

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

**ISLUM KARIMOV NOMIDAGI  
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

# **ELEKTR STANSIYALARI VA TARMOQLARINI ISHLATISH**

fanidan

**MA‘RUZALAR MATNI**



TOSHKENT 2019

UDK 621.316.925 /076

Tuzuvchilar: Elektr stansiyalari va tarmoqlarini ishlatish fanidan ma'ruzalar matni, Soliyev A.G. Nurmatov O.Yo., Musinova G.F. – Toshkent, ToshDTU, 2019. 77 b.

Ushbu "Elektr stansiyalari va tarmoqlarini ishlatish" fanidan ma'ruzalar to'plami ta'limning 5310200 – Elektr energetikasi (energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash) yo'nalishi talabalari uchun tuzilgan.

Ma'ruza matni zamonaviy stansiya va nimstansiyalarda qo'llanadigan elektr qismlarining tuzilishi, ishlash asoslari va ularni tanlash bo'yicha yo'nalish profiliga mos, ta'lim standartida talab qilingan bilimlar, ko'nikmalar va tajribalar darajasini ta'minlashdan iborat.

*Ma'ruzalar matni ToshDTU o'quv-uslubiy kengashi qaroriga asosan chop etildi*

Taqrizchilar: dots. Raxmonov I.U. ToshDTU «Energetika»  
fakulteti «Elektr ta'minoti»  
kafedراسi mudiri  
dots. Mirzayev A.T. "O'zbekenergo" AJ SRB  
boshlig'i

## KIRISH

Elektr energiyasining hozirgi zamondagi ahamiyatini baholash juda mushkul; hayotimizni va har bir inson hayotini – ishlab chiqarishdami, biznesdami, turmushdami elektrsiz tasavvur qilish mumkin emas.

XX asrda sodir bo‘lgan ilmiy-texnika revolyutsiyasining ikki muhim yo‘nalishini ko‘rsatish mumkin.

Bu – odamning fizika energiyasini boshqa energiya turlari (asosan elektr energiyasi) bilan to‘la almashtirish va jarayonlarni avtomatlashtirish yordamida odamlarni andazalangan operatsiyalardan (fizika va aqliy mehnatlardan) ozod qilish. Shuning uchun, vatanimiz kompleks xo‘jaligining barcha sohalaridagi ilmiy-texnika taraqqiyot energetika va avtomatika bilan aniqlanadi.

Turkiston energetika xo‘jaligini quvvati 1914-yilga kelib 20 ming o.k. dan ozgina oshgan bo‘lib, 51 elektr stansiyalardagi umumiy elektr motorlar soni 500 tadan oshmas edi.

1917 yilgacha hozirgi O‘zbekiston hududidagi elektr stansiyalarining quvvati 3 ming kVt ni tashkil qilib, bir yilda 3,3 mln. kVt.s. elektr energiyasi ishlab chiqarilgan edi.

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

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

O‘rnatilgan uskunalar quvvatlarining yig‘indisi 11,0 mln. kVt bo‘lgan, 37 issiqlik va suv elektr stansiyalarini o‘z ichiga olgan O‘zbekiston energetika tizimi asosini yirik elektr stansiyalari, shu jumladan Sirdaryo DRES (8,0 mln. kVt), Toshkent (1,86 mln. kVt), Yangi-Angren (1,8 mln. kVt) va Navoiy DRESi (1,25 mln. kVt) tashkil etadi.

Ko‘rsatilgan elektr stansiyalarda yagona quvvati 150 dan 300 ming kVt bo‘lgan 30 dan ortiq zamonaviy energetika bloki o‘rnatilgan. Loyiha quvvati 3,2 mln. kVt va yagona energetika bloki quvvati 800 ming kVt li O‘rta Osiyoda eng katta bo‘lgan Tolimarjon issiqlik DRES qurilishi davom etmoqda.

Suv energetikasi O'zbekiston Respublikasini energetika vazirligi tizimidagi bir necha suv elektr stansiya kaskadlari bilan belgilangan. Bulardan O'rta-Chirchiq GES lar kaskadi suv havzasiga ega va shu sababli 600 ming kVt quvvatli Chorvoq GESi va 165 ming kVt quvvatli Xodjikut GESi quvvatni rostdash tartibida ishlaydi. Qolgan GES lar esa asosida suv okimi bo'lgan tartibda ishlaydi.

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

Bu elektr korxonalar ishonchli va samarali ishlashi lozim! Buning uchun yosh mutaxassisga quyidagilar zarur: Elektr stansiya va nimstansiyalarni o'ta samarali va ishonchli sxema va joylanishlarni to'g'ri tanlashni, ularda qo'llaniladigan elektr jihozlarni, transformatorlarning soni va quvvatlarini tanlash, o'rnatish joyi va boshqarishni bilishi kerak.

Bu holatlarning boshqarish usullarini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari, qisqa tutashuv toklarini aniqlash, kuchlanishni rostdash imkoniyatlarini bilishi, elektr qurilmalarining rele himoyasi, nazorat va boshqarish avtomatikasini tushunishi, elektr stansiya va nimstansiyalarning ratsional variantini tanlash masalalarini yecha olishi kerak.

# **1-MA'RUZA.**

## **ELEKTR USKUNALARINI ISHLATISHDAGI ASOSIY TALABLAR**

Reja:

1. To'g'ri ishlatishdagi asosiy talablar.
2. Energetika inshootlari xodimlarining majburiyatlari.
3. Elektr energiyaning sifat nazorati.

Ishlatishni yo'lga qo'yish elektr energiyaga bo'lgan talabni uzluksiz elektr ta'minoti, o'zgarmas chastota, kuchlanishni kerakli me'yori va yuqori tejamkorlik orqali to'liq qondirilsagina to'g'ri hisoblanadi.

Elektr ta'minotining tejamkorligi birinchi navbatda ishlab chiqarish tannerxi, elektr energiyani uzatish va taqsimlash, uskunalarning to'liq ishlashiga, uning FIK, xodimlarning soniga yoki mehnat unumdorligi orqali baholanadi.

Ishlatishni yo'lga qo'yish va amalga oshirish talablari quyidagi tartibda:

1. Rahbarda mutaxassis xislatlari bo'lishi, ya'ni rahbar zamonaviy ilg'or texnikani mukammal bilmog'i lozim.

2. Tashkiliy tuzilishlarni doimiy ravishda yaxshilash.

3. Mehnat intizomini quvvatlash.

4. Uskunalarni to'liq bilishi. Bunday bilish o'zida berilgan tipdagi uskunani ishlatish nazariyasini, stansiyada o'rnatilgan uskunalarni bilishi, ularning tarkibini, parametrlari va xarakteristikalarini o'z ichiga jamlaydi.

5. To'g'ri ishga kiritish tartibini bilish. U yoki bu sharoitlarda ruxsat etilgan yuklama miqdori, jarayonga kerakli bo'lgan ko'rsatkichlarni ta'minlash, tezlik va uskunani bir holatdan boshqa holatga o'tish tartibi tejamkor ishlashiga muhim ahamiyat kasb etib va kerakli ishlash muddatini ta'minlashiga ta'sir etadi.

6. Uskunani ko'rib chiqishdagi na'munaviy tartib. Kirish joylarida tozalikka rioya qilish qoidalarini qo'yish.

7. Rejaviy ogohlantiruvchi ta'mirlashlarni sifatli o'tkazish. Rejaviy ogohlantiruvchi ishlarni nazorat qilish muddati ko'zda tutilmaydi. Har qanday ko'zda tutilgan nosozliklar iloji boricha qisqa muddatda yo'q qilinishi lozim.

Rejaviy – ogohlantiruvchi ta'mirlash yig'ilgan nosozliklarni ommaviy yo'qotilishga kirmaydi, balki ularning vujudga kelishi ogohlantiruvchi hisoblanadi.

8. Oldini olish sinovlarini o'tkazish va o'lchov hamda rele uskunalarning aniq tekshirishlarini kiritish. Oldini olish sinovlari uskunani ko'zdan kechirishda aniqlanmagan nosozliklarni aniqlab beradi, chunki bunday nosozliklar tashqi belgilarga ega emas.

9. Hujjatlarni to'g'ri olib borish. Hujjatlar uskunaning o'tgan umrini, eng ma'qul holatini o'rnatishga, ko'zdan kechirish usuli va sozlash usullarini, nosozliklarni yoki halokat sabablarini aniqlashga yordam beradi.

10. Halokat sabablarini sinchkovlik bilan tekshirish. Halokat ishlatishdagi katta yetishmovchilikni birinchi alomatidir. Uni diqqatlik bilan o'rganish orqali ularni yanada yomon oqibatlarga olib kelishi mumkin bo'lgan nozik joylarini aniqlash mumkin.

11. Elektrotexnik uskunalarga xodimlarni tayyorlash. Xodimdan egallab turgan lavozimiga monand texnik bilim, ishlatayotgan uskunani bilishi, uni ishlatish qoidalarini va ish joyiga qo'llanadigan ishlab chiqarish ko'nikmalari talab qilinadi.

### **Energetika inshootlari ishchilari majbur:**

- uzatilayotgan elektr energiyasining sifatini nazorat qilish. Kuchlanish va chastotaning me'yori, issiqlik tashuvchilarning bosimi va harorati;

- tezkor – dispetcherlik intizomiga amal qilmoq;

- inshootlarni, binolarni, uskunalarni ishlatishga shay holda tutmoq;

- energiya ishlab chiqarishni maksimal tejamkorlik va ishonchligini ta'minlash.

- inshoot va uskunalarni ishlatish jarayonida sanoat va yong'in xavfsizligi qoidalariga rioya qilmoq.

- mehnatni muhofaza qilish qoidalarini bajarish.

- ishlab chiqarishdagi insonga va tabiatga bo'lgan zararli ta'sirlarni kamaytirish.

- elektr energiyani ishlab chiqarishda, uzatishda va taqsimlashdagi yagona o'lchov birligini ta'minlash.

- tejamkorlik, ishonchlik, xavfsizlik hamda energetik inshoot tabiatini va atrof - muhit tabiatini yaxshilash maqsadida ilmiy – texnik yutuqlaridan foydalanish.

Iste'molchilarni uzluksiz elektr energiya bilan ta'minlash muhim ahamiyat kasb etadi, energiya ta'minotidagi uzilishlar sanoat korxonalarining texnologik jarayonlarini buzishi, elektrlashgan transportning to'xtashiga, shaharlar va qishloqlardagi normal hayotni buzishiga olib keladi. Uzluksiz elektr ta'minoti tezkor xizmatchilarning

yaxshi ishlashi, sistemada quvvat zaxirasi va elektr tarmoqlarining ratsional sxemalari orqali ta'minlanadi.

Texnologik jarayonlarning buzilishi elektr energiya sifatining kamayishi natijasida ham kuzatiladi. Sistemada chastotaning kamayishi motorlardagi mexanizmlarning aylanish tezligini kamayishiga olib keladi va ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifatsizligiga olib kelishi mumkin. Kuchlanishning tushishi motorlarning aylanish momentini kamaytiradi, kuchlanishni oshishi esa yoritgich qurilmalarining umrini qisqartiradi.

Elektr energiya sifati nazorati chastota va kuchlanish rostdashni avtomatlashtirish, kompensatsiyalovchi uskunalarni to'g'ri ishlatish, kuchlanishni yuklama ostida rostdash transformatorlarini qo'llash orqali amalga oshiriladi.

### **Iste'molchi ta'minlashi lozim:**

- elektr uskunalarni ishga yaroqli holda saqlash va ularni xavfsizlik qoidalari hamda boshqa me'yoriy – texnik xujjatlarga muvofiq ishlatish.

- elektr uskunalari va elektr qurilmalarning texnik xizmatini, rejaviy – ogohlantiruv ta'mirlashini, sinashni, yangilash va tiklashni o'z vaqtida hamda sifatli o'tkazish.

- elektrotexnik va elektrotexnologik xodimlarni yig'ish, ishchilarni davriy tibbiy ko'riklari, mehnat xavfsizligi, yong'in xavfsizligi bo'yicha yo'riqnomalarni o'tkazish.

- elektrotexnik va elektrotexnologik xodimlarni o'qitish va bilimni tekshirish.

- elektr uskunalarni xavfsiz va ishonchli ishlatish.

- elektrotexnik va elektrotexnologik xodimlarning mehnatini muhofaza etish.

- elektr uskunalarni ishlatishda tabiatni muhofaza qilish.

- elektr uskunalarni ishlatishdagi qoida buzilishlar, elektr uskunalarni ishlatish bilan bog'liq bo'lgan baxtsiz hodisalarni hisobga olish, tahlil qilish hamda ularning paydo bo'lishiga olib kelgan sabablarni yo'q qilish uchun chora tadbirlarni ko'rish.

- elektr uskunalari bilan bog'liq bo'lgan o'limli va og'ir halokatlar hamda guruhli baxtsiz hodisalarni davlat energiya nazoratiga xat orqali ma'lum qilish.

- elektrotexnik xodimlar uchun lavozim yo'riqnomasi, ishlab chiqarishga oid yo'riqnoma hamda tabiatni muhofaza qilish yo'riqnomalarini ishlab chiqish.

- elektr uskunalarning himoya vositalari, o't o'chirish vositalari va jihozlar bilan ta'minlash.

- elektr energiyasining ratsional isrofini hisoblash hamda energiya tejamkorlik bo'yicha tadbirlar o'tkazish.

- elektr uskunalarida, chaqmoqdan himoya qurilmalarini ishlatish, o'lchov asboblari va elektr energiyani hisobga olish vositalarida kerakli bo'lgan tajribalarni o'tkazish.

### **Sinov savollari**

1. Ishlatishni yo'lga qo'yish talablarini tushuntirib bering
2. Energetika inshootlari ishchilarining majburiyatlari?
3. Iste'molchilar elektr energiyasini iste'mol qilish jarayonida nimalarga e'tibor berishlari lozim?

### **2. MA'RUZA.**

#### **ELEKTR MASHINALARNI ISHLATISHNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI**

Reja:

1. Elektr mashinalarni ishlatish rejimi.
2. Qo'zg'atishni avtomatik rostdash tizimi.
3. Generatorlarni yong'in o'chirish tizimi.

Generatorlarni ishlatish mobaynida ularning ruxsat etilgan ish rejimlarida uzluksiz ishlashi, qo'zg'atish tizimini, sovitish tizimi, moy ta'minoti, nazorat qurilmasi, himoyalari, avtomatikasining ishonchli ishlashi va elektromagnit halaqitlardan holi bo'lishi lozim.

Qo'zg'atishni avtomatik rostdash tizimi doimo ishchi holatida bo'lishi kerak. Faqatgina ta'mirlash yoki tekshirish jarayonida qo'zg'atishni avtomatik rostdash tizimini to'liq yoki qisman o'chirishga ruxsat etiladi. Generatorlar ishchi qo'zg'atish tizimi orqali ishga kiritilishi lozim. Generatorlarni ishlatish jarayonida ishchi qo'zg'atishdan zaxira qo'zgatishga yoki aksincha bo'lgan hollarda generatorni tarmoqdan uzmaganda amalga oshirilishi kerak.

Vodorodli sovitish tizimli turbogeneratorlar montaj yoki asosiy ta'mirdan so'ng vodorodning normal bosimi bo'lgandagina ishga kiritilishi lozim. Vodorodli yoki vodorod – suvli sovitish tizimli turbogeneratorlar yuklama ostida ishlash jarayonida havo sovitilishiga



ruxsat etilmaydi. Bunday generatorlarni havo sovitishda uzoq muddatli bo'lmagan salt ish rejimlarida qo'zg'atish tizimisiz va ishlab chiqaruvchi yo'riqnomasida ko'rsatilgan havo haroratidan yuqori haroratga ega bo'lmagan hollarda ruxsat etiladi.

Generatorlarning yong'in o'chirish tizimi doimo ishga shay holatda bo'lishi va iloji boricha ularni tezroq ishga tushirishni ta'minlab berish kerak. Generatorlarni ishga tushirish yoki ishlatish jarayonida quyidagi elektrik parametrlar nazorat qilinib turishi lozim: stator va rotorning kuchlanishi, stator va rotor toki, chastota, rotorning aylanish tezligi, aktiv va reaktiv quvvat, stator chulg'ami va po'latining harorati, val, podshipniklarnig zichlari, vodorod bosimi va tozaligi, moyning bosimi va harorati, vodorodli va to'liq suvli sovitish tizimli turbogenerator korpusidagi gazning namligi, tinchlantiruvchi baklardagi moy sathi, podshipnik va kontakt halqalarning titrashlari.

Barcha tipdagi vodorod bilan bevosita sovitiluvchi generatorlar qobig'ining ichidagi vodorodning tozaligi 98 % kam bo'lmasligi, vodorod bilan bilvosita sovituvchi generatorlar qobig'ida vodorodning ortiqcha bosimi 50 kPA va undan ko'p bo'lganda vodorod tozaligi 97 % dan kam bo'lmasligi, 50 kPA dan kam bo'lganda vodorodning tozaligi 95 % dan kam bo'lmasligi kerak.

Fazalarda toklar farqi bilan uzoq muddat ishlashi turbogeneratorlar uchun nominal tokdan 10 % gacha, sinxron kompensatorlar uchun nominal tokning 20 % gacha ruxsat etiladi.

Generatorlarni tubdan ta'mirlashlar 4-5 yilda bir marta o'tkazilishi kerak. Turbogeneratorlarni ishlatish jarayonidan boshlab uning rotorini chiqarib olib ta'mirlash ishlari 8000 soatdan kechiktirmasdan amalga oshirilishi, gidrogeneratorlarda esa 6000 soatdan kechiktirilmasligi lozim. Generatorlarda profilaktik sinov va o'lchovlar "Elektr uskunalarni sinashni qoidalari va me'yorlari" texnik hujjatga muvofiq amalga oshirilish kerak.

Hozirgi elektr stansiyalarida elektr energiyasi hosil qilish uchun uch fazali o'zgaruvchan tok sinxron generatorlari ishlatiladi. Turbogeneratorlar (birlamchi dvigateli – bug' yoki gaz turbinasi) va gidrogeneratorlar (birlamchi dvigateli - gidroturbina) bo'ladi.

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

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (2.1)$$

bunda  $r$  - generator statori chulgʻamlarining juft qutblari soni.

Bugʻ va gaz turbinalari aylanish chastotasi katta (3000 va 1500 ayl/dak) qilib chiqariladi, chunki shunda turbogeneratorlar eng yuqori texnik-iqtisodiy koʻrsatkichlarga ega boʻladi. Odatdagi, yoqilgʻida ishlaydigan issiqlik elektr stansiyalarida (IEM larda) agregatlarning aylanish chastotasi, odatda, 3000 ayl/dak ni tashkil etadi, sinxron turbogeneratorlarda esa ikkita qutb boʻladi. AES da aylanish chastotasi 1500 va 3000 ayl/dak boʻlgan agregatlar ishlatiladi.

Turbogeneratorlar tezyurarligi sababli uning konstruksiyasining oʻziga xos tomonlari boʻladi. Bu generatorlar vali gorizontal joylashadigan qilib tayyorlanadi. Turbogeneratorning katta mexanik va issiqlik yuklamalarida ishlovchi rotor magnit hamda mexanik xossalari yuqori boʻlgan maxsus (xrom-nikelli yoki xrom–nikel-molibdenli) poʻlatdan tayyorlangan yaxlit pokovkadan yasaladi.

Rotorning qutbi aniq boʻlmaydi. Aylanish chastotasi katta boʻlganligi uchun, mexanik mustahkamlikning taʼminlash nuqtayi nazaridan, rotorning diametri 3000 ayl/dak uchun 1,1-1,2 m dan ortmaydi. Rotor qobigʻining uzunligi ham maʼlum chegaraga ega boʻlib, 6-6,5 m ga teng boʻladi. U val statik egilishining ruxsat etiladigan kattaligi va maʼqul titrash xarakteristikasining hosil qilish shartiga koʻra aniqlanadi.

Rotorning asosiy magnit oqimi oʻtadigan aktiv qismida uygʻotish chulgʻaming gʻaltaklari joylanadigan pazlar frezalanadi. Rotorning har ikki tomonidan uning valiga mashinadagi sovituvchi gazning aylanib yurishini taʼminlaydigan ventilyator oʻrnatiladi.

Turbogenerator statori korpus va oʻzakdan iborat. Korpus payvandlab tayyorlanadi, tashqi (torets) tomonlari shchitlar bilan berkitilib, boshqa qismi bilan tutashgan joylari zichlanadi. Stator oʻzagi qalinligi 0,5 mm li poʻlatdan tayyorlangan, izolyatsiyalangan listlardan yigʻiladi. Listlar paket koʻrinishida yigʻilib ular orasida ventilyatsiya kanallari qoldiriladi. Oʻzak ichidagi pazlarga uch fazali, odatda, ikki qatlamli chulgʻam joylanadi.

Gidravlik turbinalarning aylanish chastotasi, odatda, nisbatan kichik (60 - 600 ayl/dak) boʻladi. Suv bosimi qanchalik past, turbina quvvati qanchalik katta boʻlsa, aylanish chastotasi shunchalik kichik boʻladi. Hidrogeneratorlar shu sababdan sekin yurar va oʻlchamlari, massasi katta, shuningdek, qutblari soni koʻp boʻladi.

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

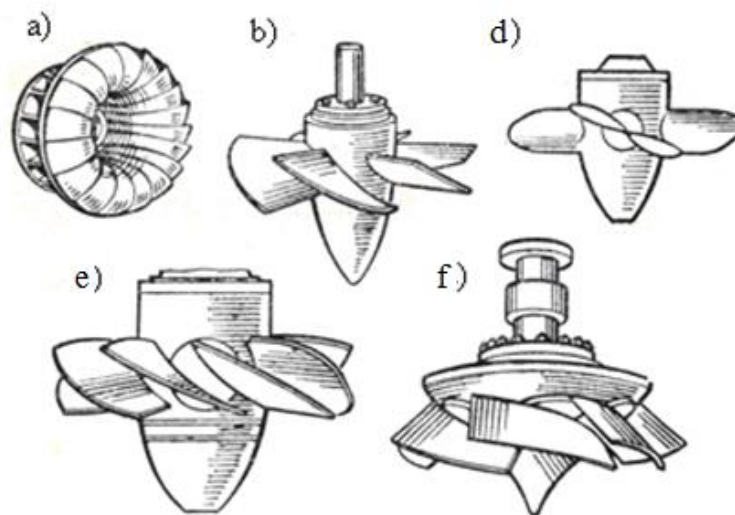
Qutblarda uygʻotish chulgʻamlaridan tashqari dempferlovchi chulgʻam ham joylanadi, u qutblar uchidagi pazlarga joylashtiriladigan va rotor chetiga tutashtiriladigan mis halqa yordamida sterjenlardan hosil qilinadi. Bu chulgʻam agregat rotorining generator yuklamasining keskin oʻzgarishi bilan bogʻliq boʻlgan har qanday uygʻotilishida hosil boʻladigan tebranishlari tinchlantirish uchun xizmat qiladi.

Turbogeneratorlarda tinchlantiruvchi chulgʻam vazifasi rotorning massiv qobiqi va pazlarda uygʻotish chulgʻamining berkitib turuvchi metall ponalar oʻtaydi.

Gidrogeneratorning statori turbogenerator statorining konstruksiyasidan prinsipial farq qilmaydi, faqat turbogeneratornikidan farqli oʻlaroq, ajraladigan qilib tayyorlanadi. U aylana boʻylab teng ikki - olti qismga boʻlinadi, bu esa uning tashishi va montaj qilishni yengillashtiradi.

Reaktiv gidravlik turbinada ishchi gʻildirakning parraklarida suvning kinetik va potensial energiyalari turbinaning mexanik energiyasiga oʻzgartiriladi. Turbinaning ishchi gʻildiragiga oqib kiruvchi suv katta bosimga ega boʻlib, u ishchi gʻildirakning oqim yoʻlidan oqib oʻtgani sari kamayib boradi. Bunda suv turbinaning parraklariga reaktiv bosim beradi va energiyaning potensial tashkil etuvchisi ishchi gʻildirakning mexanik energiyasiga oʻzgartiriladi.

Parraklarning egriligi hisobiga suv oqimining yoʻnalishi oʻzgaradi va markazdan qochma kuchlarning taʼsiri natijasida suvning kinetik energiyasi, aktiv turbinadagi singari, turbinaning mexanik energiyasiga oʻzgaradi. Reaktiv turbinaning ishchi gʻildiragi, aktiv turbinadan farqli holda, suvning ichida joylashadi, yaʼni ularda suv oqimi ishchi gʻildirakning barcha parraklariga kirib keladi. Reaktiv turbina ishchi gʻildiraklarining turlicha tuzilishlari 2.1 - rasmda tasvirlangan.



2.1- rasm. Reaktiv turbinalar ishchi g'ildiraklarining umumiy ko'rinishlari: a)- radial-bo'ylama; b)- parrakli; d)- buriluvchan-parrakli; e)- ikki parrakli; f)- diagonal

Radial-bo'ylama turbinalarda ishchi g'ildirakning parraklari murakkab egrilikka ega bo'lib, yo'naltiruvchi apparatdan kirib keluvchi suv ketma-ket tarzda radial yo'nalishini o'q bo'ylab yo'nalishga o'zgartirib boradi. Bunday turbinalar naporning katta diapazonida, ya'ni u 30 m dan 600 m gacha bo'lgan hollarda qo'llanilishi mumkin.

Parrakli turbinalar sodda tuzilish va yuqori FIK ga ega. Biroq, ularda yuklamaning nominal qiymatdan o'zgarishi bilan FIK keskin kamayadi.

Buriluvchan-parrakli turbinalarda parrakli turbinalardan farqli holda FIK ning yuqori qiymatining ta'minlash uchun ishchi g'ildirakning parraklari ish rejimining o'zgarishiga bog'liq holda buriladi.

Ikki parrakli turbinalarda ishchi g'ildirakda parraklar juftlangan bo'ladi. Ularning keng qo'llanilishi tuzilishidagi murakkabliklar bilan cheklangan. Xuddi shunday murakkab tuzilish ishchi parraklari o'z o'qiga nisbatan buriluvchan bo'lgan diagonal turbinalar uchun ham xarakterlidir.

Keyingi yillarda vali gorizontall joylashgan, kapsulli generator deb ataluvchi generatorlar ishlatila boshlangan. Bunday generatorlar tashqi qismining turbina orqali keladigan suv yuvib o'tadigan suv o'tmaydigan qobiq (kapsula) ga joylanadi. Kapsulali generatorlar bir necha o'nlab megavolt-amper quvvatga mo'ljallab tayyorlanadi. Bular ayon qutbli nisbatan sekin yurar ( $n = 60...150$  ayl/min) hisoblanadi.

Elektr stansiyalarida ishlatiladigan sinxron generatorlarning boshqa tiplari ichida ichki yonuv dizel dvigatellari bilan biriktiriladigan dizel-generatorlarni aytib o'tish lozim. Bular ayon qutbli vali gorizontall joylashgan mashinalardir. Porshenli mashina singari dizel ham notekis

burovchi momentga ega bo'lganligi uchun dizel-generator maxovik bilan ta'minlanadi yoki uning rotori aylanma momenti katta qilib tayyorlanadi.

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

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

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

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

$$S_{n\hat{m}} = \sqrt{3}U_{n\hat{m}}I_{n\hat{m}}, \quad (2.2)$$

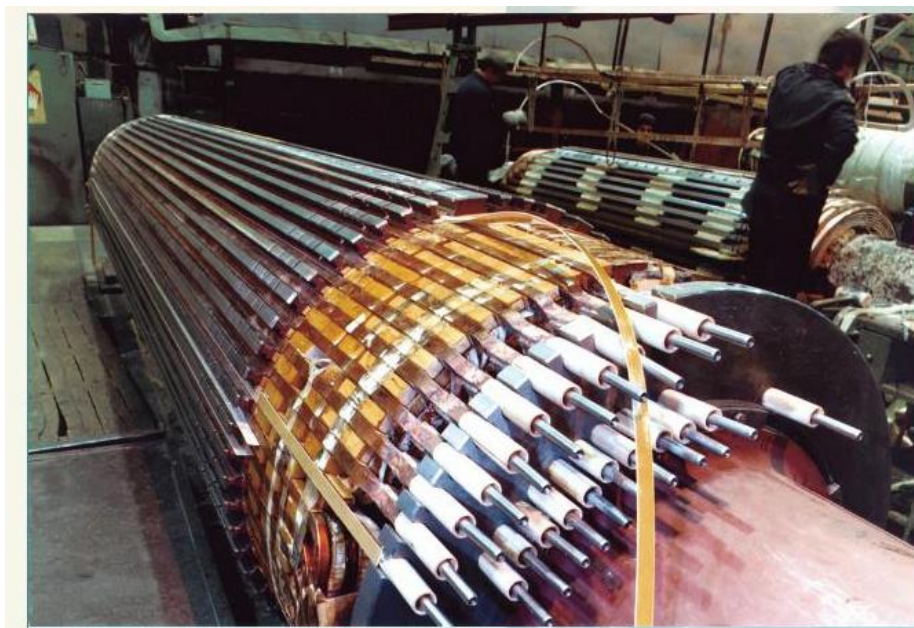
generatorning aktiv nominal quvvati uning turbina bilan komplektda uzoq muddat ishlashi uchun mo'ljallangan eng katta aktiv nominal quvvatdir.

Aktiv nominal quvvat quyidagi ifodada aniqlanadi (kVt):

$$P_{n\hat{m}} = S_{n\hat{m}} \cos \varphi_{n\hat{m}} \quad (2.3)$$

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

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



2.2 – rasm. Turbogenerator rotoriga chulgʻamlarni oʻrnatish jarayoni

Nominal quvvat koeffitsiyenti standartga muvofiq 125 MVA va undan kichik quvvatli generatorlar uchun 0,8; quvvati 588 MVA gacha boʻlgan turbogeneratorlar va 360 MVA gacha boʻlgan gidrogeneratorlar uchun 0,85; ancha quvvatli mashinalar uchun 0,9 qabul qilinadi. Kapsulali gidrogeneratorlar uchun, odatda,  $\cos\phi \approx 1$ .

Har qanday generator nominal yuklama va nominal quvvat koeffitsientidagi FIK bilan xarakterlanadi. Hozirgi generatorlarda nominal FIK 96,3 - 98,8 % atrofida oʻzgarib turadi.

### **Sinov savollari**

1. Vodorod bilan bevosita sovitiluvchi generatorlarni tushintiring ?
2. Generatorlarning nominal parametrlari aniqlash usullari ?
3. Elektr stansiyalarida ishlatiladigan sinxron generatorlarning tiplari?

### **3-MA'RUZA.**

## **SINXRON GENERATORLARNI (TURBOGENERATORLAR VA GIDROGENERATORLAR) TEXNIK ISHLATISH**

Reja:

1. Generatorlarni turlari.
2. Generatorlarni ekpluatatsiya qilish.
3. Generatorlarni sovitish sistemasi.

Elektr energiya generatorlari- bu shunday uskunaki, mexanik energiyaning elektr energiyasiga aylantirib beruvchi uskunadir.

Generatorlar bo'lishi mumkin: sinxron va asinxron, bir fazali va uch fazali o'zgarmas va o'zgaruvchan tokka bo'linadi.

Sinxron generatorlarning (SG) ishlash prinsipi: asosan elektromagnit induksiyasi qonuniga asoslangan bo'lib u quyidagicha ta'lqin qilinadi.

Magnit maydoniga o'rnatilgan o'tkazuvchan konturda E.Yu.K xosil qilinib uning maydoning magnit oqimining tezligiga kontur orqali to'g'ri proporsional va shunday polyar bo'ladiki, E.Yu.K xosil bo'lgan tok magnit oqimiga qarama qarshi (teskari yo'nalgan) bo'ladi.

$$e = -dF/dt;$$

### Turbogeneratorlar

Bizga malumki, juft pomoslar bilan chastota orasidagi va SG rotor aylanish tezligiga bog'lanishi

$$f = P \times n / 60;$$

P - juft pomoslar soni

n - SG-ni rotor aylanish tezligi [ayl/min]

f - sanoat chastotasi (50 gs)

Bitta turbogenerator (TG) valni o'ziga yana qo'zg'atuvchi xam o'rnatiladi (o'zgarmas tok generatorlari)

TG-da issiqlikka ketadigan 4 % dan to 2 % quvvat yo'qotilishi bo'lishi mumkin: stator chulg'ami, rotor chulg'ami, podshimniklaridagi sirpanishlar va ventilyatsiya uchun.

## **Generatorlarning sovitish sistemasi**

TG-ni sovitish sistemasi ikki tipda bo'lishi mumkin:

- bevosita sovitish sistemasi;
- bilvosita sovitish sistemasi;

### **Bilvosita yopiq sovitish sistemasi**

Bilvosita sovitish sistemasi bo'lishi mumkin: xavoli, qaysiki sovitish uchun xavodan foydalanishda, vodorodli, qaysiki sovitish uchun vodorod ishlatiladi.

TG-larda bilvosita sovitish sistemasi quvvati 60 MVt lilarida ishlatiladi.

Yopiq bilvosita sovitish sistemasida sovituvchi sistema chulg'am va o'zakni atrofida ustki tomonini sovitishga xizmat qiladi va gaz maxsus gaz sovitgichga yuborilib, yana mashinaga sovitilgan xolda yuboriladi.

Vodorodni ishlatilishi, uning issiqlik qabul qilishi 7 marta xavoga nisbatan bo'ladi, uning tan og'irligi kam bo'lganligi uchun xam ventelyatsiya isrofligi kam bo'ladi.

### **Bevosita sovitish sistemasi**

Bevosita sovitish sistemasi generatorlarda quvvati 50 MVt dan yuqori bo'lganlarida qo'llaniladi. Bunda quyidagi sovitish sistemalaridan iborat bo'ladi:

Stator va rotorning vodorodli sovitish sistemasi;

Statorning suv bilan sovitish va rotorni esa vodorod bilan sovitish;

Statorni moyli, rotorning vodorodli sovitish sistemasi.

Bevosita sovitish sistemasida, asosan, sovitish sistemasi uchun vodorod, yoki suv kam xollarda transformator moyi ishlatiladi.

TG-larda, asosan, quyidagi bevosita sovitish sistemasi ishlatiladi:

Stator chulg'amining bevosita suvli sovitish va bilvosita rotor chulg'amining vodorod bilan sovitish bu TG-150 MVt.

Stator chulg'amining bevosita suv bilan sovitish va bevosita vodorodli sovitish rotor chulg'amini bu TG-320 MVt.

Stator va rotor chulg'amining bevosita suv bilan sovitish sistemasi TG-500÷800 MVt

Oraliq ko'rsatkichlarni aniqlashda, gazli-moyli sistemali va suvli sistemali generatorlar va sinxron kompensatorlar, ishlatgan va zaxirada turganlarda bo'lishi kerak:

Hech bo'lmaganda bir haftada bir marta generator korpusidagi gazning shudring nuqtasida (namlikda) harorati, agar sovitish sistemasida aloxida sovitish sistemasi ishlamasa, yoki namlik oshib ketsa - unda keng kamida bir sutkada bir marta.

Turbogeneratorlarning korpusidagi gazning namligi, agar suvli sovitish sistemasida ishlagan bo'lsa, uni xar doim avtomatik holda nazorat qilish kerak bo'ladi. 1 oyda bir marta mashina korpusini qanchalik yopiqligini bilish uchun (vodorod kamayishi korpusida) aniqlab turish lozim bo'ladi. Mashina korpusidagi vodorodning qanchalik tozaligini aniqlash eng kamida bir haftada bir marta avtomatik gazoanalizator yoki



ximyoviy usulda, agarda gazoanalizator ishlamas har smenada 1 marta aniqlanishi lozim. Vodorodning qiymati stator chulgʻamlarining ilmoqlariga va vodorodni suvli sovitish turbogeneratorlarning gaz sovutgichlarida, podshipnik qarshiliklarida, val jipsliklarida oqishida (havo kiradigan tomonidan) , tok oʻtkazgichlarida, nolli va lineyaviy “kiruvchi” (vvod) larda - avtomatik holdagi gazoanalizatorlarda “habar” berishga ishlaydi, agarda bironta nosozlik paydo boʻlsa yoki gazoanalizatorning yoʻqligida koʻtarib yuruvchi gazoanalizator yoki indikatorlar yordamida bir sutkada bir marta tekshirilishi lozim.

Vodorod tozaligi boʻlishi kerak kamida: generator korpusida vodorodli bevosita sovitish sistemasi boʻlsa va sinxron kompensatorlarning hamma tipi boʻyicha – 98 %, agarda generator vodorodli sovitish sistemasi bilvosita boʻlib vodorod bosimi 0,5 kgs/sm<sup>2</sup> (50 kPa) boʻlib undan yuqori boʻlganda – 97 %, undan kam boʻlsa – 95 %.

Vodorod tarkibida kislorod meyori generator korpusida (sinxron kompensator) da koʻpi bilan bosimi 1,2 %, toʻlqinli gidrozatvorda esa va vodorodli bakda moy tozalash qismida koʻpi bilan 2 % boʻlishi mumkin.

Vodorod bosimining oʻzgarib turishi generator korpusida (SG) vodorodning naminal bosimida to 1kgs/sm<sup>2</sup> (100 kPa) boʻlsa unda eng koʻpi bilan 20 %, agar katta bosimli boʻlsa, koʻpi bilan  $\pm 0,2$  kgs/sm<sup>2</sup> ( $\pm 20$  kPa) boʻlishi mumkin.

### **Gidrogenatorlar. (GG)**

GG-lar, asosan, sekin aylanadigan mashinalar qatoriga kirganligi uchun ularning koʻp pomosli qilib ishlab chiqariladi. Rotor diametri bir necha metrni tashkil qilishi mumkin, massasi esa bir necha tonnani tashkil qilishi mumkin. Qoidaga binoan GG lar koʻpincha vertikal holda tayyorlanadi, kam gorizontal holda tayyorlanadi.

Konstruksiyasi boʻyicha GG lar osiluvchan yoki zontik holda tayyorlanadi.

GG ning asosiy elementlari quyidagilardan iborat:

Rotor, pomosli qoʻzgʻatish chulgʻami bilan;

Stator, yakor chulgʻami bilan;

Podiyatnik;

Yuqori generator podshibnigi-VGP;

Pastgi generator podshibnigi-NGP;

Yuqori krestovina;

Pastgi krestovina;

Val;

Qo'zg'atgich.

Statorning alohida sigmentlarining sizib yig'ilishi orqali yig'iladi. GG larni statori qayerda yig'iladigan bo'lsa, shu joyning o'zida yig'iladi.

GG larning rotori g'ildirak, pomos, obodalardan iborat bo'ladi.

Obodni alohida elektromexanik materiallardan yig'iladi (shixtalash qilingan holda). Magnitli o'tkazgich vazifasini bajaruvchi "oboda" ga pomoslarni to'g'ri holatda qo'zg'atish chulg'ami bilan o'rnatiladi, pomoslar ham huddi shunday shixtalashli holda qilinadi.

Pomoslarda qo'zg'atish chulg'amlardan tashqari dempferli chulg'am ham o'rnatiladi, qaysiki, rotorning bir normal rejimdan boshqa bir rejimga o'tishida hosil bo'ladigan tebranishlarni kamaytirishga yordam beruvchi chulg'am hisoblanadi.

Qoidaga binoan, GG ni sovutish sistemasi havoli yopiq holda bo'lib u bevosita va bilvositali bo'lishi mumkin. 300 MVt quvvatli va undan yuqori GG larda stator chulg'amlari suv bilan sovutilib bevosita sovutish tizimlaridan iborat bo'ladi.

Val bilan birgalikda shu valning o'zida qo'zg'atgich o'rnatilgan shuningdek valning aylantirish tezligining o'lchaydigan taxogenerator o'rnatilgan va u o'zgartirish zaxira energiyasi bilan taminlaydi. Taxogenerator - bu uch fazali o'zgarmas magnitli generator xisoblanadi.

GG va TG da normal ekspluatatsiyasida, asosan, ikki parallel sim liniyasida nosimmetriya bo'lganligi uchun mashinaning magnit oqimida E.Yu.K paydo bo'ladi. Bu kuchlanish normal rejimda 6 V-gacha TG larda va 30 V GG larda paydo bo'lishi mumkin. Zaxiradagi "val-podshibnik-fundament-podshibnik" qarshiligida tok yuz ampergacha ko'tarilishi mumkin, bu esa valning shunday chiqishiga, podshibniklarni vikla ishdan chiqishiga olib keladi.

Gidrogeneratorlarda o'zining tabiiy izolyatsiyasi vall bilan podshivnik orasidagi moy plyonkasidan tashqari, maxsus izolyatsiya o'rnatilishi, qaysiki, tokni moy qop orqali o'tishining oldini olish mumkin. Agarda nosozlik paydo bo'lib qolsa TG larda generatorlarning birida podshivnik alohida qilib qo'yiladi (qo'zg'atgich tomonidan), GG larda esa, asosiy, podshivnikni izolyatsiya qilinadi.

Yuqoridagilarni e'tiborga olgan holda, podshivniklarning izolyatsiyasi har oyda bir marta tekshirilib turishi kerak. O'lchashda "1000 V" megom orqali qarshiligi o'lchanadi, bunda TG lar uchun eng kamida 1 Mom ni tashkil qilish kerak.

Generatorlarni ekpluatatsiya va remont qilish

Izolyatsiya nosozligi oz joyiga qarab fazasidagi nosozlikka yoki fazadan chiqish oldida yoki old qismida bo'lishi mumkin.

Fazadagi nosozlik har qalay ishlash sharoiti qanchalik yaxshi bo'lmasin kuchlanishning to'g'ri bo'lishiga qaramasdan u ko'pchilikni tashkil qiladi, boshqa nosozliklarga nisbatan. Bunga sabab, asosan, izolyatsiyani tayyorlashda bo'sh joylar ko'p bo'lishi texnologik normalarning (izolyatsiyani tayyorlash) mumkin.

O'ta kuchlanishlarning paydo bo'lishi natijasida, bo'sh izolyatsiya joylarda nosozliklarning paydo bo'lishiga sabab bo'lishi mumkin. (Masalan, kommunikatsiya vaqtida), yerga qisqa tutashish holati, chulg'amlarda haroratning keragidan ortib ketish, ba'zi bir hollarda tushinib bo'lmaydigan holatlarda kelib chiqishi mumkin.

Sterjenning chiqish joylarida yoki chulg'am seksiyasida, ma'lum izolyatsiya uchun noo'rin holatlari paydo bo'lishi mumkin. Bunda, joyda kuchlanish graduslarining oshib ketishi, bundan tashqari, qisqa tutashish vaqtlarida mexanik kuchlarning paydo bo'lishi, izolyatsiyaning ta'siri sababli, unda yoritgichlarning paydo bo'lishiga sabab bo'lib qolishi mumkin. Vaholanki mashina konstruksiyasida bunday hollarda e'tiborga olinib, kuchlanish graduslarini to'g'ri taqsimlar bajariladi (yarim o'tkazgichli moyli plyonka), izolyatsiyaning elektrik mustahkamligi yaratiladi (izolyatsiya doimiyligi yaratiladi) va chulg'amning mexanik mustahkamligi barpo qilinadi (korzinkali konstruksiya), shunga qaramasdan chulg'amlarning fazasining chiqish joylarida juda ko'p nosozliklar bo'lishi mumkin. Izolyatsiyani nosozligi sterjen bilan old bo'lishining bog'lanishidagi izolyatsiyaning buzilishiga olib keladi. Bog'lanishning buzilishi bu zavodning o'zida sifatsiz qilingan bo'lishi mumkin, natijada chulg'am tebranishiga olib kelishi mumkin. Qisqa tutashib vaqtida elektrodinamik kuchlanishning o'sishi yoki qisqa tutashishning uzoq davom etishi natijasida bog'lanishlarni qizishi.

Bog'lanishlarning ishdan chiqishi mashinaning korpusiga nisbatan qisqa tutashish bo'lishiga, shuningdek, fazalar orasida yoki alohida simlar orasida tutashishlarning paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin. Natijada mashinaning old qismida izolyatsiyaning erib ketishiga olib kelishi mumkin.

Sterjenlar orasidagi bog'lanishlarning nazorat qilish ikki yo'l bilan olib boriladi: chulg'amning aktiv qarshilikning o'lchash bilan va shunt orqali bog'lanishning haroratini o'lchash orqali.

Fazadagi chulg'am aktiv qarshiligining oshib ketishi (ikki martali) fazadagi ikki parallel simlarning biri uzilib ketganligini bildiradi. Ammo,

amaliyotda bu metodni qo'llanishi chegaralangan, chunki qarshilikning ko'payishi boshlang'ich holatda darrov qaytib ko'rsatilmaydi. Bu esa umumiy qarshilik qiymatini o'zgartirmaydi. Parallel simlarni uzulish hollari kam o'zgaradigan holatdir. Ular, asosan, joyli haroratlari ko'tarishlariga olib keladi, qaysiki ushlab turish orqali bilish mumkin.

Old bo'limlarini ushlab ko'rishni faqatgina generatorlar to'xtaganidan keyin amalga oshirish mumkin, to'xtamagan holatda esa amalga oshirish mumkin emas. Yoki haroratdan keyin sun'iy ravishdagi 3 fazali qisqa tutashish orqali bilish mumkin. Bog'lanishlarni tekshirish esa chulg'amning haroratni solishtirib eng qizigan joylardan chulg'am simini ochib ko'rish natijasida aniqlanadi.

Agarda bog'lanishdagi nosozlik o'z vaqtida aniqlanmasa, ular orasidagi 2 ta simni sof bog'lanishining buzilishiga olib kelishi mumkin. Bu esa katta nosozliklarni keltirib chiqishiga, hattoki mashinani old qismining ishdan chiqib yonishiga ham olib kelishi mumkin.

Stator izolyatsiyasini ishdan chiqishi, nosozlik paydo bo'lgan joydan tokni o'tishiga bog'liq va himoyasini tezligiga bog'liq bo'ladi. Ma'lumki, izolyatsiyani ishdan chiqishiga sabab bo'lishi mumkin:

- a) korpusga tutashish;
- b) fazalararo tutashish;
- d) simlararo tutashish.

Korpusga tutashish natijasida stator fazalarida faqatgina izolyatsiyaning ishga chiqishidan tashqari o'zakning kam ishdan chiqarish hollari bo'lishi mumkin. Agarda korpusga ulanishdagi tokning qiymati yuqori bo'lsa, kichik tokli korpusga tutashish bo'lsa, (bitta atrofida) u holda ishdan chiqishlar soni ham bo'ladi. Bunday hollarda generatorlarni tezda o'chirish shart emas, shuning ham navbatchi hodim bema'lol generatorlardagi yuklamaning pasaytirib boshqa generatorlarga uzatishi mumkin.

Agarda, korpusga tutashish toki juda kichik bo'lsa (masalan, transformator bilan birga blok sifatida ishlatiladigan generatorlarda ishdan chiqqan joyda chulg'amning bir qismi bo'lib neytralga yaqin bo'lsa), elektrostansiyalarning bosh injeneri ruhsati bilan ishda qoldirish mumkin va uzoq ishda qoldirish mumkin. Agarda, sistemaga shunga ehtiyoj sezsa iste'molchi tomonidan.

Statorning faza qismida nosozlikni paydo bo'lishining qaytadan tiklab bo'lmaydi, buning uchun albatta uni almashtirishga to'g'ri keladi (nosozlikni qaramasdan). Ish hajmi, asosan, qaysi biri ishdan chiqqaniga bog'liq, agarda, fazaning ustki qismida bo'lsa ikki-uch kunda amalga

oshirish mumkin. Ammo pastki qismida bo'lsa unda ko'p vaqtni talab qilishi mumkin.

2 va 3 fazali qisqa tutashishlarda nosozlik joyidan juda katta qiymatli toklar o'tishi mumkin. Amaliyot ko'rsatadiki, agarda generator himoyali vaqtsiz o'chirishga ishlab so'ndirish avtomatini ishga solsa, unday holda nosozlik joyida qisqa vaqti qisqa tutashish toklari o'tib uning tezda ishdan chiqishiga olib kelmasligi hatto o'zakni ham ishdan chiqarmasligi mumkin.

Nosozlikning og'ir holatlarining simlari orasidagi tutashuv keltirib chiqarishi mumkin (bitta fazaning o'zida). Bunda tutashish kontirida qancha kam bo'lsa, unda tokning qiymati shuncha yuqori bo'lishi mumkin.: E.Yu.K- bu kontirda simlar soniga proporsional bo'lib va induktiv qarshiligiga esa simlar sonining kvadratiga teskari proporsionalligi tashkil qiladi. Shuning uchun ham simlar tutashishda tok katta bo'lishi mumkin, generatorlarning chiqishdagiga nisbatan.

Simlar tutashishida qiladi faqat tutashmagan chulg'am kontr orasida, toklar fazalar boshida va oxirida qiymatlari bir xil bo'lib, qiymatlari bir-biriga teng bo'ladi, toza fazalariga nisbatan. Shuning uchun ham simlarning tutashish holati ancha vaqtgacha bilinmasligi mumkin, generator huddi oldingi holday kuchlanish va yuklama bo'yicha ishlaydi. Bunga qaramasdan, generator ichida ichki ishdan chiqish protsessi davom etadi: simlar orasidagi tutashish toki qizdirishni amalga oshiradi va unga tegishli bo'lgan stator kontirlarini. Old bo'lishini qizishi chegaralarning buzilishiga olib kelishi mumkin.

### **Sinov savollari**

1. Generatorlarning sovitish sistemasi va turlari?
2. Hidrogeneratorlar haqida tushintirib bering?
3. Trubogeneratorlar haqida tushintirib bering?

### **4 -MA'RUZA.**

### **GENERATORLARNING SOVITISH TIZIMI**

Reja:

1. Generatorlarni havo bilan sovitish
2. Turbogeneratorlarning vodorod bilan bilvosita sovitish
3. Generatorlarning suyuqlik bilan bevosita sovitish

Sinxron generatorning ishlash vaqtida uning chulgʻamlari va aktiv poʻlati qiziydi. Stator va rotor chulgʻamlarining yoʻl qoʻyiladigan qizish temperaturasi birinchi navbatda, foydalaniladigan izolyatsiya materiallari va sovituvchi muhit temperaturasiga bogʻliq standartlarga koʻra V sinfidagi izolyatsiya materiallari (asfalt - biton asosidagi lok) uchun stator chulgʻaming yoʻl qoʻyiladigan temperaturasi  $105^{\circ}\text{C}$ , rotor uchun esa  $130^{\circ}\text{C}$  chegarasida boʻlishi kerak. Stator va rotor chulgʻamlari izolyatsiyasining issiqqa chidamliligi yuqori, masalan, F va N sinfida boʻlganida yoʻl qoʻyiladigan qizish temperaturasining chegarasi ortadi.

Generatorlarning ishlatish jarayonida chulgʻamlarning izolyatsiyasi asta-sekin eskiradi. Buning sababi izolyatsiyaga qator faktorlarning: kirlanish, namlanish, havo kislorodi taʼsirida oksidlanish, elektr maydoni hamda elektr yuklamaniig va boshqalarning taʼsir etishidadir. Biroq izolyasiyaning eskirishiga asosiy sabab uning qizishidir. Izolyatsiyaning qizish temperaturasi qancha yuqori boʻlsa, u shuncha tez eskiradi, ishlash vaqti shuncha qisqaradi. V sinfidagi izolyatsiyalarning xizmat qilish muddati qizish temperaturasi  $120^{\circ}\text{C}$  gacha boʻlganida 15 yilga yaqin,  $140^{\circ}\text{C}$  gacha qiziganida esa ikki yilgacha qisqaradi. Qizish temperaturasi  $105^{\circ}\text{C}$  gacha (yaʼni standartlarda koʻrsatilgan chegarasida) boʻlganda xuddi oʻsha izolyatsiya ancha sekin eskiradi va xizmat qilish muddati ortib, 30 yilgacha boradi. Shuning uchun ishlatish vaqtida generatorning ishlash rejimining qanday boʻlishidan qatʼiy nazar, uning chulgʻamlari qizish temperaturasining ruxsat etilgan qiymatlardan ortishiga yoʻl qoʻymaslik shart.

Qizish temperaturasi ruxsat etilgan qiymatlardan ortmasligi uchun elektr stansiyalarining hamma generatorlari sunʼiy sovitiladigan qilib tayyorlanadi.

Stator va rotorning qizigan chulgʻamlaridan issiqlikning olib ketish usuliga qarab bilvosita va bevosita sovitish boʻladi.

Bilvosita sovitishda rotor toretsiga oʻrnatilgan ventilyator yordamida sovituvchi gaz (havo yoki vodorod) generator ichiga yuboriladi va havo oraligʻi, hamda ventilyatsiya kanallari orqali haydaladi. Bunda sovituvchi gaz stator va rotorning chulgʻamlarining oʻtkazgichlariga tegmay oʻtadi va ular ajratayotgan issiqlik gazga katta “issiqlik toʻsig” - chulgʻamlarning izolyatsiyasi orqali oʻtadi.

Bevosita sovitishda sovituvchi modda (gaz yoki suyuqlik) izolyatsiya va tishlarning poʻlatiga tegmasdan, generator chulgʻamlari oʻtkazgichlariga bevosita tegib oʻtadi.

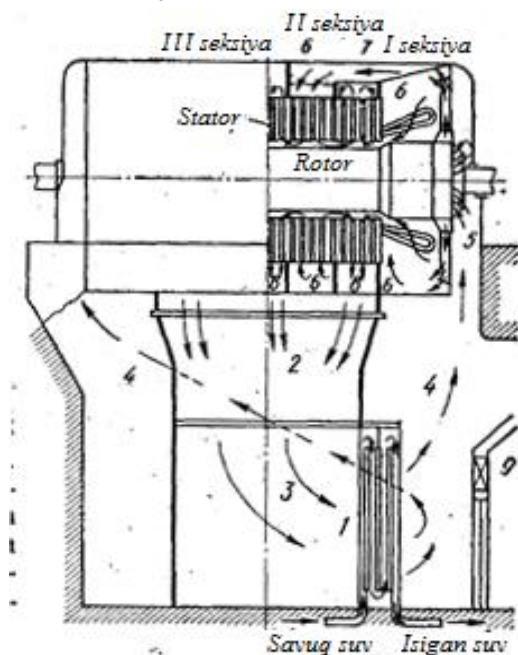
## Havo bilan sovitish

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

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

ifloslaydi, natijada generatorning xizmat qilish muddatini qisqartiradi.

Berk sovitish tizimida ma'lum o'zgarmas hajmdagi havo berk kontur bo'yicha aylanadi. Bunday sovitishda havoning aylanishi turbogeneratorlar uchun sxematik ravishda 2.3 - rasmda ko'rsatilgan. Havoning sovitish uchun trubkalari oralig'i suvning uzluksiz aylanib turadigan havo sovitgich 1 xizmat qiladi. Mashinada qizigan havo patrubka 2 orqali qizigan havo kamerasi 3 ga chiqadi, so'ngra havo sovitgich va sovuq havo kamerasi 4 orqali o'tib yana mashinaga qaytadi. Sovuq havo mashinaga uning ichiga o'rnatilgan ventilyator 5 yordamida haydaladi. Aktiv qismi uzunligi katta bo'lgan



4.1-rasm. Turbogeneratorning Havo bilan sovitishning yopiq tizimi

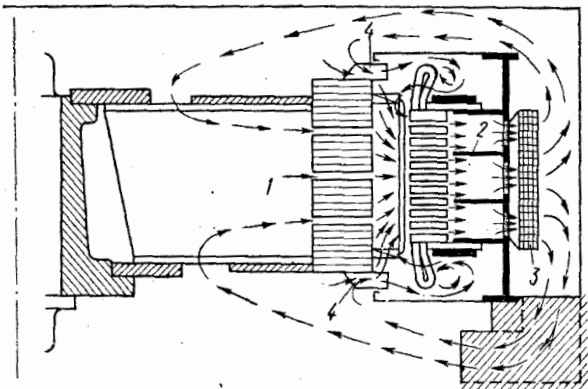
generatorlarda sovuq havo mashinaning ikki tomonidan yuboriladi.

Aktiv qismining uzunligi haddan tashqari katta, havo oralig'i esa kichik bo'lgan turbogeneratorlarni sovitish samaradorligini orttirish maqsadida ventilyatsiyaning ko'p oqimchali radial sistemasi qo'llaniladi. Buning uchun turbogeneratorning sovitish tizimi vertikal tekisliklar 6 bilan qator seksiyalarga bo'linadi. Havo har bir seksiyaga havo oralig'i (I va III seksiyalarda) yoki maxsus o'qiy kanal 7 (II seksiyada) orqali kiradi.

Qizigan qismlarning sovituvchi havo tegadigan yuzalarining orttirish uchun mashinaning aktiv po'latida ventilyatsion kanallar tizimi qilinadi. Qizigan havo po'latdagi radial ventilyatsion kanallardan o'tib, olib ketuvchi kamera 8 ga o'tadi. Qo'p oqimchali ventilyatsiya turbogeneratorning butun uzunligi bo'yicha bir xil sovishini ta'minlaydi.

Tashqariga havoning qisman chiqishdan hosil boʻladigan isrofni toʻldirish uchun sovuq havo kamerasiga oʻrnatilgan qoʻshaloq moy filtr 9 orqli qoʻshimcha havo olish koʻzda tutilgan.

Havo bilan bilvosita sovitishning berk tizimli gidrogeneratorlarda ancha keng qoʻllaniladi. Gidrogeneratorning ventilyatsiya tizimi 2.4 – rasmda koʻrsatilgan.



4.2 – rasm. Gidrogenerator ventilyatsiyasining yopiq tizimi: 1-rotor; 2-stator; 3-havo sovutgich; 4-ventilyator parraklari.

Gidrogeneratorlarda aniq qutbli rotorning sovitish qutblar oʻrtasida oraliq borligi va rotorning sovitish yuzasi katta boʻlganligi hisobiga osonlashadi.

Turbogeneratorning silliq rotorining sovishi ham samara beradi, chunki bunday holda u faqat havo boʻshligʻi tomonidan soviydi. Bu holat esa turbogeneratorlarning havo bilan sovitish imkoniyatini ancha cheklashga olib keladi.

### **Turbogeneratorlarning vodorod bilan bilvosita sovitish**

Vodorod bilan bilvosita sovitiluvchi turbogeneratorlar prinsipial olganda havo bilan sovitishdagi kabi ventilyatsiya sxemasiga ega. Farqi shundan iboratki, bunda sovituvchi vodorodning hajmi generator korpusi bilan chegaralanadi, shuning uchun ham sovutgichlar korpusining ichiga joylashtiriladi. Vodorod bilan sovitish havo bilan sovitishga nisbatan samaraliroq, chunki vodorod sovituvchi gaz sifatida havoga qaraganda bir qancha muhim afzalliklarga ega. U havoga qaraganda 1,54 marta katta issiqlik uzatish koeffitsientiga va 7 marta koʻp issiqlik oʻtkazish xossasiga ega. Oxirgi xossasi izolyatsiya va pazzlarning oraligʻida vodorod qatlamining kichik issiqlik qarshilikka ega boʻlishiga olib keladi.

Vodorodning zichligi havoga nisbatan ancha kichik boʻlganligi uchun ventilyatsion yoʻqotishlar 8-10 marta kamayib, buning natijasida generatorning FIK 0,8—1 % ga ortadi.

Havo muhitiga nisbatan vodorod muhitida oksidlanishning boʻlmasligi generatorning ishonchli ishlashining va chulgʻam izolyatsiyasining ishlash vaqtini oshiradi. Vodorodning afzalliklaridan biri uning yonmasligidir.



Generatorga kirayotgan vodorodning havo bilan aralashmasi (4,1 % dan to 74 % gacha, moy bug‘i ham qo‘shilganda 3,3 % dan to 81,5 % gacha) portlash xavfi bo‘lgan aralashma hosil qiladi, shuning uchun vodorod bilan sovitiladigan mashinalarda stator korpusining gaz o‘tkazmasligining orttirish uchun, valni moyli tig‘izlagichlar bilan, stator va rotorning chulg‘amiga tok o‘tkazuvchilarni zichlab, gaz, sovituvchining qopqog‘ini zichlab, lyuklarni, yon tomondagi olinuvchi to‘siqlarning zich yopilishi kerak. Gazning tashqariga chiqishining ishonchli to‘sovchi moyli zichlagich bilan generator valining tig‘izlash ancha murakkab ish. Vodorodning ortiqcha bosimi ancha yuqori bo‘lsa, generatorning sovishi shuncha samarali va demak generatorning aynan bir xil o‘lchamlarida uning nominal quvvatini oshirish mumkin. Biroq ortiqcha bosim 0,4-0,6 MPa dan ko‘p bo‘lsa, generatorning quvvatini oshirishdan kelib chiqadigan texnik qiynchiliklarning (tig‘izlagichlar bilan chulg‘am izolyatsiyasi ishi murakkablashadi) yengish uchun sarflanadigan mablag‘ni oqlamaydi. Shuning uchun hozirgi generatorlarda vodorod bosimi 0,6 MPa dan yuqori bo‘lmaydi.

Vodorod bilan bilvosita sovitiluvchi generatorlar, zaruriyat tug‘ilsa, havo bilan sovitilishi ham mumkin, lekin ularning quvvati tegishli kamayadi.

Generator korpusining vodorod bilan to‘ldirishda qaldiraq aralashma hosil bo‘lishining oldini olish uchun havo avval inert gaz (odatda karbonat angidrid) bilan siqib chiqariladi.

Vodorodning foiz miqdori ruxsat etilganidan kamayganda uning tozaligining tiklash generatoridan ifloslangan vodorod chiqarish va toza vodorod qo‘shish yo‘li bilan amalga oshiriladi. Bu jarayonning *shamollatib tozalash* (produvka) deb ataladi.

Generatoridagi vodorodning quritish maqsadida xlorli kalsiy yoki silikagel bilan to‘ldiriladigan quritgich ko‘zda tutilgan. Suyuqlik borligining ko‘rsatuvchi ko‘rsatkich generatorning korpusida suv yoki moy paydo bo‘lishi to‘g‘risida signal berish uchun xizmat qiladi.

Turbogeneratorlarning vodorod bilan bevosita sovitish. Chulg‘am o‘tkazgichlarining bo‘sh joylari ichiga yuborilib bevosita (ichki) sovitish vodorod bilan bilvosita sovitishga nisbatan yana ham katta samara beradi.

Bu turdagi generatorlarda stator chulg‘ami ham bevosita sovitiladigan qilingan.

Har ikkala turdagi generatorlarning korpusidagi vodorod bosimi 0,2-0,4 MPa oralig‘ida tutiladi.

Vodorod bilan bevosita sovitiluvchi generatorlar havo bilan sovitilganda ishlay olmaydi, chunki vodorod bilan jadal sovitishga hisoblangan chulg'am havo bilan sovitib ishlatilsa o'ta qiziydi va tez ishdan chiqadi. Shuning uchun, agarda generatorda vodorodning tashqariga chiqishi sodir bo'lib, vodorod bosimi tez va katta miqdorda kamayishi kuzatilsa bevosita sovitiluvchi generator yuklamasi tezda kamaytirilishi va tarmoqdan uzilishi kerak. Uzilgan generator gaz yo'qolishi bartaraf etilib, uni vodorodga o'tkazilgandan so'ng (agar gaz yo'qotilishi havo yordamida qidirilgan bo'lsa) tarmoqqa ulanadi.

### **Generatorlarni suyuqlik bilan bevosita sovitish**

Generatorlarning suyuqlik bilan bevosita sovitishning amalga oshirishda sovituvchi suyuqlik sifatida, vodorodga nisbatan issiqlik ajratish qobiliyati ancha yuqori bo'lgan, distillangan suv yoki moy qo'llaniladi va natijada generatorlarning o'lchamlarining o'zgartirmay birlik quvvatining yana ham orttirish imkoniyatini beradi.

Distillangan suv sovituvchi modda sifatida moyga nisbatan ko'p muhim afzalliklarga ega: issiqlik ajratish xossasi ancha yuqori, yong'inga xavfsiz. Shuning uchun ishlab chiqariladigan kuchli generatorlar ko'pchilik hollarda suv bilan sovitiladigan qilib yasaladi.

Rotor va statorning chulg'amlarining suv bilan sovitish kapsulali gidrogeneratorlarda ham qo'llanilmokda.

Generatorning rotorining suv bilan bevosita sovitishning amalga oshirish katta qiyinchiliklar bilan bog'liq, aylanayotgan rotorga suv keltirish ayniqsa qiyinchilik tug'diradi.

Suv bilan stator chulg'amining hamda vodorod bilan bevosita rotor chulg'amining va aktiv po'latning birgalikda sovitish bo'lgan turbogeneratorlar xam qo'llaniladi. Kombinatsiyalangan sovitish tizimiga ega generatorlar: rotor suv bilan sovitiladi, stator (chulg'am, aktiv po'lat va konstruktiv elementlar) esa kabel moyi bilan sovitiladi.

Turbogeneratorlarning statorlarining moy bilan sovitishning qo'llash chulg'am kuchlanishining 110 kV gacha orttirish imkoniyatini berdi, bu esa generatorning tarmoqqa oraliq transformatorisiz ulash imkoniyatini beradi.

Chulg'amdagi va stator po'latdagi aksial kanallar ichida moyning majburan aylanishi issiqlikning etarli jadallikda olib ketilishini ta'minlaydi.

Generatorning rotorini aylantiruvchi boʻshliq moy toʻldirilgan statordan izolyatsion silindr bilan ajrab turadi.

Generatorlarning turli usullarda sovitishning nisbiy samaradorligining aynan bir xil oʻlchamdagi generatorlarning quvvatini bir-biriga qiyoslash yoʻli bilan koʻrsatish mumkin (1 -jadval).

### Turli tizimlarda sovitish samaradorligi

4.1 - jadval

Turbogeneratorlarni sovitish	Quvvatining ortishi, nisbiy birlikda
Havo bilan	1,0
Ortiqcha bosimi 0,005 MPa boʻlgandagi vodorod bilan bilvosita	1,25
Ortiqcha bosimi 0,2 MPa boʻlgandagi vodorod bilan bilvosita	1,7
Stator va rotorni vodorod bilan bevosita (ichki) sovitish	2,7
Stator chulgʻamini moy bilan va rotor chulgʻamini suv bilan bevosita sovitish	3,6
Stator va rotor chulgʻamini suv bilan bevosita sovitish	4,0

Ishlash jarayonida generatorlarning aktiv qismlarining qizishi uzluksiz nazorat qilinadi. Stator chulgʻami va poʻlatining temperaturasi temperatura koʻrsatkichlari yordamida nazorat qilinadi va ular oʻrnida termoqarshilikdan foydalaniladi. Ular ishlab chiqaruvchi zavod tomonidan mashinaning eng koʻp qizishi mumkin boʻlgan joylari paz tagiga (poʻlat temperaturasini oʻlchash uchun) va sterjenlar orasiga (mis temperaturasining oʻlchash uchun) oʻrnatiladi. Temperatura koʻrsatuvchi va yozuvchi asboblari yordamida oʻlchanadi.

Rotor chulgʻamining temperaturasi bilvosita, yaʼni qizishda chulgʻam Om qarshiligining oʻzgarishiga karab oʻlchanadi (uygʻotish zanjiriga ampermetr va rotorning xalqasiga bevosita ulanadigan voltmetr yordamida).

### Sinov savollari

1. Hidrogeneratorlarning sovitish tizimini tushuntiring ?
2. Vodorod bilan bevosita sovitiluvchi generatorlar ?
3. Turbogeneratorlarning sovitish tizimini tushuntiring ?

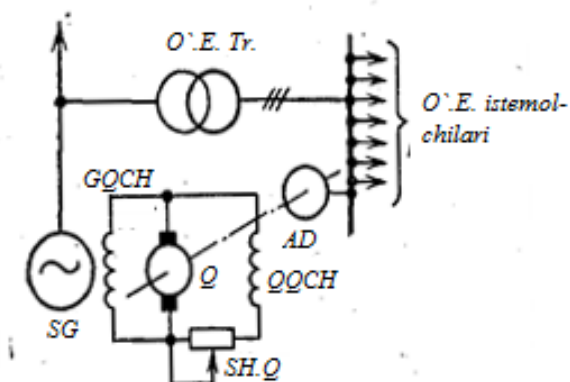
## 5-MA'RUZA. GENERATORLARNING QO'ZG'ATISH TIZIMLARI

Reja:

1. O'z-o'zidan qo'zg'atish tizimi
2. Generatorlarni qo'zg'atishning avtomatik rostdash
3. Kompaundlash qurilmasi vazifalari

**O'z-o'zidan qo'zg'atish tizimi**, umuman, mustaqil qo'zg'atish tizimiga qaraganda kamroq ishonchli, chunki, ularda qo'zg'otgichning ishi o'zgaruvchan tok tarmog'i rejimiga bog'liq bo'ladi. Tarmoqda kuchlanish kamayishiga olib keladigan qisqa tutashuv qo'zg'atish tizimining normal ishlashini buzadi, va holatki, bunday hollarda qo'zg'atish tizimi generator rotorining chulg'amida tokning jadallashtirishini ta'minlashi lozim.

Elektr mashinali qo'zg'otgichi bo'lgan agregatli sinxron generatorning qo'zg'atishning prinsipial sxemasi 5.1-rasmda ko'rsatilgan. Qo'zg'otgich agregat elektr stansiyaning o'z ehtiyojini qondirish



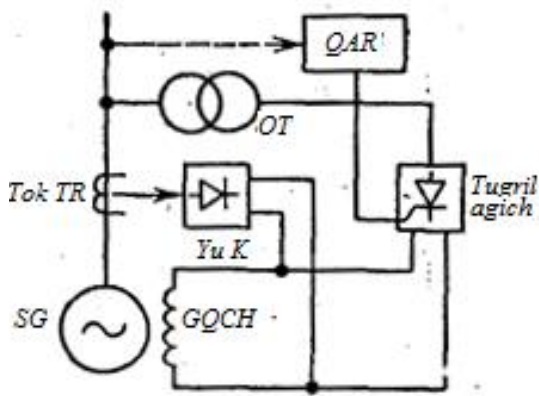
5.1 - rasm. Elektromashinali mustqil uyg'otishning prinsipial sxemasi

shinasidan ta'minlanuvchi asinxron dvigatel AD dan va o'zgaruvchan tok generatori B dan iborat. Qo'zg'atishning jadallashtirishda qo'zg'otgich agregatning ishonchli ishlashini oshirish uchun qo'zg'otgich V ni aylantiruvchi asinxron dvigatel zarur o'tayuklanish xususiyati bilan tanlanadi.

tanlanadi.

Bunday qo'zg'atish agregatlari elektr stansiyalarida zaxira qo'zg'atish manbai sifatida keng tarqalgan.

Yarim o'tkazgichli o'zgartirgichli o'z-o'zidan qo'zg'atish sxemalarininig mumkin bo'lgan variantlaridan biri 5.2-rasmda keltirilgan. Sxemaning asosiy elementlariga yarim o'tkazgichli o'zgartirgichlarning ikki guruhi - boshqarilmaydigan BH, hamda boshqariladigan BY ventillar, kuch kompaundlash transformatori TCK va to'g'rilagichli transformator BT kiradi.



Boshqarilmaydigan ventil VP generator statorining tokiga ikkilamchi toki proporsional bo'lgan transformator TCK dan boshqariladigan BY ventil generatorning kuchlanishiga ikkilamchi kuchlanishi proporsional bo'lgan transformator BT dan ta'minlanadi. Toki generatorning statori tokiga proporsional bo'lgan BN ventili yuklama mavjudligida

mashinaning qo'zg'atish hamda qisqa tutashuvda qo'zg'atishning jadallashtirishni ta'minlaydi. Ventillar BY ning quvvati generatorning salt yurishida qo'zg'atishning hamda normal rejimida uyg'otini rostlash uchun yetarli qilib hiso

blanadi. Boshqarilmaydigan ventillar nominal rejimda generatorni qo'zg'atish uchun sarflanadigan tokning 70—80 % ini ta'minlaydi. Yarim

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

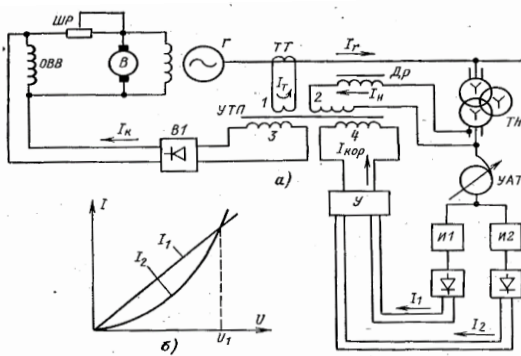
o'tkazgichli qo'zg'atish tizimining parametrlari to'g'ri tanlansa, ular o'z xususiyatlari bo'yicha mustaqil tiristorli qo'zg'atish tizimiga yaqinlashadi va

shuning uchun quvvatli sinxron mashinalarda qo'llaniladi.

### Generatorlarni qo'zg'atishning avtomatik rostlash

(QAR). Texnik ekspluatatsiya qilish qoidalariga asosan hamma generatorlar, quvvati va kuchlanishidan qat'iy nazar, qo'zg'atishning releli jadallashtirish qurilmasiga ega bo'lishi, 3 MVt va undan ortiq quvvatli generatorlar esa (QAR) bilan jihozlanishi kerak.

Avariya rejimida generatorning uyg'onishining jadallashtirish uchun mo'ljallangan oddiy avtomatik qurilma bo'lib, qo'zg'atishning releli jadallashtirish qurilmasi hisoblanadi (5.4-rasmda rele  $U <$  va kontaktor  $K\Phi$ ). Jadal ta'sir etish usuli shundan iboratki, generatorning qisqichlaridagi kuchlanishning ancha pasayishi (odatda nominalning 85 % idan kamroq) minimal kuchlanish relesi  $U <$  da o'z kontaktlarining tutashtiradi va jadallashtirish kontaktori  $K\Phi$  ni ishga

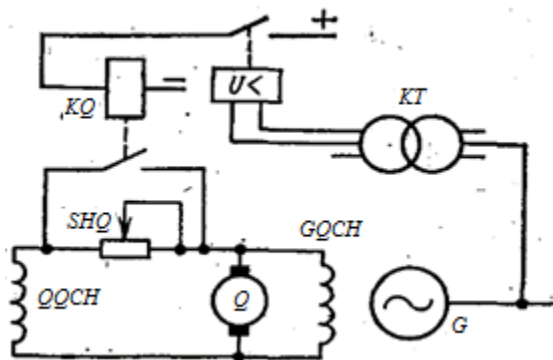


5.3 - rasm. Generatorning QAR sxemasi.

tushiradi, o'z navbatida ishga tushib, qo'zg'otgichning zanjiridagi shuntlash reostati IIP ning qarshiligining qisqa tutashtiradi. Natijada qo'zg'otgichning qo'zg'atish toki maksimal miqdorigacha tez ko'payadi va generatorning uyg'otilishi chegara qiymatigacha yetadi.

**QAR** ning eng ko'p tarqalgan qurilmalaridan biri kuchlanishni korrektorlash bilan birgalikda kompaundlash qurilmasidir (5.3-rasm).

“Kompaundlash” termini statorning tokiga bog'liq holda mashinaning qo'zg'atish tokining avtomatik rostlashni ifodalaydi. Normal rejimda stator toki ortish holda (aktiv-induktiv yuklamada) generatorning kuchlanishi kamayadi, ammo kompaundlash qurilmasi



5.4-rasm. Generatorni jadal uyg'otishning releli sxemasi.

qo'zg'otgichning qo'zg'atish tokining, binobarin, generatorning rotor tokening avtomatik ravishda oshiradi, buning ta'sirida generator statorining qisqichlaridagi uchlanish kerakli qiymatigacha oshadi.

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

Kompaundlash sxemasiga ikkilamchi chulg'ami oraliq transformatori YTP ga ulangan tok transformatorlari *TT* hamda kompaundlash tokining qo'zg'otgichning qo'zg'atish chulg'ami OBB ga berishdan oldin to'g'rilash uchun xizmat qiladigan to'g'rilagich *BI* kiradi. Kompaundlash toki  $I_k$  korreksiyaning hisobga olmaganda, tok  $I_g$ - ga proporsional bo'ladi.

Kompaundlash generator kuchlanishining etarlicha aniq bir miqdorda turishini ta'minlay olmaydi. Shuning uchun qo'zg'atishning generator statorining toki bo'yicha rostlash bilan bir vaqtda statorning kuchlanishi bo'yicha rostlash ham qo'llaniladi. Kuchlanish bo'yicha rostlash signalini berish uchun transformator YTI (magnitlanib turuvchi universal transformator) ikkita 2 va 4 chulg'am bilan ta'minlanadi (5.3-rasm, a).

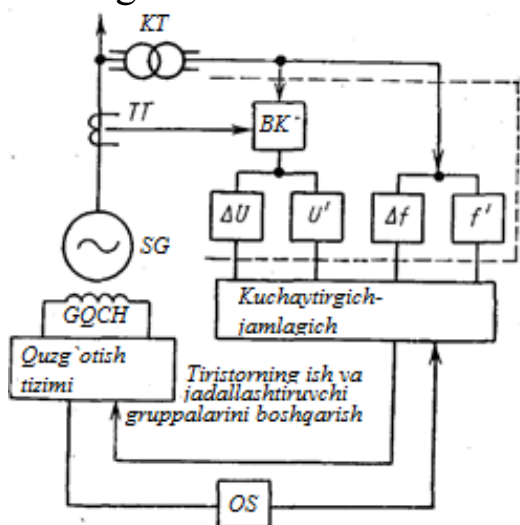
Chulg'am 2 dagi tok  $U_G$  ga proporsional  $I_n$  tokning fazasi generator toki reaktiv tashkil etuvchisining fazasiga to'g'ri keladigan qilib tanlanadi. Shuning uchun sof aktiv yuklamada 1 va 2 chulg'amlarning *MYUK* bir-biriga nisbatan  $90^\circ$  C siljigan bo'ladi, generator sof reaktiv yuklamada ishlasa, ular fazasi bo'yicha ustma-ust tushadi. Shu sababli  $I_G$  va  $U_G$  qiymatlari o'zgarmaganda sosφ qancha kichik bo'lsa yoki generatorning



reaktiv yuklamasi katta bo'lsa, kompaundlash toki shuncha katta bo'ladi. Bu fazaviy kompaundlash hisoblanib, u kuchlanishning aniqroq ushlab turishni ta'minlaydi, chunki kompaundlash toki faqat generator tokining absolyut miqdoriga bog'liq bo'lmay, balki sosq ga ham bog'liqdir.

Kompaundlash tokining korreksiyasi,  $U_1$  ning berilgan miqdoriga qarab, YTH ning qo'shimcha magnitlash chulg'ami 4 orqali kuchlanish korrektori yordamida nihoyasiga yetkaziladi.

Umumiy holda kuchlanish korrektorining tarkibiga me'yorlash avtotransformatori VAT orqali kuchlanish transformatori TH zanjiriga ulanadigan ikkita o'lchash elementi  $I_1$  va  $I_2$  kiradi.



O'lchash elementi  $I_1$  ning chiqishidagi to'g'rilangan tok  $I_1$  kirish kuchlanishiga to'g'ri proporsionaldir. Shuning uchun bu element to'g'ri chiziqli element deb ataladi.

$I_2$  elementning chiqishidagi to'g'rilangan tok  $I_2$  egri chiziqli deb atalib, kirish kuchlanishi kattaligiga nisbatan egri chiziqli bog'lanishga ega bo'ladi. Ikkala tok  $I_1$  va  $I_2$  kuchaytirgich U ga keladi va

5.5 - rasm. Kuchli ta'sir etuvchi QAR ning struktura sxemasi.

kuchaytirgich ularning ayirmasiga reaksiya beradi va uni kuchaytiradi.

Korrektorning chiqishidan chiqqan tok

bu holda YTH ning qo'shimcha magnitlash chulg'ami 4 ga keladi.

Rasmdan ko'rinadiki, o'lchash elementlarining kirishidagi kuchlar  $U_1$  dan kamayib ketsa, toklarning ayirmasi ( $I_1 - I_2$ ) ta'sirida korrektorning chiqishidagi tok ortadi. Korrektor generatorning kuchlanishining o'lchash elementlarining kirishidagi kuchlanish  $U_1$  ga teng miqdorda bir xil qilib ushlab turadi. Avtotransformator VAT yordamida korrektorning sozlanishini o'zgartirish mumkin.

QAR ning ko'rib o'tilgan sxemasi stator toki bilan generator statori kuchlanishining o'zgarishiga reaksiya beruvchi, proporsional ta'sir etuvchi regulyatorlar guruhiga kiradi.

Rostlash parametrlarining o'zgarish tezligiga yoki hatto uning tezlanishiga reaksiya beruvchi kuchli ta'sir etuvchi o'zgartirgichlar yaratilgan va ishlatilmoqda. Qo'zg'atish kuchlanishining katta tezlikda o'zgarishiga va qo'zg'otgich maksimal kuchlanishining katta qiymatlariga ega bo'lgan tez ishlovchi qo'zg'atish tizimlari bilan kuchli ta'sir qiluvchi

*QAR* qurilmasi birgalikda generatorning parallel ishlash turg'unligining ancha oshirish imkoniyatini beradi. Qo'zg'atishning o'zgartirish faqat generator kuchlanishining o'zgarishini hisobga olgan holda, olib borilmay, balki energotizim chastotasining ham o'zgarishini hisobga olgan holda bajarilsa, to'g'rilagich bunda haqiqatan samarali bo'ladi.

Kuchli ta'sir qiladigan *QAR* ning struktura sxemasi 5.5-rasmda keltirilgan. Qo'zg'atishning avtomatik rostdash ikkita asosiy zanjirga: o'lchash zanjiri va kuchaytirgich - summator (jamlagich) dan iborat. O'lchash zanjiriga: kuchlanishning o'lchash bloki (*BIN*) va chastotaning o'lchash bloki (*BICH*) kiradi. *BIN* bloki oldin ulangan element *BKT* ga ega bo'lib, unda o'lchanayotgan kuchlanish generator tokining reaktiv tashkil qiluvchisiga qarab, avtomatik tarzda korreksiyalanadi. *BKT* dan keyin signal o'lchash elementlari  $\Delta U$  (kuchlanishning chetga chiqishi) va  $U_I$  (kuchlanishning hosilasi) ga keladi, bu elementlarning chiqish kuchlanishlari ko'rsatilgan miqdorlarga proporsional bo'ladi. *VICH* bloki o'lchash elementlariga ega bo'lib, ularning chiqishga chastotalari  $\Delta f$  va  $f_I$  larga proporsional bo'ladi. Kuchaytirgich - summator ikki kaskadli magnit kuchaytirgichdan iborat bo'lib, uning chiqish signali qo'zg'atish tizimi (ijro qiluvchi element) ning tez ta'sir qiluvchi tiristorlarining ish va jadallashtirish guruhlarining boshqarish uchun beriladi. *QAR* ning xarakteristikalarining yaxshilash (tez ta'sir qilishni oshirish va boshqalar) uchun to'g'rilagich sxemasiga, odatda, teskari aloqa (bog'lanish) *OC* lar kiritiladi.

### **Sinov savollari**

1. Qo'zg'atishning avtomatik rostdash qurilmasini tushintiring?
2. Kompaundlash tokining korreksiyasi nima?

### **6-MA'RUZA.**

#### **GENERATORLARNI PARALLEL ISHLASHIGA ULASH**

Reja:

1. Generatorlarning parallel ishlashga ulash usullari.
2. Generatorlarning parallel ishga tushirish shartlari.
3. O'z-o'zini sinxronlash usuli va uning afzalliklari.

Sinxron generatorlar parallel ishlashi uchun aniq sinxronlash va o'z-o'zini sinxronlash usullari bilan ulanishi mumkin. Ikkala holda ham



ishlamayotgan agregatning birlamchi dvigateliga bug' yoki suv yuboriladi va agregat sinxron aylanish chastotasiga yaqin chastotagacha aylantiriladi.

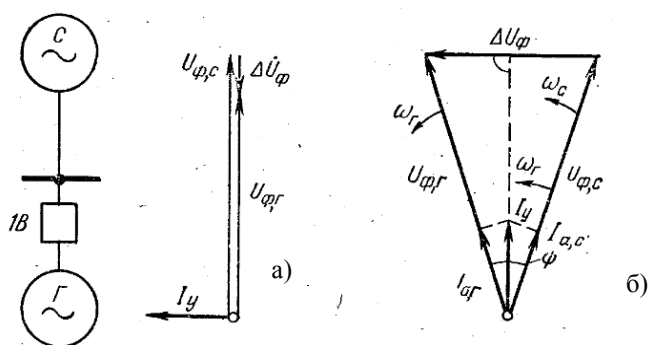
Generator uyg'otilgan holda ulanadigan aniq sinxronlash usulida uni tarmoqqa ulash paytida quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

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

Aniq sinxronlashda ko'rsatilgan shartlardan birortasiga amal qilinmasa, tokning birdaniga katta o'zgarishiga olib keladi, bu esa faqat

ulanayotgan generatorgagina xavfli bo'lmay, balki energotizim ishining turg'unligi uchun ham xavfli hisoblanadi.

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



6.1-rasm. Aniq sinxronlash usuli bilan generatorni tarmoqqa ulash:

a) -  $U_{f,g} \neq U_{f,s}$  dagi kuchlanishlarning vektor diagrammasi; b) - shuning o'zi 0 bo'lgandagi sxemasi.

Energotizim - C ga generator -  $\Gamma$  ni parallel ishlashga ulashning hususiyatlarini 6.1-rasmda ko'rsatilgan sxema misolida ko'rib chiqish mumkin.

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

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

$$|U_{f,s}| \neq |U_{f,g}|; f_g = f_s; \psi = (U_{f,s} \wedge U_{f,g}) = 0; \quad (6.1)$$

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

$$\psi \neq 0, \text{ ammo } f_g = f_s; |U_{f,s}| = |U_{f,g}|; \quad (6.2)$$

d) generatorlar har xil burchak tezligida aylanadi:

$$f_g = f_s; |U_{f,s}| = |U_{f,g}|. \quad (6.3)$$

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

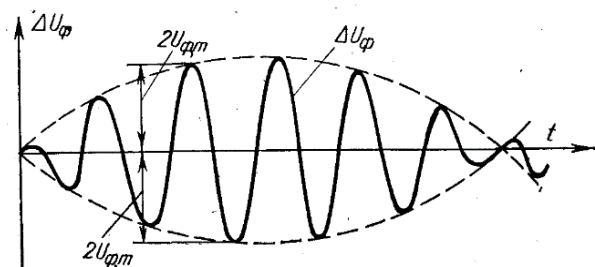
$$I_y = \frac{\dot{U}_{\phi.c} - E_{\phi}^*}{x_d^* - x_c} = \frac{\Delta \dot{U}_{\phi}}{x_d^* - x_c}, \quad (6.4)$$

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

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

Ko'rilgan hollarning birinchisida muvozanatlovchi tok  $U_{f,g}$  ga nisbatan induktiv xarakterini saqlaydi (6.1-rasm, a), shu sababli u generatorning valida o'tayuklanish hosil qilmaydi. Generatorning tarmoqqa ulash paytida kuchlanishning nominal miqdoriga nisbatan farqining 5-10 % bo'lishiga ruxsat etiladi, shu sababli generatorning tok bo'yicha xavfli o'tayuklanishi sodir bo'lmaydi.

Ikkinchi holda (6.1-rasm, b) muvozanatlovchi tok  $U_{f,g}$  ga nisbatan katta aktiv tashkil etuvchiga ega



6.2-rasm. Kuchlanishning topish egri chizig'ini topish grafigi

bo'ladi.  $\dot{U}_{\phi.z}$  vektori  $\dot{U}_{\phi.e}$  vektoridan ilgarilaydi, shuning uchun muvozanatlovchi tokning aktiv tashkil etuvchisi  $I_{a.g}$  generator rotorining to'xtatishga yo'nalgan aylantiruvchi moment hosil qiladi. Agar kuchlanish vektori  $\dot{U}_{\phi.z}$  vektor  $\dot{U}_{\phi.e}$  dan

orqada qolganda edi, muvozanatlovchi tokning aktiv tashkil etuvchisi rotorning tezlashtiruvchi moment hosil qilgan bo'lardi. Generatorni bu

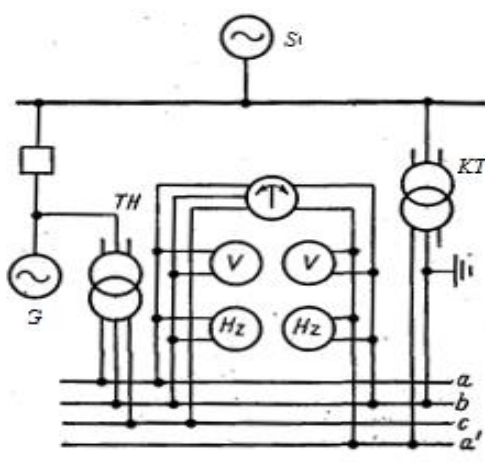
holda ulashda, uning valiga yulama katta o'zgaruvchan miqdorda ta'sir etib, agregatning jiddiy mexanik buzilishiga olib kelishi mumkin. Buning oldini olish uchun sinxronlanadigan manbalarning kuchlanish vektorlarining burchak farqi ulash vaqtida 10-20 el. gradusdan oshmasligi kerak.

Uchinchi holda, burchak uzluksiz o'zgarib turganda, kuchlanishlar farqi  $U_f$  ham o'zgaradi va uning tepish kuchlanishi deb yuritiladi. Tepish kuchlanishi noldan  $2U_{f,t}$  gacha va sinxronlash manbalarining kuchlanishlari chastotalari yig'indisining yarmiga teng bo'lgan chastota bilan o'zgaradi. Tepish kuchlanishning amplitudalari orqali o'tkazilgan o'rovchi chiziq generator va tizim chastotalari ayirmasining yarmiga teng chastotaga ega (2.11-rasm).

Shunday qilib, chastotalar teng bo'lmasa,  $U_f$  ning yuqori qiymatida noqulay paytda ulash xavfi har doim bo'ladi. Bundan tashqari, chastotalar farqi katta bo'lsa, mashina sinxronizmga tushmasligi mumkin. Bu esa chastotalarning ruxsat etiladigan farqining ulash paytida 0,1 % dan oshmasligini chegaralashga majbur etadi.

Eng katta muvozanatlovchi tok burchak 180 el.grad. ga teng bo'lganda hosil bo'ladi. Faraz qilaylik agar generator kuchli energotizim ( $x_s \approx 0$ ) bilan parallel ishlash uchun ulansa, u holda:

$$I_y = \frac{2U_\phi}{x_d} = 2I_\kappa^{(3)} \quad (6.5)$$



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

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

Generator aylanish chastotasining sinxron aylanish chastotasiga yaqinla-

shtirish va uning ravon rostdash birlamchi dvigatellar (bug‘ yoki gidroturbinalar) ning aylanish chastotalari to‘g‘rilagichlariga ta’sir etish yo‘li bilan bajariladi. Ulanayotgan generatorning kuchlanishini o‘zgartirish uyg‘otish chulg‘amidagi tokning oshirish yoki kamaytirish yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Aniq sinxronlash shartining amalga oshirishning ko‘z bilan ko‘rib nazorat qilish ikkita voltmeter (generator va tarmoq kuchlanishlarining tengligini nazorat qilish uchun), ikkita chastota o‘lchagich (ulardan biri tarmoq chastotasining, ikkinchisi ulanayotgan generator chastotasini ko‘rsatadi), shuningdek bir nomdagi fazalar kuchlanishlari vektorlarining bir-biriga mos tushishining nazorat qilish imkoniyatini beradigan maxsus asbob – *sinxronoskop* yordamida amalga oshiriladi. Bu asboblarning sinxronizatsiyalash shitchalari yoki kolonkalari tarkibiga kiradi (6.3-rasm) va ular barcha elektr stansiyalarda mavjuddir.

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

Aniq sinxronlash qo‘lda yoki avtomatik tarzda bo‘lishi mumkin.

Qo‘lda aniq sinxronlashning hamma jarayonlari nazoratchi tomonidan qo‘lda bajariladi. Nazoratchining noto‘g‘ri harakat qilib qo‘yishining yo‘qotish uchun sinxronlash sxemasiga maxsus blokirovka kirgiziladi, u noqulay paytda o‘chirgichining ulash uchun berilgan signalning o‘tishiga avtomatik tarzda to‘sqinlik qiladi.

Avtomatik sinxronlash maxsus qurilmalar avtomatik sinxronizatorlar yordamida amalga oshiriladi. Avtomatik sinxronizatorlar sinxronlanayotgan generatorning kuchlanishi va chastotasining rostdash va uni nazoratchisiz tarmoqda ulash imkoniyatini beruvchi juda murakkab sxemaga ega.

Aniq sinxronlash usulining kamchiliklariga jarayonni amalga oshirishning murakkabligi va uzoq davom etishining (bu ayniqsa energotizimning avariya ish rejimi sharoitida chastota va kuchlanishning

o'zgarib turishi sodir bo'lganda yana ham ko'proq bilinadi, hamda boshqaruvchi shaxs yuqori malakaga ega bo'lishi talab etishining hamda sinxronlash shartlari buzilsa, katta avariya sodir bo'lishini kiritish mumkin.

O'z-o'zining sinxronlashda generator uyg'otilmay, taxminan sinxronlash chastotaga teng chastotada aylanayotgan vaqtida (sirpanish  $\pm 2-3\%$ ) tarmoqqa ulanadi. Uzgich ulanishi zahoti uyg'otish toki beriladi va generator 1-2 sekundda sinxronizmga tortiladi.

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

O'ta kuchlanish tufayli izolyatsiyaning buzilishining oldini olish uchun generator rotorining chulg'ami uzgichining ulashdan oldin o'z-o'zini sinxronlash maxsus qarshiligiga yoki MAS (maydonni avtomatik sundirish) qurilmasining so'ndiruvchi qarshiligiga tutashtirilgan bo'lishi kerak, bu qarshilik MAS ulangandan keyin uziladi.

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

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

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

$$I' = \frac{U}{\sqrt{3}(x_d' + x_c)} \leq 3.5I_{nom} \quad (6.6)$$

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

Generator o'z-o'zini sinxronlash metodi bo'yicha ulash quyidagi tartibda bajariladi:

generator sinxron tezlikdan ko'pi bilan 2-3 % farq qiladigan aylanishlar chastotasigacha aylantiriladi, chastotalarning yo'l qo'yiladigan farqi, odatda, *IRCH* rele asosidagi avtomatik qurilma bilan nazorat qilinadi;

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

generatorning viklyuchateli ulanadi va u ulangan zahoti MAS ni ulash uchun avtomatik tarzda buyruq beriladi.

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

O'z-o'zini sinxronlash usulining asosiy afzalligi generatorning tarmoqqa ulash texnologiyasining soddaligidadir, chunki bu vaqtda ulanadigan generator bilan tizim kuchlanishlarining qiymatlarining va chastotalarining aniq to'g'rilashga hojat qolmaydi. Sinxronlash ancha soddalashadi va tezlashadi, ulashlardagi yo'l qo'yilgan xatolar tufayli mashinaning og'ir buzilish ehtimollari yo'qoladi, jarayonning avtomatlashtirish soddalashadi, shuningdek energotizimdagi chastota va kuchlanish o'zgarganda ham ulash mumkin bo'ladi.

Normal ishlash sharoitlarida o'z-o'zini sinxronlash usuli generator-transformator bloki sxemasida ishlaydigan va chulg'amlari bilvosita sovitiluvchi turbogeneratorlarning, shuningdek hamma gidrogeneratorlarni ulash uchun qo'llaniladi.

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

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

## **Sinov savollari**

1. Generatorlarning parallel ishga tushirishni necha usulini bilasiz?
2. Generatorlarning parallel ishga tushirish shartlarini tushuntirib bering?

## **7-MA'RUZA.**

### **KUCH TRANSFORMATORLARI VA AVTOTRANSFORMATORLARNI ISHLATISH**

Reja:

1. Transformatorlarni ishlatish va unga qo'yiladigan talablar.
2. Transformatorlarning prinsipial sxemalari.
3. Transformatorlar neytrallarini ulash usullari.

Transformatorlarni ishlatish jarayonida ularning ishonchli ishlashi ta'minlanishi lozim. Yuklamalar, kuchlanish me'yori, transformatorlarning alohida qismlarining harorati, moyning karakteristiklari va izolyatsiya parametrlari o'rnatilgan me'yorlari chegarasida bulishi kerak. Sovutish tizimi, kuchlanishni rostlash va boshqa tarkibiy qismlari shuningdek, doimiy vositalari bo'lmish yong'in o'chirish, moy qabul qilgich, moy chiqqishlar va moy to'plagichlar soz bo'lishi kerak.

Yong'in o'chirish tizimi avtomatikasi bir yilda bir marotaba sinovdan o'tishi kerak.

Ochiq taqsimlash qurilmalaridagi transformatorlar baklarida stansiya yoki podstansiya tomonidan belgilangan tartib raqamlari, hamda ushbu raqamlar eshiklarda va kameralarda shuningdek transformator punktlarining ichida bo'lishi kerak.

Ochiq taqsimlash qurilmalarida joylashgan transformatorlar tabiat hamda moy ta'sirlariga chidamli och rangli bo'yoqda bo'yalmog'i lozim.

Transformatorlarning sovutish tizimlari ikkita manbadan ta'minlanishi, moyning majburiy aylanishi tizimli transformatorlarda esa zahiraning qayta ulash tizimi orqali ulanishi kerak.

Kuchlanishning yuklama ostida rostlash qurilmasi avtomatik holatda ishga shay holatda bo'lishi kerak. Transformator kuchlanish ostida bo'lganda kuchlanishning yuklama ostida rostlash qurilmasini qo'lda uzib ulash man etiladi.

Havo va moyning majburiy aylanishi (DS) hamda suv va moyning majburiy aylanishli (S) tizimlari transformatorlarda ishga tushganda (o'chirilganda) transformator bilan bir vaqtning o'zida ishga tushishi (o'chirilishi) kerak. Moyning majburiy aylanishi yuklamadan qat'iy nazar uzluksiz bo'lishi, sovutish tizimining ishga tushirish (o'chirish) tartibi ishlab chiqaruvchi yo'riqnomasi bo'yicha aniqlanishi kerak.





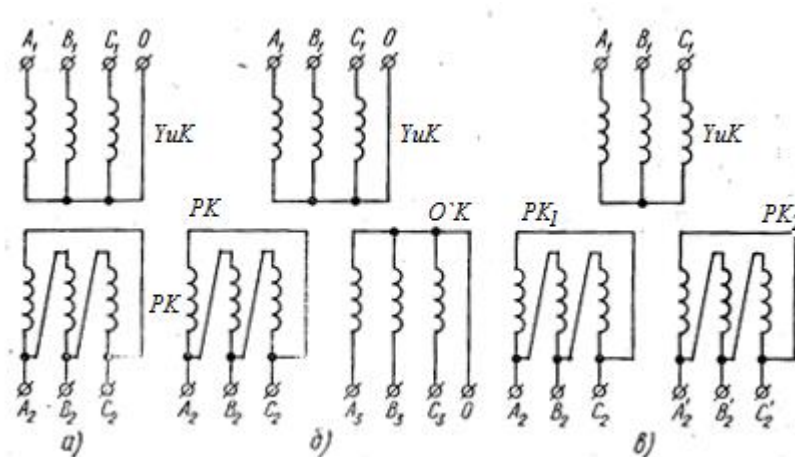
7.1 – rasm. TS-630000/330 tipli kuch transformatori zavodining tajriba zalida

Transformatorlarning havoning majburiy aylanishli va moyni tabiiy aylanish (D) tizimlaridagi ventilyatorlarning motorlari moy harorati  $55^{\circ}\text{C}$  etganda yoki nominal yuklamada ishga tushmog‘i hamda moy harorati  $50^{\circ}\text{C}$  tushganda yuklama toki nominal tokdan kichik bo‘lsa avtomatik tarzda o‘chirilishi kerak.

Moy-suvli sovutish tizimli transformatorlarning kengaytirgichlaridagi moy sathining eng kam miqdorida moy sovutgichlaridagi moy bosimi quvurlardan aylanayotgan suv bosimidan 10 kPa dan kam bo‘lmasligi kerak.

Elektr stansiya va nimstansiyalariga o‘rnatilgan uch fazali transformatorlar eng ko‘p tarqalgan, chunki ularda jami quvvati xuddi shuncha bo‘lgan uchta bir fazali transformatorlarga qaraganda isroflar 12-15%, aktiv materiallar sarfi bilan qiymati 20-25% kam





7.2-rasm. Transformatorlarning prinsipial sxemalari: a)-ikki chulgʻamli; b)-uch chulgʻamli; d)-past kuchlanishli ajratilgan

Transformator sozlikdagi taraqqiyot 220 va 500 kV kuchlanishli, quvvati 630 MVA gacha, 330 kV kuchlanishli, quvvati 1000 MVA li uch fazali transformatorlarni va 500/110 kV li, birlik quvvati 250 kVA li avtotransformatorlarning ishlab chiqarish imkoniyatini berdi.

Transformatorlar quvvatining chegaraviy qiymati ularning transportirovka qilish sharoitlari, massasi va oʻlchamlari bilan cheklanadi.

Bir fazali transformatorlar, odatda, yetarli quvvatga ega boʻlgan uch fazali transformator tayyorlash mumkin boʻlmagan yoki transportirovka qilish ancha qiyin boʻlgan hollardagina qoʻllaniladi. Bir fazali transformatorlar guruhlarining eng katta quvvati 500 kV kuchlanishda 1600 MVA; 750 kV kuchlanishda 1250 MVA ga teng.

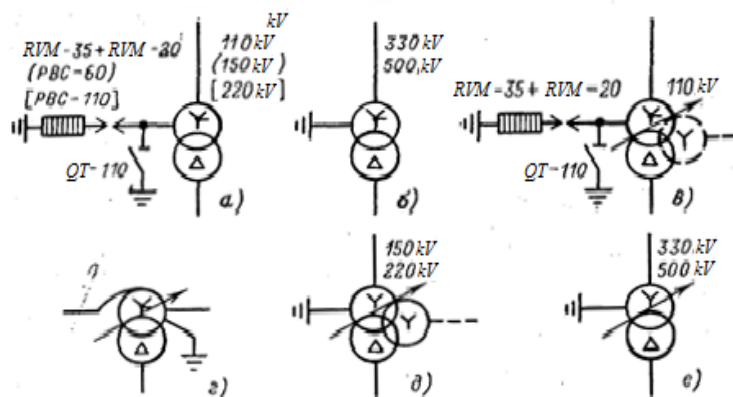
Har bir fazadagi turli kuchlanishdagi chulgʻamlar soniga qarab transformatorlar ikki chulgʻamli va uch chulgʻamliga boʻlinadi (7.2-rasm, a, b). Bundan tashqari, aynan bir xil kuchlanishdagi chulgʻamlar, odatda, pasaytiruvchi chulgʻami bir-biridan va yerga tutashtirilgan qismlardan izolyatsiya qilingan ikki va undan ortiq parallel tarmoqlardan tashkil topadi. Bunday transformatorlar ajratilgan chulgʻamli transformatorlar deb ataladi (7.2-rasm, d). Yuqori, oʻrtacha va past kuchlanishli chulgʻamlarning qisqacha YuK, OʻK va PK deb belgilash qabul qilingan.

Past kuchlanishli ajratilgan chulgʻamli transformatorlar bitta kuchaytiruvchi transformatorga bir nechta generatorlarning ulash imkonini beradi, oʻz ehtiyojini taʼminlash sxemalarida, shuningdek qisqa tutashuv tokining kattaligining cheklash maqsadida, pasaytiruvchi nimstansiyalarda ham keng qoʻllaniladi.

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

Transformatorning nominal quvvati deb zavod pasportida koʻrsatilgan toʻla quvvatining qiymatiga aytilib, nominal chastota va kuchlanishda,

oʻrnatish joyi va sovitish muhiti nominal boʻlgan sharoitlarda transformatorning shu quvvat bilan uzluksiz yuklash mumkin boʻladi. ikki chulgʻamli transformatorlarning nominal quvvati uning har bir



7.3-rasm. Transformator va avtotransformatorlarning neytrallarini yerga ulash usullari: a)-110-220 kV li YuOR (yuklama ostida roslash) siz transformatorlarda; b)-330-500kV li YUOR siz transformatorlarda; d)-110 kV li oʻrnatilgan YUOR li transformatorlarda; e)-avtotransformatorlarda; f)-150-220 kV li YUOR li transformatorlarda; g)-330-500 kV li YuOR li transformatorlarda.

uning liniya (fazalar orasidagi) kuchlanishidir. Bir fazali transformator agar yulduz sxemasida biriktirilib, uch fazali guruhga ulashga moʻljallangan boʻlsa, bu kuchlanish  $U/\sqrt{3}$  ga teng boʻladi. Transformator yuklama bilan ishlaganda va uning birlamchi chulgʻami qisqichlariga nominal kuchlanish berilganda ikkilamchi chulgʻamdagi kuchlanish nominalga qaraganda transformatorda isrof boʻlgan kuchlanishning kattaligiga teng miqdorga kichik boʻladi

chulgʻaming quvvatidan iborat.

Uch chulgʻamli transformatorlar chulgʻamlarining quvvati bir-biriga teng yoki har xil qilib tayyorlanadi. Quvvatlari har xil boʻlganda har bir alohida chulgʻam ichida eng katta nominal quvvatga ega boʻlgan chulgʻaming quvvati transformatorning nominal quvvati deb qabul qilinadi.

Chulgʻamlarning nominal kuchlanishlari-transformatorning salt ishlashida birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlarining kuchlanishlaridir. Uch fazali transformator uchun - bu

### Sinov savollari

1. Transformatorlarning ishlatishda qoʻyiladigan talablar haqida maʼlumot bering?
2. Transformatorlarning prinsipial sxemalarini tushuntiring?
3. Transformator neytralini yerga ulash sxemalarini koʻrsating?

## 8-MA'RUZA.

### KUCH TRANSFORMATORLARNING SOVITISH TIZIMI VA YUKLANISH QOBILIYATI

Reja:

1. Transformatorlarning sovitish tizimi turlari.
2. Transformator markasining belgilanishi.
3. Transformatorning yuklanish qobiliyati.

Transformatorning ishlash jarayonida uning chulgʻamlari va magnet oʻtkazgichi ulardagi energiyaning isrof boʻlishi hisobiga qiziydi. Transformator qismlarining qizish chegarasining izolyatsiya cheklaydi, chunki uning ishlash muddati qizish haroratiga bogʻliq. Transformator quvvati qancha katta boʻlsa, sovitish tizimi shuncha intensivroq boʻlishi kerak.

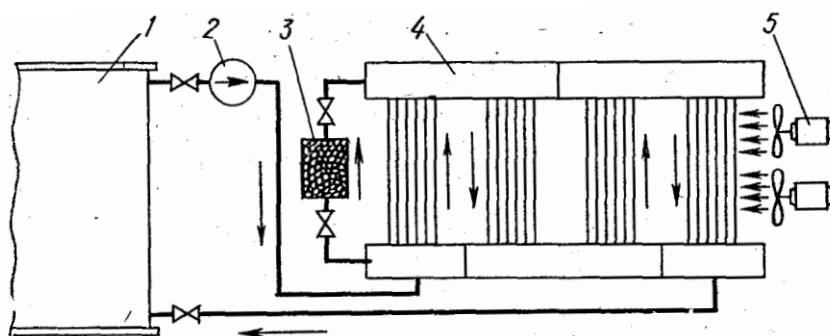
Transformatorlarning havo bilan tabiiy sovitish. Bunday transformatorlar “*quruq*” nomini olgan. Havo bilan tabiiy sovitish shartli ravishda quyidagicha belgilanadi: ochiq tayyorlanganida C, himoyali tayyorlanganida C3; germetik tayyorlanganida SG.

“Quruq” transformator chulgʻami haroratining sovituvchi muhit haroratidan yoʻl qoʻyiladigan oshish chegarasi izolyatsiyaning

qizishga chidamliligi sinfiga bogʻliq va standartlarga muvofiq A sinfi uchun 60°C; E sinfi uchun 75°C; B sinfi uchun 80°C; C sinfi uchun 100°C; N sinfi uchun 125°C dan koʻp boʻlmasligi

kerak. Sovitishning bu tizimi kam samarali boʻlganligi sababli kuchlanishi 15 kV gacha, quvvati 1600 kVA gacha boʻlgan transformatorlar uchun qoʻllaniladi.

*Moy bilan tabiiy sovitish* (M) 16000 kVA va undan kam quvvatli transformatorlar uchun qoʻllaniladi. Bunday transformatorlarda chulgʻam va magnet oʻtkazgichda ajralgan issiqlik ular atrofidagi moyga beriladi, bu



8.1-rasm. MS tizimi sovitgichning prinsipial sxemasi: 1–transformator baki; 2–elektr nasosi; 3- adsorb filtr; 4-sovitkich; 5-puflash ventilyatori

moy bak va radiator kuvirlarida aylanib, uning atrofidagi havoga beradi. Transformator yuklamasi nominal bo'lganda moyning harorati yuqorigi eng qizigan qatlamlarida  $\pm 95^{\circ}\text{C}$  dan oshmasligi kerak.

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

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

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

Sovitgichlar tashqarisiga ventilyator havo haydaydigan qirrali yupqa trubalar tizimidan tashkil topgan. Moy trubasi ichiga joylashtirilgan elektr nasoslari moyning sovitgichlar orqali uzluksiz majburan sirkulyatsiyasini hosil qiladi (3.4-rasm).

Moy katta tezlikda sirkulyatsiyalanishi, sovitish yuzalari kattalashgani va jadal puflash hisobiga sovitgichlar issiqlikni ko'p uzatadi va ixchamdir. Sovitishning bunday tizimiga o'tish transformatorlarning o'lchamlarini ancha kamaytirish imkoniyatini beradi.

Sovitgichlar transformatorlar bilan bir poydevorga yoki transformatorning baki yonidagi alohida poydevorga o'rnatilishi mumkin.

*Moy majburan sirkulyasiyalanadigan moy-suvli sovitish (S)* prinsipial jihatdan MS tizimiga o'xshash tuzilgan faqat farqi shundaki, undagi sovitgichlar trubalardan iborat bo'lib ular ichida suv aylanadi, trubalar orasida esa moy yuradi.

Transformatorning moy tizimiga suv tushishining oldini olish uchun moy sovitgichlardagi moy bosimi ularda aylanuvchi suv bosimidan kamida 0,02 MPa ( $2\text{ N/sm}^2$ ) ga ortiq bo'lishi kerak. Sovitishning bu tizimi samarali, biroq konstruksiyasi jihatidan ancha murakkab bo'lib, gidrostansiya va yopiq xonalarga o'rnatiladigan (100 MVA va undan yuqori) quvvatli transformatorlarda ishlatiladi.

MS va S sovitish tizimli transformatorlarda moyning majburan sirkulyatsiyalash qurilmasi transformator ishga tushishi bilan bir vaqtda avtomatik ulanishi va transformatorning yuklanishidan qat'iy nazar

uzluksiz ishlashi kerak. Shu bilan birga, ishga tushiriladigan sovitgichlar soni transformatorning yuklanishiga qarab aniqlanadi. Bunday transformatorlar moyning va sovituvchi suvning sirkulyatsiyalanishini to'xtatish, ventilyatorni to'xtatish kerakligi haqidagi signalizatsiyaga ega bo'lishi kerak.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, hozir chulg'amlari juda ham past haroratgacha sovitiladigan transformatorlarning yangi konstruksiyalari ishlab chiqilmoqda. Metall past haroratda o'ta o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'lib, chulg'am kesimining keskin kamaytirish imkonini beradi. O'ta o'tkazuvchanlik prinsipidagi transformatorlar kriogenli transformatorlar quvvati 1000 MVA va undan yuqori bo'lishiga qaramay kichik og'irlikka ega.

Har bir transformator quyidagi ko'rsatilgan tartibdagi shartli harfiy belgilarga ega:

- 1) fazalar soni (bir fazali uchun-0, uch fazali uchun-T);
- 2) sovitish turi - yuqorida keltirilgan tushuntirish asosida;
- 3) turli kuchlanishli tarmoqlarda ishlaydigan chulg'amlar soni (agarda u ikkitadan ortiq bo'lsa); uch chulg'amli transformatorlar uchun T, ajratilgan chulg'amli transformator uchun P (fazalar sonidan keyin ko'rsatiladi);
- 4) chulg'amlardan biri YUOR qurilmasi bilan tayyorlangan bo'lsa, qo'shimcha H harfi bilan belgilanadi;
- 5) avtotransformatorlarning belgilash uchun birinchi o'rinda A harfi qo'yiladi.

Harfiy belgidan keyin nominal quvvat va kuchlanish sinfi ko'rsatiladi. Bir xil parametrli, bir xil konstruksiyali turli korxonalarda ishlab chiqariladigan transformatorlar uchun, shu konstruksiyadagi transformatorlar qaysi yildan boshlab ishlab chiqarilishi ko'rsatiladi. Masalan: TMH-10000/110 - 67 - uch fazali, ikki chulg'amli, moy bilan tabiiy sovitiluvchi, YUOR li nominal quvvati 10000 kVA, 110 kV klassli, 1967 yilda yaratilgan konstruksiyali transformator.

## **Transformatorlarning yuklanish qobiliyati**

Transformatorlarning yuklanish qobiliyati deganda ularning ruxsat etilgan yuklanishlari bilan o'tayuklanishlari birgalikda tushuniladi.

Ruxsat etilgan yuklanish - vaqt bo'yicha chegaralanmagan uzoq muddatli yuklanish bo'lib, bunda chulg'am izolyatsiyasining qizishidan eskirishi nominal ish rejimidagi eskirishidan katta bo'lmaydi.

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

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

*Moyli transformatorlar:*

Tok bo'yicha o'tayuklanishi, % . . . .	30	45	60	75	100
O'tayuklanish davomiyligi, min. .	120	80	45	20	10

*Quruq transformatorlar:*

Tok bo'yicha o'tayuklanishi, % . . . .	20	30	40	50	60
O'tayuklanish davomiyligi, min . . . .	60	45	32	18	5

*Uzoq muddatli avariya o'tayuklanishi* M, Д, ДЦ va Ц sovitish tizimli transformatorlar uchun 5 sutkadan ko'p bo'lmagan vaqt davomida 40% ga yo'l qo'yiladi, bunda agar boshlang'ich yuklama koeffitsiyenti  $k_1$  ning qiymati 0,93 dan oshmasa, o'tayuklanish davomiyligi bir sutkada 6 soatdan oshmasligi kerak.

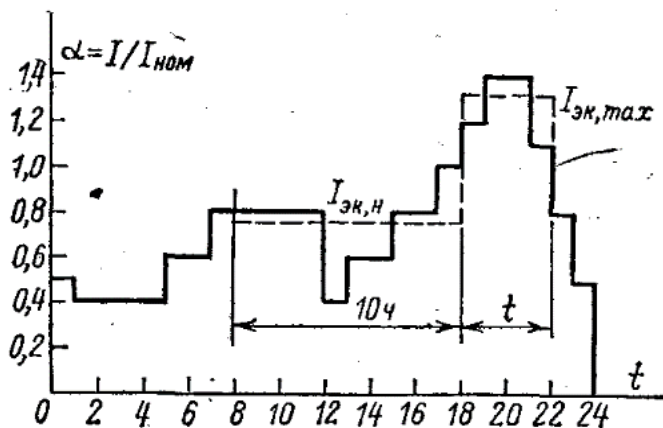
$$k_1 = \frac{I_{\text{ЭК.Н}}}{I_{\text{НОМ}}}, \quad (8.1)$$

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

$$I_{\text{ЭК.Н}} = I_{\text{НОМ}} \sqrt{\frac{a_1^2 t_1 + a_2^2 t_2 + \dots + a_n^2}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}, \quad (8.2)$$

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

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



8.2-rasm. Transformator yuklanishinig sutkali grafigi bo'yicha ikki pog'onali grafigi

Transformatorlarning tizimli o'tayuklanishlanishi ularning sutka davomida notekis yuklanishidan kelib chiqadi. 3.5-rasmda sutkali yuklanish grafigi keltirilgan bo'lib, undan ko'rinishicha transformator tungi, ertalabki va kunduzgi soatlarda yetarli yuklanishlanmagan, kech-qurungi maksimum vaqtida (18 dan to 22-soatgacha) o'tayuklanishlangan bo'ladi. Yuklanish yetarli bo'lmasa,

izolyatsiyaning eskirishi kam bo'lib, o'ta yuklanishdan ancha ortadi. Ruxsat etiladigan tizimli yuklanish chulg'amning eng qizigan nuqtasining harorati  $+98^{\circ}\text{C}$  dan oshmagandagi maksimal yuklanish va undan oldingi to'liqsiz yuklanish vaqtida izolyasiyaning eskirishi transformatorning o'zgarmas nominal yuklanishda ishlayotgan eskirishi bilan bir xil degan shartdan aniqlanadi.

Ruxsat etiladigan yuklanish koeffitsienti quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$k_2 = \frac{I_{\text{Эк.маx}}}{I_{\text{НОМ}}} \quad (8.3)$$

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

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

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

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

Umumiy yuklanish nominalning 150 % dan oshmasligi lozim.

Transformatorning majburiy sovitish tizimi ishlamay qolsa, yuklanish pasaytirilishi lozim.

### **Sinov savollari**

1. Transformatorlarning necha xil sovitish tizimlarini bilasiz?
2. Transformatorlarning moy suvli sovitish tizimini tushuntirib bering?
3. Transformatorlarning havoli sovitish tizimi haqida ma’lumot bering?
4. Transformator markasidagi belgilanishlarni ayting?
5. Transformatorlarning yuklanish qobiliyati deganda nimani tushunasiz?

### **9-MA’RUZA.**

#### **TAQSIMLOVCHI QURILMALARNI ISHLATISH BO‘YICHA UMUMIY TALABLAR VA ULARNING VAZIFALARI**

Reja:

1. Taqsimlovchi qurilmalarning turlari va tuzilishi.
2. Taqsimlovchi qurilmalar komplektini ishlatish.
3. Taqsimlovchi qurilmalarning ishlatishga qo‘yilgan talablar.

Stansiya va podstansiyalarning taqsimlovchi qurilmalari (TQ) elektr energiyaning qabul qilish va taqsimlash uchun xizmat qiluvchi inshootlar va jihozlar majmuasidan tashkil topgan. Ular ochiq va yopiq bo‘lishi mumkin. Xonalarning ichida va bevosita ochiq havoda o‘rnatishi mumkin bo‘lgan komplekt taqsimlovchi qurilmalar keng tarqalgan. Ular zavodlarda



statsionar yoki suriluvchi ko‘rinishda ishlab chiqariladi. Statsionar ko‘rinishda har bir yacheykaning ichida jihoz qo‘zg‘almas qilib o‘rnatiladi. Suriluvchi ko‘rinishda uzgichlar, seksion ajratkichlar va kuchlanish o‘lchov transformatorlari shkaflarning ichida surish va ularning tashqarisiga chiqarish mumkin bo‘lgan suriluvchi telejkalarda o‘rnatiladi.

Barcha kuchlanish jihozlari va taqsimlovchi qurilmalariga quyidagi talablar qo‘yiladi:

-taqsimlovchi qurilma (TQ) ning jihozi o‘zining pasport ma’lumotlari bo‘yicha nominal va qisqa tutashuv holatlarida ishlash sharoitlarining qoniqtirishi shart. Apparatlar va shinalar zaruriy termik va dinamik chidamlilikga ega bo‘lishi shart;

-jihozning izolyatsiyasi atmosfera va ichki o‘ta kuchlanishlarda kuchlanishning sodir bo‘lishi mumkin bo‘lgan oshishlarining ko‘tara oladigan bo‘lishi shart;

-barcha jihozlar ruxsat etilgan yuklanishlarda ishonchli ishlashi shart;

TQ xonalarida yong‘inning o‘chirish inventari va vositalari bo‘lishi shart. Yopiq TQ larning ichiga hayvonlar va qushlarning kirib qolish ehtimolini bartaraf etish uchun derazalar ishonchli yopilgan, devorlardagi yoriq va teshiklar bekitilgan bo‘lishi shart. Xonaning tomi soz bo‘lishi shart;

Yopiq va komplekt TQ larning xonalarida havoning harorati va namligi rejimi shudring tushmaydigan va izolyatsiya terlamaydigan qilib tutilishi shart. Yopiq TQ larda harorat  $40^{\circ}$  C dan oshmasligi shart. Xonaning ventilyatsiyasi yetarli darajada samarali bo‘lishi shart.

TQ va alohida zanjirlarning ish rejimlarini jihozning texnik tavsiflariga mos kelishini ta’minlash;

TQ ning jihozlari va xonalarining nazorat qilish va tartibga solish hamda taraqqiy etishi avariya olib kelishi mumkin bo‘lgan nosozliklarning imkoni boricha qisqa muddatlarda bartaraf etish;

Jihozlarning profilaktik sinash va ta’mirlash ishlarining o‘z vaqtida amalga oshirish.

Iste’molchilar yuklamalarining oshib borishi bilan ilgari o‘rnatilgan jihozlarning o‘tkazish qobiliyati tez-tez yetarli bo‘lmay qoladi. Avariya holatlarida qisqa tutashuv toklarining jihozlar uchun ruxsat etilganidan yuqori qiymatlargacha ortishi energetika tizimiga loyihalash paytida ko‘zda tutilmagan katta quvvatli turbo va gidrogeneratorlar, transformatorlar va h.k.larning ulanishi natijasida sodir bo‘ladi. Energetika tizimlarida jihozlarning parametrlarining yangi ish sharoitlariga mos kelishining tekshirish surunkali tarzda iste’molchilarning eng katta

yuklamalarini nazorat qilish va ularning jihozlarning nominal ma'lumotlari bilan solishtirish hamda yangi jihozlar ulangan va elektr tarmoqning sxemasi o'zgargan holatlar uchun qisqa tutashuv toklarining hisoblash orqali amalga oshiriladi. Mos kelmagan holatlar kuzatilganda jihozlarning modernizatsiyalash yoki almashtirish, shuningdek, elektr tarmog'ini seksiyalash amalga oshiriladi; qisqa tutashuv toklarining cheklash uchun elektr tarmoqlarining ajratishining avtomatik qurilmalari ishga tushiriladi va h.k.

Jihozlarning ishlashining nazorat qilish navbatchi va ishlatuvchi personal tomonidan amalga bajariluvchi tashqi ko'rik paytida amalga oshiriladi.

Kuchlanish ostida bo'lgan elektr uskunaning to'siqsiz tok o'tkazuvchi qismiga 2-jadvalda qayd etilganidan kam masofaga yuk ko'taruvchi va boshqa mashina-mexanizmlarning hamda shaxslarning yaqinlashishi man etiladi.

**Kuchlanish ostida bo'lgan tok o'tkazuvchi qismgacha yaqinlashish mumkin bo'lgan masofa, m.**

9.1-jadval

Kuchlanish, <i>kV</i>	Odamlar va ular qo'laydigan asbob hamda moslamalardan vaqtincha to'siq, tok o'tkazuvchi qismlargacha bo'lgan masofa.	Yuk changallovchi moslamalar, ishchi yoki transport holatida bo'lgan yuk ko'tarish mashina va mexanizmlar bilan tok o'tkazuvchi qismlar orasidagi masofa.
1 gacha bo'lgan havo elektr uzatish tarmog'i uchun	0,6	1,0
Boshqa elektr uskunolari uchun	cheklanmaydi, (tegish mumkin emas)	1,0
6-35	0,6	1,0
110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
220	2,0	2,5
330	2,5	3,5
400-500	3,5	4,5
750	5,0	6,0
800	3,5	4,5
1100	8,0	10,0

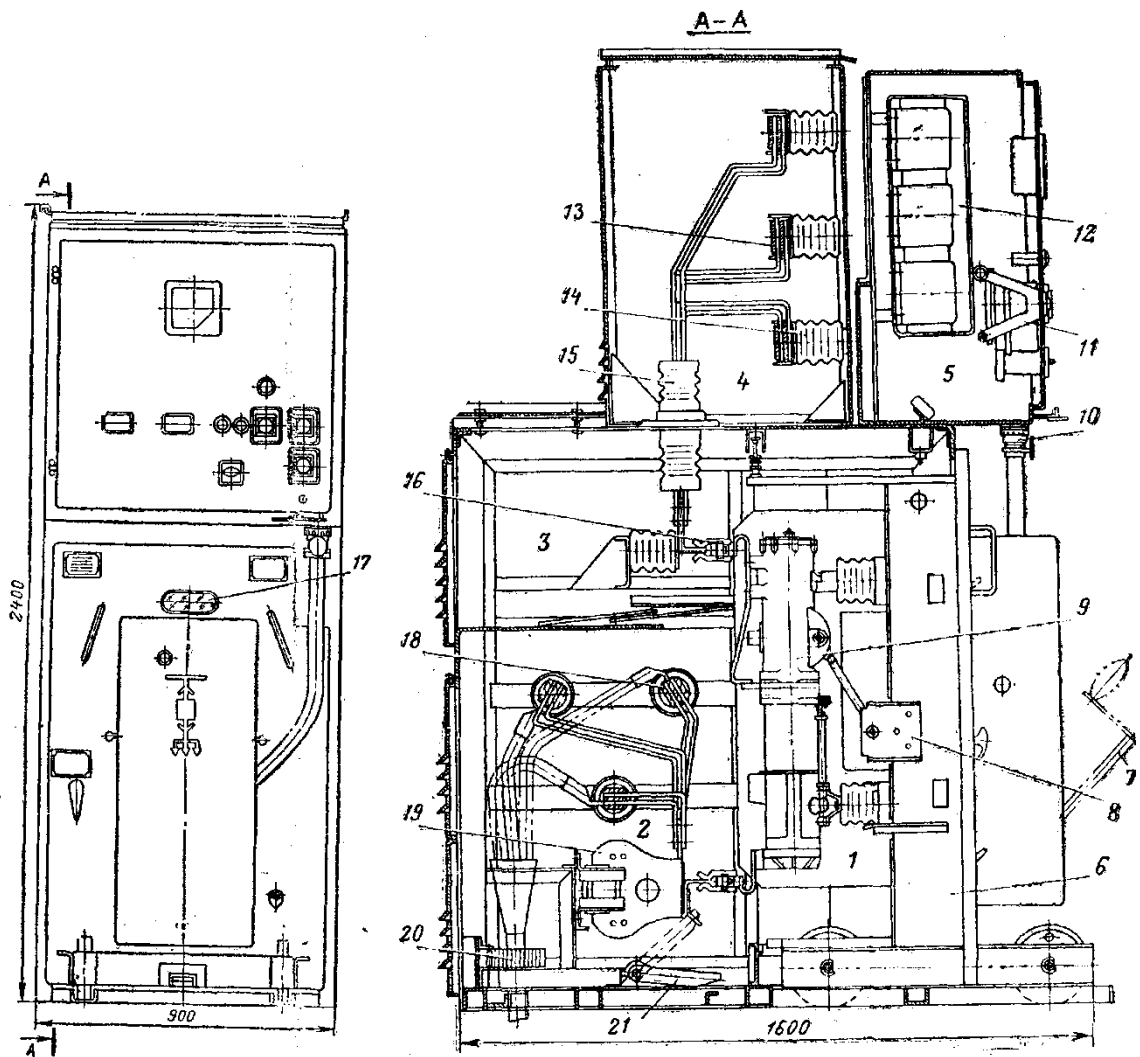
## Taqsimlovchi qurilmalar komplektini ishlatish

Taqsimlovchi qurilmalar komplekti (TQK) ning xarakterli jihatlari shundan iboratki, yacheykalarining o'lchamlari cheklanganligi sababli ularda o'rnatilgan jihozlarning ko'rikdan o'tkazish va ta'mirlash qiyin. Ushbu sharoitlarda shkaflarning montaj qilishning to'g'riligi, apparaturaning sozlash va rostlashning sifati, qabul-topshirish sinovlarining uslubi va hajmi katta ahamiyat kasb etadi. Ko'rsatilgan ishlarning diqqat bilan bajarilishi ko'p jihatdan TQK ning bundan keyingi ishlatishning samaradorligini belgilaydi.

Konstruktiv jihatdan TQK shkafida butun bo'shliq metall to'siqlar bilan yuqori kuchlanish apparatlari, yig'uv shinalari, releli himoya, o'lchashlar va boshqarishlar bo'limlariga ajratilgan. Bu avariya o'choqlarining lokallash va xizmat ko'rsatishning qulaylashtirish maqsadida amalga oshirilgan.

Tashqariga chiqariladigan TQK da (9.1- rasm) shkaf korpusidagi uzgich telejkasi ikkita qayd etilgan holatlarni, ya'ni ishchi va sinov holatlarini egallashi mumkin. Telejkaning ishchi holatida uzgich yuklama yoki, agar uzgich uzilgan bo'lsa, kuchlanish ostida bo'ladi. Telejkaning sinov holatida kuchlanish uzgichdan birlamchi ajratuvchi kontaktlar 16 ni ochish orqali olinadi. Bunda ikkilamchi zanjirlar ulangan holatda qolishi mumkin va uzgich ulash va uzishga ishlatib ko'rilishi mumkin. Telejkani ishchi holatidan sinov holatiga va teskari yo'nalishda ko'chirish uchun uni harakatlantirishda sarflanuvchi kuchni yengillashtiruvchi va uni surib chiqarishda ajratuvchi kontaktlarning aniq kirishining ta'minlovchi mexanik yetkazish qurilmasi ko'zda tutilgan.

Uzgichning ta'mirlash uchun telejka shkafdan to'liq surib chiqariladi. Personalning kuchlanish ostida bo'lgan tok o'tkazuvchi qismlarga to'satdan tegib ketishidan himoyalash uchun TQK da blokirovka ko'zda tutilgan. Statsionar tartibda yasalgan TQK da faqat tutashmalarning uzgichlari va ajratkichlari uzganidan so'ng ochiluvchi to'rtli eshiklar bloklanadi. Surib chiqariluvchi TQK da bo'limga surib chiqarilgan telejkadagi qo'zg'almas ajratuvchi kontaktlarning kirish yo'lining to'suvchi avtomatik pardalar mavjud. Bundan tashqari personalning xato amallarning bajarishidan tiyuvchi tezkor blokirovka ham mavjud. Masalan, telejkaning sinash holatiga surib chiqishga blokirovka faqat uzgich uzilganidan so'ng, telejkaning ishchi holatiga surib chiqarishga esa, uzgich va zaminlovchi pichoqlar uzganidan so'ng ruxsat beradi.



9.1- rasm. BМII-10K tipidagi uzgich va PE-11 tipidagi yuritmaga ega bo'lgan K-XII seriyasidagi TQK shkafi: 1- surib chiqariluvchi telejka bo'limasi; 2- tok transformatorlari va kabel yig'ilmasi; 3- shinalar tomonidan birlamchi ajratuvchi kontaktlar bo'limasi; 4- yig'uvchi shinalar bo'limasi; 5- ikkilamchi kommutatsiya apparaturasi bo'limasi; 6- surib chiqariluvchi telejka; 7-yetkazish mexanizmining dastasi; 8- telejka holatining qayd etuvchi fiksator; 9- uzgich; 10- ikkilamchi kommutatsiya zanjirlarining shtepselli tutashmasi; 11- schetchikni o'rnatish uchun aylanma lampa; 12- releli himoya paneli; 13- yig'uvchi shinalar; 14- tayanch izolyatori; 15- o'tkazish izolyatori; 16- birlamchi ajratuvchi kontakt; 17- kuzatuv derazasi; 18- kabel yig'masi; 19- tok transformatori; 20-yerga ulanishdan signallash transformatori; 21- zaminlovchi pichoq.

TQK shkaflarining ishlatishda apparatlar va himoya to'siqlarining deblokirovkalashga, shkaflarning yechiluvchi detallarining echish,

bo'limga u yerda kuchlanish mavjud bo'lganda kirishga to'sqinlik qiluvchi pardalarning ko'tarish va ochishga ruxsat etilmaydi.

Uzgichlarda moyning sathining va jihozlarning kuzatish qarash derazasi va to'rli to'siq orqali olib boriladi. Yig'uvchi shinalarning kuchlanish ostida ko'rikdan o'tkazish uchun himoyalovchi to'r bilan yopilgan kuzatuv lyuklari ko'zda tutilgan.

TQKni ularning uzmasdan turib ko'rikdan o'tkazish grafik bo'yicha, biroq bir oyda kamida bir marta, amalga oshiriladi. Ko'rik paytida xonalar va TQK shkaflarining yoritish va isitish (yilning sovuq vaqtlarida) tarmoqlarining ishlashi; uzgichlar, yuritmalar, ajratkichlar, birlamchi ajratuvchi kontaktlar, bloklash va etkazish mexanizmlarining holatlari; ikkilamchi kommutatsiya zanjirlarining holatlari; sinov holatida bo'lgan uzgichlarning boshqaruv tugmalarining ishlashi tekshiriladi.

Tashqarida o'rnatiluvchi TQK ni ishlatishda shkaflarda nisbiy namlikning ortishi (yilning ayrim davrlarida 100% gacha) va tashqi havoning harorati keskin farq qilgan hollarda izolyatorlar sirtining namlanishi sodir bo'ladi. Bu ifloslangan sirt bo'yicha izolyatsiyaning teshilishiga olib keladi. Bunga o'xshash hodisalarning oldini olish uchun surunkali tarzda, mahalliy sharoitlarga bog'liq holda, izolyatsiya chang va ifloslanishlardan tozalab turilishi lozim. Bundan tashqari shkaflarda havoning nisbiy namligi 60-70 % bo'lgan mikroklimatning hosil qilish uchun eshiklar, tublar va shkaflarning tutashgan joylarining zichligi; devorlarning va shkaflarning eshiklarini mineral vatali plitalar bilan zichlashtirish; shkaflarning nisbiy namlik 65-70 % gachadan ortib ketganida isituvchi avtomatik elektr isitkich bilan jihozlash nazorat ostida bo'lishi lozim.

### **Sinov savollari**

1. Taqsimlovchi qurilmalarning turlarini sanang va tuzilishini tushuntiring?
2. Kuchlanish ostida bo'lgan tok o'tkazuvchi qismgacha yaqinlashish mumkin bo'lgan masofalarni ayting?
3. Taqsimlovchi qurilmalarni ishlatishda qanday talablar qo'yiladi?

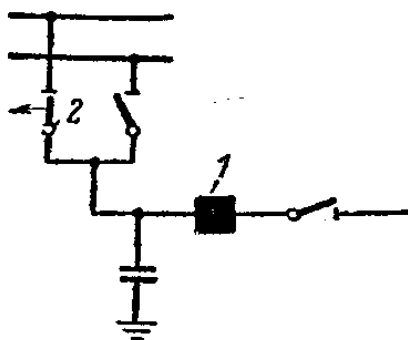
## 10-MA'RUZA. AJRATKICH VA BO'LGICHLARNI ISHLATISH

Reja:

1. Ajratkichning vazifasi va tuzilishi.
2. Ajratkichni ishlatishda qo'yiladigan talablar.
3. Bo'lgichning vazifasi va ularni ishlatish.

*Ajratkichlarning* asosiy vazifasi ta'mirga chiqariluvchi jihozlarning va uskunaning kuchlanish ostida bo'lgan, qolgan qismlarining ajratuvchi ko'rinib turuvchi uzilishning hosil qilishdir. Bunday uzilishlar ishlarning xavfsiz amalga oshirish maqsadida bajariladi. Ajratkichlar katta toklarning uzish imkonini beruvchi yoy so'ndiruvchi qurilmalarga ega emas. Shu sababli elektr zanjirini bevosita uzish yoki ulash uchun o'zgaruvchan tok ajratkichlari faqat nominalga nisbatan ancha kichik toklarda qo'llaniladi. Bundan tashqari ajratkichlar TQ sxemalarida elektr zanjirlarining turlicha almashlab ulashda, masalan, tutashmalarining bitta shinalar tizimidan ikkinchisiga o'tkazishda, foydalaniladi.

Uzgichning uzilgan holatida ajratkichlar yordamida kuchlanish ostida amallarni bajarish qiymati ulangan qismlarning sig'imi bilan belgilangan zaryad toki zanjirining ochish bilan bir vaqtda sodir bo'ladi (4.7- rasm). Barcha kuchlanishlar jihozlari va yig'ish shinalarining (kondensator batareyalaridan tashqari) zaryad toklari katta emas va, shu sababli, ularning ajratkichlar vositasida uzish va ulash xavfli emas.



10.1- rasm. Ajratkich yordamida sig'ım tokini uzish: 1- uzilgan uzgich; 2- sig'ım tokini uzuvchi ajratkich

Ajratkichlar yordamida yoy so'ndiruvchi g'altaklarning tarmoqda yerga va kuch transformatorlarining neytrallariga ulanish mavjud

bo‘lmagan hollarda, hamda qiymatlari EUTQ da ko‘rsatilgan transformator va avtotransformatorlarning magnitlash, kabelli va havo liniyalarining zaryad toklarini uzish va ulash amallarini bajarishga ruxsat etiladi.

Ishlatishda ajratkichlarga quyidagi talablar qo‘yiladi:  
nominal tokda uzoq vaqt ishlaganda ajratkichlarning kontakt tutashmalari  $75^{\circ}\text{C}$  dan yuqori haroratgacha qizishi mumkin emas;  
kontakt tizimi zaruriy termik va dinamik chidamlilikka ega bo‘lishi shart;  
qisqa tutashib toklari oqqanda ajratkichlarning pichoqlari ulangan holatda tutib turilishi shart (yuritmaning qulflovchi moslamasi, mexanik yoki magnit qulf yordamida). Uzilgan holatdagi ajratkich qutblarining kontaktlari orasidagi zaruriy masofa mexanik tutqich yordamida ishonchli qayd etilishi shart; ajratkichlarning izolyatsiyasi yomg‘ir, muz, havoning changlanganligi holatlarida ishonchli ishlashni ta‘minlashi shart. Tayanch izolyatorlari va izolyatsiyalovchi tortmalar amallarning bajarilish paytida mexanik yuklamalarni ko‘tara olishi shart; ajratkichlarning asosiy pichoqlari mexanizmi uzgich va zaminlovchi pichoqlar bilan blokirovkaga ega bo‘lishi shart.



10.2 –rasm. Ajratkichning tashqi ko‘rinishi (RGD-35)

**Bo‘gichlarni ishlatish** Tuzilishi bo‘yicha ajratkichlardan kam farq qiladi. Ularning kontakt tizimi ham yuklama toki ostida amallarni bajarishga moslanmagan. Bo‘lgichlarning asosiy vazifasi – u har ikkala

tomondan uzgichlar yordamida uzilganidan soʻng elektr tarmogʻining shikastlangan boʻlagining tez uzishdan iboratdir. Boʻlgichlar yordamida transformatorlarning magnitlash va liniyalarning zaryad toklari uziladi. Boʻlgich uza olishi mumkin boʻlgan tok qutb kontaktlari va qoʻshni qutblar orasidagi masofaga bogʻliq. OD seriyasidagi boʻlgichlarning asosiy pichoqlarining boshqarish SHPO tipidagi yuritkich yordamida amalga oshiriladi. Uzish jarayoning uluvchi impuls berilgan lahzadan soʻng 0,5-1 s davom etadi. Bunday tez uzish boʻlgichlarning qoʻlda ulashda siqiluvchi prujinalarning energiyasi hisobiga taʼminlanadi. Boʻlgichlar uzgichga ega boʻlmagan transformatorli podstansiyalarning YuK tomonida qoʻllaniladi. Bunday podstansiyalarda, boʻlgichlardan tashqari, odatda, vazifasi tezlik bilan keyinchalik uzgich tomonidan uziluvchi katta quvvatli sunʼiy qisqa tutashuvning hosil qilishdan iborat boʻlgan *qisqa tutashtirgichlar* ham oʻrnatiladi. Qisqa tutashtirgichning uzilgan holatida uning ShPK tipidagi yuritmasining prujinalari uygʻotilgan va ulashga tayyor boʻladi. Releli himoya qurilmasidan impuls berilganda elektromagnit ulovchi prujinani boʻshatadi va qisqa tutashtirgich ulaydi. Boʻlgich zanjirda qisqa tutashuv tokining oqishi toʻxtagan lahzada uzadi. Boʻlgichning toʻgʻri ishlashini taʼminlash uchun yuritmada uning faqat qisqa tutashuv zanjirida tok yoʻqolganidan soʻnggina ishlashiga ruxsat etuvchi blokirovka koʻzda tutilgan.

Ajratkichlar, boʻlgichlar va qisqa tutashtirgichlarning tashqi koʻrikdan oʻtkazishda asosiy eʼtibor bu apparatlarning kontakt tutashmalari va izolyatsiyalariga qaratilishi shart. Kontakt tutashmalar ajratkichlar va boʻlgichlarning eng muhim va shu bilan bir qatorda eng zaif qismi hisoblanadi. Kontakt tutashmalarining nazorat qilish va ularga xizmat koʻrsatish usullari yuqorida koʻrib oʻtilgan edi.

Ajratkichlar, boʻlgichlar va qisqa tutashtirgichlarning tok oʻtkazuvchi qismlarining tutib turish va mahkamlash uchun tayanch-shtirli va tayanch-sterjenli izolyatorlardan foydalaniladi. Ular 110 kV va undan past kuchlanish uchun butun, 110 kV dan yuqori kuchlanish uchun esa, shtirli yoki sterjenli izolyatorlardan bir-biriga ulab yigʻiladi.

### **Sinov savollari:**

1. Ajratkichning vazifasi nima?
2. Boʻlgichning ajratkichdan farqini tushuntiring.
3. Ajratkich va boʻlgichni ishlatishda qoʻyiladigan talablar.



## 11-MA'RUZA. IZOLYATORLARNI ISHLATISH

Reja:

1. Izolyatorlarning vazifasi va turlari.
2. Izolyatorlarni mustahkamlikka tekshirish.
3. Izolyatorlarni ishlatishdagi talablar.

Izolyatorlarning ishonchli ishlashi ularning elektr va mexanik mustahkamligi bilan aniqlanadi. Ular o'zgaruvchan atmosfera sharoitlarida izolyatsion xossalarini yo'qotmasligi va ishchi zarbiy yuklamalar, elektrodinamik kuchlar, o'tkazgichlarning tortish kuchi ta'sirlarini ko'tara olishi shart. Elektr jihatidan tayanch-sterjenli izolyatorlar etarlicha ishonchli va ishlatishda elektr sinovlarga tortilmaydi.

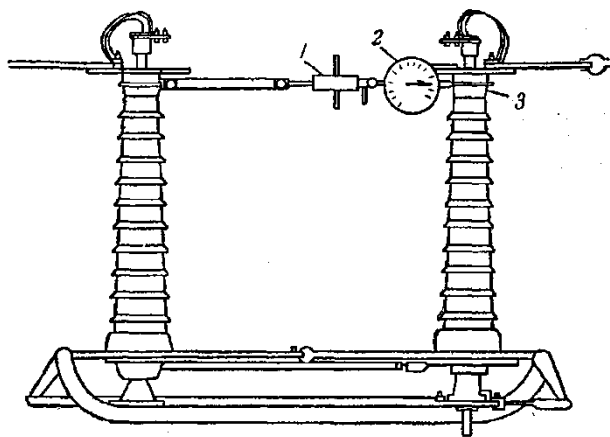
35-220 kV kuchlanishli ajratkich va bo'lgichlarning tayanch-sterjen izolyatorlarining mexanik mustahkamligi egilishga tekshiriladi. 35-110 kV kuchlanishli izolyatorlarni sinash apparat bitta qutbning ikkita izolyatorlarining yarim pichoqlarni  $180^{\circ}$  C ga burib qo'ygan holatda bir-biriga tomon tortish orqali amalga oshiriladi. Chunki ulanish paytida eguvchi kuch shinalash tomoniga yo'naladi. 11.1 - rasmda ajratkichning bitta qutbi izolyatorlarini mexanik sinash sxemasi ko'rsatilgan. Yuklama tortuvchi qurilmaning dastasi *I* ni burash orqali hosil qilinadi. Turli tipdagi izolyatorlar uchun yuklamaning qiymati 11.1- jadvalda keltirilgan bo'lib, bu yuklamalar 15 s. davomida tutib turilishi shart.

11.1- jadval

**Tayanch-sterjen izolyatorlarini sinashdagi yuklamalar**

Izolyator	Sindiruvchi minimal yuklama, N	Sinashda eguvchi kuch, N	Izolyator	Sindiruvchi minimal yuklama, N	Sinashda eguvchi kuch, N
ST-35	5000	3000	ONS-110-300	4000	2400
ONS-35-500	5000	3000	AKO-110-500	6000	3600
KO-35S	10000	6000	KO-400	10000	6000
ST-110	4000	2400	ONS110-2000	20000	12000
UST-110	4000	2400			

Tayanch-shtirli izolyatorlarining kolonkalari mexanik mustahkamlikka tekshirilmaydi.



11.1- rasm. Ajratkich (bo'lgich) qutbining tayanch-sterjenli izolyatorlarining mexanik sinash sxemasi: 1- tortuvchi qurilma; 2- dinamometr; 3- xomutlar

Ko'p elementli tayanch-shtirli izolyatorlar sozligining nazorat qilishning asosiy usuli bo'lib ishchi kuchlanishni alohida elementlarga taqsimlanishining o'lchash hisoblanadi. Soz izolyatsiyaning har bir elementiga ishchi kuchlanishning aniq qiymati mos kelishi ma'lum. Agar izolyatsiyaning shikastlanishi yoki teshilishi natijasida uning qarshiligi kamaysa, u holda bu kolonkaning elementlari orasida kuchlanishning boshqacha taqsimlanishini keltirib chiqaradi.

Aynan ushbu faktor shikastlangan elementning aniqlash imkonini beradi. Har xil tipdagi shtirli izolyatorlar uchun brakka chiqarish me'yori 11.2-jadvalda keltirilga

### O'lchov shtangasi bilan nazorat qilishda tayanch izolyatorlarining soz va defektli elementlaridagi kuchlanish

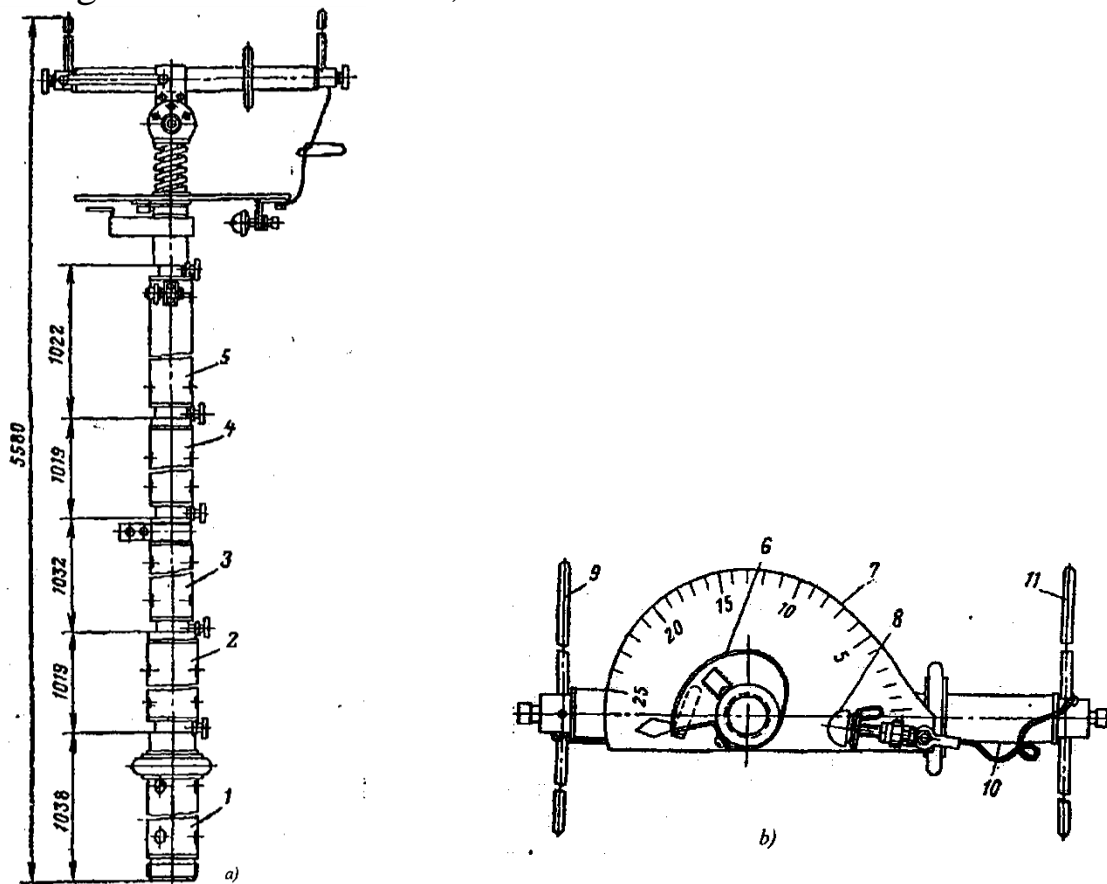
11.2- jadval

Ishchi kuchlanish, kV	Izolyatorlar	Kolonkada izolyatorlar	Izolyatorning mos nomerda joylashgan elementidagi (zaminlangan konstruksiyadan boshlab sanalganda) kuchlanish, kV																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
220	ИШД-35		6/3	7/3	7/3	5/2	6/3	6/3	6/3	8/3	9/4	7/3	8/3	10/5	11/3	12	18/		
110			6/4	4/2	5/3	6/3	7/3	7/3	7/4	8/6I-	16/10						/8	12	
110			7/3	5/4	9/5	11/6	12/8	18/11	-										
110			5/2	6/3	4/2	8/3	5/2	12/8	8/6	7/10									
35			4/2	5/2	4/2	7/3		-											
			4/2	5/2	4/2	7/3		-											

Izoh: Tayanch izolyatorlarida o'lchash olib borishda shuni e'tiborga olish kerakki, ISHD-35 tipidagi izolyatorlar uchta o'zaro elimlangan element, ИШТ-35, T-44 va OS-1 tipidagi izolyatorlar esa, ikkita elementdan iborat bo'ladi.

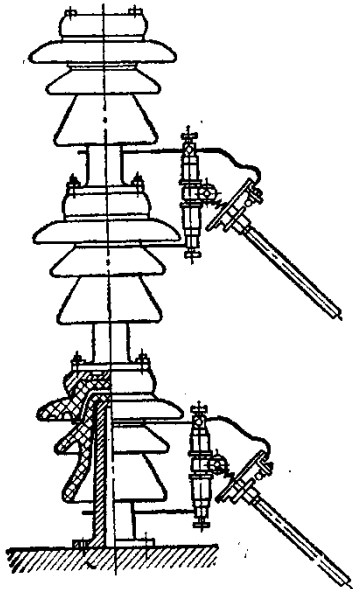
O'lchash o'zgaruvchan uchqun oralig'iga ega bo'lgan shtanga yordamida amalga oshiriladi (11.2 - rasm). Shtangalar ikkita qismdan iborat bo'ladi. Bular izolyatsiyalovchi qismlar va o'lchash golovkasidir. Shuplar 9 va 11 elektrodlar 6 va 8 bilan elektr bog'langan. O'lchash paytida shtanga shuplari bilan izolyatorning elementiga taqaladi (11.3-rasm). Shtanganing izolyatsiyalovchi qismi burilib, eksentrik ko'rinishidagi qo'zg'aluvchan elektrod 6 qo'zg'almas elektrod 8 ga yaqinlashtiriladi. O'lchanayotgan elementga to'g'ri keluvchi kuchlanish elektrodlar orasidagi uchqun oralig'ining teshilish lahzasida shkala bo'yicha aniqlanadi.

Izolyatorning nominal kuchlanishi, kV	3	6	10	20	35	110
Izolyatorning sinovchi kuchlanish, kV	25	32	42	68	100	265



11.2- rasm. 110-220 kV kuchlanishli elektr uskunalarda izolyatsiyani nazorat qilish uchun shtanganing umumiy ko'rinishi: *a*- umumiy ko'rinish; *b*- o'lchash golovkasi; 1-5- bakelitli trubkalar; 6- qo'zg'aluvchan elektrod; 7- shkala; 8- qo'zg'almas elektrod; 9,11- shuplar; 10- koromislo.

Izolyatorlarning elektr xossalari ular sirtlarining holatiga bogʻliq boʻladi. Izolyatorlar davriy tartibda ifloslanishlardan tozalab turilishi shart. Qator holatlarda bu taʼmirlash paytida amalga oshiriladi. Yopiq TQ da oʻtirib qolgan chang kuchlanish ostida maxsus shytoka va changsoʻrgich yordamida amalga oshiriladi. Bu maqsadda shytoka va changsoʻrgichning uchi izolyatsiyalovchi shtangaga mahkamlanadi va ishlatishdan oldin diqqat bilan changdan tozalanadi.



11.2- rasm. Shtirli izolyatorlarni nazorat qilishda shtanganing holati.

Ochiq TK larda baʼzan izolyatorlarning kuchlanish ostida suvning uzlukli tolasi yordamida PSVF tipidagi maxsus uzluklagich yordamida yuvish qoʻllaniladi. Kuchlanish 110 kV boʻlganda uzluklagich bilan yuviluvchi izolyatorlar orasidagi ruxsat etilgan masofi 3,5 m dan kam emas, 220 kV boʻlganda esa, 5 m.

Tayanch izolyatorlarining ishlatishda elementlarning oʻzaro va armatura bilan elimlangan joyining holatiga eʼtibor qaratiladi. Sementli shovlarning sirtlari

ularning ichiga namlik kirmasligi uchun namlikka chidamli qoplama bilan yopiladi. Chunki namlikning sement tutashmada

muzlashi chinni va flanetslarda qoʻshimcha mexanik kuchlanishlarni keltirib chiqaradi.

### Sinov savollari

1. Tayanch izolyatorlarning turlari?
2. Izolyatorlarning elektr va mexanik mustahkamlikka tekshirish nima uchun kerak?
3. Izolyatorlarning ishlatishdagi talablarni tushuntiring?

## **12-MA'RUZA.**

### **O'LCHOV TRANSFORMATORLARINI ISHLATISH**

Reja:

1. Tok transformatorining vazifasi va uni ishlatish.
2. Kuchlanish transformatorining vazifasi.
3. Kuchlanish transformatorini ishlatishdagi tadbirlar.

#### **Tok transformatorlarni ishlatish**

*Tok transformatorlarining* birlamchi chulg'aming nominal toki 15000 A gacha (ikkilamchi chulg'aming toki 5 A va 1 A, ba'zi hollarda 10 A) va kuchlanishi 750 kV gacha qilib ishlab chiqariladi. Ular qisqa tutashuv holatida ishlaydi. Ikkilamchi chulg'am ochilganda o'zakda magnit oqimi va ochiq chulg'amda elektr yurituvchi kuchning keskin ortishi natijasida avariya holati yuzaga keladi. Bunda elektr yurituvchi kuchning qiymati bir necha kilovoltga yetishi mumkin. Magnit to'yinganda magnit o'tkazgichda aktiv isrofning ortishi natijasida u keskin qizib, chulg'amlarning izolyatsiyasi kuyadi. Shu sababli tok transformatorlarining ikkilamchi chulg'amlari rele, asboblari yoki maxsus qisqichlar orqali qisqa tutashtirilgan bo'lishi shart.

O'lchov asboblari va relelarning zanjirlarida ish xavfsizligining ta'minlash uchun tok transformatorining har bir ikkilamchi chulg'aming uchlaridan biri albatta zaminlangan bo'lishi shart. Murakkab releli himoya sxemalarida (masalan, shinalarning tokli differensial himoyasida) bunday zaminlashning faqat bitta nuqtada amalga oshirishga ruxsat etiladi.

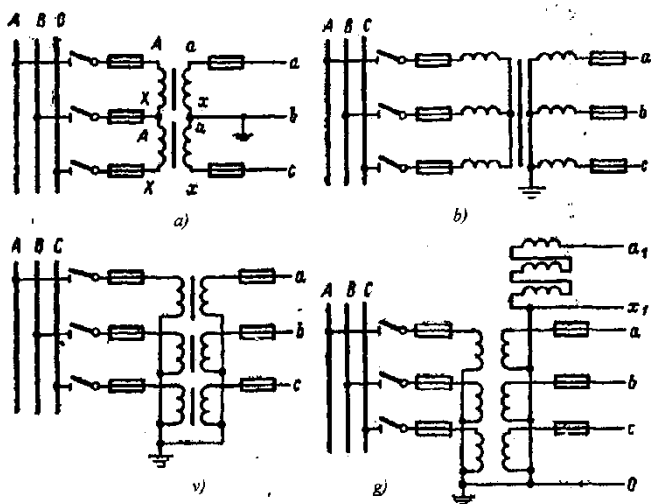
Himoyalarning relelarining ta'minlovchi tok transformatorlari qisqa tutashuv toki oqqanda tok bo'yicha xatoligi 10 % dan, burchak bo'yicha esa 7 % dan oshmaslik shartidan kelib chiqib tanlanishi shart. Xatolikning ortishi releli himoyaning noto'g'ri ishlashiga olib keladi.

#### **Kuchlanish transformatorlarni ishlatish**

*Kuchlanish transformatorlari* yuqori kuchlanishning past standart qiymati 100 yoki  $100/\sqrt{3}$  V ga o'zgartirish uchun xizmat qiladi. Ular  $500000/\sqrt{3}$  gacha bo'lgan nominal kuchlanishga tayyorlanadi. Ishlab chiqarishda vazifasiga bog'liq holda har xil sxemalar bo'yicha ulanuvchi bir va uch fazali kuchlanish transformatorlari mavjud. Chulg'amlarning

qo‘llaniluvchi ochiq uchburchakka, yulduzchaga yoyilgan uchburchakka ulanish sxemalari 12.1 - rasmda keltirilgan.

Kuchlanish transformatorlari salt ishlashga yaqin bo‘lgan holatda ishlaydi. Ikkilamchi zanjirlarda shikastlanish sodir bo‘lgan hollarda ularning qisqa tutashuv toklaridan himoyalash uchun saqlagichlar yoki maksimal tok avtomatlari o‘rnatiladi. Saqlagichlarning quyishi yoki avtomatlarning ishlab ketishi signallovchi qurilmalar yordamida nazorat qilinadi. Xavfsizlik maqsadlarida ikkilamchi chulg‘amning bitta uchi albatta zaminlanadi.



12.1- rasm. Kuchlanish transformatorlarining ulanish sxemalari: a)-chulg‘amlarini ochiq uchburchak, b)- birlamchi chulg‘amning neytrali

izolyatsiyalangan holda yulduzcha, d) birlamchi chulg‘amning neytrali zaminlangan holda yulduzcha, e)- yulduzcha va tarqalgan uchburchak nusxada ulanish sxemalari.

kuchlanish 12-15 kV oralig‘ida bo‘lsin. Kuchlanishning standart qiymat 100 va  $100/\sqrt{3}$  V gacha bundan keyingi pasayishi odatdagi kuchlanish transformatori yordamida amalga oshiriladi. Reaktor  $R_e$  yuklama oshganda sxemaning elektr xossalarini yaxshilaydi. To‘siq  $Z$  transformator  $T$  orqali yuqori chastotali toklarning o‘tishiga to‘sqinlik qiladi. Sig‘imli bo‘lgich NDE-500 ning transformatori  $T$  ning quvvati aniqlik sinfi 1 bo‘lganda 300 VA ga, maksimal quvvati 1200 VA ga teng. NDE-500 va NDE-750 qurilmalarining kondensatorlari, shuningdek, elektr uzatish liniyasining

Releli himoyaning ta‘minlash uchun kuchlanish transformatorlari bilan bir qatorda sig‘imli kuchlanish bo‘lgichlari ham qo‘llaniladi. Ular 500 va 750 kV kuchlanishli elektr uzatish liniyalarida tarqalgan. NDE-500 tipidagi kuchlanish taqsimlagichning prinsipial sxemasi 4.13 - rasmda tasvirlangan. Kuchlanish

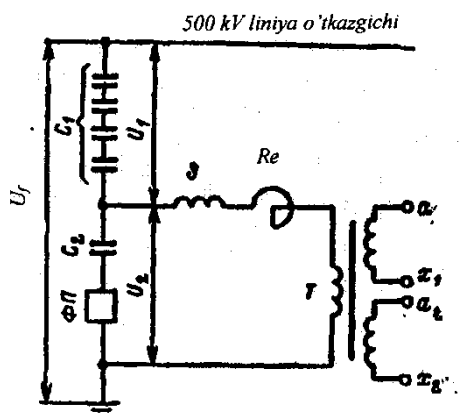
kondensatorlar orasiga ularning sig‘imlarigi teskari proporsional ravishda taqsimlanadi:

$$U_1 / U_2 = C_2 / C_1.$$

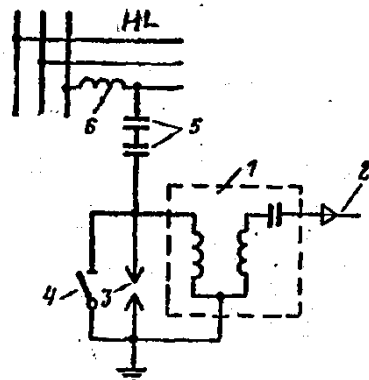
Bu yerda  $S_1$  va  $S_2$ ,  $U_1$  va  $U_2$ - mos holda kondensatlarning sig‘imi va ulardagi kuchlanishlar.

Kondensatorning sig‘imi  $S_2$  shunday tanlanadiki, undagi

o'tkazgichlari orqali yuqori chastotali himoya, telemexanika, va telefon a'loqasi kanallarining tashkil qilish uchun ham foydalaniladi.



12.2- pasm. HDE-500 kuchlanish bo'lgichining ulanish sxemasi.



12.3- rasm. Tutashma filtrining ulanish sxemasi:

1- tutashma filtri; 2- yuqori chastotali apparaturaning yarim komplektini ulovchi kabel; 3- razryadnik; 4- zaminlovchi pichoq; 5- a'loqa kondensatori; 6- to'siq

35 kV va undan yuqori kuchlanish liniyalarida yuqori chastotali kanallar, odatda, aloqa kondensatorlari va yuqori chastotali toklarning podstansiyalarning shinasi orqali o'tishini bartaraf etuvchi to'siqlar yordamida hosil qilinadi. Yuqori chastotali apparatlarning aloqa kondensatorlariga ulash tutashma filtrlari orqali amalga oshiriladi (12.3-rasm). Tutashma filtrida elektr uzatish liniyasidagi kuchlanishni o'chirmasdan ishlash paytida albatta zaminlovchi pichoq 4 ulangan bo'lishi shart.

### Sinov savollari

1. Tok transformatorining ishlash rejimini tushuntiring?
2. Kuchlanish transformatorining vazifasi va ishlash rejimi?
3. O'lchov transformatorlarini ishlatishdagi tadbirlar?

## **13-MA'RUZA.**

### **VENTILLI RAZRYADNIKLARNI ISHLATISH VA ULARGA BO'LGAN TALABLAR**

Reja:

1. Ventilli razryadniklar haqida umumiy ma'lumotlar.
2. Ventilli razryadniklarni ishlatishdagi nazorat.
3. Ventilli razryadniklarni sinash.

*Ventil razryadniklar* Stansiya va podstansiyalarning jihozlarini o'ta kuchlanishlardan himoyalash ventil razryadniklar yordamida amalga oshiriladi. Razryadniklarning seriyalari va tiplari tarmoqning nominal kuchlanishi, razryadnikning vazifasi va himoyalalanuvchi jihozning turiga bog'liq holda tanlanadi. 3-10 kV kuchlanishli aylanib ishlovchi mashinalarning izolyatsiyasining himoyalash uchun RVM va RVVM seriyasidagi razryadniklar qo'llaniladi. 3-10 kV kuchlanishli TQ larda o'rnatilgan jihozlarning izolyatsiyasi RVP, 15-220 kV kuchlanishli TQ lardagi esa, RVMK seriyasidagi razryadniklar yordamida himoyalalanadi.

Ventil razryadniklar imkoni boricha eng muhim va izolyatsiya darajasi eng past bo'lgan (aylanib ishlovchi mashinalar, transformatorlar) jihozga yaqin o'rnatiladi. Barcha kuchlanishdagi razryadniklar, qoidaga ko'ra, yil davomida ulangan holatda bo'ladi. Ularning uzish faqat ta'mirlash va sinash vaqtidagina amalga oshiriladi.

*Ishlatishdagi nazorat* Tok va kuchlanish o'lchov transformatorlari, aloqa kondensatorlari (himoya, telemexanika va aloqa ehtiyojlari uchun) va ventil razryadniklarning ishlatish davriy ko'riklar, joriy ta'mir va sinovlarning o'tkazishdan iborat. Ko'rik qolgan barcha jihozlarning ko'rigi bilan bir vaqtda amalga oshiriladi. Ko'rik paytida moy to'ldirilgan apparatlarda payvandlangan shovlar va tiqinlar oqmayotganligi, ko'rsatkich bo'yicha moyning sathi, izolyatsiyaning holati va ifloslanganlik darajasi, baklarning ichida razryadlanish va titrashlarning yo'qligiga e'tibor qaratiladi. Izolyatorlar va chinni qobiqlar, xususan, flanetslarning mahkamlangan joylarida, yoriqlar bo'lmasligi shart. Yoriqlar tashqi havoning harorati o'zgarganda turli materiallardan tayyorlangan detallarning o'zaro tutashgan joylarida yuzaga keluvchi mexanik kuchlanishlar natijasida eng ko'p hosil bo'ladi. Sementli shovlarda paydo bo'luvchi yoriqlar moy bilan bo'yaladi. Sementli qatlamning teshiklari va yoriqlariga suvning kirishi va uning muzlashi qo'shimcha mexanik kuchlanishlarning paydo bo'lishiga olib keladi.



Bunday holatni sementli shovlarning zichlashtirish va ularning tashqi namlikka chidamlilik qobiqlari surunkali tarzda qayta tiklab turish orqali bartaraf etish mumkin. Chinnida yoriq aniqlanganda apparat uzilishi va har tomonlama ko'rikdan va sinovdan o'tkazilishi shart. Izolyatorlarning sirtida temir aralashgan oqim izlarining hosil bo'lishining oldini olish uchun metall detallardagi zanglar o'z vaqtida olib tashlanishi va ular diqqat bilan bo'yalishi lozim.

Ventil razryadniklarning tashqi ko'rigini har bir chaqmoqdan va izolyatsiyalangan neytralli yoki sig'im toki kompensatsiyalanuvchi tarmoqlarda bir fazali yerga tutatashishlardan so'ng amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Ko'rik paytida ishlash registrlarining ko'rsatishlari olinadi.

*Sinovlar* Apparatlarning elektr tavsiflari va ishlash qobiliyatini yomonlashtiruvchi tashqi ko'rikda aniqlanmagan defektlari profilaktik sinovlar yordamida aniqlanadi. O'lchov transformatorlari, aloqa kondensatorlari va ventil razryadniklarning sinovi uch yilda bir marta o'tkaziladi.

Tok va kuchlanish o'lchov transformatorlarining sinash hajmiga quyidagilar kiradi:

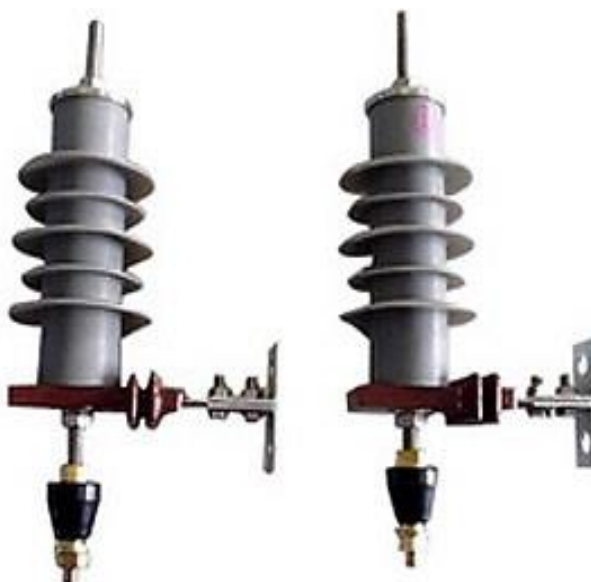
chulg'amlar izolyatsiyalarining qarshiliklarining 1000 yoki 2500 V ga mo'ljallangan megometr yordamida o'lchash. Birlamchi chulg'am izolyatsiyasi qarshiligining qiymati me'yorlanmaydi; ikkilamchi chulg'am izolyatsiyasining qarshiligining qiymati 1 MOm dan kam bo'lmasligi shart;

dielektrik isroflar burchagining tangensini o'lchash. O'lchash 35 kV va undan yuqori kuchlanish transformatorlarida MД-16 tipidagi o'zgaruvchan tok ko'prigi yordamida amalga oshiriladi;

birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning (ularga ulangan zanjirlar bilan) izolyatsiyalarining sanoat chastotasidagi oshirilgan kuchlanishda sinash;

transformator moyining sinash (35 kV va undan yuqori kuchlanish transformatorlarida amalga oshiriladi).

Sig'imli bo'lgichlarning sinash transformator qurilmalarining yuqorida ko'rsatilgan hajmda sinash va kondensatorlarning sinashdan jamlanadi. Aloqa kondensatorlari va kuchlanish bo'lgichlarida izolyatsiyaning qarshiligi, barcha elementlarning elektr sig'imi va dielektrik isroflar burchagi o'lchanadi. Bo'lgich va aloqa kondensatorlari ishlatish sharoitlarida oshirilgan kuchlanishda sinalmaydi.



13.1-rasm. Ventili razryadnikning tashqi ko‘rinishi.

Ventil razryadniklarning sinash quyidagilarni o‘z ichiga oladi: razryadnik elementlarining qarshiligini o‘lchash; shuntlovchi rezistorli razryadniklar elementlarining o‘tkazuvchanlik toklarini yoki shuntlovchi rezistorsiz razryadniklarning daydi toklarini o‘lchash; shuntlovchi rezistorsiz razryadniklarning (PБП, PC-10 seriyalari) sanoat chastotasidagi teshuvchi kuchlanishini o‘lchash.

### **Sinov savollari**

1. Razryadnikning vazifasi nimadan iborat?
2. Ventilli razryadniklar qayerlarga o‘rnatiladi?
3. Ularni sinash qanday amalga oshiriladi?

### **14-MA‘RUZA.**

### **UZGICHLARNI ISHLATISH VA ULARGA BO‘LGAN TALABLAR**

Reja:

1. Uzgichlar haqida umumiy ma‘lumotlar.
2. Moyli uzgichlar va ularni ishlatish.
3. Havoli uzgichlar va ularni ishlatish.

Uzgichlar elektr zanjirlarning har qanday ishlatish rejimlarida kommutatsiyalash uchun xizmat qiladi. Bunday rejimlar, odatda, yuklama,

qisqa tutashuv, transformatorlarning magnitlash, liniya va shinalarning zaryad toklarini ulash va uzish rejimlaridir. Uzgich uchun eng og'ir rejim bo'lib qisqa tutashuv toklarni uzish va ulash rejimlari hisoblanadi. Katta toklar oqib o'tganda uzgichga katta elektrodinamik kuch va yuqori xarorat ta'sir etadi. Bundan tashqari o'rnashgan qisqa tutashuvga har qanday avtomatik yoki qo'lda ulash yaqinlashayotgan kontaktlar orasidagi oraliqning teshilishi va kontaktlar zaif siqilgan holatlarda zarbiy tokning oqishi bilan bog'liq bo'lib, bu ularning muddatidan erta fizik yemirilishiga olib keladi. Xizmat ko'rsatish muddatining oshirish uchun kontaktlar metall-chinnidan yasaladi.

Uzgichlarning konstruksiyalarida yoy so'ndirishning turli xil prinsiplardan va ularda turli xil so'ndiruvchi muhit materiallaridan foydalaniladi. Shu munosabat bilan stansiya va podstansiyalarda qo'llaniluvchi uzgichlar quyidagi guruhlarga bo'linadi:

katta moy hajmiga ega bo'lgan moyli uzgichlar (БМБ, ВМ, ВМД, МКП, У, С tipidagi uzgichlar);

kichik moy hajmiga ega bo'lgan moyli uzgichlar (БМГ, ВМП, МГГ, МГ, ВМК, ВГМ va boshqa tipdagi uzgichlar);

ochiq pichoqli va yopiq havo to'ldirilgan bo'lgichga ega bo'lgan havoli uzgichlar. Hozirgi davrda ochiq pichoqli bo'lgichga ega bo'lgan havoli uzgichlar 35 kV va undan yuqori kuchlanishga ishlab chiqarilmaydi.

BEM tipidagi elektromagnitli uzgichlar;

БГ-10М tipidagi avtogazli uzgichlar;

BH va ВПП tipidagi yuklama uzgichlari.

Har bir guruh uzgichlari kataloglarda ko'rsatilgan ma'lum texnik tavsiflarga hamda ularning qo'llanish sohalarini belgilovchi afzallik va kamchiliklarga ega.

### **Moyli uzgichlarni ishlatish.**

Moyli uzgichlar konstruksiyasining elementlari bo'lib, yoy so'ndirish qurilmalaridan tashqari, baklar, gaz chiquvchi va saqllovchi klapanlar, moyning sathi va uzgichning holatining ko'rsatkichlari, kirishlar, izolyatorlar va yuritmalari hisoblanadi. Baklar listli po'latdan payvandlab yasaladi. Uning tubiga moyning to'kish va na'munasini olish uchun moy chiqargich payvandlanadi. Baklarning qopqoqlariga kirishlar va uzgichning qo'zg'aluvchan kontaktlarining ko'chiruvchi mexanizmlar joylashtiriladi.

Bak devorlarining ichki tomoniga gaz sharchalarining zaminlangan devorga yaqinlashishiga to‘sqinlik qiluvchi izolyatsion material qoplanadi. Gaz chiqargichlar chiquvchi gazlarni sovitish, moy zarrachalarining ajratish va gazlarning xavfsiz zonaga chiqarib yuborish uchun xizmat qiladi. Saqlovchi klapan va membrana bakda gaz bosimining xavfli darajagacha ortib ketish holatlari uchun ko‘zda tutilgan. Uzgichning holatining ko‘rsatkich uning qo‘zg‘aluvchan qismlariga mahkamlanib, uzgichning ulangan yoki uzilgan holatini nazorat qiladi.

110 kV va undan yuqori kuchlanishli ko‘p hajmli uzgichlar moy to‘ldirilgan kirishlar bilan ta‘minlanadi.

Kirishning izolyatsiyasi chinni qobiq, qog‘oz izolyatsiyasi elementlari va uni to‘ldiruvchi moydan tashkil topgan. Moy to‘ldirilgan kirishlarning ishonchli ishlashi to‘ldiruvchi moy diqqat bilan nazorat qilib turilganda ta‘minlanadi.

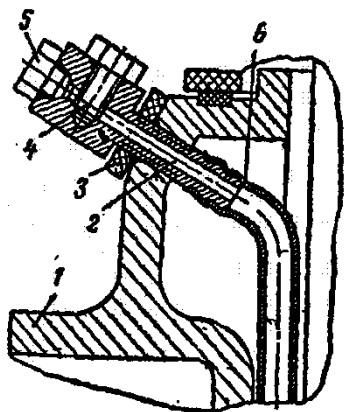
Kirishlardan moyning na‘munalarining surunkali tarzda olib turish uning, odatda, suv va ko‘chmalar konsentratsiyalanuvchi quyi qatlamlaridan olinishining ta‘minlovchi maxsus moy oluvchi qurilmalar (14.2- rasm) yordamida amalga oshiriladi. Kirishning qog‘oz korpusi o‘lchov kondensatori va unga PIN ni (14.3- rasm) ulash uchun chiqish bilan yasaladi. O‘lchov kondensatorlaridan chiqishlarning foydalanilmaganlarining barchasi zaminlangan bo‘lishi shart. Bu chiqishlarning yerdan ajralishi yoki uzilishi kuchlanishning qog‘oz izolyatsiyaning qatlamlari bo‘ylab maqsadga muvofiq bo‘lmagan tartibda taqsimlanishini keltirib chiqarib, bu izolyatsiyaning teshilishiga olib kelishi mumkin.

Moyli uzgichni boshqarish yuritma yordamida amalga oshiriladi. Yuritmalarda har xil energiya turlaridan foydalanilib, unga bogliq holda qo‘lda yuritiluvchi, prujinali, elektromagnitli, elektr motorli va pnevmatik yuritmalarga bo‘linadi. Bulardan elektromagnitli va pnevmatik yuritmalar keng qo‘llaniladi.

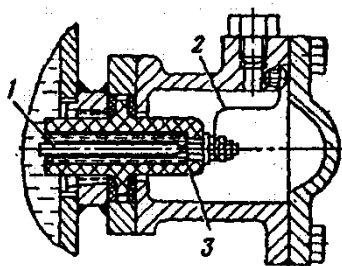


14.1 – rasm. Moyli bakli o‘zgich.

O'zgarmas tok elektromagnitli yuritmalari 10-500 kV kuchlanishli uzgichlar uchun bir nechta tipda tayyorlanadi. Yuritmalar uzgichlarning aniq ishlashining ulovchi elektromagnitda kuchlanish nominalning 80 % gacha pasayganda, uzuvchi elektromagnitda esa, 65 % gacha pasayganda ham ta'minlay olishi shart.



14.2- rasm. Kirishdan moy na'munasini olish uchun qurilma: 1- tutashtiruvchi vtulka; 2- nippel; 3- zichlagich; 4, 5- probkalar; 6- izolyatorning tubigacha tushirilgan polivinilxlorid vtulka



14.3- rasm. Moy to'ldirilgan kirish PIN ning chiqish qutisi: 1- kondensator o'ramidan chiqish; 2- zaminlash elementi; 3- chiqish izolyatori

Pnevmatik porshenli yuritmalar (PV) moyli uzgichlar uchun qo'llaniladi. Ulash markaziy kompressor qurilmasidan ta'minlanuvchi katta bo'lmagan rezervuardan kirib keluvchi siqilgan havo ta'sirida amalga oshadi. Uzgichning uzishda uzish elektromagniti o'zagining urilish qismi bevosita yuritmaning erkin ajratish mexanizmiga ta'sir qiladi.

Moyli uzgichlarning tashqi ko'rikdan o'tkazishda ko'z bilan quyidagilar tekshiriladi: uzgichning haqiqiy holati (uzilgan yoki ulangan); kirishlar, izolyatorlar va tortqichlarning sirtlarining holatlari; klapanlarning membranalarining butunligi va gaz chiqargichlar orqali moy chiqishining yo'qligi; baklardan moyning oqmasligi va ularda hamda kirishlarda moyning sathi. Uzgichning ichida silkinish va shovqinning yo'qligi eshitib aniqlanadi. Termoplyenkalar bo'yicha kontakt tutashmalarining harorati aniqlanadi.

Baklarda moyning sathi ko'rsatkich shkalasi bo'yicha sathning ruxsat etilgan o'zgarishi chegarasida bo'lishi shart. Bu elektr yoyining o'chirish

va yoyning yonishi ta'siridan hosil bo'lgan gazlarning sovitishda o'ta muhim ahamiyatga ega. Bakda moy sathining yuqoriligi uning yuqori qismida havo bo'shlig'ini kamaytiradi. Bunday sharoitlarda yoyning so'ndirishda moy uzgichning qopqog'iga kuchli urilishi va bakning ichidagi bosim deformatsiya va hatto bakning portlashiga olib kelishi mumkin bo'lgan xavfli darajagacha ortishi mumkin.

Agar bakning ichida moyning sathi katta miqdorga pasaygan bo'lsa, u holda moyning yoyilishida ajralib chiquvchi issiq gazlar (70 % vodorod, 20 % etilen va 10 % metan) kontaktlar ustidan moyning kichik qatlami orqali o'tayotib, sovishga ulgurmaydi va havoning kislorodi bilan aralashib portlaydi. Moy sathining pasayishi xususan kam moyli uzgichlarda xavflidir. Bakda moyning sathi ko'p darajada pasayganda yoki u oqib ketganda uzgich bilan yuklama toki va albatta qisqa tutashuv tokining uzishga to'sqinlik qiluvchi choralar ko'rilishi shart. Buning uchun uzish solenoidi zanjirining har ikkala qutbidagi saqlagichlarni yechish yetarlidir. Boshqarilmaydigan uzgichli elektr zanjirining uzish boshqa uzgichlar (masalan, shinalarning tutashtiruvchi, aylanib o'tuvchi) yordamida amalga oshiriladi.

Qish paytlarda havoning harorati  $-20^{\circ}\text{C}$  dan past bo'lganda ochiq havoda yoki tashqi KTQ (TKTQ) larda joylashtirilgan uzgichlarda moyning qovushoqligining ortib ketishi va bunga bog'liq holda uzish tezligining kamayishi natijasida yoyning so'ndirish sharoitlari salmoqli yomonlashadi. Harorat uzoq vaqt davomida (bir sutkadan ortiq) pasayib turganda moyli uzgichlarning ish sharoitlarining yaxshilash uchun elektr isitish ishga tushirilib, uning o'chirish harorat  $-20^{\circ}\text{C}$  dan yuqori bo'lganda amalga oshiriladi.

Yuritmalarning tekshirishi har 3-6 oyda kamida bir marta amalga oshirish tavsiya etiladi. Agar uzgich AQU bilan jihozlangan bo'lsa, u holda uni uzishga tekshirib ko'rishning releli himoya vositasida AQU dan ulash orqali amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Uzishga ishlamay qolganda uzgich zudlik bilan ta'mirga chiqarilishi shart.

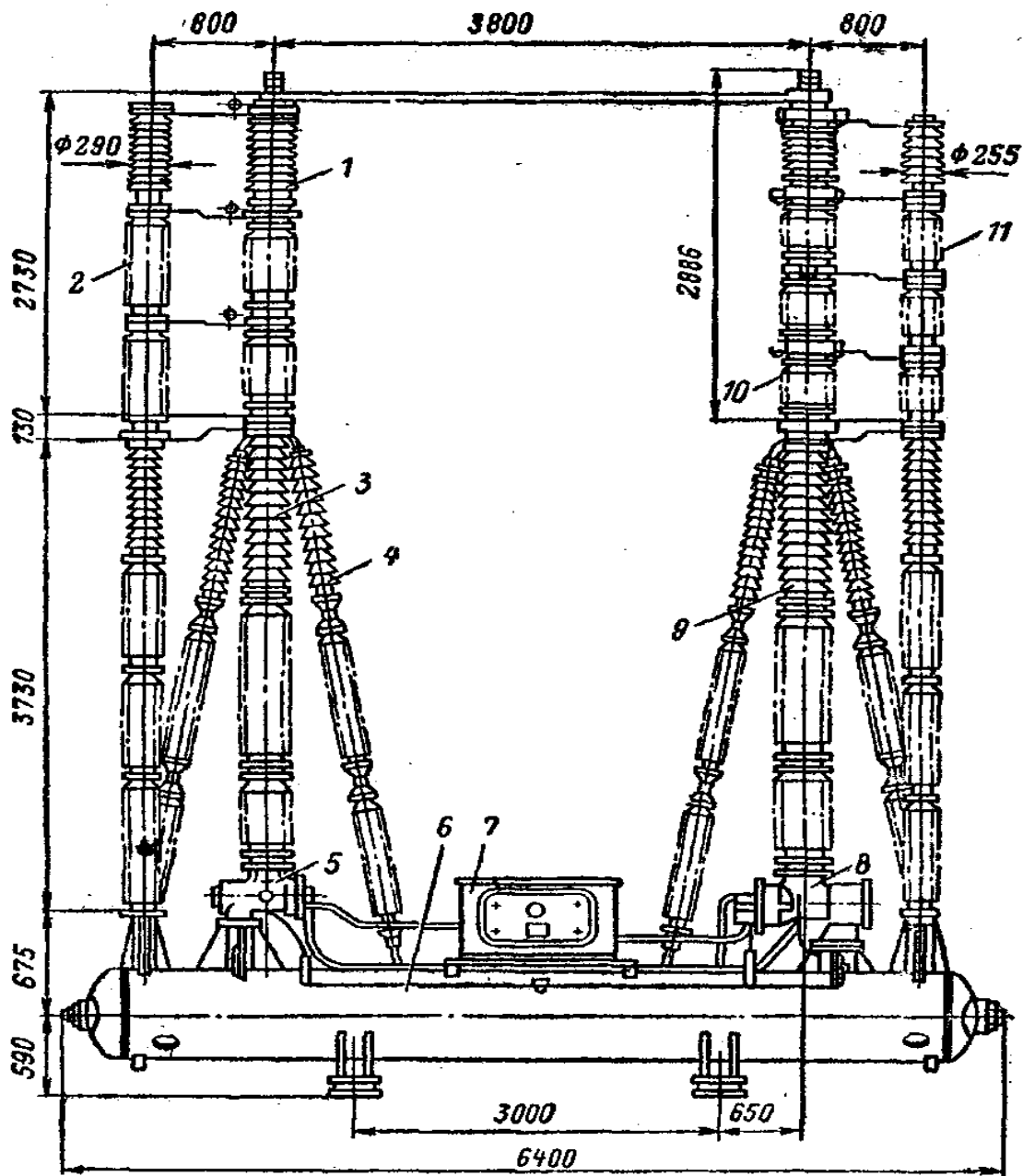
### **Havoli uzgichlarni ishlatish**

Energetika tizimlarida havo to'ldirilgan bo'lgichga ega bo'lgan havoli uzgichlar keng tarqalgan (14.4- rasm). Uzgich ketma-ket ulangan ikkita kontakt tizimiga ega. Birinchisi – yoy so'ndiruvchi kameralarning kontakt tizimi bo'lib, uning kontaktlari uzgichning yoy so'ndirish uchun lozim bo'lgan masofaga ajralishiga sarflanuvchi qisqa vaqt davomida ajraladi.

Ikkinchi tizim – bo‘lgichlarning kontakt tizimi bo‘lib, ular uzgichning uzilgan holatida ishonchli izolyatsion oraliq hosil qiladi.

Havoli uzgich bilan amallar ulash elektromagniti zanjirining ulash yoki siqilgan havo klapaning tizimiga ta’sir etuvchi zanjirning uzish orqali amalga oshiriladi. 110 kV va undan yuqori kuchlanishda har bir qutbning ulash va uzish klapanlari bloki, boshqarish elektromagnitlari, yuritmal signallash-bloklash kontaktori SKB, qutb holatining ko‘rsatuvchi signal lampasi, elektr kontaktli manometr, qutblarning yig‘malari, tutashtiruvchi quvurlar, elektr issitkichlar va sh.k.lar jamlangan alohida boshqarish shkafiga ega bo‘lgan mustaqil uzgichni ifodalaydi.

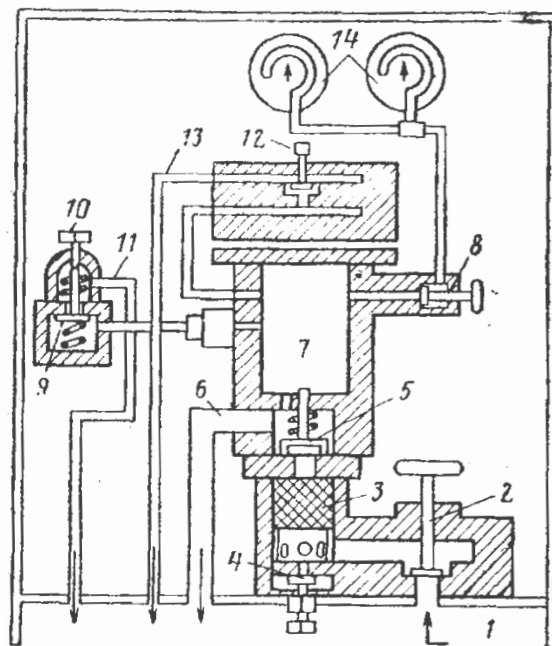
Tashqi tomondan ko‘rikdan o‘tkazishda havoli uzgichning umumiy holati, so‘ndiruvchi kameralarning izolyatorlari, bo‘lgichlar, shuntlovchi qarshiliklar va sig‘imli kuchlanish bo‘lgichlari, tayanch kolonkalari va izolyatsiyalovchi tortmalarning butunligi hamda izolyatorlarning sirtlarining ifloslanmaganligiga e’tibor qaratiladi. Taqsimlovchi shkafda o‘rnatilgan manometrlar bo‘yicha uzgichning rezervuarlaridagi havoning bosimlari va uning ventilyatsiyaga kirib kelishi tekshiriladi. AQU bilan ishlovchi uzgichlarda bosim 1,9- 2,1 MPa (optimal bosim 2,0 MPa), AQU siz uzgichlarda esa 1,6-2,1 MPa oralig‘ida bo‘lishi shart. Havoning bosimi ko‘rsatilgan qiymatlardan kichik bo‘lgan uzgich ishga tushrilmasligi shart. Ushbu maqsadda boshqarish sxemasi amallarning bajarishga to‘sqinlik qiluvchi blokirovka ko‘zda tutilgan. Bosim 1,6 MPa dan kichik bo‘lganda manometrlardan biri ulash va uzish zanjirlarini ochadi, boshqasi esa, bosim 1,9 dan kichik bo‘lganda AQU zanjirining uzishga almashlab ulaydi. Uzgich izolyatorlarining ichki bo‘shliqlarining quruq havo bilan uzluksiz ventilyatsiyalash katta ahamiyatga ega. Bunday



14.4- rasm. Havo to'ldirilgan bo'lgichli VVN-330-15 havoli uzgichi:  
 1- bo'lgich; 2- sig'imli kuchlanish bo'lgich; 3- bo'lgichning tayanch izolyatorlari; 4- tortuvchi izolyatorlar; 5- bo'lgichning purkash klapani;  
 6- uzgichning asosi – ikkita siqilgan havo rezervuarlari; 7- boshqarish shkafi; 8- yoy so'ndiruvchi kameralarning purkash klapani;  
 9- so'ndiruvchi kameralarning tayanch izolyatorlari; 10- yoy so'ndiruvchi kameralar; 11- shuntlovchi qarshiliklar; 12- yoy so'ndiruvchi kameralarni bo'lgich bilan bog'lovchi quvur shinalar



ventilyasiya suv bug‘larining izolyatorlarning ichida kondensatsiyalanishini bartaraf etadi. Ventilyatsiyaga havoning kirib kelishining nazorati havo harakatining ko‘rinish imkonini yaratuvchi (ichida alyuminiy sharcha joylashgan shisha trubka) ko‘rsatkich bo‘yicha olib boriladi. Sharcha havo torlarining bosimi ta‘sirida ko‘rsatkichda belgilangan chiziqlar orasida joylashishi shart. Havo sarfining rostdlash reduktorli klapaning yuqori qismida joylashgan vint 10 (14.5- rasm) yordamida amalga oshiriladi.



14.5- rasm. Havoli uzgichning taqsimlovchi shkafi: 1- magistraldan havoning berilishi; 2- havoning kirish joyidagi ventily; 3- filtr; 4- to‘kuvchi klapan; 5- teskari klapan; 6- zgichning qutblariga havoning berilishi; 7- bachok; 8- manometrlarning ventily; 9- reduktorli klapan; 10- rostdlovchi vint; 11- ventilyatsiyaga havoning kirishi; 12- tugmali qurilma (uzishga); 13- mahalliy pnevmatik uzish quvurchasi; 14- elektr kontaktli manometrlar

Uzgichning ulangan yoki uzilgan holati haqida signallovchi qurilmalar ko‘rsatishlarining sozligi va to‘g‘riligi nazorat qilinadi.

So‘ndiruvchi kameralarning chiqish yo‘liga ega bo‘lgan qoplamalarining qopqog‘i ishonchli yopilganligiga e‘tibor beriladi. Noqulay meteorologik sharoitlarda ochiq qoplamalar orqali kameralarga qor kirishi mumkin. Uning yig‘ilib qolishi tayanch izolyatsiyaning teshilishiga, kontaktlarning muzlashiga va kameraning ishlamay qolishiga olib keladi.

Tashqi ko‘rikdan o‘tkazishda ko‘zda so‘ndiruvchi kameralarning tutashtiruvchi izolyatorlarining rezina tiqinlar, bo‘lgichlar va ularning tutashtiruvchi kolonkalari tekshiriladi. Bosilib qolgan va shikastlangan zichlagichga ega bo‘lgan uzgichlarda amallar bajarishga ruxsat etilmaydi.

Shinalarning kontaktli tutashmalari va apparat qisqichlarining qizishi nazorat qilinadi.

Havoli uzgichlarni ishlatish jarayonida qator tadbirlar o‘tkaziladi: har oyda 1-2 marta rezervuardan u yerda yig‘ilib qolgan kondensat olib tashlanadi; yomg‘ir yog‘ish davrida ventilyasiyaga havoning berilishi oshiriladi; atrofning harorati  $-5^{\circ}\text{C}$  dan pastga tushganda qutblarning boshqarish va taqsimlash shkaflarida elektr isitish ishga tushiriladi. Uzgichning ishga yaroqliligi 2,0-1,6 MPa bosimda ulash va uzishga ishlatib ko‘rish orqali (har yili kamida 2 marta) tekshiriladi.



14.6- rasm. Havoli uzgichlarning tashqi ko‘rinishi

Uzgichlarning rezervuarlariga mexanik aralashmalardan tozalangan havo kiritilishi shart. Havoning asosiy tozalash va uning quritish havoning tayyorlovchi kompressor qurilmalarida amalga oshiriladi. Uzgichlarning taqsimlovchi shkaflarida havoni qo‘shimcha tozalash uchun kigiz-junli filtrlar o‘rnatilgan. Surunkali tartibda, havoning ifloslanganligiga bog‘liq holda, ularda filtrlovchi patronlar almashtirib turilishi lozim.

Chinni va metall detallarning a‘zodosh bo‘lish ishonchliligi salmoqli darajada rezina tiqinlarning sifati va izolyatorlarning chiqishi bo‘yicha

boltlar tortilganda kuchlarning bir tekis taqsimlanganligiga bog‘liqdir. Havoli uzgichlarning ishlashida izolyatorlarning mahkamlovchi gaykalarining kuchsiz va kuchli tortilganligi ham xavfli hisoblanadi. Qo‘llaniluvchi rezina zichlagichlar yetarlicha elastiklikka ega emas va vaqt o‘tishi bilan uning qoldik deformatsiyasi oshib boradi. Shu sababli uzgichlarning shikastlanishlarining oldini olish yiliga ikki marta (bahorda va kuzda) tekshiruv va zichlashtirish talab etiluvchi barcha boltlarning tortilishi amalga oshiriladi.

### **Sinov savollari**

1. Uzgichlarning turlarini sanang va vazifasini tushuntirib bering?
2. Moyli uzgichlarni afzallik va kamchiliklarini tushuntiring?
3. Havoli uzgichlarni tuzilishi va ularni ishlatishdagi tadbirlarni sanang?

## Adabiyotlar

1. Gayibov T.Sh. Elektr tarmoqlari va tizimlari/O'quv qo'llanma. – T.: Voris. 2010. 160 b.
2. Gayibov T.Sh. Elektr tarmoqlari va tizimlari fanidan ma'ruzalar matni. Toshkent, ToshDTU, 2000, 125 b.
3. В.А.Строева Электрические системы в примерах и иллюстрациях: Учебное пособие для Вузов Под ред. - М.: Энергоатомиздат, 2000.
4. Ю.Н.Руденко и В.А.Семенова Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике Под общ. ред.. –М.: МЕИ, 2000.
5. Фазилов Х.Ф., Насиров Т.Х. Установившиеся режимы электроэнергетических систем и их оптимизация. – Т.: Молия, 1999.
6. Gayibov T.Sh. Elektr tarmoqlari va tizimlari. Misol va masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. – T.: ToshDTU, 2006.
7. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. - М.: Энергоатомиздат, 1989, 592 с.
8. Блок В.М. Электрические сети и системы. - М.: Высшая школа, 1986, 430 с.
9. Sharipov U.B., Xamidov Sh.V., Xaydarov S.J Elektr tarmoqlari va tizimlari» fanidan kurs loyihasini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. – T.: ToshDTU, 2003.
10. Гайибов Т.Ш., Тазинбаева А.К.Методическое руководство к лабораторным работам по курсу «Электрические сети и системы – Т.: ТашГТУ, 2007.
11. В.А.Веникова Электрические системы. 1,2/Электрические сети Под ред. -М.:Высшая школа, 1981, 439 с.
13. Электрические системы и сети. Под ред. Г.И.Денисенко - Киев, 1986.
14. Боровиков В.А., Косарев В.К., Ходот Г.А. Электрические сети энергетических систем. - Л.: Энергия, 1977, 391 с.
- 15.Sayt: [www.energystrategy.ru](http://www.energystrategy.ru)
- 16.Sayt: [www.uzenergy.uzpak.uz](http://www.uzenergy.uzpak.uz)

## Mundarija

Kirish.....	3
1. Elektr uskunalarini ishlatishdagi asosiy talablar.....	5
2. Elektr mashinalarni ishlatishning o'ziga xos xususiyatlari...	8
3. Sinxron generatorlarni (turbogeneratorlar va gidrogeneratorlar) texnik ishlatish.....	14
4. Generatorlarning sovitish tizimi.....	21
5. Generatorlarni qo'zg'atish tizimlari.....	28
6. Generatorlarni parallel ishlashiga ulash.....	32
7. Kuch transformatorlari va avtotransformatorlarni ishlatish-	39
8. Kuch transformatorlarning sovitish tizimi va yuklanish qobiliyati.....	43
9. Taqsimlovchi qurilmalarni ishlatish bo'yicha umumiy talablar va ularning vazifalari.....	48
10. Ajratkich va bo'lgichlarni ishlatish.....	54
11. Izolyatorlarni ishlatish.....	57
12. O'lchov transformatorlarini ishlatish.....	61
13. Ventilli razryadniklarni ishlatish va ularga bo'lgan talablar.....	64
14. Uzgichlarni ishlatish va ularga bo'lgan talablar.....	66
Adabiyotlar.....	76

Muharrir: Sidikova K.A.  
Musahhah: Toshpulatova Sh.A.