siqilgan gaz, ya'ni 85 ÷ 95% azot N<sub>2</sub> va 5 ÷ 15% elegaz SF<sub>6</sub>, bilan to'ldirilgan va uning ichidagi bosim atmosfera bosimidan 5 ÷ 10 marta kattaroq ta'minlanadilar.

### **3.7. Elektromagnit uzgichlari**

Elektromagnit uzgichlarda elektr yoyi magnit maydon ta'sirida yoy so'ndiruvchi kameraning tirqishlariga tortilib so'ndiriladi. Elektromagnit uzgichlarning afzalliklari: yong'in va portlashga xavfsizligi, yoy so'ndiruvchi kontaktlarning kam yeyilishi, tez-tez yoqish va uzish sharoitlarida ishlashga yaroqliligi, yuqori uzish qobiliyatiga egaligidir.

Elektromagnit uzgichlarining kamchiliklari: magnit puflash sistemali yoy so'ndiruvchi kameraning murakkab konstruksiyasi, nominal kuchlanishning yuqori qiymatining chegaralanganligidir.

Elektromagnit uzgichlarining tamoil sxemasi 45v-rasmda keltirilgan [13]. Unda: 1 va 15-ajratuvchi kontaktlar; 2-turg'un kontakt; 3 va 8-magnit puflagichning cho'lg'amlari; 4 va 7 yoy kengaytiruvchi shoxlar; 5-ko'ndalang to'sqichlar; 6-deion to'ri; 9-harakatchan kontakt; 10-puflash naychasi; 11-elektr yuritma; 12-o'q; 13-silindr; 14-porshen; I, II, III, IV-so'ndirish vaqtidagi yoyning holatlaridir.

### **3.8. Ajratkichlar, bo'lgichlar va qisqa tutashtirgichlar**

**Ajratkichlar.** Taqsimlash qurilmalarida ajratkichlardan yuklama uzgich yordamida uzib qo'yilgandan so'ng qurilma shinalari va bino jixozlarning ayrim qurilmalarini tok manбайдan ajratibga foydalaniladi. Ajratgichlar - elektr zanjirini toksiz yoki kichikroq tok bilan uzishga mo'ljallangan va sxemalarda «ko'rinadigan oraliq» hosil qilish uchun hizmat qiladigan kommutasion jixozdir.

Taqsimlash qurilmalarining elektr zanjirlarida o'rnatilgan ajratkichlar elektr uskunalari butun qurilmani ishini to'xtatmasdan remont qilish imkonini beradi. Ajratgichlar yuklama toklarini uzmaydi, ularda yoy so'ndiruvchi qurilmalar yo`q

va yuklama toklarini yanglish uzish turg'un qisqa tutashuv hosil bo'lishiga olib keladi, ko'pgina taqsimlash qurilmalarda ajratkichlardan yuklamani uzmasdan operativ qayta yoqishlar, masalan, zanjirlarni taqsimlash qurilmasining bitta bosh shina sistemasidan ikkinchisiga o'tkazish uchun ham foydalaniladi.

Ajratkichlar bilan elektr yoyi hosil bo'lish ehtimoli bo'lgan tok zanjiri uzilmasligi kerak.

Sxemalarni soddalashtirish maqsadida ajratgichlar bilan quyidagi operatsiyalarni bajarishga ruxsat etiladi:

- transformator neytrallarini va yerga ulovchi reaktorlarni uzish va yoqish;
- shinalar va barcha kuchlanish jihozlarining zaryad toklarini uzish;
- yuklama toklarini 15 A gacha 10 kV va undan past kuchlanishlarda uch qutbli ajratgichlar yordamida uzish va yoqish.

Ajratgichlar bilan uziladigan tokning qiymati uning konstruksiyasiga, qutblar orasidagi masofaga, qurilmalarning nominal kuchlanishlariga bog'liqdir. Shuning uchun bunday ishlarni maxsus yo'riqnomalar orqali amalga oshiriladi.

Ajratkich bilan yuklama toki uzish vaqtida uncha katta yoy hosil qilmaydigan zanjirlarnigina uzish mumkindir, ajratkichlar yordamida kuchlanish o'lchov transformatorlari va yuklamasi bo'lmaganda kuch transformatorlarini uzish mumkin.

10 kV gacha mo'ljallangan qurilmalardagi kuch transformatorlarining quvvati 20000 kV\*A, kuchlanishi 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'rnatiladilar.

Ajratkichlar o'zining o'rnatiladigan joyiga ko'ra bino ichida va tashqarida o'rnatiladiganlarga; qutblar soniga qarab bir va uch qutbli; konstruksiyasi bo'yicha, ya'ni pichoqlarining joylashishi va harakat yo'nalishiga qarab,–vertikal buralma, gorizontol–buralma hamda tiqilgan (shtepselli), dumalovchi, pantografoydali ish koeffitsiyenti va osma tipida ishlab chiqariladilar.



**Ajratgichga qo'yiladigan talab:** havoda «ko'rinadigan oraliq» hosil qilishi; qisqa tutashuv toklariga elektr dinamik va termik chidamlilikka ega bo'lishi; o'z holicha uzilishlarga yo'l qo'ymasligi; og'ir sharoitlarda (yomg'ir, qor, muzlama, shamol, Orol bo'yida tuz zarrachali chang bilan ifloslanish) ham uzish va yoqish ishlarini aniq bajarishidir.

**Ajratgichni tanlash.** Ajratgichlar avvalo o'rnatish kuchlanishi  $U_{ust}$  (napryajenie ustanovki) qiymatiga qarab tanlanadi. Ajratgichning nominal kuchlanishi  $U_{nom}$  o'rnatish kuchlanishi  $U_{ust}$  dan katta yoki unga teng bo'lishi kerak:  $U_{nom} \geq U_{ust}$ , hamda o'rnatish o'rni va konstruktsiyasi e'tiborga olinadi. Ajratgichlar tok bo'yicha, xuddi shinalar kabi, quyidagi talabga qarab tanlanadi:  $I_{nom} \geq I_{rab.max}$ , bunda  $I_{nom}$  –ajratgich nominal toki, katalog bo'yicha tanlanadi, va  $I_{rab.max}$  – ta'mir yoki avriyadan keyingi tartibda yuklamaning maksimal toki.

Tanlangan jixozlarning termik chidamligi harti tekshiriladi:

$$B_i \leq I_T^2 T \quad (3.3)$$

Formulada:  $V_i$  – hisobiy issiqlik impulsi,  $(kA)^2 \cdot s$ ; tok  $I_T$  –termik chidamlilikning chegaraviy toki,  $kA$ , katalogdan olinadi;  $T$  - chegaraviy tokni ruxsat etilgan o'tish vaqti.

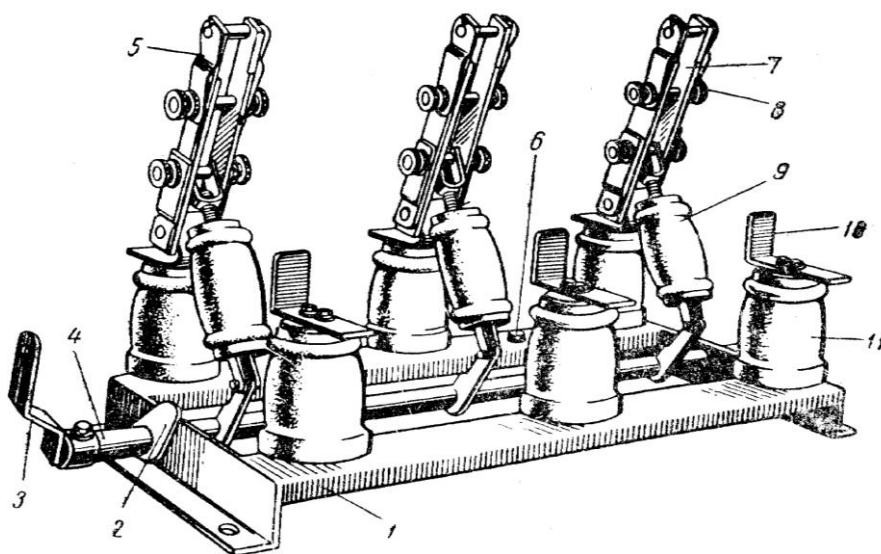
**Ichki ajratkich.** Bino ichida o'rnatiladigan uch qutbli va bir qutbli ajratkichlarda bir–birini orasiga kiruvchi kontaktlari bo'ladi.

Kontaktlarning pichoqlari izolyatorlar o'qi tekisligida vertikal harakatlanadi. Bino ichida o'rnatiladigan uch qutbli ajratkichlar RV (raz'edinitel' vnutrenniy) harflari bilan, bir qutbli ajratkichlar esa RVO (raz'edinitel' vnutrenniy odnopolyusniy) harflari bilan belgilanadi. RV va RVO ajratkichlari 6 kV va 10 kV kuchlanishga hamda 400A, 600A, 1000 A nominal tokka mo'ljallab chiqariladilar. RV uch qutbli ajratkich asosi to'rt burchakli va profilli po'latdan payvandlab yasalgan (49–rasm).

Ajratkich bo'limlari: 1–rama, 2–tirgak, 3–ishga soluvchi richag, 4–val, 5–po'lat plastinalar, 6–yerga yoqish bolti, 7–pichoq, 8–prujina, 9–chinni tortqi, 10–qo'zg'almas kontakt ustunchasi, 11–izolyator. Ramaga 6 ta chinni tayanch

izolyatorlar 11 mahkamlangan. Har qaysi tayanch izolyatorida qo'zg'almas kontakt ustunchasi 10 vazifasini bajaruvchi mis burchakli mahkamlangandir.

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 qiladilar. Bosim kuchi prujina 8 lar yordamida hosil qilinadi. Rama bo'ylab val 4 o'tadi. Valning tashqi uchiga ishga soluvchi richag 3 shtift yordamida mahkamlagandir.



49–rasm. RV–10/600 uch qutbli ajratkich: : 1–rama; 2–tirgak; 3–ishga soluvchi richag; 4–val; 5–po‘lat plastinalar; 6–yerga yoqish bolti; 7–pichoq; 8–prujina; 9–chinni tortqi; 10–qo‘zg‘almas kontakt ustunchasi; 11–izolyator.

Richag novsimon po‘lat tortqi yordamida ajratkichni ulab–uzadigan yuritmaga ulangandir. Valda har qaysi qutbning tayanch izolyatori qarshisida richaglar 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 cheklanadilar.

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. 4000A, 5000A va 6000 A ga mo`ljallangan RVK ajratkichlarning pichoqlari to`rtta polosadan iboratdir. Har bir qo`zg`almas kontakt ikkita OMD–10 tayanch izolyatorga mahkamlangandir.

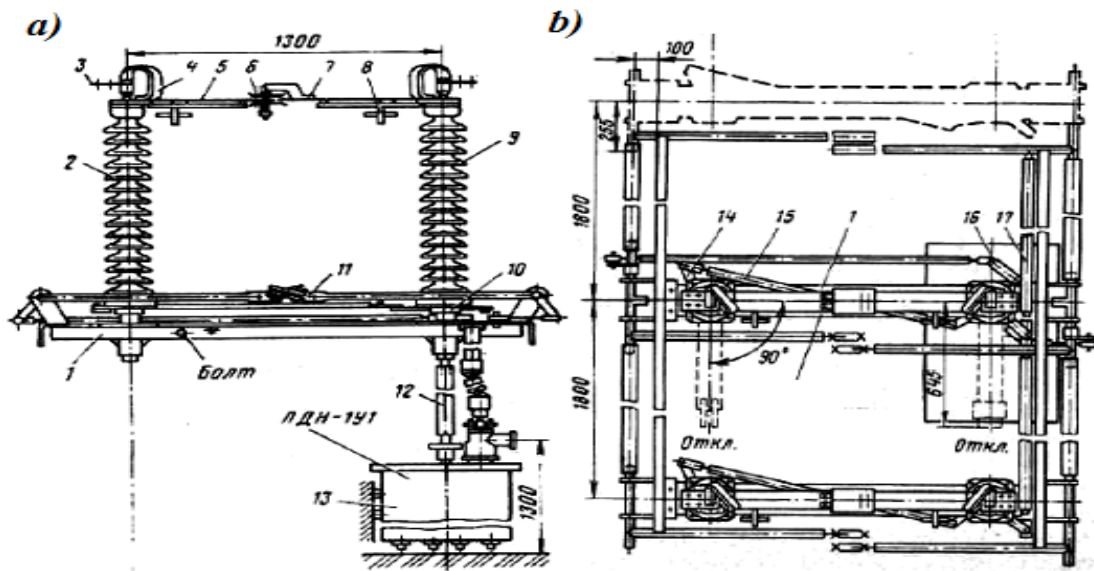
**Tashqi ajratkich.** Tashqarida o`rnatiladigan ajratgichlarning tuzilishida ularning ochiq havoda ishlashidir: ajratgichlarning kontakt sistemalari shunday bajarilganki, kontakt sistemasi yetarli darajada mexanik barqarorlikka ega bo`lib, yuritmaga uncha kuch sarf qilmasdan, izolyatorlarga katta yuklama berilmasdan kontaktlarning ajraluvchi va ajratgichlarning ishqalanuvchi bo`limlarida hosil bo`ladigan muzlarni sindiradi.

Tashqarida o`rnatiladigan ajratgichlar alohida qutblar shaklida chiqarilib, o`rnatilayotgan joyida quvurchasimon tortqichlar vositasida birlashtirib, bitta uch qutbli jixoz hosil qilinadi va jixoz umumiy yuritma bilan boshqariladi.

Tashqariga o`rnatiluvchi ajratgichning kuchlanishi 35 kV dan 500 kV gacha bo`ladi, taqsamlash qurilmalarida RU 35 kV dan 220 kV kuchlanishli ajratgichlar ishlatiladi. RNDZ-2-110-2000 ajratgichining tuzilishi 50-rasmda keltirilgan. Uning belgilanishi: R-ajratgich; N-tashqi, ya`ni o`rnatiluvchi; D-ikki ustunli Z-yerlovchi 2 pichoqli; kuchlanishi-110 kV va toki-2000A.

Ajratgich po`lat ramasi 1 ga ikkita izolyator kolonkalar 2 va 9 vertikal holatda nimshipniklar 10 yordamida o`rnatilgandir.

Kolonkalar o`qiga tortgich 15 bilan sharnirli bog`langan richag 14 payvandlangan. Chap tomondagi richagni soat mili bo`ylab burilishi o`ngdagi richagni teskari tomonga burilishiga olib keladi. Kolonkalarining tepasiga pichoqlar 5 va 8 birlashtirilgan bo`lib, ular kolonkalar bilan birga buriladi.



50-rasm. RNDZ-2-110-2000 ajratgich.

Kolonkaning o‘qi bo‘ylab pichoqlardan yuqoriroqqa sharnir orqali qisgichlar 3 o‘ratilgan bo‘lib, ularga ajratgich bilan 110 kV kuchlanishli faza shinalarni o‘zaro ulovchi egiluvchan simlar ulanishi mo‘ljallangandir. Qisgichlar va pichoqlar o‘zaro egiluvchan mis folgadan yasalgan tasmalar bilan ulangan. Pichoqlarning uchiga ajratgich kontaktlari biriktirilgan: bir pichoqqa barmoqli prujinasimon lamellar 6 va boshqasiga kurakchalar 7, lamelning barmoqlari 6 orasiga kirib, ishonchli turg‘un birikma hosil qiladi (30b-rasm). Bunga ajratgichni yoqish va uchish paytidagi lomel barmoqlari bilan kurakcha orasida sodir bo‘luvchi ishqalanish yordam beradi. Ajratgichning yerlaguvchi simlar ramaning boltiga ulanadilar.

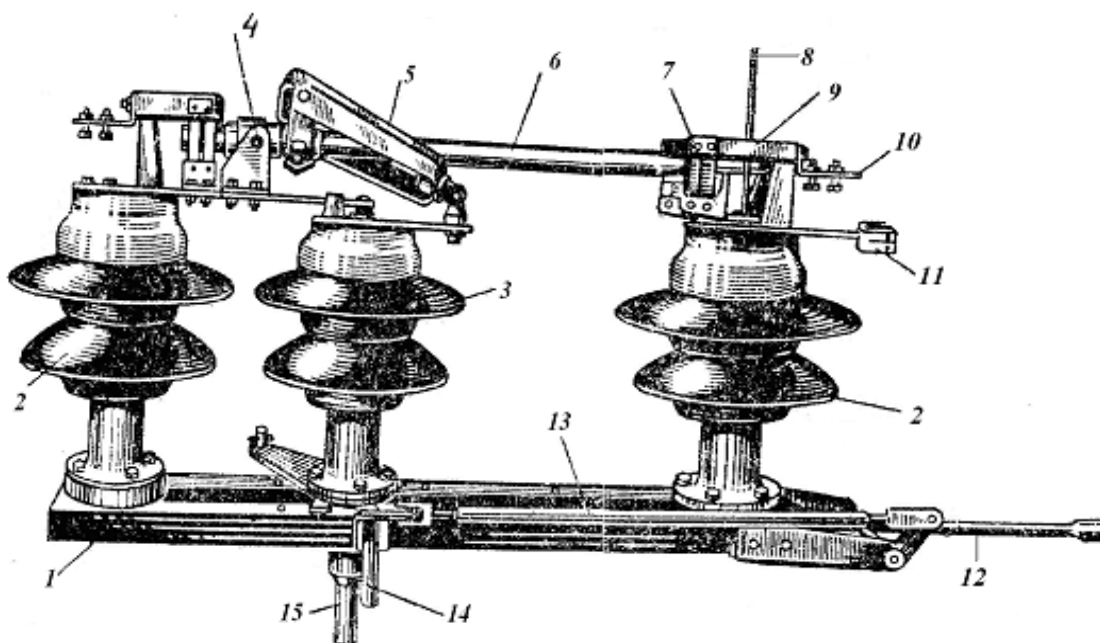
Kontaktning o‘zaro burilishi qish vaqtida paydo bo‘luvchi muzlarni maydalab yuboradi. Uchchala qutb pichoqlarini tortgich 12 yordamida umumiy elektr yuritgichi 13 bilan harakatlantiriladi. Barcha izolyatorlarning chap kalonka o‘qlari unga payvandlangan richaglar 16 va tortgich 17 bilan bog‘langan.

Ajratgichni boshqarish elektr yuritma 13 PDN-1U1 bilan tortgich 12 yordamida olib boriladi, sxemaga elektr yuritgich 13 PDN-1U1 o‘rnatilgan.

Ajratgich ortidagi zanjirlar xududida ishchi o‘rinlar tayyorlashni tezlatish hamda zanjirning yerlangan bo‘limiga kuchlanish berish imkonini yo‘qotish uchun ajratgichlar har bir qutbga bir yoki ikki yerlovchi pichoqlar 11 bilan ta‘minlanadi, bu pichoqlar 11 ning harakati bosh pichoqlar harakati bilan moslangan, yerlagich

pichoqlar ajratgichning pastidagi asosiga oʻrnatiladi, oʻchirilgan holatda ular ajratgich asosiga parallel ravshda joylashadi, ulangan holatda esa vertikal oʻrinni egallab, prujinalangan barmoq kontaktlari bilan bosh pichoqlarga biriktirilgan maxsus kontaktlar 9 ga tegib turadilar.

Ajratgichlarning har qaysi qutbi payvandlangan sokoldan iborat boʻlib, sokolga 3 ta SHT-35 izolyatori mahkamlangan, chekka izolyator 2 lar qoʻzgʻalmas qilib mahkamlangan, oʻrtadagi izolyator 3 buralma izolyator boʻlib, shtirning pastki boʻlimida val 15 va sokoldagi nimshivnikdan oʻtuvchi pishangi bor, ajratgich oʻrta qutbining vali 15 ajratgich yuritmaning vali bilan birlashtiriladi, richagi esa naysimon tortqichlar yordamida chekka qutblarning buralma izolyatorlari pishanglari bilan birlashtiriladilar.



51-rasm. RLNZ-35/600 ajratgichi: 1-asos-sokol; 2-qoʻzgʻalmas izolyatorlar; 3-burish izolyatori; 4-oʻq; 5-mexanizm; 6-asosiy pichoq; 7,8-shox; 9-qayishqoq sim; 10-boʻlima; 11-yerga yoqish pichogʻi; 13-tortqi; 14,15-vallar.

Oʻrta izolyator 3 aylanib, mexanizm 5 ni harakatga keltiradi, natijada ulanish va ajralish vaqtlarida asosiy naysimon pichoq 6 ikki xil harakat qiladi, ajratgich ulanganda pichoq dastlab oʻq 4 atrofida vertikal tekislikda harakatlanadi, shu bilan birga pichoq uchiga kiydirilgan mis kurakcha qoʻzgʻalmas kontakt 7 ning vilkasimon ustunchalari orasiga erkin kiradi, undan soʻng, pichoq oʻq atrofida  $90^{\circ}$

ga yaqin burchakka burilib, o'z kurakchalari bilan kontakt ustunlariga qisilib kiradi, kontaktlarning sirtini tozalaydi va chiziqli birikish hosil qiladi, qo'zg'almas kontaktlar shinalar ulanadigan qisqich 10 ga qayishqoq sim 9 bilan ulangandir.

Ajratgichni ajratishdan so'ng yoqish operasialari teskari tartibda bajariladi: dastlab pichoq 6 o'z o'qi atrofida  $90^\circ$  ga burilib, kontaktlarni bo'shatadi va vaqtincha kontakt shox 8 vositasida saqlanadi, so'ngra vertikal tekislikda  $60^\circ$  ga yaqin burchakka erkin ko'tariladi, yerga ulovchi pichoq 12 uchlariga mis uchlik kiydirilgan po'lat novdan iboratdir, izolyator 2 da joylashgan qo'zg'almas kontaktlar 11 ga qisilib kiritiladi, ajratgich o'rta qutbi pichog'i 12 ning vali richaglar va tortqi 13 vositasida val 14 ajratgich yuritmasining tegishli valiga ulanadi. Ajratgich qo'shni qutblarini yerga ulovchi pichoqlarning o'qlari-vallari, montaj qilish vaqtida, umumiy o'qqa-valga birlashtiriladi.

**Bo'lgich.** Transformatorlarni yuklamasi bo'lmagan vaqtda, shikastlangan transformatorni elektr ta'minlash shinasidan tok bo'lmagan vaqtda, mavjud transformatorning elektr ta'minlash zanjiridan uzgich yordamida uzilgan vaqtda avtomatik ravishda uzib ayirish uchun mo'ljallangan uch qutbli jixoz bo'lgich (otdelitel') deb ataladi, bo'lgichlar 35, 110 va 220 kV nominal kuchlanishlarga mo'ljallab chiqariladi.

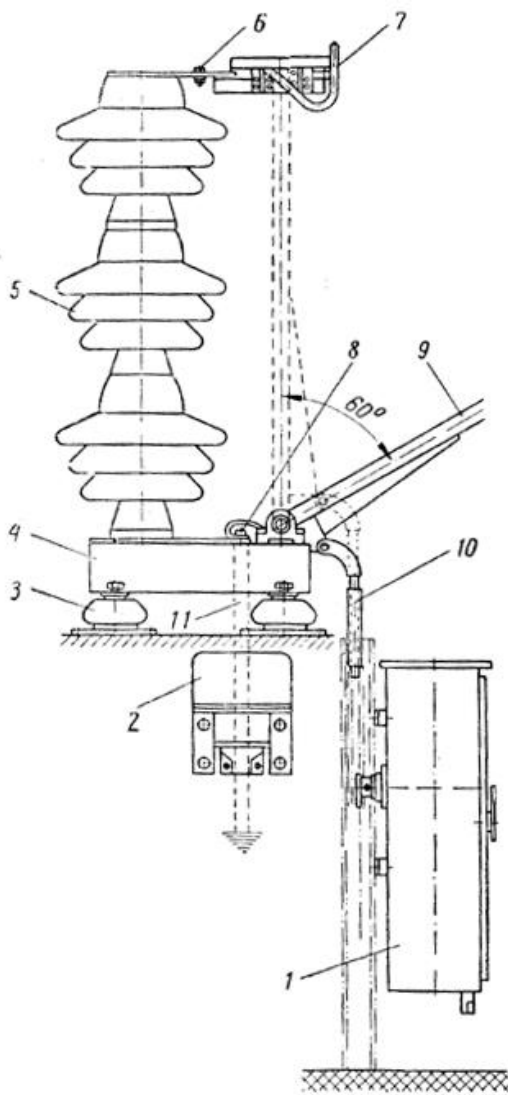
OD-35, OD-110, OD-220 bo'lgichlari mos bo'lgan RLND ajratkichlari bazasida quriladi, bo'lgichlar ajratkichlardan kontaktlarni tez ajratilishini ta'minlovchi uzish prujinalarining bo'lishi bilan tafovutlanadilar, bo'lgichni montaj qilish vaqtida uning uchta qutbi birlashtirilib, uch qutbli ajratgich hosil qilinadi. Jixoz avtomatik qurilmasi bo'lgan, avtomatik yuritma, ya'ni bo'lgichning metall shkafdagi yuritmasi, bilan boshqariladi.

Bo'lgich 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, bo'lgichni yoqish va uning uzish prujinalarini burash olinadigan dasta yordamida, qo'l bilan bajariladi.

**Qisqa tutashtirgich.** Fazalarni sun'iy ravishda qisqa tutashtirish uchun mo'ljallangan jixoz qisqa tutashtirgich deb ataladi, qisqa tutashtirgichlar yuqori kuchlanish tomonida uzgichlari bo'lmagan nimstantsiyalarda transformatorning ichi shikastlanganda ta'minlash uzatgichda qisqa tutashuv hosil qilish uchun ishlatiladi.

Qisqa tutashtirgich-elektr zanjirlarda sun'iy qisqa tutashuv hosil qilish uchun mo'ljallangan kommutasion jixozdir, qisqa tutashtirgichlar nimstantsiyalarning soddalashtirilgan sxemalarida shikastlangan transformatorlarni ta'minlovchi liniyaning himoyasi orqali uzishni tashkil etish uchun sun'iy qisqa tutashuv hosil qilib beradi. 35 kVli qurilmalarda qisqa tutashtirgichlar 2 ta qutbli qilib bajariladi, bunda sun'iy ikki fazali qisqa tutashuv hosil qilinadi, 110 kV va undan yuqoriroq kuchlanishlarda qisqa tutashtirgichlar bitta qutbli bajariladi, qisqa tutashtirgich yuritmasining prujinali mexanizmi bo'lib, u yerga ulangan pichoqlarni kuchlanish ostidagi qo'zg'almas kontaktga yoqishni ta'minlab beradi, yuritmaning ishlashi uchun impul's rele himoyasidan beriladi, uzish qo'lda bajariladi, qisqa tutashtirgichni yoqish paytida elektr yoyi hosil bo'lishini oldini olish maqsadida pichoqlarni yuqori harakat tezligini ta'minlab berish zarur, mavjud konstruktsiyalarda qisqa tutashtirgichlarning ulanish vaqti 0,12-0,25 soniyani tashkil etadi.

35kV, 110kV va 220kV nominal kuchlanishlarga qisqa tutashtirgichlar mo'ljallab chiqariladi, qisqa tutashtirgich avtomatik yuritmal yerga ulovchi vertikal ajratgich ko'rinishidagi bir qutbli jixozdir, qisqa tutashtirgich uchta ISHD-35 izolyatoridan 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 shvellerlari orasida jixozning prujinali mexanizmi joylashgan.



52-rasm. KT-110 qisqa tutashtirgichning umumiy ko'inishi: 1-yuritma, 2-tok transformatori, 3-izolyator, 4-asos, 5-izolyatorlar ustuni, 6 va 8 qismalar, 7-yuqori kontakt, 9-pichoq, 10-izolyasiyalovchi element, 11-yerga ulovchi shina.

Qisqa tutashtirgich SHPK tipidagi 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 yoqish mumkin, qisqa tutashtirgichni uzish va mexanizm prujinasini burab qo'yish faqat qo'lda bajariladilar.

Qisqa tutashtirgichlarni kuch transformatorlarining releli himoyasi ishga tushiradi, ishlashi natijasida hosil qilingan qisqa tutashuv toklaridan releli himoyani ishga tushirish va elektr uzatgich boshida, ya'ni energiya beruvchi nimstantsiyada o'rnatilgan uzgich bilan uzatgichni tez uzib qo'yishda foydalaniladilar.

Avtomatik ajratgich ajratgichdan deyarli farq qilmaydi, faqat unda uzish uchun prujinali yuritmasi bo'ladi, avtomatik ajratgichni ulanishi qo'lda bajariladi. Toksiz pauza vaqtida kuchlanishsiz zanjirlarni va

transformatorlarni magnitlash toklarini uzish uchun xizmat qiladilar.

### 3.9. Eruvchan saqlagich

Yuqori kuchlanishli eruvchi saqlagich - himoya qilinayotgan zanjirni, tok nominal qiymatdan ortib ketgan paytda tok o'tkazuvchi bo'limini erib ketishi bilan, uzishga mo'ljallangan elektr jixozidir. Saqlagichlar qisqa tutashuv va o'ta yuklama sharoitida elektr zanjirini o'chiruvchi jixozidir. Saqlagichlar bir marta



ishlavchi jixoz bo'lgan bo'lsa, keyingi vaqtda ko'p marta ishlavchilari ham chiqarilmoqda.

Saqlagich tuzilishida asosiy ishchi organ eruvchi qo'yilma (plavkaya vstavka) bo'lib, u izolyatsiyalovchi patronda joylashtiriladi. Saqlagichdan nominaldan katta tok o'tganda qo'yilma erishi va bug'lanib ketishi natijasida elektr zanjiri uziladi. Erigan metalning bug'ida elektr yoyi yonadi va yoy kanalidagi ionlar neytrallangachgina yoy o'chadi. Saqlagichda hosil bo'lgan elektr yoyining kanalida ionlarni neytrallash jarayonini tezlatish uchun patron ichiga yoy o'chiruvchi qurilma o'rnatiladi yoki ichi yoy o'chiruvchi material (oq kvarts qumi) bilan to'ldiriladi. Patronning ikki chetiga saqlagichning ikkita kontaktlari o'rnatiladi. Kontaktlar o'zaro eruvchi qo'yilma bilan ulangan bo'ladi.

Saqlagich nominal kuchlanishi, toki, eruvchi qo'yilmaning toki, zanjir uzilish toki himoyalovchi A-sekund bilan farqlanadi.

Zanjir uzilganda erigan element yoki saqlagichning o'zi almashtiriladi. Saqlagichlar himoya qilinayotgan zanjirga ketma-ket ulanadi. Ko'rinadigan oraliq hosil qilish uchun rubil'nikdan foydalaniladi. Saqlagichlar korpus, eruvchan element, kontakt bo'limi, yoy so'ndiruvchi qurilma va yoy so'ndiruvchi muhitdan tashkil togan bo'ladi. Saqlagichlar turli xil konstruksiyada bajariladi, tiqinsimon, yopiq fibra trubkali, qum to'ldirmali, otuvchi saqlagichlar bo'lishi mumkin.

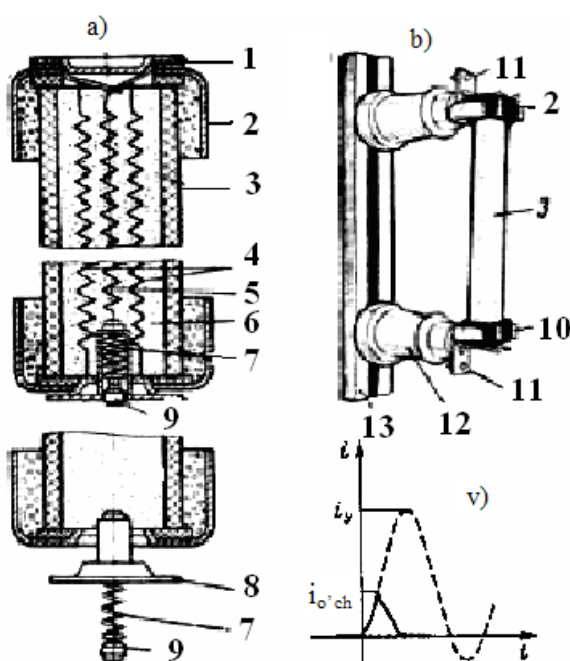
Saqlagich ishlashi eruvchan element va saqlagichni nominal toki hamda eruvchan elementning himoya xarakteri bilan belgilanadi. Saqlagichning nominal toki deb uning tok o'tkazuvchi va kontakt bo'limlari hisoblangan tokka aytiladi, eruvchan elementning nominal toki deb esa shu elementning o'zi uchun hisoblangan tokka aytiladi.

Eruvchan qo'yimalarning nominal toki qilib u uzoq vaqt erimasdan ishlay oladigan tok qabul qilinadi. Eruvchan elementning himoya xarakteri deb zanjirni uzilish vaqtini tokka bog'liqligidir. Tok nominaldan  $25 \div 30\%$  ko'p bo'lganda saqlagich elementi  $1 \div 2$  soat mobaynida kuyadi, tok nominaldan  $50\%$  ortib ketganda  $10 \div 15$  daqiqada,  $100\%$  ortib ketganda esa 1 daqiqani ichida kuyishi kerak.

Saqlagichni ishlash tezligini oshirish uchun har xil materillardan tayyorlangan va maxsus shaklli eruvchan elementlar ishlatiladi. Eruvchan element tayyorlashda mis, rux, alyumin, qo'rg'oshin va kumushdan foydalaniladilar.

Kvars to'ldirilgan PK saqlagich ichki va tashqi qurilmalar uchun yuqori kuchlanishi 3 kV, 6 kV, 10 kV, 35 kV hamda toki 400A, 300A, 200A, 30 A ga ishlab chiqariladi. Bu saqlagichlar tok cheklash xususiyatiga ega, qisqa tutashuv toki eruvchi qo'yilmaning nominal tokidan yigirma marta oshsa,  $0,005 \div 0,007$  soniyali o'chirish vaqtiga ega. PK saqlagichning tuzilishi 53a-rasmda, vertikal o'rnatilishi 53b-rasmda va uning vol't-sekund xarakteri 53v-rasmda keltirilgan.

PK turidagi saqlagich patroni farfordan yasalgan quvurcha 3 dan tuzilgan bo'lib,



53-rasm. PK turidagi saqlagich: a) uning tuzilishi; b) vertikal o'rnatilishi; v) saqlagichning volt-sekund tavsifi.

uning ikki tomoniga latundan yasalgan yopqichlar 2 qo'zg'almas ravshda biriktirib qo'yilgan (53a rasm), ichiga ishchi eruvchi qo'yilma 4 o'rnatilgan. Eruvchan qo'yilma 4 bir yoki birnecha mis simidan iborat bo'lib, yana yordamchi qo'yilma 5 ham o'rnatilgan. Patron pastki bo'limida qopqoqcha 8 yopqich 2 ga namlik o'tkazmas zichlikni ta'minlovchi e'tibor bilan kavsharlab yopishtirilgandir. Patronning quvurchasini ichi namlikdan quritilgan kvars 6 bilan to'ldirilgach, yuqoridagi yopqich 2 ning teshigini qopqoqcha 1 bilan yopib, namlik

o'tkazmas zichlikni ta'minlovchi e'tibor bilan kavsharlab qo'yilgan. Kvarsda namlik bo'lishi saqlagichning tok o'chirish imkoniga yomon ta'sir ko'rsatadi.

Yordamchi qo'yilma 5 kichikroq ko'ndalang kesimli bajarilib, odatda po'lat simdan yasaladi. Qo'yilma 5 qarshiligi kattaroq, normal holatda unda elektr tokning kichikroq bo'limi o'tadi. Qo'yilma 5 ni siqilgan holatda prujina 7 ushlab

turadi. Prujina 7 ning pastki uchiga saqlagichning ishlab ketganlik ko'rsatgichi bo'lmish yukcha 9 o'rnatilgan.

Saqlagichlarga katta tok kelganda avvalo ishchi qo'yilma 4 erib uzilib ketadi. So'ngra tokning hammasi yordamchi qo'yilma 5 dan o'tadi va bu tokka chiday olmay eruvchi qo'yilma 5 ham erib ketadi.

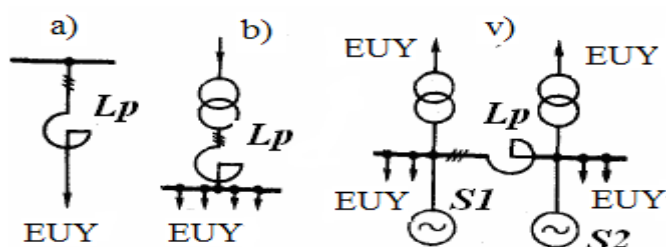
Prujina 7 bo'shshib, yukcha 9 saqlagichning pastki yopqichi 2 dan chiqib, osilib qoladi. Yukcha 9 ni osilib turishi saqlagich ishlab ketadi. Saqlagichlar vertikal holatda stansion izolyatorlar 12 ning prujinali kontakti 10 ga o'rnatiladi (53b-rasm). Izolyatorlar 12 esa taqsimlovchi qurilmaning uzun tirqishli sokoliga birlashtiriladi. Saqlagichlarni tashqi elektr zanjirlariga kontaktlar 11 orqali ulanadi.

PK turidagi saqlagichlarda eruvchi qo'yilmani erishi unga belgilangan (ustanovochniy) tok  $i_u$  ga etmasdan ancha oldin eriy boshlaydi va tok  $i_{otkl}$  etganda, ya'ni sinusoidaning maksimal qiymatiga va nul qiymatidan o'tishga etmasdan zanjirni uzadi (53v-rasm).

### 3.10. Reaktor

Qisqa tutashuv tokining qiymatini cheklash uchun reaktorlar qo'llaniladi. Ular katta induktiv qarshilikka va kichik aktiv qarshilikka ega va maxsus magnit materialidan tayyorlangan o'zakka ega bo'lmagan g'altakdan iborat. Reaktorlar o'tayotgan tok kattaligiga bog'liq bo'lmagan doimiy induktiv qarshilikka egadir. Reaktorlar katta quvvatli elektr stantsiyalari va nimstantsiyalaridan ketuvchi elektr uzatish yo'larining faza simga ketma-ket ulanadi.

Oddiy reaktorlar va juftlangan reaktorlar  $6 \div 10$  kV kuchlanishli zanjirda sodir bo'ladigan qisqa tutashuv toklarini cheklovchi asosiy elektr qurilmadir. Reaktor 35 kV va undan yuqoriroq kuchlanishda ko'proq, 1000 V dan pastroq kuchlanishda kamroq qo'llaniladi.



Katta quvvatli va mas'ul elektr uzatish yo'llari uchun odatda individual-alohida reaktor qo'llanadi (54a-rasm). Reaktorlar orqali elektr

54-rasm. Reaktorlarni ulkanish sxemalari: a) – individual-alohida reaktor; b) – birnecha 7 iste'molchilarning havo elektr uzatish yo'li orqali ulanishi; v) – seksiya reaktorining ulanishi.

uzatish yo‘llari guruhi ta‘minlansa, o‘z ehtiyoj sistemasi, guruhli yoqish deb ataladi. Taqsimlash qurilmalari sektsiyalari orasiga ulanadigan reaktorlar sektsiya reaktori deb yuritiladi (54v rasm).

Yakka reaktor bir fazali magnit o‘zaksiz induktiv g‘altak shaklida tuzilgan. Reaktor uch fazaga bittadan o‘rnatiladi. Reaktorlar  $L_p$  iste‘molchining har bir havo elektr uzatish yo‘liga uchchala faza simlari kesilib, stantsiya shinasi bilan iste‘molchi orasiga joylashtiriladi (54a-rasm). Reaktor bir uch fazali guruhga jamlanadi va ulardan bir necha iste‘molchilarning havo elektr uzatish yo‘li energiya oladi (54b rasm). Reaktorlar taqsimlovchi qurilma RU shinalari orasiga o‘rnatiladi (54v rasm).

Reaktorlarning asosiy parametri uning nofaol-reaktiv induktivlik qarshiligi  $x_p$ , o‘lchov birligi Om yoki prosentda:

$$x_r = \omega L \text{ [Om]} \quad \text{yoki} \quad x_r = \frac{100x_r \sqrt{3}I_{nom}}{U_{nom}} \text{ [%]}, \quad (3.4)$$

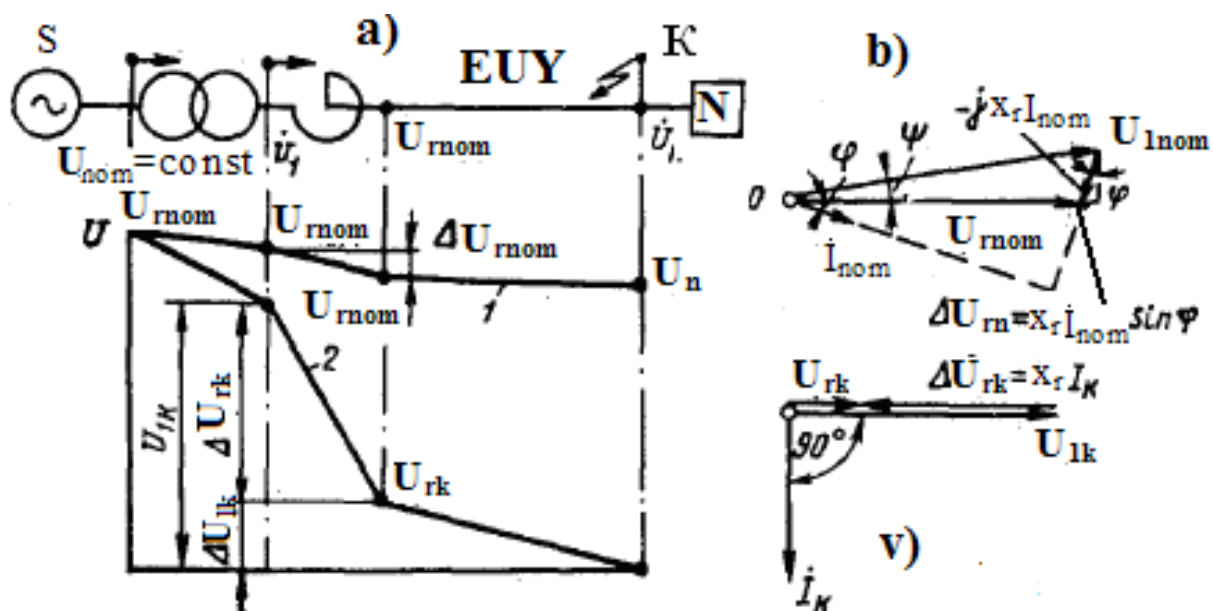
bunda:  $U_{nom}$ -reaktorlarning nominal kuchlanishi V va  $I_{nom}$ - reaktorlarning nominal toki A belgilangan.

Katta induktiv qarshilik  $x_p$  ga ega bo‘lgan reaktorlarning ulanishi shu zanjirning reaktordan keyingi K nuqtasida qisqa tutashuv sodir bo‘lganda, elektr manbai S bilan reaktorlarorasiida etarli katta qoldiq yuqori kuchlanishi  $U_{IK}$  hosil bo‘lishini ta‘minlaydilar (55a-rasm 2 chiziq).

Bu holat manba S bilan reaktorlar orasidagi elektr tarmoqdan energiya oluvchi iste‘molchilar uchun katta qulaylik tug‘diradilar. Bundan tashqari reaktorlarning katta induktiv qarshiligi  $x_p$  normal ishlash holatida reaktorlarda ortiqcha kuchlanish yo‘qolishi  $\Delta U_{p,nom}$  ga olib keladilare. (55a-rasm 1 chiziq).

Normal holatda (55a-rasm 1 chiziq):  $U_p = \text{const}$  manba S kuchlanishining o‘zgarmasligi;  $U_I$  va  $U_{I,nom}$ -reaktorga kirish kuchlanishi;  $\Delta U_{r,nom}$ -reaktorlarda kuchlanish yo‘qotilishi;  $U_{r,nom}$ -reaktordan chiqish kuchlanishi;  $U_n$ -elektr uzatish yo‘li – liniyaning K nuqtasidagi kuchlanish.

Qisqa tutashuv holatida (55a-rasm 2 chiziq):  $U_{IK}$  - reaktorlarga kirishdagi qoldiq yuqori kuchlanish;  $\Delta U_{r,nom}$  -reaktorlarda kuchlanish yo‘qotilishi;  $\Delta U_{lin}$  - elektr uzatish yo‘li – liniyada kuchlanish yo‘qotilishi;  $U_{rk}$  - reaktorlardan chiqish kuchlanishi.



55-rasm. Elektr ta’minoti sxemasi va vektor diagrammalari.

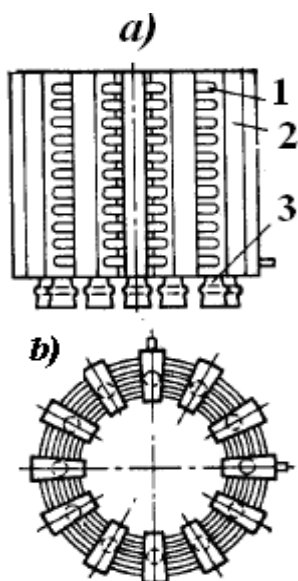
Tarmoqdagi kuchlanish vektor diagrammasi normal holatda 55b-rasmda va qisqa tutashuv holatida 55v-rasmda keltirilgan, normal holatdagi vektor diagrammasidan reaktorlarda fazaviy kuchlanish yo‘qotilishi quyidagicha % da aniqlanadi:

$$\Delta U_r = \frac{\sqrt{3} I_{nom} x_r \sin \varphi}{U_{nom}} 100. \quad (3.5)$$

Elektr uzatish yo‘lining K nuqtasida qisqa tutashuv holati bo‘lganda qisqa tutashuv toki  $I_{kz}$  modul bo‘yicha qiymati e’tiborga loyiq darajada ko‘payadi va  $I_{kz}$  asosan induktiv tok bo‘lgani sababli uning fazasi  $90^0$  ga kuchlanishdan orqada qoladi (55v-rasm).

Elektr taminoti sistemalarida RB turidagi alyumin cho‘lg‘amli faza beton reaktor keng qo‘llanilmoqda (56-rasm).

Cho'lg'am simlari paxta ipli qobiq bilan qoplangan, birnecha qavat kabel qog'ozi yordamida izolyatsiyalanadi. Qiymati 4000 A gacha tok o'tkazuvchi reaktor ishlab chiqariladi, fazalarda tik-vertikal, yotiq-gorizantal va pog'ona-pog'ona shaklida o'rnatishga mo'ljallanganlar. Reaktorda aktiv quvvat isrofi juda kichkina bo'lib, isrof o'tish ( $I_{nom} \times U_{nom}$ ) elektr quvvatining 0,1 ÷ 0,2 % ini tashkil etadi, nominal tok 1000 A dan oshganda sun'iy sovitish sistemasini qo'llash kerak.



56-rasm. RB turidagi alyumin chulg'amli beton reaktori: a) - yondan ko'rinishi; b) - tepadan ko'rinishi.

Faza shinalari I va II reaktorning ikki chekkasidagi klemmalarga va manba o'rtadagi klemmaga ulanishi mumkin (56a-rasm). Iste'molchilar ikki manbadan quvvat bilan ta'minlangan holda esa manbalar reaktorning ikki chekkasidagi klemmalarga va iste'molchi o'rtadagi klemmaga ulanishi ham mumkin (56b-rasm). Juflangan reaktordagi ikki cho'lg'amlar orasida chuqur induktiv bog'lanish  $M$  mavjudligi sababli reaktorning umumiy induktiv qarshiligi normal holatda qisqa tutashuv xolatga nisbatan ancha kamroqdir.

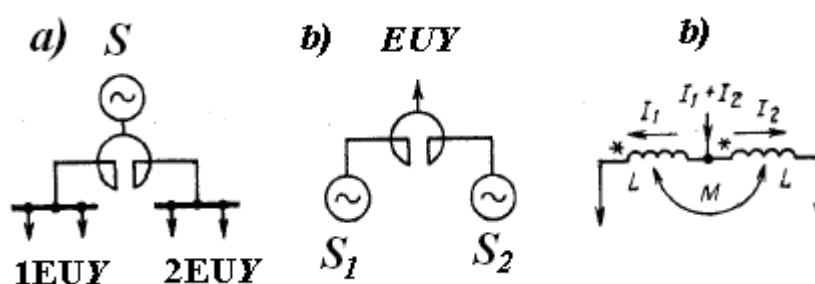
Alyumin cho'lg'amli beton reaktori tuzilishi 57-rasmda keltirilgan [13]. Rasmda: 1-cho'lg'am; 2-beton ustuni (kolonna), 3- izolyatorlar, unda: 1-sim o'ramlari; 2-beton ustunlar; 3-tayanch izolyatorlar 4-shinalar.

Ko'pincha amalda juflangan reaktorlar keng qo'llaniladi. Juflangan, ya'ni ikkilangan, reaktorning oddiy-yakka reaktordan farqi o'rtasida uchinchi yoqish klemmasi mavjudligidadir. Odatdagi konstruktsiyali reaktorlar bilan birga elektr uskunalarida ikkilangan reaktorlar ham qo'llaniladi. Konstruktsiyasi jihatdan ular oddiy reaktorga o'xshash, bundan tashqari cho'lg'amining o'rtasidagi nuqtadan qo'shimcha sim chiqarilgan bo'lib, maxsus klemmaga ulangan. Juflangan reaktorni qo'llash hollarida manba  $S$  o'rtadagi nuqtaga (58a-rasm), iste'molchilar I va II esa ikki chetki tomondagi nuqtalarga ulanishi yoki aksincha ikkita manba  $S_1$  va  $S_2$  ikki chetki

tomondagi nuqtalarga hamda iste'molchi o'rtadagi nuqtaga ulanishi mumkin (58b-rasm).

Juflangan reaktorlarning ikkala cho'lg'ami bir xil o'ramlar soniga, induktivlikka  $L$  hamda nominal toka  $I_{nom}$  ega. Reaktorlar toklari va ularning yo'nalishi 58v-rasmda keltirilgan. Juflangan reaktorlarning afzalligi shundaki, ulanish sxemasi va cho'lg'amlardagi tokning yo'nalishiga qarab, uning induktiv qarshiligi ko'payishi yoki kamayishi mumkin.

Juflangan reaktorlarning xususiyati, normal holatda kuchlanishning pasayishini kamaytirish va qisqa tutashuvda toklarni cheklash uchun foydalaniladi.



58-rasm. Reaktorning ulanish sxemalari: a) va b) juflangan reaktorning zanjirga yoqishi sxemasi; v) – ekvivalent sxemasi; S, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> - sinxron generatorlar, sxemani soddalashtirish uchun generatordan so'ng o'rnatiladigan kuchlanishni ko'tarib beruvchi kuch transformatori ko'rsatilmagan; EUY, 1EUY, 2EUY-elektr uzatish yo'llari.

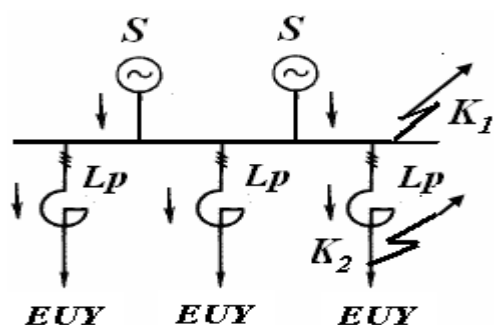
Juflangan reaktorda kuchlanish yo'qotilishi  $\Delta U_p$  normal holatda, ( $I = I_1 \approx I_2$ ) bo'lganda, quyidagicha:

$$\Delta U_r = I_1 \omega L \sin \varphi - I_2 \omega M \sin \varphi = I \omega L (1 - K_{sv}), \quad (3.6)$$

$$K_{sv} = M/L \quad (3.7)$$

bunda  $K_{sv}$ -reaktorlar cho'lg'amlari orasidagi magnit bog'lanish koeffitsienti bo'lib, odatda  $K_{sv}$  0,4 ÷ 0,6 ga teng. Juflangan reaktorlarning afzalligi, normal holatda reaktorning induktiv qarshiligi cho'lg'am induktiv qarshiligining yarmiga teng bo'lsa, qisqa tutashuv holatida reaktorning induktiv qarshiligi cho'lg'am induktiv qarshiligidan ikki marta katta bo'ladi.

Reaktorlardan keyingi  $K_2$  nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lganda, qisqa tutashuv toki  $K_1$  nuqtada qisqa tutashuv bo'lgandagidan kamroq bo'ladi, chunki generatorning quvvati avvalgicha bo'lganda zanjirning  $K_2$  nuqtagacha bo'lgan



59-rasm. Reaktorning induktiv qarshiligini o'zgarishi.

umumiy qarshiligi reaktorning induktivlik qarshiligi hisobiga ko'p bo'ladi. Shu bilan birga  $K_2$  nuqtadan narida kuchlanish nolga teng bo'ladi, stantsiyaning shinalarida esa reaktorlarning induktivlik qarshiligi qancha ko'p bo'lsa, kuchlanish ham shuncha katta bo'ladi (59-rasm).

Reaktorlar qarshiligi reaktorlardan narida qisqa tutashuv bo'lganda stantsiya shinalaridagi qoldiq

kuchlanishi  $50 \div 60$  % dan kam bo'lmaydi. Qisqa tutashuv toklarining kattaligini reaktorlar yordamida kamaytirilishi elektr taominotining ishonchliligini oshiradi, hamda elektr stantsiyalar va nimstantsiyalar sodda hamda arzon jixozlar o'rnatishga, kichik kesimli shinalar, simlar va kabellar ishlatishga imkon beradi.

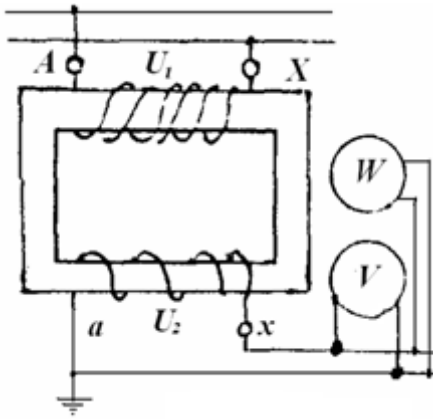
### 3.11. Kuchlanish o'lchov transformatori

**O'lchov transformatori** yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlaridagi yuqori kuchlanish qiymatini uzmasdan masofadan o'lchashga mo'ljallangan. O'lchov transformatori, asosan, ikki turga bo'linadi: tok transformatorlari va kuchlanish transformatorlari. Yuqori kuchlanishga qarab o'lchov transformatorining tuzilishi turlicha bo'ladi.

O'lchov transformatori yuqori kuchlanishli zanjirlarni nazorat-o'lchov, rele himoyasi va ularni avtomatika sistemalariga yoqish uchun xizmat qiladi.

**Kuchlanish transformatorining** birlamchi cho'lg'ami bilan yuqori kuchlanish tarmoqiga parallel holda ulanadi, ikkilamchi cho'lg'amining kuchlanishi esa 100 V yoki 220 V ga teng bo'ladi. Kuchlanish transformatorining ulanish sxemasi 60-rasmda berilgan.





60-rasm. Kuchlanish transformatorlarning ulanish sxemasi.

Kuchlanish transformatori amalda salt ishlash holatiga yaqin holatda ishlaydi. Kuchlanish transformatori oʻrnatilish joyiga koʻra tashqari va ichkariga oʻrnatiladigan qilib bajariladi. Ichki oʻrnatishga moʻljallangan kuchlanish transformatorlar keng qoʻllaniladi: NOS, NOSK, NTS, NTSK - 6 kV gacha kuchlanishda, NOM, ZNOM, NTMK, NTMI-35 kV gacha kuchlanishda ishlatiladi, belgilardagi harflar maʼnosi: N- kuchlanish transformatori; O-bir fazali; T-uch

fazali; S-quruq; K-kompensasiyalangan; M-moyli; Z-ikkilamchi choʻlgʻami yerga ulangan; I-qoʻshimcha choʻlgʻamlidir.

Tashqariga oʻrnatiladigan kuchlanish transformatorlari:

- NKF 500 - bir fazali moy toʻldirilgan forfor idish ichiga joylashtirilgan. K-kaskadli; F-farfor izolyatsiyali kuchlanish transformatorlari;
- NDE-750-1150 kV kuchlanishni sigʻimli boʻlgichga ega kuchlanish transformatorlari;
- ZNOG - germetik ishlangan elegazli taqsimlash qurilmalarida oʻrnatish uchun moʻljallangan kuchlanish transformatorlari, belgida: Z- germetik puhta yopib, zichlashtirilgan, G-gaz izolyatsiyali.

Kuchlanish transformatorlari dielektrik yoʻqotish burchagi boʻyicha xatolikka  $\delta=f(I_0)$  ga ega boʻladi, xatoliklarni kamaytirish uchun kichik magnit qarshilikka ega boʻlgan magnit oʻzaklar qoʻllaniladi, zotan magnit oʻtkazgichdagi induksiya, magnit sochilishi kamaytiriladi. Oʻlchash xatoligi

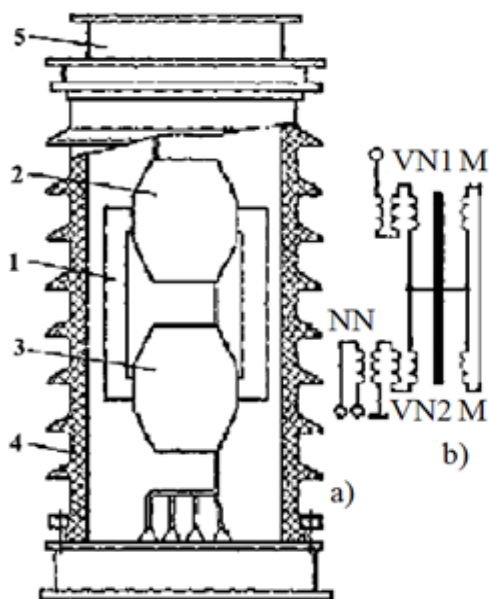
$$\Delta U\% = \frac{K_{kr} U_2 - U_1}{U_1} 100 \quad (3.8)$$

**Kuchlanish transformatori tuzilishi.** Kuchlanish transformatori quruq, moyli va quyma izolyatsiyali qurilmalarga boʻlinadi. Moyli transformatorlarning boʻlimi– choʻlgʻamlar oʻralgan magnit oʻzagi moyga kirgʻazib qoʻyiladi. Quruq

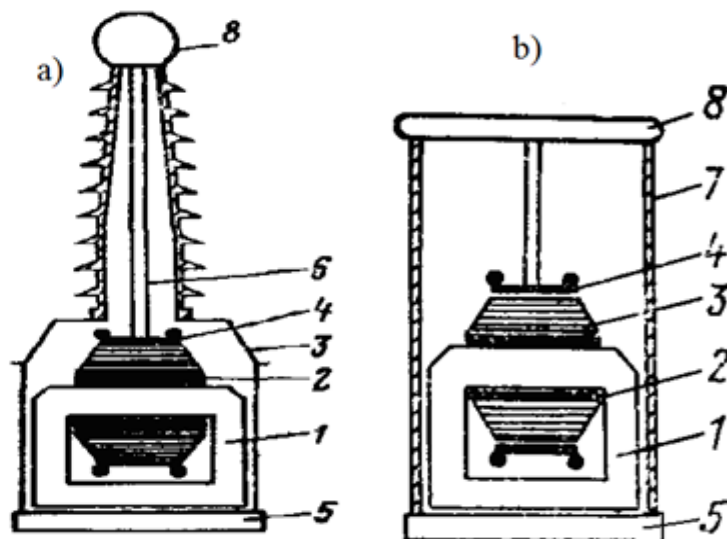
transformatorning bo‘limi havoda joylashtiriladi. Quyma izolyatsiyali transformatorlarda bo‘limi epoksid kompaundi bilan yaxlit blok shaklida quyib bajariladi. Quruq transformator 6 kV gacha kuchlanishni o‘lash uchun yasiladi. Quyma izolyatsiyali transformator 35 kV 6 kV gacha kuchlanishni o‘lchash uchun yasiladi. Moyli transformator 500 kV gacha kuchlanishni o‘lchash uchun mo‘ljallanadi.

110 kVli kuchlanishga mo‘ljallangan kaskad moyli kuchlanish transformatori chizmasi 61,a-rasmda keltirilgan. Transformatorlarning magnit o‘zagi ulangan kuchlanish ishchi yuqori kuchlanishning yarmiga teng, yuqori kuchlanishli to‘la izolyatsiyasi ham ikkita yarim izolyatsiyaga bo‘linadi.

220kV, 500 kV kuchlanish bo‘lganda ikki, uch yoki to‘rt bo‘limi ketma-ket ulangan kaskad sxemasi quriladi.



61-rasm. 110 kVli moyli kuchlanish o‘lchov transformatori: a) – tashqi ko‘rinishi; b) – chulg‘amlarining ulanishi.



62-rasm. Kuchlanish o‘lchov transformatori: a) – metall idishda joylashuvi; b) - izolyatsiyalovchi idishda joylashuvi.

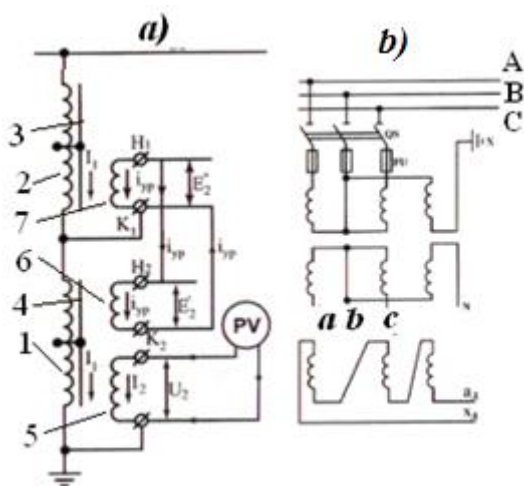
Rasmda: 1-magnit o‘zagi, 2-kaskadning yuqori bo‘limi cho‘lg‘ami, 3-kaskadning past bo‘limi cho‘lg‘ami, 4-farfor pokrishkasi, 5-yuqori kuchlanish ulanadigan qopqoq. 61b-rasmda cho‘lg‘amlarning kaskad shaklida yoqish elektr sxemasi keltirilgan.

Kuchlanish transformatori metall (62a-rasm) yoki izolyatsiyalovchi (62b-rasm) idishiga joylangan bo‘ladi. Rasmda: 1-magnit o‘zagi, 2-yuqori kuchlanish izolyatsiyasi, 3 - metall idish, 4-yuqori kuchlanishli ekran, 5-taglik, 6- metall quvurcha, 7- yuqori kuchlanishli kirma izolyator, 8- yuqori kuchlanishli sharsimon ekrani va doirasimon ekrani.

Kuchlanish transformatorining nimstantsiyalarda qo‘llanadigan ba’zi turlari 63-rasmda keltirilgan [13]. Rasmda: a) bir fazali 10 kV kuchlanishga mo‘ljallangan NOM-10 kuchlanish transformatorlarining tuzilishi; b) bir fazali va ikki kirma izolyatorli 35 kV kuchlanishga mo‘ljallangan kuchlanish transformatorlari NOM-35; v) bir kirma izolyatorli ZNOM-35; g)-110 kV kuchlanish transformatorlari; d)-aksil rezonans kuchlanish transformatorlari NAMI-10 keltirilgan.

Kuchlanish transformatorlari NOM-10 ning tuzilishi: 1, 2-kirra izolyatorlar; 3-moy chiqarish probkasi; 4-g‘ilof-bak; 5-yerlash bolti; 6-cho‘lg‘am; 7-magnit o‘zak; 8-vintli probka; 9-yuqori kuchlanishni yoqish nuqtasi (63a-rasm).

Kuchlanish transformatorlari NOM-35 ning tuzilishi: 1-yuqori kuchlanishli birlamchi cho‘lg‘am kirra izolyatori; 2-ikkilamchi cho‘lg‘am kirmalari bor sandiqcha; 3-g‘ilof-bak (63,b-rasm).



64-rasm. Kuchlanish transformatorlari : a) - 110 kV kuchlanish transformatorining tuzilishi; b) - Aksil rezonans kuchlanish transformatori NAMI-10 ning elektr sxemasi

3NOM-35 - bir kirra izolyatorli kuchlanish transformatorlarining tuzilishi: 1-yuqori kuchlanishli birlamchi cho‘lg‘am kirra izolyatori; 2-ikkilamchi cho‘lg‘am kirmalari bor quticha; 3-g‘ilof-bak (63v-rasm).

110 kV kuchlanish transformatorlarining tuzilishi: 1-ikkilamchi kirra izolyatorlar; 2-kengaytirgich (rasshiritel’); 3-moy satxining ko‘rsatgichi; 4-farfor g‘ilof-pokrishka; 5-aravacha; 6-kirmalar qutichasi; 7-ko‘targich bolt(63g-rasm). Transformatorning elektr

sxemasi 64a-rasmda keltirilgan. Unda: 1 va 2-birlamchi cho'lg'am seksiyalari; 3 va 4-magnit o'zak; 5-ikkilamchi cho'lg'am; 6 va 7-tenglashtiruchi cho'lg'amlar. Aksil rezonans kuchlanish transformatori NAMI-10 ning elektr sxemasi 64b-rasmda keltirilgan.

### 3.12. Tok transformatorlari

**Tok transformatorlari** birlamchi cho'lg'amlari bilan tarmoqqa ketma-ket ulanadi. Ikkilamchi cho'lg'amlarida 1A yoki 5A elektr toki bo'ladi. Tok transformatorlari qisqa tutashuv holatiga yaqin holatda ishlaydi.

Tok transformatorining sxemalari 65-rasmda keltirilgan [13]. Unda: *a)* – birlamchi cho'lg'am bir o'ramli bajarilishi; *b)* – birlamchi cho'lg'am ko'p o'ramli bajarilishi; *v)* -ko'p o'ramli hamda ikki o'zakli bajarilishi; 1-birlamchi cho'lg'am; 2-ikkilamchi cho'lg'am; 3-magnit o'zak; 4-izolyatsiya; 5-o'lchov asbob-uskunaning cho'lg'ami ko'rsatilgan.

Tok transformatorining tuzilishi bo'yicha: alohida turuvchi; joylashtirilgan; o'tuvchi transformatorlarga bo'linadi va ichkariga hamda tashqariga o'rnatiladigan holda bajariladi. Ichkariga o'rnatiladigan transformatorlarning turlari: TKL, TPL, TPOL, TSHLP, TPOF, TPF. Belgilarda: T-tok transformatorlari; P-o'tuvchi; K-katushkali; L-quyma izolyatsiyali; F-farfor izolyatsiyali; O-bir katushkali. Tashqariga o'rnatiladigan tok transformatori: TFN, TFKN. Belgilarda: N-tashqariga o'rnatiladigan.

Tok transformatori ikki turdagi xatolikka ega:

-tok bo'yicha xatolik

$$\Delta I \% = \frac{K_{\#} I_2 I_1}{I_1} \quad (3.9)$$

-burchak  $\delta$  bo'yicha xatolik.

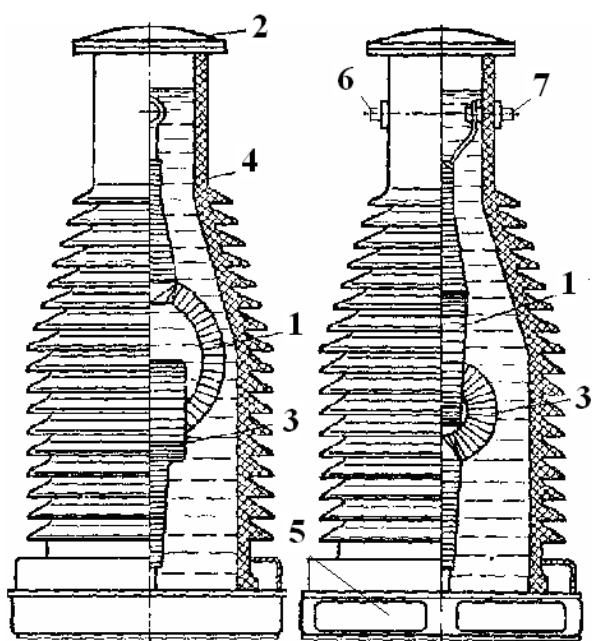
Xatoliklarni kamaytirish uchun magnit o'zak yuqori sifatli po'latdan tayyorlanadi, hamda cho'lg'amlarda maxsus yoqish usullarini va o'zakni sun'iy magnitsizlantirishdan foydalaniladi.

**Tok transformatorlarining tuzilishi.** Yuqori kuchlash sistemalarining shinalarida oqadigan elektr tokini uzmasdan past kuchlanishli nazorat sistemada o'lchashga mo'ljallangan. TFN markali tok transformatori 110 kV kuchlanishli shinalarda o'tayotgan bir faza tokini 0,4 kV kuchlanishli asbob-uskunalari bilan yerlangan pul'tlarda o'lchashga mo'ljallangan, tok transformatorining chizmasi 66-rasmda keltirilgan.

Transformatorlarning birlamchi cho'lg'ami 1 toroid shaklad, ikkilamchi cho'lg'ami esa toroid shakladagi magnet o'tkazgich o'zakka o'ralgan. Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlar toroidlarining o'zaro perpendikulyar tekisliklarda joylashgan. Transformatorlar yaxlit farfordan yasalgan ichi g'ovak idish-pokrishkaga 4 joylangan. Idish 4 ning tepasi qopqoq 2 bilan yopilgan va pasti bilan taglik 5 ga germetik o'rnatilgan.

Chinni idish 4 ning ichi transformatorlar moyi bilan to'ldirilgan. Birlamchi cho'lg'am 1 toroididan ikkita shina chiqib, idish 4 ning yuqori bo'limiga o'rnatilgan kirma izolyatorlar 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 cho'lg'am 1 dan o'tib, ikkilamchi cho'lg'amining toroid shakladagi magnet o'tkazgich o'zagida magnet maydoni

hosil qiladi, magnet maydon esa past kuchlanishli ikkilamchi cho'lg'amda o'lchov kuchlanishini hosil qiladi. 35 kV kuchlanishi bo'lgan TFZM-35 tok transformatorlarining tashqi ko'rinishi 65z-rasmda keltirilgan [13]. Rasmda: 1-birlamchi cho'lg'am; 2-izolyatsiya; 3-magnet o'zakli ikkilamchi cho'lg'am tasvirlangan. 65b-rasmda: 1-birlamchi cho'lg'am; 2-chinni idish, ya'ni farfor pokrishka; 3-transformator moyi; 4-



66-rasm: Tok transformatorlarining tashqi ko'rinishi.

metallardan yasalgan asos; 5-ikkilamchi cho'lg'am kirma izolyatori; 6-kirmalar qutisi; yerlash shinasi; 8-metal qopqoq; 9-nafas olish klapani; 10-biriktiruvchi bolt; 11, 12-birlamchi cho'lg'amning yuqori kuchlanishli ulagichlari; 13-magnit o'zakli ikkilamchi cho'lg'am.

Tok transformatorining ikki turi 65-rasmda ko'rsatilgan. TPL-10 10 kV kuchlanishga mo'ljallangan tok transformatorlari 65g-rasmda tasvirlangan: 1-magnit o'zak; 2-sinfi 0,5 bo'lgan o'zak; 3-quyma tana-korpus; 4-biramchi 10 kV kuchlanishli cho'lg'am kirma izolyatori; 5-ikkilamchi past kuchlanishli cho'lg'am kirma izolyatori; 6-burchakli metall biriktiruvchi; 7-yerlangan bolt; 8-pasport malumotli taxtacha; 9-ogohlantiruvchi tahtachalar. TPOL-10 tok transformatori 65d-rasmda tasvirlangan: 1 va 2-magnit o'zaklar; 3-biriktiruvchi halqa; 4-biramchi cho'lg'am tayoqchasi (sterjen'); 5-quyma tana-korpus; 6-tayanch flanes; 7-ikkilamchi cho'lg'amlar klemmalari; 8-biriktiruvchi halqaning chetlari; 9-yerli boltlar.

Yuqori kuchlanishli ichiga moy to'ldirilgan kirma izolyatorlarga o'rnatiluvchi tok transformatori 65j-rasmda ko'rsatilgan, tok transformatori yordamida har bir fazada ikkilamchi cho'lg'am toklari o'lchanib, nazorat qilib turiladi. Kirmaga o'rnatiluvchi tok transformatorlari 65e-rasmda keltirilgan. S-90 rusmli tok o'lchovchi ko'rinishi 65i-rasmda keltirilgan bo'lib, u bo'linuvchi magnit o'zakli tok transformatoridan tuzilgan: 1-tok transformatorlarining ikkiga bo'linuvchi magnit o'zagi, 2-toki o'lchanishi kerak bo'lgan sim yoki shina; 3-tok transformatorlarining ikkilamchi cho'lg'am; 4-o'lchanuvchi tok diapazonini o'zgartiruvchi qayta ulagich (pereklyuchatel'); 5-Ametr; 6-izolyatsiyalangan juft dastaklar.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Yopiq va ochiq taqsimlash qurilmalarining xarakterini ayting.
2. Kommutatsiya o'ta kuchlanishini xarakterlang.
3. Elektr jixozlarning nominal kuchlanishi va toki nima.
4. Taqsimlash qurilmalarining tuzilishini ayting.
5. Yuqori kuchlanishli o'zgaruvchan tok uzgichlarining vazifalari nima.

6. Yuqori kuchlanishli uzgichlarga talablarni ayting.
7. Yuqori kuchlanishli uzgichlarning turlari va tuzilishi tushuntiring.
8. Havo uzgichlarning xarakterini tuishuntiring.
9. Moyli uzgichning xarakterini tuishuntiring.
10. Vakuum uzgichning xarakterini tuishuntiring.
11. Elektromagnit uzgichning xarakterini tuishuntiring.
12. Elegaz uzgichning xarakterini tuishuntiring.
13. Ajratgichning vazifasini tushuntiring.
14. Bo'lgichning vazifasi va xarakteri.
15. Qisqa tutashirgichlar xarakterini tuishuntiring.
16. Eruvchan saqlagichlar xarakterini tuishuntiring.
17. Reaktorlar xarakterini tuishuntiring.
18. Kuchlanish transformatorining ishi va turlari.
19. Tok transformatorining ishi va turlari.

#### **IV. IZOLYATOR VA TOK O'TKAZISH YO'LLARI**

##### **4.1. Ichki va tashqi izolyatsiyalar**

**Havoning dielektrik hususiyatlari.** Tashqi izolyatsiyalar asosiy dielektrik bo'lib atmosfera havosi xizmat qiladilar. Yuqori kuchlanishli elektrod yoki toklarni o'tkazgich havoda bir-biridan va yerdan ma'lum izolyatsiyani ushlab turiladi. Izolyatsiyalar 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  $E_r$  doimiy-o'zgarmas bo'lib qoladi. Elektrodlar oralig'idagi nobirjins maydonda kuchlanganlik  $E_r$  o'zgaradi. Bundan tashqari kuchlanganlik  $E_r$  atmosfera sharoiti: havo bosimi  $r$ , havo temperaturasi  $T$  va havoning absolyut namligi  $\gamma$  ga ham bog'liq.

Normal atmosfera sharoitida havo bosimi  $r=101,3\text{kPa}=760\text{mm}$  simob ustuniga, havo temperaturasi  $T=293\text{K}$  ga va havo namligi  $\gamma=11\text{g/m}^3$  ga teng bo'ladi. Bu xolatda birjins elektr maydonda havo oralig'ining uzunligi  $L=1\text{sm}$  bo'lganda havoni teshib o'tish kuchlanganligi  $E_v=25\text{kV/sm}=2,5\text{MV/m}$  ga yaqin.

Elektr uskunalarda ko‘pincha keskin nobirjins maydon hosil bo‘lib, razryad kuchlanganligi  $E_v$  keskin kamayib ketadi, masalan,  $L=1\div 2m$  masofada  $E_v = 5kV/sm$  ga tushsa,  $L=10\div 20m$  da  $E_v=2,5\div 1,5 kV/sm$  bo‘lib qoladi.

**Gaz razryadi.** Havoning elektr izolyatsiyalash qobiliyatining buzilishi **erkin elektron** paydo bo‘lishi sababli boshlanadi. Kuchlanish berilgan elektrodlar oralig‘i maydonidagi havoda erkin elektron anod tomon harakatlanib tezlashadi, ya’ni elektr maydonda kinetik energiyasi ko‘payadi. Elektronning olgan kinetik energiyasi  $W_e$  uning havodagi erkin yurish masofasi  $\lambda_e$  uzunligiga bog‘lik, yoki  $W_e=eE\lambda_e$ ,  $\lambda_e= kT/2\pi pr_a^2$  bo‘lib,  $k=1,38\cdot 10^{-23}$  Dj/K,  $T$ —absolyut temperatura,  $r$ —bosim,  $r_a$ — atom radiusidir. Agar elektron energiyasi  $W_e$  havo atomining ionlanish potentsiyali  $W_i$  dan kattaroq bo‘lsa, u holda elektron atomga urilib, uni ionlaydi. Ma’lumki, vodorod  $N_2$  uchun ionlash energiyasi  $W_i = 15$  eV, azot  $N_2$  uchun  $W_i = 15,6$  eV va kislorod  $O_2$  uchun  $W_i = 12,1$  eV.

Gaz atomi musbat ionlanganda bitta yangi erkin elektron hosil bo‘ladi. Boshlang‘ich elektron bilan yangi elektron ikkita bo‘lib harakatlanadi, ikkinchi to‘qnashuvdan so‘ng erkin elektronlar soni 4 taga, sung 8 taga etadi, va borgan sari ko‘payib boraveradi. Elektr maydonda erkin elektronlarning anodga qarab yurgan sari havo atomlari bilan ketma—ket to‘qnashib erkin elektronlar sonining ortib borish jarayoni elektron lavinasi deb ataladi. Lavinadagi elektronlar soni  $n$

$$n = \exp(\alpha x), \quad (4.1)$$

Bunda  $\alpha$ —to‘qnashib ionlanish koeffitsienti,  $x$ —elektronning yurish masofasidir.

To‘qnashuv zarbidan ionlanish koeffitsienti  $\alpha$  ning bosim  $r$  ga nisbati elektr maydoni kuchlanganligi  $E$  bilan quyidagicha bog‘langan:

$$\alpha / p = 0,2573 \sqrt{\frac{E}{p}} \exp\left(-\frac{p^2}{E}\right) \quad (4.2)$$

Agar  $E/p=34$  V/(sm\*mm simob ustuni) bo‘lsa  $\alpha/p=5$ , agar  $E/p=44$  bo‘lsa  $\alpha/p=30$  ga tengdir. Bir jinsli elektr maydonida elektron lavinasi elektroddan tok o‘tishiga olib keladi.



Quyidagi ionlash omillari natijasida havo atomi ionlanib, erkin elektron hosil qiladi:

- 1) Tabiiy ionizatorlar: kosmos nurlari, yer radiyasi, quyosh ul'tra binafsha nuri ta'sirida;
- 2) Termoionlanish jarayonida temperaturani ortishi bilan gaz molekulari kinetik energiyasining ko'payishi ionlash ehtimolini oshirganda;
- 3) Musbat ionlar kam harakatlanuvchiligi va erkin yurish masofasi  $\lambda_i$  ning  $\lambda_e$  dan ko'p marta kichikligi uchun ularning ionlash ehtimoli ham  $10^5$  marta kamroqdir. Ammo ionlarning katodga urilishida energiyasi  $W_i > \phi_E$ , ya'ni metaldan erkin elektron chiqish energiyasi  $\phi_E \approx 4,5\text{eV}$  bo'ladi;
- 4) Havo atomining ionlanishida ko'plab uyg'ongan atomlar hosil bo'ladi, va uyg'ongan holatdan asosiy holatga qaytishida nur — foton chiqaradi. Foton energiyasi  $h\nu > W_i$  bo'lib, ya'ni  $h$ —Plank doimiyligi va  $\nu$  foton chastotasi, havo atomining fotoionlanishi mumkin;
- 5) Foton energiyasining miqdori  $h\nu$  katoddan elektronni urib chiqarish energiyasi  $\phi_e$  kattaroq bo'lsa, ya'ni  $h\nu > \phi_e$ , bo'lganda foton katoddan ham erkin elektron urib chiqarishi mumkin.

Shunday qilib, erkin elektrondan boshlangan **lavina razryadi** rivojlanib, anod tomon siljib, ko'ndalangiga ham kengayib boradi. Bunga diffuziya harakati va elektrostatik kuch sababdir. Lavina ichidagi elektron va ionlar ko'payavergach, uning oldidagi maydon kuchlanganligi  $E$  ko'payadi, va orqa bo'limidagi  $E$  kamayadi. Lavina dumida qolgan elektronlar musbat ionlar bilan birga plazma hosil qiladi, va bu plazma **strimer kanallarini** paydo qiladi. Strimer kanali elektrodgacha borishi yoki bormasligi mumkin. Agar elektrodga yetib borsa—havoni elektr teshib o'tilishi sodir bo'ladi. Elektron lavinasining plazma strimeriga o'tish sharti shuki— ion va elektronlarning elektr maydoni kuchlanganligi tashqi maydon kuchlanganligiga yaqinlashishi kerak. Birjinsli maydonda strimer hosil bo'lish sharti razryad mustaqilligi shartiga mosdir.

Ionlash jarayoni bilan bir vaqtda unga zid jarayon —zaryadlangan zarrachalarning neytrallanish-rekombikasiya jarayoni ham ketadi. Bu jarayon rekombinasiya deyiladi. Musbat  $N^+$  va manfiy  $N^-$  ishora bilan zaryadlangan ionlar soni teng, ya'ni  $N=N^+=N^-$  bo'lsa, ionlarning neytrallanish jarayoni natijasida ionlar konsentrasiyasi kamayadi:

$$N = \frac{N_0}{1 + \rho N_0 t}, \quad (4.3)$$

bunda  $N_0$  -boshlang'ich konsentrasiya,  $t$ -vaqt,  $\rho$  — rekombinasiya koeffitsienti-1soniyada  $1\text{m}^3$  dagi rekombinasiyalar soni. Rekombikasiya jarayoni tufayli elektron lavinasining rivoji sekinlashib, xatto o'chib qolishi ham mumkin.

Gaz razryadining mustaqillik sharti. Agar tashqi ionlash omillari yo'qotilsa, bor lavina elektrodga yetib kelmasligi va elektr toki o'tishini to'xtab qolishi mumkin. Bunday jarayon nomustaqil razryaddir.

**Mustaqil razryad** sodir bo'lganda tashqi ionlash omillari yo'qotilsa ham elektron lavinalari hosil bo'laveradi. Buning uchun yuqorida hosil bo'lgan xar bir erkin elektron yangi ikkilamchi elektronni paydo qilish shart.

Bir jinslik maydonda razryadning mustaqillik sharti quyidagicha:

$$\gamma \exp(aL) > 1 \quad (4.4)$$

Bunda  $\gamma$  —barcha ikkilamchi elektron hosil qilish jarayonlarining umumlashtiruvchi ionlash koeffitsienti. Bir jinslik maydonda mustaqil razryad elektrodlar oraliridagi havoni to'la teshib o'tish (proboy) bilan yakunlandi. Nobirjins maydonda ionlanish jarayoni elektrod oralig'ining bir bo'limida sodir bo'lib, razryad faqat o'sha bo'limida yonadi, hamda razryadning maxsus turi — toj razryadi hosil bo'lishi mumkin. Nobirjins maydonda razryadning mustaqillik sharti elektrod oralig'ining faqat razryad paydo bo'lgan bo'limidagina bajariladi.

**Toj razryadi.** Yuqori kuchlanish ta'sirida katodning uchli bo'limlaridagi elektr maydon kuchlanganligi  $E$  o'rtacha kuchlanganlik  $E_0$  dan bir necha marta kattalashib ketadi. Bu katoddan erkin elektron chiqishiga olib keldi. Yuqori kuchlanishli elektr maydonda katodning uchli bo'limidan erkin elektronlarning

havoga chiqishi va havo atomlarini ionlashi jarayoni toj razryadi (koronniy razryad) deyiladi. Radiusi  $g$  ga teng sim uchun toj razryadining boshlanish kuchlanganligi  $E_k$  [kV/sm]:

$$E_k = 24.5m \cdot \delta \left[ 1 + \frac{0.65}{(\delta \cdot r)^{0.38}} \right] \quad (4.5)$$

Bunda:  $\delta = \delta_1 / \delta_0$  gazning nisbiy zichligi bo'lib,  $\delta_0$  normal va  $\delta_1$  mazkur sharoitda havoning zichligi olinadi,  $m$ -koeffitsientdir,  $m$ -koeffitsient.

Toj razryadining yonib turish vaqti cheklanmagan. Toj razryadi energiya yo'qotuvi  $\Delta W_k$  ning kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Toj razryadining asosiy kursatgichlari: toj razryadi boshlanish kuchlanganligi  $E_k$ , va kuchlanishi  $U_t$  hamda energiya yo'qotuvi  $\Delta W_k$ . Toj razryadi radio shovqin to'lqinlarini hosil qiladi va unga ob—havo sharoitining o'zgarishi juda katta ta'sir ko'rsatadi.

**Tashqi izolyatsiya** (narujnaya) deb atmosfera havosining ta'siri sharoitida ishlaydigan izolyatsiyaning bo'limiga aytiladi. Elektr uskunalari va elektr uzatish yo'llarning 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 razryad kuchlanishi  $U_p$  ga etganida elektrodlar orasidagi havo oralig'ining elektr izolyatsiyalash xususiyati yo'qoladi. Bundan tashqari havo oralig'i  $L \leq 1$  m lik izolyatsiya uchun har 100 m balandlikka ko'tarilganda yoki temperatura har  $3^\circ\text{C}$  ga ko'tarilganda  $U_p$  taxminan 1% kamayadi, va namlik  $\gamma$  ikki marta ortsa  $U_p$  6÷8 % ga kamayadi.

Erkin elektrondan boshlangan elektron lavinasi rivojlanib, ya'ni 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, ya'ni frontida, elektronlar jamlanadi, shu sababli havodagi elektr maydoni kuchlanganligi  $E$  ko'payadi va shunga mos ravishda lavinaning ort qismida havodagi  $E$  kamayadi. Lavina dumida qolgan elektronlar musbat ionlar bilan birga plazma hosil qiladi va bu plazma

strimer kanalini, ya'ni vaqt va fazoda tartibsiz hosil bo'luvchi razryad kanallarini, paydo qiladi. Strimer kanali elektrodgacha yetib borishi yoki bormasligi mumkin. Agar strimer kanali elektrodgacha yetib borsa, havoni elektr teshib o'tishi sodir bo'ladi.

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

Atmosfera havosining asosiy hususiyati shundaki, agar elektrodlar oralig'idagi havo qatlami tashqi elektr maydon ta'sirida elektr teshilsa, tashqi elektr maydon yo'qotilsa, havoning elektr chidamligini tezda o'z – o'zidan mustaqil tiklanadi. Bunday izolyatsiya **o'zi tiklanuvchan izolyatsiya** deyiladi. Normal sharitdagi gazlar va gazlarning aralashmasi, qizigan gazlar, atmosfera havosi o'zi tiklanuvchi izolyatsiya safiga kiradi.

Tashqi izolyatsiya tarkibiga elektr qurilmalar va uskunalar izolyatsiyasining atmosfera havosi ta'sir ko'rsatuvi sharoitida ishlaydigan bo'limi kiradi. Tashqi izolyatsiyaning asosiy xususiyati, ya'ni uning elektr chidamligi, atmosfera havosining o'zgaruvchan xossalari bilan chambarchas bog'langanligidir. Atmosfera havosining bunday xossalari: havo bosimi  $p$ , temperaturasi  $T$ , namligi  $\gamma$ , changlanganlik darajasi, hamda ularga sezilarli ta'sir ko'rsatuvchi meteorologiya sharoitlari, jumladan: shamol, yomg'ir, do'l, qor, muzlash, tuman hamda tuzli yoki elektr o'tkazuvchan zarrachali ifloslanish va boshqalar.

Tashqi izolyatsiya o'zi tiklanuvchan izolyatsiya qatoriga kiradi va yuqori kuchlanish texnikasida keng ko'lamda qo'llanadi.

**Ichki izolyatsiya** (vnutrennyaya) deb, elektr uskunalarining atmosfera havosidan mutloq to'silgan bo'limi tushuniladi. Ichki izolyatsiya siqilgan gaz, qattiq va suyuq dielektrik yoki ularning kombinasiyasi bilan to'ldirilgan hajmga joylashtiriladi. Ichki izolyatsiya murakkab va ko'p turli bo'lishiga qaramay uning asosiy xossalari

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

-Ichki izolyatsiya dielektriklarining elektr mustahkamligi havonikidan  $5 \div 10$  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 izolyatsiyaning jami yoki bir bo‘limi o‘tkazgichlarni mexanik-turg‘un xolatda ushlab turuvchi tayanch vazifasini bajaradi, shuning uchun mexanik pishiq qattiq dielektrik qo‘llaniladi.

-Ichki izolyatsiya hajmi orqali issiqlik energiyasi atrofga tarqatiladi. Iloji bor joyda siqilgan gaz va suyuq dielektriklarni qo‘llash ma‘qul.

Barcha ichki izolyatsiya 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 mustahkamlikning qayta **o‘zi tiklanmas izolyatsiya** holati yuzaga kelishi; ekspluatatsiya jarayonida issiqlik, mexanik kuchlar, namlik va boshqa omillarning ta‘sir ko‘rsatishiga chidamligini ta‘minlash lozimligi.

Ichki izolyatsiya quyidagi elektr mustahkamliklar  $U_{pr}$  bilan xarakterlanadi: standart yashin impul’siga qisqa muddatli mustahkamligi; ichki kommutatsiya o‘ta kuchlanish impul’siga qisqa muddatli elektr mustahkamligi; foydalanish davomida ishchi kuchlanishning uzluksiz ta‘siriga uzoq muddatli elektr mustahkamligi  $U_v$ .

Ichki izolyatsiyaning elektr mustahkamligini belgilovchi kuchlanishlar: izolyatsiya hajmini teshib o‘tuvchi kuchlanish  $U_v$  va izolyatsiyani sirti bo‘ylab razryad paydo qiluvchi kuchlanish  $U_{pr}$  hamda tashqi izolyatsiyaning atmosfera havodagi razryad kuchlanishi  $U_r$  ekspluatatsiya sharoitida izolyatsiyaga ta‘sir etuvchi nominal ishchi va kommutatsiya o‘ta kuchlanishlardan ancha yuqori bo‘lishi shart.

Ichki izolyatsiya elektr mustahkamligi o‘zi tiklanmas xususiyatiga ega, ya‘ni biron marta elektr teshib o‘tish sodir bo‘lsa, kuchlanishlar  $U_v$ ,  $U_{pr}$  dastlabki

qiymatidan pastga tushib ketadi. Yangi uskunalarda ichki izolyatsiyasining elektr mustahkamligini belgilovchi kuchlanishlar  $U_v$ ,  $U_{pr}$  ekspluatatsiyadan oldin o'lchab bo'lmaydi, chunki bir marta elektr teshilish (probov) sodir bo'lgach, u ishlash qobiliyatini boliman yoki to'la yo'qotadi.  $U_v$  va  $U_{pr}$  ichki izolyatsiya sifatini nazoratlash usuli bilan aniqlanadi. Jumladan, uning dielektrik yo'qotish  $tg\delta$  miqdori, izolyatsiya ichida bo'limiy razryadlarning yo'qligi, sinov kuchlanishi ta'sirining natijasi, kutilgan o'ta kuchlanishlarning me'yori va boshqalarga qarab aniqlanadi.

#### **4.2. Izolyatorlarning asosiy turlari**

Izolyatorlar tok o'tuvchi bo'limlarni bir-biridan va yerdan elektr va issiqlik, ya'ni teplo, izolyatsiya qilishga, tok o'tuvchi bo'limlarni mustahkam mahkamlashga hamda tok o'tuvchi bo'limlardan qisqa tutashuv toklari oqqanda yuzaga keladigan elektrodinamik zarbalarning ta'siriga chidamli bo'lishga mo'ljallangandir.

Izolyatorlar yuqori sifatli farfor, chinni (keramika), shisha, epoksid kompundi, polimerlardan yasaladi. Izolyatorlar, jixozlarida ishlatiladigan jixoz izolyatorlariga, taqsimlash qurilmalarida ishlatiladigan stantsiya izolyatorlariga, havo elektr uzatgich yo'llarida ishlatiladigan likobcha izolyatorlar va ularning girlyandasiga bo'linadi.

**Stansion izolyatorlar** o'z navbatida ochiq havoda va bino ichida o'rnatiladigan tayanch izolyatorlari va kirma izolyatorlariga bo'linadi (68a,b-rasm, rangli ilovaga qarang, 282-bet) [13]. Tayanch izolyatorlar shina konstruksiyalari va tok o'tuvchi boshqa bo'limlarni mahkamlash uchun ishlatiladi. Kirma izolyatorlarda izolyator quvuri ichidan o'tkazilgan mis tayoqcha yoki shinalar bo'ladi. Kirma izolyatorlardan tok o'tuvchi bo'limlarini taqsimlash qurilmasining tokchalaridan, yopmalaridan va devorlardan o'tkazish uchun foydalaniladi. Izolyatorlardagi metall detallar ularni tayyorlash vaqtida sement surkamasi va chinni kukuni yordamida mustahkam biriktiriladi, ya'ni armirovka qilinadi.

Bino ichida oʻrnatiladigan stantsiya tayanch va kirma izolyatorlari 6 kV, 10 kV, 35 kV kuchlanishlarga moslab toʻrt guruhda ishlab chiqariladi. Bu guruhlar sinash yuklamalariga koʻra quyidagicha xarakterlanadi:

A guruh–sindiruvchi yuklamasi 375 kg;

B guruh–sindiruvchi yuklamasi 750 kg;

V guruh–sindiruvchi yuklamasi 1250 kg;

D guruh–sindiruvchi yuklamasi 2000 kg.

Ruxsat etilgan yuklama sindiruvchi yuklamaning 60 % teng boʻladi.

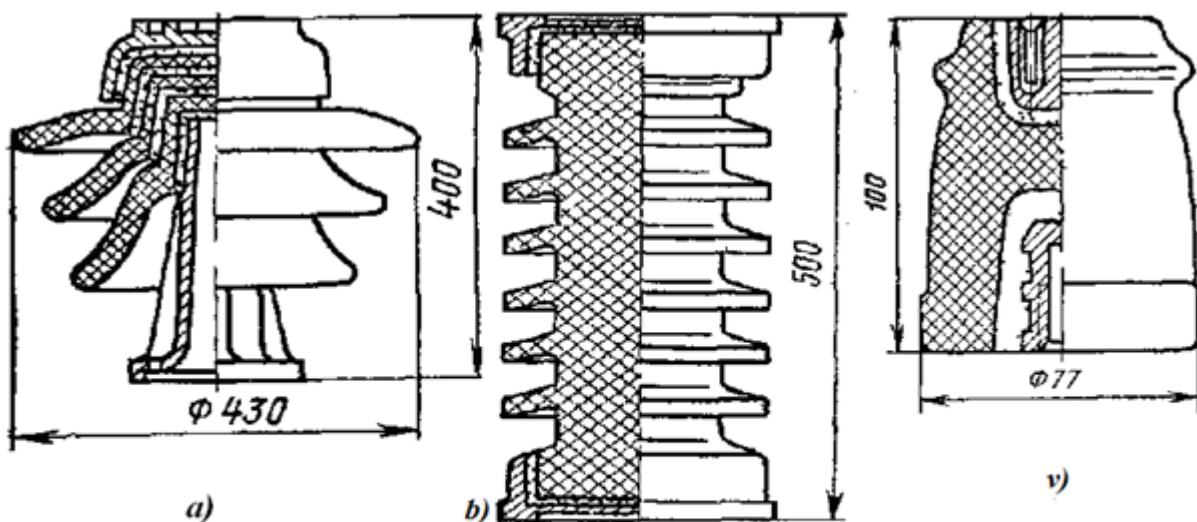
**Izolyator materialiga talablar.** Izolyator sirti boʻylab oqadigan zaryad yoʻlini uzaytirish uchun izolyator sirtida maxsus shakldagi doʻnglik qovurgʻalar (rebra) hosil qilinadi. Chinning elektr chidamliligi  $30 \div 40$  kV/mm, shishaniki – 45 kV/mm. Chinning 1,5 mm da mexanik chidamliligi qisishga 45 MPa, tortishga 30 MPa, bukishga 70 MPa dan qolishmaydi. Namlanishdan saqlash uchun chinni izolyator sirti oq yoki jigarrang glazur bilan qoplanadi. Izolyator materialining sirti gigraskopik, yaʼni namlik yutuvchi, boʻlmasligi, meteorologik sharoit taʼsirda oʻz hossalari oʻzgartirmasligi hamda yuqori darajada trekingga chidamli boʻlishi shart.

Izolyatorlar bajaradigan vazifasiga qarab quyidagilarga boʻlinadi: tayanch izolyator; osma izolyator; kirma izolyator.

**Tayoqcha tayanch izolyator.** Tok oʻtkazuvchi shisha yoki kontakt detallarni oʻrnatishda qoʻllanadi(67b,v-rasm).

Tuzilishi: uzunchoq chinni yoki farfor tananing ikki uchiga metall biriktirgich sement bilan mustahkam oʻrnatilgan. Ichki qurilmaga tanasi toʻla yoki gʻovak chinnilik 35 kV gacha chiqariladi.

Belgilanishi: OF–35–375; O–tayanch (oporniy), F–farfor, nominal kuchlanish  $U_n=35$  kV, bukish kuchi 375 kN. Ichki qurilmalarda ishlatiladigan stansion tayanch izolyatorlar 67v-rasmda hamda 68-rasmda (rangli ilovaga qarang 282-bet) keltirilgan.



67-rasm. Izolyatorlarning tashqi ko`rinishi: a) - Nayzabop tayanch izolyatorlar; b), v) - tayoqcha tayanch izolyator

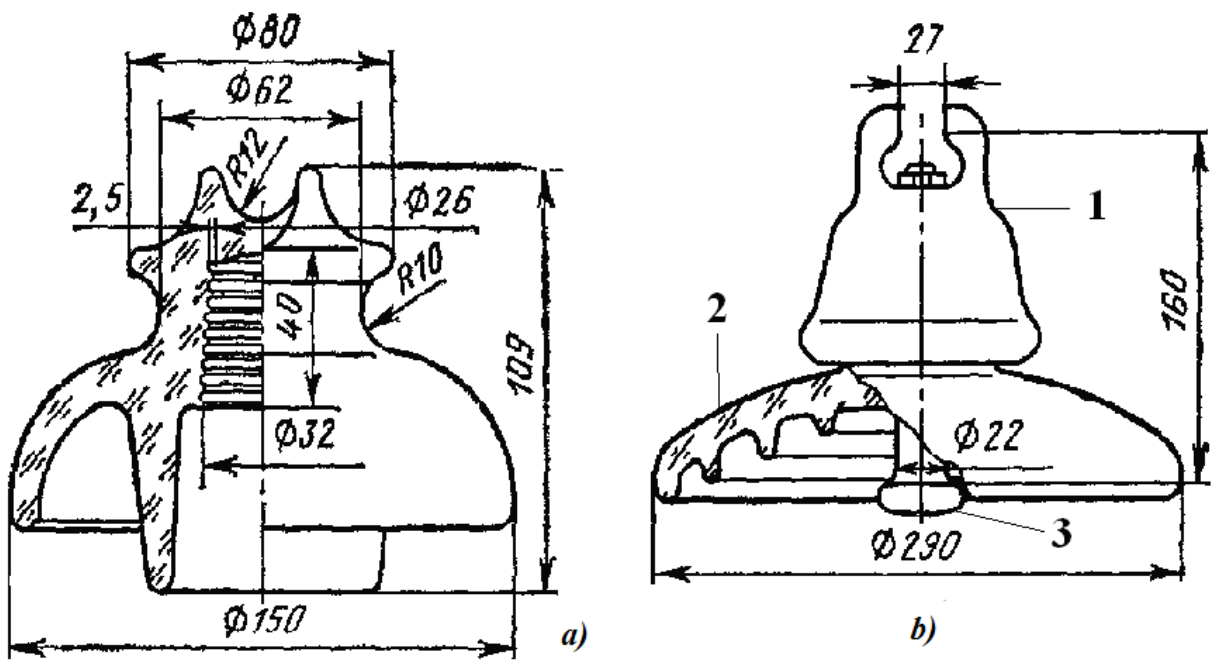
Tashqi qurilmada ishlatiladigan izolyatorga sirt qovurg'alari ko'pincha kuchlanish 35 kV, 110 kV bo'lgandagina yasaladi. Belgisi: ONS-35-2000 bo'lib, unda O – tayanch, N – tashqi, S – tayoqcha,  $U_n=35$  kV, parchalash kuchi  $F=2000$  kN. Tayanch izolyatorlar qisqa tutashuvda paydo bo'ladigan katta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

**Nayzasimon tayanch izolyatorlar.** Yuqori kuchlanishli simlarni tayanchlariga o'rnatishda ishlatiladi. Tuzilishi: farfor tananing tagida metall nayzasi o'rnatiladigan mahsus chuqurcha va tepasida sim biriktiruvchi ariqcha va simni ushlab turuvchi botiqlik bor (67a – rasm va 69a-rasm).

Bunday izolyatorlarning 6 kV, 10 kV uchun tanasi bir elementlik va 35 kV uchun tanasi bir-biriga mustahkam biriktirilangan bir necha elementli bajariladi. Belgisi: SHF-6 va SHS-6. Dielektrik materiali: SH – nayza (shtir), F – farfor, S – shisha, nominal kuchlanishi  $U_n=6$  kV.

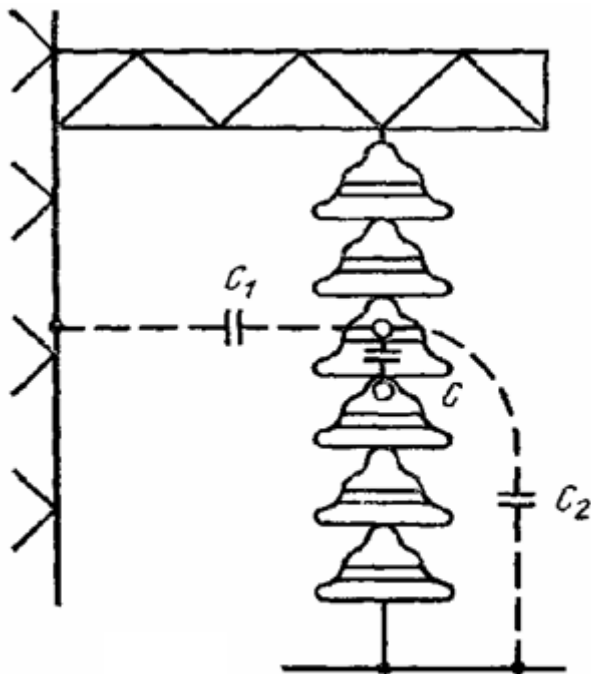
**Likobcha osma izolyator** havo elektr uzatish yo'llari va temir yo'l kontakt tarmoqining tok o'tkazuvchi simlarni tayanch konstruksiyasiga osish maqsadida ishlatiladi.





69-rasm. Izolyatorlarning tashqi ko‘rinishi: a) - nayzabop tayanch izolyatorlar;  
b) - likobcha osma izolyator.

Tuzilishi: metall tutgichli likobchasimon osma izolyator 69b-rasmda keltirilgan. Chinni, farfor yoki shisha tana tepasiga metall do‘ppi 1 va tagiga ilgakli metall tayoqcha 3 sement bilan izolyator 2 ga biriktirilgan bo‘ladi. Likobchanning yomg‘ir va qorda ham quruq holda qoluvchi pastki bo‘limiga ko‘pincha bir, ikki va



70-rasm. Izolyatorlar shodasi

uch dona qovurg‘alar yasaladi. Kuchlanish 6 kV va 10 kV bo‘lganda ko‘pincha yakka izolyator, 35 kV, 110 kV, 220 kV va 500 kV da 2 ÷ 20 dona likobchasimon izolyatorli **izolyatorlar shodasi-girlyanda** shaklida ishlatiladi (70-rasm). Hisob uchun kerak bo‘ladigan girlandaning bitta izolyatori elektrodlari 1 va 3 orasidagi C sig‘im, izolyator elektrodi 1 bilan metall tyanchi orasidagi  $C_1$  sig‘im va yuqori kuchlanishli sim orasidagi  $C_2$

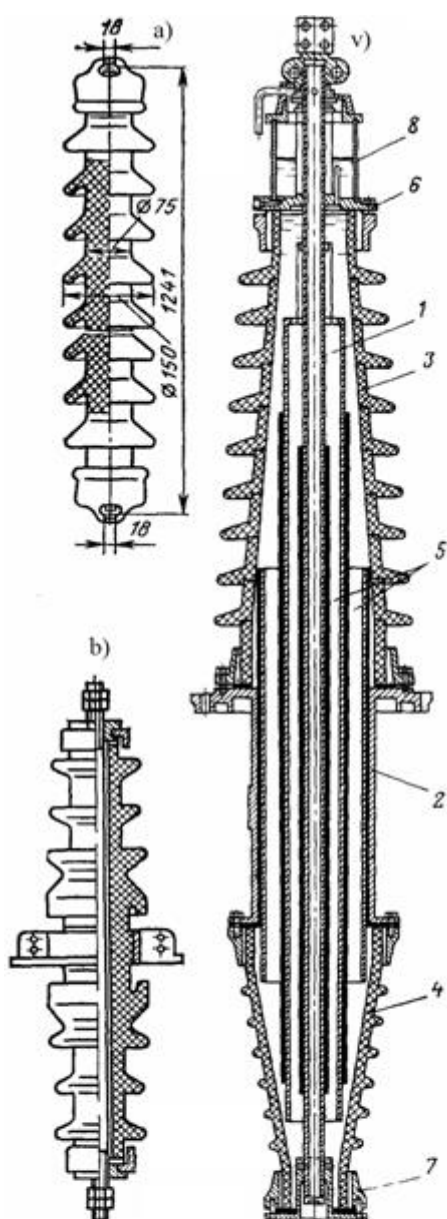
sig‘imi ko‘rsatilgan. Girlyanda sharnirli bo‘lgani uchun u faqat tortish kuchiga ishlaydi, ammo izolyator chinnisi ichida metall do‘ppi va tayoqcha shunday joylashtirilganki, chinni mexanik mustahkamligi yuqori bo‘lgan faqat qisilish kuchi ta’siriga ishlaydi. Likobchasimon osma izolyatorning tepa sirti tekis bo‘ylab,  $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$  konus shaklida yasaladi, va yomg‘ir suvini to‘xtamay oqib tushishini ta’minlaydi (69b-rasm). Izolyatorning ostki sirti zaryad yo‘lini uzaytirish uchun bir necha do‘ngalak qovurg‘ali yasaladi. Likobcha osma izolyatorni ishdan chiqishiga do‘ppi bilan tayoqcha orasida chinni yoki shisha hajmini elektr teshib o‘tilishi sabab bo‘lsada, ammo mexanik chidamliligi o‘zgarmay qolgani uchun sim yerga tushmaydi. Belgilanishi: PS-16B; P –osma (nimvesnoy) S–shisha dielektrikli, 16–tortish kuchi  $F=160\text{kN}$  va B–izolyatorning tuzilishini ko‘rsatadi. Likobchasimon osma izolyatorlar havo elektr uzatish yo‘li simlarning va unga ilashgan muzning tonnalab og‘irligini ko‘tarishga qodir.

**Tayoqcha osma izolyator.** Tuzilishi: ko‘rinishi-cho‘zinchoq, sirti-qovurg‘ali shakldagi farfor tayoqchaning ikki uchiga metall do‘ppi biriktirilgan (71a-rasm). Polimer va uzinasiga shisha tola bilan pishiqlashtirilgan epoksid kompaundidan yasalgan izolyator ham keng qo‘llaniladi. Jumladan, shisha tolali-epoksid materialidan yasalgan tayoqcha osma izolyatorlardan havo elektr uzatish yo‘llarining faza simlari orasidagi hamda ko‘p simlik fazalardagi simlar orasidagi havo masofasini o‘zgarmasligini ta‘minlashda foydalanilmoqda. Osmatayoqchasimon izolyatorlar havo elektr uzatish yo‘llari simini osib qo‘yishda kam

qo‘llaniladi, chunki izolyator sinsa, sim yerga tushib ketishi mumkin.

**Kirma izolyator.** Devor yoki metall korpus orqali elektr tokini, ayniqsa tok yuqori kuchlanishli bo‘lsa, o‘tkazishda ishlatiladi (71b-rasm). Tuzilishi: uzun silidsimon farfor quvuri 1 ichiga yuqori kuchlanishli tok o‘tkazuvchi metall tayoqcha 2 kiritilib, tashqarisining qoq o‘rtasiga yerlangan biriktiruvchi yassi metall halqasimon flanes 3 o‘rnatilgan. Kuchlanish 6 kV, 10 kV, 35 kV li kirma izolyator quvirchasining ichi – g‘ovak bo‘limi metall bilan to‘la farfor tayoqchasidan tuzilgan. Belgisi: PNSH–35/3000; P– kirma (proxodnoy), N– tashqi (narujniy), SH–shinalik,  $U_n=35$  kV,  $I_n=3$  kA,  $F=20$  kN. Bundan tashqari 110 kV va undan yuqoriroq kuchlanish uchun mo‘ljallangan kirma izolyatorlar murakkabroq tuzilgan.

110 kV va undan yuqori kuchlanishlarga mo‘ljallangan kirma izolyatorlarda yerlangan tashqi flanes bilan o‘qdan o‘tgan yuqori



71-rasm. Izolyatorlarning tashqi ko‘rinishi: a) – tayoqcha osma izolyator; b) - kirma izolyator; v) – kirma izolyatorning qirqimi.

kuchlanishli elektrod oralig'idagi elektr maydonni sozlash usuli qo'llaniladi. Izolyatsiya elektr maydonini sozlashning asosiy mazmuni nobirjinslik koeffitsenti  $K_i$  kamaytirish va  $K_i=1$  ga yaqinlashtirishdir.

$$K_i = E_{\text{mak}} / E_0 \quad (4.6)$$

Bunda  $E_{\text{mak}}$ -elektr maydonning eng katta va  $E_0$ -o'rtacha kuchlanganligidir. Izolyatsiyadan foydalanish koeffitsienti  $\eta$  esa nobirjinslik koeffitsentiga  $K_i$  teskari qiymatdir:

$$\eta = 1 / K_i \quad (4.7)$$

Elektr maydonni sozlash amali izolyatorning elektr chidamliligini oshirish, izolyator uzunligini qisqartirish, toj razryadiga energiya sarfini va zararli radio to'lqinlar chiqishini kamaytirishga xizmat qiladi. Izolyator atrofidagi elektr maydoni keskin nobirjins maydon bo'lib, unda  $K_i \geq 3$  gacha va undan ortiq bo'ladi.

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

$$E_{\text{mak}} = f(\varepsilon) \quad (4.8)$$

$\varepsilon$  -izolyator dielektrikining nisbiy elektr singdiruvchanligiga to'g'ri proporsionaldir.

110 kV va undan yuqori kuchlanishlarga mo'ljallangan kirma izolyator elektr maydonning eng katta kuchlanganligi  $E_{\text{mak}}$  o'q bo'ylab o'rnatilgan markaziy kirma elektrod 1 bilan yerlangan biriktiruvchi elektrod 2 oralig'ida radius bo'ylab sodir bo'ladi (71v-rasm). Bu oraliqda kondensator elektrodlari 5 dan foydalanib, bir oraliq bir necha ketma-ket oraliqlarga ajratiladi. Oraliqlarni chegaralovchi elektrodlarda orasidagi sig'im shunday olinadiki, natijada maydon sozlanadi. Kirma izolyator tashqi va ichki konusimon izolyator pokrishkalari 4 yordamida markaziy elektrod 1 ni qo'zg'almas holda saqlaydi.

Kirma izolyator ichiga transformator yoki kondensator moyi quyib qo'yiladi, chunki ularning elektr chidamligi juda yuqori. Transformator moyida razryadning shakllanishi vaqti katta bo'lgani uchun moyni teshib o'tish kuchlanishi  $U_v$

kuchlanishning ko'tarish tezligiga bog'liq: qancha tez ko'tarilsa,  $U_v$  shuncha baland. Masalan, yangi transformator moyining 50 Hz da standart elektrodli  $S=2,5\text{mm}$  masofani teshish kuchlanishi  $U_v=40\div 60\text{ kV}$  oralig'ida bo'lib, moyning namlik va tozaligiga bog'liq. moy eskirgach,  $U_v$  kamayib ketadi. Kondensator va transformator moylari tabiiy suyuq uglevodorod birikmalari bo'lib, neftni qayta ishlab olinadi. Sintetik suyuq dielektriklar tuzilishida uglerod atomi kremniy atomi bilan almashtirilgan bo'ladi. Sintetik suyuq dielektriklarning ishlash temperaturasi anchi yuqori  $400\div 500\text{ }^{\circ}\text{C}$  bo'lib, tabiiy dielektrik esa  $100\div 150\text{ }^{\circ}\text{C}$  gacha ishlaydi.

**Izolyatsiyani koordinasiyalash-muvofiqlash**—deb izolyatsiya elektr mustuhkamligi bilan unga ta'sir etuvchi kuchlanish orasidagi zaruriy moslashuvni ekspluatatsiyada ta'minlashga aytiladi. Bunda izolyatsiyani iqtisodiy asoslangan kichik shikastlanish va javobgarligi kamroq iste'molchilarni elektr ta'minotida uzulish extimoli ko'zda tutiladi.

### **4.3. 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 havoda toj razryadi hosil bo'lishi hamda elektronlar oqimi shina chetlaridan atmosferaga chiqib ketishi mumkin.

Ko'pincha 6 kV dan 35 kV gacha kuchlanishli yopiq taqsimlash qurilmalari ZRU shinalarda oddatda 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 material tasmalari ishlatiladi (68-rasm, rangli ilovaga qarang, 288-bet) [13]. 68-rasmda: *v*)-to'g'ri to'rtburchak shaklli tasmaimon shina; *g*)-ikki tasmali shina; *d*)-uch tasmali shina; *e*)-korobkasimon shina; *j*)-quvursimon shina ko'rsatilgan.

Shinalar koʻndalang kesim yuzasining oʻlchami: uning eni va qalinligi bilan aniqlanadi. 40 mm x 4 mm (koʻndalang kesim yuzi 160 mm<sup>2</sup>); 40x5 (200 mm<sup>2</sup>); 50x5 (250 mm<sup>2</sup>); 60x60 (300 mm<sup>2</sup>); 60x8 (480 mm<sup>2</sup>); 80x8 (640 mm<sup>2</sup>); 80x10 (800 mm<sup>2</sup>); 100x8 (800 mm<sup>2</sup>) va 100x10 (1000 mm<sup>2</sup>) oʻlchamli shinalar eng koʻp ishlatiladigan shinalardir.

Yuklama toklari va ayniqsa, qisqa tutashuv toklari katta boʻlgan taqsimlash qurilmalarda, toʻgʻri toʻrtburchak kesimli shinalardan tashqari, katta quvvatli generatorlarning uchlaridan chiqqan ichki chiqish fazalariga ulanib, bino ichida tortiladigan tok oʻtkazish simlari sifatida qobiqsimon kesimli shinalar ham ishlatiladi.

Shinalarni turli yoqish usullari 72-rasmda keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 283-bet) [13].

Toʻgʻri toʻrtburchak va qobiqsimon kesimli shinalar oʻzlarining shakllariga koʻra issiqlik tarqatish sirtlari katta boʻlgani sababli tez soviydi. Ular oqilona joylashtirilganda elektr dinamik jihatdan barqaror boʻladi. Bunday shinalarning afzalligi ularning arzonligi va montaj qilishning qulayligidir. Toʻgʻri toʻrtburchakli shinalarning muhim kamchiligi shundan iboratki, kuchlanish katta qiymatga erishganda toj razryadi toki hosil boʻlishi bilan energiya isrofi sodir boʻlishidadir. Toj razryadi yonganda havoning ionlanishi natijasida izolyatorlar va shinalar orasidagi havo oraliqlaridan tok oʻtib, 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 maqbul boʻlganda toj razryadi hosil boʻlmaydi. Shinalar egiluvchan qilib tortilganda, yumaloq kesimli shinalar sifatida, havo elektr uzatgich yoʻllariga moʻljallangan AS markali ochiq poʻlat–alyuminiy simdan foydalaniladi. Bosh yigʻma shinalar taqsimlash qurilmasi konstruktsiyasining bir boʻlimi boʻlib, elektr energiyasi bu shinalarga elektr stantsiyasi generatorlaridan yoki nimstantsiya transformatorlaridan keladi va energiya olib ketuvchi barcha elektr uzatgichlar shu shinalarga ulanadi.

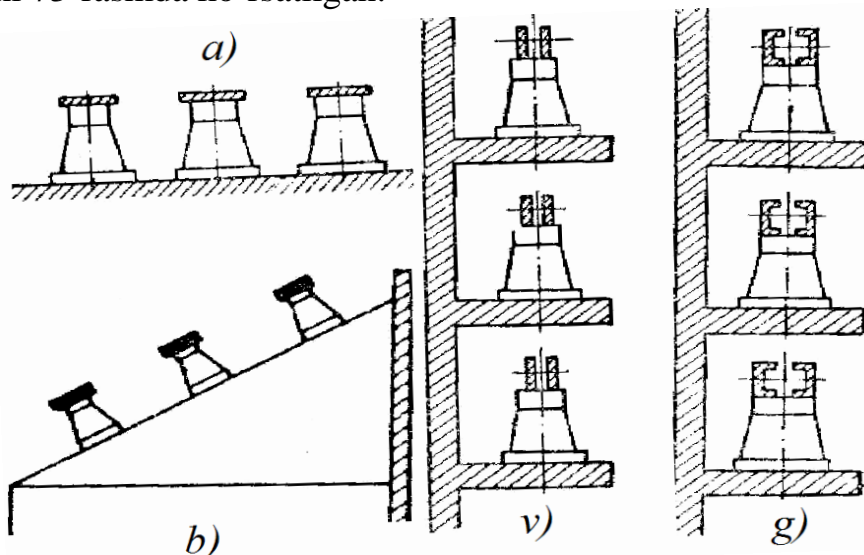
Berk taqsimlash qurilmalarida turli fazalarning shisasi vertikal, gorizontal yoki qiya joylashtiriladi. Shinalar vertikal joylashtirilganda har bir fazaning shinalari tokchalar yordamida ajratiladi. Qanday vaziyatda bo'lishidan qat'iy nazar, to'g'ri to'rtburchak kesimli shinalar bir-birlariga ingichka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

Yuklama toki katta bo'lganda shinalar guruh-paket qilib joylashtiriladi. Har qaysi guruh bir necha tasmadan iborat bo'lib, ular o'rtasidagi oraliq shina qalinligiga teng olinadi. Havo oraliqlari shinalarni maqbul sovitib, ularga paket tasmalari kesimiga teng bo'lgan shisha va chinninga ko'ra ko'proq tok yuklamasi berish imkonini beradi.

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

Shina guruhining tasmalari orasida tirqish hosil qilish uchun RPSH (razborniy prokladki shinnie), ya'ni shinaning kirgi qistirmalari ishlatiladi. Ularni butun guruh uzunligi bo'ylab ma'lum oraliqlarda o'rnatiladi. RPSH qistirmalari rezbali po'lat tayoqcha-shpilka, ikkita po'lat skoba, gaykalar va prujinali shayblardan tuzilgandir.

Berk taqsimlash qurilmalari bosh shinalarining gorizontal, vertikal va qiya joylashtirilishi 73-rasmda ko'rsatilgan.



73-rasm. Shinalarning joylanishi : a)–gorizontal joylashtirish, b)–qiya joylashtirish, v)–yassi shinalarni vertikal joylashtirish, g–qobiqsimon shinalarni vertikal joylashtirish.

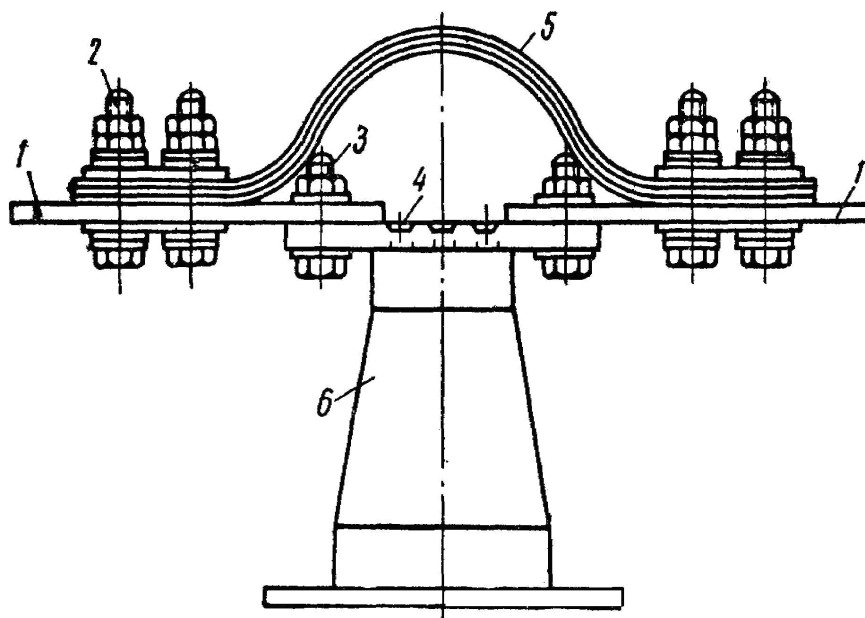
Shinalarni qanday tekislikda qo‘yilishiga qarab, izolyatorlarga ular yo keng tomonlari bilan chalqancha yoki tor tomonlari-qirradi bilan o‘rnatiladi. Shinalarni izolyatorlarga mahkamlash uchun shina tutqichlari ishlatiladi. Shinalarni chalqanchasiga va qirradi bilan mahkamlash uchun yotiq PSH (plashmya) va tik RSH (rebrom) shina tutqichlardan keng foydalaniladi.

Mahkamlanadigan shinalarning kesimi va ularning paketdagi tasmalari soniga qarab shina tutqichlar o‘lchami ham turlicha bo‘ladi. PSH va RSH shina tutqichlar asos 1, po‘lat varaqidan shtampovka o‘yilingan ustki nakladka 3 dan hamda gayka va shaybasi bo‘lgan shpilka 2 dan iborat.

Uyurtma 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 magnet 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 izolyatorlarga shina tutqich asosining markazidagi teshik orqali o‘tkazilgan bir bolt bilan mahkamlab qo‘yiladi. Yassi qo‘yiladigan shinalar ba‘zan izolyatorlarga boltlar yordamida shinadagi teshik orqali mahkamlanadi, bundan shinaning foydali kesimi biroz kamayadi.

Shinalar juda katta  
uzunlikka ega  
bo‘lganda ular  
uzunligi 14÷16 m  
bo‘lgan bo‘linadi.  
bo‘limlarga bo‘limlar  
Bunday bo‘limlar





bir–biriga uzaytirish kompensatorlari yordamida ulanadi (74–rasm).

74-rasm. Shina kompensatori: 1–shinalar, 2–kompensator shinalarga mahkamlanadigan bolt, 3–shinalar nakladkaga mahkamlanadigan bolt, 4–birlashtiruvchi nakladka, 5–egiluvchan folga tasmasi, 6–tayanch izolyator.

Kompensatorlar bir necha egik folga tasmalaridan iborat bo‘lib, tasma shina materialidan yasaladi. Kompensatorning umumiy ko‘ndalang kesimi shinalarning ko‘ndalang kesimlariga mos kelishi kerak. Shinalar qattiq qilib tortilganda, yumaloq kesimli shinalar sifatida, po‘lat novlar ishlatiladi.

#### **4.4. Yuqori kuchlanishli kabellar**

Kabellarning turlari. Kabel maxsulotlari ishlatilishi bo‘yicha quyidagi turlarga bo‘linadi: havo elektr uzatgich yo‘llari va elektr transportida ishlatiladigan izolyatsiyalanmagan simlar; turg‘un va harakatdagi energiya iste‘molchilarga mo‘ljallangan quvvat kabellari; nazorat kabellari; montaj uchun simlar; cho‘lg‘amlar uchun simlar; xo‘jalik va qurilma simlar; simli telefon aloqasi kabellari; maxsus kabellar.

Havo elektr uzatgich yo‘llari EUY da ishlatiladigan izolyatsiyalanmagan simlarga katta mexanik yuklama, atmosfera yog‘ingarchiliklari va havo kislorodi 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 kundalang kesimi maxsus shakl berilgan mis va mis qotishmalaridan yasaladi.

Kabel elektr uzatgich yo‘llarning afzalligi: ularda namlanishning yo‘qligi; egiluvchanligi va cho‘ziluvchanligi; burilishlarga chidamliligi; ichidagi tomirlarni siljimasligi uchun etarli qattiqligi, sanoat energitikasida 6, 10, 30, 110, 132, 220, 275, 345, 380, 400, 500, 750 kV kuchlanishli kabellar ishlatilmoqda. Kuch kabellari turg‘un iste‘molchilarni elektr energiyasi bilan ta‘minlashga mo‘ljallangan bo‘lib, ular yer osti transheyalari, kanallari, tunnellariga joylashtiriladi.

Turli kuch kabellari ko'ndalang kesimining ko'rinishlari 75-rasmda keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 284-bet) [13]. Rasmda: a) dumaloq ikki tomirli; b) dumaloq uch tomirli; v) to'rt sektor tomirli; g) uch sektor va bir dumaloq tomirli; d) ikki yarim doira tomirli; e) uch sektor tomirli; j) uch segment va bir uchburchak tomirli; 1-tok o'tkazuvchi jilalar; 2-nol jila; 3-tok o'tkazuvchi tomir (jila)larning izolyatsiyasi; 4-tok o'tkazuvchi tomir (jila) ekrani; 5-kesimni o'rab turuvchi izolyatsiya; 6-to'ldiruvchi material; 7-tomir izolyatsiyasining ekrani; 8-tashqi obolochka; 9-zirxli qoplama; 10-tashqi himoya qoplamasi.

Korxonada elektr energiyasini tarqatish uchun kabellar va tok o'tkazgichlar, ba'zan havo elektr uzatgich yo'llari ham ishlatiladi. Elektr ta'minoti sistemalarida 6 kV, 10 kV, 35 kV, 110 kV va 220 kV li kuch kabellari ishlatiladi.

Kabelni mexanik zararlanishdan asrash uchun qobiq ustiga po'lat tasmadan zirx hosil qilinadi. Metall zirxni korroziyadan asrash uchun ustiga bitum singdirilgan kabel qog'ozi yoki to'qima tasma o'rab muxofazalanadi. Kabel tomiri misdan yoki alyuminiydan yasaladi. Katta ko'ndalang kesimli kabel tomirining egiluvchanligini ta'minlash uchun tomir bir qancha simlardan tashkil qilinadi. Kabel izolyatsiyasi komaund yoki moy shimdirilgan kabel qog'ozi yoki polimer materialdan yasaladi. Qog'oz tasmasining eni  $12 \div 32$  mm, qalinligi  $80 \div 170$  mkm va zichligi  $0,78 \div 1,1$  t/m<sup>3</sup> bo'ladi.

Kuchlanishi 35 kV gacha kabelda moy-kanifol kompaundi ishlatiladi. Moyga 15-30 % kanifol qo'shilsa, uning quyushqoqligi ortadi va oqib ketishdan asraydi. Kabel tomiri qiziganda atrofida kichik o'lchamli bo'shliklar hosil bo'lib, bo'shlikdag'i bo'limiy razryadlar kabel elektr chidamligini kamayishi olib kelishi mumkin. 110 kV va undan yuqori kuchlanishli kabellar bir tomirli yasalib, unda kam quyushqoqli moy qo'llaniladi va zichlangan qobiq ichiga bosim beriladi (9-jadval). 6 kV va 10 kV kuchlanishlarda mis tomirli SBG va SBGV kabellari va alyuminiy kabellar ishlatiladi.

9-jadval

3x120 mm<sup>2</sup> kesimli kabelning turli kuchlanishlardagi texnik–iqtisodiy  
ko‘rsatkichlari

Kuchlanish, kV	Kabel markasi	O‘tkaziladigan quvvat, MVA	Qiymati, ming so‘m/km	Solishtirma qiymati, so‘m/(kVA·km)
6	ASB	1.5	4.22	2.82
10	ASB	2.5	4.65	1.85
20	AOSB	5.0	10.65	2.13
35	AOSB	8.75	14.0	1.6
110	MSSV	75.0	150.0	2.0

Eslatma: MSSV kabeli (3x150) mm<sup>2</sup> kesim yuzasiga ega.

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 mm<sup>2</sup> alyuminiy qobiqda 150, 185, 240, 270 mm<sup>2</sup> li ko‘ndalang kesimlarga ega.

Kabellarni yotqizish usullari. Korxonada kabellar trassalarini va yotqizish usullarini tanlash muhim masala hisoblanadi. Temir yo‘llar, avtomobil yo‘llari, sexlar binolarini ham kabel trassalari chetlab o‘tishi kerak. Kabellar yotqizishning eng sodda usuli ularni yer osti transheyalarida, 10 kV gacha kuchlanishda 0,7 metr chuqurlikda va 35 kV da 1 metr chuqurlikda yotqizish bo‘lib, transheyaga 1-2 ta kabel yotqizilsa, uning eni 0,4m olinsa, uchta kabel uchun 0,55 m olinadi (75i-rasm, rangli ilovaga qarang, 284-bet) [13]. Kabellar beton kanallarga ham yotqiziladi. Kabellarning kanallardagi konstruktsiyalarda joylash sxemasi 75m-rasmlarda berilgan. Unda: 1-kabel joylash konstruktsiyalari; 2-yong‘inga chidamli to‘siq; 3, 4-kuchlanishi 1kV dan yuqori va 1kV dan past kuchlanishli kuch kabellari; 5-nazorat kabellari; 6-nazorat va aloqa kabellari. Ichki hamda tashqi beton kanallarga yotqizish namunalari 75k-rasm va 75l-rasmda keltirilgan.

### Nazorat uchun savollar

1. Havoning dielektrik xususiyati.
2. Gaz razryadining xarakteri .
3. Mustaqil va nomustaqil razryad.
4. Toj razryadi.
5. Ichki izolyatsiya xarakteri.

6. Tashqi izolyatsiya xarakteri.
7. Yuqori kuchlanishli izolyatorlar turi.
8. Stansion izolyatorlar xarakteri.
9. Tayanch izolyatorlar xarakteri.
10. Nayzabop tayanch izolyatorlar.
11. Osmo izolyatorlar xarakteri.
12. Likobcha izolyatorlar xarakteri va girlyandasi.
13. Kirma izolyatorlar.
14. Tok o'tkazuvchi shinalar turi.
15. Shinalarning o'zaro ulanishi.
16. Elektr kabellar turi.
17. Qog'oz-moy izolyatsiyali kabellar.
18. Kabellarni yotqizish usullari.

## **V BOB. PAST KUHLANISHLI KOMMUTATSIYALASH JIXOZLARI**

### **5.1. Elektr taqsimlash qurilmalari**

Elektr energiyasini qabul qilish va uni boshqa elektr qurilmalari orasida taqsimlash uchun mo'ljallangan elektr jixozlar taqsimlash qurilmalari RU (raspredelitel'noe ustroystvo) deb ataladi.

Taqsimlash qurilmalaring elektr bilan ta'minlash sistemasi bo'lib, uning o'rniga qarab, elektr stantsiyasi generatorlari, nimstantsiyalarning kuch transformatorlari, havo va kabel elektr uzatgich yo'llari, bino ichida tortilgan elektr simlar energiya beruvchi yoki energiya taqsimlovchi hizmatini qilishi mumkin.

Taqsimlash qurilmalaridan keladigan elektr energiya boshqa taqsimlash jixozlari, nimstantsiyalar, kuch transformatorlari va turli elektr qabul qiluvchilar orasida qayta taqsimlanishi mumkin. Bunday qurilmalariga elektr energiyasi taqsimlash jixozidan tarqaluvchi kabel va havo elektr uzatgich yo'llari orqali yuboriladi.

Taqsimlash qurilmalarida unga ulangan elektr uzatgichlarni ajratib qo'yish va himoya qilish jixozlari, shuningdek, butun taqsimlash jixozini ham, uning alohida bo'limlarini ham ishlashini nazorat qilib turuvchi turli o'lchov asbob-uskunalari bo'ladi.

Elektr energiyani qabul qilib olish va taqsimlash, shuningdek, taqsimlash jixozining alohida elementlarini o'zaro yoqish 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 manбайдan 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.

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

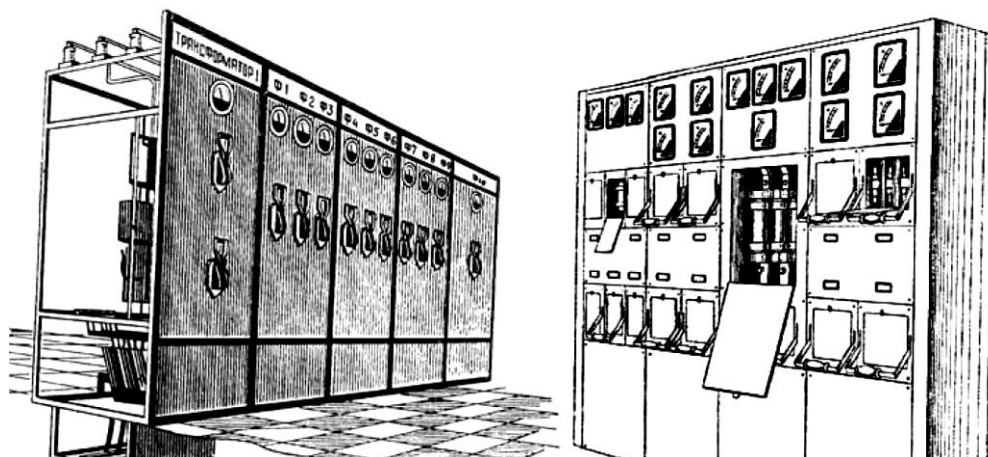
Turli taqsimlash jixozlarining tuzilish shakllari va o'lchamlari qurilmaning kuchlanishi va taqsim qilinayotgan quvvatiga bog'liq bo'ladi.

Taqsimlash qurilmalarida ishlatiladigan jixozlarning o'lchamlari va konstruktsiyalari, ularning turli tartiblarda ishlash sharoitlari, tok o'tuvchi bo'limlar izolyatsiyasining o'lchamlari, kuchlanishning kattaligiga bog'liq bo'ladi.

Ishlatilayotgan jixozlar xarakteri va uning yasaliş shakllariga qarab, taqsimlash jixozlari 1000 V gacha kuchlanishli tarmoqlarda ishlatiladigan past kuchlanishli qurilmalarga va 1000 V dan ortiq kuchlanishli tarmoqlarda ishlatiladigan yuqori kuchlanishli qurilmalarga bo'linadi.

Taqsimlash qurilmalarining tuzilishi xilma-xil bo'lib, ulardan ko'pchiligi elektr sanoati zavodlarida tayyorlanadi va tayyor holda tarqatiladi. Taqsimlash qurilmalari (shitlari) tuzilish shakliga qarab ikki xilga bo'linadi: ikkala tomondan ham ishga solinishi mumkin bo'lgan ochiq shitlar; faqat old tomonidan ishga tushiriladigan berk suyalma shitlar. Suyalma shitlar to'g'ridan to'g'ri devorga taqab o'rnatilishi natijasida ular kam joy oladi. Ko'p sektsiyali taqsimlash shitlaridan biri 76-rasmda keltirilgan. Bunday shitlar yuqori kuchlanishli

qurilmalarning past kuchlanishli tomonini 0,4 kV kuchlanish bilan ta'minlashga mo'ljallangan.



76-rasm. Ko'p sektsiyali taqsimlash shitlari.

76-Rasmda ikki tomonlama hizmat qilishni talab qiladigan shkaf keltirilgan. Old tomonida rubilniklarning dastaklari, elektr o'lchov asbob-uskunolari o'rnatilgan. Orqa tomonidan esa rubilnik va eruvchi saqlagichlarniga texnik hizmat ko'rsatish ishlari olib boriladi.

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

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

Ketuvchi tarmoqlarda yuklamaning ortib ketishi va qisqa tutashuvlar 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 uzgichlar 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 sistemaning yuklamasi teng taqsimlanadi.

Ikki simli tarmoqlarda himoya moslamasi faqat bir simda, ya'ni 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 uzgichlar, avtomatlar, o'lchov asbob-uskunalari o'rnatiladi.

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.

Elektr ta'minlash tarmoqlarini yoqish uchun taqsimlash shitining asosiy shinasidan tarmoqlar chiqarilib, bu tarmoqlarning har biri boshqarish, himoya jixozlari hamda o'lchov asbob-uskunalari bilan taominlangan. Himoya jixozlari sifatida ko'pincha quvursimon saqlagichlar, boshqarish jixozlari sifatida esa uzgichlar ishlatiladi.

Hozirgi zamon qurilmalarida himoya va boshqarish jixozlari sifatida turli avtomatlar, magnitli yurgizgichlar, kontaktorlardan foydalaniladi. Har bir tarmoqning asosiy o'lchov asbob-uskunai Ametr 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 tarmoqiga ulangan joyiga voltmetr, ampetr va qayta ulagich o'rnatiladi. Qayta ulagich yordamida voltmetr istalgan fazaga ulanishi mumkin.

Taqsimot shitining panellariga kabellar yoki izolyatsiya novlarga kiritilgan izolyatsiya qilingan simlar kiritiladi. Sim va kabellarni kiritishni osonlashtirish maqsadida, shit ostiga beton kanal quriladi.

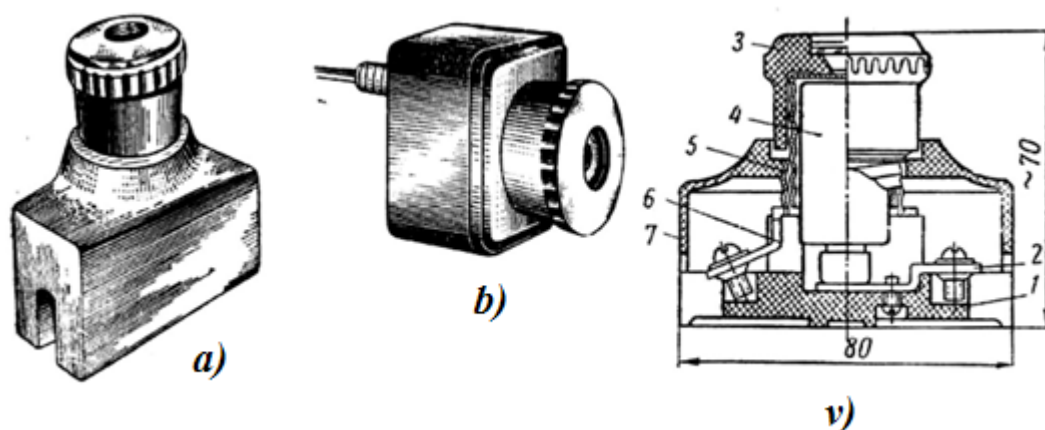
## **5.2. Saqlagichlar, rubilniklar va uzgichlar**

**Eruvchan saqlagichlar** o'zining konstruktsiyalariga 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 rez'balli saqlagichlardir. Po'kakli saqlagichlar turli konstruktsiyalarda chiqariladi. 20 A gacha nominal tokka mo'ljallangan PSU (plavkiy predoxranitel' s sokol'noy rez'boy, ustanovochno`y) seriyasidagi saqlagichlar shular jumlasidandir.

PSU-20 seriyasidagi saqlagichning asosi 1 plastmassadan yasilib, simlarni yoqish uchun asosga pastki 2 va yuqorigi 6 kontaktlar mahkamlangan (77a-rasm). Yuqorigi kontakt 6 ga S-27 sokol' rez'balli kontakt gil'zasi 5 payvand qilingan. Gil'zaga eruvchan qo`yma (vstavka) 4 li saqlagich 3 boshchasi burab kiritiladi. Saqlagich to'g'ri to'rtburchak asosli va kvadrat asosli qilib yasaladi.

10A, 15A yoki 20 A ga mo'ljallangan va almashtiriladigan eruvchan quyma saqlagichlar ikkala asosi kontakt qalpoqchalari bilan bekitilgan 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'zchasini ushlab turadi. Chinni silindrning ichi mayda kvars qumi bilan to'ldirilgan.





77–rasm. Bir qutbli va rezbali saqlagichlar: a) – PSU-20 markali saqlagich; b) – S – 27 rezbali saqlagich; v) – saqlagichning qirqimi.

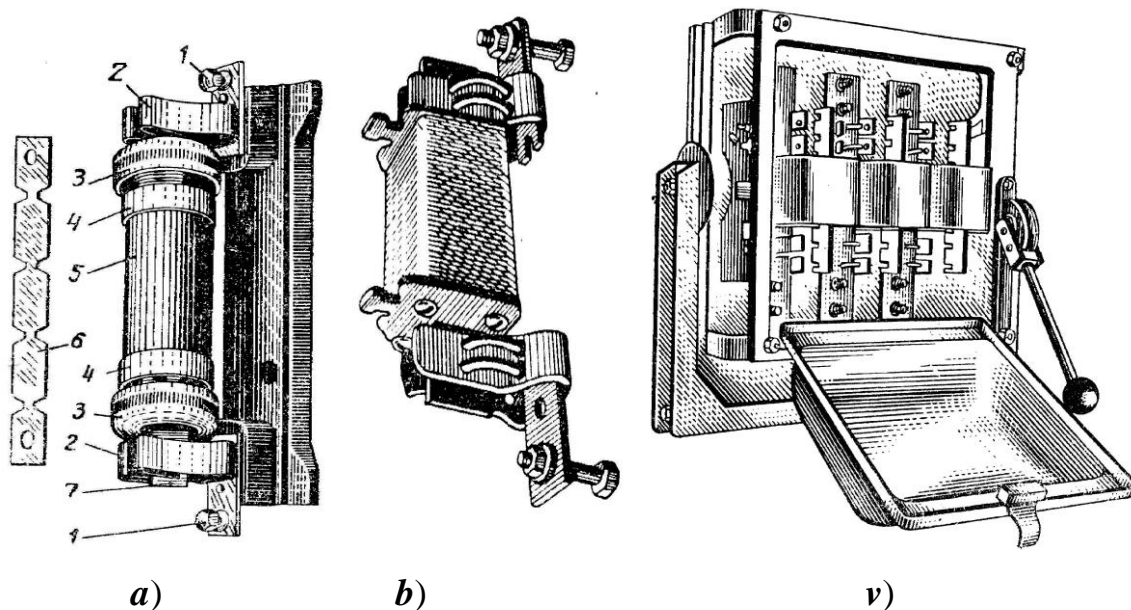
Ko‘prikcha eriganda nazorat sim ham eriydi va ko‘zcha kontaktdagi chuqurchadan tushib qoladi. Saqlagich boshchasining tashqi asos sirtidagi oyna qo‘yilgan teshikdan nazorat ko‘zcha ko‘rinib turadi. Shunga qarab saqlagichning ishga yaroqligi haqida hukm yuritish mumkin. Saqlagichning tok keladigan barcha bo‘limlari 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 uzgichlar ham ishlab chiqarmoqda. Yuklama ortib ketganda yoki tutashuv bo‘lganda, bu uzgich yordamida ajratib qo‘yilgan chiziq uzgichdagi knopkaga bosib qayta ulanadi.

Konstruktsiyasi va turlari xilma–xil bo‘lgan naycha simon saqlagichlar taqsimlash qurilmalarida va quvvat elektr qurilmalarining alohida uchastkalarida keng qo‘llaniladi. Eng ko‘p tarqalgan naycha simon saqlagichlar jumlasiga PR (predoxranitel’ razborniy) tipdagi bo‘limlarga ajraluvchi, yumaloq fibra naychali saqlagich (78a-rasm) va shuningdek, PN tipli ichiga kvars qumi to‘ldirilgan kvadrat chinni naychali saqlagichlar kiradi (78b-rasm).

PR tipli naycha simon saqlagichlar uchun nominal kuchlanishi 220 V (qisqa) va 660 V (uzun) bo‘lgan patronlar 15A, 60A, 100A, 200A, 600A va 1000A 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.



78-rasm. Saqlagichlar: *a)* - PR naysimon saqlagich, *b)* - qum to'ldirilgan saqlagich PN va *v)* - saqlagichlar bloki BPV.

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

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

Qo'yima 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 qo'ymani hamda butun saqlagichni ortiqcha qizib ketishidan asraydi.

PN saqlagichlar 40A dan 600 A gacha nominal tokka va 500 V gacha nominal kuchlanishga mo'ljallab chiqariladi (78*b*-rasm). Saqlagichning eruvchan qo'yimasi

teshiklar teshilgan mis folgasining bir necha tasmalaridan yasaladi. Uni uzib tashlash qobiliyatini oshirish uchun kvarts qumiga ko‘miladi.

Naysimon saqlagichlardan yana 500 V gacha nominal kuchlanishga mo‘ljallangan, bo‘limlarga ajralmaydigan, NPR (predoxranitel’ s napolnitelem, nerazborniy) saqlagichlar va bo‘limlarga ajraluvchi saqlagichlar 100 A dan 600 A gacha nominal tokka moslab chiqariladi.

Ba’zi korxonalarining yoritish qurilmalari uchun 10A va 24 A ga mo‘ljallangan naysimon saqlagichlar: patroni va asosi plastmassadan yasalgan PPT–10 va KP–25 tipidagi va boshqa saqlagichlar chiqariladi.

Avtomatlar. Rezbali avtomatik uzgichning tashqi ko‘rinishi 79a-rasmda va uning ko‘ndalang kesimi 79b-rasmda hamda avtomat AP-50 g‘ilofi 2 olingan ko‘rinishi 79v-rasmda va uning ko‘ndalang kesimi 79g-rasmda keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 285-bet).

Rezbali avtomatik uzgichning tuzilishi: 1-yoqish tugmachasi; 2-uzish tugmachasi; 3-ushlagich; 4-richag; 5-kontakt ko‘prigchasi; 6-harakatchang kontakt; 7-rezbali gilza; 8-turtgich; 9-prujina; 10-yoqish joyi; 11-turg‘un kontakt; 12-bimetall element; 13-simli ulanish; elektromagnit cho‘lg‘ami; 16-magnit o‘zak [13].

Avtomat AP-50 ning tuzilishi: 1-asos; 2-plastmassa g‘ilofi; 3- turg‘un kontakt; 4- harakatchang kontakt; 5-elektr yoyini o‘chiruvchi plastinalar; 6-elektromagnitli uzgich; issiqlik ta’siri bilan uzgichlardan tashkil topgan.

**Rubilnik va qayta ulagichlar.** Ulangan va uzilgan ikki holatga qo‘lda o‘tkaziladigan kommutasion jixoz **uzgich-rubilnik** deb aytiladi. Ikkita va undan ortiq zanjirlarga navbati bilan yoqish uchun hizmat qiladigan kommutasion jixoz **qayta ulagich** (pereklyuchatel’) deyiladi.

Uzgich-rubilniklar va qayta ulagichlar 500 V gacha bo‘lgan nominal kuchlanish uchun bir, ikki va uch qutbli holda ishlab chiqariladi. Yoy so‘ndiruvchi qurilmasi bo‘lmagan rubilniklar toksiz zanjirlarni uzish va yuqori kuchlanishli zanjirda **ko‘rinuvchi uzilgan oraliq** (vidimiy razriv) hosil qilishga mo‘ljallangan. Yoy

soʻndiruvchi qurilmali rubilniklar nominal tokkacha boʻlgan tokni uzish imkoniga ega.

**Uzgich rubilniklar** avtomatlashtirilmagan oddiy uzgichlar boʻlib, qoʻl bilan harakatga keltiriladi. Markaziy taqsimlash shitlari, taqsimlash shkaflari va shunga oʻxshash taqsimlash qurilmalarida elektr zanjirlarini qoʻshish va ajratish uchun oddiy uzgichlar sifatida uzgichlar, bir–biriga kiruvchi qayta ulagich rubilniklar, maxsus bloklar, paket uzgichlar va boshqa jixozlar ishlatiladi.

Uzgichlar va qayta ulagich rubilniklar ikki yoki uch qutbli kontakt sistemasiga ega boʻlib, 500V gacha nominal kuchlanish va 60A dan 600A gacha nominal tokka moʻljallangan (79-rasm, rangli ilovaga qarang, 285-bet) [13]. Rasmda: *d*)-dastakli uzgich-rubilnik; *e*)-richag yuritmalil uzgich-rubilnik; *j*)-dastakli qayta ulagich; 1-dastak; 2-izolyatsiyali tayoqcha; 3-kontakt pichoqlari; 4- izolyatsiyali taxtacha; 5-kontaktli turma; 6-sharnirli turma; 7-tortgich; 8-yoy uzgich; 9-birinchi zanjir; 10-ikkinchi zanjir.

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 boʻlgan RPS, RPB, PPS va PPB tiplaridagi uzgich va qayta ulagich rubilniklar ham yuklamasi kichik boʻlgan elektr zanjirlarining tutashtirish uchun ishlatiladi.

Bloklar deb taqsimlash shitlari va blok tipda komplektlanadigan metall shkaf ichiga joylashtirilgan tutashtirish va himoya jixozlariga aytiladi.

Blokning nomi va turi uning ichida oʻrnatilgan jixozlar nomi va tipiga mos boʻladi. Masalan, ichida saqlagichi boʻlgan blok BP (blok–qayta ulagich), ichida uzgichi boʻlgan blok esa BV (blok–uzgich) deb yuritiladi.

Blok taqsimlash shitlarida aralash bloklar BPV (blok–predoxranitel’–uzgich) ishlatiladi. BPV bloklarida qum toʻldirilgan naysimon saqlagichlar ishlatiladi, ular uzgichning qoʻzgʻaluvchi kontakti rolini ham oʻynaydi. Buning uchun saqlagich naychalari oʻzaro va richagli yuritma bilan mexanik birlashtiriladi. Yoqish 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 100A, 200A, 400A, 600A, 1000A va 1500 A nominal elektr tokiga mo'ljallab chiqariladi.

**Paketli uzgichlar.** Paketli uzgich juda ixcham bo'lib, ko'pincha ikki va uch qutbli yasaladi va juda katta bo'lmagan quvvatli elektr zanjirlarini uzadi hamda ulaydi (79z,i-rasmlar, rangli ilovaga qarang, 285-bet). Rasmda paketli uzgich (z) hamda kulachokli uzgichlar (i) tasvirlangan [13].

Paketli uzgichlar quyidagi bo'limlardan tuzilgan: 1-kontakt ko'prigi; 2-plastmassa halqa-paket; 3-kontakt ulagichlari; 5-yopg'ich; 6- buraluvchi dastak.

Kulachokli uzgichlar quyidagi bo'limlardan tuzilgan: 1-turg'un kontakt ulagichi; 2-aylantiriluvchi o'q; 3-kulachok; 4-korpus; 5-kulachokka bosib turuvchi tirgak-shtok; 6-prujina; 7-kontakt ko'prikchasi; 8-turg'un kontakt; I va II – plastmassa halqalar-paketlar.

Uzgichning ponasimon kontaktlari bo'lib, kontaktning qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas bo'limlari biri–birining ustiga o'rnatilgan baland plastmassadan yasalgan halqalar ichida turadi.

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

### **5.3. Avtomatlar, kontaktorlar va magnit yuritgichlar**

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

alohida elektr dvigatellarini boshqarish hamda ularni himoya qilish uchun ham ishlatiladi.

**Avtomat uzgichlar.** Avtomatik havo uzgichlari nonormal ishlayotgan elektr zanjirlarni avtomatik uzish va normal ish holatlarida, ba'zi hollarda operativ qayta yoqishlarni bajarish uchun xizmat qiladi.

Avtomatik havo uzgichlarida yoyni so'ndirish uchun maxsus muhit qo'llanilmaydi, u havoda so'ndiriladi, shuning uchun ular havo uzgichlari deb aytiladi.

Qutblar soniga qarab avtomatlar bir, ikki, va uch qutbli bo'ladi.

Ishga tushib ketish vaqti  $t_{i,t}$  bo'yicha, ya'ni tekshiriladigan parametr (tok, kuchlanish, harorat) belgilangan qiymat (avtomatning o'rnatmasi) dan ortish momentidagi vaqtdan kontaktlarning ajralish momentigacha bo'lgan vaqtga qarab quyidagi turlarga bo'linadi: normal avtomatlar –  $t_{i,t} = 0,02740,1$  s; selektiv avtomatlar - kutish vaqtini 1 s gacha sozlash imkonini beruvchi; tez ishlovchi avtomatlar –  $t_{i,t} = 0,005$  s.

Selektiv avtomatlar tarmoqlarni tanlab himoya qilish imkonini beradi. Tez ishlovchi avtomatlar esa tarmoqdagi avariya toklarini cheklash imkonini beradi. Avtomatlar o'zgaruvchan tokda 660 V gacha va o'zgarmas tokda 440 V gacha kuchlanishda 6000 A gacha toklar uchun mo'ljallab ishlab chiqariladi. Avtomatlarning uzish qobiliyati  $200 \div 300$  kA gacha yetadi.

Avtomatlarning quyidagi asosiy bo'limlari bor: zarur bo'lgan ajralma kontakt juftlaridan iborat bo'lgan tutashtiruvchi qurilma va har qaysi kontakt jufti yoy o'chiruvchi kamera bilan jihozlangan; qo'l bilan ishga tushiriladigan va erkin uzuvchi qurilmali yoqish va uzish mexanizmi; avtomatlashtirilgan issiqlik va elektromagnit ajratkichlari; blokirovka kontaktlari.

Avtomat uzgichlar elektr tarmoqining 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 qurilmaga ta'sir qiladi, avtomat tutashtiruvchi qurilma ajraladi.

Erkin ajratish qurilmasi avariya hollarida avtomatning ajralishini ta'minlaydi, shu bilan birga, avtomat qo'l bilan boshqariladigan dastak, ya'ni knopka yoki richag, ulangan ("vklyucheno") vaziyatida tursada, uning kontaktlari ajralib qoladi.

Avtomat uzgichlar 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 kontakt bo'limlari ajralib qoladi. So'ngra "ulangan" (vklyucheno) vaziyatiga o'tganda ajralgan bo'limlar 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 tipidagi bir qutbli avtomatlar keng ishlatiladi.

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

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

Uzatish tarmoqi avtomat ravishda ajralib qolgandan so'ng, kontaktlarni avvalgi vaziyatiga keltirish va uzatish tarmoqini yoqish, qo'l bilan boshqarish richagi 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.

Rezbali avtomatik uzgich 79a,b-rasmlarida keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 285-bet) [13]. Rasmda: 1-yoqish tugmachasi; 2-uzish tugmachasi; 3-ushlab qolgich-zashelka; 4-richag; 5-kontakt ko'prigi; 6-turg'un kontakt; 7-rezbali gilza;

8-turtgich; 9-prujina; 10-kontakt kirmasi; 11-harakatchan kontakt; 12-bimetall tasma; 13- ushlab qolgichning shtifti; 14-egiluvchan bog‘lanma; 15-elektromagnit cho‘lg‘ami.

AP–50 avtomatlari uch fazali 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 yurgizib yuboruvchi va himoya qiluvchi jixozlar sifatida keng qo‘llaniladi (79v,g–rasm, rangli ilovaga qarang, 285-bet) [13].

Avtomat AP–50 o‘zining g‘ilofidagi ikkita mexanik knopka yordamida boshqariladi. Avtomat quyidagilardan tuzilgan: metall asos, plastmassa qopqoq, qo‘zg‘almas kontaktlar, qo‘zg‘aluvchi kontaktlar, yoy so‘ndiruvchi kamera, qayishqoq o‘tkazgichlar, qo‘zg‘aluvchi kontaktlar tutqichlari, yoqish knopkasi, uzish knopkasi, uzuvchi reyka, masimal tok elektromagnit ajratkichlar, 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.

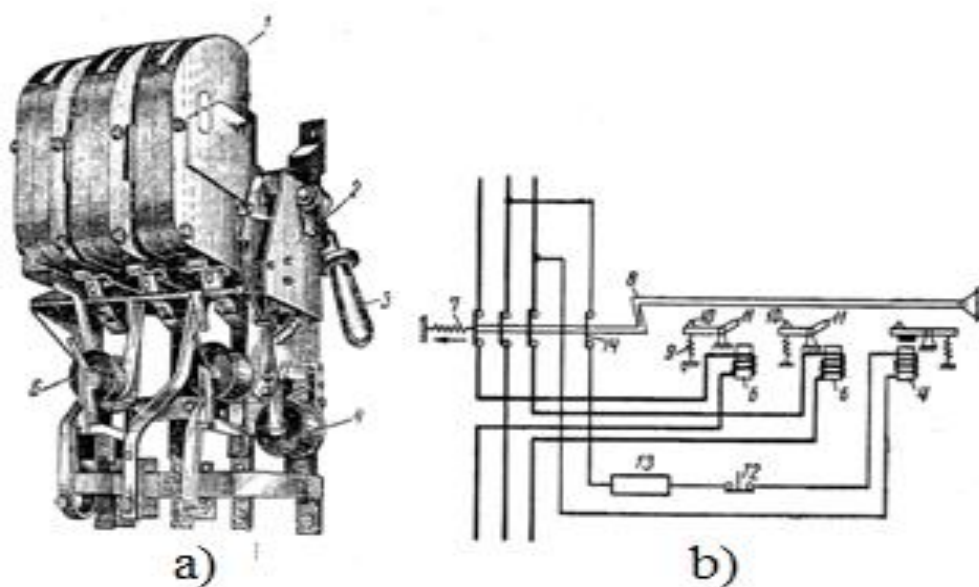
AP–50 avtomatlarining tok uzgichlari 1,6A dan 50A gacha nominal toklarga mo‘ljallab tayyorlanadi. Uzgichda ishga tushirish tokini rostlovchi qurilma bo‘ladi. Masalan, 25 A tokka mo‘ljallangan uzgich ishga tushirish toki 16 A dan 25 A gacha bo‘lgan avtomatda o‘rnatilishi mumkin.

**Uch fazali avtomat A–2000** katta yuklamali elektr zanjirlarini tutashtirish va himoya qilishda ishlatiladi (80a–rasm). Avtomat ikkita maksimal tok elektromagnit uzgichi va bitta minimal kuchlanish uzgichi bilan jihozlangan.

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 richak 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. Ishga tushiruvchi mexanizmi erkin uzgichli qurilmaga ega.



80–rasm. A–2000 uch qutbli universal avtomat: a) – avtomatning umumiy ko‘rinishi; b) – ulanish sxemasi. smlarda: 1–asosiy kontaktlarning yoy so‘ndiruvchi kameralari, 2–erkin ajratuvchi mexanizm, 3–boshqarish dastasi, 4–minimal kuchlanish rele g‘altagi, 5–chiziq ulanadigan bo‘limlar, 6–maksimal tok rele g‘altagi, 7–uzuvchi prujina, 8–richak, 9–rele prujinasi, 10–rele yakorining tepkisi, 11–rele yakori, 12–masofadan uzish knopkasi, 13–qo‘shimcha qarshilik, 14–blok–kontakt.

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 uzgich 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 yuritmalari bilan jihozlanadi.

**Kontaktorlar** - bu masofadan boshqariladigan apparatlar bo'lib normal ish holatidagi zanjirlarni ko'plab yoqish va uzishlar uchun xizmat qiladi. Kontaktorlar 3-4000 A tokkacha, o'zgarmas tokda 220, 440, 650, 750 V kuchlanishga, o'zgaruvchan tokda 380, 500, 660 V kuchlanishga ishlab chiqariladi va soatiga 600-1500 marta yoqish imkonini beradi. Kontaktorlarni ayrim maxsus seriyalari soatiga 14000 martagacha yoqish imkonini beradi.

Kontakt sistemasi elektr magnit yordamida ulanadigan kontaktorlar eng ko'p qo'llaniladi.

Kontaktorlar qurilmani nonormal holatlardan, ya'ni o'ta yuklanish, qisqa tutashuv toklaridan, muhofazalay olmaydi. Shuning uchun ular avtomatik boshqarish sxemasida nonormal holatda ishga tushadigan maxsus relelalar bilan birgalikda qo'llaniladi.

Magnitli ishga tushirgichlar - bu odatda, uch qutbli kontaktordan, o'rnatilgan issiqlik relelaridan va yordamchi kontaktlardan tashkil topgan elektr qurilmadir. Ular quvvati 75 kVtgacha bo'lgan uch fazali elektr dvigatellarni boshqarish uchun xizmat qiladi.

Elektr zanjirlarni uzoqdan turib yoki avtomatik ravishda yoqish va ajratishga mo'ljallangan elektromagnit jixoz kontaktor deyiladi.

O'zgaruvchan va o'zgarmas tokli kontaktorlar 81-rasmda berilgan (rangli ilovaga qarang, 286-bet).

Klapan turidagi o'zgaruvchan tok kontaktorining tuzilish sxemasida: 1-yakor-harakatchang magnit o'zak; 2-cho'lg'am; 3-qisqa tutashgan o'ramlar; 4-turg'un magnit o'zagi; 5-amartizasiya prujinalari; 6-kontaktlar; 7-qaytaruvchi prujina; 8-shpilka ko'rsatilgan (81a-rasm).

To'g'ri yuritgichli o'zgaruvchan tok kontaktorining tuzilish sxemasida: 1-yakor; 2- cho'lg'am; 3-qisqa tutashgan o'ramlar; 4-magnit o'zagi; 5-amartizasiya prujinalari; 6-kontaktlar; 7-qaytaruvchi prujina ko'rsatilgan (81b-rasm).

O'zgaruvchan tokda ishlaydigan uch fazali kontaktorning tuzilish sxemasida: 1- elektr yoyini o'chiruvchi kamera; 2-turg'un kontakt; 3-harakatchang kontakt; 4- kamerani biriktiruvchi skoba; 5-cho'lg'am; 6-magnit o'zak; 7-yakor; 8-elastik elektr ulovchilar; 9-blokirovkaga mo'ljallangan kontaktlar (81v-rasm).

O'zgarvas tok kontaktorning tuzilish sxemasida: 1-elektr yoyini so'ndiruvchi cho'lg'am magnit o'zagi; 2-turg'un kontakt; 3-yoy so'ndiruvchi panjara; 4- izolyatsiyali to'siqlar; 5-yoy so'ndiruvchi kamera; 6-kontakt ushlagichi; 7- harakatchang kontakt; 8-prujina; 9-magnit qo'yima; 10-yakor; 11- prujina; 12- blokirovkaga mo'ljallangan kontaktlar; 13-cho'lg'amni yoqish joylari; 14-magnit o'zagi; 15-cho'lg'am; 16-kontaktorni yoqish tugmachasi; 17- kontaktorni uzish tugmachasi ko'rsatilgan (81g-rasm).

Kontaktorlar avtomatlardan farq qilib, elektr zanjirini himoya qilmaydi, ular sof tutashtirishivchi jixozlar bo'lib, nominal chegarada bo'lgan har qanday yuklamalarni tez-tez uzib-ulab turishi uchun ishlatiladi.

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

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

**Magnit yuritgich** o'zgaruvchan tokning uch qutbli kontaktoridan iborat bo'lib, odatda, ikkita fazasi issiqlik relelari va blokirovka qiluvchi kontaktlar bilan ta'minlangandir (81-rasm, rangli ilovaga qarang, 286-bet). Bu elementlarning hammasi umumiy metall quticha ichiga joylashtirilgan [13].

Magnit yuritgichning tuzilish sxemasida: 1-metall asos;2-turg'un kontakt; 3- prujina; 4-magnit o'zagi; 5-cho'lg'am; 6-yakor; 7-qaytaruvchi prujina; 8-kontakt ko'prikchasi; 9-prujina; 10-yoy so'ngdirish kamkrasi; 11-issiqlik himoyasi ko'rsatilgan (81d-rasm).

PA rusmli magnit yuritgichning tuzilish sxemasida: 1-yuritmaning asosi; 2-magnit oʻzagi; 3-yakorning tayanchi; 4-choʻlgʻam; 6-yakor; 7- magnit oʻzagi prujinasi; 8-kamera; 9-kameraning asosi; 10-turgʻun kontakt; 11-harakatchan kontakt; 12-kontakt prujinasi; 13-tayanch; 14-bloklovchi kontaktlar; 15-qaytaruvchi prujina; 16-yakorning oʻqi koʻrsatilgan (81e-rasm).

PAE-311 rusmli magnit yuritgichning tuzilish sxemasida: 1-kontakt koʻprikchasi; 2-magnit oʻzagi; 3-yuritmaning asosi; 4-gʻaltak; 6-yakor ustunchasi; 7-yakor; 10-yoy soʻngdiruvchi kamera; 11-qaytaruvchi prujina; 13-yakor tayanchi; 14-vint; 16-kontakt prujinasi koʻrsatilgan (81j-rasm).

Magnit yuritgichlari qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron elektr dvigatellarni uzoqdan turib boshqarish va ularni oʻta yuklamadan himoyalash uchun ishlatiladi. Magnit yuritgichlari, ayrim hollarda, taqsimlash qurilmalarining tutashtirish jixozlari sifatida ham ishlatiladi. Magnit yuritgichini yoqish hamda ajratish va unga ulangan elektr dvigatelini ishga tushirish va toʻxtatish 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 qoʻyib yuborilgandan keyin prujina yordamida oʻzining dastlabki vaziyatiga qaytadi.

## **5.6. Operativ jixozlarning kontaktlari**

Kontaktlar har qanday jixozning ham muhim boʻlimidir. Operativ appatlarning ajralmaydigan va bir–biriga nisbatan siljimaydigan, qattiq mahkamlangan boʻladi. Qattiq kontaktlar doimiy boʻlib, jixozlarning shinalari va simlar ulanadigan boʻlimlari kontaktlari boʻladi. Jixozlarning, bundan tashqari, vaqti–vaqti bilan tutashuvchi va ajraluvchi kontaktlari ham boʻladi. Bunday kontaktlar elektr zanjirlarini ulaydi va uzadi. Ajraluvchi kontaktlar qoʻzgʻaluvchan va qoʻzgʻalmas boʻlimlardan iborat boʻladi. Baʼzi operativ jixozlarning sirpanuvchi kontaktlari ham boʻladi, ular ajralmasdan bir–biriga nisbatan siljiydi, shu bilan birga ular oʻzaro elektrik ulangan boʻladi. Sirpanuvchi kontaktlarning ham qoʻzgʻaluvchan va qoʻzgʻalmas boʻlimlari boʻladi.

Jixozlarning bir–biriga tutashgan kontaktlari tutash joylarining ishonchli va zich bo‘lishini ta’minlashlari, elektr zanjiridan oqayotgan tok kontaktlaridan o‘tayotganda qo‘shimcha qarshilik uchratmasligi va ularni ortiqcha qizitmasligi kerak.

Kontaktlar tutashgan joyining elektr tokiga qilgan qarshiligi kontaktning o‘tish qarshiligi deyiladi. Operativ jixozlarning ajraluvchi kontaktlari tok oqayotgan zanjirni uzish vaqtida o‘zlarining qo‘zg‘aluvchan va qo‘zg‘almas bo‘limlari orasida hosil bo‘ladigan elektr yoyi ta’sirida qoladi. Bu vaqtda yoy xarorati ta’sirida kontakt metallini erishi va bug‘lanishi yoki hatto kontaktlar erib, yopishib qolishi mumkin. Buning natijasida kontaktlar ishga yaroqsiz bo‘lib qolishadi.

Har qanday operativ jixozlarning 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 bosishi 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 sirtlari bilan emas, balki chekli sondagi nuqtalari bilangina tegib turadi. Bunga sabab kontaktlarga ishlov berilganidan so‘ng uning sirtlarida qolgan notekisliklar yetarlicha sozlanmagandan 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 zo‘rayadi, natijada kontaktlar shikastlanishi mumkin.

Kontaktlarning o‘zaro tegib turadigan nuqtalari sonining yetarli bo‘lishi, ularning konstruksiyalaridan tashqari, teguvchi sirtlarning bir–biriga moslanishi

va sozlash aniqligiga ham bog'liqdir. Kontaktlar maqbul sozlansa, ular bir–biriga nisbatan to'g'ri joylashadi va bitta kontakt ikkinchi kontaktga chuqur kiradi.

Kontakt mexanik mustahkam bo'lishi kerak. Bunday kontakt ma'lum sondagi yoqish va ajratishlarga chidashi kerak. Shu bilan birga, gaykalar va boltlar o'z–o'zidan buralib chiqmasligi, prujinalar bo'shashib qolmasligi, o'qlar va ishqalanuvchi boshqa bo'limlarning 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 operativ jixozlarning ajraluvchi kontaktlari: yuklama uzgichlari va quvvat uzgichlari ham elektr yoyi bilan shikastlanmasligi kerak. Yoy kontaktlarning ma'lum bo'limlari orasidagina, ya'ni yoy so'ndiruvchi bo'limlaridagina, hosil bo'lgani uchun kontaktlar shikastlamaydi; kontaktning asosiy bo'limi yoy ta'sirida qolmaydi.

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

Shuning uchun ham jixozni juda tez yoqish 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 qonuniyati va yasalish shakliga qarab farq qilinadi. Bir–biriga tegish qonuniyatiga ko'ra kontaktlar uch xil bo'ladi: keng sirtlari tegib turuvchi yassi kontaktlar; chiziqli kontaktlar; bir yoki bir necha nuqtalari bilan tegib turuvchi nuqtaviy kontaktlar. Kontakt turlari 82–rasmda berilgan (rangli ilovaga qarang, 287-bet). Rasmda a)-tekis sirtli kontakt; b)-chiziqli kontakt; v) nuqtali kontakt; g)tekis sirtli prujinali kontaktlar; d) asosli-torsevoy kontakt; 1-harakatchang kontakt; 2-turg'un kontakt; 3-kontaktlarni qisish kuchi; 4-prujina; 5-qisish kuchini rostlovchi shpilka; 6-egiluvchan bog'lama; 7-yo'naltiruvchi tayoqcha; 8-korpus; 9-izolyatsiyali halqa.

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 (82a-rasm).

Chiziqli kontaktlar zamonaviy barcha jixozlarda 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 maqbul tozalanishini ta'minlaydi. Chiziqli kontaktlarning elektrodinamik barqarorligi yuqori va ularni sozlash oson bo'lib sozlangan kontaktlar uzoq vaqt maqbul ishlaydi (82b-rasm).

Nuqtaviy kontaktlar chiziqli kontaktlar bilan bir qatorda hozirgi zamon jixozlarida 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 tozalanishni va o'tish qarshiligining doimiy o'zgarmas bo'lishini ta'minlaydi.

Yasalishiga ko'ra kontaktlar uch turga bo'linadi:

-tegib turuvchi sirti yassi ( $z$ ), chiziqli ( $i$ ) yoki nuqtali ( $k$ ) bo'lgan asos kontaktlar (82-rasm);

-qo'zg'aluvchan kontakt 1 pichoq va qo'zg'almas kontakt ustunchasi 3 dan iborat bir-biri orasiga kiruvchi kontaktlar (82v-rasm);

-rozetka-sterjenli kontaktlar (82d-rasm).

Bir-biriga kiruvchi kontaktlar quyidagicha tuzilgan (82-rasm): 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.

82z-rasmda egiluvchan bog'langan razetkali kontaktlar ko'rsatilgan. Unda: 1-kontakt segmenti; 2-prujina; 3-tayanch halqa; 4-harakatchang kontakt; 5-egiluvchang bog'lama; 6-kontakt tutgich.

82i-rasmda egilmas bog‘langan razetkali kontakt ko‘rsatilgan. Unda: 1- kontakt tutgich; 2- prujina; 3- harakatchang kontakt; 4- kontakt chiqmalari.

82k-rasmda barmoqli kontaktlar ko‘rsatilgan. Unda: ajralmas rolikli kontakt; sirpanuvchi ajramas kontaktlar.

82l-rasmda rolikli ajralmas kontaktlar ko‘rsatilgan. Unda: 1-harakatchan kontakt; 2-turg‘un kontakt; 3-roliklar; 4-prujinalar.

82m-rasmda sirpanuvchi ajralmas kontaktlar ko‘rsatilgan. Unda: 1- harakatchan kontakt; 2-latun stakan; 3-biriktiruvchi plastinalar; 4- prujinalar.

### **Nazorat uchun sovollar.**

1. Jixozlarning iqlim va joylashish xarakteri.
2. Taqsimlash qurilmalarining turlari.
3. Ko‘p sektsiyali taqsimlash shitlari.
4. Eruvchi saqlagichlarning tuzilishi.
5. Rubilniklarning tuzilishi va vazifasi.
6. Qayta ulagichlarning tuzilishi va vazifasi.
7. Paketli uzgichlarning turi va tuzilishi.
8. Rezbali avtomatik uzgichning tuzilishi.
9. Avtomat AP-50 ning tuzilishi.
10. Uch fazali universal avtomat A-2000 ning tuzilishi.
11. O‘zgaruvchan tok kontaktlarining tuzilishi.
12. Magnit yuritgichlar vazifasi va tuzilishi.
13. Operativ jixoz kontaktlarning turi.
14. Sirtli, nuqtali, chiziqli kontaktlar tuzilishi.
15. Rozetka–sterjenli kontaktlarning tuzilishi.



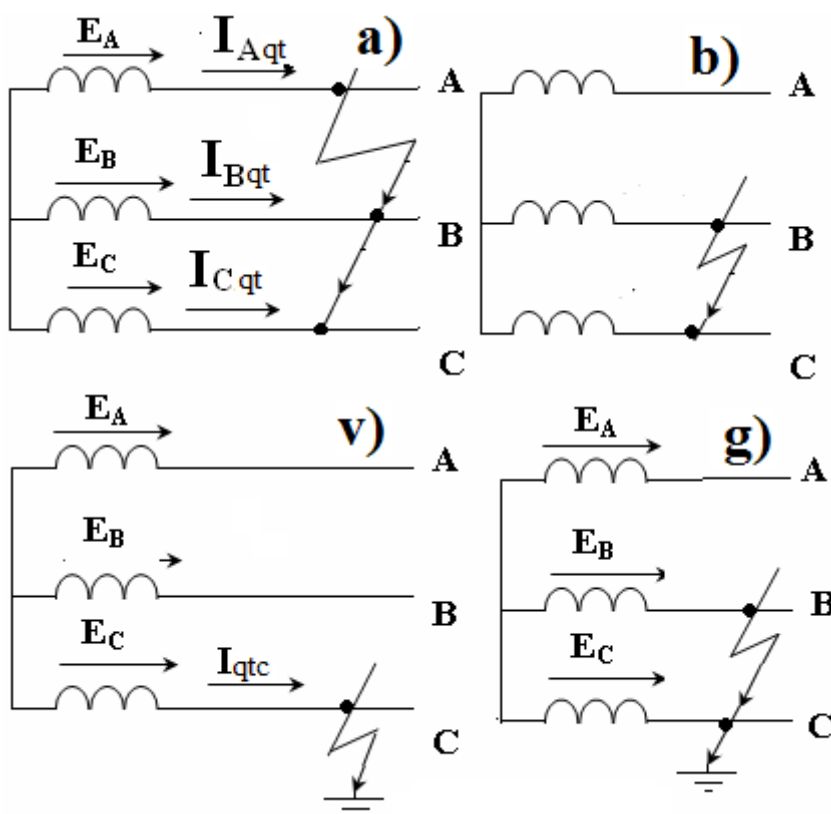
## VI BOB. ELEKTR TARMOQLARIDA QISQA TUTASHUV

### 6.1. Qisqa tutashuvlarning xavfi

Qisqa tutashuv paytida tokning ortishi natijasida elektr sistema elementlaridagi kuchlanish miqdori kamayib ketadi. Bu o'z navbatida elektr uzatish yo'lining barcha nuqtalarida kuchlanishning kamayishiga olib keladi, ya'ni:

$$\dot{U}_m = \dot{E} - I_{kz} Z_m \quad (6.1)$$

Qisqa tutashuv paytida kuchlanishning kamayishi va tokning ortishi quyidagi havfli natijalarga olib keladi.



83-rasm. Qisqa tutashuvlarning turlari: a) – uch fazali, b) – ikki fazali v) - bir fazaning yer bilan; g) – ikki fazaning yer bilan qisqi tutashishi

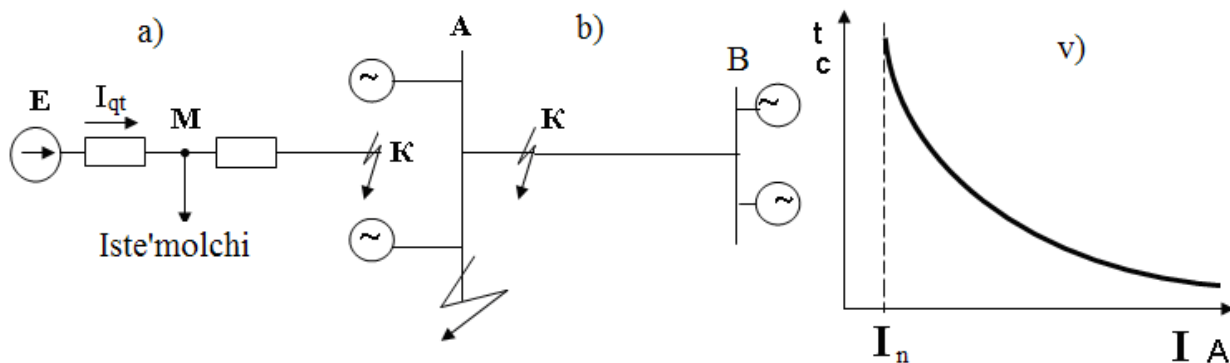
-Qisqa tutashuv toki  $I_{kz}$ . Joul'-Lens qonuniga asosan  $R$  qarshilikda  $t$  vaqt mobaynida  $A = k I_{kz}^2 R t$  miqdorda issiqlik ajralishiga olib keladi. Bu joylarda issiqlik va elektr yoyi katta miqdorda buzilishlarga olib keladi. Bu buzilishlarning natijalari qisqa tutashuv toki  $I_{kz}$ . va vaqt  $t$  ga bog'liq. Tok  $I_{kz}$ . ning miqdori me'yorli, ya'ni nominal, xolat toki  $I_n$  dan

shu qadar katta bo'lishi mumkinki, u izolyatsiyalar va tok o'tkazgich bo'limlarini shikastlantiradi.

-Qisqa tutashuv paytida kuchlanishning tushuvi elektr iste'molchilar ishlashiga havfli ta'sir qiladi. Elektr energiyasining asosiy iste'molchilari asinxron dvigatellardir. Asinxron dvigatellarning aylantirish momentlari kuchlanish kvadratiga proporsional  $M = k U^2$ . Shuning uchun asinxron dvigatellarda

kuchlanishning pasayishi paytida dvigatellarning aylantirish momenti mexanizmlarning qarshilik momentlaridan kichik bo‘lib qolishi mumkin. Bu asinxron dvigatellarni aylanishdan to‘xtashiga va cho‘lg‘am simlari qizib ketishiga olib keladi. Kuchlanishning tushuvi boshqaruvchi va hisoblovchi kompyuterlarga katta salbiy ta‘sir qiladi.

Kuchlanish tushuvining eng havfli va og‘ir oqibatlaridan biri bu generatorlar va elektr energetika sistemalarining turg‘un va parallel ishlashlariga shikast yetkazishdir. Bu barcha iste‘molchilarni energiyasiz qolishiga olib keladi (84-rasm). Me‘yorli holatda turbinaning mexanik aylanish momenti generatorning elektr yuki tomonidan hosil qilinadigan teskari ta‘sir qiluvchi moment bilan tengdir. Buning natijasida generatorning aylanish tezligi o‘zgarmas va sinxronidir.



84-rasm. Qisqa tutashuvning kuchlanish tushishiga ta‘siri: a) – qisqa tutashuvning iste‘molchilarga ta‘siri; b) - qisqa tutashuvning energetika sistemalariga ta‘siri;  
v) - qisqa tutashuv tokining vaqtga bog‘liqlik xarakteri.

Havo uzatish yo‘lining K nuqtasida qisqa tutashish sodir bo‘lganda “A” elektrostantsiyaning shinasidagi kuchlanish nolga yaqin bo‘ladi (84b-rasm). Bu holda elektr yuk va bu bilan bog‘liq generatorning teskari ta‘sir qiluvchi momenti nolga teng bo‘ladi. Bu vaqtda turbinaga oldingi miqdordagi energiya tashuvchi omil-bug‘ (yoki suv) ta‘sir etaveradi va turbinaning momenti o‘zgarmaydi. Buning natijasida generatorning aylanish tezligi tez ko‘payib boradi, chunki turbinaning aylanishini boshqaruvchi qurilmaning inersiyasi “A” elektrostantsiya generatorlarining aylanish tezligini zudlik bilan kamaytira olmaydi.

“B” elektrostantsiya generatorlari ushbu xolda boshqa sharoitda bo`ladilar, ular K nuqtadan uzoqdalar, shuning uchun ularning shinalaridagi kuchlanish nominalga - me'yoriyga yaqin. “A” elektrostantsiyani generatorlarini yuklari yengillaganliklari sababli barcha yuk “B” elektrostantsiya generatorlariga tushadi. Buning natijasida ular ko'proq yuklanadilar va aylanish tezliklari kamayadi. Shunday qilib, qisqa tutashuv natijasida “A” va “B” elektrostantsiyalarining generatorlarini aylanish tezliklari har xil bo`ladi va bu ularning sinxron ishlashlarining buzilishiga olib keladi.

Uzoq vaqt davom etgan qisqa tutashuv iste'molchining asinxron elektr dvigatellari turg'un ishlashini buzadi. Kuchlanishning qiymati pasayganda asinxron elektr dvigatelning aylanish tezligi kamayadi. Agar sirpanish kritik nuqtadan o'tib ketsa, dvigatel noturg'un ishlash oblastiga o'tadi va to'liq to'xtash yuz beradi.

Sirpanish ko'payishi bilan asinxron elektr dvigatel iste'mol qilayotgan reaktiv quvvat ortadi va bu qisqa tutashuv tugagandan so'ng elektr sistemasida reaktiv quvvat taqchilligiga olib keladi. Buning natijasida elektr energetika sistemasida kuchlanishning tezkor kamayishi sodir bo`ladi va elektr sistemasi o'z ishini to'xtatadi.

## **6.2. Havo elektr uzatish yo'llarida o'takuchlanish**

**Elektr uzatish yo'llarining turlari.** Atmosfera havosining iqlimiy sharoitlari ta'siriga nisbatan ochiq va yopiq yuqori kuchlanishli elektr uzatish yo'llari EUY ishlab chiqilgan.

**Ochiq elektr uzatish yo'llarining** tuzilishi juda sodda bo`lib, havoda tortilgan elektr uzatuvchi simlar va ularni ushlab turuvchi tarelka simon izolyator girlyandalari osilgan tayanchlardan tuzilgan.

**Yopiq elektr uzatish yo'llari** yerlangan metall yoki muxofazalangan polimer quvuri ichida yuqori kuchlanishli tokni o'tkazuvchi izolyatsiyalangan markaziy tomirga yoki 2, 3, 4 tomirlarga ega kabel shaklida bajariladi. Amalda keng tarqalgan va 6 kV dan 1 MV gacha kuchlanishga mo'ljallangan yopiq uzatish

yo‘llarining quyidagi turlari mavjud: qog‘oz-moy izolyatsiyali elektr kabellar; polimer, ko‘pincha polietilen, izolyatsiyali kabellar; siqilgan gaz, ko‘pincha azot 95% bilan elegaz SF<sub>6</sub> 5% aralashma gaz, izolyatsiyali kabellar; kriogen, ya‘ni suyultirilgan havo haroratida ishlaydigan kabellar; o‘ta o‘tkazgichli kabellar. Yopiq elektr uzatish yo‘llariga yana quyidagi tajribada sinalayotgan ichki tomirsiz kabel turlari ham kiradi: o‘ta yuqori chastotali SVCH elektromagnit to‘lqin yo‘naltiruvchi quvur (volnovod) lar bilan birga vakuumlangan quvur va elektron nurdan tuzilgan elektr uzatish yo‘llari ham kiradi.

Bulardan tashqari o‘ta aniq yo‘naltirilgan kogerent yorug‘lik nuri-lazerli quvursiz energiya uzatish yo‘llari ham ishlab chiqilgan, kosmik fazo va maxsus elektrofizik qurilmalarda elektron nurli, tezlatilgan zaryadli yoki zaryadsiz atom, molekula, klaster oqimli energiya uzatish yo‘llari qo‘llanishi ham mumkin. Dengiz va daryo suv xavzalarida gidroakustik, ya‘ni ul‘tra tovushli, energiya uzatish yo‘llaridan foydalaniladi.

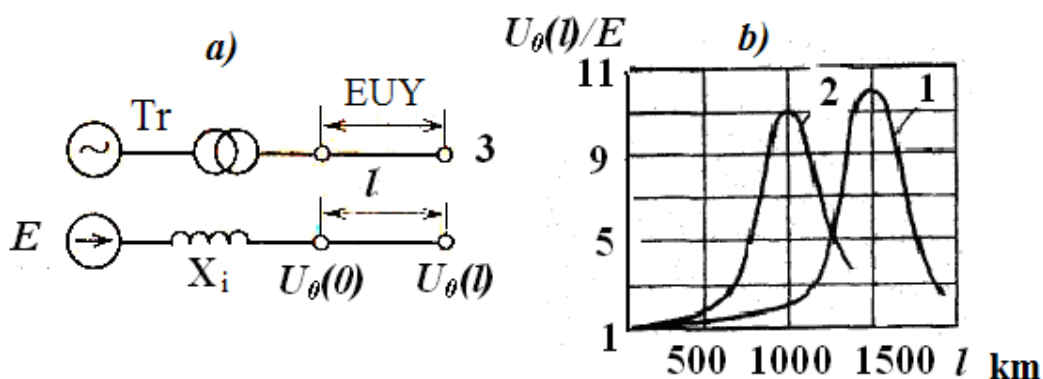
Elektr uzatish yo‘llarining yuqori kuchlanishini jadallik bilan yildan yilga ko‘tarilib borishi uzatiluvchi quvvat, FOYDALI ISH KOEFFITSIYENTI va iqtisodiy samaradorlikni oshirishning asosiy omilidir.

**Havo elektr uzatish yo‘llarida o‘takuchlanish.** Ma‘lumki, havo elektr uzatish yo‘llarida yashin ta‘sirida juda xavfli o‘ta kuchlanishlar paydo bo‘ladi. Elektr uzatish yo‘llarida kommutatsiyaviy o‘ta kuchlanishlar yo‘llarni manbaga uzib-yoqish sababli hosil bo‘lsa, rezonans natijasida ham yuzaga keladi. Kommutatsiya o‘ta kuchlanishlari ichida eng havfli avariya uzishdan keyingi avtomatik qayta yoqish APV rejimida paydo bo‘ladi. Odatda elektr uzatish yo‘llari manbaga bir tomonlama ulanadi. Bunday holatda 10 lab yoki 100 lab km uzunlikka ega elektr uzatish yo‘llari uchun o‘ta-kuchlanish miqdorining kattarog‘i manbaga ulangan tomondan emas, aksincha qarama-qarshi tomondan paydo bo‘ladi. Kommutatsiya o‘ta kuchlanishlari elektr uzatish yo‘llarini turg‘un birinchi holatdan tebranma ikkinchi holatga o‘tish jarayoni bo‘lib, yo‘l bo‘ylab tarqoq sig‘im va tarqoq induktivliklarning zaryadlanishi, razryadlanishi yoki qayta zaryadlanishi bilan to‘g‘ridan to‘g‘ri bog‘liqdir. Agar  $6 \div 220$  kV elektr uzatish

yo‘llarida kommutatsiya o‘ta kuchlanishi  $K_0=2 \div 3$  karralikka etsa, 500 kV uzatish yo‘llarida  $K_0=1,95$  ga boradi. Kommutatsiya o‘ta kuchlanishini cheklash jihozlari: reaktorlar, razryadniklar, shuntli qarshilikka ega uzatish yo‘llari va boshqalardir.

Uzunligi katta EUY - elektr uzatish yo‘llarida sig‘im ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan o‘ta kuchlanishlar tahlili quyida ko‘rib chiqiladi. Bunda o‘ta kuchlanish miqdorini ochiq uzatgich uzunligi, manba induktivligi va toj razryadiga bog‘lanishi aniqlanadi.

Tok manbai - generator E, transformator Tr va EUY - elektr uzatish yo‘llaridan tuzilgan sxemaning (85a-rasm) simmetrik uch fazali rejimda kuchlanishni kattalashib ketishi, ayniqsa, EUY ning oxirgi uchi 3 da kuzatiladi. Bunga sabab sig‘im toklarini transformatorning jamlangan induktivligidan hamda EUY bo‘ylab tarqalgan induktivligidan o‘tish jarayonidir. Hisob formulalarida albatta barcha qiymatlar birliksiz, ya’ni nisbiy, qo‘yilishi shart. Bunga keltirish uchun asos sifatida nominal faza kuchlanishi  $U_f$ , manba chastotasi  $\omega$  va EUY ning to‘lqin qarshiligi  $Z_u$  olinadi.



85-rasm. Tok manbai - generator E, transformator Tr va elektr uzatish yo‘llaridan tuzilgan simmetrik uch fazali holatda kuchlanishni kattalashib ketishi:  
a) – printsiyal sxemasi; b) – kuchlanishning uzunlikka bog‘liqlik xarakteri.

Quyidagi belgilarni kiritamiz:  $E=U_f$ –manba elektr yurituvchi kuchi;  $U_{(0)}$ ,  $U_{(l)}$  va  $U_{(x)}$ –uzatgichning boshi, oxiri 3 va boshidan  $x$  masofadagi kuchlanishi;  $Z_m=jx_u$  – manbaaning umumiy qarshiligi, amalda uning induktiv qarshiligi  $x_m$  ga teng;  $Z_u$ –uzatgichning kirish qarshiligi;  $\gamma = \alpha +j\beta$  –uzatgich bo‘ylab to‘lqin

tarqalish koeffitsienti, bunda  $\alpha$  -to‘lqin so‘nish koeffitsienti va  $\beta$  - faza o‘zgarish koeffitsienti; EUY uzunlik birligining  $L_1$ -induktivligi,  $C_1$ -sig‘imi,  $r_1$ -faol qarshiligi va  $g_1$ -o‘tkazuvchanligi;  $l$  – EUY ning uzunligi.

Havo elektr uzatish yo‘llari uchun faol qarshilik  $r_1$  nofaol qarshiliklardan ancha kichik bo‘lgani uchun toj razryadi yo‘qligida  $g=0$  teng deb olish mumkin. Unda

$$\gamma = \sqrt{(r_1 + j\omega L_1)j\omega C_1} = j\omega\sqrt{L_1 C_1} \sqrt{1 + \frac{r_1}{j\omega L_1}} \quad (6.1)$$

Ildiz ostidan taxminiy chiqarsak

$$\gamma = j\omega\sqrt{L_1 C_1} \left(1 + \frac{r_1}{2j\omega L_1}\right) = \frac{r_1}{2\sqrt{\frac{L_1}{C_1}}} + j\omega\sqrt{L_1 C_1} = \alpha + j\beta \quad (6.2)$$

Chiziqli chastota  $f=50\text{Hz}$  bo‘lganda,  $\omega=314$  rad/km va fazani o‘zgarish koeffitsienti  $\beta=1,05 \cdot 10^{-3}$  rad/km, yoki har 100 km uzatish yo‘liga  $6^0$ to‘g‘ri keladi.

Elektr uzatish yo‘lining to‘lqin qarshiligi  $Z_u$

$$Z_y = \sqrt{\frac{r_1 + j\omega L_1}{j\omega C_1}} = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \left(1 - j\frac{\alpha}{\beta}\right) \quad (6.3)$$

Ochiq EUY ning kirish qarshiligi  $Z_{kl}$

$$Z_{ku} = Z_u \text{cth}(\gamma l) = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \left(1 - \frac{\alpha}{\beta}\right) \text{cth}(\alpha + j\beta)l \quad (6.4)$$

Uzatgich kuchlanishlari quyidagicha topiladi:

$$U^*(0) = E \frac{Z_{ky}}{Z_M + Z_{ky}}; \quad (6.5)$$

$$U^*(l) = \frac{U^*(0)}{\text{ch}(\gamma l)} \approx \frac{U^*(0)}{\cos(\beta l) + j\alpha l \sin(\beta l)}; \quad (6.6)$$

$$U^*(x) = \text{ch}\gamma(l-x) \approx U^*(l) \cos \beta(l-x). \quad (6.7)$$

Agar sistema rezonansdan uzoqda bo'lsa, unda faol isroflarni hisobga olmasa ham bo'ladi va

$$Z_{ky} = \sqrt{\frac{U}{C_1}} \operatorname{cth} j\beta l = -jZ_y \operatorname{ctg} \beta l. \quad (6.8)$$

Agar  $\beta l < \pi/2$  hamda  $l < 1500\text{km}$  bo'lsa, kirish qarshiligi sig'imlikka moil bo'ladi va:

$$Z_{kl} = -jX_{ku} \quad (6.9)$$

Bu holat uchun

$$U(0) = E \frac{-jx_{ky}}{jx_y - jx_m}; \quad (6.10)$$

$$U(l) = U(0) / \cos \beta l. \quad (6.11)$$

Hisob natijasi 85b-rasmda keltirilgan. Manba qarshiligi  $x_m=0$  bo'lgan holatdagi o'ta kuchlanishni uzatgich bo'ylab o'zgarish grafigi 1 va manba qarshiligi  $x_m=0,5 Z_u$  bo'lgan holatdagi tebranish fazasi bo'ylab o'zgarish grafigi 2 da keltirilgan. Punktir grafoydali ish koeffitsiyenti esa kuchlanishning EUY boshidagi taqsimoti.

Cheksiz quvvatli manbaga ulangan elektr uzatish yo'lida rezonans holati,  $\beta l = \pi/2$  yoki  $l=1500\text{km}$  uzunlikda da sodir bo'ladi. Bunday uzatish yo'lining o'z tebranish birinchi chastotasi  $\omega$  ning davri  $T_1$

$$T_1 = 4l/v = 4\sqrt{L_1 C_1} l = 4\beta l / \omega = 2\pi / \omega, \quad (6.12)$$

va o'z tebranishi birinchi chastotasi  $\omega_1$  manba chastotasiga tengdir  $\omega_1 = 2\pi/T_1$ .

Rezonans holatida elektr uzatish yo'lining oxiridagi kuchlanish (6.11) dan kelib chiqadi. Buning uchun  $U(0) = E$  va  $\beta l = \pi/2$  ni hisobga olish kerak. Shunda

$$U(l) = \frac{E}{\frac{\alpha \pi}{\beta 2}} = \frac{2E}{\pi \frac{r_1}{2\sqrt{\frac{L_1}{C_1}}} \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}} = \frac{2}{\pi} \frac{E}{r_1 / 2\omega L_1} = \frac{4}{\pi} QE, \quad (6.13)$$

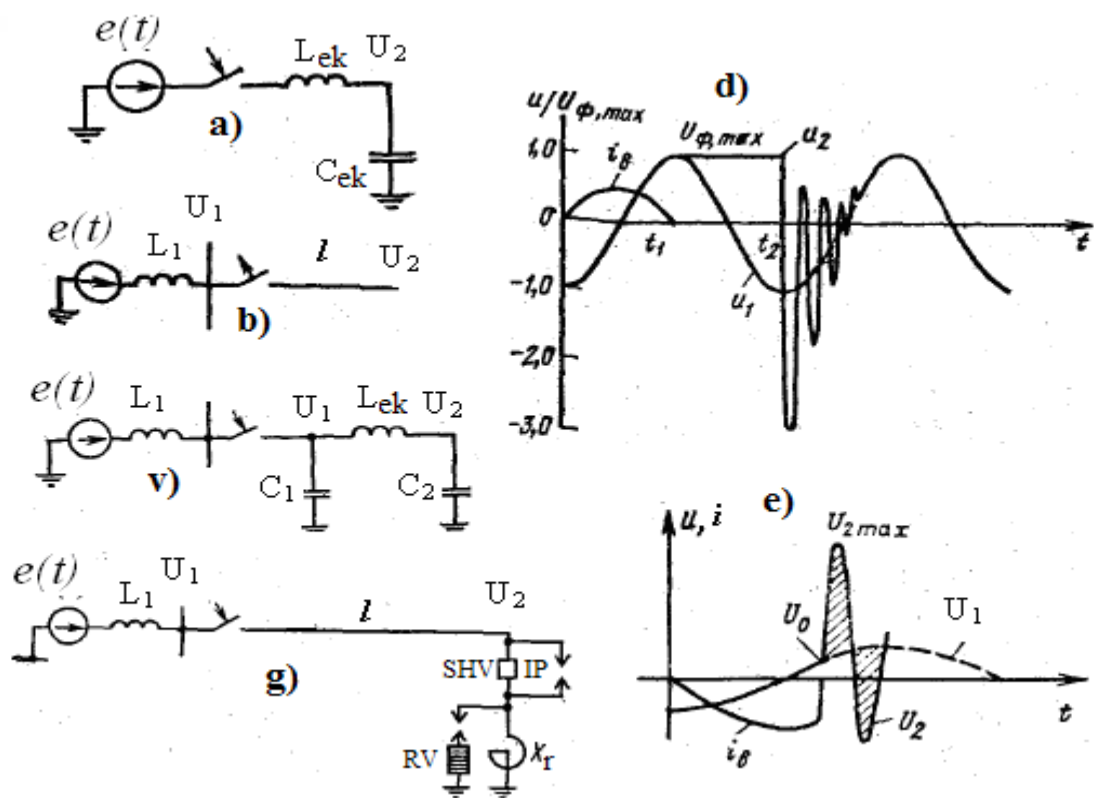
bu tenglikda  $Q = \omega L_1 / r_1$  ga teng bo'lib,  $Q$  uzatish yo'lining asilligi, ya'ni dobrotnosti, deb ataladi.

Agar  $x_m \neq 0$  bo'lsa, elektr uzatish yo'lining uzunligi bo'ylab rezonans sodir bo'lish o'rni kichikroq uzunlik tomon suriladi. Formula (6.10) dan kelib chiqadiki, rezonans holati  $x_m = x_{ku}$  da sodir bo'ladi. Bunda uzatgichning sig'im qarshiligi manbaning induktiv qarshiligiga teng bo'ladi va uzatish yo'lining o'z chastotasi manba chastotasiga tenglashadi. Rezonans grafigiga nisbatan formula bilan aniqroq hisoblanadi, elektr uzatish yo'lining asilligi qatorida manbaning asilligi ham hisoga olinadi.

Havo elektr uzatish yo'lining hisoblash sxemalari va sodir bo'luvchi o'ta kuchlanishlar grafigi 86-rasmda keltirilgan.

Elektr uzatish yo'lining yoqish jarayoni tasvirlangan 86a-rasmdagi sxemasida:  $e(t)$  – generatorning EYUKi;  $L_{ek}$  – uzatish yo'li bo'ylab tarqoq induktivlikning ekvivalent qiymati; uzatish yo'lining oxiridagi kuchlanish -  $U_2$  va ekvivalent sig'imi -  $S_{ek}$ . Elektr uzatish yo'lining yoqish jarayoni tasvirlangan 86b-rasmdagi sxemasida: generatorning  $L_1$  – induktivligi va  $U_1$  EYUKi;  $l$  - uzatish yo'lining uzunligi. Elektr uzatish yo'lining 86v-rasmdagi sxemasida: uzatish yo'lga kirish kuchlanishi  $U_1$  va sig'im  $S_1$  va uzatish yo'lining oxiridagi sig'im  $S_2$  ko'rsatilgan. Elektr uzatish yo'lining 86g-rasmdagi sxemasida: IP - havo uchqun oralig'i bilan parallel ulangan SHV – shina uzgichi blokiga ketma-ket qilib boshqa blok, ya'ni nafaol qarshiligi  $X_r$  bo'lgan reaktor va u bilan parallel ulangan ventilli razryadnik RV va havo uchqun oralig'i bloki. Yuklamasiz havo elektr uzatish yo'lini o'chirgandan so'ng qayta yongan elektr yoyi sababli sodir bo'lgan o'tish jarayoni 86d-rasmda keltirilgan. Yuklamasiz kuch transformatorini o'chirish sababli sodir bo'lgan o'tish jarayoni 86e-rasmda keltirilgan. Rasmdagi shtrixlangan hudud uzgichning kontaktlari orasidagi kuchlanishga to'g'ri keladi.





86-rasm. Elektr uzatish yo‘lining ulanish usullari: a) – sig‘im orqali; b) – uzunligi bo‘yicha; v) –  $C_1$  va  $C_2$  sig‘imlar orqali; d) – yuklamasiz o‘tish jarayonining xarakteri; e) - yuklamasiz kuch transformatorini o‘chirish sababli sodir bo‘lgan o‘tish jarayonining xarakteri.

Formula (6.13) taxminiy bo‘lib, ichki o‘ta kuchlanish fizik modellarni tekshirishda foydalaniladi. Real sharoitiga yaqinlashish uchun toj razryadi ta’sirini ham hisobga olinadi. Toj razryadini paydo bo‘lishi elektr uzatish yo‘lining ekvivalent sxemasiga shu nuqtadagi kuchlanish  $U_{(y)}$  ga bog‘liq faol o‘tkazuvchanlik  $g_1$  va qo‘shimcha sig‘im  $\Delta C_1$  kiritiladi. Bunda rezonans grafigi shakli yoyilibroq chiqadi.

### 6.3. Elektr ta’minot sistemalarida qisqa tutashuv

Tutashuv va qisqa tutashuv turlari. Elektr nim stantsiyalari va elektr tarmoqlarining ekspluatatsiya qilish jarayonida har xil turdagi tutashuv va qisqa tutashuv (QT) lar ro‘y berib, elektr qurilmalari yoki energiya sistemasi ishlarini normal holatdan chiqishlariga sababchi bo‘ladi.

Qisqa tutashuv deb atayin yoki tasodifan zanjirning ikki potentsiali har xil nuqtasining elektr birlashib qolishiga aytiladi. Bunda tarmoqning normal ishi buzilib, zanjirdan o'tayotgan tokning qiymati kattalashadi va miqdor jixatdan ruxsat etilgan qiymatdan bir necha bor oshib ketishi ham mumkin.

Tutashuv deganda faza tok o'tkazuvchi bo'limlarining tasodifan bir-biri bilan yoki "yer" bilan elektr birlashib qolishiga aytiladi. Amalda bunday birlashuvlar havoda elektr yoyining yonishi bilan yoki to'g'ridan-to'g'ri o'tish qarshilgisiz ro'y beradi, ikkinchi hol "metall birlashuvi" deb ham yuritiladi.

Tajribadan ma'lumki, aksariyat qisqa tutashuvlar bitta fazaning yer bilan tutashuvi oqibatida vujudga keladi. Uch fazali QT lar eng xavfli avariya hisoblansada, u kamdan-kam sodir bo'ladi.

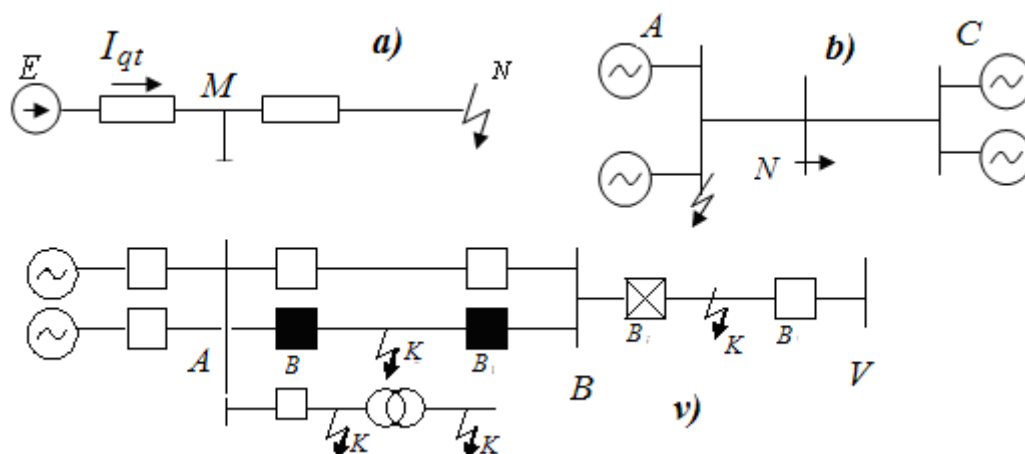
Ma'lumki qisqa tutashuv jarayonida tokning keskin ortishi, kuchlanishning esa kamayishi sistema uchun salbiy ta'sir o'tkazadi.

Qisqa tutashuv toki  $I_{qt}$  zanjirning ayrim uchastkasidagi  $R$  qarshilikda ma'lum vaqt ichida  $W = I_{q,t}^2 R t$  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  $I_{k,t}$  ning miqdori sistema bo'limining 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 ists'molchilarining ishlab chiqarish sifatini belgilaydi. Masalan, asinxron dvigatellarining 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 xolat ularni o'ta yuklanish darajasiga keltiradi va buning natijasida dvigatel to'xtashga majbur bo'ladi. Lyuminestsent lampalarining qayta yonaolmasligi ham kuchlanish miqdorining kichikligiga bog'liq bo'ladi. Kuchlanishning tushuvi kompyuterlarning normal ishlashiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Kuchlanish tushuvining yana bir xavfli jihatlari generatorlar va buning natijasida butun elektr sistemalarining barqaror parallel ishlashlariga salbiy ta'sir etishidir. Bu esa o'z vaqtida iste'molchilarni energiyasiz qolishiga sababchi bo'ladi.

Normal holatda turbinaning mexanik aylanish momenti generatorning elektr yuki tomonidan hosil qilinadigan teskari ta'sir qiluvchi moment bilan teng bo'ladi va generator sinxron aylanishlar chastotasi bilan aylanadi (87b-rasm).



87-rasm. a) EUY oxirida sodir bo'lgan qisqa tutashuv; b) – «A» elektrostantsiyasiga yaqin joyda sodir bo'lgan qisqa tutashuv; v) - sxemadagi shikastlangan bo'limlarni selektiv o'chirishi.

Agar N nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lganda «A» elektrostantsiyaning 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 suv pari ta'sir etib uning momentini o'zgartirmaydi. Bu vaqt ichida generatorning aylanishlar chastotasi keskin ortadi.

Demak bunday sharoitlarda generatorning tezligini boshqarish lozim, ammo boshqaruvchi sistemaning o'ziga xos ishga tushish vaqti mavjud. «B» stantsiya generatorlari boshqa sharoitda bo'ladilar, ular N nuqtadan etarli darajada uzoqroq masofaga joylashgan, shuning uchun ularning shinalaridagi kuchlanish nominal qiymatlarga yaqin bo'lishi mumkin.

Endi «A» stantsiya generatorlarining yuklari kamayganligi sababli qolgan barcha yuklar «C» stantsiya generatorlariga tushib qoladi. Buning natijasida

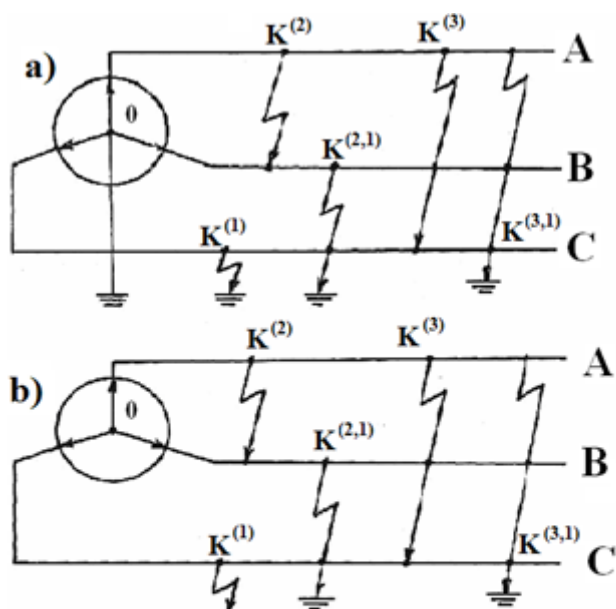
ularning aylanish tezliklari kamayadi. Shunday qilib qisqa tutashuv natijasida “A” va “C” stantsiyalari generatorlarining aylanish tezliklari xarxil bo‘ladi. Natijada ikki stantsiya generatorlarining ishlab chiqarayotgan kuchlanishlarining chastotalari ham o‘zgaradi va ular sinxron ishlay olmaydilar.

Uzoq vaqt davom etgan qisqa tutashuv jarayonida iste’molchilarning asinxron dvigatellari barqaror ish rejimlarida ishlamaydilar. Kuchlanish kamayganda ularning aylanish chastotalari pasayadi va sirpanishlari oshadi. Agar sirpanish o‘zining kritik miqdoridan katta bo‘lib qolsa, u holda dvigatel nobarqaror ish jarayoniga o‘tadi va to‘liq to‘xtash yuz beradi. Sirpanishning ortishi bilan asinxron dvigatellarning reaktiv quvvatlari ortadi. Qisqa tutashuv tugagandan so‘ng sistemada reaktiv quvvat tanqisligi yuzaga keladi. Bu uning ish jarayonini tugatishga majbur qiladi.

Nonormal ish jarayonlari. Nonormal jarayonlar deb sistema yoki uning bo‘limlaridagi tok, kuchlanish va chastota qiymatlarining ruxsat etilgan miqdorlaridan ancha farq qilishi, xamda qurilmalar va elektr sistemaning barqaror ishlashiga xavf soluvchi xolatlarga aytiladi.

Nonormal jarayonlar quyidagi ko‘rinishlarda bo‘lishi mumkin:

- tarmoqning himoyalangan bo‘limida o‘ta katta yoki qisqa tutashuv tokining paydo bo‘lishi;
- parallel ishlovchi generatorlari chiqish parametrlarining tebranishi sababli ularning sinxronizm rejimlarining buzilishi;
- generator quvvatining yetishmasligi, natijada chastotani pasayib ketishi. Bu jarayon ayrim generatorlarning birdaniga o‘chib qolishiga sabab bo‘ladi. Chastotaning chuqur pasayishi, ya’ni  $47 \div 45\text{Hz}$  bo‘lib qolishi, elektr energetik sistema ishini batamom to‘xtashiga olib keladi;
- sistema kuchlanishining oshishi, ya’ni parallel ishlovchi generatorlar yuklarining to‘satdan o‘chirilishi. Bunda yuki kamaygan generator tezroq aylanib uning statoridagi EYUK ko‘payishi cho‘lg‘am izolyatsiyasini ishdan chiqarish darajasiga yetkazishi ham mumkin.



88-rasm. Qisqa tutashuvning turlari: a) - neytrali zaminlangan tarmoqda qisqa tutashuv; b) - neytrali zaminlanmagan tarmoqda qisqa tutashuv

Energiya sistemasi tarmoqlarning fazalarida ishlash rejimlarining holatiga qarab har turli tutashuvlar ro'y berishi mumkin. Ularning klassifoydali ish ko'effitsiyentiasiyalari va shartli belgilari 10-jadvalda va neytrali yerlangan (a) va yerlanmagan (b) tarmoqda tutashuvlarining sxemasi 88-rasmda keltirilgan. Neytrali yer bilan birlashtirilgan sistemalarda uch fazali simmetrik va ikki fazali nosimmetrik qisqa tutashuvlar

paydo bo'lishi mumkin. Ikki fazali tutashuvlar bir yoki har xil nuqtalarda bo'ladi.

Generator eng katta boshlang'ich tokni manba yaqinida, ya'ni K1 nuqtasida, boshqacha aytganda sistema qarshiligi  $X_{rez1}$  manba qarshiligi  $X_i$  ga teng bo'lganda berar ekan. Bu chegaraviy qiymat bo'lib, qisqa tutashuv toki faqat generator parametrlariga bog'liq bo'lib qoladi.

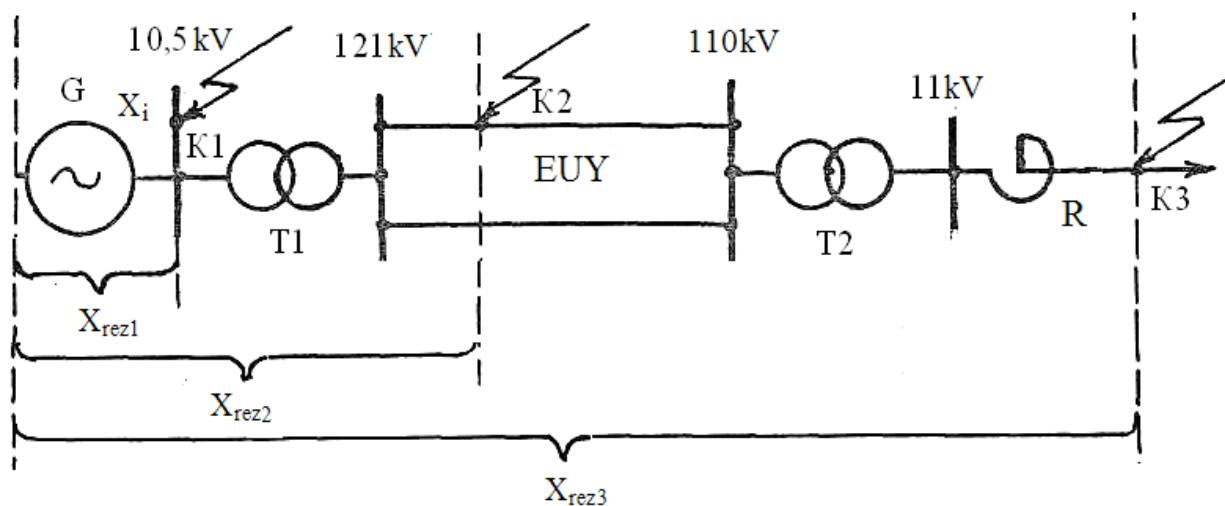
Bu holda qisqa tutashuv tokining boshqaruv jixozlari va tok o'tkazuvchi elementlarga ta'sirini aniqlash uchun generator EYUKi va induktiv qarshiligi o'zgarishi qonunlarini hisobga olish talab etiladi.

Bu qiymatlar qisqa tutashuv davrida uning davriy tashkil etuvchisini vaqt birligida keskin o'zgarishga olib keladi. K2 nuqtasida sodir bo'lgan qisqa tutashuv sistema qarshiligi  $X_{rez2}$  generator qarshiligi  $X_i$  bilan qiymat bo'yicha yaqinlasha boradi (89-rasm). Qisqa tutashuv toki ta'sirini generator EYUKi va induktiv qarshiligi o'zgarish qonuniyatlarini inobatga olgan holda olib boriladi.

10-jadval. Qisqa tutashuv turlari.

Tutashuv turlari	Shartli belgi	Xisobiy formula	Shunday qisqa tutashuv paydo bo'lish ehtimoli % da
Uch fazali	$K^{(3)}$	$I^{(3)} = \frac{U_{ei}}{\sqrt{3}Z_k}$	1 ÷ 7
Ikki fazali	$K^{(2)}$	$I^{(2)} = \frac{U_{ei}}{2Z_k}$	2 ÷ 13
Ikki fazali bir nuqtada	$K^{(2,1)}$	$I^{(2,1)} = \frac{U_{ei}}{2Z_k}$	5 ÷ 10
Bir fazali	$K^{(1)}$	$I^{(2)} = \frac{U_{ei}}{2X_k}$	60 ÷ 92

Qisqa tutashuvning oqibati har xil bo'ladi. Xozirgi zamon elektr stantsiyalarida QT toki o'n va yuz ming A larni tashkil qilishi mumkin, chunki ular nominal tokga nisbatan bir necha barobar ko'p. Bu toklar o'tkazgichlar va kontaktlarda elektr energiya isrofini ko'paytirib, turli qizish holatlariga olib keladi. Bunday qizishlar izolyatsiyalarning ishdan chiqishiga, kontaktlarning yopishib qolishiga, shinalarning mexanik pishiqligini kamayishiga sababchi bo'ladi. Shikastlangan fazalardan katta qiymatdagi QT tokining o'tishi sistemada yong'in chiqishiga, kabel va boshqa tarmoqlarda avariyaning yanada rivojiga sababchi bo'lishi mumkin. Shuning uchun ham o'tkazgich, izolyatsiya va jixozlar berilgan vaqt ichida qisqa tutashuv tokini ko'tara olishi kerak, ya'ni termik chidamli bo'lishlari darkor.



89-rasm. Qisqa tutashuv joyini belgilovchi sxema.

Qisqa tutashuv toklari ta'sirida tok o'tkazgichlar va shinalar oralig'ida katta elektrodinamik kuchlar hosil bo'ladi. Bu kuchlarning ta'sirida tok o'tkazgich shinalarning izolyatsiyalari mexanik jihatdan parchalanib ketishi mumkin. Tok o'tkazuvchi bo'limlar, jixozlar va elektr mashinalari konstruktiv jihatdan loyihalananayotgan vaqtdayoq ularni ana shu kuchlarga bardosh bera oladigan qilib loyihalaniishi talab qilinadi.

QT elektr jihozlariga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir etishdan tashqari, yana elektr ta'minlanuvchilar ishiga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bu birinchi navbatda kuchlanishning pasayishi bilan bog'liq. Bu esa QT ro'y bergan joy bilan yuklaman ulangan joylar farqiga bog'liq bo'ladi. QT tokini kamaytirish omillarini amalga oshirish uchun qisqa tutashuv tokining miqdorini aniqlash va uning vaqt ichida o'zgarish xarakterini o'rganish zarur. QT tokini ahamiyatiga qarab, uning qiymatini qanday aniqlik bilan topishning ma'lum usullari mavjud.

Bir qancha elektr stantsiyalar va nimstantsiyalardan tashkil topgan energiya sistemasining har xil elementlari xarakterlarini hisobga olgan holda QT tokini hisoblash anchagina mushkul masala. Amalda ko'pincha bu toklarni yuqori aniqlik bilan topish shart emas. Shuning uchun istalgan vaqtda QT tokini aniqlash uchun taxminiy usullarni qo'llash joiz. Bunda qo'shimcha soddalashtirishlar qo'llanilib, QT tokining sal oshirilgan qiymati aniqlanadi va aniqlik 10 foizdan oshmaydi. QT tokining eng aniq qiymatini aniqlash stantsiyalar parallel ishlaganda uning muqim

ishlashini aniqlash va rele himoyasining murakkab turlarini loyihalashda kerak bo‘ladi.

Bir va ikki fazali QT toklarini aniqlashda simmetrik tuzilishlar usulidan foydalaniladi. Bu usullarga keng to‘xtalmasdan shuni aytishimiz mumkinki, QT tokining o‘rnatilgan qiymati quydagi umumlashgan formuladan aniqlanadi.

$$I_{qt} = m^{(n)} I_{K1}^{(n)}, \quad (6.14)$$

bunda  $n$ –shikastlangan fazalar soni;  $m^{(n)}$ –proporsionallik koeffitsienti, u QT turiga bog‘liq;  $I_{kl}^{(n)}$ –to‘g‘ri tuzilish ketma-ketlik toki.

#### 6.4. Qisqa tutashuv tokining termik ta’siri

Odatda QT soniya ulushida davom etadi, ma’lum vaqtlarda esa birqancha soniya bo‘lishi ham mumkin. O‘tkazgichning QT toki bilan qizishning o‘tkinchi jarayoni shu bilan xarakterlanadiki, qizish davomi qizish vaqt doimiyligidan kichik bo‘ladi, chunki qizish vaqt doimiyligi  $5 \div 30$  soniyaga teng. Qisqa tutashuv «xukmronlik» qiladigan vaqtda zanjir toki normal holdagiga qaraganda  $10 \div 20$  marta ortib ketishi, o‘tkazgichlar harorati esa normal holdagidan  $2 \div 3$  marta kattalashishi mumkin. Demak issiqlik o‘tkazuvchanlik kamida uch barobar, o‘tkazgichdagi quvvat isrofi yuz barobargacha ortadi. Issiqlik o‘tkazishlik o‘tkazgichdan ajraladigan issiqlikning  $1 \div 3\%$  tashkil etganligi tufayli bo‘layotgan jarayon adiabatik ravishda bo‘ladi, boshqacha aytganda tashqi muhitga issiqlik uzatilmaydi.

O‘tkazgichlar haroratining qisqa muddatda ko‘tarilishi metallni magnitsizlantirishga va erishiga, izolyatsiyani murtlashishga, kontaktlarni nurashiga va tok o‘tkazguvchi elementlarni ishdan chiqishiga sababchi bo‘ladi. Jixoz va o‘tkazgichlarning qisqa tutashuv davridagi issiqlik ta’siriga bardosh bera olishi va o‘z normal ishini yana davom ettira olishi xususiyatiga termik bardoshlik deb ataladi. Termik bardoshlikning omillari deganda metallning mexanik mustaxkamligi bilan cheklanadigan oxirgi harorati, jixozlar bo‘limlarining deformatsiyasi va izolyatsiyaning issiqlika bardoshligi tushuniladi.



Issiqlik hisob-kitobining asosiy vazifasi – issiqlik manbai quvvatini va issiqlik yoki harorat maydonini aniqlashdir. Dastlabki bosqichda elektr jixozlarida issiqlik manbalarini aniqlab, uning quvvatini kamaytirish bo‘yicha tavsiya ishlab chiqish hamda jixozga materiallar sarfini kamaytirilgan holda harorat maksimal qiymatini ruhsat etilgan darajagacha tushirish zarur.

Issiqlik hisob-kitobining yana bir masalasi - QT vaqtida o‘tkazgich haroratini aniqlash va uni shu turdagi o‘tkazgichlar qisqa muddatdagi maksimal ruhsat etilgan harorat bilan ishlagan davridagiga qiyoslashdir. PUE da jixoz va o‘tkazgichlar uchun ruhsat etilgan haroratlarning tajribadan olingan qiymatlari 11-jadvalda keltirilgan. Ruhsat etilgan harorat qiymatlari normal ishlaganda hosil bo‘ladigan haroratdan yuqori bo‘lar ekan, chunki metallning mexanik xususiyati o‘zgarishi va izolyatsiya yemirilishi faqat harorat bilan emas, balki isitish vaqtiga ham bog‘liq bo‘ladi. QT davridagi oxirgi harorat  $120 \div 300^{\circ}\text{C}$  atrofida bo‘lar ekan, vaxolanki normal holdagi ruhsat etiladigan harorat  $60 \div 80^{\circ}\text{C}$  dan ortmaydi.

Izolyatsiyalanmagan mis o‘tkazgichlar uchun maksimal harorat  $300^{\circ}\text{C}$ , alyuminiyli uchun  $200^{\circ}\text{C}$  qabul qilingan. Moy bilan shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyali kabellar 10 kV kuchlanishida ruhsat etilgan harorat  $200^{\circ}\text{C}$  qabul qilingan. QT toki bilan adiabadik qizish sharoitlari uchun quyidagi energiya balansi tenglamasini yozish mumkin.

$$i_{qt}^2 \rho_0 (1 + \alpha \Theta) \frac{1}{S} dt = C_0 (1 + \beta \Theta) \gamma_0 SI d\Theta, \quad (6.15)$$

bunda:  $\rho_0 (1 + \alpha \Theta) = R_0$  - o‘tkazgichning  $\Theta$  haroratidagi qarshiligi;  
 $C_0 (1 + \beta \Theta) = C - \Theta$  haroratida o‘tkazgich materialining solishtirma issiqlik sig‘imi;  
 $\rho_0, C_0$  - o‘tkazgich materialining harorati  $0^{\circ}\text{S}$  bo‘lgandagi solishtirma qarshiligi va issiqlik sig‘imi;  
 $\alpha$  va  $\beta$  -  $\rho$  va  $S$  larning issiqlik o‘zgarish koeffitsientlari;  
 $\gamma_0 SI = m$  - o‘tkazgich materialining vazni;  
 $\gamma_0$  - material zichligi;  
 $\Theta$  - o‘tish jarayonidagi o‘tkazgichning harorati.

O'zgaruvchan qiymatlarni ajratib, ma'lum bir soddalashtirishdan so'ng (6.15) tenglamani quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin.

$$\frac{1}{S^2} i_{qt}^2 dt = \frac{C_0 \gamma_0 (1 + \beta \Theta)}{\rho_0 (1 + \alpha \Theta)} d\Theta \quad (6.16)$$

11-jadval

O'tkazgich va jixozlarning ruxsat etilgan haroratlari

O'tkazgich nomi va jixoz bo'limlari		Oxirgi harorat °C
Izolyatsiyalanmagan misli va latunli		300
Izolyatsiyalanmagan alyuminiy		200
Jixoz bilan to'g'ridan to'g'ri ulanmagan po'lat ulagichlar		400
Jixoz bilan to'g'ridan to'g'ri ulangan po'lat ulagichlar		300
Moy shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali kuch kabellari	10 kV gacha	200
	20 ÷ 20kV	125
Kuch kabellari, izolyatsiya qoplamali mis va alyuminiy o'tkazgichlar	rezinali	200
	polivinilxlorid va polietilinli	125
Izolyatsiyalanmagan mis tortiluvchi o'tkazgichlar, N/mm <sup>2</sup>	20 dan kam	250
	20 va undan ko'p	200
Izolyatsiyalanmagan alyumin tortiluvchi o'tkazgichlar, N/mm <sup>2</sup>	10 dan kam	200
	10 va undan ko'p	160
Po'lat alyuminli o'tkazgichlar		200

Ushbu (6.16) tenglamaning chap bo'limi  $\Theta$  haroratda dt vaqtida 1 m uzunlikdagi berilgan ko'ndalang kesimli o'tkazgichdan hosil bo'ladigan energiyani ko'rsatsa, o'ng tarafi esa harorat  $d\Theta$  ga o'zgarganda o'tkazgich tomonidan yutiladigan energiyani bildiradi. O'tkazgichning yakuniy haroratini aniqlash uchun o'zgaruvchanlarni ajratib, chap bo'limni noldan to  $t_q$  -QT uzulgunga qadar vaqt

bo'yicha integrallash zarur. Tenglamaning o'ng tomonini o'tkazgichning haroratini QT boshlanishidan to  $\Theta_k$  gacha, ya'ni  $t_q$  vaqtigacha integrallash kerak:

$$\frac{1}{S^2} \int_0^{t_q} i_{qt}^2 dt = \frac{C_0 \gamma_0}{\rho_0} \int_{\Theta_n}^{\Theta_k} \frac{1 + \beta \Theta}{1 + \alpha \Theta} d\Theta, \quad (6.17)$$

bunda ikkala integral ham o'zlarining yuqori intilishlari funktsiyalaridir. O'ng tomondagi integral faqat materialning xususiyatlari  $C_0$ ,  $\gamma_0$ ,  $\beta$ ,  $\rho_0$ ,  $\alpha$  larga bog'liq. Integrallashdan so'ng

$$\frac{C_0 \gamma_0}{\rho_0} \int_{\Theta_n}^{\Theta_k} \frac{1 + \beta \Theta}{1 + \alpha \Theta} dt = \frac{1}{K} (f_k - f_n) \quad (6.18)$$

bundagi  $f_k$  va  $f_n$  -integralning  $\Theta_k$  va  $\Theta_n$  darajalaridagi qiymatlari;  $K$  - o'tkazgichning solishtirma qarshilik va effektiv issiqlik sig'implashi. (12-jadval).

12-jadval. Koeffitsient  $K$  ning qiymatlari

O'tkazgichlar	Koeffitsient $K$ qiymatlari $\text{mm}^4 * \text{S} / (\text{A}^2 * \text{S}) \cdot 10^{-2}$
Alyuminiy shinalar, ochiq alyuminiy o'tkazgichlar, alyuminiy tola-jilali va polimer izolyatsiyali kabellar, alyuminiyli tolali va moy shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali kabellar	1,0540
Mis tolali yuqoridagidek kabellar	0,4570
Ko'p alyuminiy tolali moy shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali kabellar	0,9350
Mis tolali yuqoridagidek kabellar	0,4486

Tenglik (6.18) dan ko'rinadiki  $f$  ning qiymati harorat  $\Theta$  ga nisbatan murakkab funktsiya hisoblanadi. Agarda  $f$  ni mustaqil o'zgaruvchan deb hisoblasak,  $\Theta = \phi(f_n)$ ,  $\Theta = \phi(f_k)$  qiymatlari spravochniklarda keltiriladi, xususan 90-rasmda ham ko'rsatilgan.

QT tokining kvadratini  $V_k = \int_0^{t_k} i^2 dt$  orqali belgilaymiz va u o'tkazgichda hosil

bo'ladigan issiqikka to'g'ri proporsional bo'ladi.

Qabul qilingan belgilar bo'yicha quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{B_q}{S^2} = \frac{1}{K}(f_k - f_n) \quad (6.19)$$

$$f_k = f_n + \frac{KB_q}{S^2} \quad (6.20)$$

Shunday qilib, tokning issiqlik impulsi konkret material va uning ko'ndalang kesimini o'tkazgich harorati bilan bog'laydi. Issiqlik impulsi qiymatiga ko'ra va berilgan kesim yuzasiga asosan o'tkazgichning haqiqiy haroratini aniqlash va uni ruxsat etiladigan harorat bilan solishtirish mumkin. Ruxsat etiladigan harorat bo'yicha QT toki bimalol o'tadigan o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasini aniqlash mumkin.

QT boshlanishidagi haroratni belgilovchi  $f_n$  qiymatini 90-rasmdan topish mumkin. Bu grafoydali ish koeffitsiyenti adiabatik qizish grafigi deb yuritilib,

$\Theta_n$  qiymatini topishga xizmat qiladi. U quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\Theta_n = \Theta_0 - (\Theta_{rux} - \Theta_{0,nom}) \left( \frac{I_{max}}{I_{rux}} \right)^2 \quad (6.21)$$

bunda  $\Theta_0$  – atrof muhit harorati;  $\Theta_{rux}$  – uzluksiz ishlagandagi ruxsat etilgan harorat;  $\Theta_{0,nom}$  – atrof muhitning nominal harorati PUE bo'yicha havoda  $\Theta_{0,nom} = 25^{\circ}\text{C}$  bo'lib, yerda va suvda  $15^{\circ}\text{C}$ ;  $I_{max}$  – yuklamaning maksimal toki;  $I_{rux}$  – o'tkazgichning uzluksiz tok qiymati.

Agar aniqlangan  $f_n$  ga  $K \cdot V_k / S^2$  qiymatini qo'shadigan bo'lsak, unda (6.20) dan  $f_k$  qiymatini inobatga olgan holda oxir – oqibatda o'tkazgichning QT davridagi eng so'nggi harorati  $\Theta_k$  ni aniqlaymiz (90-rasmdagi chiziq 2). Agarda  $\Theta_k \leq \Theta_{k \max}$  unda o'tkazgich termik jixatdan «baquvvat».  $\Theta_n$  qiymati bo'yicha 90-rasmning 1 chi grafigidan  $f_n$  ni topish mumkin.

Ma'lumki, QT toki ikki bo'limdan:  $I_m(t)$  amplitudali davriy tashkil etuvchidan (vaqt birligi ichida generator parametriga qarab o'zgaruvchan) va vaqt doimiyligi  $\tau_a$  bo'yicha ekvipotensial qonuniyat bilan o'zgaruvi nodavriy tashkil etuvchidan iborat. Shularga asosan to'la issiqlik impulsini quyidagicha yozamiz:

$$B_q = \int_0^{t_q} i_{qt}^2 dt = \int_0^{t_q} (I_{nt}^2 + i_{at}^2) dt = \int_0^{t_q} I_{nt}^2 dt + \int_0^{t_q} i_{at}^2 dt = B_{qn} + B_{qa} \quad (6.22)$$

bunda  $V_{kn}$  va  $V_{ka}$ -QT davridagi issiqlik impulslarining davriy va nodavriy tashkil etiluvchilari;  $t_k = t_{re} + t_v$  - QT ning to'liq davri, unga rele himoyasi  $t_{re}$  va uzgich ishlashi uchun ketadigan vaqt  $t_v$  kiradi.

QT ning davriy tashkil etuvchisi vaqtining so'nmaydigan qiymati

$$B_{kn} = \int_0^{t_q} I_{nt}^2 dt = I_n^2 t_q. \quad (6.23)$$

Djoul integralining hisobiy maksimal qiymati nodavriy tashkil etuvchi orqali quyidagicha aniqlanadi. Agarda  $t_q \geq \tau_a$  bo'lsa, unda  $e^{-2t_k/\tau_a} \leq 0,1353$  bo'ladi va bu holat tortish nimstantsiyalari uchun QT davriga taaluqlidir.

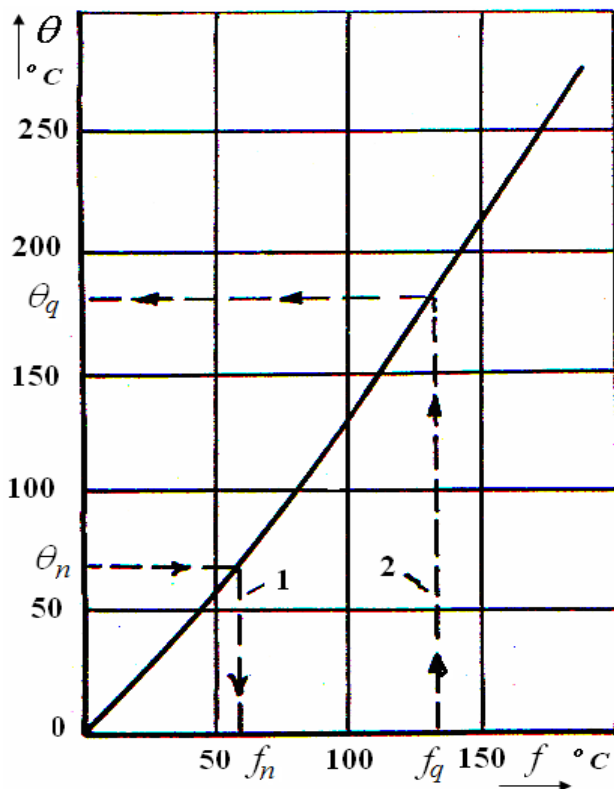
$$B_{ka} = \int_0^{t_k} i_{at}^2 dt = \int 2I_n^2 e^{2t/\tau} dt = I_n^2 \tau_a (1 - e^{-2t_k/\tau_a}) \quad (6.24)$$

Oddiy hisoblarda  $B_k \approx I_n^2 \tau_a$  olinadi. Joulning to'la integrali-issiqlik impulsi olis masofali QT bo'lganda

$$B_k = I_n^2 (t_k + \tau_a) \quad (6.25)$$

QT generator yaqinda ro'y bergandagi issiqlik impulsini topish yetarlicha murakkab masala hisoblanadi. Taxminiy hisoblar uchun (6.25) tenglamadan foydalanilsa bo'ladi. Bunda QT kvadrat toki hisobi natijasi olingan qiymat biroz kattaroq chiqishi bilan xarakterlanadi. Uni aniqroq hisoblashga zarurat sezilmaydi, chunki sodda usulda topilgan qiymatda termik bardoshlik bo'yicha zaxira bo'ladi.

$V_k$  qiymatini topishda ishlatiladigan QT nodavriy tashkil etuvchisining vaqt doimiyligi  $\tau_a$  ni aniqlash biroz qiyinchilik tug‘diradi. Bu masala (2.26) formulasi yoki spravochniklar yordamida topiladi. Elektr stantsiya shinalarida QT sodir bo‘lgan taqdirda  $V_k$  qiymatini baxolash uchun QT tok ja‘mida  $\tau_a$  ni quyidagi



90-rasm.  $f$  ning harorat  $\Theta$  ga bog‘liqlik grafigi

qiymatga teng deb qabul qilish mumkin: elektr stantsiya generatori quvvati  $30 \div 60$  MVt va shinadagi kuchlanish  $6 \div 10$  kV bo‘lganda  $\tau_a = 0,185$  soniya; yuqori kuchlanishli shinalarda kuch transformatorining quvvati  $32$  MV\*A va undan yuqori bo‘lganda  $\tau_a = 0,115$  soniya; hamda  $100$  MV\*A va undan yuqorida  $\tau_a = 0,14$  soniya bo‘ladi.

O‘tkazgich termik bardoshligini sodda usul bilan taxlil qilish mumkin. Bunda berilgan

ko‘ndalang kesim yuzasiga ega o‘tkazgich bu ko‘rsatgichlar bilan emas, balki o‘tkazgichning berilgan  $V$  funksiyasi bo‘yicha termik bardoshlikka javob beruvchi sim ko‘ndalang kesimining minimal qiymati aniqlanadi. Bu masalani yechish maqsadida 90-rasm grafoydali ish koeffitsiyentlari va (6.20) formulasidan foydalanilib, quyidagi tenglama keltirib chiqariladi:

$$S_{\min} = \sqrt{\frac{KB_q}{f_{q\max} - f_n}} \quad (6.26)$$

bunda  $f_{k\max}$  va  $f_n$  qiymatlari  $\Theta_k$  va  $\Theta_n$  xaroratlariga ko‘ra olinadi.

Taxminiy hisob-kitoblar uchun (6.26) ni boshqacha ko‘rinishda yozish mumkin

$$S_{\min} = \sqrt{\frac{B_q}{C}} \quad (2.27)$$

bunda  $C = \sqrt{(f_{q\min} - f_n)/K}$  funksiyasining qiymati 13-jadvaldan olinadi.

Agar hisob natijasida  $C \geq C_{\min}$  bo'lib chiqsa, tanlangan o'tkazgich termik nuqtai nazaridan bardoshlidir.

Elektr jixozlari ishlab chiqaruvchi zavod va korxonalar nominal termik holatni nominal tok  $I_n$  va nominal vaqt  $t_n$  orqali ifodalaydilar. Elektr jixozi ishga tushish davrida shu tokni taxminan  $t_n = 1 \div 4$  soniya vaqti ichida «ko'tara olib», uning harorati qisqa vaqtdagi 11-jadvalda keltirilgan haroratdan oshmasligi kerak.

Elektr jixozining termik holati quyidagi tengsizlik bilan aniqlanadi

$$B_q \leq I_{nom}^2 t_{nom} \quad (6.28)$$

bunda tenglamaning chap tarafi jixozda QT davrida ajraladigan issiqlik energiyasini bildiradi.

13-jadval. C – funksiyasining qiymatlari.

O'tkazgich	C –funksiyasining qiymati $A \cdot S^{1/2}/mm^2$	
Shina turlari		
Alyuminiy shinalari	91	
Mis shinalari	167	
Kabel turlari:	Kuchlanishning nominal qiymati, kV	
	6	10
Alyuminiy to'liq tomirli va qog'oz izolyatsiyali	92	94
Alyuminiy ko'p sim tomirli va qog'oz izolyatsiyali	98	100
Mis to'liq tomirli va qog'oz izolyatsiyali	140	143
Mis ko'p sim tomirli va qog'oz izolyatsiyali	147	150

Alyuminiy tomirli va polivinilxlorid izolyatsiyali	75	78
Mis tomirli va polivinilxlorid izolyatsiyali	114	118
Alyuminiy tomirli va polietilen izolyatsiyali	62	65

Nazorat uchun savollar.

1. Elektr uzatish yo‘llarining kuchlanishi va turlari.
2. Havо elektr uzatish yo‘llarida o‘takuchlanish.
3. O‘takuchlanishni cheklash.
4. Havо EUY asosiy parametrlari.
5. Havо EUY simlari.
6. Tutashuv va qisqa tutashuv turlari.
7. Bir fazali qisqa tutashuv.
8. Uch fazali qisqa tutashuv.
9. EUY oxiridagi qisqa tutashuv.
10. Elektrostantsiyaga yaqin joydagi qisqa tutashuv.
11. Sistemadagi shikastlangan bo‘limlarni selektiv o‘chirish.
12. Qisqa tutashuv oqibatlari.
13. Qisqa tutashuv tokini hisoblash.
14. Qisqa tutashuv tokining termik ta’siri.
15. Qisqa tutashuv vaqtidagi issiqlik impul’slari.
16. O‘tkazgich va jixozlarning ruxsat etilgan harorati.



## VII BOB. RELELI HIMOYA VA AVTOMATIKA

### 7.1. Releli himoyalash va avtomatika

**Releli himoya vazifalari.** Har qanday elektr energetika sistemasini hisoblashda, loyihalashda, ishlatishda ularda uchraydigan shikastlanish va nome'yoriy jarayonlar sodir bo'lishi mumkin. Bunga elektr stantsiyalar, elektr sistemalar, elektr uskunalar, elektr uzatgichlar, ularning iste'molchilari, hamda turli jixozlarida nome'yoriy tartib-rejim, ishdan chiqish yoki shikastlanish sodir bo'lishi sababli avariya holatlari vujudga kelishi sabab bo'ladi. Bunday jarayon ko'p hollarda elektr sistemalarining ayrim bo'laklarida tokning me'yoridan oshib ketishi yoki kuchlanishning haddan ziyod pasayishiga olib keladi. Tok miqdorining oshib ketishi katta qiymatda issiqlik ajralib chiqishiga va buning natijasida meoridan ortiq qizib ketishga hamda og'ir shikastlanishiga sababchi bo'lishi mumkin.

Releli himoyalash (releynaya zashita) ning vazifasi uch fazali elektr sistemalarini qisqa tutashuv KZ (korotkoe zamikanie) hamda o'tayuklanish (perenagruzka) toklaridan muhofaza qilishdir.

Elektr sistemalaridagi shikastlanish va nome'yoriy ish jarayonlari ularni avariya holatiga keltirishi mumkin. Bundan esa elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi, uzatuvchi, taqsimlovchi uskunalar zarar ko'rishi, elektr energiyasining sifati buzilishi hisobiga iste'molchilarning ishlab chiqarish mahsulotining hajmi va sifati kamayishi mumkin.

Avariyaning kelib chiqishiga ko'p hollarda energiya ishlab chiqaruvchi yoki taqsimlovchi uskunalarning ayrim kamchiliklari, loyiha xatoliklari, montaj va foydalanishdagi nosozliklar asosiy o'rinni egallaydi. Iste'molchilarni tinmay sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun elektr sistemasining shikastlangan bo'limini tez uzib tashlash zarur. Qisqa tutashuv jarayonini o'chirib yo'qotish juda qisqa vaqt, ya'ni  $0.1 \div 0,01$  soniya, ichida amalga oshirilishi lozim.

Elektr sistemasida bir necha energiya manbalarining o'zaro elektr zanjiri orqali bog'langanligi hisobga olinsa, u holda sistemaning har qanday bo'limida sodir

bo'ladigan qisqa tutashuv QT qolgan boshqa uchastkalarga ta'sir etishi mumkin. Elektr sistemani saqlashda maxsus sxemalar, avtomat ravishda ishlovchi relelyli ximoya uskunalari yoki saqlagichlari ishlatiladi.

Releli himoyaning asosiy vazifasi elektr sistemaning shikastlangan bo'limini avtomatik tarzda boshqa shikastlanmagan bo'limlaridan uzib ajratish hisoblanadi. Shuning uchun releli himoya umumiy elektr sistemasining avtomatlashtirilgan bo'limi deb yuritiladi.

Releli ximoyaning qo'shimcha vazifasi elektr sistemasi elementlarini nome'yoriy 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 nome'yoriy jarayon qisqa muddat ichida o'z holiga qaytishi mumkin. Shunday qilib releli himoya ning qo'shimcha vazifasini bajaruvchi sistema birmuncha sekinroq ishlashi kerak.

Elektr sistemalarining uzliksiz ishlashini ta'minlash uchun **avtomatik qayta yoqish APV** (avtomaticheskoe povtorno vklyuchenie); rezerv quvvatlarni ishga kiritish AVR (avtomaticheskoe vklyuchenie rezervov); **avtomatik chastotani sozlash ACHR** (avtomaticheskoe chastotnoe regulirovanie); **avtomatik rezervni yoqish AVR** (avtomaticheskoe vklyuchenie rezerva), ya'ni rezerv elektr ta'minlash manbai va qurilmalarni yoqish kabi tadbirlarni avariya qarshi maxsus avtomatlashtirilgan sxemalar yordamida amalga oshish talab etiladi.

**Releli himoya turlari.** Releli himoya alohida avtonom qurilma sifatida elektr sistemasining elementlari va sxemalariga kiritiladi. Himoya sistemasi qisqa tutashuv yoki boshqa nome'yoriy ish jarayoniga qarab aniqlangan elementni o'chirish uchun uning uzuvchi uskunasi ta'sir etadi.

Releli himoya elektr avtomatikasining asosiy turi bo'lib, energetika sistemasidagi barcha elementlarning holatlarini uzluksiz tekshirib, nazorat qilib boradi. Energetika sistemalaridagi shikastlanishni rele himoyasi aniqlaydi va sistemaning shikast ko'rgan bo'limini maxsus katta tokga mo'ljallangan uzgichlariga ta'sir etib o'chiradi. Energetika sistemasida nome'yoriy sharoit vujudga kelganda himoya uni aniqlaydi va bu xolatning xarakteriga qarab, normal

sharoitni tiklash uchun kerakli bo'lgan chora tadbirlarni qo'llaydi yoki navbatchi shaxsga xabar beradi.

Releli himoyaning yana bir xususiyati shuki, u ichki shikastlanishga ta'sir etishi, ammo tashqi shikastlanishga ta'sir etmasligi mumkin va uning aksi. Ichki shikastlanishga: tarmoqning taqsimlovchilari, elektr uzatish yo'llari, transformatorlari, generatori va boshqalardagi shikastlanishlar kiradi.

Releli himoya asosiy va rezerv turlarga bo'linadi: asosiy releli himoya deb har qanday qisqa tutashuv jarayonida yoki uning ayrim ko'rinishlarida boshqa barcha himoya turlaridan vaqt bo'yicha avvalroq ishga tushuvchi majmuaga aytiladi. Rezerv releli himoya deb asosiy va boshqa turdagi himoyalar ishlamay qolganda ishga tushuvchi himoya majmuasiga aytiladi.

Ulardan tashqari releli himoyaning o'zidagi kamchiliklar hisobiga ayrim noaniqliklar paydo bo'lishi mumkin. Bunga releli himoyaning noaniq ishlashi, buzilishi, umuman ishlamasligi, yoki mo'ljaldan tezroq o'chirib qo'yishi va hokazolar kiradi.

**Releli himoya va avtomatikaning mazmuni.** Elektr energetika sistemalari, elektr stantsiyalar elektr qurilma va asbob-uskunalarida, elektr uzatish yo'llarida, elektr energiyasining iste'molchilarida nome'yorli va ishdan chiqish holatlarini, shikastlanishni uchratish mumkin. Ishdan chiqish yoki shikastlanish ko'p hollarda elektr energetika sistemasining elementlarida tokning me'yoridan oshib ketishi yoki kuchlanishning pasayishi bilan bog'liq bo'lib, bu issiqlik ajralib chiqishiga olib keladi. Natijada elektr uzatish yo'llari va qurilmalari havfli qizib ketishi va shikastlanishi mumkin. Kuchlanishning me'yordan pasayishi elektr iste'molchilarning me'yorli ishlashiga yo'l qo'ymaydi va parallel ishlayotgan generator va elektr sistemasining turg'unligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Elektr sistemalari va elektr iste'molchilarning me'yorli ishlashi uchun shikastlangan qurilma yoki elektr yo'li tezda aniqlanishi, o'chirilishi kerak va shu tadbir orqali boshqa elektr iste'molchilar va elektr sistemalarning me'yorli ishlashiga sharoit yaratilishi kerak. Me'yordan tashqari holatlar o'z vaqtida aniqlanib, choralar ko'rilsa havfsizlik va iqtisodiy samaradorlik ta'minlanadi.

Elektr sistemalarida dastavval himoya qurilmasi sifatida eruvchan saqlagichlar qoʻllanilgan. Quvvatlar, tok va kuchlanishlarning kattalashishi hamda elektr sistema sxemalarining murakkablashishi sababli himoyalovchi qurilma sifatida avtomatlashgan releli himoya ishlab chiqildi.

**Elektr qurilmalaridagi shikastlanishlar.** Elektr sistemasidagi koʻpgina shikastlanishlar fazalarning oʻzaro yoki yer bilan qisqa tutashishlari sababli sodir boʻladi. Boshqa shikastlanishlarga: izolyatsiyani sirt yo xajm elektr teshilishi; kuchlanish va tokni meʼyordan oshib yoki tushib ketishi; hizmat koʻrsatuvchi shaxslarning notoʻgʻri amali va xatolari: ajratgichni yuqori kuchlanish ostida uzish, yerlagich olinmagan holda kuchlanish berish va boshqalar kiradi. Qisqa tutashuv koʻp shikastlanishlarga olib keladigan eng xavfli va ogʻir holatdir (6-bobga qarang).

Nomeʼyor xolatlar deb tok kuchi, kuchlanish va chastota qiymatlarini belgilangan miqdor chegarasidan chiqib ketishi yoki qurilma va elektr energetika sistemasini turgʻun ishlashiga havf boʻlishiga aytiladi. Asosiy nomeʼyorli xolatlar quyidagilardir.

-Qurilmaning oʻtayuklanishi, yaʼni tokning meʼyordan juda oshib ketishi.

-Chastotani pasayishi, yaʼni generatorlar quvvatini etishmasligi, bu hol odatda bir boʻlim generatorlarning birdaniga oʻchishi bilan bogʻliq. Chastotaning chuqur pasayishi ( $47 \div 45$  Hz) ogʻir shikastlanish holati boʻlib, elektr sistemaning ishlashining toʻliq toʻxtashi kuzatiladi.

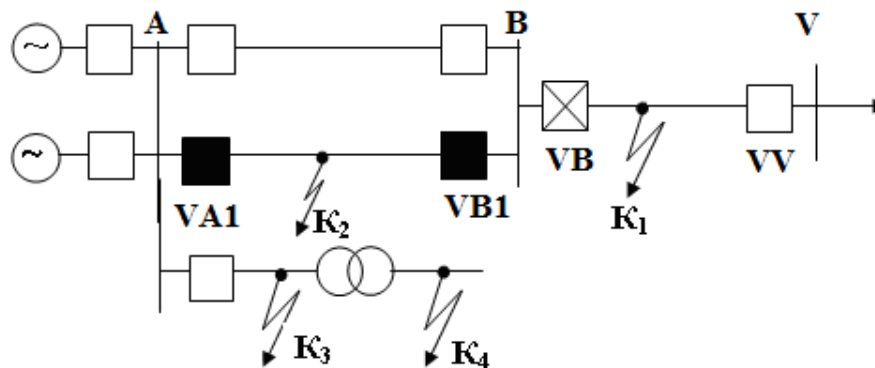
-Kuchlanishning oshishi, yaʼni generatorning yuklarini birdan oʻchirilishi, bu holda yuki yengillashgan generator tezroq aylanadi va bunda stator elektr yurituvchi kuchi izolyatsiya uchun xavfli katta qiymatga etadi.

**Releli himoyalarga qoʻyiladigan asosiy talablar:** tanlovchanlik-selektivlik, yaʼni oldinma-keyin yoki tanlab oʻchirish; tezkorlik; sezgirlik; ishonchlilik; iqtisodiylik; himoya sxemasining soddaligidir.

Releli himoyaning tanlovchanlik xususiyati deb uning faqat shikastlangan elementni, yaʼni ayrim boʻlimigina, tanlab oʻchirish imkoniga aytiladi. Bunday xususiyat rezerv manbai mavjud boʻlgan sistemalarda elektr energiya taʼminlanishi

uzluksiz mavjud bo‘lishiga olib keladi. Ichki qisqa tutashuv jarayonlarida tanlovchanlik sistemani himoyalash o‘zining tezkor ishga tushish tomonlari bilan belgilanadi.

Shikastlangan bo‘limlarini tanlab o‘chirishga misollar 91-rasmda keltirilgan.



91-rasm. Shikastlangan bo‘limlarni tanlab o‘chirilishi.

Qisqa tutashuv K1 nuqtada yuz berganda VB uzgich elektr uzatish yo‘lining shikastlangan, ya’ni qisqa tutashuv, nuqtasiga, yaqin bo‘lgani uchun avvalroq uzadi. Bunday o‘chirishda shikastlangan uzatish yo‘lidan tashqaridagi boshqa iste’molchilarning ish xolatini saqlab qoladilar. Agar nimstantsiyaga bir necha elektr uzatish yo‘llari ulangan bo‘lsa, u holda biron bir yo‘ldagi qisqa tutashuvni tanlab o‘chirilishi bu nimstantsiyasini boshqa yo‘llar bilan ulanishini saqlab qoladi va iste’molchilarning uzluksiz energiya ta’minotini bajarishga sharoit yaratiladi.

**Himoyaning tezkorlik xususiyati** ayniqsa ichki qisqa tutashuv jarayonini tezlik bilan o‘chirishda muhim ahamiyatga ega, zotan:

- butun sistemadagi parallel ishlovchi mashina va uskunalarning barqaror ishlashini ta’minlaydi;
- elektr uzatish yo‘llari xususiyatini maqbullash imkonini beradi;
- elektr uzatish yo‘llardagi kuchlanish tushuvi miqdorining iste’molchilarga ta’sirini kamaytirishga yordam qiladi;
- shikastlangan elementdagi buzilish xodisasini kamaytiradi, ayniqsa katta quvvatlik, qimmatbaho generatorlar uchun buning ahamiyati katta;
- avtomatik qayta yoqish APV jarayoni samaradorligini oshiradi;
- ichki zanjirlarda o‘takuchlanish xosil bo‘lishining oldi olinadi;

-elektr yoritish sifati maqbullanadi.

Qisqa tutashuvni o'chirilishi mumkin qadar tez, qisqa vaqtda olib borishilishi kerak, chunki bu elektr qurilmalarini ishdan chiqishiga, yo'llarni avtomatik qayta yoqish APV unimdorligini oshirish, iste'molchilarda kuchlanish tushishi vaqtini kamaytirish, generatorlarning elektr energetika sistemasi bilan turg'un parallel ishlashlarini saqlanib qolishiga juda katta ta'sir ko'rsatadi. Yuqori kuchlanishli elektr uzatish yo'llari EUY da yuz bergan shikastlanishlar quyida ko'rsatilgan vaqt ichida o'chirilishi shart:

$$\text{EUY } 300 \div 500 \text{ kV} \quad t_{\text{o'chirish}} = 0.1 \div 0.12 \text{ soniya.}$$

$$\text{EUY } 110 \div 220 \text{ kV} \quad t_{\text{o'chirish}} = 0.15 \div 0.3 \text{ s.}$$

$$\text{EUY } 6 \div 10 \text{ kV} \quad t_{\text{o'chirish}} = 1.5 \div 3 \text{ s.}$$

PEU (elektr qurilmalari tuzilish qoidalari) ko'rsatadiki [33]: agar qoldiq kuchlanish me'yordan 60% dan kam bo'lsa, u holda elektr sistemasi turg'unligini saqlash uchun tez o'chiruvchi releli himoyalarni qo'llash kerak.

Ma'lumki shikastlanishni bartaraf etish vaqti  $t_{\text{brt}}$ , releli himoyaning ishlashi uchun sarf bo'lgan vaqt  $t_{\text{RH}}$ , bilan uzgichning o'chirish vaqtlari  $t_{\text{o'ch}}$  yig'indisidan tashkil topadi.

$$t_{\text{brt}} = t_{\text{r.h}} + t_{\text{o'ch}}. \quad (7.1)$$

O'takuchlanishli sistemalarda bu vaqtni  $t \leq 0,08 \div 0,1$  soniya bo'lishi talab qilinadi. Demak uzgichlarning o'chirish vaqti  $t_{\text{o'ch}} \approx 0,06$  s bo'lsa, u holda releli himoya uchun  $t_{\text{r.h}} = 0,02 \div 0,04$  s vaqt qoladi. Bunday kichik vaqtni releli himoyaning hozirgi zamon turlari to'la ta'minlay oladi. Ammo boshqa birmuncha yengilroq shikastlanish holatlari uchun texnik iqtisodiy jihatdan releli himoya vaqti birmuncha kattaroq bo'lishi mumkin.

Tezkor va tanlovchan himoyalarni ishlab chiqish juda muhim va releli himoya texnikasining asosiy masalasidir. Bu himoyalar murakkab va qimmat baholanadi, shuning uchun shunday joylarda ishlatilishi zarurki, bu joylarda oddiy himoyalar, ya'ni vaqt bo'yicha kutuvchan sabrli (viderjka) ishlovchi himoyalar talab qilingan

tezkorlikni qanoatlantira olmaydi. Nome'yorli holatlardan saqlash himoyalarning ishlash vaqtlariga talablar shikastlanishlarning oqibatlaridan kelib chiqadi.

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

Himoyaning sezgirliги uning sezgirlik koeffitsienti  $K_{szg}$  bilan belgilanadi, jumladan tok bo'yicha himoyada

$$K_{szg} = I_{min.QT} / I_{hm} \quad (7.2)$$

kuchlanishning pasayishi bo'yicha himoyada

$$K_{szg} = U_{hm} / U_{maks.qold} \quad (7.3)$$

Bularda:  $I_{min.QT}$  – minimal qisqa tutashuv toka;  $I_{hm}$  - himoya ishlab ketishi uchun etarli tok miqdori;  $U_{hm}$  - himoya ishlab ketishi uchun etarli kuchlanish miqdori;  $U_{maks.qold}$  – qisqa tutashuvdagi maksimal kuchlanish. Bu qiymatlar «Elektr qurilmalarning tuzilish tartiblari» PEU ga muvofiq ravishda tanlab olinadi [33].

**Himoyaning ishonchliligi** unga qo'yilgan vazifalarni berilgan texnik shartlar asosida bajarilishini ta'minlash hisoblanadi. Qisqa tutashuv himoya o'rnatilgan hududdan tashqarida yuz berganda ham himoya betuxtov ishlashi kerak, shuningdek ular ishlamasligi kerak bo'lgan va hisoblanmagan hollarda aniq ishlamasligi kerak.

Himoyaning mustahkamligi sxemaning soddaligi, unda o'rnatilgan rele, ularning turi va kontaktlarining soni, o'rnatilish va bajarilish sifati, o'rnatish materiallari, texnik xizmat ko'rsatishga bog'liq.

**Releli himoyalashni tashkil etish.** Releli himoya ma'lum bir sxema bo'yicha ulangan birnecha relelar majmuasidan tashkil topadi.

Elektr sistemalarini releli himoyalash ularga salbiy ta'sir etuvchi qisqa tutashuv toki, o'ta yuklanish jarayoni, kuchlanishning keskin kamayishi va boshqalarga qarab juda ko'p usullarda bajarilishi mumkin. Releli himoya qurilmalari ikki asosiy bo'limdan tashkil topadi: o'lchash va mantiqiy bo'limlar (92-rasm).

O'lchash bo'limidagi o'lchov relelari belgilangan bo'limning holatini tinmay nazorat qiladi va uni o'chirish shartlariga asosan umumiy holatini aniqlaydi.

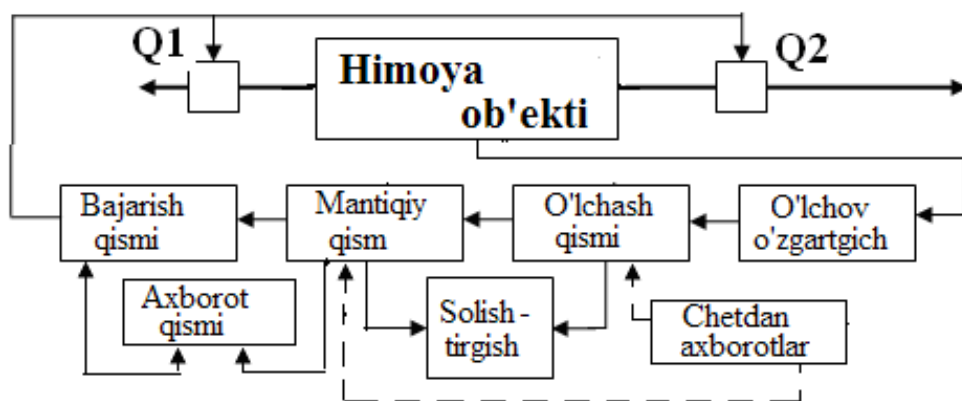
Mantiqiy bo'lim esa, himoyaning o'lchash bo'limidan unga uzatilgan axborotlarga ko'ra ta'sir etuvchi signal buyruq tayyorlaydi. Odatda mantiqiy bo'lim o'chirish qurilmalariga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir etmaydi, balki ish bajaruvchi uskunalarni ishga tushiradi. Undan tashqari himoyaning ikkala bo'limiga chetdan axborot bo'limi orqali aloqa yo'llari bilan ham nazorat axborotlari yuborilishi mumkin.

Bularga yana axborot bo'limi kiritiladiki, ular butunlay sistemaning yoki uning ayrim bo'limining uzilganliklari xaqida xabar beradilar. Xozirgi kunlarda himoyaning ishonchliligini oshirish maqsadida ularning barcha elementlari alohida tayanch manbadan energiya bilan ta'minlanadi.

Releli himoyaning tuzilish blok sxemasi 92-rasmda keltirilgan.

Ta'sirga javob beruvchi, yoki o'lchov o'zgartkichli bo'lim bosh bo'lim bo'lib, u asosiy relelardan iborat bo'ladi. Bu o'lchov o'zgartkichli relelar himoyalanuvchi ob'ekt to'g'risidagi axborot va xabarlarini doimo qabul qilib turadilar va shikastlanish, nome'yorli holatda himoyaning mantiq bo'limiga o'lchov organidagi axborotni solishtiruvchi organga mos kelganida axborot uzatish bilan ta'sir javob beradilar.





92-rasm. Releli himoya tuzilish sxemasi:

Mantiq-logik bo‘lim yordamchi bo‘lim bo‘lib, u o‘lchov organidan olgan axborotni qabul qiladi, agar bu axborotlar ketma-ketligi va qo‘shilishlari solishtirish organiga berilgan dasturga mos bo‘lsa, oldindan ko‘zlangan amallarni bajaradi va uzgich boshqaruvi bajarish elementiga impul’s bilan xabar beradi. Mantiq bo‘lim elektromexanik rele, elektron lampali yoki yarim o‘tkazgich qurilmali sxema yordamida tayyorlanadi. Yuqoridagilar asosida aytish mumkinki, himoya qurilmalarini bo‘linishi kabi relelar ham asosiy, ya’ni shikastlanishga ta’sir javob beruvchi va yordamchi, ya’ni asosiy relening axboroti ostida ishlovchi va sxemalarning mantiq bo‘limida ishlovchi, guruhlariga bo‘linadi.

Releli himoyalarda ta’sirga javob beruvchi rele sifatida tok relelari, ya’ni tokning kattaligiga qarab ta’sir javob beruvchi, kuchlanish relelari, ya’ni kuchlanishning kattaligiga qarab ta’sir javob beruvchi, chastota relelari, ya’ni chastotaning kattaligiga qarab ta’sir javob beruvchi, va qarshilik relelari, ya’ni qarshilikning o‘zgarishiga qarab ta’sir qiluvchi, qo‘llaniladi. Ko‘rsatilgan relelar birligi asosidagi qurilgan quvvat relelari himoya o‘rnatilgan joydan oqayotgan qisqa tutashuv quvvati kattaligi va yo‘nalishi asosida ta’sir javob beradilar.

## 7.2. Rele va operativ tok manbalari

Rele bu avtomatik qurilma bo‘lib, ma’lum bir ta’sir etuvchi birlamchi o‘lchamning qiymatida ikkilamchi zanjirda sakrashsimon o‘zgarish sodir qiladi, ya’ni harakatga keladi yoki ishlaydi. Rele texnikasida kontaktli elektromexanik

relelar va kontaktsiz yarim o'tkazgichli yoki ferromagnit elementli relelar qo'llaniladi. Relelarning 2 turi mavjud:

-1-tur relelar ishlagan paytida kontaktlar ulanadi yoki uziladi;

-2-tur relelar ishlagan paytida kiruvchi o'lchamning, masalan kuchlanishning, ma'lum bir qiymatida chiqish kattaligi sakrash bilan o'zgaradi.

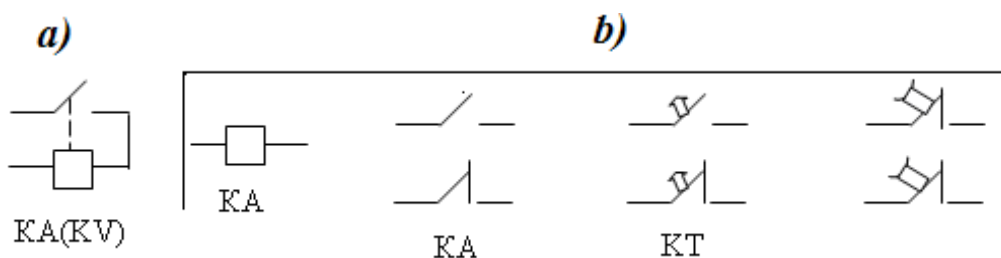
Asosiy relelar qatoriga maksimal relelar, minimal relelar, tok relelari, kuchlanish relelari kiradi. Agar rele biror o'lchamning kattalashishi natijasida ta'sir javob bersa, bu rele maksimal rele deyiladi. Agar rele parametrni kamayishi natijasida ta'sir javob bersa, bu rele minimal rele deyiladi. Nome'yorli xolatlardan himoya qilish uchun ham qisqa tutashuvdagi kabi tok va kuchlanish relelari ishlatiladi. Tok relelari RT o'tayuklangan hollarda, kuchlanish relelari RN esa elektr sistemalarida kuchlanishni xavfli oshib yoki kamayib ketishida ta'sir javob beradi.

Maxsus relelardan bo'lgan chastota relelari va issiqlik relelari nome'yorli xolatlarda ta'sir javob berish uchun ishlatiladilar.

Yordamchi relelar qatoriga vaqt relelari, ko'rsatgich relelar, oraliq relelar kiradi. Vaqt rele RV himoyaning harakat ta'sirigacha bo'lgan vaqtni oshiradi. Ko'rsatgich rele RU himoya elementlari harakatini xabarlaydi va qayd qiladi. Oraliq rele RP himoya elementlarini o'zaro bog'laydi va asosiy relening uzatayotgan xabarini uzgichga yetkazadi.

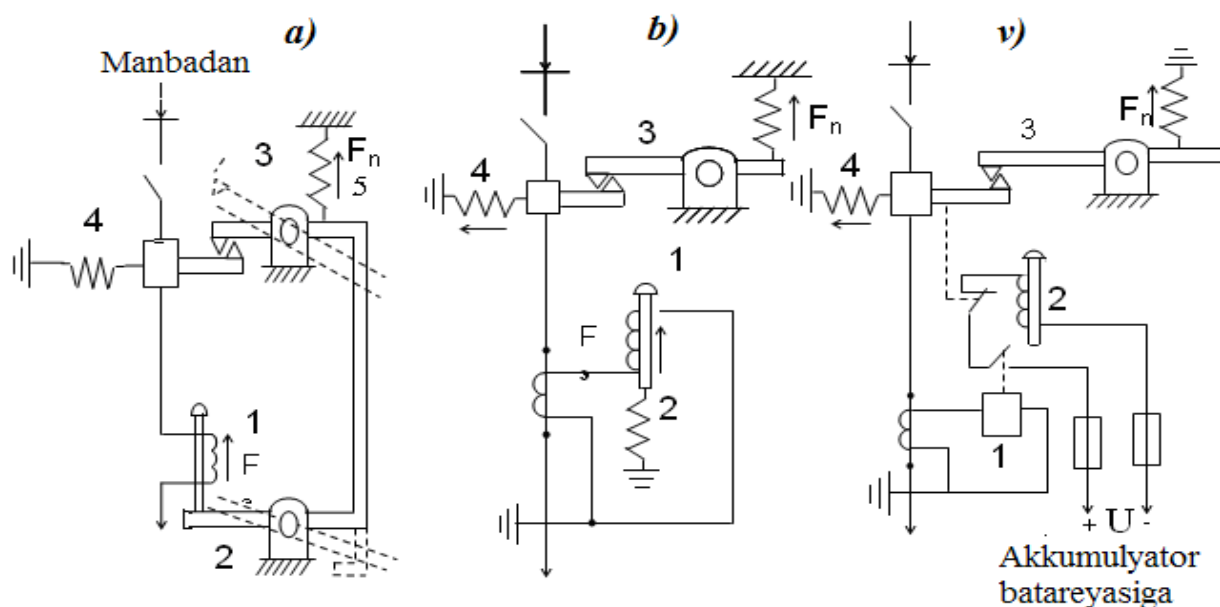
Har bir releni ikki bo'limga ajratish mumkin: qabul qiluvchi va bajaruvchi bo'lim. Rele va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlashning ikki tamoyili mavjud.

Releli himoya uzgichga to'g'ridan to'g'ri va bilvosita ta'sir ko'rsatishi mumkin. 93-rasmda relening to'g'ridan to'g'ri himoyada qo'llanish chizmasi ko'rsatilgan bo'lib, unda: *a*-birlamchi rele, *b*-ikkilamchi relening tamoyil chizmalardagi tasviri.



93-rasm. Relelarning tamoyil chizmalardagi shartli tasvirlari.

Rele 1 ishlagan paytda uning qoʻzgʻaluvchi boʻlimi 2 uzgichning bir-biridan ajratuvchi richagi 3 ga toʻgʻridan-toʻgʻri taʻsir qiladi (94a-rasm). Shundan keyin uzgich 4 prujina harakati yordamida oʻchiriladi. Toʻgʻridan toʻgʻri taʻsir qilish relelari toʻgʻridan-toʻgʻri uzgichning yuritma uzatmasiga oʻrnatiladi. SHuning uchun bu relelar oʻrnatilgan relelar deyiladi.



94-rasm. Releli himoyaning uzgichga taʻsir koʻrsatishi: a) va b) – bevosita taʻsirli; v) -bilvosita taʻsirli relelar.

Rele 1 ishlagan paytda uning kontakti 2 elektromagnitning choʻlgʻamini ulaydi (94a-rasm). Bu choʻlgʻam oʻchirigich choʻlgʻami OʻCH (solenoid otklyucheniya SO) deyiladi. U kuchlanish taʻsiri ostida (maxsus manbaning zanjiridan olinuvchi) oʻchiruvchi choʻlgʻamda tok paydo boʻladi, 2 oʻchirish choʻlgʻamining oʻzagidan tok oqqan paytida richag 3 xalqa 4 ni qoʻyib yuboradi. Buning natijasida 5 prujina

yordamida va harakatida uzgich o'chiriladi. Uzgich ishga tushgach, rele cho'lg'amidagi tok yo'qoladi va rele kontakti qo'shiladi.

Ularni ishini yengillatish uchun yordamchi blok kontakt BK ishlatiladi. BK o'chirish cho'lg'aming zanjirini ham rele kontaktini o'chirmasdan uzib qo'yadi. Bilvosita harakatlanuvchi releli himoya uchun yordamchi kuchlanish manbai, ya'ni operativ tok manbai, kerak. To'g'ridan to'g'ri harakatlanuvchi releli himoyaga operativ tok manbasi zarur emas, bundan tashqari bu himoyaning relelari uzgichni mexanizmini ajratish yoki qo'shish uchun katta kuch bilan ta'sir qilishlari kerak. Shuning uchun to'g'ridan to'g'ri harakatlanuvchi relelar aniq bo'lmaydi va katta quvvat talab qiladilar.

Bilvosita harakatlanuvchi relening kuchi kichik bo'lishi mumkin, shuning uchun ular katta aniqlikka ega va kam quvvat sarf qiladilar. Ko'p releli himoyalarda o'zaro aloqa operativ tok orqali olib boriladi, chunki bu mexanik yo'lga nisbatan osonroq va soddaroqdir. Shuning uchun ham ikkilamchi bilvosita ta'sir qiluvchi relelar himoyada keng tarqalgan va ko'proq qo'llaniladi. 3 kV, 6 kV, 10 kV, 35 kV kuchlanishli havo elektr uzatish yo'llarida to'g'ridan to'g'ri ta'sir qiluvchi tok relelari keng qo'llanadilar. Bu himoyaning soddaligi, relening mustahkamligi bilan bog'langan va kamchiliklarning muhim emasligi bilan asoslanadi.

**Operativ tok manbalari.** Operativ tok deb uzgichni masofali boshqarishni ta'minlovchi zanjirlarni, rele himoyasini operativ zanjirlarini, avtomatika, telemexanika va axborotlarni qabul qiladigan uskunalarni ta'minlaydigan tokka aytiladi.

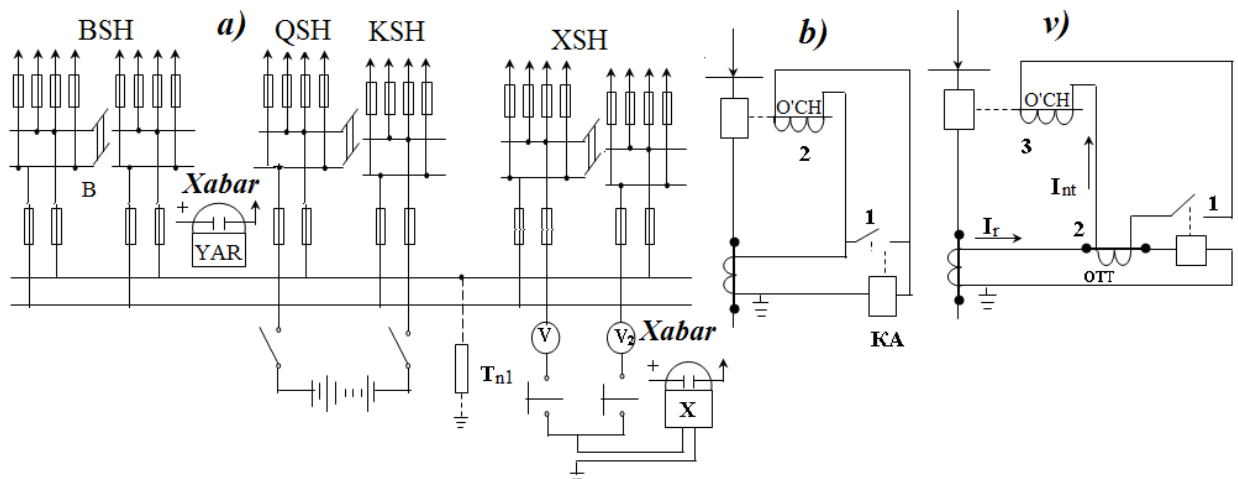
Operativ zanjirlar himoya elementlarini, shikastlangan yo'l va qurilmalarni o'chiradigan uskunalarni tok bilan ta'minlashi juda muhimdir. Shuning uchun operativ tokka qator xaqli va muhim talablar qo'yiladi. Bularga qisqa tutashuv paytida va me'yorli xolatlarda operativ tok tomonidan kuchlanish va quvvatlar uzgichining uzilishi va ulanishini, himoyaning qo'shimcha rele va avtomatikasini doimo va o'zgarishsiz ta'minlab turishi kiradi.

Nimstantsiyalarda operativ tokning quyidagi sistemalari ishlatiladi:

- o'zgarmas operativ tok zanjirlarni akkumulyator batareyalari bilan ta'minlash;
- o'zgaruvchan operativ tok zanjirlarni himoyalanganayotgan qurilmalarning o'lchov tok va kuchlanish transformatorlari, o'z ehtiyoji transformatorlari va zaryadlangan kondensatorlar bilan ta'minlash;
- to'g'rilangan operativ tok zanjirlarni ta'minlash bloki yoki kuch qurilmalarining to'g'rilagichlari yordamida to'g'rilangan, ya'ni o'zgarmas, tokka aylantirilgan o'zgaruvchan tok bilan ta'minlash, bunda yordamchi manba sifatida impuls bilan ishlovchi va oldindan zaryadlangan kondensator batareyalari ishlatilishi mumkin;
- operativ toklarning aralashgan operativ zanjirlarni to'g'rilangan va o'zgarmas hamda to'g'rilangan va o'zgaruvchan toklar bilan ta'minlash.

**O'zgarmas operativ tok manbai** sifatida kuchlanishi  $110 \div 220$  V, kichik nimstantsiyalarda esa  $24 \div 48$  V bo'lgan va hamma operativ zanjirlarni markaziy ta'minlovchi akkumulyator batareyalari ishlatiladi (95a-rasm). Barqarorlikni oshirish uchun o'zgarmas tok yo'llari bir necha bo'limlarga bo'linib, har biri alohidadan batareyaning qo'shma ishlash sistemasiga ulanadi.

Asosiy bo'lim bo'lib himoya zanjirlari, avtomatikalar, o'chirish cho'lg'amlari hisoblanadi va ular boshqarish shinasi BSH dan elektr ta'minlanadilar. Ikkinchi bo'lim bo'lib qo'shish shinasi QSH dan elektr ta'minlanuvchi qo'shish cho'lg'amining zanjiri hisoblanadi. Bu QSH  $400 \div 500$  A tok qabul qiluvchi o'chirish cho'lg'amli uzgichlarning uzish-qo'shish cho'lg'amlarini ta'minlaydi. Uchinchi bo'limga kamroq javobgarlikka ega bo'lgan xabar shinasi XSH ta'minlanuvchi xabarchi qurilmalar kiradi. Operativ tok bilan boshqa ta'minlanuvchilar: ishdan chiqqanda, avariya-shikaslanish holatida yoritish, o'z dvigatellari alohida shinadan tok iste'mol qiladilar.



95-rasm. Operativ tok manbalari: a)-operativ boshqarish BSH, qo`shish QSH, kuch KSH, xabar berish XSH zanjirlarini o`zgarmas tok bilan ta`minlash; b)-bevosita tok transformatoridan ta`minlanish; v)-oralik tok transformatori yordamida ta`minlash chizmalari.

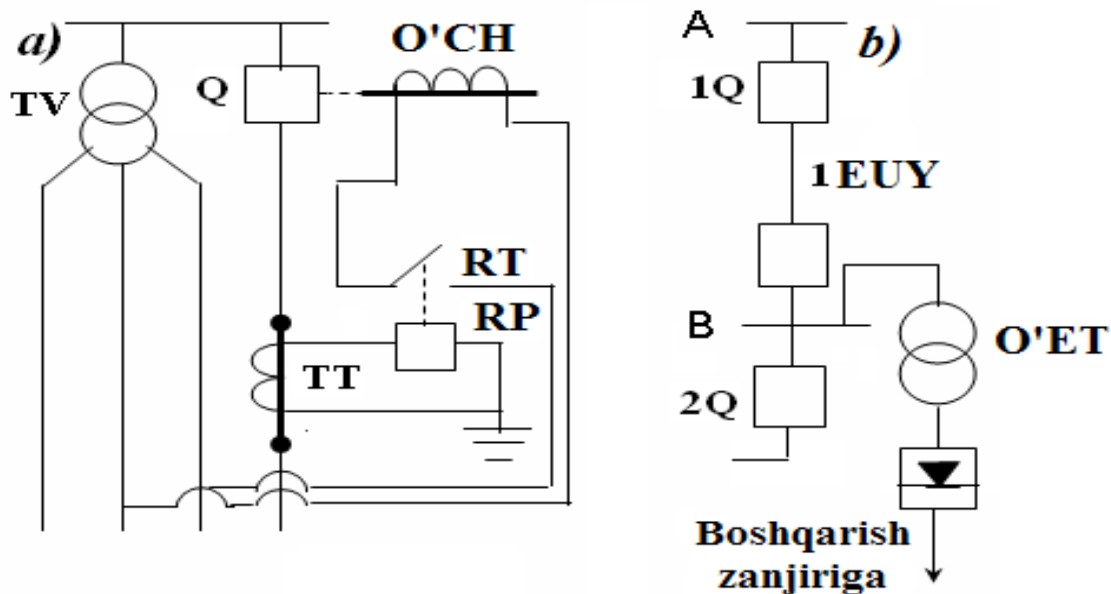
Operativ zanjirlarni qisqa tutashuv tokidan himoya qilish uchun saqlagich yoki tokning oshishiga ta'sir javob beruvchi maxsus avtomatlar ishlatiladi. Bu jarayon eruvchan saqlagichlarning ishga yaroqlik holati yaroqlilik relelari YAR bilan kuzatiladi (95a-rasm). Akkumulyator batareyasi doimiy zaryadlanish holatida aniq ishlaydi. Bunda elementli kommutatordan foydalanilmaydi.

O`zgarmas tok shiti kuch shinasi KSH va boshqarish shinasidan BSH iborat. BSH ning 108 ta elementli akkumulyator batareyasidan hamda musbat "+" ishorali va manfiy "-" ishorali shinalardan iborat. Elementlar soni 108 dan ko'p bo'lganda ular oshirilgan element kuchlanishi "-" shinaga ulanadilar.

Shina BSH uzgich xolatini ko'rsatuvchi xabar lampalarini yoqishga mo'ljallangan. Boshqaruvchi ballast qarshilik RR asosiy ( $n=100, 108$ ) va qo'shimcha ( $n=120, 128, 140$ ) elementlarni bir xil zaryadlanish, zaryad ostida bo'lish va razryadlanishni ta'minlaydi. Ballast qarshilik sifatida RZV-41 (40 A, 4,5 kVt) yoki qo'zgatishni sozlagich (regulyator vozbujeniya) qo'llaniladi.

**O'zgaruvchan operativ tok manbai.** Bo'lib tok va kuchlanish transformatorlari va o'z ehtiyojlar transformatorlari xizmat qiladi. Tok transformatorlari operativ zanjirlarni qisqa tutashuv paytida ta'minlovchi eng

mustahkam manbalardan hisoblanadi (95b,v-rasm). Qisqa tutashuv paytida tok transformatorlarida tok va kuchlanish ortadi. Shuning uchun tok transformatorlarida himoyaning ishlash vaqtida quvvat ortadi va operativ zanjirlar barqaror-ishonchli energiya bilan ta'minlanadi.



96-rasm. O'zgaruvchan operativ tok manbai: a) - kuchlanish transformatori ta'minlash; b) – o'z ehtiyoj transformatorini ta'minlash.

Kuchlanish transformatorlari TV va o'z ehtiyoj transformatorlari UET qisqa tutashuvda himoyalarni operativ zanjirlarini ta'minlashga mo'ljallanmaganlar, chunki qisqa tutashuv paytida yo'l kuchlanishi birdan pasayib ketadi va ma'lum bir hollarda nolga teng bo'lib qoladi (96-rasm). Bu holda operativ tok manbasi sifatida oldindan zaryadlangan kondensatorlar batareyasini ishlatiladi.

Kuchlanish transformatorlari uchta aniqlik sinfga bo'linadi:

aniqlik sinfi 0,5 TV uchun kuchlanish bo'yicha ruxsat berilgan xatolik  $\Delta U = \pm 0.5\%$  va burchak bo'yicha ruxsat berilgan xatolik  $\delta = \pm 20\text{min}$  bo'lib, ular laboratoriya o'lchovlarida ishlatiladi. Aniqlik sinfi 1 TV uchun  $\Delta U = \pm 1\%$ ,  $\delta = \pm 40\text{min}$  o'lib, ular elektr energiya hisob-kitoblarida ishlatiladi. Aniqlik sinfi 3 TV uchun  $\Delta U = \pm 3\%$ ,  $\delta$  - me'yoriylanmagan, ulardan xabar qurilmalarida va himoya zanjirlarida foydalaniladi. Kuchlanish transformatorlarining ikkilamchi kuchlanishlari: NOSK-

3 uchun 100V; ZNOM-35 uchun 100/1,73V; NTMK-10 uchun 100V; NTMI uchun 100V.

Kondensatorni oldindan zaryadlanishi odatda elektr uzatish yoʻlida nomeʻyorli kuchlanish boʻlganda amalga oshiriladi. Nimstantsiyada kuchlanish yoʻqolganda himoya va avtomatlarni zaryadlangan kondensator yordamida energiya taʻminlash mumkin.

Energiya bilan taʻminlash manbaining quvvati operativ zanjirlar tomonidan, yaʻni uzgichlarning yoqish va uzish choʻlgʻamlari va yuritmalari tomonidan qabul qilinayotgan quvvatidan koʻproq boʻlishi kerak. Tok va kuchlanish transformatorlaridan foydalanilganda quvvat taqchilligi yaqqol uchraydi va bu koʻp qiyinchilikka olib keladi.

Uzgichni yoqish va uzish qisqa vaqtli amal boʻlib, bu vaqtda oʻlchash transformatorlari ishlatilishi mumkin. Ish sharoitida tok transformatorlaridan foydalanishning ikki usuli mavjud: operativ zanjirlarni tok transformatorlari tomonidan toʻgʻridan toʻgʻri taʻminlash (109b-rasm); operativ zanjirlarni yordamchi oraliq tok transformatorlar OTT vositasida taʻminlash (109v-rasm).

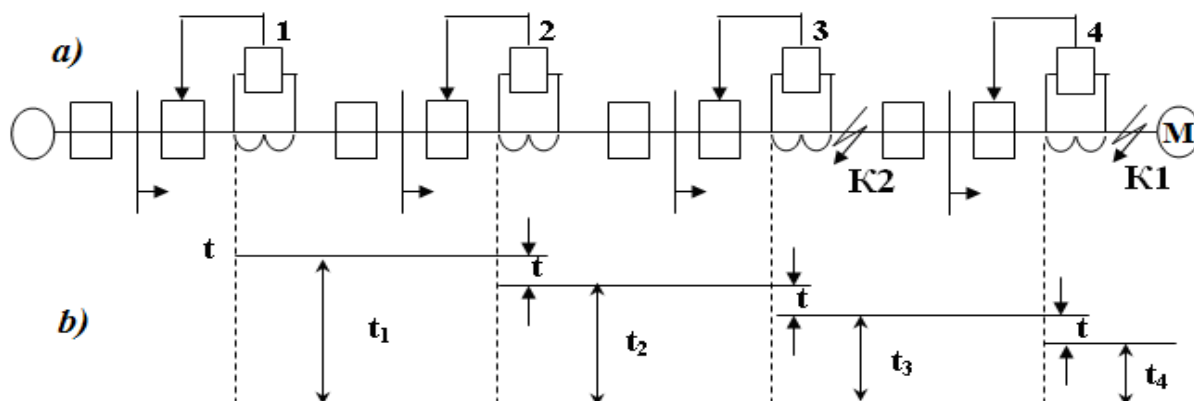
### **7.3. Tokli himoyalar**

**Tokli himoyalarning ishlash asoslari.** Qisqa tutashuvlarning asosiy belgilaridan biri bu elektr uzatish yoʻlidagi tokning oshib ketishidir. Bu belgi tokli himoyalar deb ataluvchi himoyalarning tayyorlanishida asos boʻladi. Tokli himoyalar elektr uzatish yoʻl fazasidagi tokning qiymatini maʼlum bir belgilangan kattalikdan oshib ketganda ishlaydi. Tokning oshishiga taʻsir javob beruvchi asbob-uskuna boʻlib maksimal tok relelari xizmat qiladi.

Tokli himoyalar ikki guruhga boʻlinadi: maksimal tok himoyalari va tokni tez uzuvchi himoya. Bu ikki xil himoya orasidagi farq tanlovchanlikni taʻminlab berish usullariga asoslanadi. Maksimal tokli himoyalarning tanlovchan ishlashlari sabr vaqti (vremya zaderjki) bilan xarakterlanadi. Tokni tez uzuvchi himoyalarning tanlovchan ishlashi, himoyani ishlash tokini mos tanlash bilan taʻminlanadi.



Maksimal tokli himoyalar bir tomonlama ta'minlanuvchi uzatish yo'llarida asosiy himoyalardan biri bo'lib xizmat qiladi. Murakkab ulangan uzatish yo'llarida maksimal tok himoyasi yordamchi himoya bo'lib ishlatiladi. Bir tomonlama ta'minlanuvchi uzatish yo'llarida maksimal tok himoyasi manba tomondan har bir yo'lining boshiga o'rnatilgan bo'lishi kerak (97a-rasm).



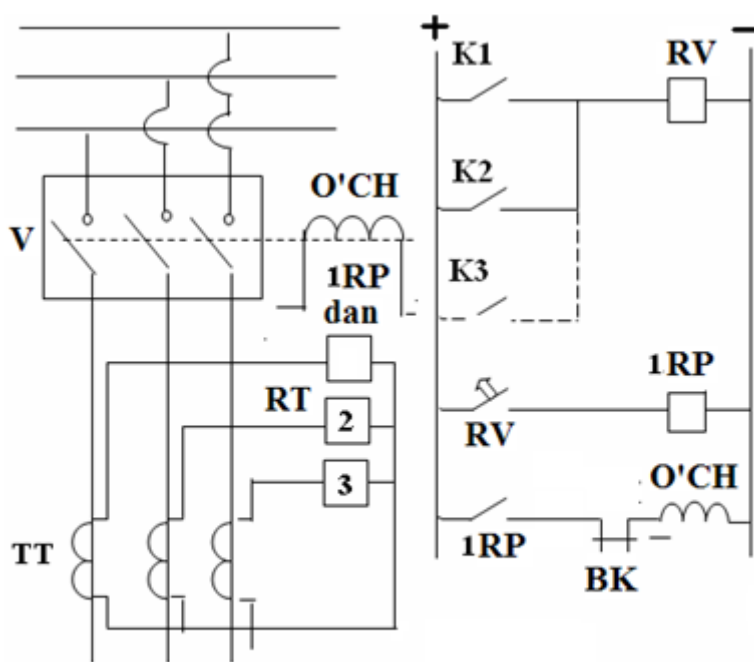
97-rasm. Bir tomonlama ta'minlanuvchi radial elektr uzatish yo'lidagi maksimal tokli himoya: a)–himoyalarning joylanishi; b)–pog'ona asosida joylangan himoyalarning vaqtlari.

Bunday joylangan himoyalar har bir uzatish yo'lini mustaqil himoyalanihini ta'minlaydi, ya'ni uzatish yo'lida yoki undan ta'minlanuvchi pasaytirish nimstantsiyasida shikastlanish bo'lganda uni o'chiradi. Yo'lining biror bir nuqtasida, masalan K1 nuqtada, qisqa tutashuv yuz berganda, qisqa tutashuv toki yo'lining barcha bo'limlaridan, ya'ni manbadan to shikastlangan joygacha, oqadi va buning natijasida hamma himoyalar harakatga keladilar (1, 2, 3, 4). Bundan tashqari tanlovchanlik xususiyatiga shikastlangan yo'lga o'rnatilgan 4 himoyagina o'chirishi kerak.

Ko'rsatilgan tanlovchanlikni ta'minlab berish uchun maksimal himoyalar iste'molchidan manbaga qarab kamayib boruvchi sabr (viderjka) vaqtli qilib bajariladilar (97b rasm), ya'ni  $t_1 > t_2 > t_3 > t_4$ . Bu asosga amal qilingani uchun K1 nuqtada qisqa tutashuv yuz berganda hammadan oldin 4 himoya ishlaydi va shikastlangan yo'lni o'chiradi. 1, 2 va 3 himoyalar o'chirishga ta'sir qilishga ulgurmay, boshlang'ich holatiga qaytadilar. Xuddi shunday K2 nuqtada qisqa tutashuv yuz berganda hammadan ilgari 3 himoya ishlaydi va katta vaqtga ega

bo'lgan 1 va 2 himoyalar harakat etmaydilar. Ko'rib o'tilgan sabr vaqtini tanlash usuli pog'onasimon deb ataladi. Ikki tomonlama ta'minlanuvchi yo'llarni maksimal himoyalarni tanlovchanligi nafaqat sabr vaqtini tanlash bilan, balki maksimal tok himoyalari bilan birgalikda qo'llanilgan murakkab yo'naltirilgan himoyalar hisobiga erishiladi.

**Maksimal tokli himoya sxemalari.** Maksimal tok himoyalari ikki, uch fazali, to'g'ridan to'g'ri va bilvosita ta'sir etuvchi qilib tayyorlanadilar. Operativ zanjirlarni ta'minlanish usullariga qarab bilvosita maksimal tok himoyalar



98-rasm. Maksimal tokli himoya sxema

o'zgarmas va o'zgaruvchan operativ tokli bo'ladi. Releni ishlash vaqtini maksimal himoya tokiga bog'liqlik xarakteriga qarab, imoyalar bog'liq va bog'liq bo'lmagan xarakterli guruhlarga bo'linadilar.

Uch fazali himoya sxemalarida tok transformatorlari va tok relelarining cho'lg'amlari

to'la yulduz sxemasi bo'yicha ulanadi. Maksimal himoyaning asosiy elementlariga qisqa tutashuv toki hosil bo'lganda ishlovchi va ishga tushiruvchi organ bo'lgan tok relelari RT, sabr vaqti hosil qiluvchi va vaqt organi funksiyasini bajaruvchi bo'lgan vaqt relelari RV kiradi. Sxemalarda yordamchi relelardan oraliq relelar RP ishlatiladi.

Sabr vaqti bo'yicha bog'liq bo'lmagan uch fazali maksimal tok himoyasi uch chiziqli sxemasi 98-rasmda berildi. Qisqa tutashuv yuz berganda qisqa tutashuv toki oqayotgan fazadagi tok rele RT ishlaydi. Tok relelarining barcha kontaktlari parallel ulangan, shuning uchun ma'lum bir tok relesi ishlaganda vaqt relesi KT ning cho'lg'aming zanjiri 1RP kontakti bilan ulanadi. Ma'lum bir vaqt

oralig'idan so'ng vaqt relesining kontakti ulanadi va oraliq rele 2RP ni harakatga keltiradi. Oraliq rele 2RP lahzada ya'ni tezkor ishlaydi va uzgich V ning o'chirish cho'lg'amiga CO o'z kontaktini ulab tok beradi. Ko'rsatkich rele RU o'chirish cho'lg'ami CO bilan ketma-ket ulanadi. Bu zanjirda tok oqsa, ko'rsatkich rele ishlaydi. Uning bayroqchasi yiqilib tushadi va shu bilan maksimal himoya ishlagani va o'chirish cho'lg'ami zanjirida tok oqib o'chigich V orqali yuklama zanjiri o'chirilganligini bildiradi.

**Himoyaning ishlash toki.** Qisqa tutashuv toki ta'siridan saqllovchi maksimal tok himoyalarni ishlash toklarini tanlash uchun asos bo'lib uni shikastlanishlarda barqaror ishlashi, shu bilan bir vaqtda uni yukning maksimal tokiga dvigatelni yoqish va uzishda bo'ladigan qisqa vaqtli tok o'zgarishlariga va iste'molchi yuki o'zgarishriga va boshqa sabablarga ta'sir javob bermasligi talablari qo'yiladi.

Himoyaning yuk tokidan to'liq bo'lmagan sozlashi bilan bog'liq bo'lgan ortiqcha sezgirligi xavfsiz darajadagi yukning tokini ortishida iste'molchini noto'g'ri o'chirib qo'yilishiga olib keladi. Juda ham yuqori sezgir himoyaning o'zi iste'molchilarni manbadan o'chirilishlari va ishdan chiqishlarning asosi bo'lishi mumkin. Bulardan kelib chiqadiki, ishlash tokini tanlashning asosiy masalasi, bu himoyani yuk tokida ishlamasligiga sozlashdir. Bu maqsadda ikki shartni bajarish kerak:

-himoya tok relolari yukning maksimal ish toki  $I_{i \max}$  da ishlamasligiga kerak, ya'ni himoyaning ishlash toki uzatish yo'li fazasidan oqayotgan va himoyani harakatga keltirish uchun kerak va yetarli bo'lgan eng kichik birlamchi tokning maksimal ish tokidan katta bo'lishi kerak;

-tashqi qisqa tutashuvda ishlovchi tok relolari qisqa tutashuv o'chgandan keyin va tokni maksimal yuk tokiga kamayguncha oldingi holatiga mustahkam qaytishlari kerak.

Himoyalarning sabr vaqti bo'yicha yetarli tanlovchanlikni ta'minlab berish uchun maksimal himoyalar pog'onali tanlanadilar.

**O'zgaruvchan operativ tokdagi maksimal himoya.** Maksimal himoya sxemalarida o'zgaruvchan operativ tok manbalari sifatida odatda tok

transformatorlari xizmat qiladi. Operativ zanjirlarni ta'minlayotgan tok transformatorlariga bo'ladigan asosiy talablardan biri bu tok transformatorlarining quvvati  $S_t$  operativ zanjir qabul qilayotgan quvvat  $S_{o.z}$  ni, ya'ni uzgichni o'chirish cho'lg'ami va himoya operativ zanjirini yordamchi relolari qabul qilayotgan quvvatni, qoplashga teng va yetarli bo'lishidadir  $S_T \succ S_{o.3}$ . Quvvat  $S_{o.z}$  kattaligi uzgichning uzatma va yuritmasini turiga qarab 30 Vt dan 500÷1000 Vt ga etadi.

Himoyani ta'minlayotgan zanjirlardagi katta xatoliklarni kamaytirish uchun operativ zanjirlarni ta'minlash uchun alohida tok transformatorlari ajratiladi. Bundan tashqari maksimal himoyalarda himoya va operativ zanjirlarni alohida ta'minlash talab qilinmaydi, chunki himoyaning to'g'ri ishlashini kuchli yuklangan tok transformatorlari bilan ta'minlash mumkin.

110÷220 kV kuchlanishli uzgichlar uchun maksimal quvvat berish xolatlarida tok transformatorlarining ko'rib o'tilgan imkoniyatlari yetarli bo'lmay qoladi, chunki u uzgichlarning yuritmalari u xolatlarda katta quvvat qabul qiladi. Shuning uchun o'zgaruvchan tezkor tokning ishlatilish oblastini oshirish uchun yuritmalarni kam quvvat qabul qiladigan va o'zgaruvchan tokdagi bir-necha o'chirish cho'lg'amli qilib tayyorlash kerak.

#### **7.4. Differensial himoyalar**

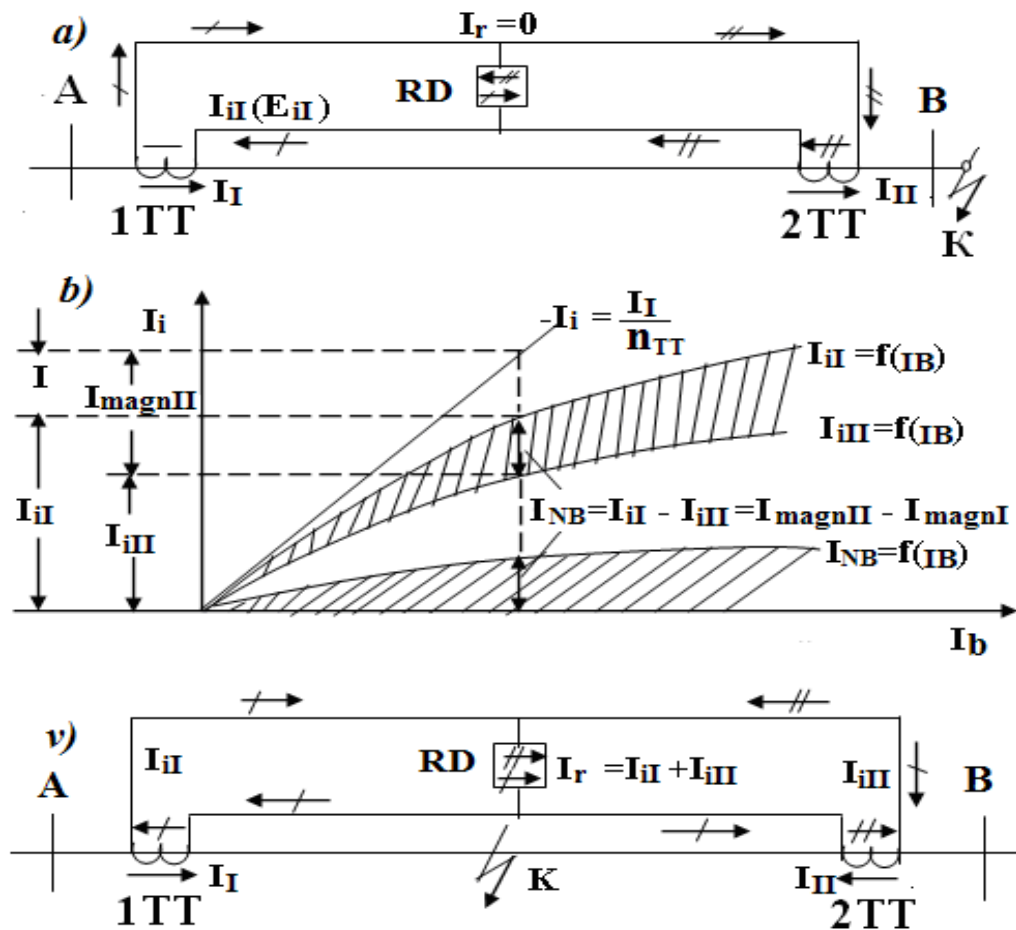
Elektr sistemasining javobgarligi yuqori bo'lgan, masalan, katta quvvatli elektr stantsiyasidan ketuvchi elektr uzatish yo'llari turg'unlik talabiga asosan butun yo'lda bo'lgan, qisqa tutashuv sabr vaqtsiz ( $t=0$ ) o'chirilishi kerak. Bu talabni yuqorida ko'rib o'tilgan himoyalar bilan bajarib bo'lmaydi, chunki ular ishlash bo'yicha himoya qilinayotgan uzatish yo'lining faqat bir bo'limini himoyalaydi. Bu hollarda shunday himoyalar qo'llaniladiki, ular ishlash asoslari bo'yicha sabrsiz o'chirishni ta'minlaydi va bu o'chirish yo'lining uzunligiga bog'liq bo'lmaydi.

Bunday talabga differensial himoyalar javob beradi. Ular elektr uzatish yo'lini hohlagan nuqtasida qisqa tutashuvni sodir bo'lsa, uni lahzada tezkor o'chiradi va u

yuqori tanlovchanlikka egadir. Differensial himoyalar bo‘ylama va ko‘ndalang differensial himoyalarga bo‘linadi. Bo‘ylama differensial himoya bitta va parallel uzatish yo‘llari hamda transformatorlar himoyasida, ko‘ndalang differensial himoya esa parallel uzatish yo‘llari himoyasida keng qo‘llaniladi.

**Bo‘ylama differensial himoya** ishlashi himoyalanayotgan elektr uzatish yo‘lining boshi va oxiridagi toklarni kattaligi va faza bo‘yicha solishtirishga asoslangan.

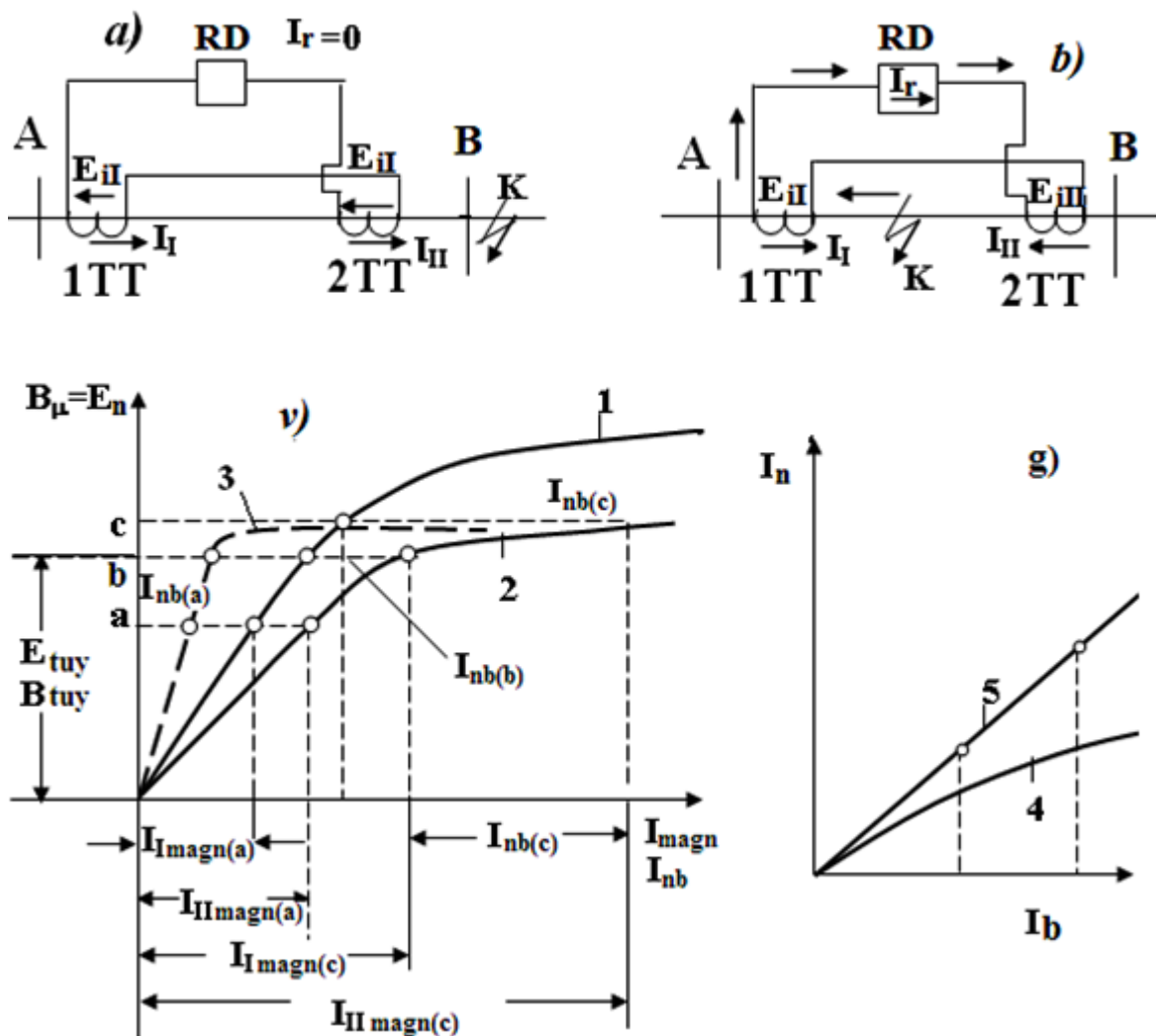
Himoyalanayotgan hududdan tashqarida qisqa tutashuv yuz bersa (99a-rasm), AB elektr uzatish yo‘ldan oqayotgan  $I_I$  va  $I_{II}$  toklar bir tomonga yo‘nalgan va kattaligi bo‘yicha bir xil, bundan tashqari himoyalanayotgan hududda qisqa tutashuv yuz berganda ular har xil tomonga yo‘nalgan va ular bir biriga teng emas bo‘ladi (99b-rasm), chunki shinadan elektr uzatish yo‘liga oqayotgan tok musbat, shinaga oqayotgan tok esa manfiy deb qabul qilingan. Shunday qilib, tashqaridagi qisqa tutashuvda toklar bir tomonga yo‘nalgan va kattaligi bo‘yicha bir xil bo‘lsa, ichkaridagi qisqa tutashuvda yo‘llar oxirlaridagi toklar bir biridan farq qiluvchi ishoraga ega, ya’ni faza bo‘yicha  $180^0$  ga tengdir. Toklar  $I_I$  va  $I_{II}$  ning kattaliklari va fazalari bo‘yicha solishtirib qayerda qisqa tutashuv yuz berganini: elektr uzatish yo‘lidami yoki tashqaridami sodir bo‘lganini aniqlash mumkin. Bu ko‘rinishdagi toklarni kattalik va faza bo‘yicha solishtirish differensial himoyaning ta’sir javob beruvchi organi - releda amalga oshiriladi.



99-rasm. Differensial himoyani ishlashi: a)–tashqi qisqa tutashuvda; b)-nobalanslik toklari); v)–himoyalana yotgan yo‘lda qisqa tutashuvda.

Shu maqsadda yo‘lning oxirlariga bir xil transformatsiya koeffitsientli tok transformatorlari 1TT va 2TT o‘rnatiladi. Ularning ikkilamchi cho‘lg‘amlari ulovchi kabel yordamida differensial relega shunday ulanadiki, bunda tashqi qisqa tutashuvda reledagi tok elektr uzatish yo‘lining boshi va oxiridagi toklarning farqiga teng bo‘lsin, ya’ni  $I_I - I_{II}$ , qisqa tutashuv elektr uzatish yo‘lida yuz berganda ular yig‘indisiga teng bo‘lsin, ya’ni  $I_I + I_{II}$ .

Differensial himoyalarning bir biridan tamoyinal farq qiluvchi ikki sxemasi mavjud: aylanuvchi tokli va kuchlanishlari tenglashtirilgan holatli (100-rasm).



100-rasm. Kuchlanishlar tengiligi differensial himoyasi: a)–tashqi qisqa tutashuvda; b)–himoyalananayotgan yo‘lda qisqa tutashuvda; 1TT va 2TT tok transformator-

larining magnitlanish xarakteri va xarakterlarning har xilligi bilan bog‘liq bo‘lgan nobalanslik toki; v)-0,5 sinf va D sinf tok transformatorlarning magnitlanish

xarakterlari: 1–tok transformatori 1TT ning ikkilamchi elektr yurituvchi kuchi

EYUK:  $E_{II} = f(I_{Imagn})$ ; 2-tok transformatori 2TT ning ikkilamchi EYUK i:

$$E_{III} = f(I_{II magn});$$

3– $I_{nb} = f(E_I \text{ yoki } B_{\mu})$ , bunda  $E_{II} = E_{III}$ ; g) 4–0,5 sinf tok transformatorlarning xarakteri;

5–D sinf tok transformatorlarning xarakteri.

**Aylanuvchan tokli sxemalar**da (99-rasm) tok transformatorlarning ikkilamchi cho‘lg‘amlari shunday ulanadiki, bu ulanishda tashqi qisqa tutashuvda ulardagi EYUK ketma-ket yo‘naladi, ulovchi simlardagi toklar esa bir xil yo‘naladi.

Differensial rele RD tok transformatorlarining ikkilamchi cho'lg'amlariga parallel ulanib, ikkilamchi toklar  $I_{I}$  va  $I_{II}$  arning oqishiga zanjir hosil qiladi.

Himoyalananayotgan uzatish yo'lidan tashqarida qisqa tutashuv yuz berganda (99a-rasm) va me'yorli holatda yo'lining boshi va oxiridagi birlamchi toklar  $I_{I}$  va  $I_{II}$  kattalik jihatdan bir xil va bir xil tarafga yo'nalgan. Har bir tok transformatorining ikkilamchi toki  $I_{I}$  va  $I_{II}$  rele differensial rele RD ning cho'lg'ami orqali ulanadi va unda qarama-qarshi tarafga oqadi. Shuning uchun reledagi tok ikkilamchi toklarning geometrik farqiga teng, ya'ni  $I_r = I_{I} - I_{II}$ .

Himoyalananayotgan yo'lda qisqa tutashuv yuz berganda (99v-rasm) birlamchi toklar  $I_{I}$  va  $I_{II}$  pasaytirish stantsiyasi shinasidan uzatish yo'liga yo'nalgan (qisqa tutashgan joyga). Bunda uzatish yo'lining biror bir oxiridan yo'nalgan birlamchi tok tashqi qisqa tutashuvdagiga nisbatan o'z ishorasini qarama-qarshisiga o'zgartirgan bo'ladi. ( $I_{II}$  tok 99v-rasmda). Bunga mos ravishda ikkilamchi tok  $I_{II}$  ning yo'nalishi ham o'zgaradi.  $I_{I}$  va  $I_{II}$  toklar bu holda rele RD ning cho'lg'amidan bir xil yo'nalib oqadi, shuning uchun rele RD dagi tok ularning geometrik yig'indisiga teng bo'ladi. Bu tokning ta'sirida himoya ishlaydi.

Himoyaning ta'sir hududi uzatish yo'lining 1TT va 2TT tok transformatorlari o'rnatilgan oraliq bo'limini o'z ichiga oladi.

**Kuchlanishi tenglashtirilgan sxemalarda** tok transformatorlarining ikkilamchi cho'lg'amlari shunday ulanadiki, bunda tashqi qisqa tutashuv shartida ulardagi EYUK bir birlariga yo'nalgan bo'ladi, rele esa ulovchi simlar zanjiriga ketma-ket ulanadi (100-rasm). Tashqi qisqa tutashuvda va uning qisqa tutashuv toki oqqanda tok transformatorlarining ikkilamchi EYUK lari teng va faza bo'yicha mos keladi. ( $E_{I} = E_{II}$ ), chunki  $I_{I} = I_{II}$  va  $nT_{I} = nT_{II}$ . Himoyalananayotgan hududda qisqa tutashuv yuz berganda (100b-rasm) ikkilamchi EYUK  $E_{I}$  va  $E_{II}$  qo'shiladi va bu releda  $I_p$  tok oqishiga olib keladi. Bu tok ta'sirida rele ishlaydi. Differensial himoyalarning sxemalarida ikkala tamoyil ham ishlatiladi.

Differensial himoya bajarilishining umumiyligi:

-Uzatish yo'llarining differensial himoyalaridagi differensial sxema bo'yicha ulangan tok transformatorlari bir-birlaridan uzoq masofada joylashadilar. Ularni



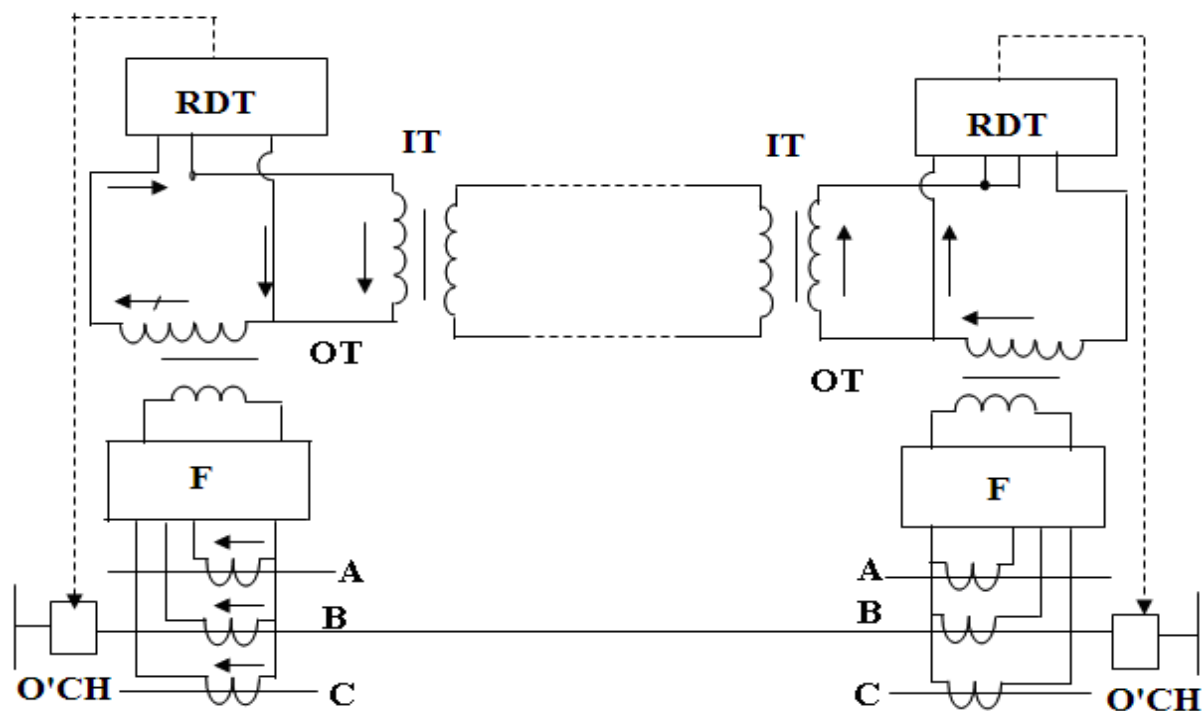
ulovchi simlar katta qarshilikka ega va bu qarshilikning barcha ruxsat berilgan zamonaviy tok transformatorlari tokidan bir necha marotaba ko'pdir.

-Differensial himoya himoyalananayotgan uzatish yo'lining ikkala tarafidan qo'yilgan uzgichlarni o'chirishga ta'sir qilishi kerak buni bajarish uchun ikki differensial rele 1RDT va 2RDT bittadan uzatish yo'lining har ikkala chekkasiga o'rnatiladi. Bu relelarning har biri o'zining uzgichini o'chirishga ta'sir qiladi (101-rasm).

-Uzatish yo'llarning differensial himoyalarda nobalanslik toki o'tuvchi qisqa tutashuvda katta qiymatga nafaqat o'tish xolatida balki turg'un xolatda ham erishadi. Nobalanslik tokini qiymati tashqi qisqa tutashuv tokini katta karraligi bilan, uzatish yo'llar ikki chetiga o'rnatilgan tok transformatorlarining har xilligi tufayli ularni har xil yuklashi tufayli, ulovchi simlarning har xil katta qarshiligi katta bo'ladi.

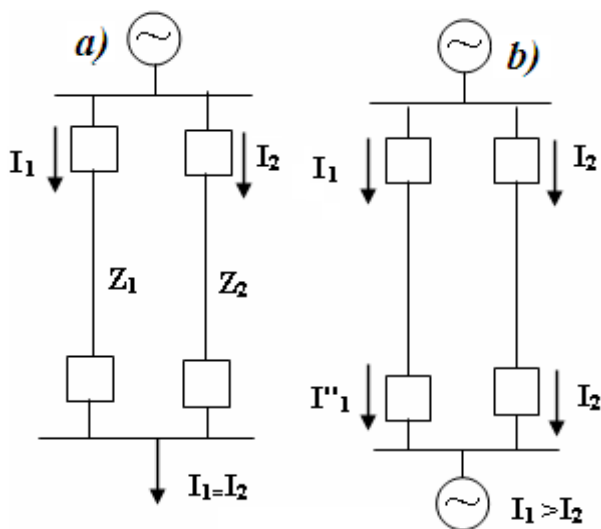
Barcha yuqorida ko'rib o'tilgan sxemalarda himoyani barcha turida qisqa tutashuvlarga ta'sir javob berishning ta'minlash uchun relelar uchchala fazaga ham o'rnatilgan bo'ladilar. Bu sxemani bajarish uchun oltita differensial rele RDT va kamida to'rtta ulovchi sim kerak bo'ladi. Relelarni va ulovchi simlarni sonini kamaytirish uchun relelar simmetrik tashkil qiluvchi ikkita fil'tr F va ikkita yig'uvchi transformator IT lar orqali ulanadilar.

Bu sxemada yuqoridagi sxemalardagi elementlardan tashqari ajratuvchi - izolyatsiyalovchi transformatorlar IT ishlatiladi. Ular yordamida ulovchi kabel AV ning zanjiri relelar zanjiridan ajratiladi. Bu ko'rinishdagi ajratish rele RDT zanjirida himoyalananayotgan uzatish yo'li yoki boshqa joyda qisqa tutashuv yuz berganda yuqori kuchlanishni paydo bo'lib qolishining oldini oladi. To'g'ri va teskari ketma-ketlik yoki to'g'ri va nol ketma-ketligi kombinasiyalariga asoslangan filtrlil himoyalar keng qo'llaniladi.



101-rasm. Bir sistemali differensial himoya.

**Parallel elektr uzatish yo'llari ko'ndalang differensial himoyasi.**



102-rasm. Parallel elektr uzatish yo'llari ko'ndalang differensial himoyasi: a) – me'yorli-normal yukdagi toklar; b) – bir uzatish yo'lidagi qisqa tutashuvdagi toklar ko'rsatilgan.

Ko'ndalang differensial himoyalar bir xil qarshilikka ega bo'lgan parallel uzatish yo'llarda qo'llaniladilar va har ikki uzatish yo'ldan oqayotgan toklarni kattalik va faza bo'yicha solishtirishga asoslangan. Uzatish yo'llarning qarshiligini bir xilligi uchun me'yorli xolatda va tashqi qisqa tutashuvda ulardagi toklar kattalik va faza bo'yicha teng  $I_I = I_{II}$  (102-rasm).

Yer bilan qisqa tutashuv toklari ham bo'lgan EUY yo'llarda himoya sxemasi ikki fazali qilib tayyorlanadi. Yer bilan qisqa tutashuv toki katta bo'lgan EUY

yo'llarda himoya uch fazaga o'rnatiladi. Bu holda har bir EUY yo'ldagi tok

transformatorlari nol simli to'la yulduz sxemasi bo'yicha ulanadi. Ko'ndalang differensial himoyaning quyidagi turlaridan foydalaniladi.

1. **Yo'naltirilgan ko'ndalang differensial himoya** har birida mustaqil uzgichli parallel EUY yo'llarda qo'llaniladi. Bu ko'rinishdagi yo'llarning himoyalari qaysi yo'lda shikastlanish yuz bersa o'sha yo'lni o'chirish talabi qo'yiladi. Bu talabni bajarish uchun tokli ko'ndalang himoya ikki taraflama harakatlanuvchi quvvat yo'nalishi relesi bilan yoki ikkita bir taraflama ishlovchi quvvat yo'nalishi relesi bilan ta'minlanadi. Quvvat yo'nalishi relesi shikastlangan yo'lni aniqlash uchun hizmat qiladi. Parallel yo'llardan birida qisqa tutashuv yuz berganda Ip tokning ta'sirida himoyaning ishga tushiruvchi relelari ishlab operativ tokni quvvat yo'nalishi relesiga olib keladi. Quvvat yo'nalishi relesining quvvatiga mos ravishda shikastlangan yo'l aniqlaydi va uning uzgichi bilan yo'lni uzadi. Yo'naltirilgan ko'ndalang differensial himoyaning kaskadli ishlashi mumkin. Himoyaning avtomatik blokirovkasi ham mavjud. Yo'naltirilgan ko'ndalang differensial himoya ham kuchlanishi bo'yicha EUY yo'llari bo'ylab "o'lik" hududga ega.

2. **Nol ketma-ketlikning yo'naltirilgan differensial himoyasi.** Mazkur himoya o'lcham va yo'nalishi bo'yicha parallel EUY yo'llarda yer bilan qisqa tutashuvda nol ketma-ketlik toklarini solishtirib, ish holatni aniqlashga mo'ljallangan. Himoyada foydalanuvchi  $3I_0$  tokni hosil qilish uchun yulduz sxema bo'yicha ulangan tok transformatorining nol simi ishlatiladi.

3. **Fazalararo va bir fazali qisqa tutashuvlarning** alohida komplektli yo'naltirilgan **ko'ndalang differensial himoyalari** mavjud. Fazali ko'ndalang differensial himoya bir fazali qisqa tutashuvlarga yetarli sezgirlikka ega bo'lmaganda uni nol ketma-ketlikning differensial himoyasi to'ldiradi. Bunday sxemada fazalar toki farqiga ulangan komplekt ikki fazali qilib bajariladi. Faza komplekti yer bilan qisqa tutashuvda bloklanadi.

4. Ko'ndalang differensial himoyalarning ishga tushirish organlarini sezgirligini oshirish usullari ishlab chiqilgan. Fazalar toki farqiga ulanuvchi himoya katta miqdordagi yuk toki va kichik miqdordagi qisqa tutashuv toklarida himoyaning

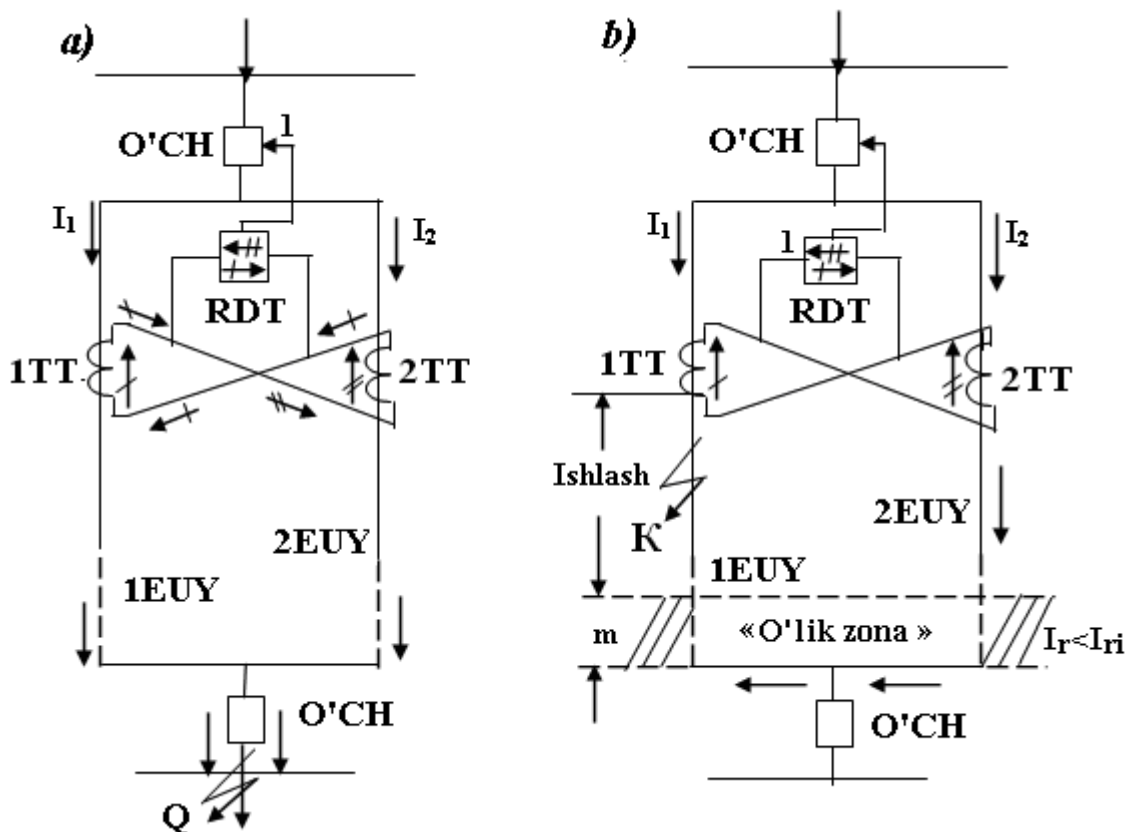
ishga tushiruvchi tok relelari yetarli sezgirlikka ega bo'lmay qoladilar. Ularda sezgirlikni oshirish uchun kuchlanish relesi orqali blokirovka qo'llaniladi. Barcha tur qisqa tutashuvlarda ishlovchi blokirovka uchta chiziqli kuchlanishga ulangan minimal kuchlanish relelari  $RN_{AB}$ ,  $RN_{BC}$ ,  $RN_{CA}$  va nol ketma-ketlik kuchlanishga ulangan  $RN_0$  rele bilan bajariladi.

**5. Yo'naltirilgan ko'ndalang differensial himoyalarning samaradorligi** bahololash usullari mavjud. Yo'naltirilgan ko'ndalang himoyaning afzallik tomonlariga ularning sxemasini soddaligi, bo'ylama differensial himoyaga nisbatan arzonligi, vaqt bo'yicha sabrsizligi, tebranishga ta'sir javob bermasligi, himoyaning parametrlarining tanlashning soddaligi kiradi. Himoyaning kamchiligiga uning kaskadli ishlash hududi borligi, bu hudud hisobiga o'chirish vaqtini kechiktirilishini, kuchlanish bo'yicha "o'lik" hududni borligini, bir EUY yo'li o'chirilganda himoyani ishdan chiqarilib turishligini bunda qo'shimcha himoyani talab qilishishini, bir tomonlama yer bilan ulangan EUY yo'llarida sim uzilganda himoyaning noto'g'ri ishlashligini aytish mumkin.

**6. Tok balansli himoya** ko'ndalang differensial himoyaning bir turi xisoblanadi. U parallel EUY yo'llaridagi toklarni kattaligini maxsus balans relelari yordamida solishtirishga asoslangan. Yo'naltirilgan differensial himoyadan farqli ularoq u parallel yo'ldagi toklarni yo'nalishiga ta'sir javob bermaydi va shuning uchun yo'llarning qabul qiluvchi oxirlarida ishlatilmaydi. Bu himoya kam tarqalgan himoyadir.

**Tokli ko'ndalang differensial himoya** ikki elektr uzatish yo'lga umumiy bir uzgichli parallel yo'llar uchun mo'ljallangan. Parallel EUY yo'llar bir tomonlama ta'minlanganda himoya faqat manba tarafdin qo'yiladi, ikki tomonlama ta'minlanuvchi EUY yo'llarda parallel EUY yo'llarning ikkala tarafdin qo'yiladi. Har bir yo'lning bir xil tokli fazalariga bir xil transformatsiya koeffitsientli tok transformatori  $TT$  o'rnatiladi, ya'ni  $n_I=n_{II}=n_T$ . Tok transformatorlarining ikkilangan cho'lg'amlari har xil tokli chiqishlari bilan aylanuvchi tokli sxema bo'yicha ulovchi simlarga va bu simlarga parallel holda tok relesining cho'lg'amiga ulanadi.

Parallel ishlayotgan yo‘llardan biri ishdan chiqqanda, masalan shikastlangan 1EUY yo‘ldagi  $I_1$  tok ikkinchi yo‘ldagi tokdan katta bo‘ladi  $I_1 > I_{II}$  (103b- rasm). Differensial RDT reledagi balans buziladi. Toklar  $I_p > I_{p.i}$  bo‘lganda himoya ishlaydi va ikkala EUY yo‘l uchun umumiy bo‘lgan O‘CH uzgichni o‘chiradi.



103-rasm. Tokli ko‘ndalang differensial himoya. Rasmda: a) – yuk xolatida tashqi qisqa tutashuv; b)–1EUY yo‘lda QT xolati berilgan.

Qisqa tutashuvda EUY yo‘lining bir bo‘limida himoyalovchi tok himoyani ishlashi uchun yetarli bo‘lmaydi, shuning uchun bu hudud himoyaning **o‘lik hududi** deyiladi. O‘lik hududning borligi ko‘ndalang differensial himoyaning kamchiligi hisoblanadi va qisqa tutashuvni o‘chirish uchun qo‘shimcha himoya o‘rnatish kerak. Agar “o‘lik” hududni uzunligi EUY yo‘l uzunligining 10% dan kam bo‘limini tashkil qilsa himoya funksional-effektiv hisoblanadi.

**Yuqori chastotali differensial–faza himoyalar** ishlash tamoyillari himoyalananayotgan EUY yo‘lining bosh va oxiridagi toklarni faza bo‘yicha solishtirishga asoslangan. Himoya komplektlari himoyalananayotgan yo‘lining har ikki oxiriga o‘rnatiladi, va ularning har biri yo‘lining qarama – qarshi tomonidagi

tokning fazasi to'g'risidagi ma'lumotga ega bo'lishi shart. Toklarning fazasi to'g'risidagi ma'lumotni uzatish uchun yuqori chastotali kanal ishlatiladi. Yuqori chastotali toklar yo'l chegarasidan chiqmasligi uchun, yo'lning har bir boshi va oxirlariga maxsus yuqori chastotali to'siqlar (zagraditel') o'rnatiladi. Maxsus yuqori chastotali to'siqlar tuzilishi bo'yicha induktiv – sig'im fil'trlar bo'lib, ular sanoat chastotali toklarga juda kichik qarshilikka ega bo'ladilar.

Shikastlanish yuz berganda rele signal uzatuvchilar yordamida himoyalananayotgan EUY yo'lining har ikki tomonidan yo'l himoyasini ishga tushiradi. Signal uzatuvchilar shunday ulanganki, sanoat chastotasidagi yo'ldan uzatilayotgan tokning har musbat bir yarim davrida yo'lga yuqori chastotali tok ishlab chiqaradi. Signal qabul qiluvchilar ushbu signallarni qabul qiladi.

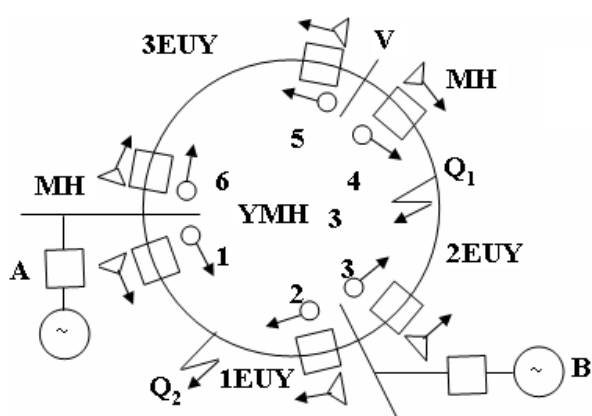
EUY yo'llaridagi tashqi qisqa tutashuvlarda yo'l boshi va oxirlaridagi birlamchi toklar fazalari qarama-qarshi bo'ladi. "A" shina tarafda joylashgan signal uzatgich sanoat chastotali tokning birinchi yarim davrida ishlaydi, "B" shina tarafda o'rnatilgan signal uzatgich esa ikkinchi yarim darda ishlaydi. Buning natijasida yo'ldan uzluksiz yuqori chastotali tok oqib turadi. Signal qabul qiluvchi qurilmalarning chiqishlarida signal bo'lmaydi va natijada himoyaning ishlashi blokirovka qilinadi, ya'ni ishlamaydi.

Himoyalananayotgan EUY yo'lda qisqa tutashuv yuz berganda ikkala komplektning ham signal uzatuvchilari bir vaqtda ishlaydilar. Yo'ldan oqayotgan yuqori chastotali signal uzlukli xarakterga ega bo'ladi va u signalning yo'q paytida signal qabul qiluvchi qurilmalar o'chirish relesiga manbani ulaydilar va uzgichning o'chirilishiga axborot uzatiladi.

Yuqori chastotali differensial faza himoyalar elektr yuklamalarining ko'payishi va tebranishlariga ta'sir javob bermaydi. Himoyaning noto'g'ri ishlashi faqat biror bir yuqori chastota generatorri yoki signal qabul qiluvchi qurilmaning noto'g'ri ishlashi bilangina kuzatilishi mumkin. Bu holning oldini olish uchun yuqori chastotali himoya sxemalarida turli sezgirlikka ega bo'lgan ikki ishga tushiruvchi organlar  $P_1$ –sezgir ishga tushiruvchi uzatish qurilmasi, va  $P_2$  –dag'al, o'chirish zanjirini tashkil qiluvchi organlar qo'llaniladi.

Yuqori chastotali differensial – faza himoyalar barcha tur ulanishdagi va ixtiyoriy sondagi elektr energiya manbalari ulangan EUY yo‘llarning asosiy himoyasi qo‘llanilishi mumkin va bunda yuqori sezgirlik va tanlovchanlik talablariga to‘la javob beradi.


**Masofali himoya.** Murakkab ulanishli, bir necha manbali EUY yo‘llarida yuqorida aytib o‘tilgan himoyalardan maksimal tok va yo‘naltirilgan differensial himoyalar qisqa tutashuvni tanlovchan o‘chira olmasliklari mumkin. 2EUY yo‘lda qisqa tutashuv yuz berganda maksimal yo‘naltirilgan himoya ximoya 1dan tezroq ishlashi kerak, 1EUY yo‘lda qisqa tutashuv yuz berganda uni teskarisi, ya’ni 1 himoya 3 himoyadan tezroq ishlashi kerak (118-rasm). Bu qarama qarshi talabni



maksimal yo‘naltirilgan himoya yordamida bajarib bo‘lmaydi. Bundan tashqari maksimal va yo‘naltirilgan himoyalar qo‘yilgan tezkor ishlashlik talabini bajara olmaydi.

104-rasmda ikki manbali uchta aylanasimon EUY yo‘llari tasvirlangan.

104-rasm: Ikki manbali uchta aylanasimon elektr uzatish yo‘li

Unda:  - yo‘naltirilgan maksimal himoya;

 - masofali himoya ko‘rsatilgan.

Shuning uchun boshqa asosda ishlovchi himoyani qo‘llanilishi talab qilindiki, u himoya etarli tez ishlashlikni, tanlovchanlik va sezgirlikni barcha tur EUY yo‘llarida ta’minlab berish imkonini berishi kerak. Bu himoyalardan biri masofali himoya deb ataladi. Masofali himoyaning ishlash vaqti t himoya o‘rnatilgan joydan qisqa tutashuv nuqtagacha bo‘lgan masofa uzunligiga bog‘liq. Bu asosda ishlagan masofali himoya doimo yaqinroq masofadagi shikastlanishda kam sabr vaqt bilan ishlaydi, uzoqdagi himoyalarga nisbatan, shuning natijasida shikastlangan hududni tanlovchan o‘chirilishligiga erishiladi va bu to‘liq ta’minlanadi.

Masofali himoyaning asosiy elementi bo'lib himoya o'rnatilgan joydan qisqa tutashuv nuqtasigacha bo'lgan masofani aniqlovchi masofa organi, ya'ni o'lchovchi organ, xizmat qiladi. Masofa o'lchov organi sifatida EUY yo'lining aktiv, reaktiv yoki to'la qarshiligining o'zgarishi to'g'ridan to'g'ri yoki bilvosita ta'sir javob beruvchi qarshilik relesi ishlatiladi. Himoya o'rnatilgan joydan qisqa tutashuv joyigacha bo'lgan yo'l fazasining qarshiligi bu yo'lining uzunligiga proporsionaldir.

Tanlovchanlikni ta'minlab berish uchun murakkab ulanishli yo'llarda masofali himoyalarni faqat bir tomonga, ya'ni qisqa tutashuv quvvatini shinadan yo'lga oqqanda ishlaydigan yo'naltirilgan qilib bajarish kerak (104-rasm). Bir tomonga quvvat yo'nalishida ishlovchi himoyalarning sabr vaqti bir birlari bilan shunday kelishtiriladiki, bunda himoyalananayotgan hududdan tashqarida qisqa tutashuv yuz berganda har bir himoya sabr vaqti bo'yicha keyingi hududdan bir pog'ona katta sabr vaqtga ega bo'ladi. Masofali himoyaning yo'naltirilganligi odatdagiday quvvat yo'nalish relesi hisobiga olib boriladi yoki yo'naltirilgan o'lchovchi organlar hisobiga yoki ishga tushiruvchi rele qisqa tutashuv quvvati yo'nalishiga ta'sir javob beradi.

Masofali himoya murakkab himoyalar qatoriga kiradi. Ularning barcha turlari bir necha umumiy bir xil vazifalarni bajaruvchi elementlardan, ya'ni himoya organlaridan, iborat bo'ladi.

Masofali himoyalarni sxemalarining maqsadi, masofa organlarining tipi va tuzilish tamoyili bilan guruhlarga bo'lish mumkin. Maqsadi bo'yicha sxemalar fazalararo, bir fazali yer bilan va barcha tur shikastlanishlardan himoya sxemalariga bo'linadi. Masofali organlarini tipiga qarab to'la va reaktiv qarshilikli masofa organlar bor sxemalarga bo'linadi. Xarakterlarni ko'rinishi bo'yicha ikki pog'onali va uch pog'onali sxemalarga bo'linadi va nihoyat sxemani tuzilishiga qarab, himoyadagi masofa organlarini soniga qarab 3 ga bo'linadi: uch sistemali (uch masofa organli); ikki sistemali (ikki masofa organli); bir sistemali (hududga masofa organli).



Elektr bilan ta'minlash sistemalarida to'la qarshilikka mo'ljallangan masofa organli fazalararo QTdan himoya qo'llaniladi.

Masofali himoyaning asosiy afzalliklari:

1. Ixtiyoriy manbalar sonida va EUY yo'llarining ulanishida tanlovchan ishlashligi;
2. Himoyalananayotgan EUY yo'lining boshida birinchi hudud tomonidan kichik sabr vaqtini ta'minlab berishlik;
3. Qisqa tutashuvda katta sezgirliги va yuk tebranishidan maksimal himoyaga nisbatan maqbul sozlanishlar kiradi.

Masofali himoyaning kamchiligiga:

1. Himoyaning sxema bo'limida va unga kiruvchi relelar bo'limida murakkablik. Elektromexanik releli masofali himoya eng ko'p releli va kontaktli himoya hisoblanadi. Yarim o'tkazgich qurilmalarda tayyorlangan kontaktsiz himoyalar sxemaning mantik bo'limi bo'yicha murakkabligiga va unda ko'p element borligi bilan xarakterlanadi.
2. Barcha himoyalananayotgan EUY yo'li ichida qisqa tutashuvni lahzada o'chirish imkonini yo'qligi. Shuning uchun bu talab qo'yilgan yo'llarda yordamchi - rezerv himoya hisoblanadi.
3. Yuk va tebranishga ta'sir javob bermaslik. Yukdan sozlash kerakligi himoyani sezgirligini kamaytiradi va uni ehtiyot himoya sifatida qo'llanilish effektini kamaytiradi, tebranishlardan esa blokirovka qo'llanilishini talab qiladi.
4. Kuchlanish zanjirida nosozlik yuz berganda himoyaning noto'g'ri ishlashligi, uning mustahkamligini pasayishi va mos blokirovkani qo'llanilishini talab qiladi.

## **7.5. Kuch transformatori va avtotransformatorlar himoyasi**

Kuch transformatori va avtotransformatorning ishida shikastlanish va nome'yorli xolatlar va bulardan himoyalarni turlari va bu himoyalarga talablarni ko'rib chiqamiz.

Transformatorlar va avtotransformatorlardagi shikastlanishlarning asosiy turlariga quyidagilar kiradi: transformatorlarning ichidagi va cho'lg'amlarning

chiqishlaridagi fazalararo qisqa tutashuv; o‘ramlardagi qisqa tutashuv; yer bilan yoki tashqi chiqishdagi qisqa tutashuv.

Transformator va avtotransformatorda cho‘lg‘amdagi qisqa tutashuv va cho‘lg‘amlar chiqishidagi qisqa tutashuv eng ko‘p uchraydi. Uchta bir fazali transformator gruppalarda faza cho‘lg‘amlarida qisqa tutashuvning yuz berishi mumkin emas. Cho‘lg‘am o‘ramlarida qisqa tutashuv yuz berganda manbadan kelayotgan toklar kam bo‘lishi mumkin: masalan o‘zaro qisqa tutashgan o‘ramlar bo‘lsa undagi tutashuv toki  $I_{qt\alpha}$  bo‘ladi, manbadan oqayotgan shikastlanish toki esa transformatoridagi magnitlash kuchining balansidan hisoblanadi, ya’ni

$$I_{kt} W_1 = I_{qt\alpha} W_\alpha \quad (7.3)$$

$$I_{kt} = \frac{\omega\alpha}{\omega_1} I_{km\alpha}, \frac{\omega\alpha}{\omega_1} < 1 \quad (7.4)$$

Bo‘lganligi uchun  $I_{kt} < I_{kt\alpha}$ . Qancha kam cho‘lg‘am o‘ramlari soni  $\omega\alpha$  kam bo‘lsa shuncha  $I_{qt}$  kam bo‘ladi.

Transformatorning cho‘lg‘ami yer bilan neytrali izolyatsiyalangan, yer bilan qisqa tutashuv toki kam bo‘lgan EUY yo‘llarda yuz bersa, shikastlanish toki yo‘lning sig‘im tokini kattaligi bilan aniqlanadi. Shuning uchun transformatorning cho‘lg‘ami o‘ramlaridagi shikastlanish va shuningdek cho‘lg‘amni yer bilan tutashuvidagi neytrali izolyatsiyalangan yo‘lda ishlayotganda himoya yuqori sezgirlikka ega bo‘lishi kerak.

Shikastlanish transformatorni to‘liq ishdan chiqarmasligi uchun himoya yuqori tezlikda ishlashi kerak. Sabr vaqtsiz  $t=0,05 \div 0,1$  sek. ichida transformator o‘chirilishligi kerak. Transformatorni shikastlanishdan himoyalash uchun himoya sifatida tokli kesim, differensial va gazli himoya qo‘llaniladi.

Kuch transformatorlarining ish holatlarida eng ko‘pi katta tokli holat, bu transformator cho‘lg‘amini nominal tokidan katta tokli xolatidir. Katta tok transformator cho‘lg‘amidan tashqi qisqa tutashuvlari, o‘tayuklanishdan paydo bo‘ladi.

**Tashqi qisqa tutashuv.** Transformatorning shinasidagi yoki shinadan ta’minlanuvchi yo‘llarning ulanishlaridagi qisqa tutashuvlarda transformatoridan

$I_{qt} > I_{nom}$  qisqa tutashuv toki oqadi va uni cho'lg'amini me'yoridan ko'proq qizitadi, bu uni shikastlanishiga olib keladi. Shuning uchun ham kuch transformatori tashqi qisqa tutashuv sababli undan shikastlanish tokini oqishiga yo'l qo'ymaydigan himoyaga ega bo'lishi kerak. Tashqi qisqa tutashuv EUY yo'li kuchlanishini kamayishi bilan birga yuz berganligi tufayli himoya o'z tanlovchanligini oshirish uchun qisqa sabr vaqti bilan ishlashligi kerak.

Tashqi qisqa tutashuvlardan himoya sifatida maksimal tok himoyasi, minimal kuchlanish bilan blokirovkalanagan maksimal himoya, nol ketma-ketlikning tokli himoyasi va teskari ketma-ketlik himoyalari ishlatiladi. Tashqi qisqa tutashuvdan himoya ishlash hududlariga odatda pasaytirish stantsiyasining shinasi, ya'ni himoyaning 1 hududi, va bu shinada tarqaluvchi barcha ulanishlar, ya'ni himoyaning 2 hududi, kiradi. Katta tokdan himoyalar transformatorning shikastlanishning ehtiyot himoyasi hisoblanadi.

**O'tayuklanish** odatda yo'l kuchlanishining sezilarli kamayishi kuzatilmaydi. Bu talabga asosan himoyaning ishlashi faqat cho'lg'amning izolyatsiyasini qizishi bilan aniqlanadi. Moyli kuch transformatorlariga tok bo'yicha 5 % uzoq yuklanish ruxsat beriladi. O'tayuklanishning  $1.5 \div 2I_{nom}$  qiymatlarida bir necha o'nlab minut ko'p yuklash mumkin. Juda ko'p hollarda qisqa vaqtda yo'qoladigan xavfsiz o'tayuklanishlar transformatorlarda uchrab turadi. Masalan, elektr dvigatellarning o'zi ishga tushishi bilan bog'liq bo'lgan qisqa muddatli  $(4 \div 6)I_{nom}$  va shu kabi tez o'zgaruvchi yuklar bo'lishi mumkin. Bu paytda transformatorni o'chirish talab qilinmaydi. Shikastlanish holatlarida kuch transformatorlariga quyidagi qisqa vaqtli o'tayuklanish ruxsat beriladi:

14-jadval

O'tayuklanish karraligi, $I_{yu}/I_{nom}$	1.3	1.6	1.75	2	3
Ruxsat berilgan o'tayuklanish vaqti, min	120	45	20	10	1.5

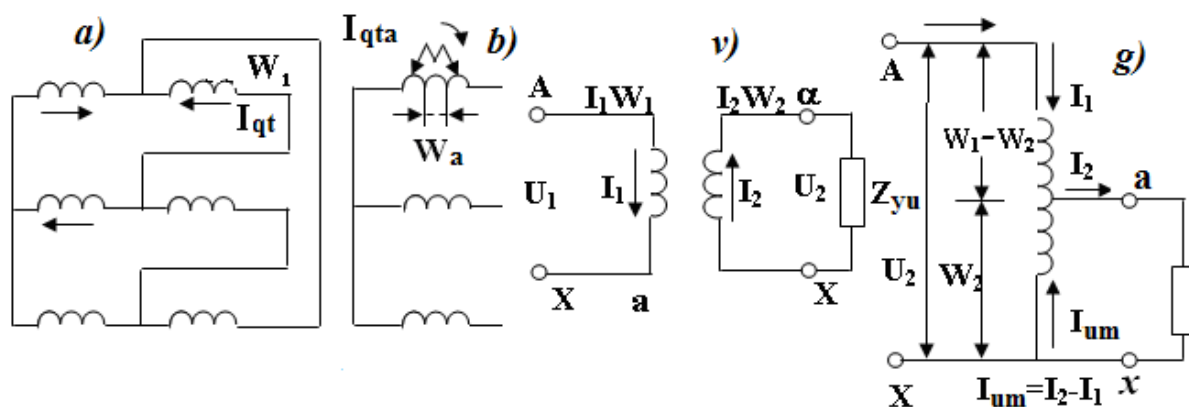
Transformatorlarni o'tayuklanishdan himoyalar faqat hizmat ko'rsatuvchi shaxs bu holatni o'chirmaganda o'chirishga ta'sir qiladi. Boshqa barcha hollarda himoya xabar sistemasiga ta'sir qiladi, o'tayuklanishdan himoya odatda pasaytirish

stantsiyasiga ko'rsatilayotgan xizmatning xarakteriga qarab yoki xabarga yoki o'chirishga ishlaydi.

Avtotransformatorni xuddi ikkilamchi cho'lg'ami ax birlamchi cho'lg'ami AX bilan birlashgan transformator deb qarash mumkin. Transformator va avtotransformatordagi toklar tarqalishi har xil. Transformator birlamchi tok  $I_1$  birlamchi cho'lg'am bo'yicha, ikkilamchi tok  $I_2$  ikkilamchi cho'lg'am  $W_2$  bo'yicha oqadi. Avtotransformatordagi birlamchi tok  $I_1$  faqat avtotransformatorning birlamchi cho'lg'amining bir bo'limidan ya'ni  $W_1-W_2$  bo'limidan ketma-ket bo'lim deb ataluvchi bo'limidan oqib o'tadi (Aa cho'lg'am).  $W_2$  ikkilamchi cho'lg'amdan, ya'ni umumiy deb ataluvchi  $I_{um}=I_2-I_1$ , umumiy tok oqadi (105-rasm). Transformator bilan farqli ularoq, avtotransformatordagi ikki qiymat nominal quvvat bilan xarakterlanadilar: o'tuvchi nominal quvvat  $S_y$  va hisobiy nominal quvvat  $S_x$ . O'tuvchi quvvat birlamchi tarafdan ikkilamchi tarafga avtotransformatordagi holida uzatiladi

$$S_y = U_1 I_1 = U_2 I_2 \quad (7.5)$$

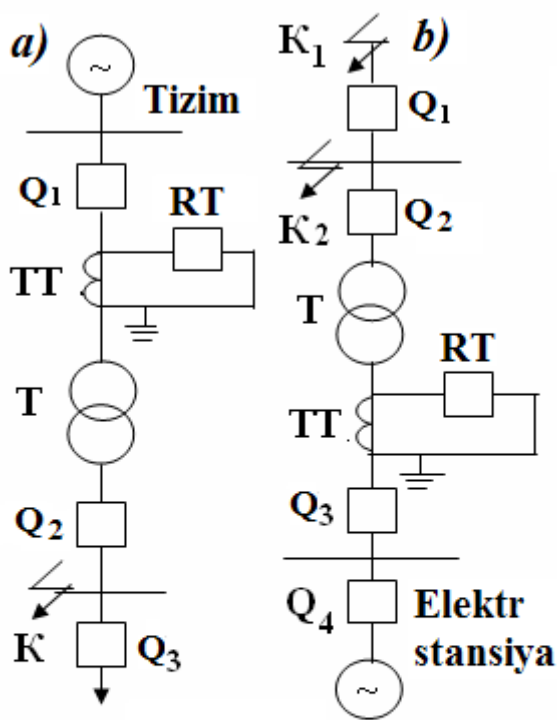
O'tuvchi quvvat  $S_x$  deb shunday quvvatga aytiladiki, bu quvvatga avtotransformatordagi cho'lg'ami va magnit o'zagi hisoblanadi. Hisobiy quvvat cho'lg'amdan oquvchi tok va cho'lg'amning chiqishlardagi kuchlanishidan aniqlanadi.



105-rasm. Transformator cho'lg'ami o'ramida toklar: a) - qisqa tutashuv yuz bergandagi toklar; b) va v) - transformator cho'lg'amlarida tok tarqalishi; g) - avtotransformatordagi cho'lg'amlarida tok tarqalishi.

Avtotransformatorda ikkilamchi zanjir birlamchi zanjir bilan o‘zaro elektr ulangan, shuning uchun yer bilan bir “A” fazali qisqa tutashuvda avtotransformator yuqori kuchlanishli tarmoqi shikastlanmagan fazalari “B” va “C” da faza kuchlanishining yerga nisbatan kattaligi ortadi (106-rasm). “B” fazaning erga o‘rta taraf kuchlanishi  $U_A+U_B$  bo‘ladi, “C” fazaniki  $U_A+U_C$ . Kuchlanishni bunday oshib ketishini oldini olish uchun avtotransformatorning neytrali yer bilan ulanishi kerak (118-rasmda punktir bilan ko‘rsatilgan).

**Tashqi qisqa tutashuv katta toklaridan himoya.** Tashqi qisqa tutashuvlardan transformatorning himoyasi bir vaqtni o‘zida shikastlanishdan ham ximoyalaydi. Bundan tashqari tanlovchanlik nuqtai nazaridan tashqi qisqa tutashuvdan himoya



107-rasm. Transformatorlarni katta tokdan himoya sxemasi: a) – pasaytiruvchi transformatorlar uchun; b) – kuchaytiruvchi transformatorlar uchun.

sabr vaqtli bo‘ladi, ya’ni tez o‘chira olmaydi.

Transformatorning shikastlanishdan himoya esa sabr vaqtsiz o‘chirishlari kerak. Transformatorlar agar ichki qisqa tutashuvlardan maxsus himoyaga ega bo‘lsalar, tashqi qisqa tutashuvlardan himoya u himoyaning zaxiralaydi, ular ishlamagan va ishdan chiqqanida ishlaydi.

Tashqi qisqa tutashuvlardan eng sodda himoya bo‘lib tokli maksimal himoya hisoblanadi. Himoyaning sezgirliги yetarli bo‘lmasa yuqori sezgirlik, kuchlanish bo‘yicha ishga tushiriladigan tokli maksimal himoya yoki teskari va nol ketma-ketlik toki himoyalari ishlatiladi.

Transformatorlarni katta tokdan himoya sxemasi 107-rasmda keldirilgan.

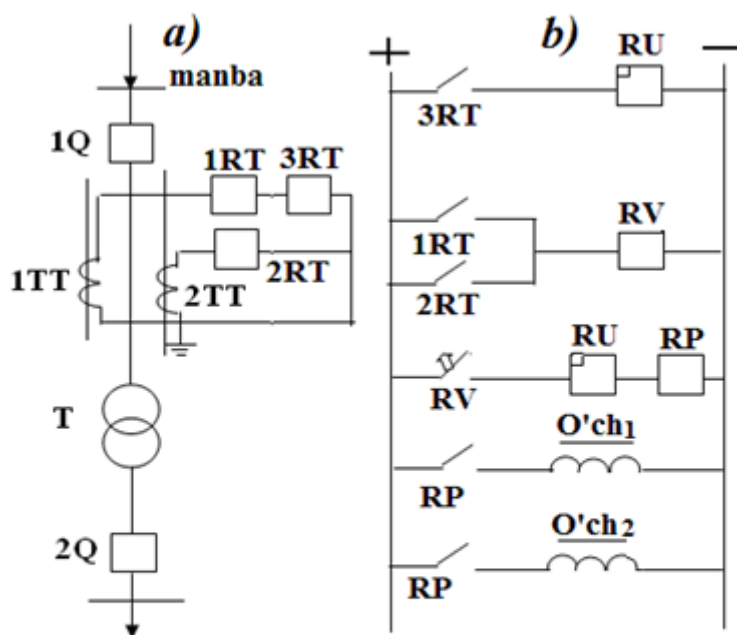
Tashqi qisqa tutashuvlarda bu transformatorlardan sistemaning barcha generatorlarining qisqa tutashuv toklari oqadi (107a-rasm). Shuning uchun qisqa tutashuv tokining karraligi bu yerda sezilarli bo‘ladi va maksimal himoyaning

ishlashi uchun yetarli bo‘ladi. Oddiy maksimal himoyalarning sezgirligi yetarli bo‘lmaganda sezgirligi yuqori kuchlanish bo‘yicha ishga tushiriluvchi maksimal himoyalar va teskari ketma-ketlik himoyalari qo‘llaniladi.

Elektr stantsiyalarida o‘rnatiladigan kuchaytiruvchi transformatorlar qiyinroq sharoitda bo‘ladilar. Bu transformatorlarda maksimal tok himoyalarni qo‘llanilishi ko‘pincha hollarda mumkin bo‘lmaydi, chunki yuqori kuchlanish tarafda qisqa tutashuv yuz berganda himoya yetarli sezgirlikka ega bo‘lmay qoladi. Bu holda himoyadan oqayotgan qisqa tutashuv toki  $I_{qt}$  (107b-rasm) elektr stantsiyasining quvvati bilan aniqlanadi, bu quvvat kuch transformatorning quvvati bilan teng va unga yaqin, qisqa tutashuv tokining karraligi kichik bo‘ladi, himoyaning sezgirligi yetarli bo‘lmaydi.

Shu sabablarda kuch transformatorlarda tashqi qisqa tutashuvlarda yuqori sezgirlikka ega bo‘lgan teskari ketma-ketlik tokiga ta’sir javob beruvchi himoyalar, nol kema-ketlik toki himoyalari va kuchlanish bo‘yicha ishga tushiriluvchi maksimal himoya qo‘llaniladi.

**Ikki cho‘lg‘amli pasaytiruvchi transformatorlar himoyasi.** Bir tomonlama ta’minlanuvchi bunday transformatorning sxemasi 108-rasmda berilgan. Himoya manba tarafdin qo‘yiladi, chunki bunda ish hududida transformatorning o‘zi ham bo‘ladi. Maksimal tok himoyasining hududini kengaytirish maqsadida tok



transformatorlari uzgichga Q o‘rnatiladilar.

Ikki cho‘lg‘amli transformatorning maksimal tok himoyasi 108-rasmda berilgan. Himoya manba tarafdin qo‘yiladi, chunki bunda ish hududida transformatorning o‘zi ham bo‘ladi. Maksimal tok himoyasining hududini

108-rasm. Bir tomonlama ta’minlanuvchi bunday transformatorning sxemasi: a) – prinsipial sxemasi; b) – ishga tushirish sxemasi.

kengaytirish maqsadida tok transformatorlari TT uzgich 1Q oʻrnatiladilar.

Bir tomonlama taʼminlanuvchi ikki choʻlgʻamli transformatorlarda himoya taʼminlanuvchi tarafga oʻrnatilgan 1Q uzgichga taʼsir qilish kerak. Bundan tashqari mustahkamlik nuqtai nazaridan ikkala uzgich 1Q va 2Q ga ham taʼsir boʻlish shart, bunda bir uzgich ikkinchisi bilan rezervlanadi. Tok transformatorlarining TT ulanish sxemalari va maksimal tok himoyalarning relelari barcha tur qisqa tutashuvlarda himoyaning barqaror ishlashini taʼminlab berishi kerak.

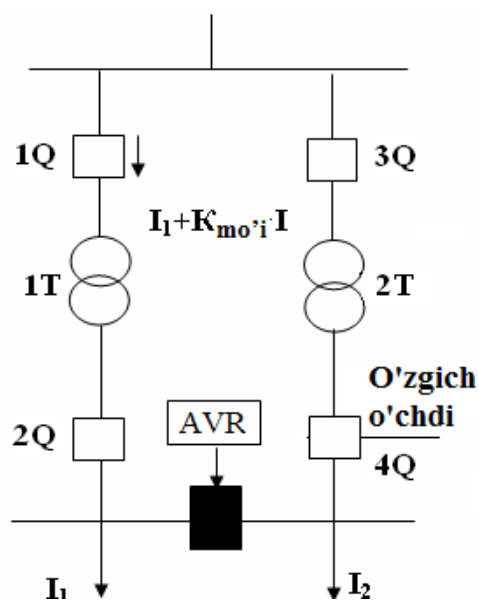
Neytrali yer bilan toʻgʻridan toʻgʻri ulangan EUY yoʻllarida himoya uch fazali qilib bajariladi, neytrali izolyatsiyalangan yoʻllarda toʻliq boʻlmagan yulduz sxemasida bajariladi. Fazalar toki farqiga ulangan bir releli sxema choʻlgʻami yulduz-uchburchak sxema boʻyicha ulangan transformatorlarda qoʻllanilmaydi, chunki bu holda himoya uch burchak tarafda bir necha tur qisqa tutashuvlarda ishlamay qoladi.

Sezgirlikni oshirish uchun uchinchi releni tok transformatorining umumiy simiga yoqish mumkin, bu holda unda shikastlangan fazaning toki oqadi

$$I = I_A + I_C = 2 \cdot \frac{I_{q.t}}{\sqrt{3}}$$

Maksimal tok himoyaning ishlash toki shunday shartdan

tanlanadiki, bunda qisqa tutashuvdan himoya oʻtayuklanishda, yaʼni transformatorni tez tez oʻchirishini talab qilmaydigan, ishlamasligi kerak.



109-rasm. AVR ishlaganda yukni avtomatik qoʻshilishi.

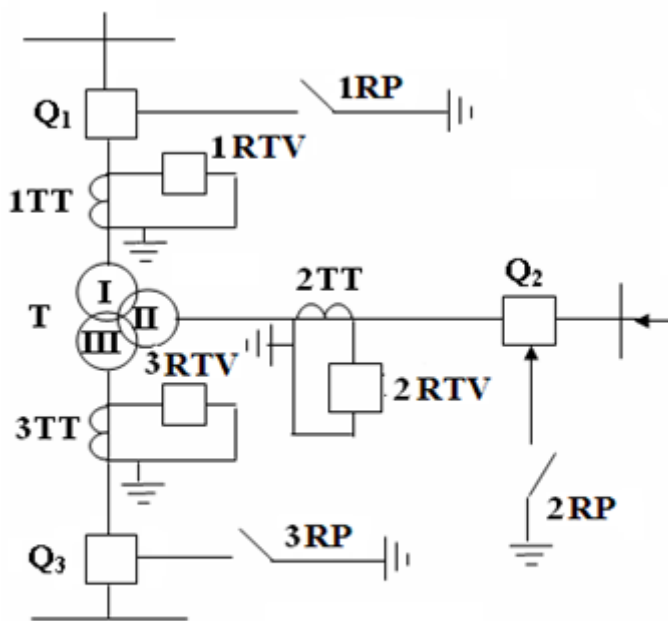
Himoyani sozlanishi kerak boʻlgan maksimal yuk toki odatda ikki xil holatni koʻrishdan aniqlanadi: birinchi holat parallel ishlayotgan transformatorlardan birini oʻchirish va AVR ishlaganda yukni avtomatik qoʻshilishi (109-rasm). Birinchi holda ishlab turgan transformator ikki marotaba koʻp yuklanadi  $I_{yukmax} = 2I_{nomt}$  ikkinchi holda 1T

transformatorning oʻta yuklanish toki  $I_1$  tok

bilan 2T ga ulangan  $I_2$  yuk tokining yig'indisiga teng, ya'ni  $I_n = I_1 + I_2$  bu yerda  $I_2$ -qo'shilgan yukning turg'un toki. Yukning ulanishliligi bosh daqiqalarida uning toki o'zining turg'un toki qiymatidan ko'p bo'ladi. Bunga asosiy sabab ishda qolgan dvigatellarning o'zi ishga tushishidir. Bu tokni oshib ketishni  $K_{mo'i}$  bilan ya'ni  $I_2$  tokga o'z ishga tushish tokini karraligini xarakterlovchi koeffitsient bilan baholab, avtomatik rezerv yoqish AVR ta'sirida transformatorning maksimal tokini topamiz, ya'ni  $I_{yukmax} = I_1 + K_{mo'i} \cdot I_2$ . Himoyaning ishlash toki odatda relening qaytishi shartiga asosan va barcha maksimal himoyalar kabi topiladi, ya'ni

$$I_{x.i} = \frac{K_{ext} \cdot K_{mui}}{K_{qay}} \cdot I_{i.max} \quad (7.6)$$

Sezgirlik koeffitsienti qisqa tutashuvda ikkinchi hududda yuz bergandagi holda aniqlanadi.  $K_{sez} = I_{qmin} / I_{hi} \geq 1,3$ . Agar maksimal himoyaning sezgirligi yetarli bo'lmasa u holda yuqoriroq sezgirli himoyalar qo'llaniladi. Sabr vaqti tanlovchanlik shartidan transformatoridan ta'minlanayotgan EUY yo'lining sabr vaqti  $t_{EUY}$  dan bir pog'ona yuqori qilib olinadi, ya'ni  $t_{tr} = t_{EUY} + \Delta t$ .



110-rasm. Uch chulg'amli transformatorning himoyasi.

Tashqi qisqa tutashuvlarda uch cho'lg'amli transformatorlarning himoyalari transformatorning shikastlangan joyini ta'minlovchi cho'lg'amini tanlovchan o'chirilishni ta'minlashlari kerak. Masalan III shinada qisqa tutashuv yuz berganda uzgich o'chirilishi kerak, transformatorning I va II cho'lg'amli ishda qolishi kerak (110-rasm).

Bir tomonlama ta'minlanuvchi uch cho'lg'amli transformatorlarda (masalan I shinadan) II va III cho'lg'amlarga mos o'chigichlarga ta'sir qiluvchi mustaqil maksimal himoya komplektlari

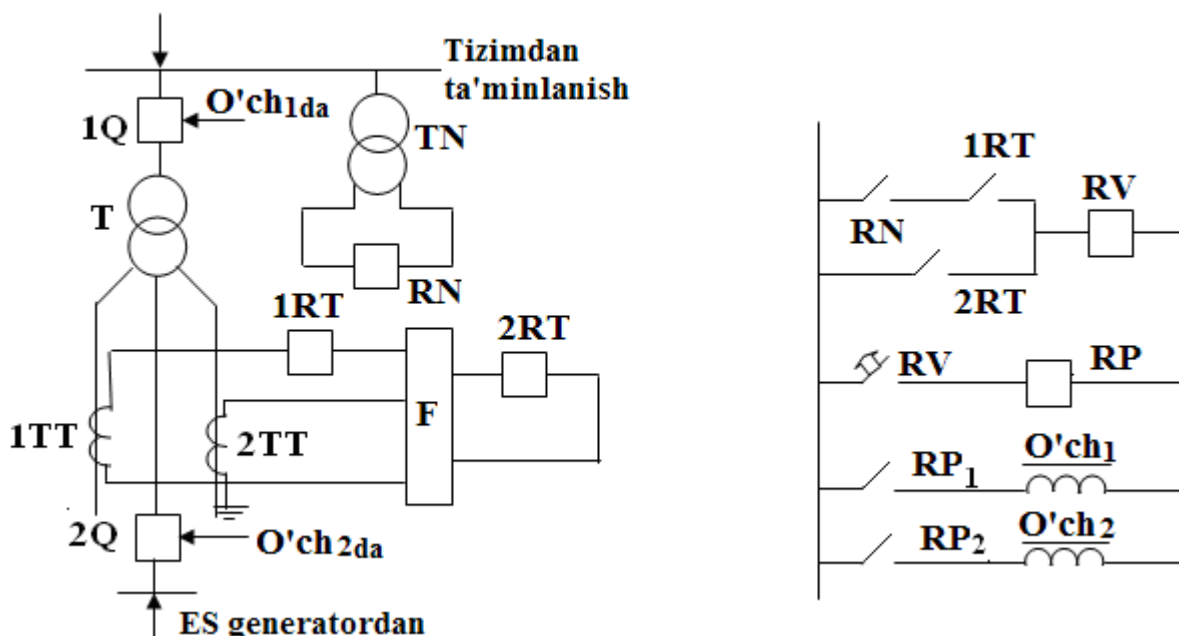


ishlatiladi. Ikki yoki uch tarafdin ta'minlanuvchi uch cho'lg'amli transformatorlarda maksimal tok himoyalari tanlovchanlikni ta'minlab bera olmagan uchun murakkabroq himoya sxemasi tuziladi.

Himoyani sxemasini soddalashtirish uchun himoyalananayotgan transformatorlar avtomatik roslagich AVR ga ega bo'ladi. Yo'naltirilgan himoyalar maxsus javobgar transformatorlarda qo'llaniladi.

Himoya transformatorida va tashqi qisqa tutashuvlarda nosimmetrik qisqa tutashuvlar yuz berganda hosil bo'ladigan teskari ketma-ketlik tokiga ta'sir javob beradi. Himoya sxemasi 111-rasmda ko'rsatilgan. Himoya tok relesi RT dan, iborat bo'lib, 2RT rele teskari ketma-ketlik filtriga orqali ulangan sabr vaqt hosil qiluvchi vaqt relesi RV dan iborat.

Transformatorlardagi himoya tashqi qisqa tutashuvda (bir fazali va ikki fazali yer bilan) va transformatorida hosil bo'ladigan  $I_0$  tokka ta'sir javob beradi. U kuch transformatorlarda o'rta va yuqori kuchlanish cho'lg'am tarafdin agar ular yulduz sxema bo'yicha ulansa va nol nuqta yer bilan qisqa tutashuv (holatda) ulanganida ishlaydi.

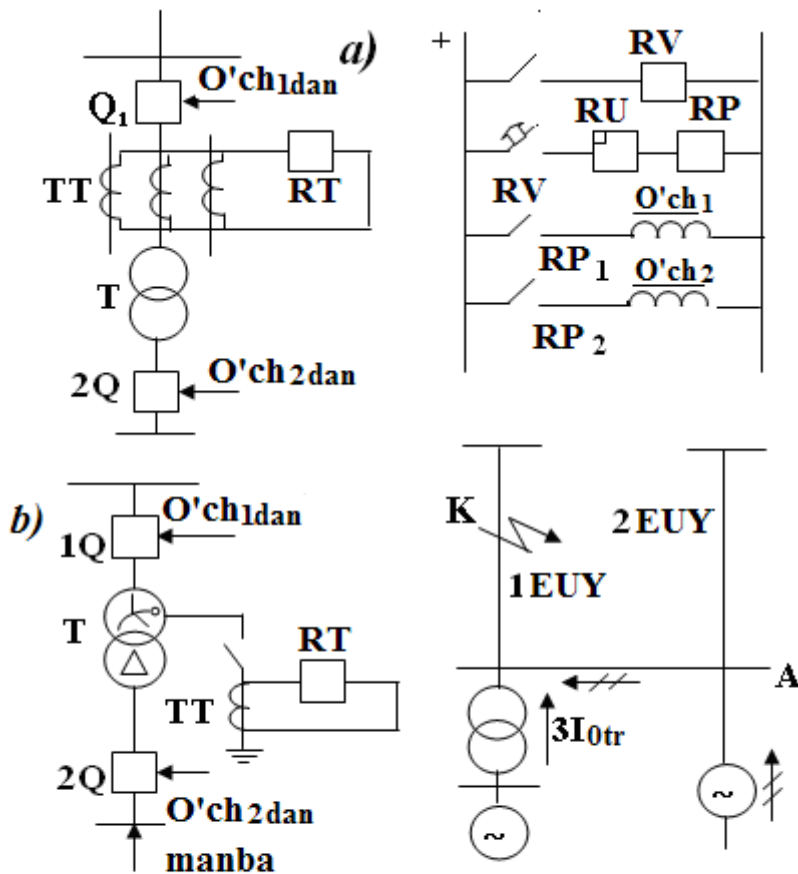


111-rasm. Transformatorlarning tashqi qisqa tutashuvlarga ta'sir sxemasi.

Himoya 112a va 112b-rasmda ko'rsatilgandek ikki bajarilish variantiga ega. Ikkala holda ham himoya tok rele si RT dan iborat va bu rele nol ketma-ketlik toki  $I_0$  ga ulanadi. 112a-rasmda tok transformatorning nol ketma-ketlik filtrdan olinadi va u filtr transformatorning neytrali yer bilan ulovchi simdan iborat. Ikkinchi sxema sodda bo'lib o'z ishlash hududida kuchtransformatorini yulduz ulangan bo'limini oladi. Tanlovchanlik ta'minlab berish uchun RV vaqt relesidan iborat bo'ladi.

Uch cho'lg'amli transformatorlarda, agar ulardan ikki cho'lg'amning neytrali yer bilan ulangan bo'lsa, nol ketma-ketlik himoyalari tanlovchanligini ta'minlab berish maqsadida himoya yo'naltirilgan qilib tayyorlanadi (113-rasm).

**Kuchlanish bo'yicha ishga tushiriluvchi tokli himoya.** O'tayuklanishlarda



112-rasm. Kuch transformatorlarning himoyalari: a)- nol ketma-ketlik filtri himoyasi; b)- transformatorini yulduz ulangan qismining himoyasi;

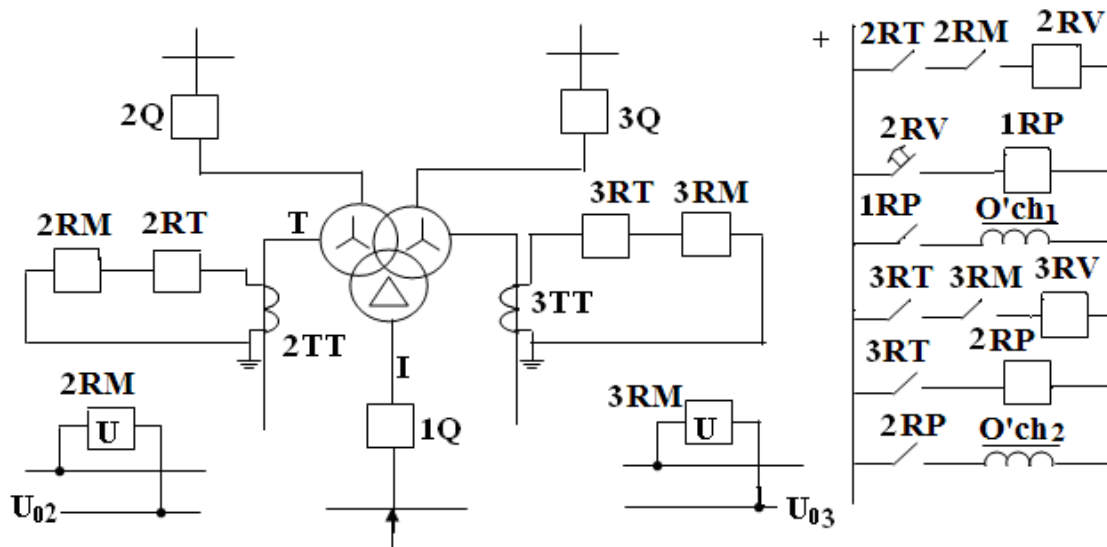
kuchlanish bo'yicha ishga tushiriladigan himoya ishlamaydi, shuning uchun himoyaning tok relelari  $KA_1$  va  $KA_2$  ni havfli yuklanishdan sozlash shart emas, bu o'z navbatida himoyani maksimal himoyadan sezgirligini ko'p bo'lishga olib keladi.

**Katta yuklanishlardan transformator himoyasi.**

Hizmat ko'rsatuvchi shaxsning kuzatuvida bo'lgan transformatorlarning o'tayuklanishdan

himoyalari odatda tok rele si yordamida ishga tushib, xabar berishga ishlaydi (113-

rasm). Tok rele si 3 bitta fazaga oʻrnatiladi, chunki transformator koʻp yuklanganda barcha fazalar bir xil sharoitda boʻladi.



113-rasm. Transformator katta yuklanishlardan himoya sxemasi.

Qisqa tutashuv yoki qisqʻa vaqtli oʻtayuklanishda notoʻgʻri xabarlar berilmasligi uchun himoyada choʻlgʻami uzoq vaqt tok oqishiga moʻljallangan vaqt relolari qoʻllaniladi.

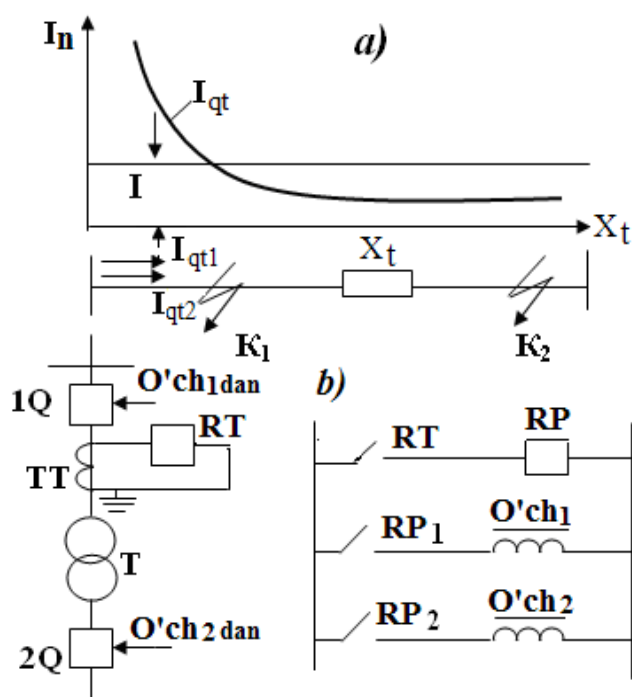
Hizmat qiluvchi shaxssiz boʻlmagan pasaytirish stantsiyalarida oʻtayuklanishdan himoya uch pogʻonali qilib bajariladi. Birinchi pogʻona kamroq oʻtayuklanishda ishlaydi va bu toʻgʻrida xabar beradi (hizmat punktiga telemexanika orqali). Bu pogʻona  $t_1 = t_{m.t.x} + \Delta t$  sabr vaqtga ega. Ikkinchi pogʻona tezda oʻtayuklanishni tengillatish kerak boʻlganda ishlaydi. Bu pogʻona bir boʻlim isteʼmolchilarni oʻchirib transformatorni ruxsat berilgan qiymatigacha yengillatadi. Ikkinchi pogʻonaning sabr vaqti  $t_2 = t_{rux.ber}$ . Bu yerda  $t_{rux.ber}$  - transformatorni oʻtayuklanish xaraktersidan aniqlanuvchi ruxsat berilgan oʻtayuklanish vaqti.

Uchinchi pogʻona ehtiyotlovchi boʻlib, agar baʼzi bir sabablarga koʻra ikkinchi pogʻona yengillatmasa ishlaydi. Sabr vaqti  $t_3 = (t_2 + \Delta t) < t_{rux.ber}$ . Uch choʻlgʻamli transformatorlarda oʻtayuklanish himoyalari shunday oʻrnatilgan boʻlishi kerakki, birinchidan u barcha choʻlgʻamlar oʻtayuklanishga taʼsir javob berishi kerak.

**Tokli kesish himoyasi** (tokovaya otsechka) transformatoridagi shikastlanishning  $t=0$  vaqtda oʻchiruvchi eng sodda va tez ishlovchi himoyadir.

Bundan tashqari u juda maqbul sifatga ega emas, chunki faqat katta toklarga ta'sir javob beradi va o'zining ishlash hududiga transformatorning bir bo'limini oladi.

Tokli kesish bir cho'lg'amdagi o'ramlararo qisqa tutashuvlarga va yer bilan kam qisqa tutashuv elektr uzatish yo'liga ishlovchi cho'lg'amning yer bilan qisqa tutashuviga ta'sir javob bermaydi, ya'ni asosan transformatorning fazalararo qisqa tutashuvda himoyasi hisoblanadi. Shikastlanishda transformatorning manba tarafidagi chiqishlarida qisqa tutashuv toki odatda transformatorlarning ketidagiga K1 va K2 nuqtalardagi nisbatan sezilarli katta qisqa tutashuvlarda yuzaga keladi (114a-rasm). Toklarning bunday nisbatlari transformatorning himoyasi sifatida lahzada ishlovchi tokli kesim ishlatilishni imkonini beradi (114b-rasm).



114-rasm. Transformatorning tokli kesim himoyasi: a) – ishlashi asosi; b)– bir chiziqli sxemasi.

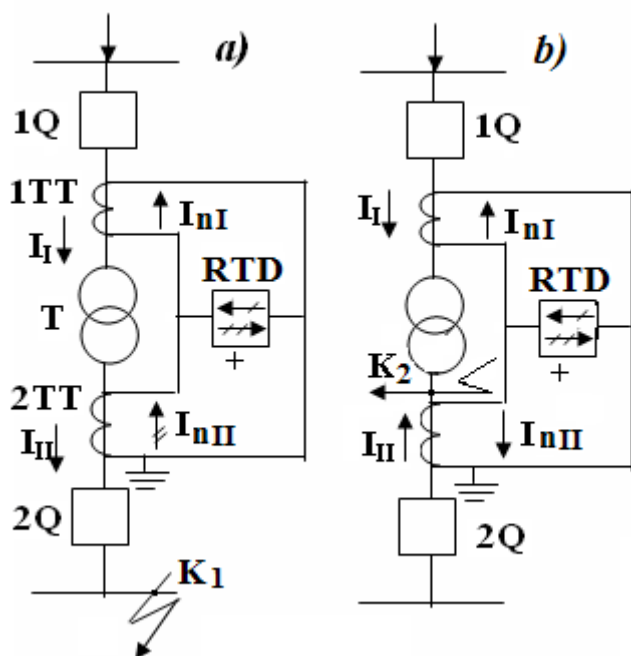
Tokli kesish odatda transformatorni ta'minlovchi tarafga qo'yiladi, agar RT-80 maksimal himoyada ishlatilgan bo'lsa, lahzada ishlovchi RT rusmidagi tok relelari yoki RT-80 relening elektromagnit elementi asosida bajariladi. Neytrali yer bilan to'g'ridan-to'g'ri ulangan elektr uzatish yo'lini ta'minlovchi transformatorlarda kesim uch fazaga, izolyatsiyalangan yo'lga ishlovchilarda esa-ikki fazaga o'rnatiladi.

Tokli kesishning ishlash toki transformatorning orqasida (K<sub>2</sub> nuqtada) yuz bergan qisqa tutashuv maksimal tokidan katta qilib olinadi  $I_{XT} = K_{EHT} I_{KG \text{ MAKS}}$ . Bundan tashqari tokli kesim magnitlash tokining transformatorni ulaganda yuz beradigan katta o'zgarishlaridan sozlanishi kerak.  $I_{X.T.} > I_{MAGN}$ .

Bu shartni bajarish uchun ishlash toki transformatorning nominal tokidan 3-5 marotaba katta bo'lishi kerak. Kesimning ishlash hududiga shinalar, chiqishlar va

transformator ishi kesim oʻrnatilgan tarafdagi choʻlgʻaming bir boʻlimi kiradi. Bu hududdagi shikastlanishlarda kesim sabr vaqtsiz qisqa tutashuv tokini oʻchiradi.

**Transformator differensial himoyasi.** Transformatorlarni fazalararo, yer bilan va bir faza choʻlgʻamlaridagi qisqa tutashuvlardan saqlashda eng koʻp tarqalgani



115-rasm. Transformatorning differensial himoyasi: a) - tashqi qisqa tutashuvda; b)- himoyalananayotgan zonada qisqa tutashuv.

differensial himoyadir (115-rasm).

Differensial himoyaning ishlash asosiga koʻra ikkita tok transformatorlari 1TT va 2TT kuch transformator T ning ikki tarafga, yaʼni old va ketiga, boʻylama shaklda qoʻyiladi. Ularning ikkilamchi choʻlgʻamlari shunday ulanadiki, tashqi qisqa tutashuvda reledan toklar farqi oqib oʻtish  $I_R = I_I - I_{II}$  (115a-rasm)da  $K_1$  nuqta).

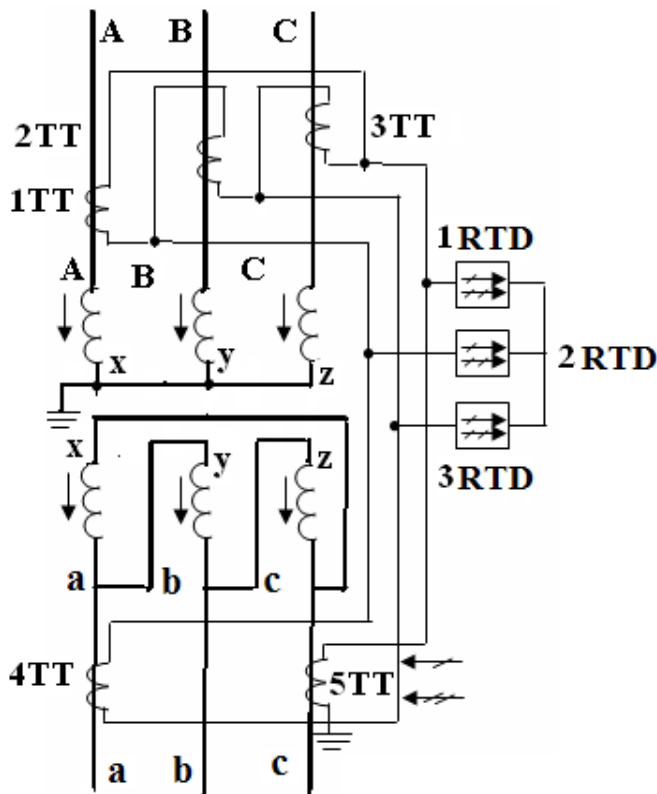
Himoyalananayotgan hududda qisqa tutashuv yuz berganda ( $K_2$  nuqta 115b-rasm) reledagi tok  $I_R = I_{II} + I_I$

Agar  $I_R = I_{PI}$  boʻlsa rele ishlaydi va transformator oʻchiriladi. Transformatorning differensial himoyalarda transformatorning har xil choʻlgʻamlarida birlamchi toklar kattalik boʻyicha teng emas va umumiy holda faza boʻyicha ham mos kelmaydi.

Yuk va tashqi qisqa tutashuv xolatlarida past kuchlanish tarafdagi transformatorning toki  $I_1$  doimo yuqori kuchlanish tarafdagi tokdan  $I_1$  katta. Ular orasidagi nisbat kuch transformatorining transformatsiya koeffitsientidan aniqlanadi. Choʻlgʻami yulduz-uchburchak ulangan transformatorlarda  $I_1$  va  $I_{II}$  toklar nafaqat kattalik jihatidan balki faza jihatdan ham farq qiladi. Fazalarning burilish burchagi transformator choʻlgʻamlarining ulanish guruhlariga bogʻliq. Eng koʻp tarqalgan oʻn birinchi guruhda uchburchak tarafdagi chiziqli tok yulduz tarafdagi chiziqli tokdan  $30^0$  ga oldinda boʻladi. Choʻlgʻami yulduz-yulduz

ulangan transformatorlarda  $I_I$  va  $I_{II}$  toklar yoki faza bo'yicha mos keladi yoki  $180^\circ$  ga farq qiladilar. Shunday qilib, tanlovchanlikni ta'minlab berish uchun ikkilamchi toklar  $I_{I I} = I_I / n_{TI}$  va  $I_{I II} = I_{II} / n_{TII}$  ni kattalik va faza bo'yicha tenglashtirib beruvchi maxsus choralar qo'llash kerak, shunda reledagi toklar teng bo'ladi.

**Differensial tokli kesish** oddiy tok relolari yordamida bajariladi va bu relalar sabr vaqtsiz ishlaydilar. Himoya sxemasi 116-rasmda berilgan. Himoyani to'g'ri



116-rasm. Transformatorning differensial tokli kesim himoyasi.

ishlashini asosiy sharti bo'lib himoya relasini ishlash tokini transformatorni ulagan paytda yuzaga keluvchi magnitlash tokini sakrashlaridan, haamda tashqi qisqa tutashuvdan nobalanslik tokidan ishonchli sozlashdir:  $I_{x.i.} = (3 \div 5) I_{nom.t}$ ;  $I_{x.i.} = (3 \div 5) I_{nom.t}$

$$K_{sez} = \frac{I_{x.max}}{I_{x.i}} \geq 1,5$$

(7.7)

Ishlash toki katta bo'lgani sababli himoya cho'lg'am o'ramlaridagi qisqatutashuvlarni

maqbul sezmaydi. Himoyaning afzalliklariga uni soddaligi va tez ishlashligi kiradi, kamchiligi esa uning chegaralangan sezgirligi kiradi. Differensial kesim odatda kam quvvatli transformatorlarda qachonki fazalararo qisqa tutashuvlarda ikki taraf lama tanlovchan va tez o'chirish talab qilinganda ishlatiladi.

**Transformatorlar gaz himoyasi.** Transformatorlarning ichki shikastlanishlarini eng sezuvchan himoyalardan biri gaz himoyalari hisoblanadi. Transformatorning qobig'i (korpusi)ni ichida yuz bergan shikastlanishlar elektr yoyi va bo'limlarni qizishi moyni parchalanishiga va uchuvchi gazlarni paydo bo'lishiga olib keladi. Moydan yengil bo'lganligi uchun gaz kengaytiruvchi

qurilmaga ko'tariladi, chunki u yuqorida joylashgan va tashqi muhit bilan bog'langan.

Transformator qobig'i ichida havoning paydo bo'lishi va moyning kengaytiruvchi qurilma tomon siljishi transformatorning ichidagi shikastlanishning belgisi bo'lib xizmat qiladi. Bu belgilar gaz relelari yordamida (gaz paydo bo'lishi va moy harakatiga ta'sir javob beruvchi) quriladigan maxsus himoyaning asosini tashkil qiladilar. Gaz relesi transformatorni qobig'ini kengaytiruvchi qurilma bilan ulaydigan trubada o'rnatiladi, chunki u orqali havo va moy oqimi o'tadi. Gaz relelari ta'sir javob beruvchi elementlarning asosiga ko'ra uch guruhga bo'linadi: pukakli PG-22, RGZ-22, PGZ-61; kurakli; piyolasimon elementli, RGCHZ-67. Kuch transformatorining gaz relesi RGCH-66M 117-rasmda keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 277-bet) [13].

O'zini ishlash asosiga ko'ra gaz himoyalari nafaqat shikastlanishlar va xavfli nome'yorli holatlarda ishlaydi balki, transformatorning qobig'i ichida havo bo'lib qolganda, moy mexanik ta'sir natijasida harakatlenganda ham ishlaydi. Havo transformatorga moy quyayotganda, ta'mirdan so'ng moy to'latilayotganda kirib qolgan bo'lishi mumkin. Gaz himoyasi moyning harakat tezligi  $15 \div 20$  sm/sek bo'lganda xabarga ishlaydi,  $50 \div 160$  sm/sek bo'lganda esa o'chirishga ishlaydi. Gaz himoyalari transformatorlarda moyning balandligini pasayib ketishda ham ishlaydi. Aytilganlarda kelib chiqadiki gaz himoyalari shikastlanishlarni turiga qarab xabar yoki o'chirishga ishlaydilar. 117-rasmda: a)-transformatorlarda o'rnatilishi; b) gaz relesining tuzilishi berilgan. Unda: 1 va 2- alyumin idishlar; 3- o'q; 4-harakatchang kontakt; 5-turg'un kontakt; 6-prujina; 7-kontaktlar; v)-gaz relesining tashqi ko'rinishi; 8-kran; 9-qisqichli korobka; 10-korpus; 11-ko'rish oynagi; 12-chashkalar; 6-prujina; 7-kontaktlar; 13- plastina; 14-ekranlar.

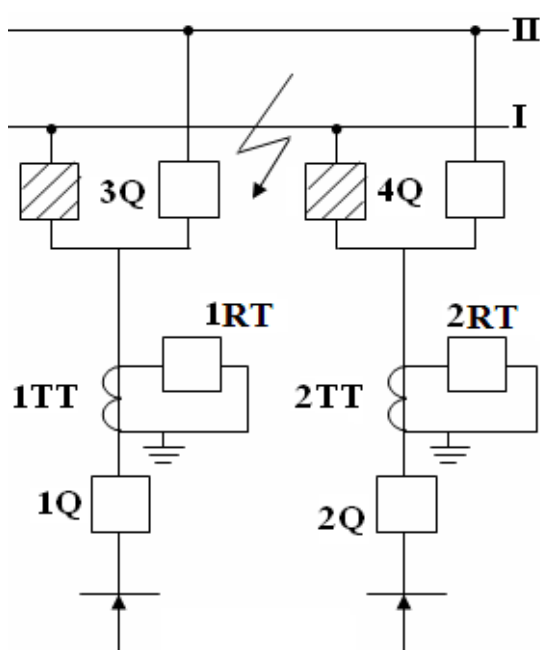
Gaz himoyalarining afzalliklaridan bo'lib uning qurilmasini soddaligi, yuqori sezgirlik, sezilarli shikastlanishida qisqa o'chirish vaqti, shikastlanishining turiga qarab xabarga yoki o'chirishga ishlashlari kiradi. Gaz himoyalari asosan cho'lg'amning o'ramlararo qisqa tutashuvlariga eng sezgir himoya hisoblanadi, ayni damda quvvati 1000 KVA va undan yuqori barcha transformatorlarda gaz

himoyalari oʻrnatiladi. Gaz himoyalari transformatorning yuki shikastlanishlariga qoʻshimcha himoya hisoblanadi.

### 7.6. Nimstantsiya elektr qurilmalarining himoyalari

Taqsimlovchi qurilmalarining elementlaridan boʻlgan shinalarda ham shikastlanishlar uchrab turadi. Bularga shina izolyatorlarini va uzgichlarning chiqishlarini qoplanib qolishi, kuchlanish transformatorini, shina va uzgich orasiga oʻrnatilgan tok transformatorini shikastlanishi, oʻzgichlarning izolyatorini va havo uzgichlarini ish mobaynida izolyatsiyalarini ishdan chiqishi, tarqatuv qurilmalarida ishlayotgan xizmat koʻrsatuvchi shaxsning notoʻgʻri ishlashlari sabab boʻladi. Turgʻunlik nuqtai nazaridan shinalardagi shikastlanishlar lahzada oʻchirilishi talab qilinadi. Bu hollarda shikastlanishlarni oʻchiruvchi maxsus shina himoyalari talab qilinadi.

Baʼzi hollarda yoʻl, transformator va generatorlarning himoyalari shinalar sistemasidagi shikastlanishlarni tanlovchan oʻchira olmaydilar. Bunga misollardan



118-rasm. Ikki uzgichli pasaytiruvchi stansiya himoyasi.

biri sifatida har bir ulanishda ikki uzgichli pasaytirish stansiyasini aytish mumkin (118-rasm). Birinchi shinalar sistemasida qisqa tutashuv yuz berganda Q1 va Q2 uzgichlar ishlab har 2 shinalar sistemasini manbadan uzadilar vaholanki bu ulanish sxemasi boʻyicha butun pasaytirish stansiyasini ishini Q3 va Q4 uzgichlarni oʻchirish bilan saqlab qolish mumkin. Bu koʻrinishdagi shikastlanishni oldini olish yoki oʻchirish maxsus shina himoyalari yordamida amalga oshiriladi.

Shunday qilib aytish mumkinki, maxsus shina himoyalari shunday hollarda qoʻllaniladiki, bunda ulanishlar himoyalari yetarli tezkorlik va tanlovchanlikni taʼminlay olmaydilar.



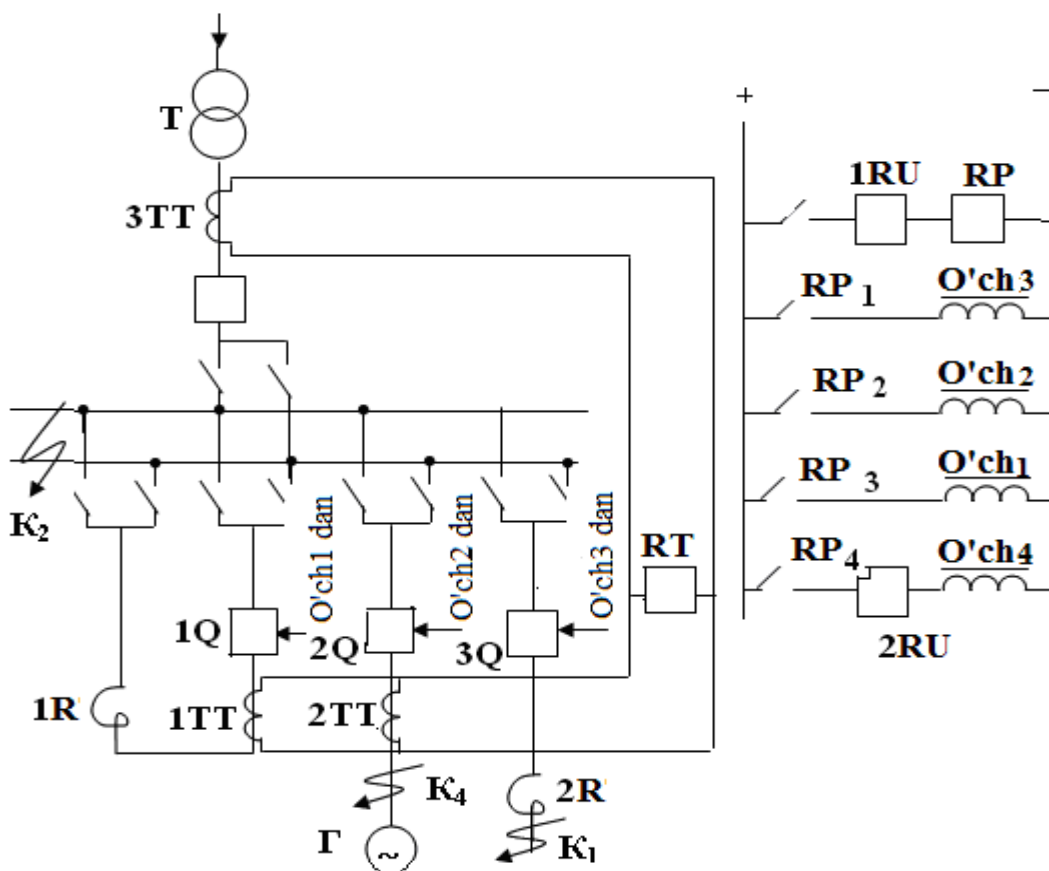
Shinadagi qisqa tutashuvni to'xtatish uchun himoya barcha shinani ta'minlovchi ulanishlarni o'chirishi kerak. Hozirgi paytda shinani tez va tanlovchan himoyasi sifatida differensial asosda ishlovchi himoyalar keng tarqalgan. Shinalarni ta'minlovchi transformator va sektsiya uzgichlarida maxsus shina himoyasi ishlatiladi. Oxirgi paytlarda shinalardagi qisqa tutashuvlarni tezda o'chiruvchi himoya APV bilan birlashtirilib ishlatiladi.

Shinada qisqa tutashuv yuz berganda barcha manbasi bo'lgan ulanishlardan shikastlanish joyiga ya'ni pasaytirish stantsiyasining shinasiga qisqa tutashish toki oqadi (119b-rasm). Shinaning differensial himoyasining eng asosiy afzalliklaridan bo'lib uning tezkorligi, tanlovchanligi va yuqori sezgirligi hisoblanadi. Shu bilan birga differensial himoya tebranish va o'tayuklanishga ta'sir javob bermaydi. Aniq tok transformatorlari o'rnatilganda, tanlanganda, maqbul sozlanganda himoya aniq va to'g'ri ishlaydi. Shinalarning differensial himoyasi kuchlanish 110 kV dan yuqori bo'lgan tarqatish punktlarida keng qo'llaniladi. Reaktorli yo'lli va bir necha manbasi bo'lgan taqsimlash punktlarida 119-rasmda ko'rsatilgan to'liq bo'lmagan differensial himoya sxemasi qo'llaniladi.

**10(6) kV li kondensator qurilma himoyalari.** O'zgaruvchan tokli yo'llardagi reaktiv quvvatni kompensatsiyalovchi kondensatorlarini himoyalash uchun ko'p fazali qisqa tutashuvdan releli himoya, o'tayuklanishdan va kuchlanish ortishidan himoyalar qo'llaniladi. Kondensator qurilmalarini ulovchi yo'llar bir fazali yer bilan qisqa tutashuvdan himoyalangan bo'lishlari kerak.

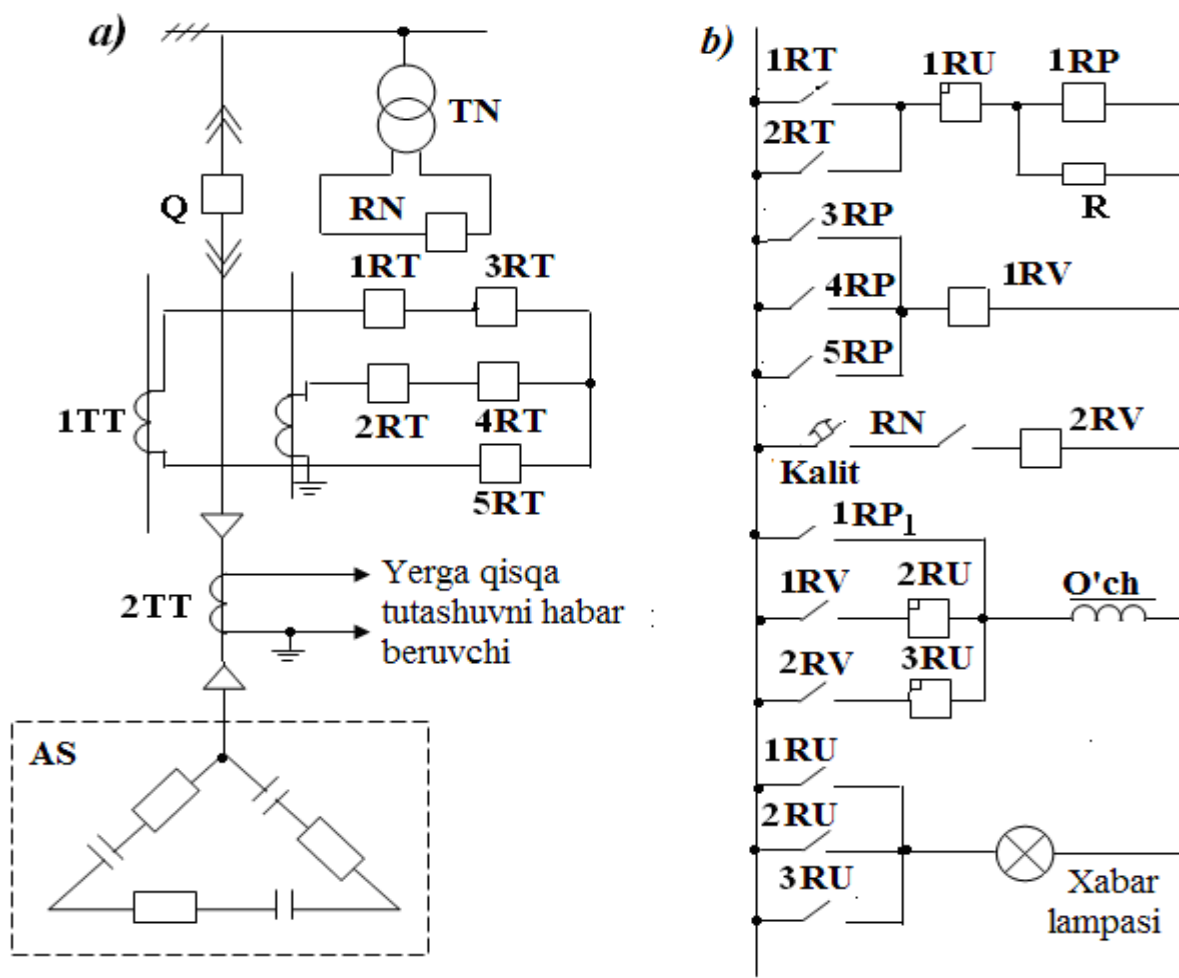
PUE da aytiladi, kondensator qurilmalari kuchlanish ortishidan himoyalanganligi mumkin, agar kondensatorlar yo'lining mumkin bo'lgan maksimal kuchlanishiga qarab tanlangan bo'lsa, ya'ni bitta kondensator qurilmaga berilayotgan kuchlanish nominal kuchlanishni 110% dan katta bo'lmasa. Kondensatorlarni ko'p fazali qisqa tutashuvdan himoya sifatida sabr vaqtsiz ishlovchi ikki fazali ikki releli maksimal tok himoyasi qo'llaniladi. Agar bir necha sektsiyadan tashkil topgan kondensator qurilmalarida alohida kondensatorlar o'zlarining eruvchi saqlagichlari bilan himoyalangan bo'lsalar, bu holda har bir

sektsiya uchun umumiy himoyaga qo‘shimga ko‘p fazali qisqa tutashuvdan himoya o‘rnatilgan bo‘lishi kerak.



119-rasm. Reaktorli va bir necha manbasi bo‘lgan taqsimlash punktlarining to‘liq bo‘lmagan differensial himoya sxemasi

O‘tayuklanishdan himoya ikki fazali uch releli qilib maksimal tok himoyasi shaklida bajariladi va u yuqori garmonika toklaridan kondensator qurilmasini saqlaydi. Kuchlanishni ortib ketishidan himoya katta qaytish koeffitsientli bitta maksimal kuchlanish relesi asosida bajariladi va kondensator qurilmasini sabr vaqt bilan o‘chiradi. Kondensator qurilmalari barcha turdagi o‘chirilishlardan so‘ng 5 minutdan kam bo‘lgan vaqtda qayta ulanmaydilar, chunki ular to‘liq razryadlangan bo‘lishlari kerak. Ko‘p kuchlanishdan himoyaning birlamchi ishlash kuchlanishi qurilmani me‘yorli holatda o‘chirilmaslik shartidan olinadi.



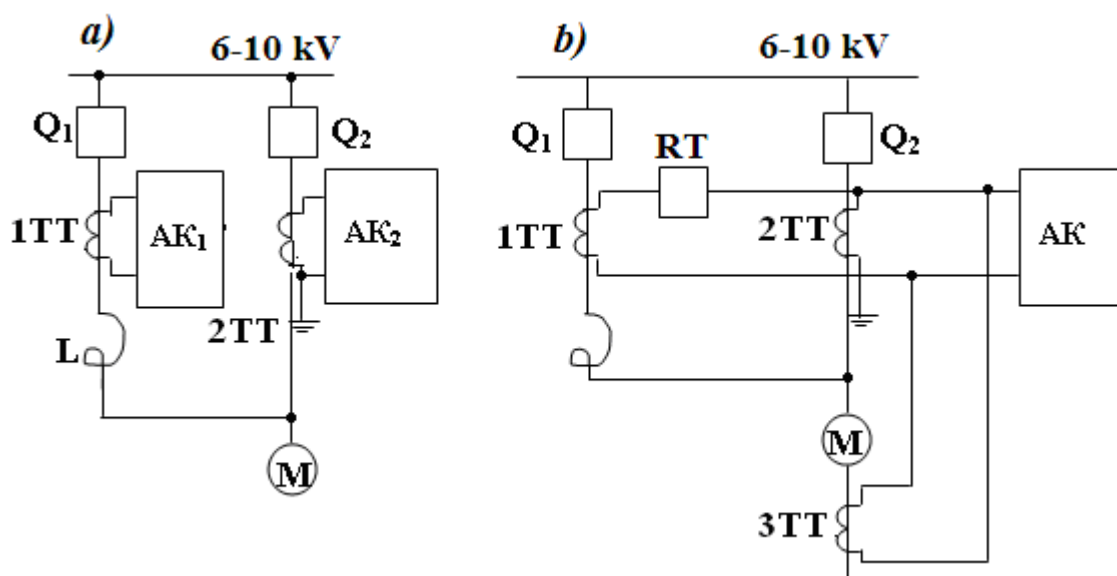
120-rasm. Kondensator qurilmasining AS yo‘lini himoyasi: a) himoya sxemas; b) –ishga tushirish sxemasi; Q – uzgich; TA<sub>1</sub>, TA<sub>2</sub> – tok transformatorlari; KV – RN-58 tipidagi kuchlanish relesi; KT<sub>1</sub>, KT<sub>2</sub> – vaqt relolari; KL – oraliq rele; KN<sub>1</sub>, KN<sub>2</sub> – ko‘rsatkich relolar; KQC–uzgich Q ni o‘chirish kontaktini «ulangan» Ko‘rsatkich kontakt.

**Yuqori kuchlanishli sinxron va asinxron dvigatellar himoyasi** sifatida chiqishlardagi va stator cho‘lg‘amidagi yuz beradigan ko‘p fazali qisqa tutashuvdan himoya, chiqish va stator cho‘lg‘amida yer bilan bir fazali qisqa tutashuvdan himoya, o‘tayuklanishdan himoya, ta‘minlashni yo‘qolishidan va kuchlanish tushuvidan himoya sinxron dvigatellarni asinxron xolatdan himoyalar qo‘llaniladi. Ko‘p tezlikli elektr dvigatellarning himoyasi har bir tezlik uchun alohida qilib bajariladi.

Ko‘p fazali qisqa tutashuvdan himoya barcha sinxron va asinxron dvigatellarda o‘rnatilgan bo‘lib, dvigatel chiqishlarida va stator cho‘lg‘amida qisqa tutashuvda

dvigatelni o‘chirish uchun xizmat qiladi. Sinxron dvigatellarda himoya agar dvigatelda maydonni avtomat uzgichi bo‘lsa unga ham ta’sir qiladi.

Reaktor bilan ishga tushiriluvchi elektr dvigatelning ko‘p fazali qisqa tutashuvdan himoyalarning tok zanjirlarining sxemasi 121-rasmda keltirilgan.



121-rasm. Reaktor bilan ishga tushiriluvchi elektr motorning ko‘p fazali qisqa tutashuvdan himoyalarning tok zanjirlarining sxemasi: a)–tokli kesim qo‘llanilganda; b)–differensial himoya qo‘llanilganda; M – motor; L – ishga tushiruvchi reaktor; AK, AK<sub>1</sub>, AK<sub>2</sub> – tokli kesim komplektlari.

Nominal quvvati 4000 kVt gacha bo‘lgan elektr dvigatellarni aytib o‘tilgan himoyasi fazalar tokiga ulangan ikki releli sabr vaqtsiz ishlovchi tokli kesim sifatida bajariladi. Nominal quvvati 4000 kVt va undan katta bo‘lgan dvigatellarning aytib o‘tilgan himoyasi sabr vaqtsiz tokli bo‘ylama differensial himoya sifatida bajariladi. Bu himoya kichikroq quvvatli dvigatellarda agar tokli kesim yetarli sezgirlikka ega bo‘lmasa va stator cho‘lg‘ami nol chiqish tarafiga ega bo‘lsa yoki ularga tok transformatorlari o‘rnatilgan bo‘lsa ham qo‘llaniladi. Bu dvigatellarda fazalar toki farqiga ulangan bir releli tokli kesimni himoya sifatida qo‘llab bo‘lmaydi.

### 7.7. Nimstantsiyada mikroprotessorli boshqaruv

Mikroprotessorli boshqaruv sistemasini tortuvchi nimstantsiyaning releli himoyasi va avtomatikasi RHA da qo‘llash mazkur qurilmaning tuzilishiga qat’iy o‘zgarishlar kiritish bilan chegaralanmay, butun himoya, avtomatika va boshqaruv tomoilini o‘zgartirishga olib keladi. Boshqaruv tamoili doirasiga nazariyaning ba’zi asoslari, zarur texnik vositalar va shunga mos texnologik jarayonlar kiradi.

Odatda RHA ni tuzish xususiy holdan umumiy holga o‘tish usulida bajarilinar edi. Mikroprotessorli boshqaruvda esa funktsionalroq bo‘lgan **sistemali yondoshish** qo‘llaniladi va umumiy holdan xususiy holga kelish usulida bajariladi. Mikroprotessorli boshqaruv joriy etilganda RHA ni tuzish avvalo himoyaning umumiy muammolaridan boshlanib, ayrim qurilma shakliga keltiriladi. So‘ngra RHA qurilmasi tuzish bir yo‘la ikkilamchi zanjirlar funktsiyalarining to‘la to‘plamini, ya’ni himoyalash, avtomatlashtirish, boshqarish, signalizatsiya va diagnostikani, qamrab olishi kerak.

Releli himoya, avtomatlashtirish, boshqarish, signalizatsiya uchun mo‘ljallangan releli himoyaning mikroprotessorli bloklari BMRZ (bloki mikroprotessornix releynoy zashiti) quyidagilardir:

-BMRZ-FKS – kontakt tarpmog‘i fiderlarining releli himoya, avtomatlashtirish, boshqarish va signalizatsiya bloki.

-BMRZ-FVV – uzgich fiderining releli himoya, avtomatlashtirish, boshqarish va signalizatsiya bloki.

-BMRZ-UPK – ko‘ndalang kompensasiya qurilmasining releli himoya, avtomatlashtirish, boshqarish va signalizatsiya bloki.

-BMRZ-DPR – ikki sim va rels fiderining releli himoya, avtomatlashtirish, boshqarish va signalizatsiya bloki.

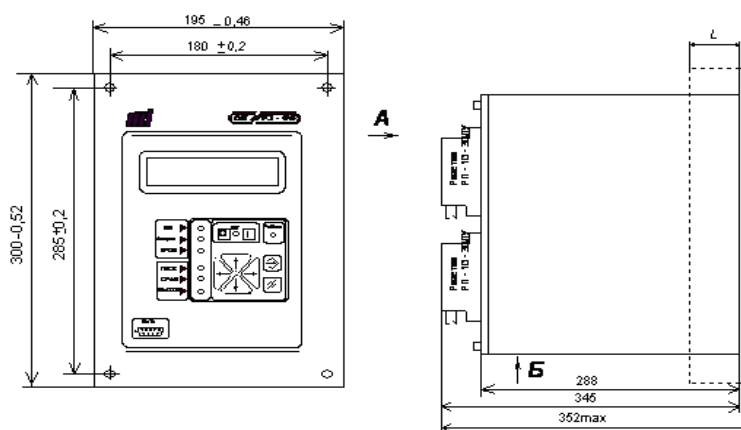
-BMRZ-TSN – o‘z ehtiyoji transformatori fiderining releli himoya, avtomatlashtirish, boshqarish va signalizatsiya bloki.

BMRZ bloklarining o‘lchami 300x355x195 va og‘irligi 9 kg gacha bo‘lib, ularning tashqi ko‘rinishi 122-rasmda keltirilgan.

## 27,5 kV tortuvchi tarmoq BMRZ larining bajarish vazifalari

BMRZ asosiy himoya vazifalari	FKS	FVV	UPK	DPR	TSN
Tokli kesish	+*	+	+	+	+
Yaqin QT himoyasi-tokli kesish 2	+*	-	-	-	-
Yo'naltirilmagan masofa himoya	+	+	-	-	-
Yo'naltirilgan masofa himoya	+	+	-	-	-
Maksimal tok himoyasi	-	+	+	+	+
Minimal kuchlanish himoyasi	+	+	+	+	+
Kuchlanish differens. himoyasi	-	-	+	-	-
Nosimmetriya va faza uzilish	-	-	-	+	-
Bo'ylama tok himoyasi	-	-	+	-	-
Yuqori garmonikadan kondensator o'tayuklama himoyasi	-	-	+	-	-
Kuchlanish kattalashidan himoya	-	-	+	-	-
Kontakt simi otjigidan himoya	+	-	-	-	-
Shinalarning mantiqiy himoyasi	+	+	+	+	+
KRU ni ichki QT dan himoya	+	+	+	+	+
Ikki marta qayta yoqish APV	+	-	-	+	+
Uzgich ishlamaslik rezervi	+	+	+	+	+
Tashqi himoya buyrug'i bajarish	+	+	+	+	+
Avariya avtomat ossilloqflash	+	+	+	+	+
Avtomatik chastota yuksizlashi	-	-	-	+	+

\* Tezkor himoya, ishlash vaqti  $t=25\text{ms}$  dan ortmas.



BMRZ bloklari NTS «Mexatronika» bilan OOO «NIEFA-Energiya» tashkilotlari tomonidan ishlab chiqarilgan

Nazorat uchun savollar.

1. Relening vazifasi.
2. Maksimal tok himoyasi qachon qo'llaniladi?
3. Releli himoyaning vazifasi.
4. Avtomatlashning asosiy qurilmalari.
5. Releli himoyaga talablar.
6. Relelarning asosiy turlari.
7. Operativ tok qanday tok?
8. To'g'ridan to'g'ri va bilvosita ta'sir qiluvchi relelar.
9. Differensial himoya qachon va qayyorda qo'llaniladi?
10. Masofali himoyaning vazifasi.
11. Tok relesini vazifasi.
12. Kuch transformatorida qanday himoyalar qo'llaniladi?
13. Kondensator qurilmalarini qanday himoyalaniadi?
14. Dvigatellar qanday himoyalaniadi?
15. Releli himoyaning mikroprotessorli bloklari BMRZ.

## VIII STANTSIYA VA PODSTANTSIYALARNING O‘Z ENERGIYA IST’EMOLI

### **8.1. Podstantsiyaning o‘z energiya iste‘moli**

Elektr stantsiya va podstantsiyalarning o‘z ehtiyojini qondiruvchi energiya iste‘molchilari qatoriga o‘zgaruvchan tokda ishlovchi: ichki va tashqi yoritgichlar, yuqori kuchlanishli uzgichlarni va ularning yuritmalarini isituvchi qurilmalar, transformatorlarga havo puflagich tarmoqlari, moy xo‘jalik uskunalari va boshqalarning elektr iste‘moli kirsa; o‘zgarmas tokda ishlovchi: boshqaruv, signalizatsiya, himoya sistemalari va avariya vaqtida ishlovchi yoritgichlarning elektr iste‘moli kiradi.

Elektr stantsiya va podstantsiyalarning o‘zgaruvchan tok iste‘molchilari o‘z ehtiyojini qondiruvchi transformatorga hamda o‘zgarmas tok iste‘molchilari akkumulyator batareyalariga ulanadi. Akkumulyator batareyalari mustaqil, ya‘ni avtonom, manbadir. podstantsiyalarda mustaqil, ya‘ni avtonom, manbani qo‘llanishi uchun qator sabablar mavjud: avariya yoritgichlari bilan ta‘minlash zaruriyati; boshqaruv va signalizatsiya zanjirlari o‘zgarmas tokda ishlovchi kommutatsiya jixozlari (o‘zgaruvchan tokning yuqori kuchlanishli o‘chirgichi, tez ishlovchi o‘chirgichlar) qo‘llanganligi. podstantsiyalarning shinalarida kuchlanish yo‘qolsa ham akkumulyator batareyalari avariya yoritgichlarini va kommutatsiyalovchi hamda tez ishlovchi o‘chigichlarni elektr toki bilan ta‘minlab turadi.

Akkumulyator batareyalariga ulanuvchi iste‘molchilarni uchta guruhga bo‘lish mumkin:

-o‘zgarmas tok shinalariga doimiy ulangan qurilmalar: yuqori kuchlanishli va tez ishlovchi o‘chigichlarning holatini ko‘rsatuvchi signal lampalari; tez ishlovchi o‘chigichlarning ushlab turuvchi cho‘lg‘amlari; ba‘zi boshqaruv va avtomatika qurilmalarining relelari;

-o‘zgarmas tok shinalariga qisqa muddatga ulanuvchi qurilmalar: o‘zgaruvchan tokning yuqori kuchlanishli o‘chigichi va tez ishlovchi o‘chigichlarning ulovchi



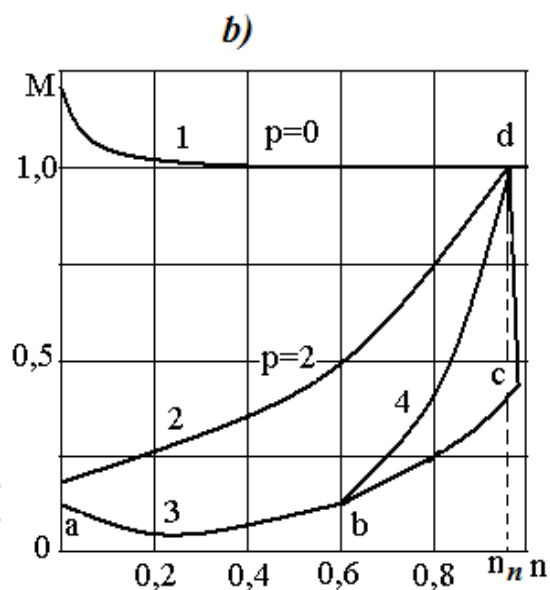
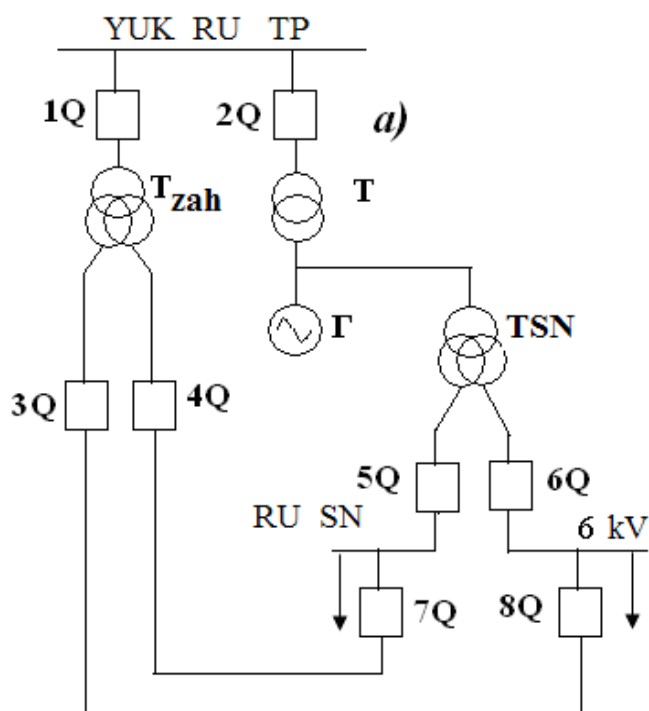
cho'lg'amlari; kommutatsiya jixozlarining boshqaruv zajiridagi va avtomatika sxemalaridagi ulovchi va o'chiruvchi relelar;

- podstantsiyalarning yig'indi shinalarida kuchlanish yo'qolsa o'zgarmas tok shinalariga avtomatik tarzda ulanuvchi qurilmalar: avariya yoritgichlari.

Ma'lumki, har qanday podstantsiyalarda umumiy energiya sistemasidan xolis bo'lgan alohida mustaqil manbalar mavjud. Ular asosiy va rezerv o'z ehtiyoj manbalar ishlaymay qolganda stantsiya agregatlarini buzilishsiz va tashqi muhitga ta'sir o'tkazmasdan ishlashini ta'minlaydi. Masalan, podstantsiyalarida bu vazifani akkumulyatorlar batareyalari bajaradi. Katta quvvatli podstantsiyalarda o'z ehtiyoj manbasining quvvati stantsiyaning xavfsizligini to'la ta'minlash maqsadida podstantsiya umumiy quvvatining 1,5% teng etib olinadi.

Podstantsiya o'z ehtiyoj energiya manbalariga quyidagi talablar qo'yiladi:

- o'z ehtiyoj mexanizmlarining ishonchli ishlashini ta'minlash,
- o'z ehtiyoj mexanizmlarining tejamkorlik ishlashini ta'minlash,
- ishga tushirish, boshqaruv, to'xtatish jarayonlarini, xamda mexanizmlarning ishonchli ishlashini ta'minlash,
- stantsiyadagi avariya viy xolatlarni umumiy elektr energiya sistemasiga ta'sirini o'tkazmaslik.



123-rasm. O'z ehtiyoj manbalarining ko'p tarqalgan turlaridan biri: a)-o'z ehtiyojini energosistemadan yoki rezerv generatordan ta'minlash; T-asosiy kuch transformatori, TSN-o'z ehtiyoj transformatori, RU SN-o'z ehtiyoj shinasini, T<sub>zah</sub>-rezerv transformatori, YUK RU TP-podstantsiyaning yuqori kuchlanish taqsimlash qurilmasi; b)-o'z ehtiyoj elektr yuritmalari mexanik xarakterlari; 1-tegirmon, 2-ventilyator, 3, 4-nasos va teskari bosimga ishlovchi nasos.

O'z ehtiyoj energiya manbalarini qurishning ikki usuli mavjud: o'z ehtiyoj energiyasini umumiy elektr sistemasidan olish; o'z ehtiyoj energiya quvvatini kichik quvvatlik generatorlardan olish.

Birinchi usulning kamchiligiga uning asosiy elektr sistemasi qiymatlari, chastota, kuchlanish va boshqalarning o'zgarishiga bog'liqligi kiradi. Ikkinchi usulning kamchiligi esa, unga sarf bo'ladigan mablag'ning ko'pligi hisoblanadi.

Bunday sxemalarning ishlaridagi ishonchlilik, barqarorlik, quyidagi chora, tadbir va vositalar natijasida olinadi:

-o'z ehtiyoj sistemalarida 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 ximoyalanadi xolos.

-o'z ehtiyoj va elektr energiya sistemasidagi avariya holat tugagach ularni qayta o'z-o'zidan ishga tushib ketishini ta'minlash.

-elektr energiya sistemasi va o'z ehtiyoj manbalarining barcha elementlariga tez ta'sir etuvchi avtomat ravishda ishlovchi sxemalar, uzgichlarni qo'llash.

Hozirgi kunda podstantsiyalarining o'z ehtiyoj manbalari energiya sistemasida sodir bo'lishi mumkin bo'lgan avariya holatlarni faqat energiya sistemani to'la avtomatlashtirish orqaligina bartaraf etishi mumkin.

Elektr energiyasi sistemalaridagi barcha hodisalarni nazorat etuvchi umumiy avtomatlashtirilgan sistemani yaratish (chastota bo'yicha avtomat ravishda yuksizlantirish, rezervdagi manba va o'z ehtiyoj mexanizmlarini sistemaga kiritish, generatorning qo'zg'atuvchi cho'lg'amini avtomat ravishda boshqarish va karralilik qo'zg'atish usulini ta'minlash).

O‘z ehtiyoj mexanizmlari qarshilik momentlari bo‘yicha ikki turda bo‘ladilar: aylanishlar chastotasiga bog‘liq bo‘lmagan, aylanishlar chastotasiga bog‘liq bo‘lgan. (123b-rasm).

O‘zgarimas 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.

Juda ko‘p mexanizmlar ventilyator yuklamasi bilan ishlatiladi ( $M \equiv n^2$ ). Shuning uchun ularning ishga tushish momentlari nominal momentga nisbatan juda kichik bo‘ladi, ya’ni  $M_{\text{ven.i.t}}=(0,1 \div 0,3)M_n$ .

Xuddi shunday juda ko‘p mexanizmlar nasos yuklamasi bilan ishlatiladi. Nasos momentlarining o‘zgarishi ventilyatori 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. Boshqarish esa ularning xarakterlarini o‘zgarishiga olib keladi. Bunda aylanish chastotasini o‘zgartirish, nasos lopastlarining burchaklarini boshqarish, drossel boshqarish usullari keng qo‘llaniladi. Nasos va ventilyatorlarning ishlab chiqarishini boshqarish usulini tanlashda ularga qo‘yilgan talablar: silliqlik, boshqarish ko‘lami, tejamkorli, ishonchlilik va boshqalar bajarilishi talab qilinadi.

Ventilyatorlarning aylanish chastotalarini boshqarish ularning elektr yuritmalarining tezligini o‘zgartirishni taqazo etadi. Bunda asinxron motorlarining tezligi asinxron-ventillik kaskad, tiristorlik boshqarish, manba chastotasini o‘zgartirish, kollektorlik motorlarni qo‘llash, ikki tezliklik 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 joylashish burchagini o'zgartirish usulini qo'llash mumkin. Bunday usul juda tejamkorli hisoblanadi va uning ko'rsatkichlari chastota yordamida boshqarish usulining ko'rsatkichlariga yaqin bo'ladi.

Ko'p hollarda parraklik nasos va ventilyatorlarning ishlab chiqarish ko'rsatkichlari drosellash, elektromagnit yoki gidravlik muftalarni qo'llash bilan ham amalga oshiriladi.

Podstantsiyaning 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.

$$S_{tr0,4} = 0,75\Sigma P'_{dv} + 0,35\Sigma P''_{dv} + 0,2\Sigma_{tug'on.dv} + 0,9\Sigma P_{yorit} \quad (8.1)$$

Bunda:  $\Sigma P'_{dv}$ ,  $\Sigma P''_{dv}$ -transformatorga ulanadigan, motorlarning umumiy quvvatlari, ya'ni  $P_{n.dv} > 75\kappa Bm$ ,  $P_{n.dv} < 75\kappa Bm$ ;  $\Sigma_{tug'on.dv}$ -to'g'on elektr motorlarining quvvati;  $\Sigma P_{yorit}$ -isitish va yoritish asboblarning umumiy yuklamasi. Elektr stantsiyalarida ishlatiladigan motorlarning aksariyati katta quvvatlik bo'lganligi sababli 6 kV manbaga ulanadilar. Endi, yuqori kuchlanishlik motor va transformatorlarning quvvatlariga qarab 6 kV kichik kuchlanish iste'molchilarining umumiy quvvatini topish mumkin.

$$S_{t.6} = 0,9(\Sigma P_{mot.6} + \Sigma S_{t.0,4}) \quad (8.2)$$

Bunda:  $\Sigma P_{mot.6}$  -6 kV kuchlanishlik barcha qurilmalarning umumiy quvvatlari.

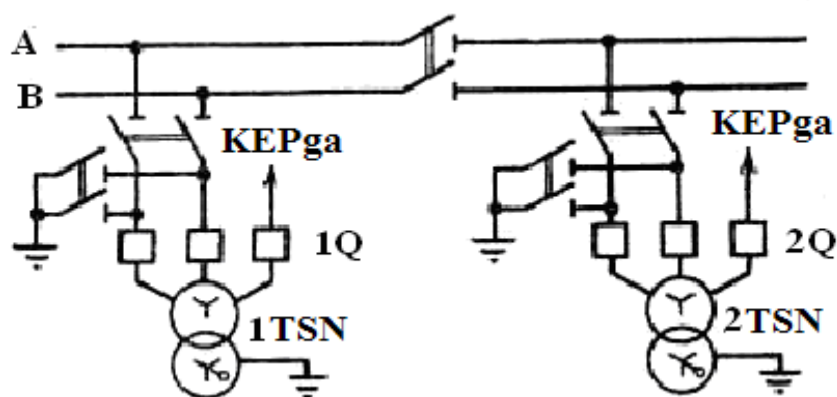
$\Sigma S_{t.0,4}$  -6/0,4 kV kuchlanishlik asosiy, rezerv, kam ishlatiladigan transformatorlarga ulangan quvvatlarning yig'indisi.

Rezerv energiya manbalari, ularning soni texnologik jarayonga va ishlab chiqarish tajribalariga asosan aniqlanadi.

## 8.2. O‘z ehtiyoj transformatorlari

O‘z ehtiyoj transformatorlari TSN (transformatori sobstvennix nujd) barcha turdagi har bir podstantsiya uchun ikkitadan o‘rnatiladi. Har bir TSN transformatorining quvvati asosiy yuklamalarning quvvatiga teng qilib olinadi. TSN transformatorining bittasi ishchi va ikkinchisi rezerv xizmatini o‘taydi. Istemolchilarning energiya ta‘minoti uzluksizligini ta‘minlash uchun TSN transformatorlariga rezervni avtomatik yoqish qurilmasi o‘rnatiladi. Moy uzgichli 110 kV va 220 kV tayanch hamda 220 kV tranzit podstantsiyalarda moy uzgichlarini isitib turish uchun ko‘proq energiya talab qilinishini hisobga olib, ikkita qo‘shimcha TSN transformatorlari o‘rnatiladi (16-jadval).

Tok transformatorilaridan o‘lchov asboblarini (faol quvvat schetchiklari, Ametrlar, voltmetrlarni) energiya taminotida foydalaniladi.



124-rasm. Podstantsiyalarning o‘z ehtiyoj transformatorlarini yoqish sxemalari.

O‘z ehtiyoj TSN transformatorlarining quvvati podstantsiyalarning turiga qarab 16-jadval bo‘yicha tanlanadi. Unda tayanch, tranzit, shaxobcha va boshi berk turidagi o‘zgaruvan va o‘zgarmas tokda ishlovchi podstantsiyalar uchun asosiy va qo‘shimcha TSN transformatorlari soni keltirilgan.

## 8.3. Podstantsiya akkumulyator batareyalari

Podstantsiyalarda ilgari asosan ishqorli akkumulyatorlar ishlatilgan bo‘lsa, hozir ular 18 yillik fodalanish davrida kam texnik xizmat ko‘rsatiluvchi A-600 va

texnik xizmat ko'rsatilmaydigan A-700 rusmdagi qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorlar bilan almashtirilmoqda.

**Ishqorli akkumulyator elementlarining** EYUK 1,25 V ga teng bo'lib, 12 V kuchlanishga ega bo'lgan akkumulyator batareyasini hosil qilish uchun o'nta akkumulyator elementi ketma-ket ulanadi. Ishqorli akkumulyator batareyalarining ichki qarshiligi nisbatan katta bo'ladi, shuning uchun katta tok bilan razryad qilinganda, ya'ni starter tartibida ishlaganda, ularning tutqichlaridagi kuchlanish, qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorlarga nisbatan ancha past bo'ladi.

17- jadval

O'z ehtiyoj TSN transformatorining quvvatini tanlash

Podstantsiya turi	Tok turi	Ta'minlovchi elektr uzatish yo'lining kuchlanishi, kV	Soni va quvvati kVxA	Qo'shimcha TSN soni va quvvati kVxA
Tayanch (opornaya)	O'zgaruvchan va o'zgarmas	110 va 220	2x400	2x400
Tranzit_oraliq (promeju tochnaya)		220, bir ulagichli	2x400	-
		220, uch ulagichli	2x400	2x250
		110	2x400	-
Shaxobcha- (otvetvlennaya)		110	2x400	-

12 V kuchlanishga mo'ljallangan ishqorli akkumulyator batareyasi, qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorga nisbatan 1,5 marta og'ir bo'ladi, narxi esa  $2 \div 3$  barobar ortiq bo'ladi. Shuning uchun, ishqorli akkumulyatorlar avtomobilda juda kam ishlatiladi. Bundan tashqari, ishqorli akkumulyatorlarning mexanik mustahkamligini yuqoriligi va xizmat muddati qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorlarga nisbatan  $4 \div 5$  barobar ortiq bo'lishi diqqatga sazovardir. Shu sababli, akkumulyatorlarni 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 ishlash uchun, ishqorli akkumulyatorlarni ishlatish maqsadga muvofiq bo'ladi.

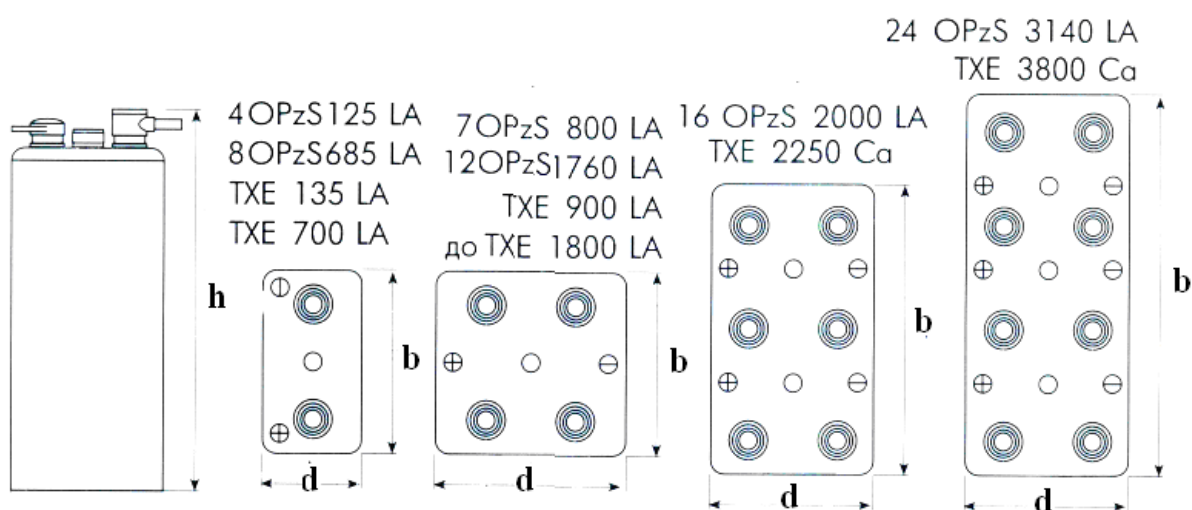
**Qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorlar.** Kam texnik xizmat ko'rsatiladigan akkumulyatorlarga Sonnenschein A-600 OpzV akkumulyatorlar misol bo'ladi. Ularning sig'imi 91 Asoatdan 3286 Asoatgacha bo'lib, ishlash davri 18 yildir. Akkumulyatorlar bir yoki ikki elementli bajarilgan bo'lib, 6 V va 12 V, 24 V, 48 V kuchlanishli akkumulyator batareyalari ishlab chiqaradi.

Bunday akkumulyatorlar tuzilishi jixatdan farq qiladi. Ularning musbat ishorali elektrodi quvurcha shaklidagi qo'rg'oshin tarog'dan tuzilgan bo'lib, tarog' bosim bilan quyib yasaladi. Qo'rg'oshin tarog' g'ovak himoya g'ilofiga joylangan. Har bir quvurcha ichiga musbat faol materialining suspenziyasi solib qo'yilgan. G'ilof uzoq foydalanish davrida musbat plastina faol materialining erib yoki maydalanib ketishidan ishonchli saqlab turadi. G'ilof musbat plastina faol materiali bilan sul'fat kislota  $N_2SO_4$  eritmasi orasida sodir bo'ladigan ionlar almashuviga qarshilik ko'rsatmaydigan g'ovak holda yasalgani uchun kimyoviy reaksiya tezligiga va samaradorligiga ta'sir etmaydi. Bunday quvurchalar shaklidagi musbat plastinaning faol sirti tekis surkalgan plastinaga nisbatan birnecha marta kattaroqdir.

Manfiy ishorali elektrodi tekis surkalgan plastina holda yasalgan. Elektrodlar orasiga joylashtirilgan separatorning vazifasi musbat va manfiy ishorali plastinalarni o'zaro elektr izolyasiyalashdir. Separator mikrog'ovakli elektr

o'tkazmas va kislotaga chidamli materialdan yasalgan. Elektrodlar orasidagi sul'fat kislotaga  $N_2SO_4$  eritmasidan tashkil topgan elektrolit yuqori quyushqoqli jelesimon holda qo'llanilgan.

Podstantsiyalarda kam xizmat ko'rsatiluvchi A-600 8OpzV800 akkumulyator elementlaridan yig'ilgan batareyalar qo'llanilsa, metropolitenda 6OpzV600 batareyalar ishlatilmoqda. Mutloq xizmat ko'rsatilmaydigan katta sig'imli A-700 TXE rusmli akkumulyator batareyalari ham mavjud. Ularning tashqi o'lchamlari 125-rasmda berilgan. A-600 8OpzV800 akkumulyator elementlarining tashqi ko'rinishlari 126v,g-rasmlarda (rangli ilovaga qarang, 288-bet) hamda texnik xarakterlari 18-jadvalda keltirilgan [46].



125-rasm. OpzV va TXE rusmli qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorning tashqi o'lchamlari.

Foydalanish davrida mutloq texnik xizmat ko'rsatilmaydigan qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorlar ham ishlab chiqariladi. Bunga A-700 rusmli akkumulyator misol bo'lib, texnik kursatgichlari 18-jadvalda, tashqi o'lchamlari 125-rasmida va tashqi ko'rinishlari 126b -rasmida keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 288-bet).

18-jadval.

A-600 OpzV hamda A-700 TXE akkumulyatori parametrlari.

	U, V	Sig'im ,	h, mm	d, mm	b, mm	P, kg	Elemen t soni	Tok razryada A
--	---------	-------------	----------	----------	----------	----------	------------------	-------------------



		Asoat						
A-600 akkumulyatori								
6OpzV600	2	600	710	147	208	57.7	1	60
8OpzV800	2	800	710	215	193	68	2	80
12OpzV1200	2	1200	710	215	277	113	2	120
24OpzV6000		6000	857	455	656	722	4	600
A-700 akkumulyatori								
A702/1300	2,2	380	513	126	208	30		38
A702/4400	2,2	1430	688	215	272	96		143

A-600 qo'rg'oshin-kislotalali akkumulyatorining maksimal razryad tokini vaqtga bog'liq o'zgarishi 19-jadvalda keltirilgan. Buni bilish akkumulyator tanlashga yordam qiladi.

19-jadval.

Soat	0,25	0,5	1	2	3	5	8	10
6 OpzV 600	458	388	314	227	185	130	89,4	74,5
8 OpzV 800	611	518	419	303	247	173	119	99,8

Elektr yurituvchi kuch  $E$  akkumulyatorning asosiy ko'rsatkichlaridan biri bo'lib, u tashqi zanjir uzilgan holda, musbat va manfiy elektrodlar orasidagi potentsiallar ayirmasiga teng. Qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorning EYUK faqat razryadlanish-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 akkumulyator EYUKi** -  $E$  quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$E = 2,047 + \frac{RT}{F} \ln \left[ \frac{\alpha(H_2SO_4)}{\alpha(H_2O)} \right] \quad (8.3)$$

bu yerda,  $R$  - universal gaz doimiysi,  $T$  - absolyut temperatura,  $F$  - Faradey soni,  $\alpha(N_2SO_4)/\alpha(N_2O)$  - elektrolit aktivligi.

Ko‘paytma  $RT/F$  ning  $25^{\circ}C$  dagi qiymati  $0,02565$  V ga teng. Elektrolit aktivligi uning konsentrasiyasiga, ya‘ni zichligi  $\rho$  ga bog‘liq. Elektrolitning akkumulyatoridagi elektrkimyoviy jarayonlarda ishtirok qilishi natijasida, zichligi va plastinalar orasidagi potentsiallar ayirmasi o‘zgaradi va ularga mos ravishda EYUK ham o‘zgaradi.

Amalda, akkumulyatorning EYUK ini aniqlash uchun tajriba yo‘li bilan topilgan ifodadan foydalaniladi:

$$E = 0,84 + \rho_{25} \cdot 10^{-3}, \quad (8.4)$$

bu yerda,  $\rho_{25}$  - elektrolitning  $25^{\circ}C$  ga keltirilgan zichligi,  $kg/m^3$  da.

**Akkumulyator razryadi va qutblanishi.** Akkumulyator tashqi zanjirga ulanganda, uning elektrodleri orasidagi potentsiallar ayirmasining o‘zgarishi-qutblanish deb ataladi. qutblanish asosan razryadlanish va zaryadlanish jarayonining boshlanishida, elektrolitning plastinalarga yaqin qatlamlaridagi zichligi o‘zgarishi bilan bog‘liq.

Razryad vaqtida plastinalarga yaqin qatlamlardagi elektrolit zichligi kamayadi, natijada akkumulyatorning EYUK ham qutblanishning razryad EYUK ( $E_{qR}$ ) qiymatiga teng miqdorda kamayadi. Zaryadlanish vaqtida, buning aksi elektrolit zichligi ortadi, demak akkumulyatorning EYUK ham qutblanishning zaryad EYUK ( $E_{qZ}$ ) qiymatiga teng miqdorda ortadi.

Qutblanish-o‘tish jarayonidir. Batareyani razryadga qo‘yilgandan so‘ng qutblanishning davom etishi razryad tokining kattaligiga va elektrolit temperaturasiga bog‘liq. Masalan, akkumulyator katta tok razryad qilinganda va elektrolit temperaturasi  $-30^{\circ}C$  gacha bo‘lganda, qutblanish vaqti 10 soniyadan oshmaydi. Razryad toki kamayishi bilan qutblanish vaqti ortadi.

Razryad vaqtidagi qutblanish EYUK ning maksimal qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$E_{kr} = m \cdot \ln \left( \frac{0,1I}{(n-1)S} \right) \cdot \left( \frac{4300 - 45t_{el}}{110 + t_{el}} \right) \cdot 10^{-3}; \quad (8.5)$$

bu yerda,  $m$ -batareyada ketma-ket ulangan akkumulyatorlar soni,  $n$ -akkumulyatoridagi plastinalar soni,  $S$ -plastinalarning umumiy yuzasi,  $m^2$ ;  $t$ -elektrolit temperaturasi,  $^{\circ}C$ .

Akkumulyatorning ichki qarshiligini quyidagi formula orqali ifodalash mumkin  $R=R_0+R_q$ , bu yerda,  $R_0$ -aktiv qarshilik,  $R_q$ -qutblanish qarshiligi.

Aktiv qarshilik  $R_0$ -elektrodlar, elektrolit, separatorlar va akkumulyatoridagi metall bo'limlarning, ya'ni elementlar aro ulagichlar, plastina panjaralari va hokazolarning, qarshiliklari yig'indisidan iborat. Tadqiqotlar, aktiv qarshilik  $R_0$  akkumulyator to'la zaryadlangan holda eng kichik qiymatga ega bo'lishini ko'rsatdi. Razryadlanish jarayoni boshlangandan so'ng elektrodlardagi aktiv massaning kimyoviy tarkibi o'zgarib boshlaydi, elektrolitning zichligi pasayadi. Bu esa, o'z navbatida,  $R_0$  ni ortishiga olib keladi, chunki g'ovak qo'rg'oshinning solishtirma qarshiligi  $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ Om}\cdot\text{sm}$ , qo'rg'oshin ikki oksidiniki-  $74 \cdot 10^{-4} \text{ Om}\cdot\text{sm}$  bo'lsa, qo'rg'oshin sul'fat tuzining solishtirma qarshiligi  $1 \cdot 10^7 \text{ Om}\cdot\text{sm}$  ni tashkil qiladi. Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki razryad natijasida hosil bo'ladigan qo'rg'oshin sul'fat tuzining qarshiligi birlamchi moddalarning ( $R_v$ ,  $R_{vO_2}$ ) qarshiligidan ancha katta qiymatga ega.

Elektrolitning qarshiligi uning zichligi va temperaturasiga bog'liq. Zichlik va temperatura qancha past bo'lsa, elektrolitning qarshiligi shuncha yuqori bo'ladi. Demak, aktiv qarshilik  $R_0$  asosan akkumulyatorning razryadlanganlik darajasiga va elektrolit temperaturasiga bog'liq ekan.

Zaryadlanish va razryadlanish vaqtida qutblanish EYUK- akkumulyatorning 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  $E_q = I R_q$ .

Qutblanish qarshiligi elektrolit temperaturasi pasayishi bilan ortadi va tok ortishi bilan razryadlanish va zaryadlanish vaqtida kamayadi.

**Akkumulyator sig‘imi.** Akkumulyatorning asosiy parametrlaridan biri sig‘imdir. Sig‘imning ikki turi bor: razryad va nominal sig‘im. Razryad sig‘imi deb, to‘la zaryadlangan akkumulyator ma‘lum cheklangan kuchlanishgacha  $U_{CHEK}$  qiymati o‘zgarish tok bilan razryad qilinganda, tashqi zanjirga bergan maksimal elektr miqdoriga aytiladi.

Akkumulyatorlarni bir-biri bilan solishtirish uchun nominal sig‘im  $-S_{20}$  nomli shartli tushuncha kiritilgan. Nominal sig‘im deb, ma‘lum belgilangan shart - sharoitda akkumulyator to‘plashi va berishi mumkin bo‘lgan elektr miqdoriga aytiladi. Davlat standarti bo‘yicha nominal sig‘im  $C_{20}$  elektrolitning temperaturasi  $25^{\circ}\text{C}$ , razryad vaqti 20 soat, razryad toki  $I_R=0,05 C_{20}$  bo‘lganda aniqlanadi. Razryad 6V li batareyalar uchun kuchlanish 5,25 V gacha, 12 V li batareyalar uchun 10,5 V gacha kamayganda to‘xtalishi kerak.

Sig‘im A·soat bilan o‘lchanadi va quyidagi formula bilan ifodalanadi

$$C=I_R t \quad (8.6)$$

bu yerda,  $I_R$  - razryad toki, A;  $t$  - razryad davom etgan vaqt, soat.

Akkumulyatorning razryad sig‘imi o‘zgaruvchan bo‘ladi va asosan quyidagi omillarga bog‘liq: manfiy va musbat plastinalardagi aktiv massaning miqdori va g‘ovakligi; razryad tokining qiymati; elektrolit harorati; elektrolit zichligi va kimyoviy tozaligi.

Razryad tokining qiymati, akkumulyatorning sig‘imiga katta ta‘sir ko‘rsatadi. U qanchalik kichik bo‘lsa, akkumulyatorning sig‘imi, ya‘ni undan olish mumkin bo‘lgan elektr miqdori shunchalik katta bo‘ladi. Chunki, razryad toki kichik bo‘lganda, akkumulyatorda 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.

Razryad sig‘imiga elektrolitning temperaturasi ham katta ta‘sir ko‘rsatadi. Temperaturaning pasayishi uning qovushqoqligini oshiradi, natijada akkumulyatordagi kimyoviy jarayonlar sekinlashadi, elektrolit plastinalarning mayda g‘ovak teshikchalaridan ichki qatlamlariga o‘tishini qiyinlashtiradi. Bundan

tashqari, oldingi bo‘limlarda qayd qilingandek, elektrolit temperaturasining pasayishi akkumulyatorning aktiv va qutblanish qarshiliklarini oshiradi. Yuqorida aytilgan sabablarga ko‘ra elektrolit temperaturasi pasayishi bilan akkumulyatorning sig‘imi kamayadi. Razryad toki qanchalik katta bo‘lsa, elektrolit temperaturasining pasayishi sig‘imga shunchalik kuchli ta’sir qiladi. Elektrolit temperaturasi 25<sup>0</sup>C dan 45<sup>0</sup>C gacha oshganda akkumulyatorning sig‘imi 10 ÷ 15% gacha ortadi. Bundan tashqari bunda plastinalar qattiq qayishib, aktiv massa to‘kilib, musbat plastina panjaralari yemirilib ketish havfi bor.

Akkumulyatorning quvvati quyidagi ifoda bilan belgilanadi:

$$P = U \cdot I_r \quad (8.7)$$

bu yerda,  $P$  - akkumulyatorning quvvati, Vt;  $U$  - kuchlanishi, V;  $I_r$  - razryad toki, A. Ma’lum  $t$  vaqt davomida akkumulyator berishi mumkin bo‘lgan energiya quyidagi ifoda orqali aniqlanadi Vt·soat

$$W_r = \int_0^{t_r} I_r \cdot U_r \cdot dt \quad (8.8)$$

Akkumulyator ishlaganda bir bo‘lim elektr energiya isrof bo‘lib, u asosan elektrolizga, ya’ni suvni kislorod bilan vodorodga parchalanishiga, o‘z-o‘zidan razryadga va issiqlik ajralib chiqishiga sarf bo‘ladi. Shuning uchun, zaryadlash vaqtida akkumulyatorga, razryad vaqtida olinishi mumkin bo‘lganga nisbatan ko‘proq elektr miqdori berilishi kerak.

Akkumulyatorning sig‘im bo‘yicha foydali ish koeffisienti razryad vaqtida olingan elektr miqdorni, zaryadlash davomida berilgan elektr miqdoriga nisbati bilan aniqlanadi.

$$\eta_- = \frac{C_r}{C_z} = \frac{\int_0^{t_r} I_r \cdot dt}{\int_0^{t_z} I_z \cdot dt} \quad (8.9)$$

Sig‘im bo‘yicha foydali ish koeffisienti, zaryadlash jarayoni qanchalik to‘la o‘tkazilganligiga, elektrolit temperaturasiga va razryad tokiga bog‘liq. To‘la

zaryadlangan akkumulyatorni nominal tok bilan ( $I_r = 0,05 C_{20}$ ) razryad qilinganda  $\eta_c$  ning qiymati  $0,9 \div 0,95$  ga yaqinlashadi.

Akkumulyatorning energiya bo'yicha foydali ish koeffisienti, razryad vaqtida uzatilgan energiyani zaryadlash vaqtida berilgan energiyaga nisbati orqali ifodalanadi:

$$\eta_w = \frac{W_p}{W_k} = \frac{\int_0^{t_p} U_p I_p dt}{\int_0^{t_k} U_k I_k dt} \quad (8.10)$$

Akkumulyatorning energiya bo'yicha foydali ish koeffisienti, u nominal tok bilan razryad qilinganda,  $0,75 \div 0,85$  doirasida bo'ladi. Bu koeffisient, asosan, razryad oxiridagi elektroliz va o'z-o'zidan razryad hisobiga sodir bo'ladigan energiya isrofini bildiradi.  $\eta_w$  ning qiymati  $\eta_c$  ga nisbatan kamroq, chunki bu yerda yuqorida ko'rsatilgan isroflardan tashqari issiqlik energiyasiga aylangan elektr miqdori ham hisobga olinadi.

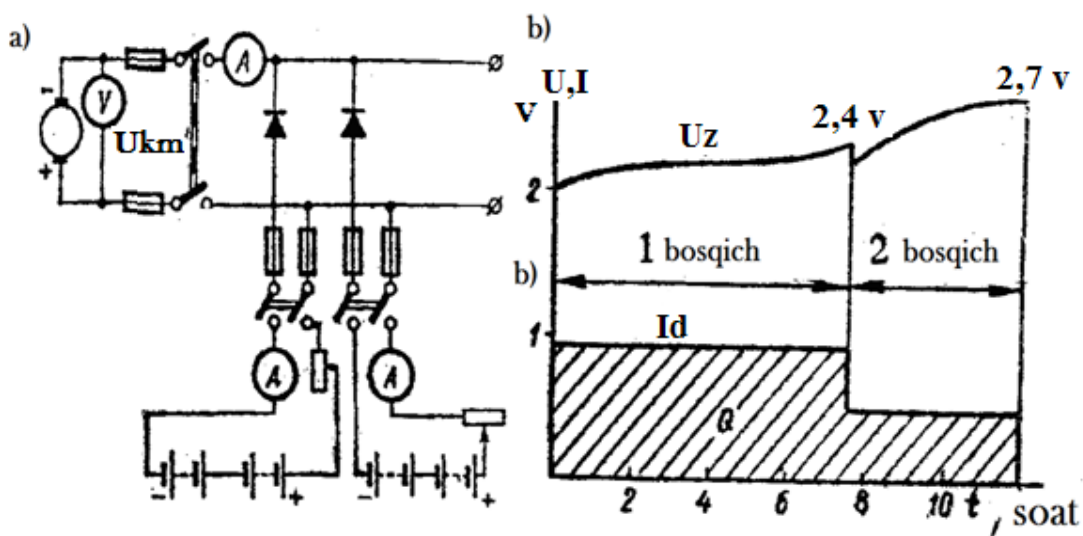
#### 8.4. Zaryadlash va podzaryadlash qurilmalari

Akkumulyatorlarni zaryadlash uchun, odatda, maxsus o'zgarmas tok manbalaridan 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 zaryadlanganda, akkumulyator batareyalari o'zgarmas tok manbaiga ketma-ket ulanadi (128a-rasm).

Zaryadlash mobaynida, tok o'zgarmas holda saqlanadi va uning qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi

$$I_z = \frac{U_z - E_b}{R_b}, \quad (8.11)$$



128-rasm. Akkumulyator batareyalarini tok qiymati o'zgarmas holda zaryadlash: a) ulanish sxemasi, b) xarakteri;  $U_z$  - akkumulyator qisqichlaridagi kuchlanish, V;  $E_b$  - zaryadlanayotgan batareyaning EYUK, V;  $R_b$  - akkumulyator batareyasining ichki qarshiligi, Om.

Zaryadlash davomida tok qiymatini o'zgarmas holda saqlash va uni nazorat qilish uchun, akkumulyatorlarga ketma-ket reostat  $R$  va Ametr ulanadi. Zaryadlash jarayoni bir yoki ikki bosqichda amalga oshirilishi mumkin. Bir bosqichli jarayonning boshidan oxirigacha zaryadlash tokining qiymati o'zgarmaydi va  $0,05 C_n$  ga teng bo'ladi, bunda  $C_n$  - akkumulyatorning nominal sig'imi. Ikki bosqichli jarayonda, elektrolitda gaz ajralib chiqish boshlanguncha, ya'ni I bosqichda, akkumulyator qiymati  $0,15 C_n$  ga teng tok bilan zaryadlanadi. Bunda akkumulyatorning har bir bankasidagi kuchlanish 2,4 V gacha oshadi (128b-rasm). Shundan keyin, II bosqichda zaryadlash toki  $2 \div 3$  marta kamaytiriladi va jarayon  $0,05 \cdot C_n$  ga teng tok bilan tugallanadi.

Ikki bosqichli zaryadlash jarayonining afzallik tomoni shundaki, birinchidan, I bosqichda zaryadlash tokining oshirilishi hisobiga akkumulyatorlarni to'la zaryadlash uchun ketadigan vaqt tejaladi. Ikkinchidan, zaryadlashning oxirida, ya'ni II bosqichda, zaryadlash tokini sezilarli darajada kamaytirish hisobiga elektrolit qattiq "qaynab" ketishiga yo'l qo'yilmaydi va natijada, plastinalardagi aktiv massa muddatidan avval yemirilishini oldi olinadi.

Reostat qarshiligi  $R=0$  bo'lganda, kuchlanishi  $U_{tm}$  ga teng bo'lgan o'zgarmas tok manbaiga ketma-ket ulanishi mumkin bo'lgan akkumulyator bankalarining soni quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{U_{tm}}{2,7}; \quad (8.12)$$

bu yerda,  $U_{tm}$  – o'zgarmas tok manbai kuchlanishi, V; son 2,7 V - zaryadlash oxirida har bir akkumulyator elementiga to'g'ri keladigan kuchlanish.

Zaryadlashga qo'yilayotgan akkumulyator 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 akkumulyatorlarni zaryad qilishning asosiy usuli hisoblanadi. Bu usul yordamida akkumulyatorlarni to'la zaryadlashga erishish mumkin. Bundan tashqari, zaryadlash tokining qiymatini ma'lum chegarada tanlash, uni rostlab turish va nazorat qilish imkoniyati borligi, yangi akkumulyatorlarni birinchi bor zaryad qilishda, plastinalari sul'fatlanib qolgan akkumulyatorlarni tiklashda juda qo'l keladi.

Akkumulyatorlarni zaryadlash uchun sarflanadigan vaqtning nisbatan ko'pligi, zaryadlash davomida tok qiymatini doimo nazorat qilish va rostlab turish zarurati bu usulning kamchiliklaridir.

Kuchlanish qiymati o'zgarmas bo'lganda zaryadlash usuli, asosan, avtomobilda o'rnatilgan akkumulyatorni generator yordamida qo'shimcha zaryadlab turishda ishlatiladi.

Amalda akkumulyatorlarni zaryadlashning baravrlashtiruvchi, jadallashtirilgan va impul's usullari ham qo'llanadi.

Baravrlashtiruvchi zaryadlash, asosan, uzoq muddat davomida ishlatilgan akkumulyatorlarning alohida bankalarida elektrolit zichligi va zaryadlanganlik darajasi har xil bo'lib qolish hollarini bartaraf qilish uchun qo'llaniladi. Bu usulda ham zaryadlash tokining qiymati o'zgarmas bo'lib, akkumulyator sig'imining  $(0,05 \div 0,1) C_n$  bo'limini tashkil qiladi. Baravrlashtiruvchi zaryadlash



akkumulyatorning hamma plastinalaridagi aktiv massani to'la tiklash va ulardagi hosil bo'lgan sul'fatlanish o'choqlarini bartaraf qilish maqsadida amalga oshiriladi. Baravarlashiruvchi zaryadlash hamma akkumulyator 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.

Jadallashtirilgan zaryadlash kuchli razryadlangan akkumulyatorlar qisqa vaqt ichida ish qobiliyatini tiklashi uchun ishlatiladi. Bu usulda tok qiymati akkumulyator sig'imining  $0,7 C_{20}$  bo'limini 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 daqiqa,  $0,5 C_{20}$  bo'lganda- 45 daqiqa,  $0,3 C_{20}$  bo'lganda- 90 daqiqa. Jadallashtirilgan zaryad davomida doimo elektrolit temperaturasini nazorat qilib turish zarur va u  $45^{\circ}\text{C}$  ga etganda zaryadlashni darhol tuxtatish kerak.

Akkumulyatorlarni impuls usulida zaryadlash uchun ZU-7 belgili turdagi moslama ishlatiladi. Impul's usulida akkumulyatorlar quyidagi tartibda zaryadlanadi: 300 soniya davomida batareya nominal tok bilan zaryadlanadi, so'ngra 100 soniya davomida 100 mA tok bilan razryadlanadi. Bu jarayon avtomatik ravishda amalga oshiriladi. Shunday "zaryadlash-razryadlash" davrining 80 tasidan keyin zaryadlash moslamasi batareyadan avtomatik holda uziladi. Mutaxassislarning foydali ish koeffitsiyentiricha, impul's usuli zaryadlash sifatini yaxshilashga, plastinalar sul'fatlanib qolish darajasini kamaytirishga va, natijada, akkumulyatorlarning xizmat muddatini ikki baravar oshirishga yordam beradi.

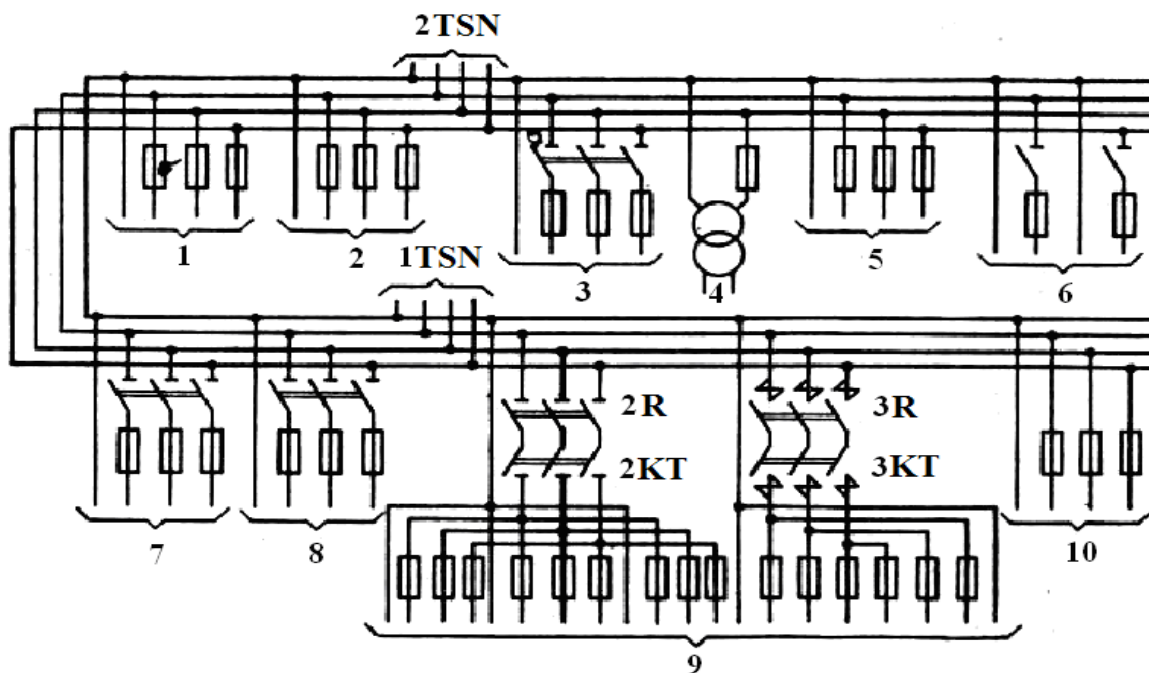
**Akkumulyator batareyalarini saqlash.** Yangi, elektrolit quyilmagan, quruq zaryadlangan akkumulyator batareyalar isitilmaydigan, quruq, havo harorati  $-50^{\circ}\text{C}$  dan past bo'lmagan xonalarda saqlanadi. Bu batareyalarning tiqinlari yaxshi yopilgan holda bo'lishi kerak. Elektrolit quyilmagan, quruq akkumulyatorlarni saqlash muddati 3 yildan ortiq bo'lmasligi kerak.

Ishlatilgan, akkumulyatorlarni saqlashga qo'yishdan avval, to'la zaryadlanadi; elektrolit sathi tekshirilib, me'yoriga keltiriladi; akkumulyator yuzasi 10% li

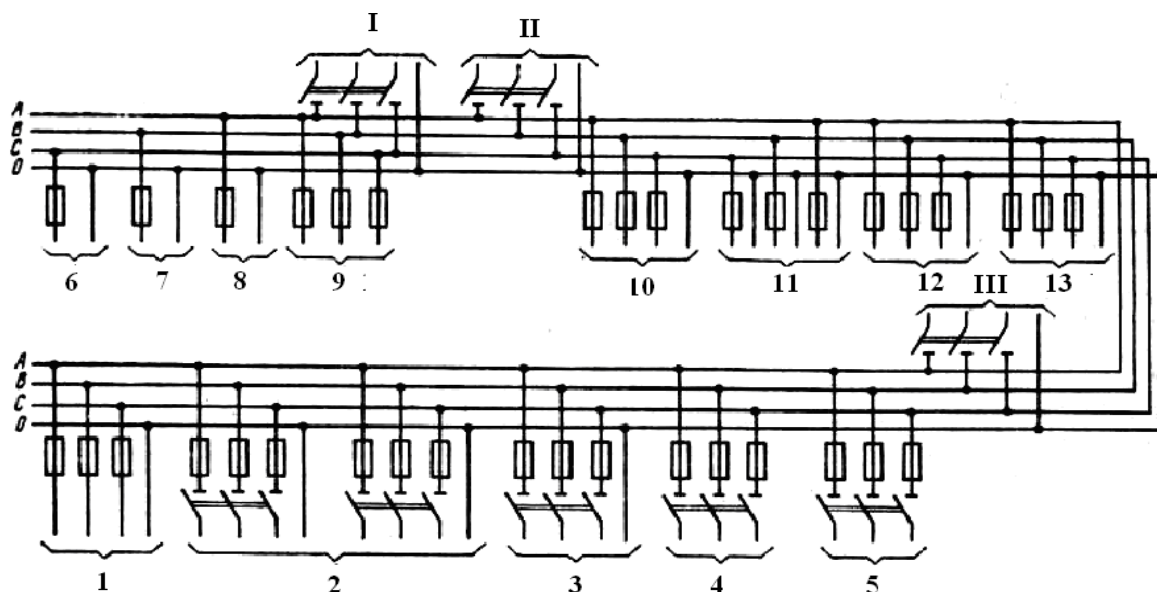
navshadil spirt bilan yaxshilab artiladi; qutb quloqlari tozalanib, ularga texnikaviy vazelin surib qo'yiladi. Akkumulyatorlar imkon boricha temperaturasi 0°C dan yuqori bo'lmagan, havosi yaxshi almashib turadigan xonalarda saqlanishi zarur. Chunki havo temperaturasi manfiy bo'lganda, akkumulyatorlarning me'yoridan ortiq, o'z-o'zidan razryad bo'lish darajasi juda past bo'ladi.

### 8.5. O'z ehtiyoj elektr ta'minoti sxemalari

Podstantsiyaning ochiq bo'limida va yopiq bo'limida joylashgan o'z ehtiyoj elektr iste'molchilari mavjud. 129-rasmda podstantsiyaning ochiq bo'limidagi o'z ehtiyoj elektr iste'molchilarini o'zgaruvchan tok bilan ta'minlash sxemasi keltirilgan.



129-rasm. O'z ehtiyoj elektr ta'minoti sxemasi: 1 ÷ 10-podstantsiya imorati ichida joylashgan o'z ehtiyoj elektr iste'molchilarining fiderlari, jumladan: 1-havo purkagich transformatori fideri; 2-SSB uchun havo elektr uzatgich yo'li fideri; 3-kuchlanishi 10 kV kameralarining yoritgichlari va SSB (Signalizatsiya, Sentralizatsiya, Blakirovka) fideri; 4,10-rezerv fiderlari; 6- podstantsiya ochiq bo'limining yoritgichlarining fideri; 7- harakatlanuvchi moy xo'jaligining fideri; 8- kontakt tarmog'i distantsiyasining elektr ta'minlash fideri; 9-yuqori kuchlanishli uzgichlar moyi va yuritmalarini hamda qisqa tutashtirgichlar, tezkor ajratgichlar va KRUN yacheykalarining isitish fideri.



130-rasm. Podstantsiyaning yopiq bo‘limidagi o‘z extiyoj elektr iste‘molchilarini o‘zgaruvchan tok bilan ta‘minot sxemasi: 1-parmalagich dasgohlar (sverlilnie stanki) va qum tosh dasgohlar (nojdachnie stanki) fideri; 2-shitlar xonasi va yordamchi xona elektr pechlarining fideri; 3-mashina zali va kuchlanishni tekislagich uskunalarining fideri; 4-moy to‘kish bakidan suvni so‘rib olish nasosining fideri; 5-mashina zali ventilyatorlari dvigatellarining fideri; 6-kontakt tarmog‘i uzgich (raz‘edinitel) larining masofadan boshqaruvchi pulti fideri; 7-telemexanikaviy boshqaruv shkafining fideri; 8-avtomatik boshqaruv shkafining fideri; 9-pod zaryadlagich (podzaryadnoe ustroystvo) fideri;

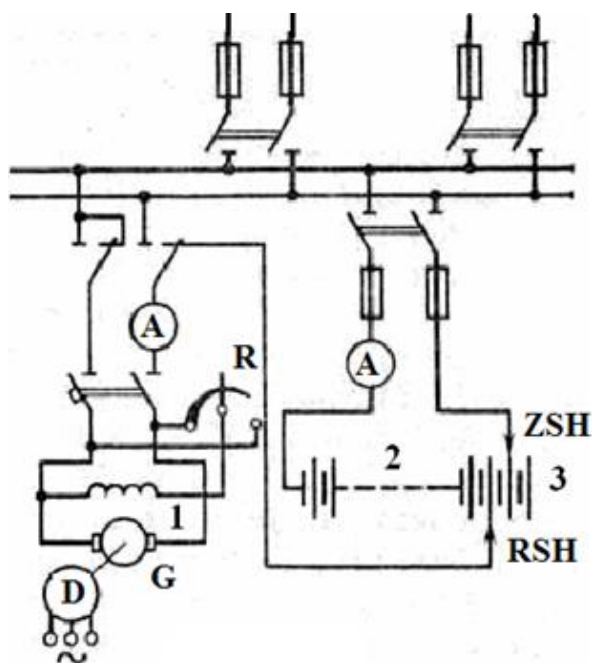
10-akkumulyator batareyalari xonasining kaloriferlari va ventilyatorlari fideri;

11- podstantsiya binosining yoritgichlari fideri; 12-dizel-generator xonasining elektr pechlarining fideri; 13- dizel-generator xonasining ventilyatorlari fideri;

I III – TNS transformatoridan o‘z ehtiyojini ta‘minlash fideri; II – dizel-generatordan keluvchi rezerv.

Podstantsiyaning o‘z ehtiyoji uchun o‘zgaruvchan tokli elektr energiyaning rezerv manbai sifatida **dizel-generator**dan foydalaniladi. Bunday dizel-generator podstantsiyaning yopiq bo‘limidagi maxsus xonaga o‘rnatiladi. Uning asosiy vazifasi o‘z ehtiyoj TSN transformatorlari avariya sababli ishdan chiqqanda yoki elektrlashgan temir yo‘l uchastkasida kuchlanish yo‘qolganda SSB qurilmalarini elektr bilan ta‘minlashdir.

Dizel generator quyidagi nominal ko'rsatgichlarga ega: quvvati 50 kVt va 75 kVt;



132-rasm. O'z ehtiyoji uchun o'zgaras tokli elektr iste'molchilari sxemasi.

kuchlanishi 230 V yoki 400 V; toki uch fazali 50 Hz chastotali bajarilgan. Dizel generatorlarning tashqi ko'rinishi 131-rasmda berilgan (rangli ilovaga qarang, 289-bet). Rasmda: a) – dizel generator agregati DGA 100 kVt; b) - dizel generator DGU SDMO N17KM (Nexys) 15,6 kVt; v) - dizel generator TSS ELAD-3300 KE 2,8 kVt; g) - dizel generator TSS ELAD-2000E 1,7 kVt tasvirlangan. 20-jadvalda ularning texnik xarakterlari keltirilgan.

Podstantsiya o'z ehtiyoji uchun o'zgaras tokli elektr iste'molchilari nominal kuchlanishi 110 V yoki 220 V. Tok manbai sifatida albatta akkumulyator batareyalaridan foydalaniladi (132-rasm). Ko'pincha akkumulyator batareyasi tipodsiz podzaryadlab turish tartibida ishlaydi. Akkumulyator batareyasi 2 dvigatel-generator 1 yoki to'g'rilagich (vipryamitel) bilan parallel ulanadi. Dvigatel (D) – generator (G) shunday tanlanadiki, podstantsiya normal tartibda ishlaganda u barcha yuklamalarni tok bilan uzluksiz ta'minlaydi hamda akkumulyator batareyasini tipodsiz podzaryadlab turadi.

20-jadval.

Dizel generatorlar xarakteri.

	R, kVt	U, V	Ishga solish	Sarf l/soat	Bak l	Bajari lishi
DGA	100	50Hz, uch fazali 380/220, 220/127	Motor bilan	29,4	710	Himoya g'ilofda

SDMO N17KM	15,6	230	Motor	4.7	100	Ochiq
ELAD-3300 KE	2,8	230/12	Motor	1.2	16	G'illofda
ELAD-2000E	1,7	230/12	Motor	0,73	15	Ochiq

### 8.6. Podstantsiyalarning ba'zi qurilmalari

Elektr tarmoqqa yuqori garmonikalardan filtrlash va reaktiv quvvatni kompensasiyalash qurilmasi hamda sektsiyalash va parallel yoqish postlari mavjud bo'lishi talab qilinadi.

**Filtrlash va reaktiv quvvatni kompensasiyalash qurilmasi** UFK 50 Hz chastotali o'zgaruvchan tokda ishlaydigan elektr tarmoq yuqori garmonikalardan filtrlash va reaktiv quvvatni kompensasiyalash uchun xizmat qiladi. Bunday qurilmaning tamoil sxemasi 133a-rasmda va ochiq qurilmaning tarkibiy bo'limlarining joylashishi 133b,v-rasmlarida keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 290-bet). Qurilma kirish bo'limidagi yuqori kuchlanishli uzgichlar bloki A1, reaktorlar L1 ÷ L3, kondensator qurilmalari C1 ÷ C18, rezistor R1, boshqaruv va o'lchov jixozlaridan tashkil topgan bo'lib, podstantsiyaga o'rnatiladi [43].

Kondensatorlar batareyasi C1 ÷ C12 reaktiv quvvatni kompensasiyalash xizmatini bajaradi. Reaktor L1 o'tkinchi jarayonlar elektr tokini chegaralab turadi. Kondensatorlar C13 ÷ C16 va reaktor L2 dan tashkil topgan filtr uchinchi va beshinchi garmonikalarni kompensasiyalashni ta'minlaydi. Kondensatorlar C17 ÷ C18 va reaktor L3 dan tuzilgan filtr tarmoq chastotasiga rezonans holida ishlashga moslangan. Qarshilik R1 barcha reaktor qurilmalari va kondensator batareyalari bilan birgalikda chas totasi 250 Hz dan yuqori garmonikalarni pasaytirish xizmatini bajaradi.

UFK qurilmasini tarmoqqa yoqish yordamchi rezistor orqali bajariladi va bu rezistor keyicha asosiy o'chigich bilan shuntlanadi. Tarmoqdan UFK qurilmasini uzish bunga teskari tartibda olib boriladi.

Kondensator batareyalari tarmoqlaridagi elektr toki balansining buzilishi hamda tok tarmoqlaridagi o'tayuklanish toklarining signali UFK qurilmasining himoyalovchi o'chirilishini ta'minlaydi.

Kiruvchi toki 450A (800A) bo'lgan UFK qurilmasining asosiy parametrlari quyidagilar: nominal kuchlanish-27,5 kV; Nominal tok-140 A; eng katta ishchi kuchlanish-30kV; birinchi garmonika bo'yicha quvvati-2800 kvar.

UFK qurilmasida IEC (MEK) rusmli kondensatorlar qo'llangan bo'lib, ularning ichki izolyasiyasi shimirilgan va plenkasimon dielektrik (polipropilen) PSLP yoki TSLP. Birinchi zvenodagi C1 ÷ C12 kondensatorlar batareyasining nominal sig'imi-11,93 (11,93) mkF, nominal quvvati-3,37 (3,6) Mvar, nominal kuchlanishi-30 (32) kV. Ikkinchi zvenodagi C13 ÷ C16 kondensatorlar batareyasining nominal sig'imi-72,30 mkF, nominal quvvati-2,27 Mvar, nominal kuchlanishi-10 kV. Uchinchi zvenodagi C17 ÷ C18 kondensatorlar batareyasining nominal sig'imi-361,20 mkF, nominal quvvati-0,45 Mvar, nominal kuchlanishi-2 kV.

UFK qurilmasida IEC (MEK) 60289 rusmli reaktorlar qullangan bo'lib, ularning quriq izolyasiyasi havo sovitgichli bajarilgan hamda cho'lg'am ichida havoli o'zak ko'zda tutilgan. Birinchi zvenodagi L1 reaktor nominal induktivligi-22,3 (50,35) mGn, nominal tok-140 A. Ikkinchi zvenodagi L2 reaktor nominal induktivligi-11,9 mGn, nominal tok-350 A. Uchinchi zvenodagi L3 reaktor nominal induktivligi-28,05 mGn, nominal tok-140 A.

**Sektsiyalash postlari va parallel yoqish punktlari** o'zgarmas va o'zgaruvchan tok tarmoqlari uchun ishlab chiqariladi. O'zgaruvchan 50 Hz chastotali tokda ishlovchi kuchlanishi tarmog'ida ishlashga mo'ljallangan sektsiyalash va parallel yoqish postlari PSK-27,5-1 qurilmasining tashqi ko'rinishi 134a-rasmda va yuqori kuchlanishli bo'limi 134b-rasmda hamda sektsiyalash va parallel yoqish postlari PSK-27,5-2 qurilmasining yuqori kuchlanishli bo'limi 134v-rasmda keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 291-bet) [43].

Ba'zi nazorat va o'lchov asboblari hamda taqsimlash qurilmalar bloki 135-rasmda keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 292-bet) [43].

Xromatograf «Kristall 2000M» transformator moyini xromatografoydali ish koeffitsiyenti taxlilini qiladi (135a-rasm). Moyda erigan gazlar: vodorod; kislorod; bir va ikki kislorodli uglerad oksidi; metan; etan; asetilen barligi va miqdorini aniqlaydi.

«VEKTOR 20M» asbobi yuqori kuchlanishli izolyasiyaning elektr parametrlarini oʻlchaydi (135b-rasm). Asbob kondensatorning, kirma va boshqa turdagi izolyatorlarning hamda transformatorlarning yuqori kuchlanishli izolyasiyasi sigʻimini va dielektrik yoʻqotishning tangens burchagini, kompleks qarshiligini, salt va qisqa tutashuv energiya yoʻqotishini avtomatik tarzda oʻlchashni taʼminlaydi [43].

Akustodiagnostik «ULTRAPROBE 2000LRM» asbobi elektrotexnik uskunalar va yuqori kuchlanishli izolyatorlar razryadida paydo boʻluvchi ultratovush toʻlqinlarini tutadi (135v-rasm). Chastotasi 20kHz dan 100kHz gacha ultratovush toʻlqinlarini topadi va ularning chastotasi hamda amplitudasini aniqlaydi. Asbob almashtiriluvchi sezgir elementlar bilan taʼminlangan boʻlib, turli yoʻnalish diagrammasini tashkil qila oladi [43].

Virodiagnostik «DIK-S2» asbobi transformator choʻlgʻamlarining presslanganlik kuchini (usilie) va geometrik xarakterini aniqlash uchun moʻljallangan (135g-rasm).

«PKV/M5» asbobi elektromagnit uzgichlarning harakatchang kontaktini yurishini, tezligini va yoqish-oʻchirish vaqtini nazorat qilishga moʻljallangan (135d-rasm).

136-rasmda: teplovizor TN5104 asbobi(a); FKS №4 ajratgichining infraqizil nuridagi tasviri (b); ZAN uzgichli taqsimlovchi qurilma KRU-27,5 (v), ZAN uzgichi (g), uch qutbli taqsimlovchi qurilma KRU (d) koʻrinishlari keltirilgan (rangi ilovaga qarang, 293-bet).

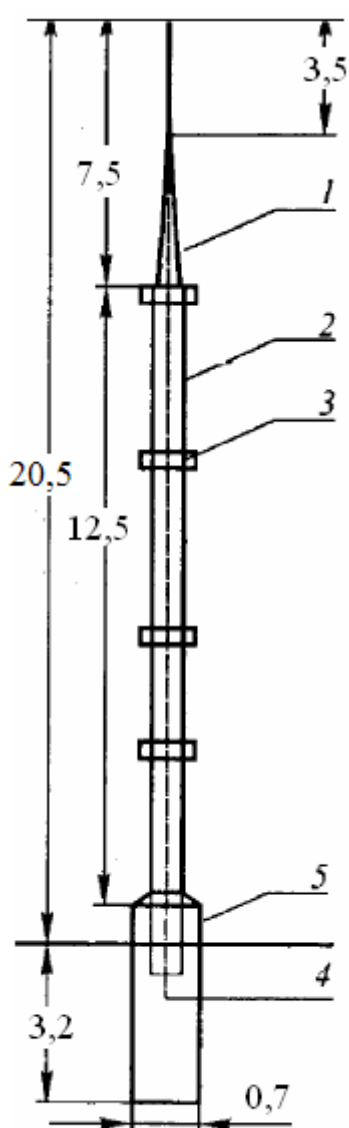
Infraqizil, yaʼni issiqlik, nurida yuqori kuchlanishli elektr uskunalar tasvirini sifrlı jixozda (termoizobrajenie) suratga olib, qizib ketgan qisimlarini aniqlovchi hamda elektron hisoblash kompleksi VETL SE da qizish darajasini topuvchi gʻildirakli koʻchma teplovizor asbobi TN5104 136a-rasmda keltirilgan. Nur toʻlqin uzunligi-3÷5mkm, asbobning harorat sezgirligi 0,1°C, haroratni oʻlchash diapazoni – minus 10°C dan plus 800°C gacha.

27,5 kV kuchlanishli taqsimlash qurilmasining FKS №4 ajratgichining infraqizil issiqlik nuridagi tasviri 300A (nominal tokning 30% qiymatida) defektli

ulanish kontaktining avariya oldi (predavariyniy) holati olingan (136b-rasm). Ajratgich kontaktlarining defektli yoqish tasviridagi maksimal harorat miqdori  $+40,3^{\circ}\text{C}$  ekanligi aniq o'ldangan.

Yuqori kuchlanishli vakuum uzgichi ZAN (136g-rasm) chastotasi 50 Hz kontakt tarmog'i uchun mo'ljallangan bo'lib, nominal kuchlanishi 27,5 kV, nominal toki 1250 A va 2000 A, nominal o'chirish toki 25 kA va 315 kA, to'la o'chirish vaqti-0,08 soniya, 1 daqiqali sinov kuchlanishi-95 kV, to'la yashin impulsiga sinov kuchlanishi – 190 kV, yuritmasi - prujina motorli, prujinani tayyorlash vaqti – 15 soniyagacha, yordamchi kontaktlar soni – 4 ochiq va 4 yopiq, ishlash harorati -  $-10^{\circ}\text{C}$  dan  $+40^{\circ}\text{C}$  gacha, og'irligi – 100 kg (bir qutbli), 135 kg (ikki qutbli) va 120 kg (uch qutbli) hamda ruhsat etilgan o'chirib-yoqish sikllar soni – 20000 (nominal tokda) va 100 (nominal o'chirish tokida).

Yuqori kuchlanishli sinov markazi 137-rasmda keltirilgan (ranli ilovaga qarang,



138-rasm. Yashin qaytargich.

275 bet). Rasmda: impulsli kuchlanish generatori (a) va o'zgarmas tokli kaskad generatori (b), hamda sig'im-qarshilikli (v) va faol qarshilikli (g) kuchlanish bo'lgichlari hamda sinaluvchi ob'ekt tutgichi [43].

### 8.7. Podstantsiyalarni yashindan himoyalash

**Yashin.** Musbat zaryadli ionosfera bilan manfiy zaryadli yer orasi havoli ulkan kondensator bo'lib, unda doim elektr maydoni mavjud. Atmosfera havosidagi bulutlarda elektr zaryadining to'planishi natijasida yashin razryadi sodir bo'ladi. Yashin razryadining elektr toki 200 ming A, ya'ni 20 kA, ga borsa, bulutlar orasidagi va yer bilan bulutlar orasidagi kuchlanish  $50\div 100$  milion voltga, hamda yashin razryadining kanali ichidagi harorat  $6000^{\circ}\text{C}$  dan yuqorilab, to  $30000^{\circ}\text{C}$  gacha borishi mumkin. Yashin razryadi insonlar va xalq xo'jaligi



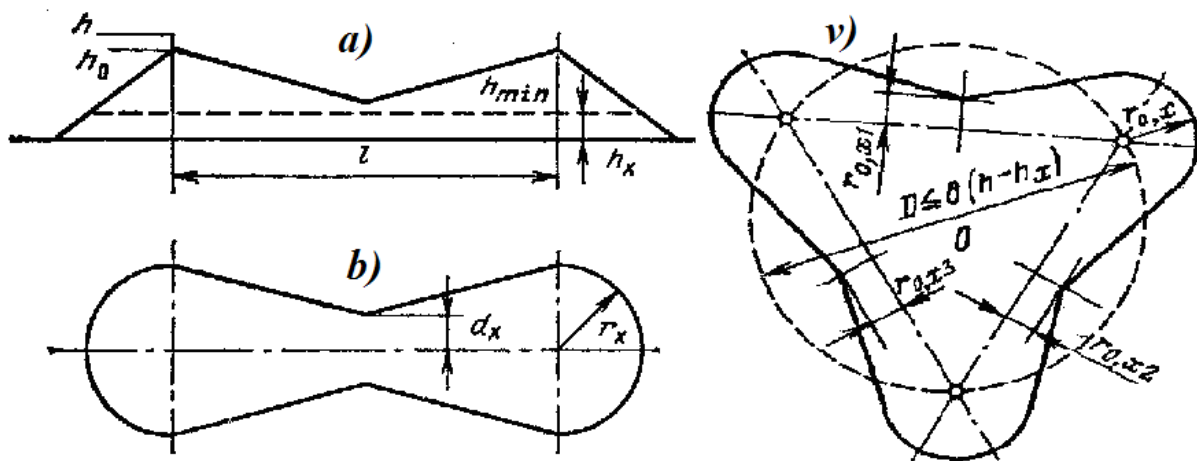
korxonalariga katta xavf tugʻdiradi, chunki yongʻin va portlashlar sodir qilishi mumkin.

Yashinning asosiy xavfi shundaki yashindan himoyalangan imorat va inshootga tushib, uning ichidagi elektr qurilmalarni va insonlar hayotini xavf ostida qoldirib, sogʻligʻiga putr yetkazadi. Bunday taʼsir birlamchi bevosita yashin urishi deb yuritiladi. Elektrostatik va elektr magnit induksiyasi, hamda yer usti va yer osti metall boʻlimlari orqali atmosferadagi yashinning oʻta yuqori potentsiali kirib kelib, ikkilamchi taʼsir koʻrsatishi ham mumkin.

**Yashin qaytargichlar** himoyalovchi qurilmalar kompleksi boʻlib (138-rasm), insonlar xavfsizligini taʼminlash, hamda imorat va qurilmalar, elektr uskunalari va materiallarni yashin taʼsiridan hosil boʻluvchi portlash, yonib ketish va vayron boʻlish ehtimolidan asrash uchun xizmat qiladi.

Yashin qaytargichning ishlash printsipti yashinning eng baland qurilmaga urilish hossasiga asoslangan. Yashin qaytargichning himoya hududi-imorat atrofining shunday boʻlagiki, u bevosita yashin urishidan 99 % darajada ishonchli himoyalangan boʻladi va bunday himoya hududi maxsus tajriba bilan aniqlanadi. Yashin qaytargichlarning himoya hududi laboratoriya sinovlari asosida olingan boʻlib, ularning ishonchliligi koʻp yillik tajribada tekshirilgan.

Yashin qaytargichlar, yashin tutgichlarning tuzilishiga qarab uch asosiy turga boʻlinadi: tayoqchali yashin tutgich; tros va sim antenali yashin tutgich; toʻrsimon yashin tutgich. Baʼzi hollarda shularning kombinatsiyasi ham qoʻllanadi. podstantsiyalar tayoqchali bir necha yashin tutgichlar bilan himoyalanganadi. 139a-rasmda ikki tayoqcha yashin qaytargichining himoya hududining vertikal kesimi va 139b-rasmda uning yerdagi gorizontal himoyalovchi hududi keltirilgan.



139-rasm. Tayoqchali yashin qaytargichlarning himoya hududi: a) – ikki tayoqcha yashin qaytargichining himoya hududining vertikal kesimi; b)-ikki tayoqcha yashin qaytargichining yerdagi gorizantal himiyalanuvchi hududi; v)- uch tayoqcha yashin qaytargichining yerdagi gorizantal himoya hududining o‘lchamlari.

Tayoqsimon yoki trosli yashin tutgichlar ko‘pincha mustaqil ustunsimon taglikka o‘rnatiladi (138-rasm) yoki imorat va metall konstruksiyasi bilan bog‘langan taglikka o‘rnatiladi (26-rasm, rangli ilovaga qarang).

**Yashin o‘takuchlanishidan himoyalash.** Tarmog‘lar odatda o‘takuchlanishdan razryadniklar bilan himoyalaniadi. Havo elektr uzatish yo‘llarini yashindan himoyalashda trosli yashin tutgichlardan foydalaniladi.

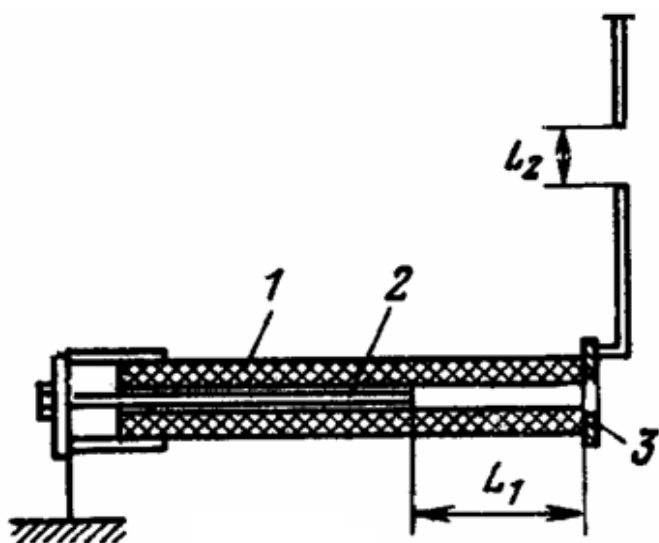
Havo elektr uzatish yo‘llarida paydo bo‘luvchi yashin o‘takuchlanishlaridan podstantsiyaning elektr qurilmalari kirish tomonidagi taqsimlagich qurimlariga o‘rnatilgan ventilli RVSK-110 razryadniklar bilan himoyalaniadi. Kontakt tarmog‘ida paydo bo‘luvchi yashin o‘takuchlanishlaridan podstantsiyaning chiqish taqsimlagich qurimlariga o‘rnatilgan ventilli RVM rusmidagi razryadniklar va o‘takuchlanishni chegaralagich OPN-27,5 bilan himoyalaniadi.

**O‘takuchlanishidan himoyalash.** Himoya jixozlarining ishlash asosiy tamoili-ishchi kuchlanish ostida ishlovchi elektr qurilmalarning ishiga halal bermaslik va ularning izolyasiyasiga xavfli o‘takuchlanish impulsi ta’siridan saqlashdir. Podstantsiyalarni o‘takuchlanishidan himoyalash uchun quvurli

razryadniklardan, ventilli razryadniklardan hamda yarim o'tkazgichli chiziqsiz kuchlanish chegaralagich jixozlardan keng foydalaniladi.

**Quvurli razryadniklar** RT o'zgaruvchan tok tarmog'idagi o'takuchlanishni chegaralashga mo'ljallangan. Quvurli razryadnik asosini elektr yoyi ta'sirida gaz ishlab chiqaruvchi materialdan yasalgan izolyasiyalovchi quvurcha 1 tashkil etadi (140-rasm). Gaz ishlab chiqaruvchi g'ovak material sifatida fibra, ya'ni qog'ozli karton, yoki viniplast va organik shisha qo'llaniladi.

Quvurning bir tarafi metal qopqoq bilan yopilgan bo'lib, unga



140-rasm. Quvurli razryadniklar: 1 – izolyasiyalovchi quvurcha; 2 – tayoqchasiimon elektrod; 3 – halqa shaklidagi elektrod.

tayoqchasiimon elektrod 2 biriktirilgan. Quvurning ochiq tarafida halqa shaklidagi boshqa elektrod 3 joylashgan. Quvurli razryadnikda ichki uchqun oralig'i  $L_1$  va tashqi uchqun oralig'i  $L_2$  hosil qilingan. Tashqi uchqun oralig'i  $L_2$  himoyalalanuvi faza simi bilan razryadnik orasida bo'lib, u nominal kuchlanish paydo qilgan oqma tokning uzoq muddatli ta'siridan gaz ishlab chiqaruvchi quvurni

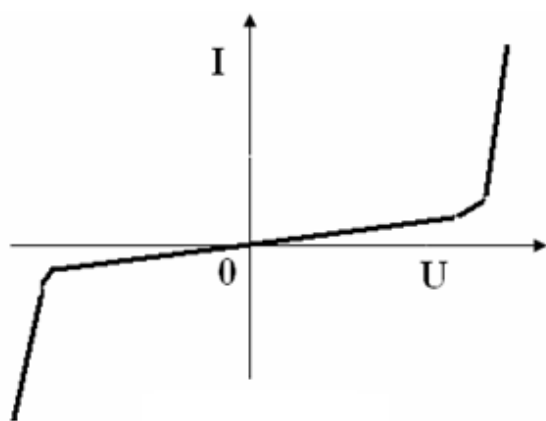
asrashga mo'ljallangan. Yashin o'takuchlanishi ta'sirida ikkala uchqun oralig'i teshib o'tiladi va simdagi zaryad yerga o'kazib yuboriladi. Shundan so'ng razryadnikdan sistemaning qisqa tutashuv toki o'tadi. Razryadnikda yongan elektr yoyi quvur ichida katta miqdorda gaz ishlab chiqarada va bosim  $50\div 150$  kHz/sm<sup>2</sup> ko'payadi, hamda gaz halqa 3 teshigidan katta tezlikda chiqadigan oqim hosil qiladi. Gaz oqimi yoyga bo'ylama siqib chiqarish bosimini hosil qilganligi sababli simdagi o'garuvchan tok birinchi nul qiymatidan o'tishda yoy o'chadi.

**Ventilli razryadniklar** podstantsiyalarda o'takuchlanishlardan himoyalash uchun eng keng ko'lamda qo'llaniladi. Ventilli razryadniklarning asosiy bo'limini

kema-ket ulangan ko'p sonli havo uchqun oraliqlari va noxiziq volt-sekund sistemali rezistorlar, ya'ni varistorlar, tashkil etadi.

Ventilli razryadniklarning ishi birinchi etapda havo uchqun oraliqlarini elektr teshishdan boshlanib, ikkinchi etapda uchqun oraliqlaridagi elektr yoyini o'chirish bilan tugaydi. Ventilli 110 kV kuchlanishga mo'ljallangan 4 sektsiyali RVS-110 razryadnigi 141-rasmda keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 294-bet). Rasmda: a)-razryadnikning umumiy ko'rinishi; v)-bir sektsiyaning ko'ndalang kesimi; g)-razryadnikni shartli belgilash; d)-bir uchqun oraliq ko'rsatilgan .

141v-rasmda: 1-uchqun oraliqlar to'plami; 2-shuntlovchi rezistor, uchqun oraliqqa parallel o'rnatilgan; 3-chinni silindr; 4-vilit diskleri; 5-bir uchqun oraliqli bo'lim; 6-latun qopqoq; 7-farfor g'ilof-pokrishkasi; 8-po'lat prujina; 9-figurali yasalgan latun elektrod; 10-izolyasiyalovchi qo'yima; 11-teshik.



142 - rasm. Ventilli razryadniklarning volt-amper tavsifi

Ventil diskleri oksid-ruxli varistordan yasaladi va uning voltA xarakteri simmetrik bo'lib. Ko'rinishi qat'iy noxiziqlidir (142-rasm).

Ventilli razryadniklarda chiziqsiz VSX li rezistorlar sifatida vilit va tiritlardan foydalaniladi. Vilitning asosini elektrotexnik karborund SiC tashkil qilib, bog'lovchi sifatida suyuq shisha ishlatiladi. Tirit vilitga o'xshash bo'lib,

unga yuqoriroq temperaturada ishlov beriladi.

**Yarim o'tkazgichli kuchlanish chegaralagichlarining** volt-A xarakterlari shunday bo'la oladiki, bunday asboblarda tokning katta maqdorda o'zgarishiga qaramay kuchlanishning tushishi o'zgarmay qoladi, yoki kichik miqdorda o'zgaradi. Amalda bundan foydalanilgan birnecha turli himoya sistemalari ishlab chiqarilgan, jumladan: diodli, tiristorli, varistorli himoya sistemalari.

O'takuchlanishdan himoya jixozlarining umumiy ko'rinishlari 141-rasmda keltirilgan (rangli ilovaga qarang, 294-bet). Rasmda: a) 3kV dan 110kV gacha

varistorli kuchlanish chegaralagichi; b) ventilli 4 sektsiyali RVS-110 razryadnigining umumiy ko‘rinishi; v) RVS-110 razryadnigining bir sektsiyaning kesimi, g) razryadnikni shartli belgilash; d) bir uchqun oraliqning ko‘rinishi. 141a-rasmda: 1-yuqoridagi flanes; 2-ekran; 3-izolyasiyalovchi farfor pokrishkasi; 4-polimerli kompozisiya; 6-pastdagi flanes; 7-yerlagich simi ulanadigan bolt; 8-jihozning asosi.

#### Nazorat uchun savollar

1. Podstantsiyalarning o‘z ehtiyoj energiya ta‘minoti?
2. Podstantsiyalarda avtonom manbani qo‘llanish sababi.
3. Podstantsiyalarning o‘z ehtiyojini qondiruvchi energiya ta‘minoti qachon ishlab ketadi?
4. Akkumulyator batareyalariga ulanuvchi iste‘molchilarni guruhlar.
5. Podstantsiya o‘z ehtiyoj energiya manbalariga talablar.
5. Podstantsiya o‘z ehtiyoj transformatorlari TSN quvvati qancha?
6. Podstantsiya o‘z ehtiyoj transformatorining yoqish sxemasi.
7. Podstantsiya akkumulyator batareyasi.
8. Texnik xizmat ko‘rsatilmaydigan A-600 qo‘rg‘oshin-kislotali akkumulyatorlar.
9. Akkumulyator razryad sig‘imi bilan nominal sig‘imining farqi.
10. Zaryadlash va podzaryadlash qurilmalari.
11. Elektr energiyaning rezerv manbai sifatida dizel generatordan foydalanish.
12. O‘z ehtiyoj energiya ta‘minotiga qo‘yilgan talablar.
13. Akkumulyatorlarni saqlash.
14. Bir bosqichli va ikki bosqichli zaryadlash.
15. Podstantsiyalarning dizel generatorlari.
16. Kam xizmat ko‘rsatiluvchi akkumulyatorlar.
17. Podstantsiyani yashindan himoyalash.
18. Razryadniklarning vazifasi va ularning turi.
19. Filtrlash qurilmalari.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. / **Milliy istiqloq mafkurasi – xalq e'tiqodi va buyuk kelajakka ishonchdir** // Toshkent, O'zbekiston, 2000, 32 b.
2. Allayev K.R. / **Energetika Uzbekistana i mira**// Toshkent, Yangi asr avlodi, 2010, 252b.
3. Allayev K.R. / **Rejimi elektricheskix sistem s asinxronimi turbogeneratorami**//Toshkent: Sentr nauki i texnologii. -2005. - 287 b..
4. Allayev K.R./ **Energetika mira i Uzbekistana** // Toshkent: Moliya. -2007. – 388 b.
5. Rojkova L.D., Karneyeva L.K., Chirkova T.V. / **Elektrooborudovanie elektricheskix stansiy i podstansiy** / M:-Izd. Sentr «Akademiya», 2004, 449s.
6. **Pravila stroystva elektroustanovok** // Toshkent, GI Uzgosenergonadzor, 2007, 732b.
7. Fyodorov A.A., Kameneva V.V. / **Osnovi elektrosnabjeniya promishlennix predpriyatiy** // M:-Energoatomizdat, 1999.
8. M.N. Okolovich / **Proektirovanie elektricheskix stansiy** // M., Energoizdat, 1992.
9. **Elektricheskaya chast stansiy i podstansiy**, Pod red. A.A. Vasilyeva / M.: «Energiya», 1980, 608 b.
10. Leznov S.I., Tays A.A. / **Obslujivanie elektrooborudovaniya elektrostansiy i podstansiy** // M:-Visshaya shkola, 1978, 350 b.
11. Belinskiy S.Ya., Lipov Yu.M. / **Energeticheskie ustanovki elektrostansiy** // M. «Energiya», 1974.
12. Baptidanov L.N., Tarasov V.I. / **Elektrooborudovanie elektricheskix stansiy i podstansiy** // M.–L., «Gosenergoizdat», 1960.
13. Pochaevis V.S. / **Elektrooborudovanie i apparatura elektricheskix podstansiy**, albom // Moskva:-UMK MPS Rossii, 2002, 55 listov.
14. A.M. Fedoseev / **Releynaya zashita elektricheskix sistem** // M., «Energiya», 1976. 506 b.

15. Chuxinin A.A., Javoronov M.A. / **Apparaturi visokogo napryajeniya** // M:-Energatomizdat, 1986, 432 b.
16. **Proektirovanie elektricheskix apparatov**, pod red. Aleksandrava G.N. // L:-Energatomizdat, 1985, 447 b.
17. Xamidov N. / **Elektricheskij razryad vdol povexnosti tverdex dielektrikov v vakuume** // T:-Fan, 1985, 258 b.
18. Bezutkin V.V., Larionov B.P., Pintal Yu.S. / **Texnika visokix napryajeniy, izolyasiya i perenapryajeniya v elektricheskix sistemax** // M: -Energatomizdat, 1986, 463 b.
19. **Avtomatizasiya sistem elektrosnabjeniya**, pod red. d.t.n., prof. Suxoprudskogo N.D. // M:-Transport, 1999, 361 b.
20. V.A. Andreyev / **Releynaya zashita i avtomatika sistem elektrosnabjeniya** // M. «Visshaya shkola», 1991. 360 b.
21. **Pravila ustroystva elektroustanovok, PUE** // M:-Energatomizdat, 1987, 448 b.
22. Dyakov A.F., Jukov V.V., Maksimov B.K., Molodyuk V.V. / **Menejment i marketing v elektrosnabjenii**//M:-MEI, 2005, 504s.
23. Burkov A.T., Vasyutinskaya L.L., Smirnov A.A., Borisenkova N.A. / **Menejment v elektrosnabjenii** // S.-Peterburg, Gosudarstvenniy universitet putey soobsheniy, 2007, 84 b.
24. Blackburn J.L. / **Protective relaying. Principles and application** // New York. M.Dekker. 1998. 538 p.
25. Usmanxo‘jayev N.M., Hamidov N., Turdibekov K.H. / **Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va avtomatlashtirish**, Hamidov N. taxriri ostida, 1 kitob // Toshkent, Fan va texnologiya, 2010, 192 b.
26. **Texnika visokix napryajeniy: teoreticheskie i prakticheskie osnovi primeneniya**, per. s nem., pod red. Larionova V.P. // M:-Energatomizdat, 1989.
27. Hamidov N., Turdibekov K.H. // **Elektr enegiyasini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash**, kurs ishi uchun // T.:-TTYMI-2008, 15b.

28. Usmanxo‘jayev N.M., Hamidov N., Turdibekov K.X. / **Elektr enegiyasini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash**, mustaqil ish uchun // T.:ToshTYMI-2007, 32b.
- 29.Usmanxo‘jayev N.M., Hamidov N., Turdibekov K.H., // **Elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash**, mustaqil ish uchun // ToshTYMI, 2007.
- 30.**Profilakticheskie ispitiyaniya elektrooborudovaniya i proverka releynix zashit podstansiy** // M:-Energiya, 2001.
31. **Rukovodyashie ukazaniya po releynox zashite. Vip.1-13 Rascheti i sxemi** // M., Energiya, 1980.
32. Siddikov I.X. va boshqalar / **Elektr ta‘minoti sistemalarining releli himoyalari va avtomatikasi** fanidan tajriba ishlari bajarish va amaliy mashgulotlar uchun usuliy qo‘llanma, rus va o‘zbek tilida // Toshkent, UzR Energetika vazirligi, 1995, 1996, 49 b.
33. <http://www.nfenergo.ru>.
34. Buryanovatiy A.I., Kondakov A.D., Mizinsev A.V., Popov A.Yu., Yachkula N.I. / **Zashita elektricheskix setey peremennogo toka na osnove intellektualnix terminalov**: Uchebnoe posobie /– SPb.: PeterburHzkiy gos. tex. un-t, 2003. – 111 b.
- 35.Aleksandrov G.N. / **Peredacha elektricheskoy energii** // S.-Peterburg, Politexnicheskiy universitet, 2007, 411 b.
- 36<file:///localhost/D:/Install/My%20doc/Diplomnaya/Akkumulyator/Sonnenschein%205>

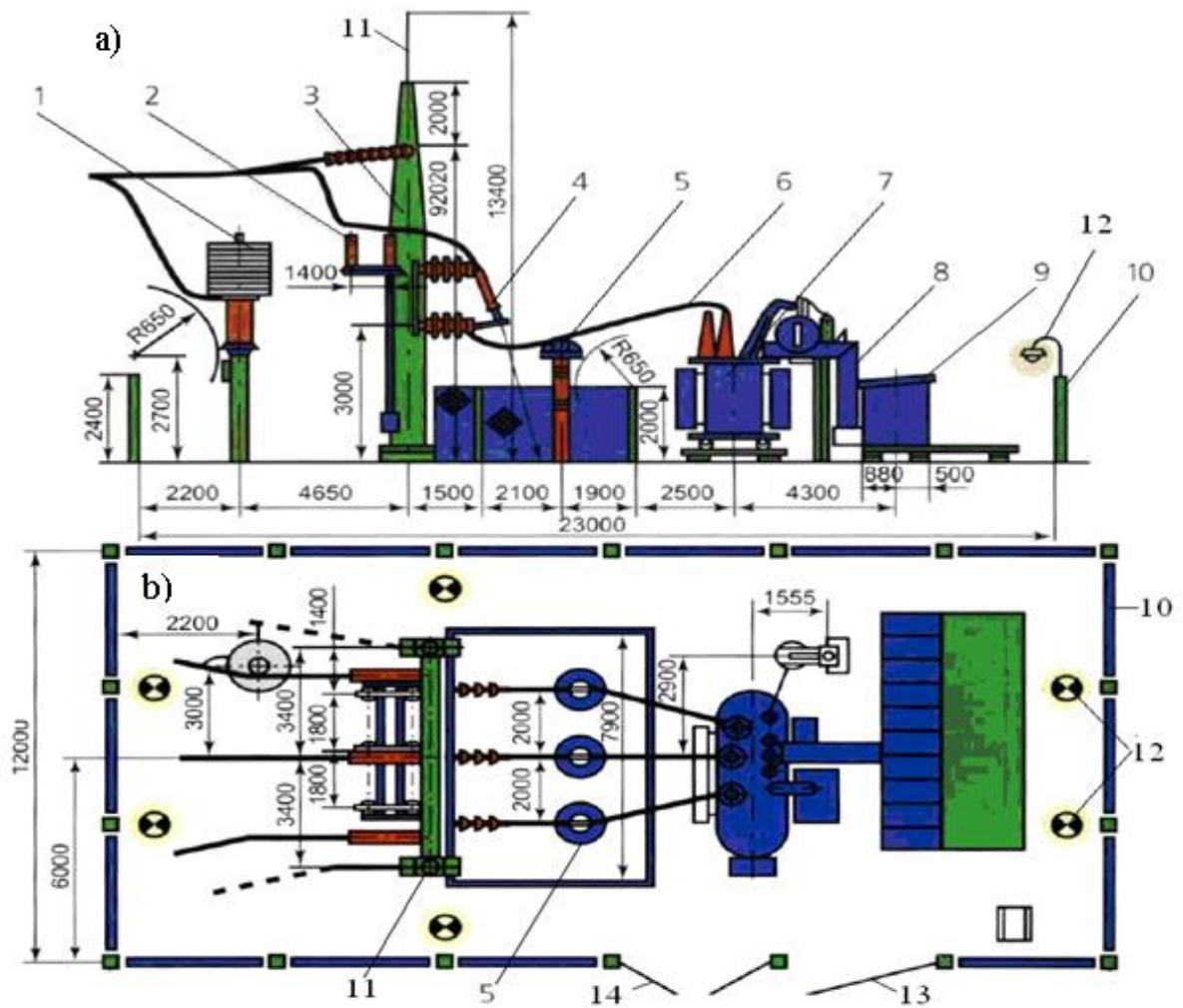




I. Podstantsiya jihozlari [43].



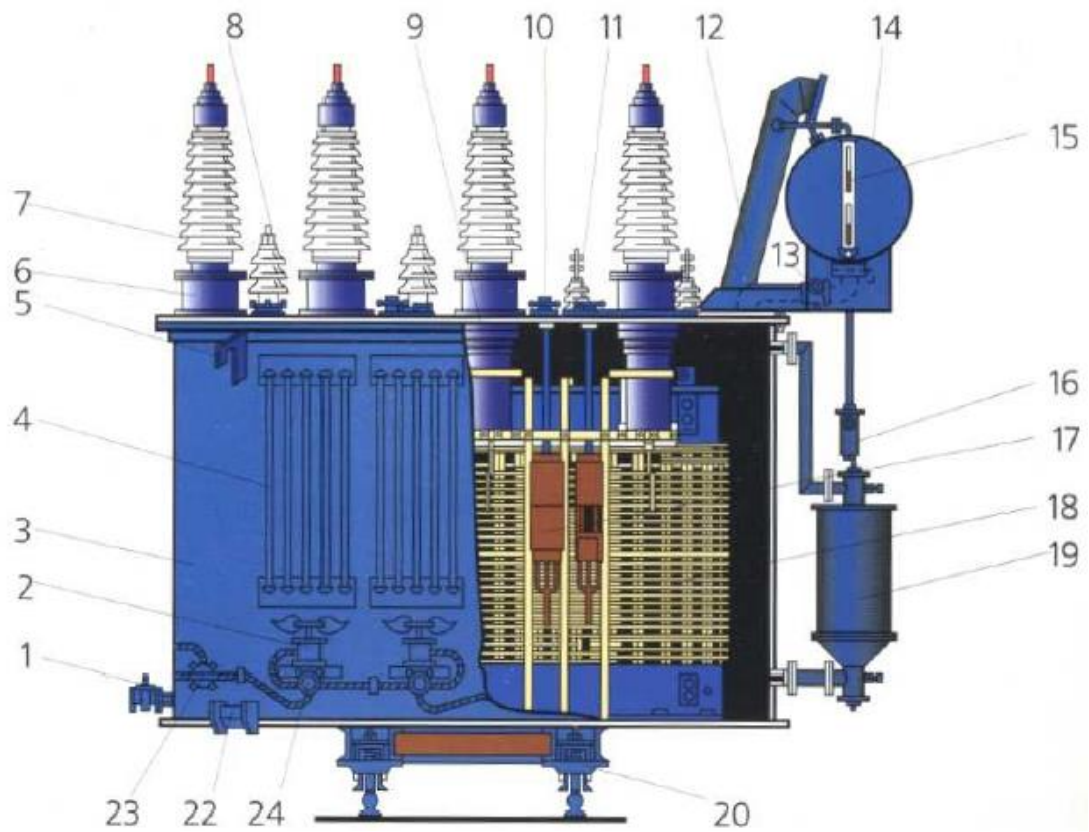
II. Podstantsiya koʻrinishlari.



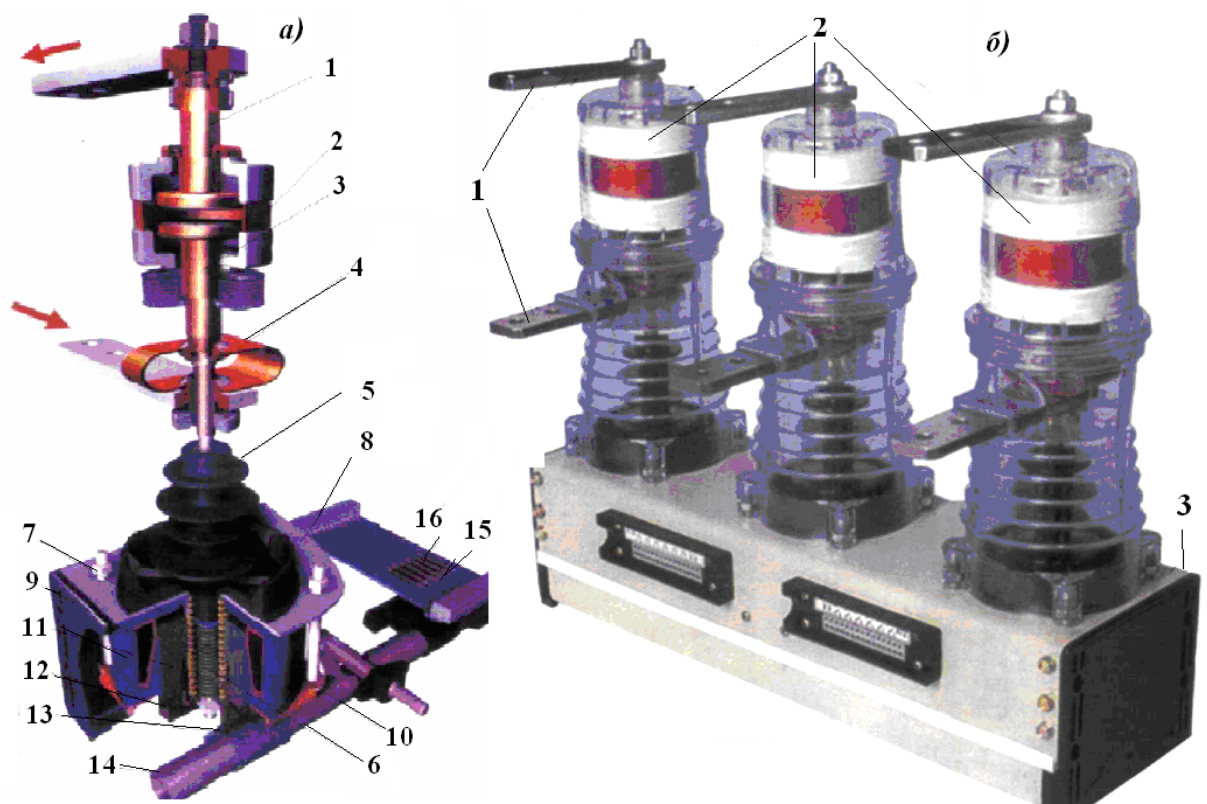
26-rasm. 110/10 kV butlangan transformatorli podstantsiya [13].



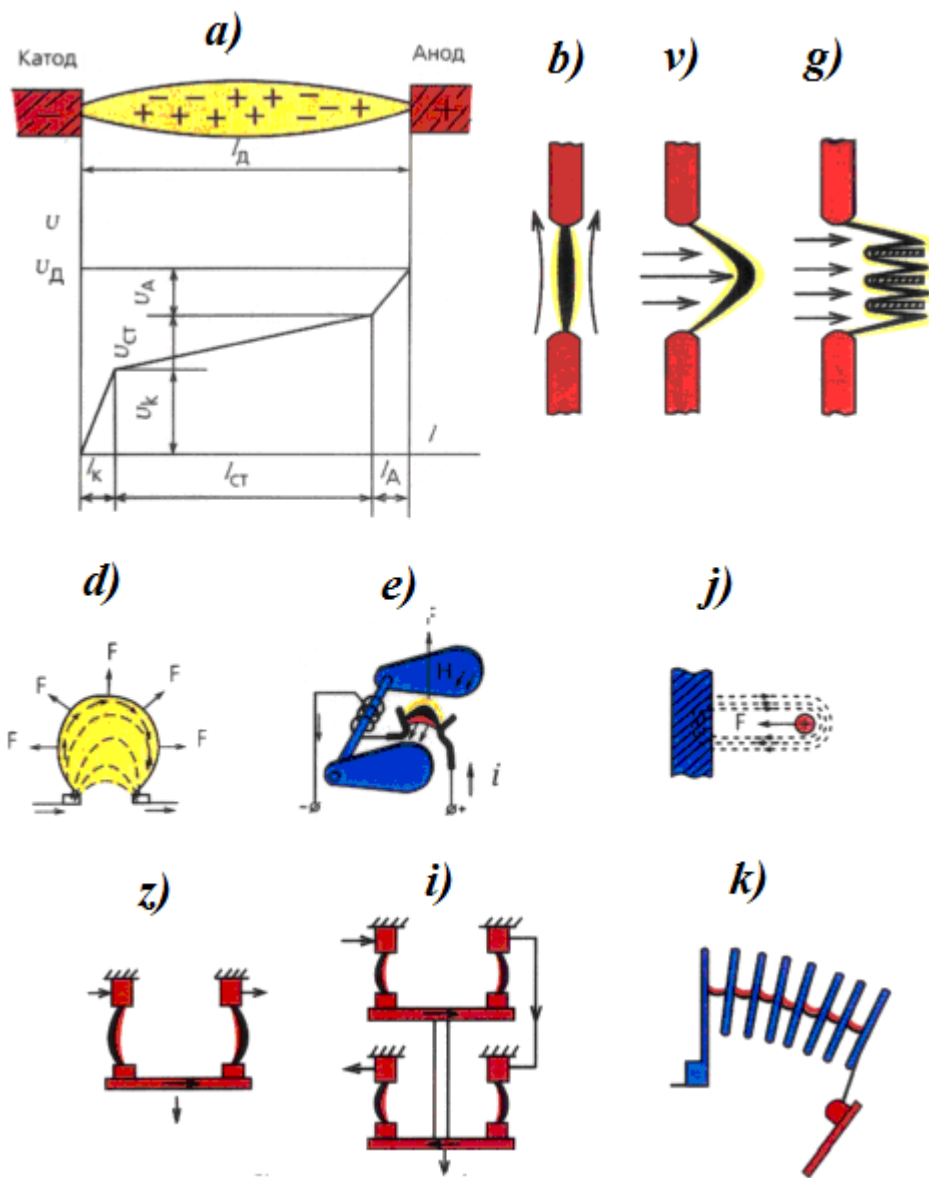
137-rasm. Yuqori kuchlanishli sinov markazi [43].



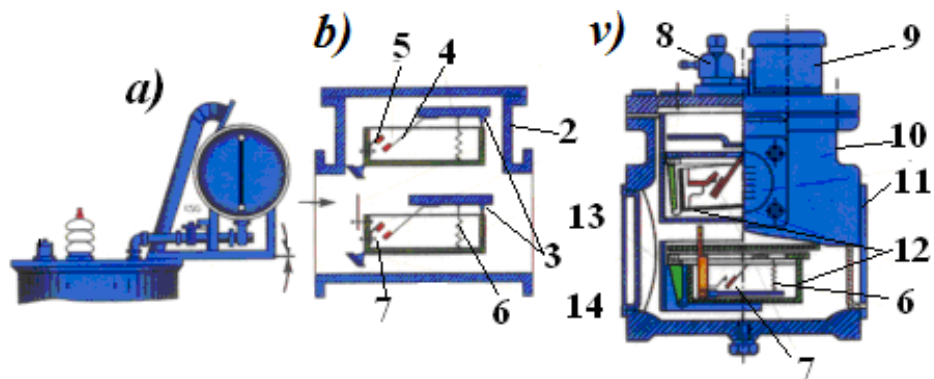
31-rasm. TDT-16000/110 kuch transformatori.



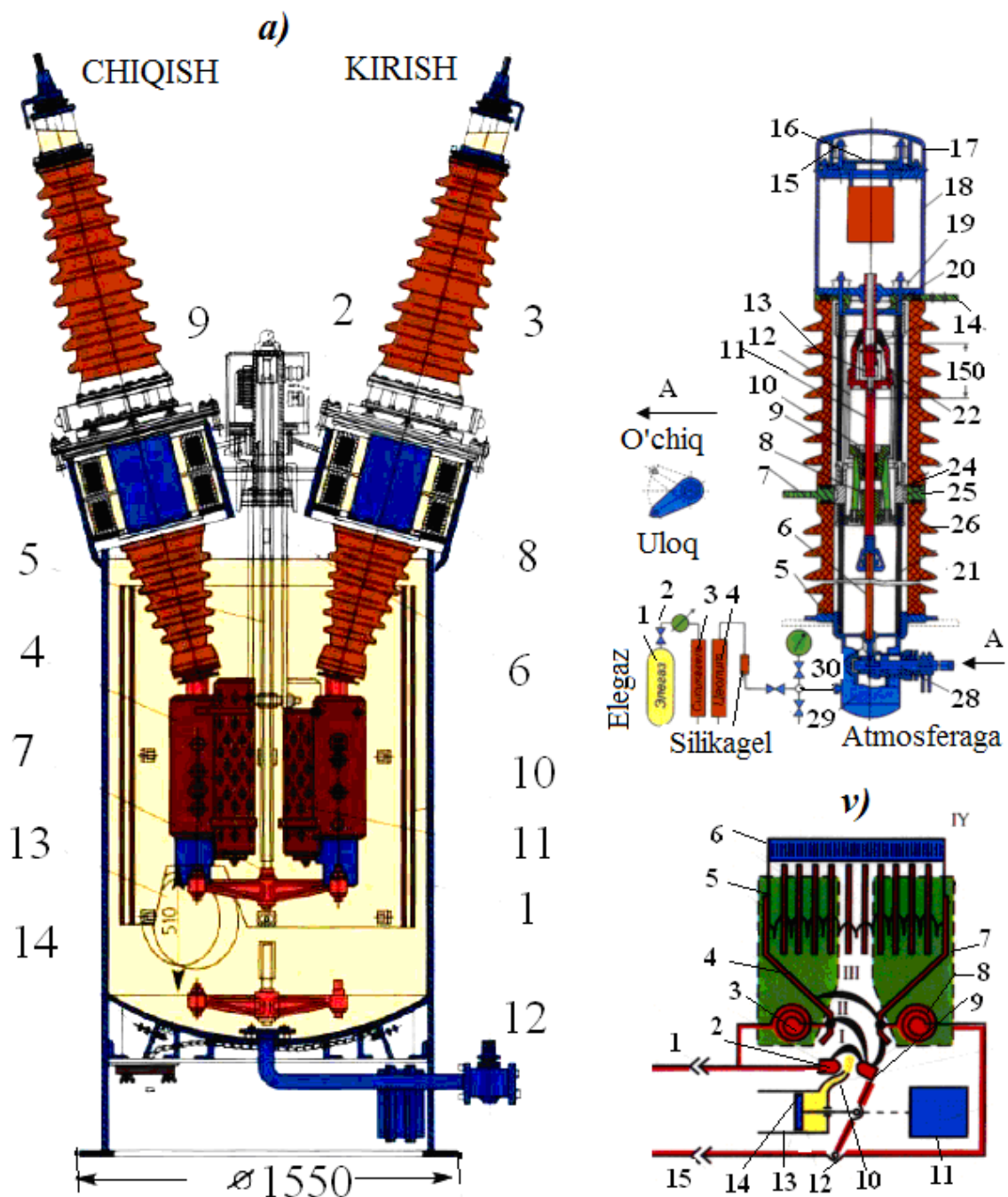
46-rasm. BB/TEL vakuum uzgichi.



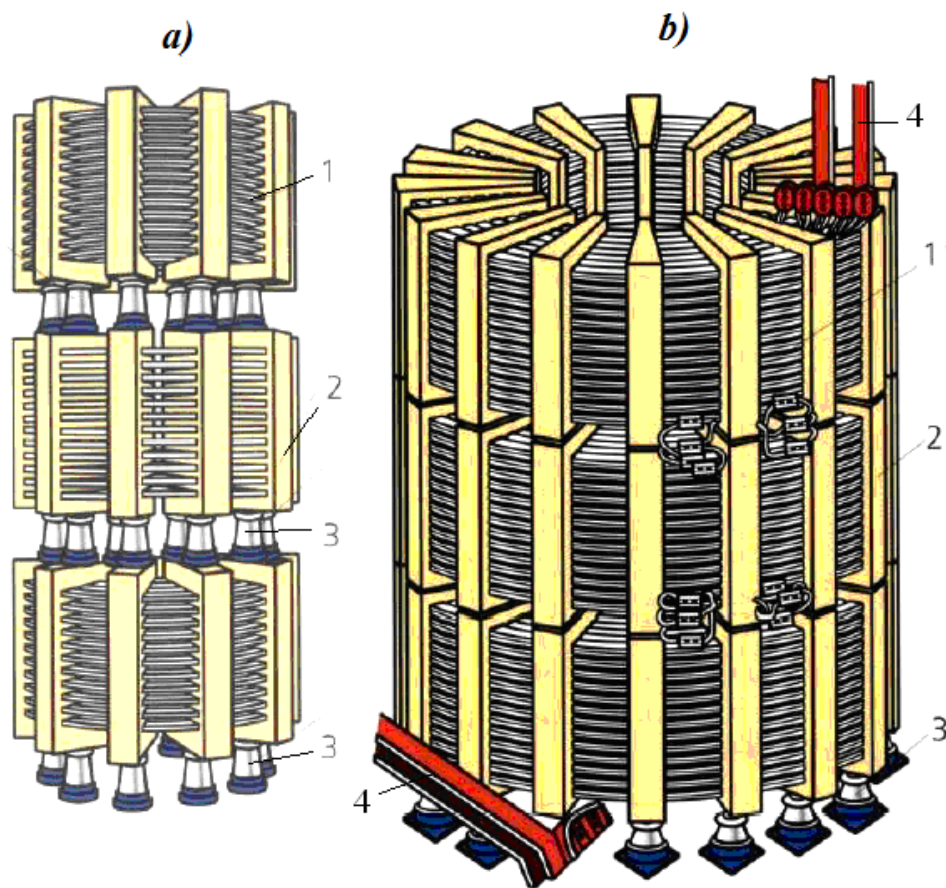
33-rasm. Elektr yoyi va yoyni soʻndirish usullari.



117-rasm. Kuch transformatori gaz relesi



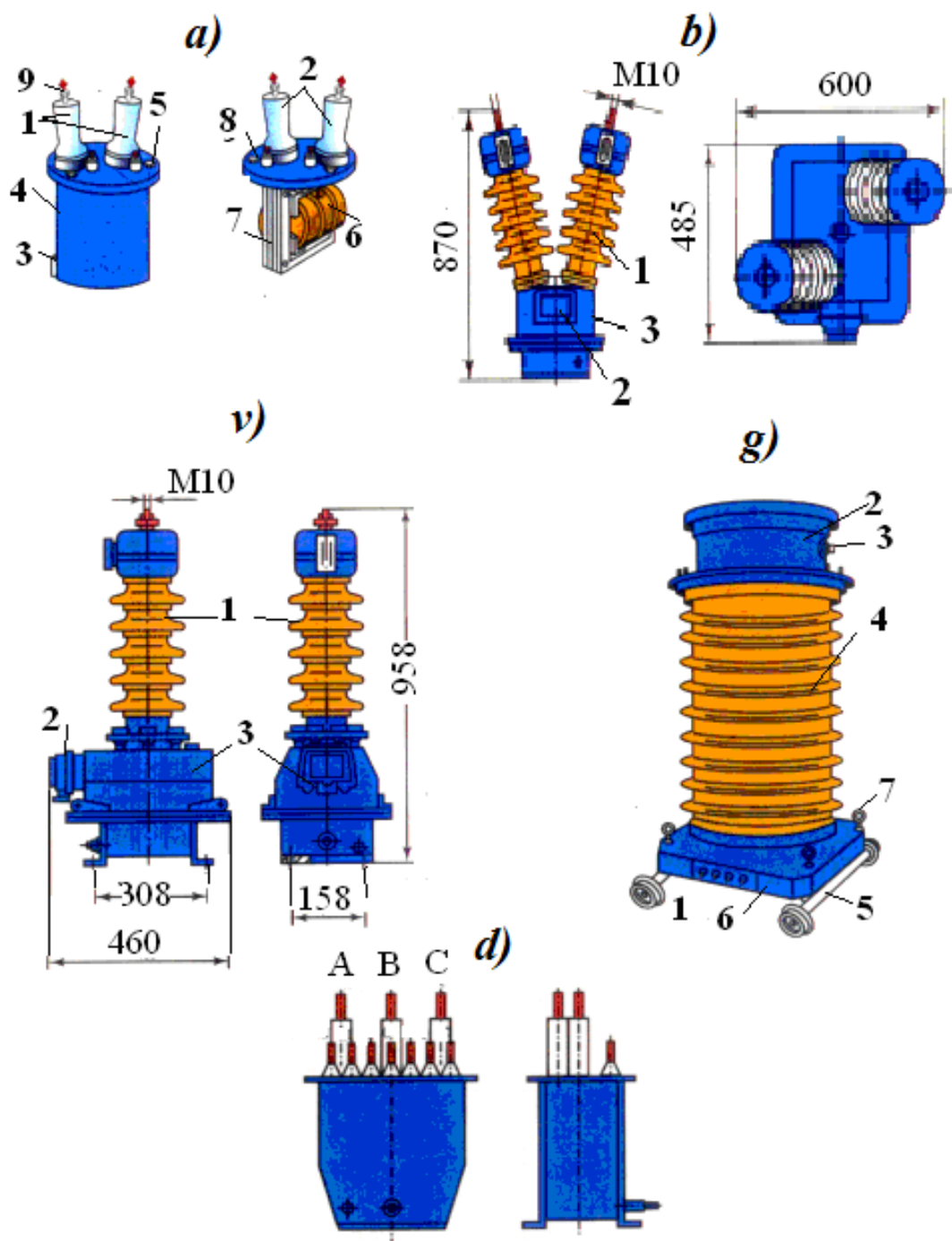
45-rasm. Moyli (a), elegaz (b) va elektromagnit (v) uzgichlar.



57-rasm. Alyumin cho'lg'amli beton reaktorlar.

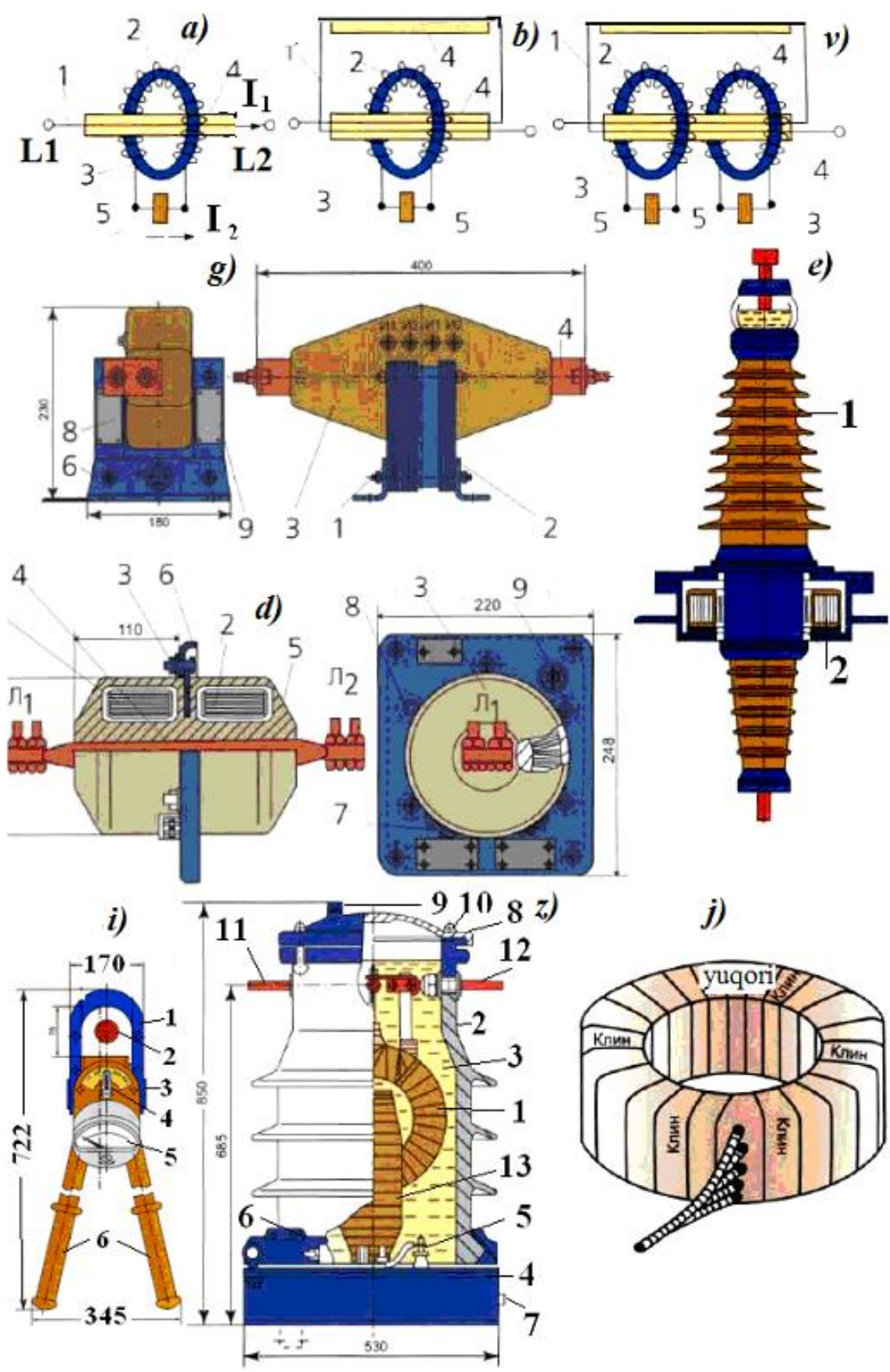


40b-rasm. Fider kameralari KVVO-2.

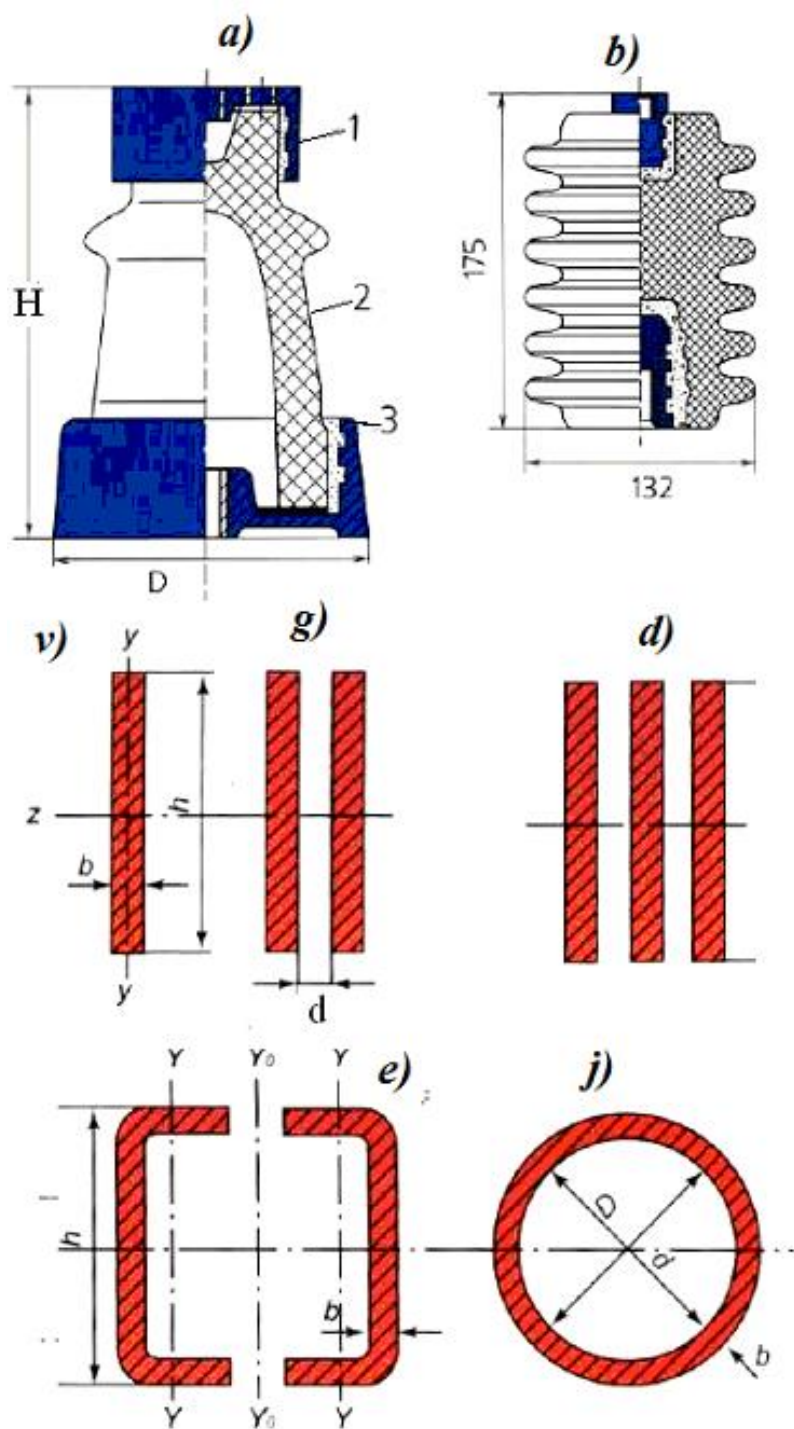


63-rasm. Kuchlanish o'lchov transformatorlari.



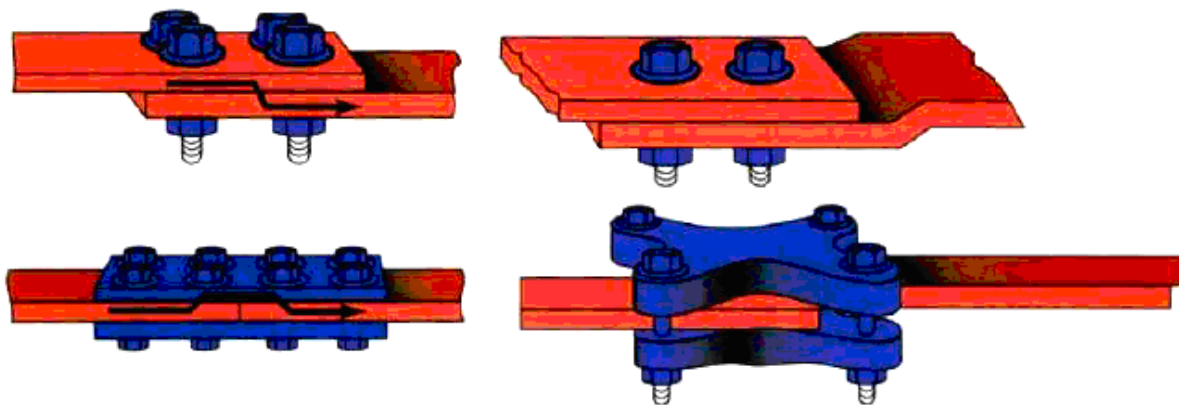


65-rasm. O'lchov tok transformatorlari.

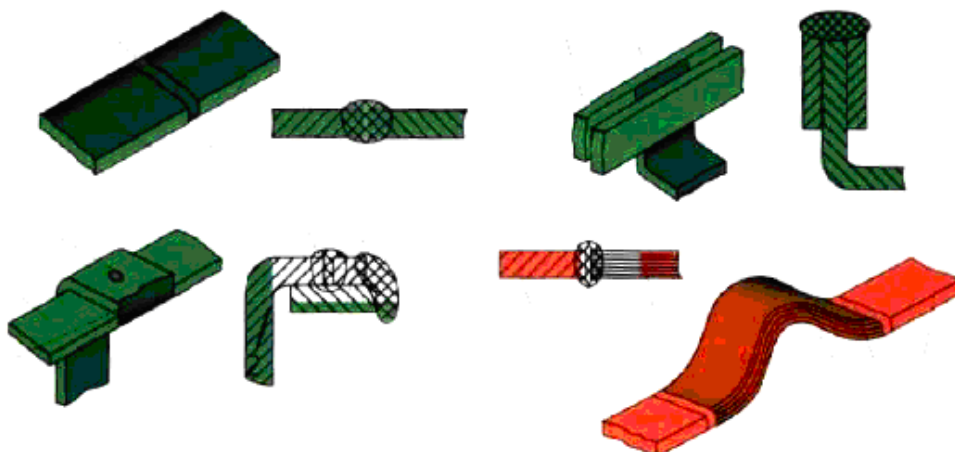


68-rasm. Stansion izolyator va shinalar.

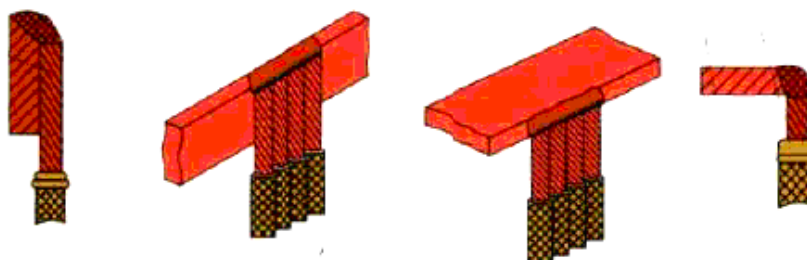
### Shinalarni boltli ulash



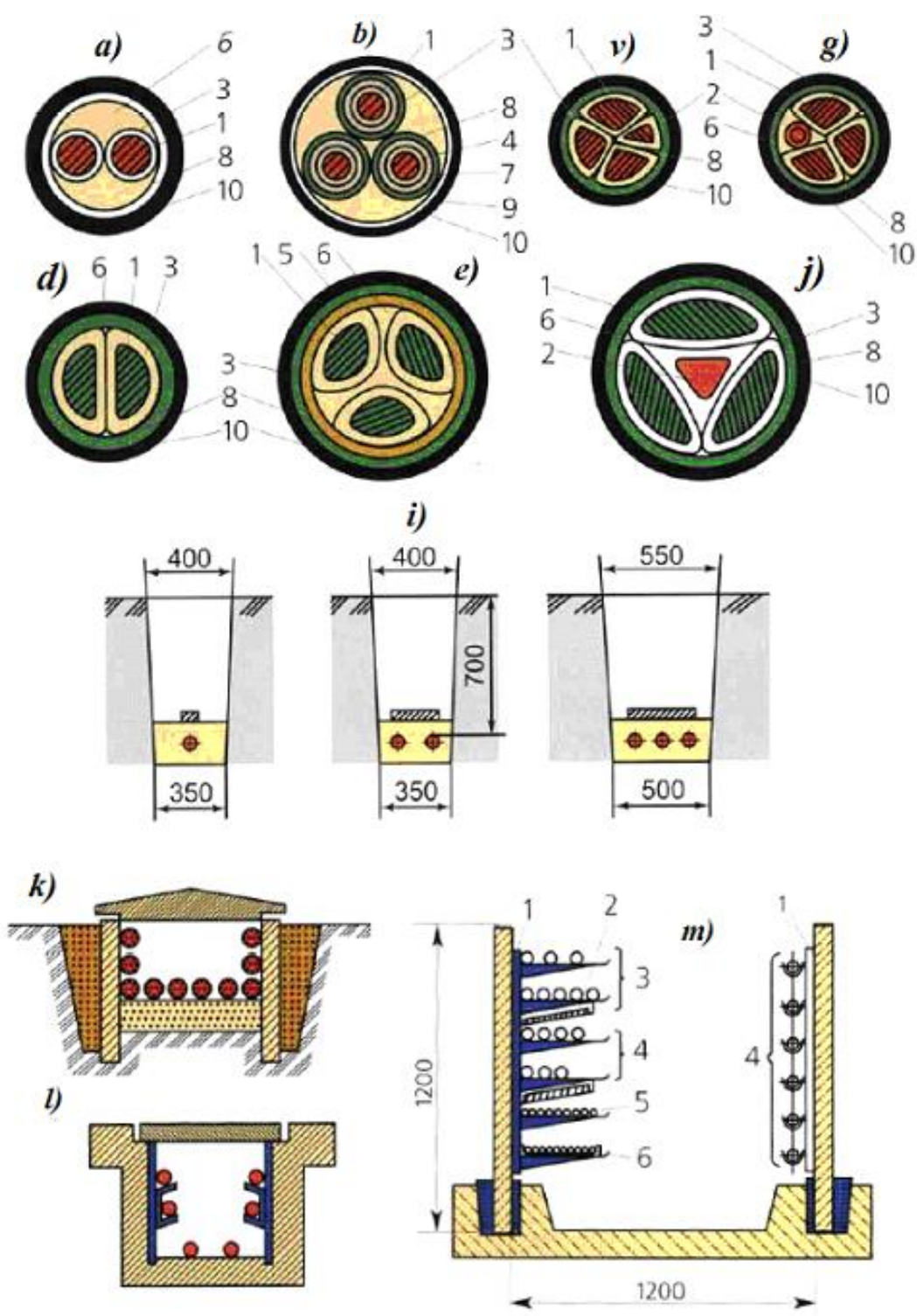
### Shinalarni payvandlab ulash



### Kabelni shinaga kavsharlab ulash

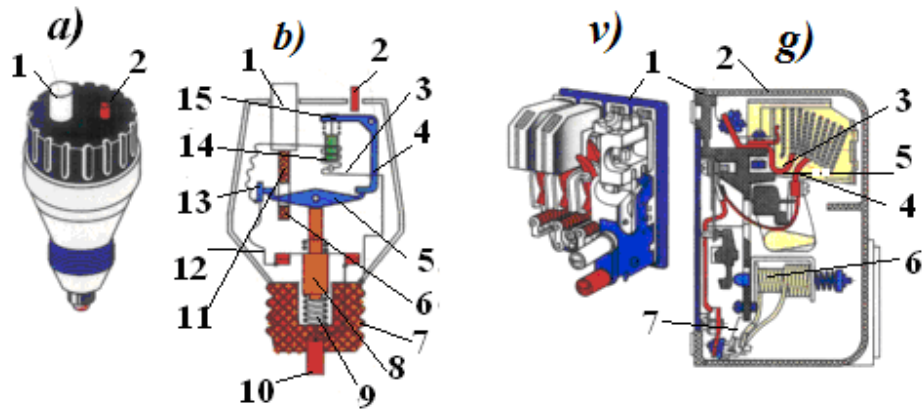


72-rasm. Shinalarning turli yoqish usullari.

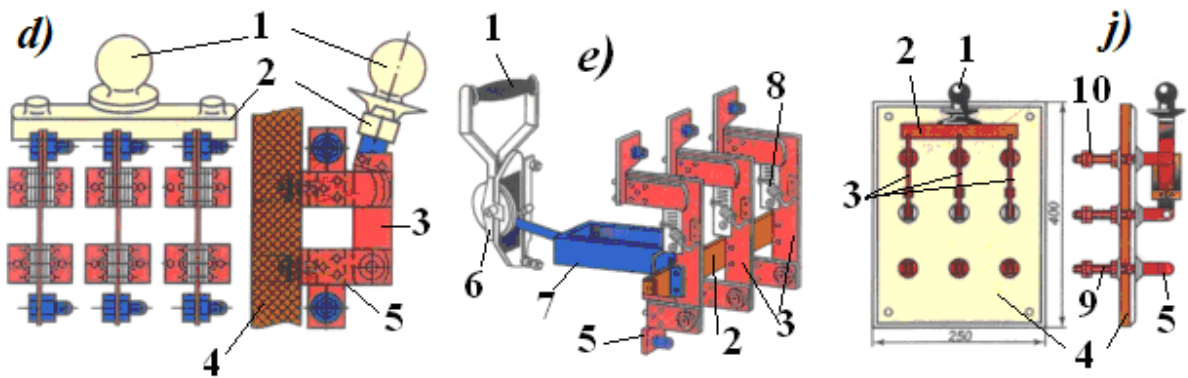


75-rasm. Yuqori kuchlanishli kabel kesimi va yotqizish usullari.

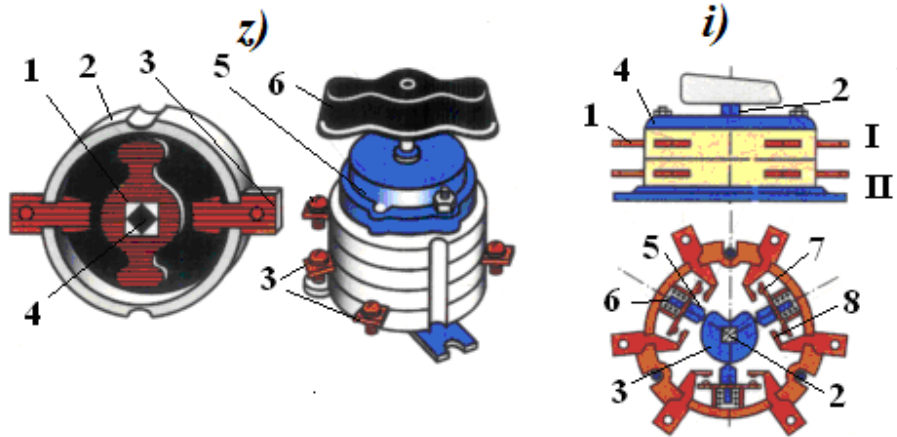
## Avtomatlar



## Ulagich, rubilnik va qayta ulagichlar

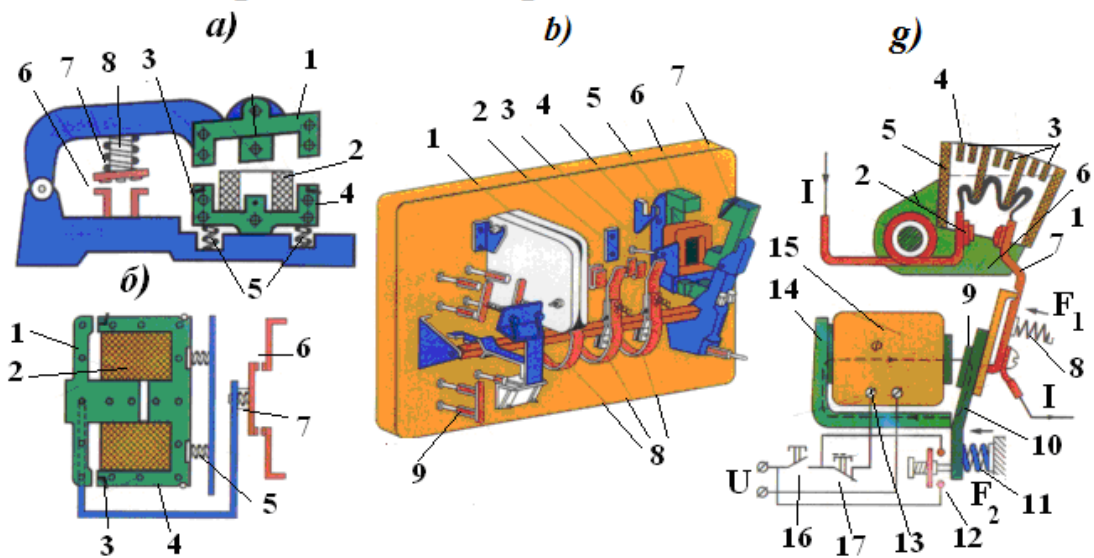


## Paketli uzgichlar

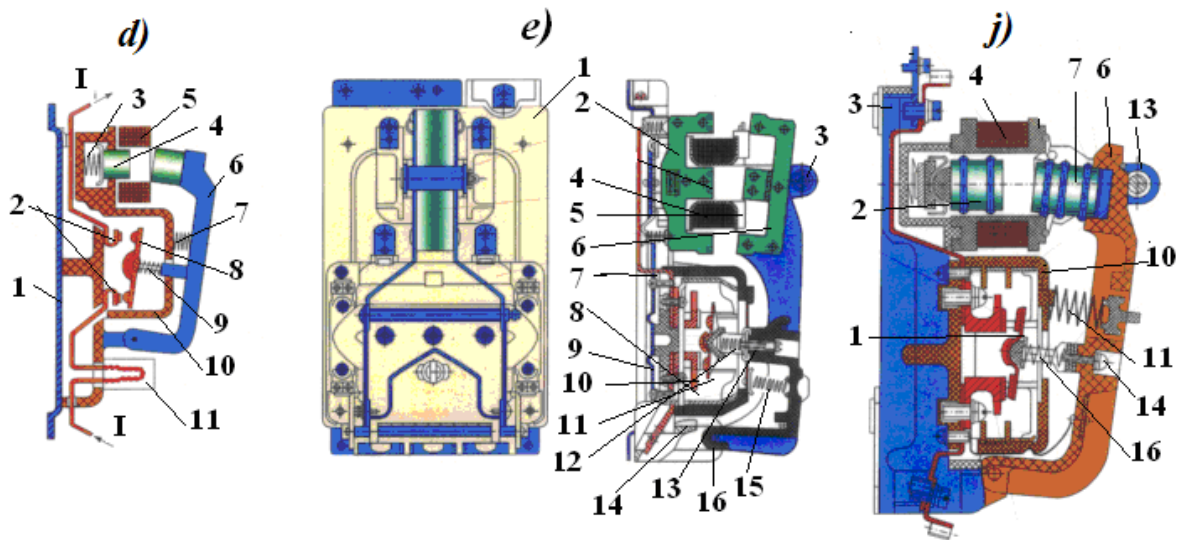


79-rasm. Kommutatsiya jixozlari.

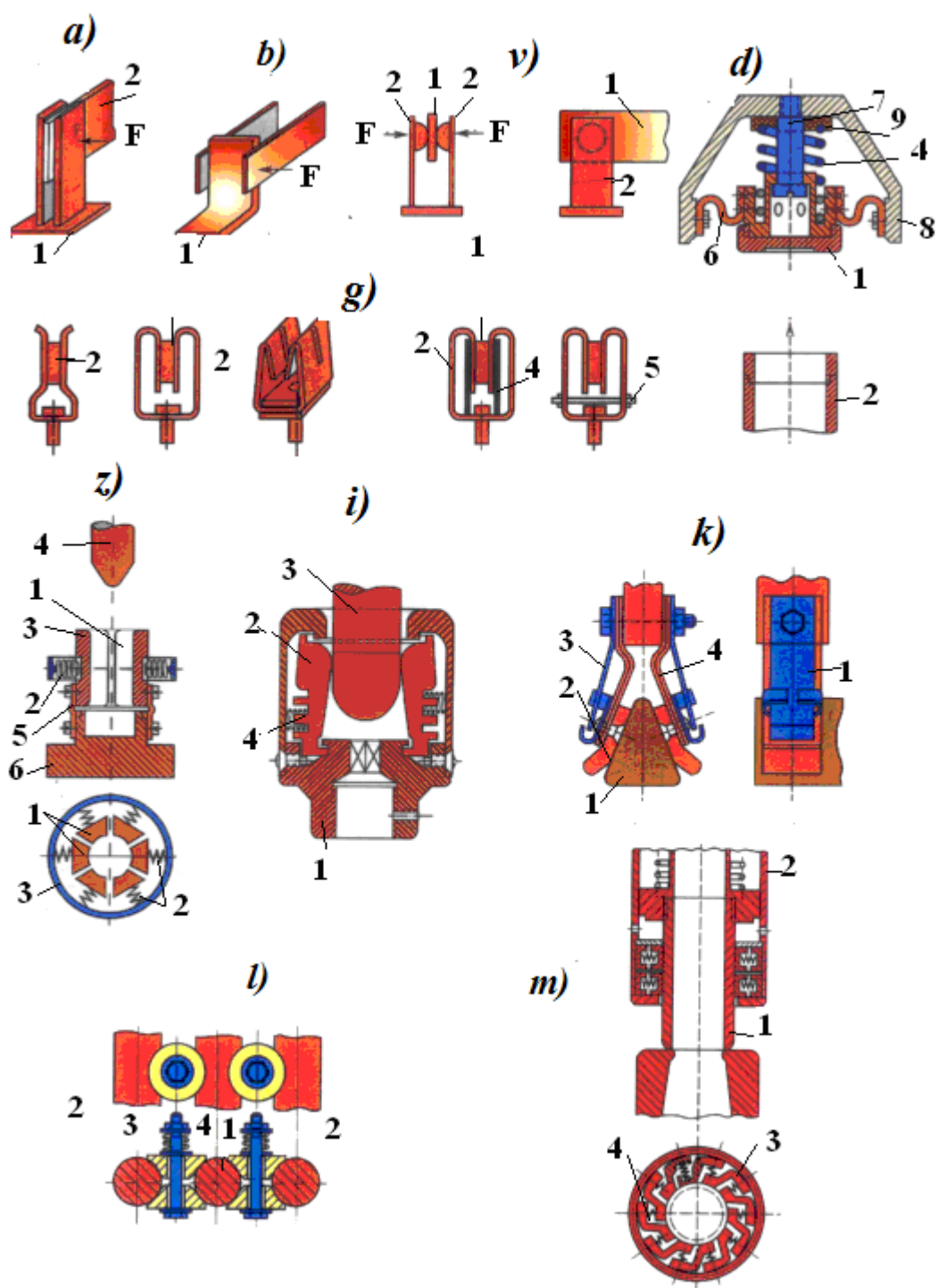
### O'zgaruvchan va o'zgarmas tokli kontaktorlar



### Magnit yuritgichlar



81-rasm. Kontaktorlar va magnet yuritgichlar.



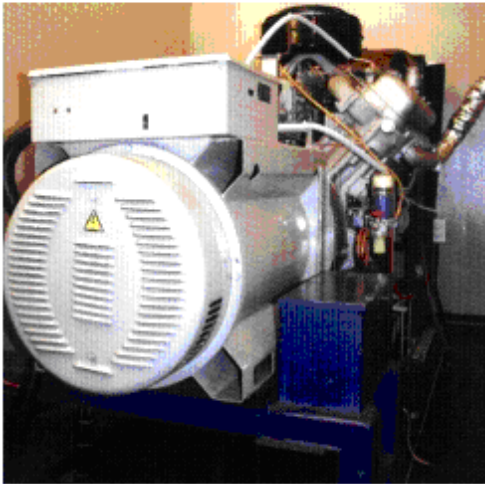
82-rasm. Operativ jixozlarning kontaktlari.



126-rasm. A-600 OpzV (b,g) va A-700 TXE (a,d)akkumulyatorlari.

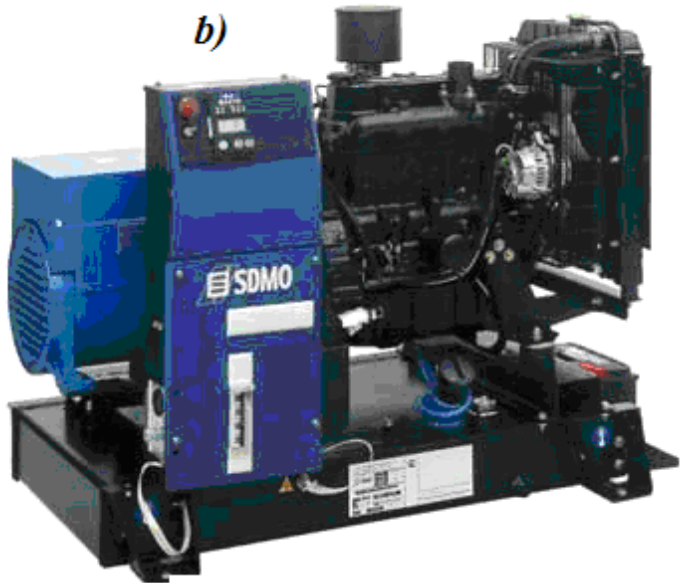


a)



**Dizel generator agregati  
DGA 100 kVt**

b)



**Dizel generator DGU SDMO  
T17 KM (Nexys) 16,5 kBt**

v)



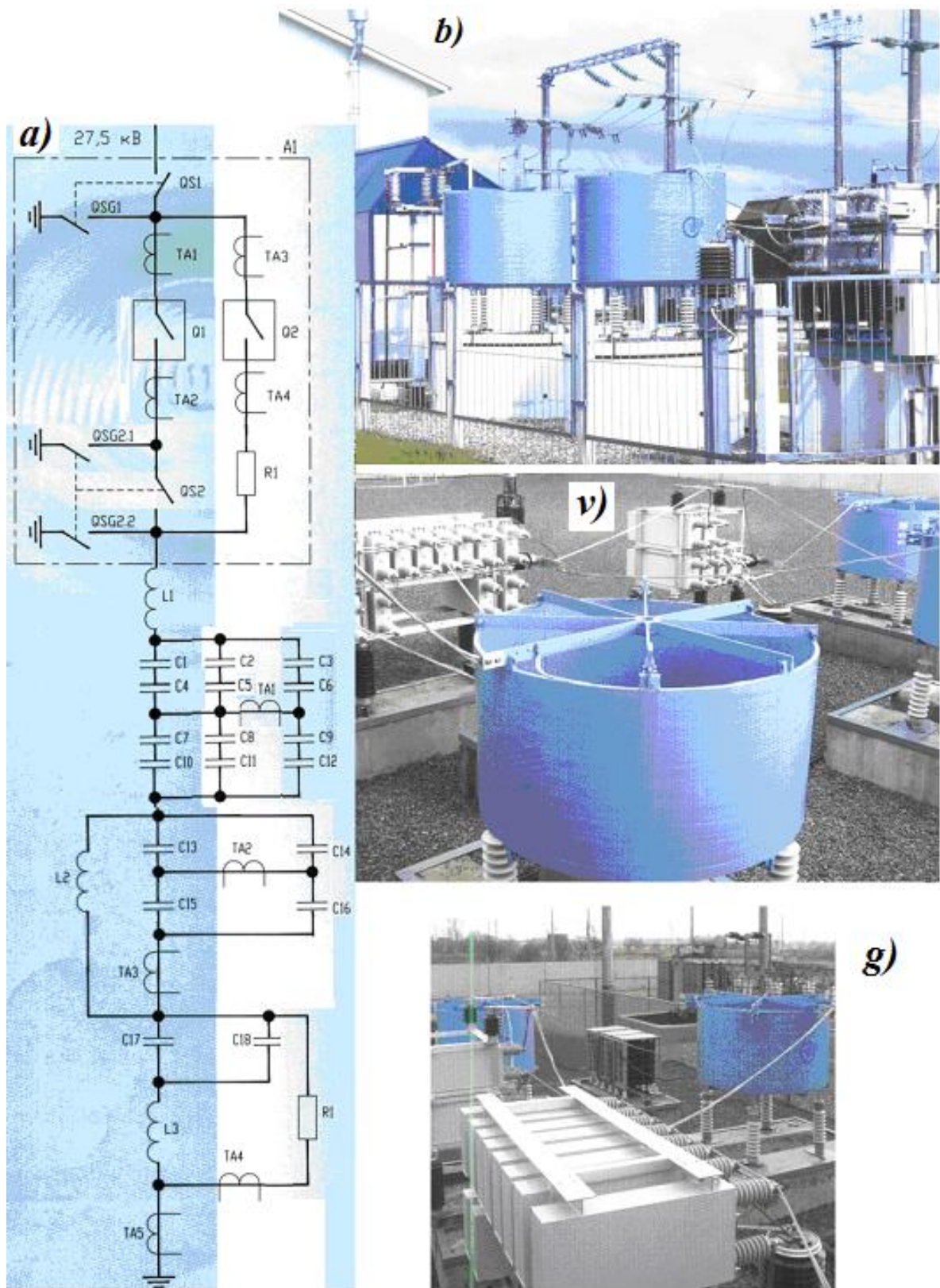
**Dizel generator  
TSS ELAD-3300 KE  
2,8 kBt**

g)

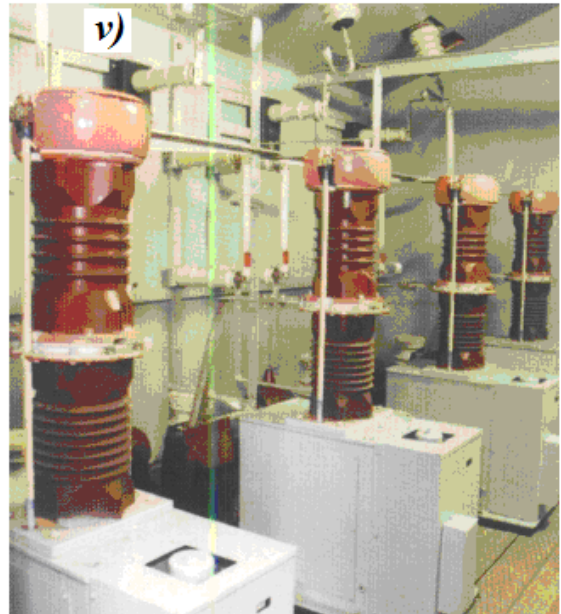
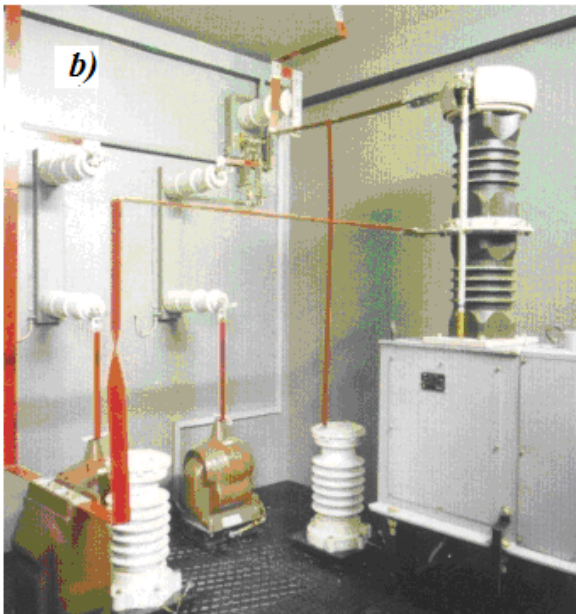


**Dizel generator  
TSS ELAD-2000E 1,7 kBt**

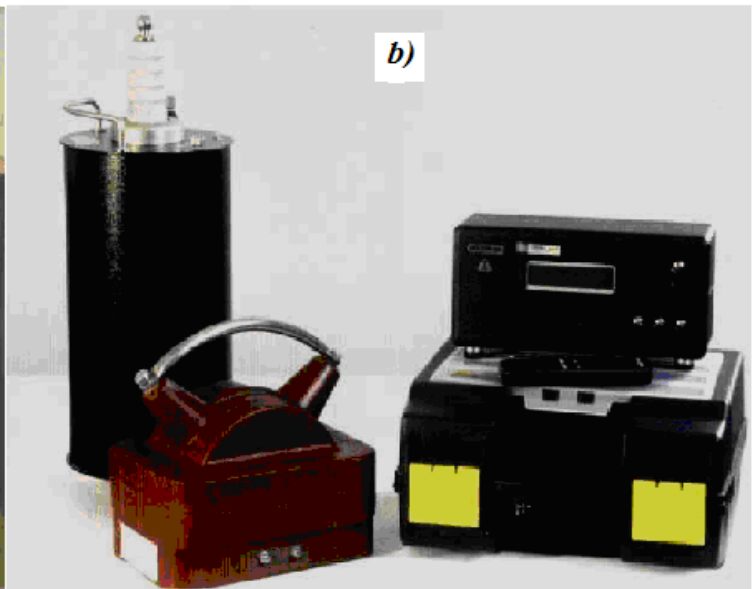
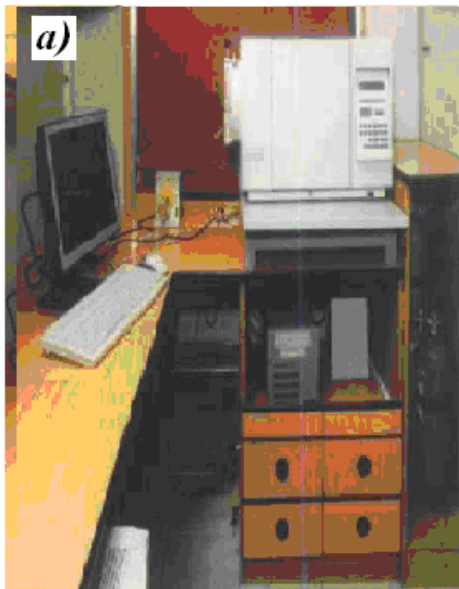
131-rasm. Dizel generatorlar.



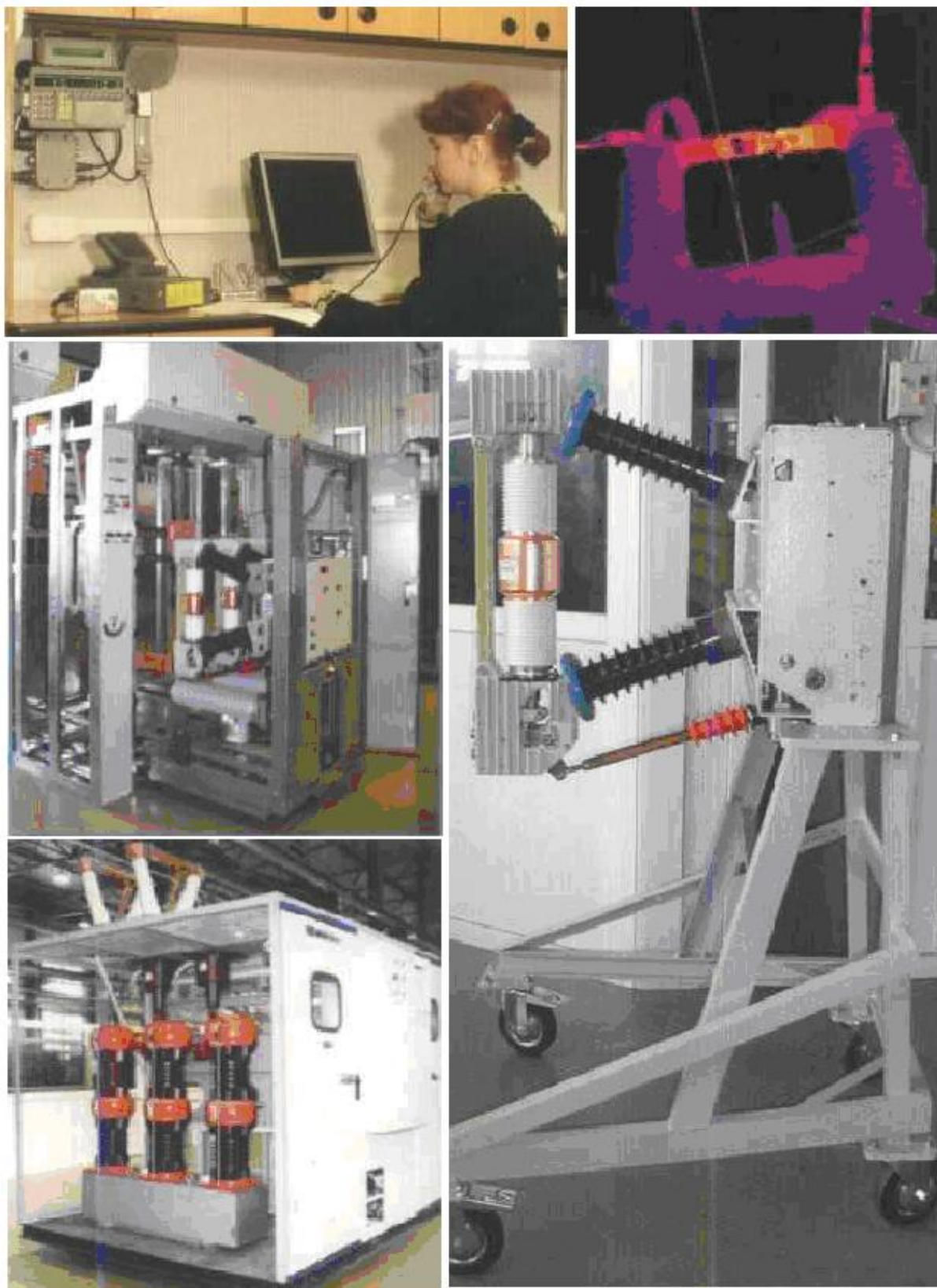
133-rasm. Filtrlash va kompensasiyalash qurilmasi [33].



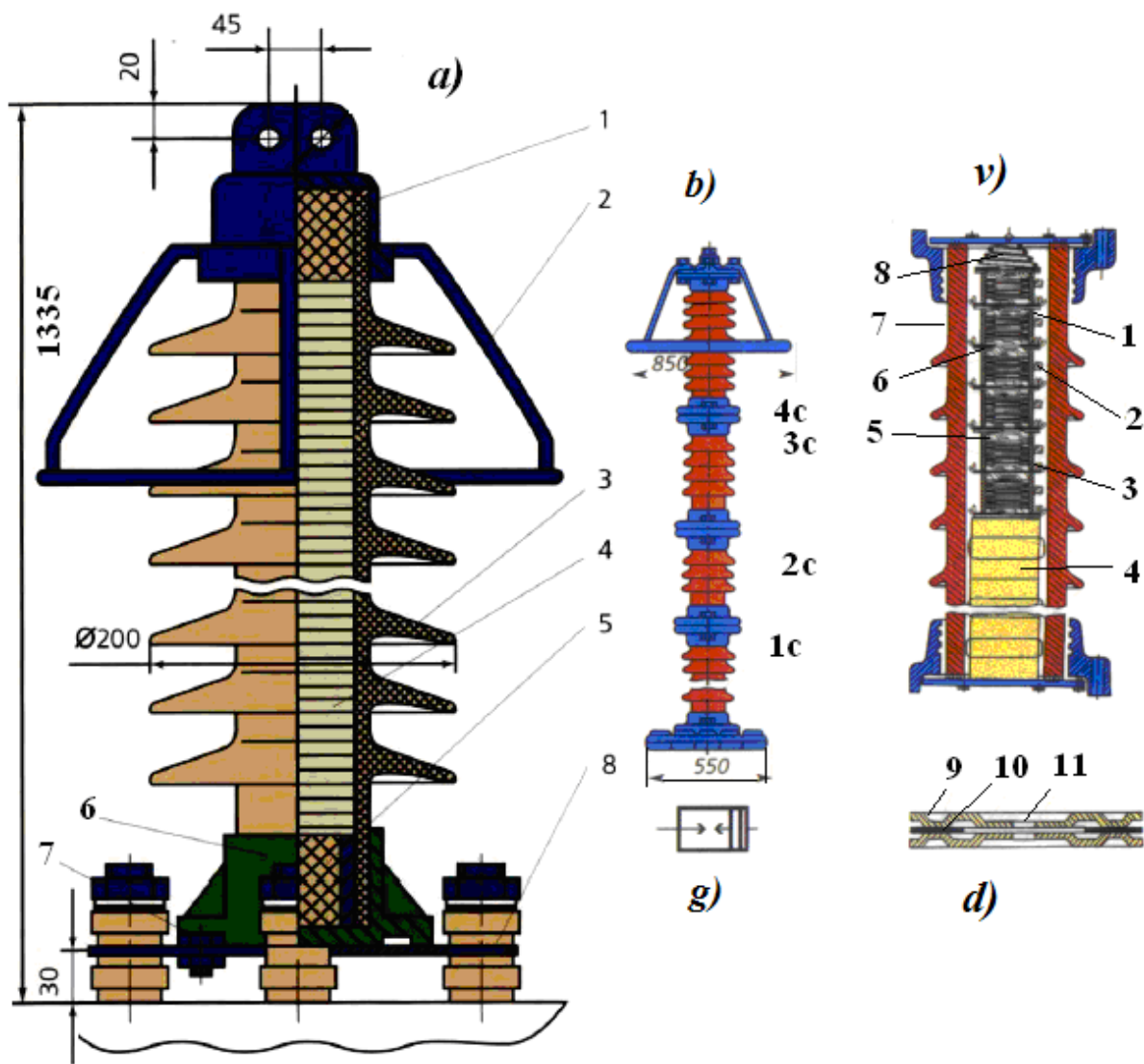
134-rasm. Sektsiyalash va parallel yoqish postlari.



135-rasm. Nazorat va o'lov asboblari.



136-rasm. Teplovizor TN5104 (*a,b*), KRU (*v,d*), ZAN uzgichi (*g*).



141-rasm. O'takuchlanishdan himoya jixozlari.

## MUNDARIJA

<b>Kirish</b>	3
<b>I BOB. Elektr tarmoqlari va podstantsiyalari</b>	4
1.1. Elektr tarmoqlari va sistemalari	4
1.2. Elektr stantsiyalari va podstantsiyalar	12
1.3. Sinxron generatorlarni boshqarish va sinxron kompensatorlar	21
1.4. O‘zgaruvchan va o‘zgarmas tokli podstantsiyalar	30
<b>II BOB. Nimstantsiyalarning tok o‘zgartgichlari</b>	37
2.1. Podstantsiya sxemalari	37
2.2. Transformatorlar	43
2.3. Kuch transformatorlari	53
2.4. Elektr yoyini so‘ndirish	56
<b>III BOB. Yuqori kuchlanishli kommutatsiya va o‘lchov jixozlari</b>	64
3.1. Yuqori kuchlanishli taqsimlash qurilmalari	64
3.2. Yuqori kuchlanishli o‘zgaruvchan tok uzgichlari	74
3.3. Havo uzgichlari	77
3.4. Moyli uzgichlar	80
3.5. Vakuumli uzgichlar	85
3.6. Elegazli uzgichlar	90
3.7. Elektromagnit uzgichlar	91
3.8. Ajratkich, bo‘lgich va qisqa tutashtirgichlar	92
3.9. Eruvchan saqlagichlar	101
3.10. Reaktorlar	104
3.11. Kuchlanish o‘lchov transformatorlari	109
3.12. O‘lchov tok transformatorlari	113
<b>IV BOB. Izolyatorlar va tok o‘tkazish yo‘llari</b>	118
4.1. Ichki va tashqi izolyasiya	118
4.2. Izolyatorlarning asosiy turlari	124
4.3. Tok o‘tkazuvchi shinalar	131

4.4. Yuqori kuchlanishli kabellar	135
<b>V BOB. Past kuchlanishli kommutatsiyalash jihozlari</b>	138
5.1. Elektr taqsimlash qurilmalari	138
5.2. Saqlagichlar, rubilniklar va uzgichlar	142
5.3. Avtomatlar, kontaktorlar va magnit yuritgichlar	147
5.4. Operativ jixozlarning kontaktlari	154
<b>VI BOB. Elektr tarmoqlarida qisqa tutashuv</b>	159
6.1. Qisqa tutashuvlarning xavfi	159
6.2. Havo elektr uzatish yo‘llarida o‘takuchlanish	161
6.3. Elektr ta‘minot sistemalarida qisqa tutashuv	167
6.4. Qisqa tutashuv tokining termik ta‘siri	174
<b>VII BOB. Releli himoya va avtomatika</b>	183
7.1. Releli himoyalash va avtomatika	183
7.2. Rele va operativ tok manbalari	191
7.3. Tokli himoyalar	197
7.4. Differensial himoyalar	201
7.5. Kuch transformatori va avtotransformatorlar himoyasi	214
7.6. Podstantsiya elektr qurilmalarining himoyalari	229
7.7. Podstantsiyalarda mikroprosessorli boshqaruv	234
<b>VIII BOB. Stantsiya va podstantsiyalarning o‘z energiya iste‘moli</b>	237
8.1. Podstantsiyaning o‘z energiya iste‘moli	237
8.2. O‘z ehtiyoj transformatorlari	242
8.3. Podstantsiya akkumulyator batareyalari	243
8.4. Zaryadlash va podzaryadlash qurilmalari	252
8.5. O‘z ehtiyoj elektr ta‘minot sxemalari	255
8.6. Podstantsiyalarning ba‘zi qurilmalari	258
8.7. Podstantsiyalarni yashindan himoyalash	262
<b>Foydalanilgan adabiyotlar</b>	268
Rangli ilova	271



Mundarija	293
Mualliflar haqida qisqacha ma'lumot	302

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Vvedenie</b>	3
<b>Glava I. Elektricheskie seti i podstansii</b>	4
1.1. Elektricheskie seti i sistemy	4
1.2. Elektricheskie stansii i podstansii	12
1.3. Upravlenie sinxronnymi generatorami i sinxronnye kompensatory	21
1.4. Podstansii peremennogo i postoyannogo toka	30
<b>Glava II. Tokovye preobrazovateli podstansiy</b>	37
2.1. Sxemy podstansiy	37
2.2. Transformatory	43
2.3. Silovye transformatory	53
2.4. Gashenie elektricheskoy dugi	56
<b>Glava III. Vysokovoltные kommutatsionnye i izmeritelnye apparatura</b>	64
3.1. Vysokovoltные raspredelitelnye ustroystva	64
3.2. Vysokovoltные vyklyuchateli peremennogo toka	74
3.3. Vozdushnye vyklyuchateli	77
3.4. Maslyanye vyklyuchateli	80
3.5. Vakuumnye vyklyuchateli	85
3.6. Elegazovye vyklyuchateli	90
3.7. Elektromagnitnye vyklyuchateli	91
3.8. Raz'ediniteli, otdeliteli, i korotkozamykateli	92
3.9. Plavkie predokhraniteli	101
3.10. Reaktory	104
3.11. Izmeritelnye transformatory napryajeniya	109
3.12. Izmeritelnye transformatory toka	113
<b>Glava IV. Izolyatory i tokoprovodyayushchie linii</b>	118
4.1. Vnutrennyaya i narujnaya izolyasiya	118
4.2. Osnovnye tipy izolyatorov	124

4.3. Tokoprovodyaщие shины	131
4.4. Bысокovoлтные kабели	135
<b>Glava V. Nизkovoлтные kоmmutatсионные аппаратуры</b>	<b>138</b>
5.1. Распределительные пункты	138
5.2. Предохранители, рубильники и выключатели	142
5.3. Автоматы, контакторы и магнитные пускатели	147
5.4. Контакты оперативных аппаратов	154
<b>Glava VI. Kороткие замыкания в электрических системах</b>	<b>159</b>
6.1. Опасность короткого замыкания	159
6.2. Перенапряжения в воздушных линиях электропередач	161
6.3. Короткие замыкания в системах электроснабжения	167
6.4. Термическое воздействие токов короткого замыкания	174
<b>Glava VII. Реleynaya защита и автоматика</b>	<b>183</b>
7.1. Реleynaya защита и автоматика	183
7.2. Реle и оперативные источники тока	191
7.3. Tokовая защита	197
7.4. Дифференциальная защита	201
7.5. Защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов	214
7.6. Защиты электрооборудования подстанций	229
7.7. Микропроцессорные управления в подстанциях	234
<b>Glava VIII. Собственное питание станции и подстанций</b>	<b>237</b>
8.1. Собственное энергоснабжение подстанций	237
8.2. Трансформаторы собственного питания	242
8.3. Аккумуляторные батареи подстанций	243
8.4. Устройства зарядки и подзарядки	252
8.5. Схемы энергоснабжения собственного потребления	255
8.6. Некоторые электрооборудования подстанций	258
8.7. Грозозащита подстанций	262
<b>Iсползованная литература</b>	<b>268</b>

Svetnye prilozheniya	271
Oglavlenie	293
Svedeniya ob avtorax	302

## **CONTENTS**

<b>Introduction</b>	3
<b>Chapter 1. Electric networks and substations</b>	4
1.1. Electric networks and systems	4
1.2. Electric stations and substations	12
1.3. Management synchronous generator and synchronous compensators	21
1.4. Substations of variable and direct current	30
<b>Chapter 2. Current converters substation</b>	37
2.1. Schemes of substations	37
2.2. Transformers	43
2.3. Power transformers	53
2.4. Extinguishing the electric arc in circuit of alternating current	56
<b>Chapter 3. High voltage switching and measuring equipment</b>	64
3.1. High voltage distributing device	64
3.2. High voltage switches of alternating current	74
3.3. Air switches	77
3.4. Oil switches	80
3.5. Vacuum switches	85
3.6. Electrical engineering gas switches	90
3.7. Electromagnetic switches	91
3.8. Uncouples, Spreaders, and Short closing	92
3.9. Fusible fuzes	101
3.10. Reactors	104
3.11. Measuring transformers of the voltage	109
3.12. Measuring transformers of the current	113
<b>Chapter 4. Insulators and current conduct lines</b>	118
4.1. Internal and external insulation	118
4.2. Main types insulators	124
4.3. Current conduct lines	131
4.4. High voltage cables	135

<b>Chapter 5. Low voltage switching devices</b>	138
5.1. Types of the electrical accessories and shields	138
5.2. Fuzes, contact-breakers and switches	142
5.3. Automaton, contactors and magnetic puts in action	147
5.4. Operative contacts devices	154
<b>Chapter 6. Short circuits in electric system</b>	159
6.1. Dangers of the short circuit	159
6.2. Overstrain in air line electric transmissions	161
6.3. Short circuit in system of electric provision	167
6.4. Thermal actions current short circuit	174
<b>Chapter 7. Relay protection and automation</b>	183
7.1. Relay protections and automations	183
7.2. Relay and operative sources of the current	191
7.3. Current defense	197
7.4. Differential protection	201
7.5. Protection power transformers and autotransformers	214
7.6. Protection electric equipments of substation	229
7.7. Microprocessor managements in substation	234
<b>Chapter 8. Own feeding of substation</b>	237
8.1. Own power supply of substation	237
8.2. Transformers own feeding	242
8.3. Akkumulyatornee batteries of substation	243
8.4. Charge and under charge devices	252
8.5. Schemes of supply of the consumers of the own necessities	255
8.6. Some electric equipments of substation	258
8.7. Zipper defense of substation	262
Literature	268
Colour exhibit	271
Contents	293



O'quv qo'llanmasi mualliflari to'g'risida qisqacha ma'lumot.

**1.Siddikov Ilxomjon Xakimovich**

-Tug'ilgan yili va joyi: 10.06.1959 yil, Andijon viloyati.

-Ilmiy darajasi va unvoni: texnika fanlari doktori, professor

-Ish joyi: "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari institute" «Elektr ta'minoti va qayta tiklanuvchan energiya manbalari» kafedrasini, professori.

-Tugatgan OO`Yui: Toshkent politexnika instituti, davlat texnik universiteti, Energetika fakulteti. -Ish staji: 40 yil, Pedstaji: 30 yil.

-Uy adresi: Toshkent shaxri, 100149, massiv Tansikboev – 2, 5 uy, 22 xonadon.

Telefon: 229 66 51, Mobil telefon: 544 98 77.

-Pasport seriya AD №2174718, berilgan Toshkent shaxri, Olmazor IIB, 14.12.2022-yil.