

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

Abu Rayxon Beruniy nomli
Toshkent davlat texnika universiteti
Geologiya va konchilik ishi fakul'teti

Elektr apparatlari va avtomatlashtirish
vositalari

O'QUV QOLLANMA

TOSHKENT

UDK 621.313.33

Elektr apparatlari va avtomatlashtirish vositalari. O'quv qo'llanma. Pirmatov N.B., Abdiev O.X. T.V Botirov, M.U Mo'minov Toshkent davlat texnika universiteti. Toshkent, 2014 y. - 142 bet

Ushbu o'quv qo'llanma 5310700-Elektrotexnika, elektromexanika va elektr texnologiyalari (Konchilik elektr mexanikasi) ta'lim yo'nalishlarida tahsil olayotgan talabalarga mo'ljallangan bo'lib, unda Konchilik korxonalarida, boyitish fabrikalarida va boshqa sanoat korxonalarida ishlatiladigan elektr apparatlari, avtomatlashtirish vositalari, 1000 V gacha va undan yuqori kuchlanishli tarqatuvchi qurilmalardagi elektr apparatlarining sxemalari, tuzilishi, ishlash prinsiplari va shu kabi boshqa ma'lumotlar keltirilgan.

Taqrizchilar:

prof. G'oyibov T.Sh. “Elektr stansiyalari, tarmoqlari va tizimlari” kafedrasini mudiri

Ziyoxo`jayev T.I. “Olmaliq tog'-kon metallurgiya” kombinati bosh energetigi muovini

Toshkent davlat texnika universiteti,
Navoiy davlat konchilik instituti, 2014.

1. KIRISH

Xalq xo'jaligining tarmoqlarini rivojlanishida elektrlashtirish va avtomatlashtirish muhim ro'l o'ynaydi.

Elektr apparatlari elektr mashinalari bilan bir qatorda kon korxonalarini elektrlashtirish va avtomatlashtirishning asosiy vositalari hisoblanadi. Elektr apparatlari elektrotexnikaning mustaqil va keng qamrovli sohasi hisoblanib, unga avtomatikaning ko'pgina vositalari kiradi.

Kon korxonalarini elektrlashtirish va avtomatlashtirishda muhim hisoblangan elektr apparatlari rivojlanib bormoqda. Shu sababli konchilik soxasidagi elektrik yoki elektromexanik elektr apparatlarini ishlatish, ularni sozlash va boshqa masalalarni bilishlari shart.

Har turli elektrotexnika jixozlardan yig'ilgan, ma'lum bir ish bajarish uchun mo'ljallangan qurilmalar elektr uskunalari deb ataladi. Kon korxonalaridagi qazib olish, kon laximlarini tayyorlash uchastkalarini, yuk ko'tarish, suv chiqarish, shamollatish yuk tashish burg'ulash va maydalash kabi mashinalarning elektr uskunalari bunga misol bo'ladi. Elektr uskunalarda elektr energiyani tarqatish taqsimlash, himoyalash va boshqarish uchun har turli elektrotexnik jixozlari ishlatiladi. Shu bilan birga bu uskunalarda boshqarish, tarqatish va taqsimlash uchun kuchli elektr zanjirlar va bu uskunalarni holatini nazorat qilish, shikastlardan saqlash har xil elektr o'lchovlarni bajarish uchun yordamchi elektr zanjirlar ham mavjuddir.

Kon korxonalarining o'ziga xos xususiyatlariga - mashina va mexanizmlarning surilib turishi, tor va chegaralangan sharoitda ishlashi, ishlatish jarayonida sun'iy yoritgichlardan foydalanishi, yong'in va portlash xavflarining borligi, yer osti suvlarining agressivligi va hokozolar kiradi. Bundan tashqari foydali qazilmalarni yer osti usulida qazib chiqaradigan korxonalarida namlik, xarorat darajasi va chang ko'rsatgichlari juda yuqori qiymatga ega bo'lishi bu elektr uskunalarni ishlatish sharoitini murakkablashtiradi.

Shuning uchun "Elektr apparatlari va avtomatlashtirish vositalari" kursining vazifasi kon soxasidagi elektrik yoki elektromexanik mutaxassislarda elektr apparatlarining nazariyasini, ularni ishlatish, avtomatlashtirish vositalarini ishlatish va sozlash kabi bilimlarga ega bo'lishni ta'minlashdan iborat.

Respublikamizda hozirgi vaqtda Angren shahridagi razrezda, "Er osti ishlari" unitar korxonasi, Olmaliq shahridagi "Qolmoqir" kar'eri, "Qizil Olma" shaxtasi, "Kouldi" shaxtasi, "Senguryan" shaxtasi, "Sharg'un" shaxtasida ko'plab elektr apparatlari va avtomatlashtirish vositalari ishlatilmoqda. Ularni xavfsizligi, ishonchligi va energiya tejamlovchi rejimlarda ishlatish muhim vazifa hisoblanib, konchilik sohasidagi mutaxassislardan katta mahorat talab qiladi.

Demak "Elektr apparatlari va avtomatlashtirish vositalari" kursining roli muhim ekan.

2. ELEKTR APPARATLARI TO'G'RISIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

2.1. Elektr apparatlarining sinflari va umumiy tushunchalar

Elektr qurilmalaridagi boshqarish (kommutatsiyalovchi, himoyalovchi, nazorat-o'lchov, rostlovchi) funksiyasini bajaradigan elektrotexnik qurilmalarga **elektr apparatlari deyiladi.**

Konchilik sanoatidagi barcha elektrotexnik qurilmalarda u yoki bu turdagi elektr apparatlari qo'llaniladi.

Elektr apparatlari qo'yidagi sinflarga bo'linadi:

1. Bajaradigan funksiyasi bo'yicha:

- kommutatsiyalovchi apparatlar (elektr zanjirlarini ulovchi va uzuvchi)

Bu guruxga rubil'niklar, paketli o'chirgichlar, ajratgichlar, uzgichlar, qisqa tutashtirgichlar va boshqalar kiradi. Bu apparatlardagi kommutatsiyalovchi kontaktlarning borligi uning o'ziga xos konstruktiv xususiyati hisoblanadi.

- o'ta kuchlanishni va qisqa tutashuv toklarini cheklovchi apparatlar

Bu guruxga zaryadsizlagich va reaktorlar kiradi. Bunday apparatlarda o'tish jarayonlarini so'ndiruvchi elementning borligi uning o'ziga xos xususiyati hisoblanadi.

- elektr yuritmalarni yoki boshqa elektr energiyasi iste'molchilarini boshqaruvchi ishga tushirish-rostlash apparatlari

Bu guruxdagi apparatlarga kontaktorlar, ishga tushirgichlar, kontrollerlar, rezistorlar, reostatlar va boshqalar kiradi. Bu turdagi elektr apparatlari tez-tez ulash va uziz rejimida ishlaydi.

- berilgan elektr va noelektrkattaliklarni nazoratlovchi elektr apparatlari.

Bu guruhga rele va datchiklar kiradi. Bu apparatlarda kirishdagi elektr yoki noelektr kattaliklar nazorat qilinadi va chiqishdagi kattaliklar o'zgartiriladi.

- elektr zanjiri yoki sistemaning berilgan parametrlarini avtomatik ravishda stabillovchi yoki rostlovchi apparatlar.

Bu apparatlarga kuchlanish, tok, aylanish chastotasi va boshqa kattaliklarni stabillovchi apparatlar kiradi.

- elektr zanjirlarining birlamchi kommutatsiya parametrlarini o'lchash uchun qulay bo'lgan parametrga o'zgartiruvchi o'lchash apparatlari.

Bu apparatlarga tok transformatori, kuchlanish transformatori, kondensatorli kuchlanishni bo'lgichlar kiradi. Bu apparatlarda birlamchi kommutatsiyalanuvchi zanjirni, o'lchash zanjiridan izolyatsiyalovchi element bo'ladi.

2. Ishlash prinsipi bo'yicha:

- elektromagnitli apparatlar-elektromagnit kontaktorlar, relelar, ishga tushirgichlar va boshqalar;

- elektr tokining magnit maydoni bilan o'zaro ta'siri natijasida ishlovchi apparatlar-induksionli, elektrodinamik relelar va boshqalar;

- issiqli-issiqlik relelari, bimetalli mexanizmlar va boshqalar;

- chiziqsiz elektrotexnik to'yinish drosellari, magnit kuchaytirgichlar, zaryadsizlagichlar va boshqalar.

3. Kuchlanish sohasi bo'yicha:

- Elektr zanjirlarini kommutatsiyalovchi, o'ta kuchlanish va qisqa tutashuv toklarini cheklash, o'lchash va boshqa maqsadlarda ishlatiladigan tarqatuvchi qurilmalarning apparatlari;

- Ishlab chiqarishda ishlatiladigan mexanizmlarning elektr yuritma sistemasida, mexanizmlarni ishga tushirish, rostdashda ishlatiladigan elektr yuritmalarni boshqarish apparatlari;

- Avtomatlashtirish, boshqarish rostdash va boshqa funksiyalarni bajarishda qo'llaniladigan ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish apparatlari. O'q turiga qarab elektr apparatlari o'zgarmas tok va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan turlarga bo'linadi. Kuchlanishga qarab past kuchlanishli (1000 V gacha) va yuqori kuchlanishli (1000 V dan yuqori) elektr apparatlariga bo'linadi. Yer osti ko'mir shaxtalarida 1140 V li elektr apparatlari ham ishlatilmoqda. oshqarish funksiyasi bajarilishiga qarab kontaktli va kontaktsiz elektr apparatlariga bo'linadi. Konchilik korxonalaridagi elektr qurilmalarida qo'llaniladigan elektr apparatlari umumiy maqsadli elektr apparatlaridan himoya qobig'ining bo'lishi bilan farqlanadi.

2.2. Elektr apparatlariga qo'yiladigan asosiy talabalar

Elektr apparatlariga qo'yiladigan umumiy talablarga qo'yidagilar kiradi:

1. Berilgan funksiyani bajarishdagi ishonchlilik, ya'ni apparat ish davomida aniq, stabil, buzilmasdan ishlashi lozim. Bunda apparatning parametrlari va rostlanganligi o'zgarmasligi kerak.

2. Elektrodinamik va termik mustahkamligi yetarli darajada bo'lishi kerak.

3. Elektr izolyatsiyasining yetarli darajada bo'lishi, ya'ni elektr apparati elektr o'ta kuchlanishga chiday olishi lozim.

4. Boshqarish va himoya zanjirlarida bo'ladigan normal va avriya rejimlarida apparatning kommutatsiyalovchi qobiliyati uning ish holatini ta'minlashi lozim.

5. Qurilmaning soddaligi, massagabarit ko'rsatgichlari va narxining kichik bo'lishi, ishlatishning oson bo'lishi, sozlashning va uni tayyorlash texnologiyasining soddaligi bo'lishi lozim. Davlat standartlariga ko'ra elektr apparatlari himoya qobig'iga ega bo'lishi lozim. Bu himoya qobig'i IP harflari va 2 ta son bilan belgilanadi. 1-son xizmat ko'rsatuvchi personalning (shaxsning) apparat xavfli qismlaridan himoya darajasini bildirsa, 2-son esa apparat ichiga tashqi predmetlar va suyuqliklardan himoyalash darajasini bildiradi.

Elektr apparatlarini ishlatishda standartga asosan kategoriyalarga bo'linadi:

1-kategoriya - ochiq havoda;

2-kategoriya - usti yopilgan joy yoki xonalarda (bunda temperatura va namlik ochiq havodagi temperatura va namlikdan uncha farq qilmaydi);

3-kategoriya - tabiiy ventilyatsiyali yopiq xonalarda (bunda temperatura va namlik qum chang ta'sirida ochiq havodagiga nisbatan past bo'ladi);

4-kategoriya - klimatik sharoitlari sun'iy rostlanadigan yopiq xonalardayoki xajmlarda;

5-kategoriya - namligi yuqori bo'lgan yopiq xonalarda (hajmlarda, masalan, shaxtalarda).

Kon korxonalarida ishlatiladigan elektr apparatlari portlashga qarshi, portlashdan xavfsiz, o'ta portlashdan xavfsiz guruxlarga bo'linadi.

2.3. Elektr apparatlarida ishlatiladigan asosiy materiallar

Elektr apparatlarida xilma-xil materiallar ishlatiladi:

1. O'tkazuvchan materiallar tok oqadigan qismlari uchun - miss, alyuminiy, latun' va boshqalar;

2. Magnit materiallar magnit o'zak uchun maxsus po'lat va qotishmalar;

3. Izolyatsiyalovchi materiallar tok oqadigan qismlarining elektr izolyatsiyasi uchun -sellyuloza, paxta, shimdirilgan va shimdirilmagan ipak, sintetik materiallar, slyudali materiallar, asbest va shisha tola;

4. Kontaktli materiallar - kontaktlar uchun - kumush, mis, grafit, metalli-keramika va boshqalar;

5. Yoyga chidamli izolyatsiyali materiallar - yoyni so'ndirish qurilmasi uchun - asbest, keramika, plastmassalar;

6. Yuqori solishtirma qarshilikli qotishmalar - rezistorlar uchun - konstantan, nixrom, xromal', fexral' va boshqalar;

7. Bimetallar elektr toki ta'sirida metallarning chiziqli cho'zilishida qo'llaniladigan elementlar uchun;

8. Konstruksiyali materiallar - mexanik kuchlarni uzatish va elektr apparatlariga har xil shakllar berish uchun kerak bo'lgan metallar, plastmassalar va boshqalar.

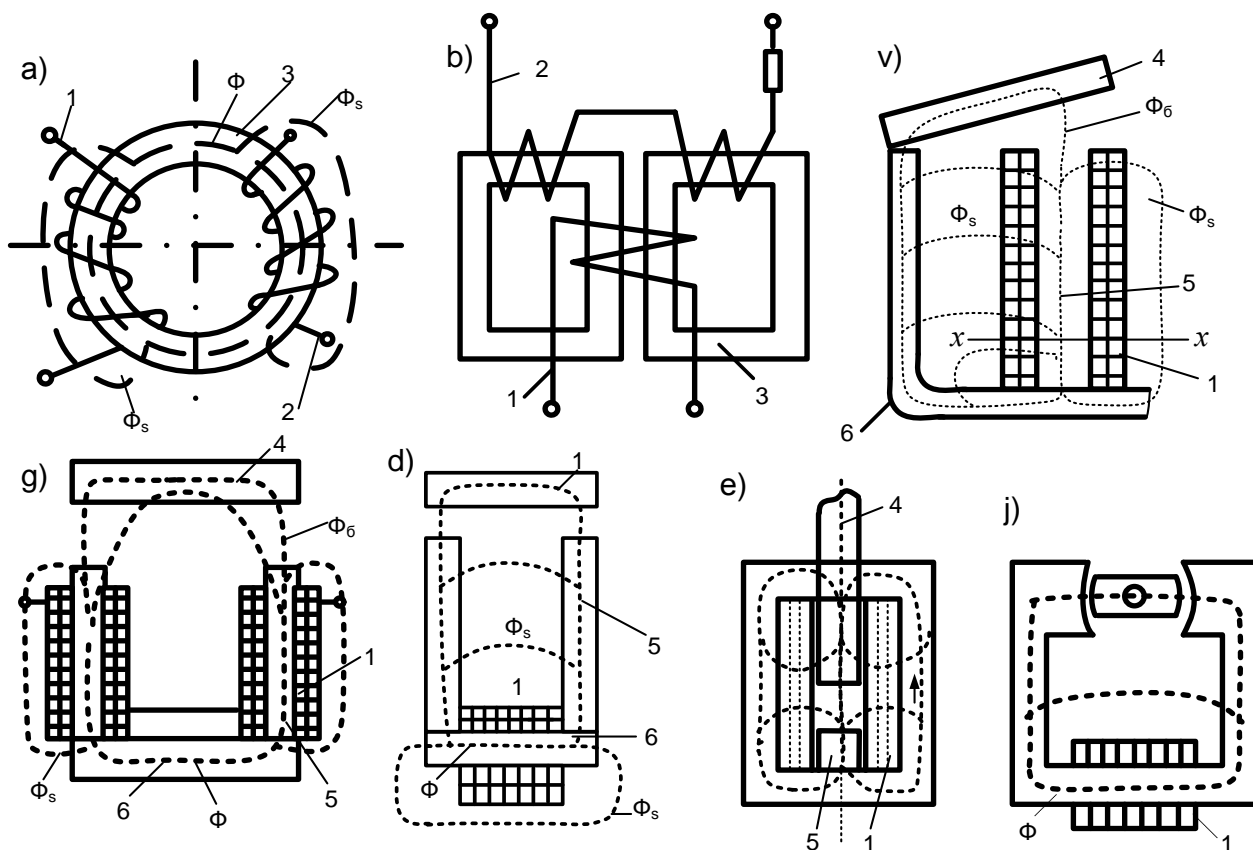
3. ELEKTR APPARATLARINING ELEKTROMAGNIT SISTEMALARI

3.1. Umumiy ma'lumot

Elektr apparatlarining ajralmas qismlaridan biri elektromagnit sistema hisoblanadi. Elektromagnit sistema, elektromagnit mexanizm yoki kurilma ko'rinishida tayyorlanadi.

Elektromagnit mexanizm deb shunday elektromagnit sistemaga aytiladiki bunda harakatlanuvchi qismining harakatlanishi tufayli magnit maydonining o'zgarishi yoki qayta taqsimlanishi oqibatida foydali ish bajaradi (masalan, elektromagnit, elektromagnit muftalar va boshqalar).

Elektromagnit qurilma deb shunday elektromagnit sistemaga aytiladiki, bunda uning cho'lg'amlarida magnit maydoning o'zgarishi yoki taqsimlanishi oqibatida tok yoki kuchlanish o'zgaradi (masalan o'lchov kuch transformatorlari, drosellar, magnit kuchaytirgich va boshqalar).



3.1-rasm. Elektr apparatlarining turli xildagi elektromagnit sistemalari

Magnit sistemalarning asosiy elementlariga bir yoki bir nechta cho'lg'amlar va magnit zanjiri kiradi. (3.1-rasm).

Transformator cho'lg'amlaridan biri magnit maydonini hosil qiladi, bu maydon ikkilamchi cho'lg'amni kesib o'tib, unda EYUK hosil qiladi (3.1-rasm). Magnit kuchaytirgichlarda (3.1, b – rasm) 1-cho'lg'amdagi tokning o'zgarishi 2-cho'lg'amdagi induktiv qarshilikni o'zgarishiga (natijada 2-cho'lg'amdagi tokning o'zgarishiga) olib keladi.

Elektromagnit mexanizmlarda cho'lg'am magnit oqimini hosil qilishga mo'ljallangan. Bu maydon magnit zanjirining qo'zg'aluvchi qismini harakatga keltiradi. Magnit zanjiri magnit maydonini o'tkazish uchun xizmat qiladi.

Elektromagnit qurilmalarda magnit zanjirida havo oralig'i bo'lmaydi va toroida yoki maxsus shaklda bo'ladi (3.1, a-b-rasm). Elektromagnit mexanizmlarda magnit zanjirining harakatlanuvchi qismi 4 (Yakor) o'zining harakatlanishi

natijasida foydali ish bajaradi (3.1, v-j-rasm). Magnit zanjirining Yakor tortiladigan qismi o'zak 5 deyiladi.

O'zak va yakorni yoki bir necha o'zaklarni tutashtiruvchi magnit zanjirining qo'zg'almas qismi yarmo 6 deyiladi. Yakor va o'zak orasidagi masofa havo oralig'i deyiladi va b harfi bilan belgilanadi.

3.1-rasmda ko'rsatilgan ϕ magnit oqimi ishchi oqim, ϕ_s - tarqok magnit oqimi deyiladi.

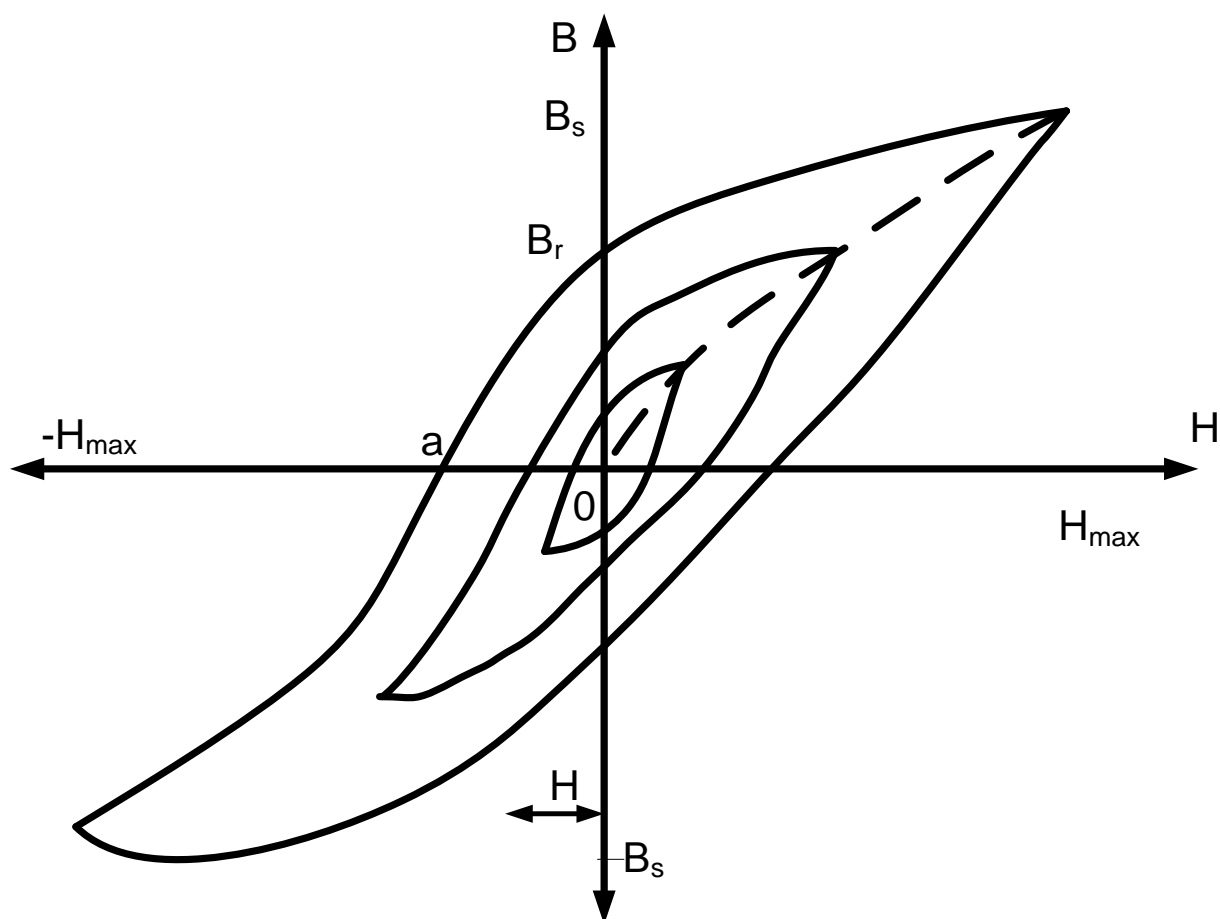
Elektromagnit qurilmalarda ϕ_s juda kichkina (sezilarsiz) bo'ladi, chunki magnit zanjirida havo oralig'i δ bo'lmaydi. Elektromagnit mexanizmlarda esa ϕ_s ning qiymati to'la ishchi ϕ oqimning sezilarli qismini tashkil qiladi.

Ishchi havo oralig'idan o'tuvchi magnit oqimi asosiy ishchi oqim ϕ_δ deyiladi, chunki ana shu oqim yakorni harakatga keltiruvchi mexanik kuchlarni hosil qiladi.

Tarqok magnit oqim ϕ_s magnit zanjirning shakliga, uning elementlarini o'zaro joylashishiga, magnit zanjir to'yinishi va havo oralig'ining o'lchamlariga bog'liq bo'ladi.

Havo oralig'i δ ning ortishi va magnit zanjirining to'yinishi o'sishi bilan ϕ_s ortib boradi. Buning oqibatida Yakor o'zakka nisbatan o'zgarsa elektromagnit mexanizmlardagi ϕ_s oqim ham o'zgaradi.

Cho'lg'amni shunday joylashtirish mumkinki, bunda tarqok oqim ϕ_s cho'lg'amning turli o'ramlari bilan turli tarqok magnit oqimlari ilashishi mumkin.



3.2-rasm. Ferromagnit materialarning magnitlanish xarakteristikasi.

Birinchi holdagi elektromagnit sistema magnit yurituvchi kuchi yig'ilgan sistema deyiladi. (3.1, d – rasm), ikkinchi holdagi sistema magnit yurituvchi kuchi tarqalgan sistemali deyiladi (3.1, v-g-rasm).

Elektr apparatlarining magnit sistemalari tok turi, magnit zanjirining bajarilishiga qarab turli xil bo'ladi.

Magnit zanjiri magnit qarshilikni kamaytirish maqsadida ferromagnit materiallardan tayyorlanadi.

Ferromagnit materialarning asosiy xarakteristikasi bo'lib, uning magnitlanish xarakteristikasi $B = f(H)$ hisoblanadi (3.2.-rasm).

3.2. Elektromagnit sistemalarini xisoblashning asosiy prinsiplari

Elektromagnit sistemalarni xisoblash murakkab bo'lib, odatda ikki masaladan biri echiladi:

- 1) Magnit zanjirining biror kismida berilgan magnit oqim uchun magnit yurituvchi kuch (MYUK) ni aniqlash;
- 2) Magnit zanjirining biror qismida berilgan MYUK uchun magnit oqimni aniqlash.

Bu ikki masalani echish uchun magnit o'tkazgichning ulchamlari va maeriali aniq bo'lishi lozim.

Elektromagnit sistemalarini xisoblash o'zgarmas va o'zgaruvchan elektr zanjirlarning asosiy konunlariga asoslangan bulib, bunda tok magnit oqimga, kuchlanish MYUKga va elektr karshilik esa – magnit karshilikka almashtiriladi.

O'zgarmas tok magnit zanjirlarini xisoblashda kuydagi konunlar qo'llaniladi:

1. Kirxgofning 1-qonuni magnit zanjirining xar bir nuqtasidagi magnit oqimlarning yig'indisi no'lga teng

$$\Sigma f=0 \quad (3.1.)$$

2. Kirxgofning 2- Qonuni – berk konturdagi magnit patensiallarining pasayishi shu kontorga tasir etuvchi MYUK larning yigindisiga teng:

$$\Sigma \oint F d R_M = \Sigma F_M, \quad (3.2.)$$

Bu erda F_M –MYUK, A; R_M -zanjirning magnit qarshiligi, $G^{-1}N$,

$$R_M = \frac{\ell}{\mu_A S};$$

ℓ -magnit oqim utadigan uchastkaning uzunligi, sm; S -magnit zanjirining ko'ndalang kesimi, sm^2 .

3. Om qonuni – magnit zanjiri uchastkasidagi magnit potensialining (MYUK) pasayishi shu uchaskadan utuvchi magnit oqimi f bilan magnit qarshilikning ko'paytmasiga teng:

$$F_{Mu} = \Phi_u \frac{\ell_u}{\mu_A S} = \Phi_u R_{Mu} \quad (3.3)$$

Agarda magnit zanjirda havo oraligi bo'lsa, u xolda uning magnit qarshiligi (G_N^{-1}) $R_{M\delta} = 1/G\delta$, bu erda $G\delta$ — havo oralig'ining o'tkazuvchanligi.

Havo oralig'idagi MYUK larning pasayishi.

$$G'_{M\delta} = F\delta R_{M\delta} \quad (3.4.)$$

O'zgaruvchan tok magnit zanjirlarini hisoblashda ham yuqorida qonunlar qo'llaniladi. Bunda tokning o'zgaruvchanligi hisobga olinadi. Kirxgofning 1-magnit oqimlar orasidagi burchak siljishini hisobga olgan holda bo'ladi.

$$\sum F = 0$$

Om qonuni esa quyidagicha bo'ladi:

$$G'_{M} = F Z_M \quad \text{bu erda}$$

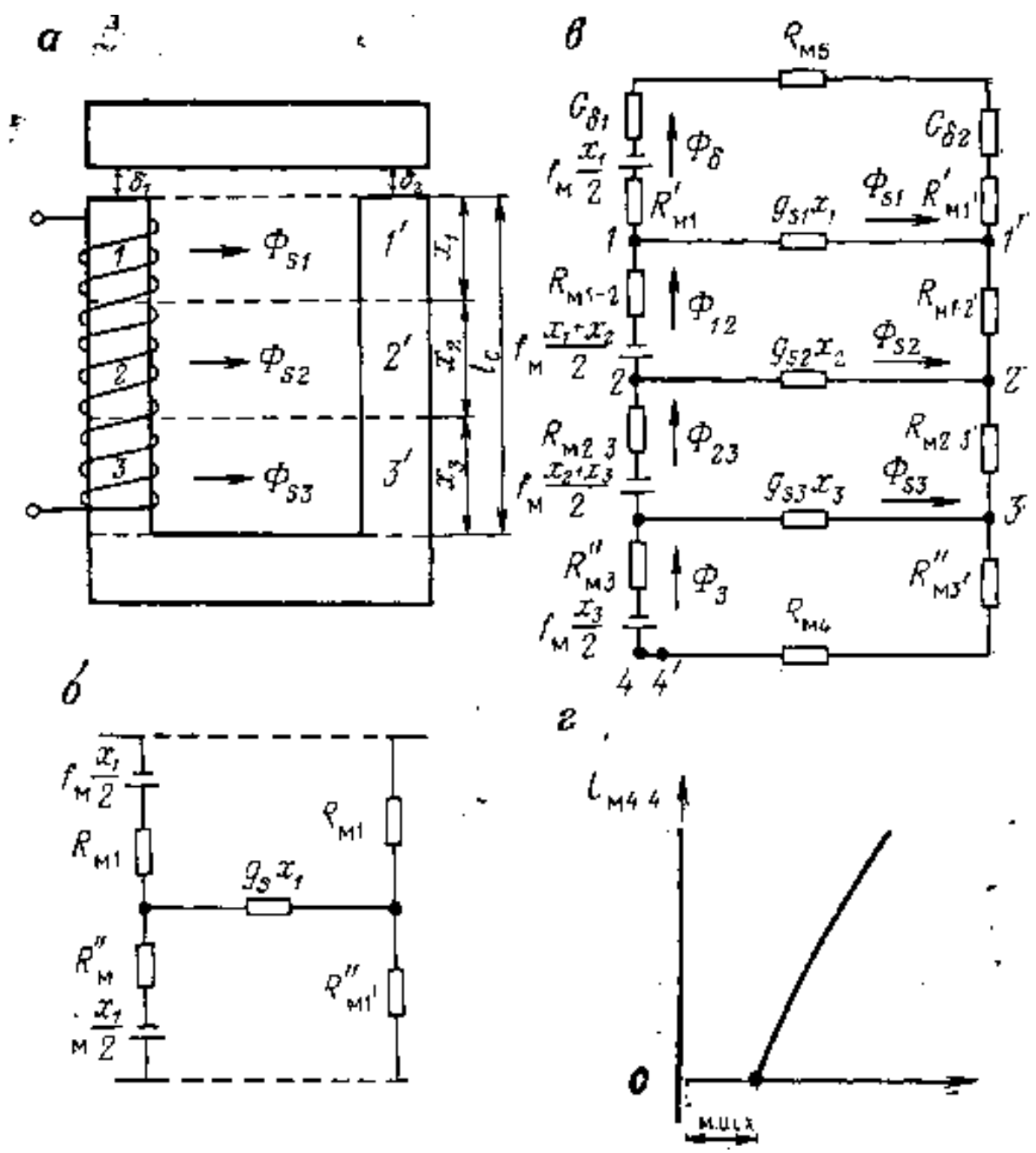
Z_M - uchastkaning to'la kompleks magnit qarshiligi .

3.3. O'zgarvas tok magnit zanjirlarini taxminiy hisoblash metodi

Taxminiy hisoblash metodlarida shunday shart qabul qilinadiki, bunda magnit zanjirining ma'lum bir uchastkasida magnit oqimning qiymati doimiy bo'lib, bir uchastkadan ikkinchi uchastkaga sakrab o'zgaradi.

Taxminiy metodlardan ko'p ishlatiladigani bu uchastkalar metodi hisoblanadi. Bu metodda magnit zanjirining tarqalgan parametrli almashtirish sxemasi yig'ilgan parametrli almashtirish sxemasi bilan almashtiriladi. Magnit zanjir olohida uchastkalarga bo'linadi va har bir uchastka uzunligi bo'yicha tarqalgan tarqoq magnit oqimi T – simon almashtirish sxemasi bilan almashtiriladi. Bunda tarqoq magnit oqimi uning o'rtasida yig'ilgan degan shartlar qabul qilinadi.

3.3. a-rasmda keltirilgan magnit zanjirininig sxemasini uchastkalar metodini qo'llab hisoblashni ko'rib chiqamiz. Bunda tarqoq magnit oqimi ikkita o'zak orsida tarqalgan deb qabul qilamiz.



3.3- rasm. Magnit zanjirini uchastkalar metodi yordamida hisoblashga doir sxemalar: a-magnit zanjirining sxemasi; b-1-1' uchastkaning almashtirish sxemasi; v-magnit zanjirning almashtirish sxemasi; g- $U_{M44}=f(G'_M)$ bog'lanishi;

Shu sababli yakorning magnit oqimi havo oralig'ining magnit oqimiga teng bo'ladi.

Hisoblanadigan magnit zanjirini beshta uchastkaga bo'lamiz. Uchta uchastkaning uzunligi bo'yicha tarqalgan tarqoq oqimi 3.3, a-rasmda ko'rsatilgan 1 va 1' uchastkalar uchun T-simon almashtirish sxemasi bilan almashtiriladi.

Birinchi uchastka tarqoq oqimi yo'lining o'tkazuvchanligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\zeta_{S1} = g_{S1} X_{1^1}, \quad (3.5)$$

Bu erda g_{S1} —birinchi uchastka tarqoq oqimi uchun havo oralig'ining magnit o'tkazuvchanligi, G_N/sm ;

X_{1^1} - birinchi uchastkaning uzunligi, sm.

1¹- uchastka magnit o'tkazuvchining magnit qarshiligini ikkita komponentga ajratamiz: $R_{M1} = R'_{M1} + R''_{M1}$ bu erda R'_{M1} - 1-uchastka birinchi yarmi uzunligining magnit qarshiligi, G^{-1}_N ; R''_{M1} — birinchi uchastka ikkinchi yarmi uzunligining magnit qarshiligi, G^{-1}_N .

1- uchastkaning magnit qarshiligini ham ikki qismga (R'_{M1} va R''_{M1}) ajratamiz.

1-uchastkaning MYUK quyidagicha aniqlanadi:

$$F_{M'} = F_M \frac{X_1}{\ell_o}, \quad (3.6)$$

Bu erda $F_{M'}$ -to'la MYUK;

ℓ_o - o'zag uzunligi.

2-2` va 3-3` uchastkalarining almashtirish sxemalari ham 1-1` uchastkaniki kabi bo'ladi. 3.3, v-rasmdan shu narsa ko'rinadiki zanjirdan bir xil magnit oqim o'tganligi uchun pastki qismi n va yuqori qismi $(n+1)$ uchastkalarining MYUK va magnit qarshiliklarini birlashtirish mumkin:

$$R_{M1-2} = R''_{M1} + R'_{M2};$$

$$R_{M1'-2'} = R''_{M1'} + R'_{M2'}$$

MYUK G'_m ga ixtiyoriy qiymat berib, uchastkalarining MYUK larini aniqlash mumkin. MYUK ning taxminiy beriladigan qiymatini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$F_M = \Phi_\delta / \zeta_{\delta\Sigma}, \quad (3.7)$$

Bu erda $G_{\delta\Sigma}$ —havo oralig'ining yig'indi o'tkazuvchanligi;

F_δ — havo oralig'idagi magnit oqimi.

Almashtirish sxemasini tuzib bo'lgandan keyingi 1-1` nuqtalar orasidagi magnit potentsiallari farqi quyidagicha bo'ladi:

$$U_{M1-1'} = -f_M \frac{X_1}{2} + \Phi_\delta \left(R_{M1}' + R_{M1'}' + R_{M5} + \frac{1}{\zeta_{\delta 1}} + \frac{1}{\zeta_{\delta 2}} \right), \quad (3.8)$$

Bu erda $f_m = G'_m / \ell_o'$ – solishtirma MYUK, A/sm; $\zeta_{\delta 1}$ va $\zeta_{\delta 2} - \delta_1$ va δ_2 havo oraliqlaridagi magnit o'tkazuvchanliklar, G_n R_{m1}' va R_{m1} materialning uzunligi va kesim yuzasi asosida magnitlanish egri chizig'idan aniqlanadi. Birinchi uchastkaning tarqoq oqimi $F_{S1} = U_{M1-1'} g_{S1} X_1$ fo'muladan aniqlanadi.

2 va 2` nuqtalar orasidagi magnit potentsiallar farqi quyidagicha topiladi:

$$U_{M2-2'} = -f \frac{X_1 + X_2}{2} + U_{M1-1'} + \Phi_{12} (R_{M1-2} + R_{M1'-2'}), \quad (3.9)$$

Bu erda $F_{12} = F_\delta + F_{S1}$

Ikkinchi uchastkaning tarqoq oqimi $F_{S2} = U_{M2-2'} g_{S2} X_2$ fo'rmula yordamida aniqlanadi. 3-3` nuqtalar orasidagi magnit potentsiallari farqi va oqim F_{23} kabi aniqlanadi. So'ngra tarqoq oqim F_{S3} va F_3 oqim topiladi. Hisoblash ishlari 4-4' nuqtalar orasidagi magnit potentsiallar bilan tugaydi.

$$U_{M4-4'} = -f_M \frac{X_3}{2} + U_{M3-3'} + \Phi_3 (R_{M3}'' + R_{M3'}'' + R_{M4}). \quad (3.10)$$

$U_{M3-3'} = 0$ bulishi kerak, agarda $I_{m4-4'} = 0$ balsa u holda MYUK F_m ga boshqa yangi qiymat berilib, hisoblash takrorlanadi. Katta chisoblash ishlari takrorlanadi. Katta hisoblash ishlarini kamaytirish maqsadida 3-4 nuqtalar orqali $I_{m4-4'} = f(F_4)$ bog'lanishni kurish lozim. F_m uqi bilan kesishgan nuqta g'altakning MYUK F_{m4} aniqlashga yordam beradi (3.3-rasm).

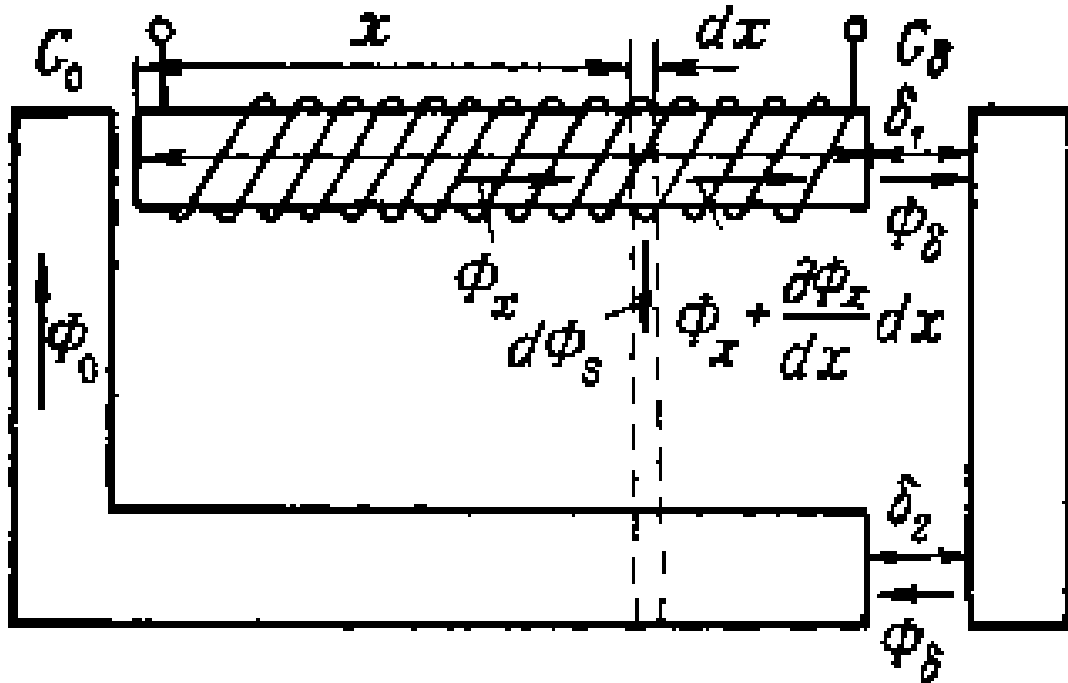
Yuqoridagi metodni metodni teskari echish tahliliy ketma- ketlik usuli yordamida amalga oshiriladi . Bunda uchastkalar soni oshishi bilan hisoblashning aniqligi ortib boradi. Agar materialdagi MYUK isroflari hisobga olinmasa u holda hisoblash ishlarining hajmi o'rtacha qisqaradi.

Bu metod tarqoqlik koefisienti metodi deyiladi.

Bu tahliliy metodda magnit o'tkazgich kesimi x dagi (3.4-rasm) magnit oqim ishchi oqim F_b^2 va tarqoq oqim F_{sx} yig'indisiga teng bo'ladi:

$$\Phi_x = \Phi_\delta + \Phi_{sx} = \Phi_\delta \left(1 + \frac{\Phi_{sx}}{\Phi_\delta} \right) = K_x \Phi_\delta, \quad (3.11)$$

bu erda K_x – tarqoqlik koefisienti. Bu koefisienti x kesimdagi magnet oqimidan qanchaga kattaligini ko'rsatadi.



3.4.-rasm. P-simon elektromagnit.

Tarqoqlik koefisienti metodi asosan to'gri masalalarni esa grafaonitik metod (B.S.Sotskov metodi) yordamida echiladi. Bu metodda magnet oqimining magnet o'zak bo'yicha tarqatish qonuniyati darajali qator ko'rinishda bo'ladi.

$$\Phi_x = K - K_1 X - K_2 X^2. \quad (3.12)$$

K, K_1 va K_2 koefisientlar $x=0$ va $x=1$ shartlarda analitik usul yordamida aniqlanadi.

(3.11.) formuladan shu narsa ko'rinadiki, magnet o'zak uzunligi buyicha magnet potentsiallar farqining tarqalishi qonunga bo'ysunar ekan. Aslida esa bu tarqalish qonuni juda murakkab bo'ladi, chunki magnet o'tkazgich o'zagi materialida magnet potentsiallar isrofi buladi.

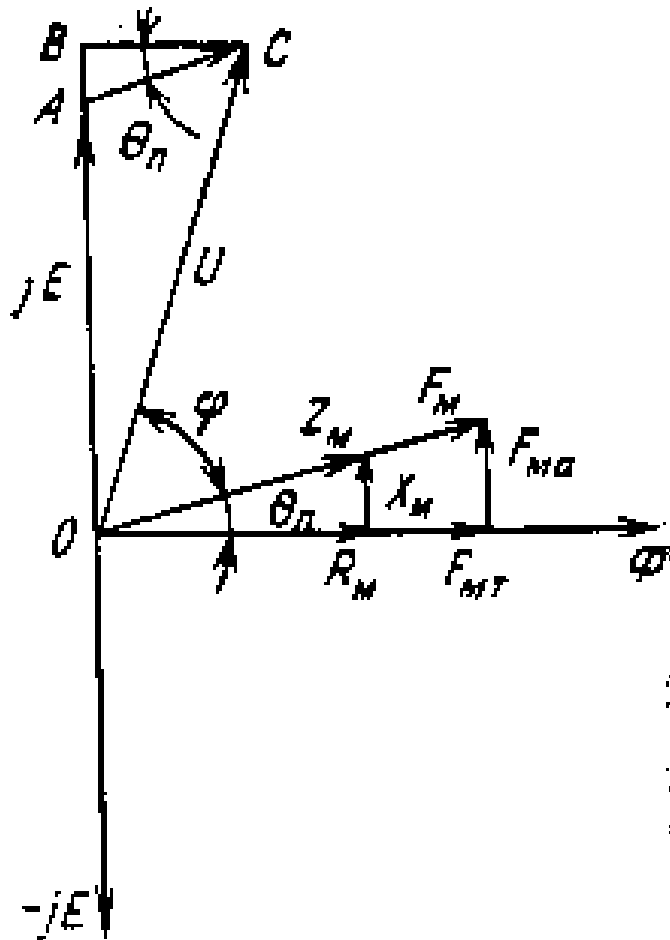
3.4. O'zgaruvchan tok magnit zanjirlarini hisoblash

O'zgaruvchan tok magnit o'tkazgich materialini davriy ravishda magnitlanib turadi va uning berk ko'nturlarida uyurma toklar vujudga keladi. Bu holat materialda isrof hosil bo'lishiga hamda MYUK va magnit oqim orasida burchak siljishiga olib keladi. G'altakka o'zgaruvchan tok berganda uning MYUK F_m magnit oqim F ga nisbatan burchak θ_n ga (3.5-rasm) siljiydi va ikkita tashkil etuvchiga ajratilishi mumkun:

1. Magnit oqim bilan faza buyicha mos tushadigan va oqimni uchastkalardan olib o'tishga sarflanadigan.

F_{mn} tashkil etuvchisi;

2. Magnit oqimiga nisbatan 90° ga siljigan va materialning qayta magnitlanishi va ularga toklar natijasida hosil bo'lgan isroflarni qoplashga sarflanadigan F_{ma} tashkil etuvchisi.



3.5-rasm o'zgaruvchan tok magnit zanjirning vektor diagrammasi.

To'la kompleks magnit qarshilik va uning tashkil etuvchilari quyidagi tenglamalardan aniqlanadi :

$$\begin{aligned} Z_M &= F_M / \Phi; & R_M &= F_{Mr} / \Phi; \\ X_M &= F_{Ma} / \Phi & Z_M &= R_M + jX_M; \\ Z_M &= \sqrt{R_M^2 + X_M^2}. \end{aligned}$$

Z_M - qarshilikning tashkil etuvchisi R_M va X_M larni quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$R_M = P_R \frac{\ell}{S}; \quad X_M = P_X \frac{\ell}{S},$$

Bu erda R_R va R_X – magnit o'tkazgich materialining solishtirma magnit qarshiliklarining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari, sm/ G_N R_X tashkil etuvchi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$P_X = \frac{\psi P_0}{\pi f B_m^2}, \quad (3.13)$$

Bu erda R_o – uyurma toklar va magnit o'tkazgich materialning qayta magnitlanishidan hosil bo'lgan isrof, Vt/kg. Kompleks solishtirma magnit qarshilik kompleks magnit singdiruvchanlikka teskari bo'lib, u magnit o'tkazgich materialining magnitlanish xarakteristikasidan aniqlanadi.

$$P_Z = \sqrt{2} H / B_m.$$

Agar o'zgaruvchan tokdagi magnitlanish xarakteristikasi bo'lmasa, u holda adabiyotlarda beriladigan solishtirma magnitlovchi quvvat R_m yordamida topiladi:

$$P_Z = \frac{\alpha P_H}{\pi f B_m^2}. \quad (3.14)$$

R_R (sm/ G_N) tashkil etuvchi magnit o'tkazgich materialining absoyut magnit singdiruvchanligiga teskari bo'ladi:

$$\rho_R = \frac{\gamma}{\pi f B_m^2} \sqrt{p_0^2 - p_M^2}. \quad (3.15)$$

Magnit o'tkazgich materialidagi $\text{tg } \Theta_n$ (tangens burchak isrofi) quydagicha aniqlanadi:

$$\text{tg } \Theta_n = X_M / R_M$$

Magnit zanjirining havo oralig'idagi qayta magnitlanish va uyurma toklar hosil qilgan isroflar bo'lmaydi, shu sababli bu uchastkalarni hisoblashda faqat aktiv magnit qarshilik hisobga olinadi:

$$Z_{M\delta} = R_{M\delta} = 1/\zeta_{\delta}$$

O'zgaruvchan tokli magnit zanjirlarini hisoblashda kompleks o'zgaruvchan metodi keng ishlatiladi:

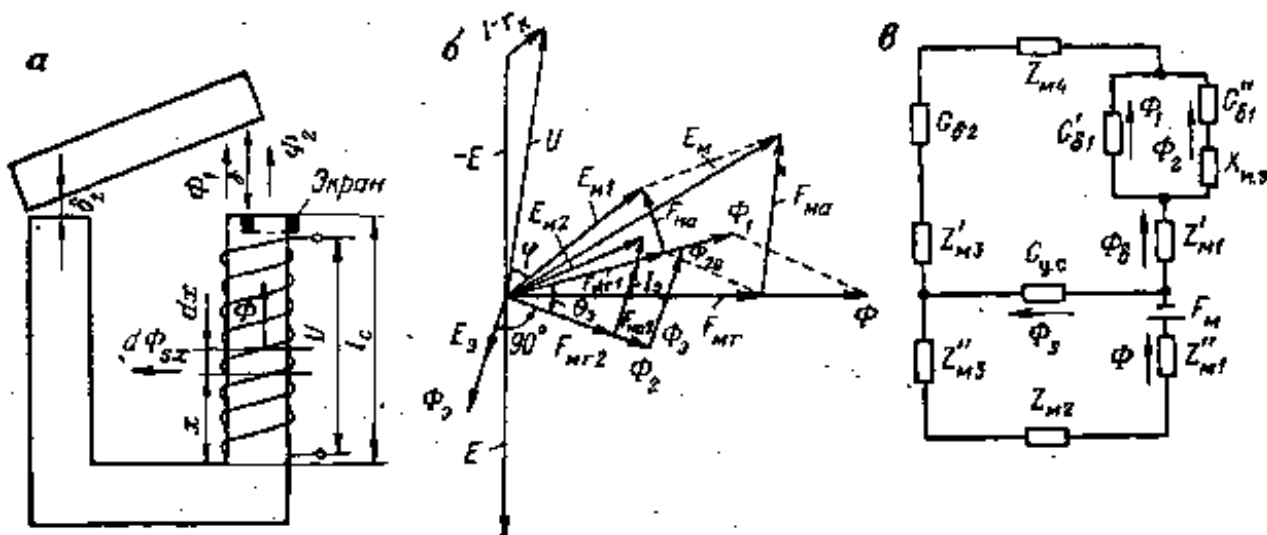
Tugun uchun $\sum \dot{\Phi} = 0$;

Uchastka uchun $-\dot{\Phi}_{Mu} = \sqrt{2} \dot{U}_M / Z_m$;

Berk kontur uchun $-\sum \dot{F}_M = \frac{1}{\sqrt{2}} \sum \dot{\Phi}_{Mu} Z_M$,

Bu erda $\dot{\Phi}_{Mu}$ -zanjirning ma'lum bir uchastkasidagi oqimning maksimal kompleks qiymati; \dot{U}_M -uchastkalar oxirgi uchlaridagi magnit patenssallar farqining effektiv kompleks qiymati; \dot{F}_M -MYUK ning effektiv kompleks qiymati; Z_m - uchastkaning kompleks to'la magnit qarshiligi.

Quyida ekrani bulgan magnit sistemani ko'rib chiqamiz (3.6-rasm)



3.6-rasm. O'zgaruvchan tokli magnit zanjirni hisoblashga doir:

a- ekranli magnit zanjirining sxemasi; b- vektor diagrammasi; v- magnit zanjirning almashtirish sxemasi;

Ekran – maxsus qisqa tutashtirilgan o'ramdir. Uning vazifasi magnit oqimining fazasini o'zgartirishdan iborat.

Bunda magnit o'tkazgich materialdagi isrofni, qarshilikni va tarqoq oqimni hisobga olamiz.

To'g'ri masalani echamiz, ya'ni magnit oqim F_b berilgan bo'lib, MYUK F_m ni aniqlash kerak. Ikki o'zak orasidagi tarqoq oqim o'tkazuvchanligini aniqlaymiz. YAKorning oqimi F_{yak} havo oralig'ining oqimi F_δ ga teng deb hisoblaymiz, ya'ni $F_{yak}=F_\delta$.

YUqoridagi formulalardan foydalanib, yakorning geometrik o'lchamlari hisobga olingan holda solishtirma magnit qarshiliklar P_Z, P_X, P_R ni hisoblab topamiz. Har bir uchastkaning tarqoq o'tkazuvchanligi o'rtasida yig'ilgan deb, o'zakni bir necha qisimga (masalan, uch qisimga) bo'lamiz. Zanjirning almashtirish sxemasi 3.3- rasmdagi kabi bo'lib R_M qarshilik Z_M qarshilikka almashtirilgan bo'ladi. 1-1' nuqtalar (3.3-rasm) orasidagi magnit potentsiallar farqi quyidagiga teng

$$\dot{U}_{M1-1'} = \frac{1}{\sqrt{2}} \dot{\Phi}_{M\delta} (Z_{JK} + R_{\delta 1} + R_{\delta 2} + Z_{M1} + Z_{M1'}) - \frac{F_M X_1}{2\ell_c}$$

Birinchi uchastkadagi tarqoq oqim

$$\Phi_{s1} = \sqrt{2} U_{M1-1'} g_{s1} X_1$$

Birinchi uchastka oxiridagi magnit oqim

$$\dot{\Phi}_{12} = \dot{\Phi}_{M\delta} + \dot{\Phi}_{s1}$$

2-2` nuqtalar orasidagi magnit potentsiallari farqi

$$U_{M2-2'} = -f_M \frac{X_1 + X_2}{2} + U_{M1-1'} + \frac{\Phi_{12}}{\sqrt{2}} (Z_{M1-2} + Z_{M1'-2'})$$

Xuddi shu ketma-ketlikda oqim Φ_{M23} va boshqa uchastkalardagi oqimlar aniqlanadi. Aniqlangan MYUK F_M havo og'irligidagi berilgan oqim $\Phi_{M\delta}$ ga mos kelishi $U_{M4-4'} = f(F_M)$ egri chiziqdan aniqlanadi (3.3,g-rasm).

Ekranli magnit zanjirning vektor diagrammasidan (3.6, b-rasm) shu narsa ma'lum bo'ladiki, ekran magnit maydoni F ni ikkita bir biridan θ_e burchakka siljigan oqim F_1 va F_2 ga bo'ladi. Ekran toki I_e qisqa tutashgan o'ramdan oqib o'tib oqim F_e ni hosil qiladi. Ekran egallagan maydondan o'tuvchi oqim $F_{20} r_e = \infty$ (ekran ochiq) bo'lganda ekran F_1 bilan faza bo'yicha mos tushadi. Ekranli magnit

zanjirining almashtirish sxemasi 2.6,v-rasmda keltirilgan. Bunda o'zak bitta uchastkadan iborat bo'lib, uning birinchi yarmidan to'la magnit oqimi, boshqa yarmidan esa havo oralig'ining magnit oqimi o'tadi.

G'altak o'zakda bir tekis joylashgan ($l_g=l_o$) va magnit o'tkazgich materialidagi MYUK larning isrfini hisobga olmagan holda taqoq oqim uchun keltirilgan magnit o'tkazuvchanlik G_{u-o} , quyidagicha aniqlanadi:

$$\psi_s = F_M \frac{g_s l_{\dot{y}}}{3} \omega, \quad (3.16)$$

Bu erda w - g'altak chulg'aming o'ramlari soni.

O'zak materialining magnit qarshiligini hisobga olib, tarqoq oqimning keltirilgan magnit o'tkazuvchanligi quyidagicha topiladi:

$$G_{u-o} = \frac{2}{3} \times \frac{g_s l_{\dot{y}}}{3} .$$

To'g'ri masalani tarqoqlik koeffiyenti metodi yordamida echish mumkin. Magnit sistemasining o'zagi (3.6,a-rasm) bitta uchastkadan iborat va ekranning induktivligi $X_e=0$ deb qabul qilib, tarqoqlik koeffisientini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$K_s = 1 + \frac{\psi_s}{\psi_\delta} = 1 + \frac{\zeta_{y-\dot{y}}}{\zeta_H} \quad (3.17)$$

Bu erda ζ_H - havo oralig'ining ekvivalent magnit o'tkazuvchanligi, G_N .

ζ_H quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi

$$\zeta_H = \frac{\zeta_{\delta 2} (\zeta_{\delta 1}' - \zeta_{\delta 1}'')}{\zeta_{\delta 2} + \zeta_{\delta 2}' + \zeta_{\delta 2}''}$$

Havo oralig'ining oqimi F_δ ma'lum bo'lganda, g'altaning MYUK quyidagiga teng bo'ladi.

$$\dot{F}_M = \dot{\Phi}_\delta \left[Z_{M4} + Z_{M1}' + Z_{M3}' + \frac{1 + jX_{ME}\zeta_{\delta 1}''}{\zeta_{\delta 1}' + \zeta_{\delta 1}'' + jX_{ME}\zeta_{\delta 1}'\zeta_{\delta 1}''} + \frac{1}{\zeta_{\delta 2}} \right] + K_s \Phi_\delta (Z_{M2} + Z_{M1}'' + Z_{M3}'')$$

3.5-rasimdagi vektor diagrammadan elektromagnit sistema g'altaning toki va $\cos\varphi$ larni aniqlash mumkin:

$$\dot{U} = j \dot{E} + j I r_k \sin \theta_n + I r_k \cos \theta_n;$$

$$\cos \theta_n = R_M / Z_M; \sin \theta_n = X_M / Z_M,$$

Bu erda r_k -g'altagning elektr aktiv qarshiligi, Γ_H^{-1} va u quyidagicha aniqlanadi.

$$R_M = \sum R_{M.ct} + \sum R_\delta$$

G'altagning o'zinduksiya EYUK $E = X_0 I \cos \theta_H$, bu erda X_0 quyidagiga teng

$$X_0 = \frac{\omega w^2}{\sqrt{2} R_M}$$

G'altakning to'la elektr qarshiligi

$$Z = r_k \frac{R_M}{R_M + jX_M} + jr_k \frac{X_M}{R_M + jX_M} + jX_0 \frac{R_M}{R_M + jX_M} = r_k + X_0 \frac{R_M X_M}{Z_M^2} + jX_0 \frac{R_M^2}{Z_M^2} = R + jX$$

G'altakning toki

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X^2}}.$$

Elektromagnit sistemaning quvvat koeffisienti $\cos \varphi$ quyidagiga teng.

$$\cos \varphi = R / Z$$

Ekranli magnit sistemalardagi I , Z va $\cos \varphi$ larni ham yuqoridagi formulalar asosida aniqlanadi. Bunda faqvt X_M ni aniqlashda ekranning induktiv magnit qarshiligi hisobga olinishi zarur, ya'ni

$$X_M = X_{M.cm} + X_{M.E}$$

3.5. Elektromagnitlarning tortish kuchi

Elektromagnitlarni loyxlashning asosiy masalalaridan biri biri bu uning elektromagnit (tortish) kuchlarini aniqlashdir.

Elektromagnit g'altagi kuchlanish manbaiga ulanganda unda o'tish jarayon quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

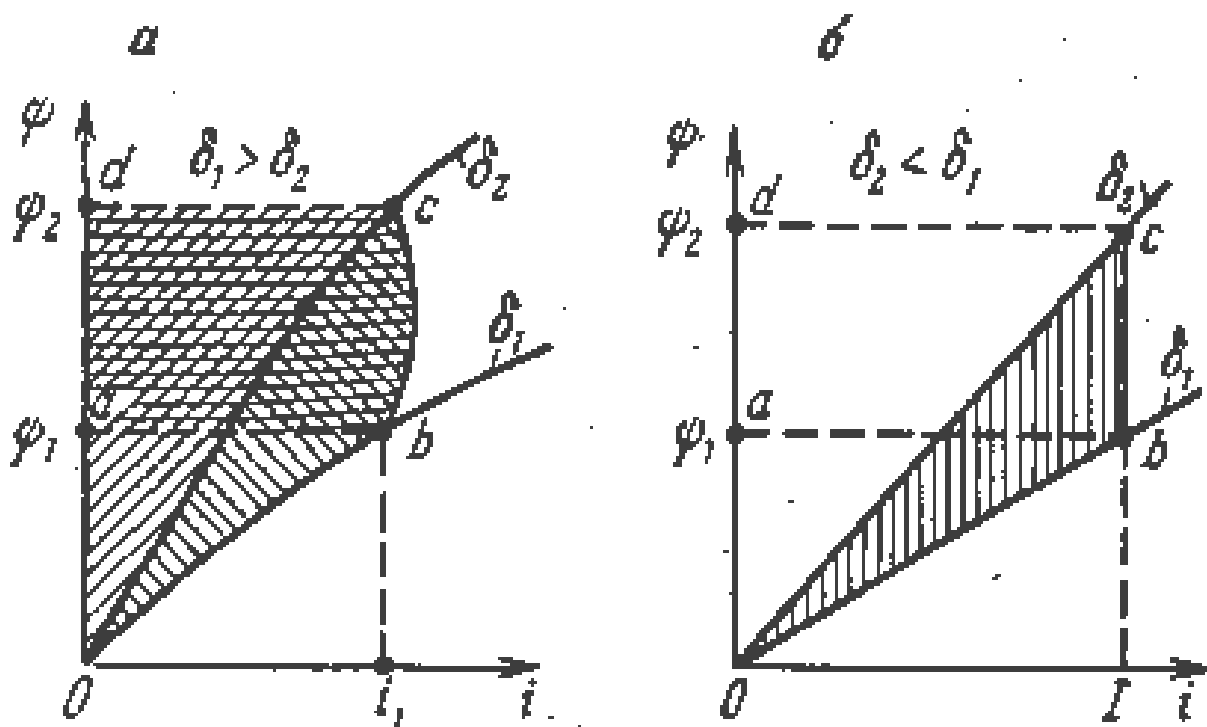
$$U = iR + \frac{d\psi}{dt}, \quad (3.18)$$

Bu erda i -g'altakdagi tok; R -g'altakning omik qarshiligi; ψ -oqim ilashimligi. (3.18) tenglamaning har bir tashkil etuvchisi $i dt$ uf ko'paytirsak, u holda elektromagnitning dt vaqt uchun energetik balansi tenglamasini hosil qilamiz

$$U idt = i^2 R dt + id\psi \quad (3.19)$$

Bu tenglamaning chap tomanidagi tashkil etuvchi dt vaqt davomida tarmoqdan olinayotgan energiya; o'ng tomondagi birinchi tashkil etuvchi - g'aldakning olik qarshiligidagi energiya isrofi o'ng tomondagi ikkinchi tashkil etuvchi esa elektromagnitdagi magnet maydoni energiyasining kam o'sishini ifodalaydi.

Umumiy holda $\psi = \int(i)$ bog'lanish egri ko'rinishda bo'ladi (3.7-rasm).



3.7-rasm. $\psi = \int(i)$ bog'lanish: a- magnet sistema to'yingan; b- magnet sistema to'yinmagan.

YAkorning qo'zg'alish vaqtidagi elektromagnit maydonning yig'ilgan energiyasi (3.7, a-rasm) quyidagiga teng $w_1 = \int_0^{i_1} id\psi$ havo maydoncha.

Yakorning oxirgi harakati vaqtidagi elektromagnit maydonining yig'ilgan energiyasi esa quyidagicha aniqlanadi

$$W_2 = \int_0^{\psi_1} id\psi = 0dcO \text{ maydoncha.}$$

Havo oralig'i δ_1 dan δ_2 gacha kamaygandagi energiya

$$W_3 = \int_0^{\psi_2} id\psi = abcda \text{ maydoncha.}$$

Havo oralig'i δ_1 dan δ_2 gachakamayganda magnit energiya quyidagicha o'zgaradi

$$\Delta W = W_1 + W_3 - W_2 = 0cbO \text{ maydoncha.}$$

Magnit energiyasining bu o'zgarishi elektromagnit yakorning harakati bajargan ishga teng.

$$A_{,Mex} = P\Delta\delta = \Delta W ,$$

bu erda R- $\Delta\delta = \delta_1 - \delta_2$ uchastkadagi o'rtacha tortish kuchi.

Bu tenglamadan quyidagiga ega bo'lamiz

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta\delta} = \lim_{\Delta\delta \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta W}{\Delta\delta} \right) = \frac{dW}{d\delta} . \quad (3.20)$$

Magnit sitema to'yinmagan bo'lsa, $\psi = \int(i)$ bog'lanish chiziqli o'zgaradi(3.7, b-rasm).

YAKor sekin harakatlanganda g'altakdagi tokning qiymati o'zgarimas bo'lib, o'zining barqarorlashgan qiymatiga erishadi va tortish kuchi analitik formula yordamida aniqlanadi. 2.7,b-rasmdan

$$\Delta W = \frac{1}{2} I\psi_1 + I(\psi_2 - \psi_1) - \frac{1}{2} I\psi_2 + \frac{1}{2} I\Delta\psi$$

ekanligini ko'ramiz.

Tortish kuchi quyidagi tenglamadan aniqlanadi, DJ/sm

$$P = \frac{1}{2} (Id\psi / d\delta) .$$

Agar 1 DJ/sm=10.2 kg =100 N ekanligini hisobga olsak, u holda $P = 5,1 \cdot Id\psi / d\delta$ bo'ladi.

Tortish kuchini (kg) Maksvell formulasi yordamida aniqlash ham mumkin

$$P = 4,06 \cdot 10^8 B_\delta^2 S, \quad (3.21)$$

bu erda B_δ –havo oralig'idagi magnit induksiya . B_δ / cm^2 ; S -qutbning magnit maydon bilan ta'sirlashuvchi yuzasi, sm^2 .

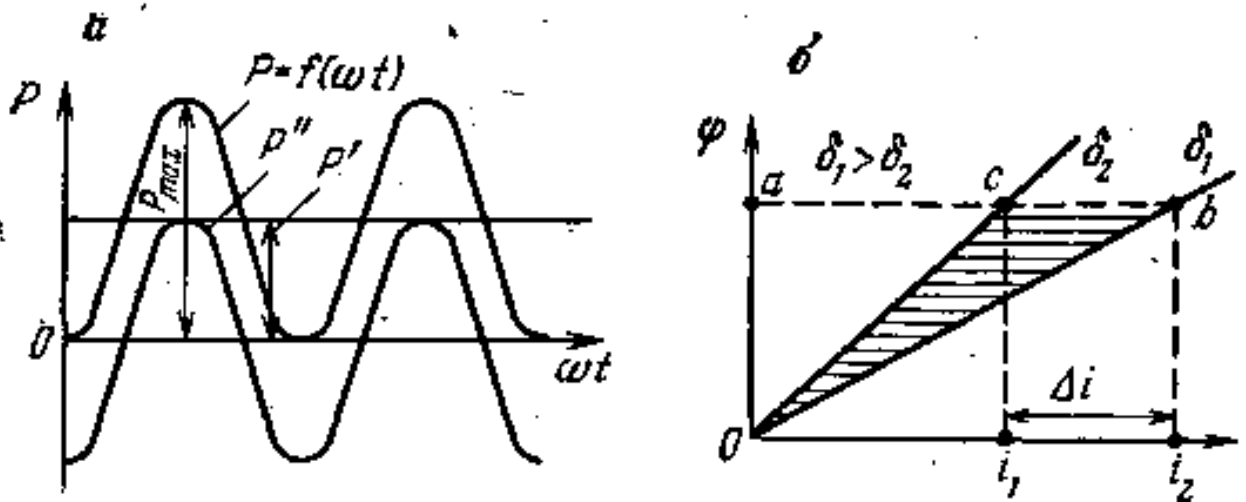
Magnit oqimining sinusoda qonuni bo'yicha o'zgarishini $\phi = \phi_m \sin \omega t$ hisobga olsak, u holda Maksvell formulasiga asosan tortish kuchi quyidagiga teng bo'ladi

$$P = 4,06 \cdot 10^8 \frac{\phi^2}{S} = 4,06 \cdot 10^8 \frac{\phi_m^2}{S} \sin^2 \omega t.$$

$\sin^2 \omega t = \frac{1 - \cos 2\omega t}{2}$ ekanligini hisobga olsak, u holda quyidagiga ega bo'lamiz

$$P = 2,03 \cdot 10^8 \frac{\phi_m^2}{S} (1 - \cos 2\omega t) = P' - P' \cos 2\omega t = P' - P'',$$

bu erda P' -tortish kuchining o'zgarmas tashkil etuvchisi; P'' - tortish kuchining o'zgaruvchan tashkil etuvchisi. P'' tashkil etuvchisi vaqt bo'yicha $\cos 2\omega t$ qonuniyati bo'yicha o'zgaradi va uning amplitudasi P' ning amplitudasiga teng bo'ladi (3.8, a-rasm).



3.8-rasm. O'zgaruvchan tok elektromagnitining tortish kuchini aniqlash sxemasi

tortish kuchining o'rtacha qiymati quyidagicha topiladi.

$$P = 2,03 \cdot 10^8 \frac{\phi_m^2}{S}. \quad (3.22)$$

O'zgaruvchan tokli elektromagnitning tortish kuchini uning energetik balansini tahlil qilib ham aniqlash mumkin. O'zgarmas tokli elektromagnitniki singari quyidagi shartlarni qabul qilamiz: elektromagnitning magnet sistemasi to'yinmagan va $\psi = \int(i)$ bog'lanish chiziqli o'zgaradi (3.8, b-rasm). Elektromagnitning g'altaklarini parallel ulasak, oqim ilashimligi qiymati o'zgarmas bo'lganda MYUK kamayadi (3.8, b-rasmda vs chiziq).

Bu holda magnet energiyasining o'zgarishi Ovs uchburchakning maydoni bilan aniqlanadi:

$$\Delta W = \frac{1}{2} \psi i_1 - \frac{1}{2} \psi i_2 = \frac{1}{2} \psi \Delta i .$$

Tortish kuchining umumiy tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$P = - \lim_{\Delta \delta \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta w}{\Delta \delta} \right)_{\psi = \text{const}} = - \frac{1}{2} \psi \frac{di}{d\delta}$$

Quyidagilarni hisobga olgan holda:

$$\psi = Li = w^2 G_E i$$

$$i = \frac{\phi}{\sqrt{2wG_E}}$$

$$\frac{di}{d\delta} = - \frac{\phi}{\sqrt{2wG_E^2}} \cdot \frac{dG_E}{d\delta}$$

bu erda G_E hamma havo oraliqlarining yig'indi magnet o'tkazuvchanligi; w g'altakning o'ramlar soni;

Tortish kuchi quyidagicha yoziladi

$$P = \frac{1}{2} \frac{\phi^2}{2G_E^2} \frac{dG_E}{d\delta} \text{ (DJ/sm)}. \quad (3.23)$$

$$P = 5,2 \frac{\phi^2}{2G_E^2} \frac{dG_E}{d\delta} \text{ (kg)}. \quad (3.24)$$

Agar magnit oqimini kuchlanish orqali ifodalansak, ya'ni

$$\phi = \frac{2U}{Ww},$$

u holda tortish kuchi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$P = 5,1 \frac{U^2}{W^2 G_E^2 w^2} \frac{dG_E}{d\delta} \quad (3.25)$$

3.6. Elektromagnitlarning xarakteristikalari

Elektromagnitlar quyidagi belgilar bo'yicha turlari bo'linadi:

-tok turi bo'yicha (o'zgarmas va o'zgaruvchan tok elektromagnitlari);

-yakorning fazoda harakatlanish turi bo'yicha (burchakli siljish va to'g'ri chiziqli);

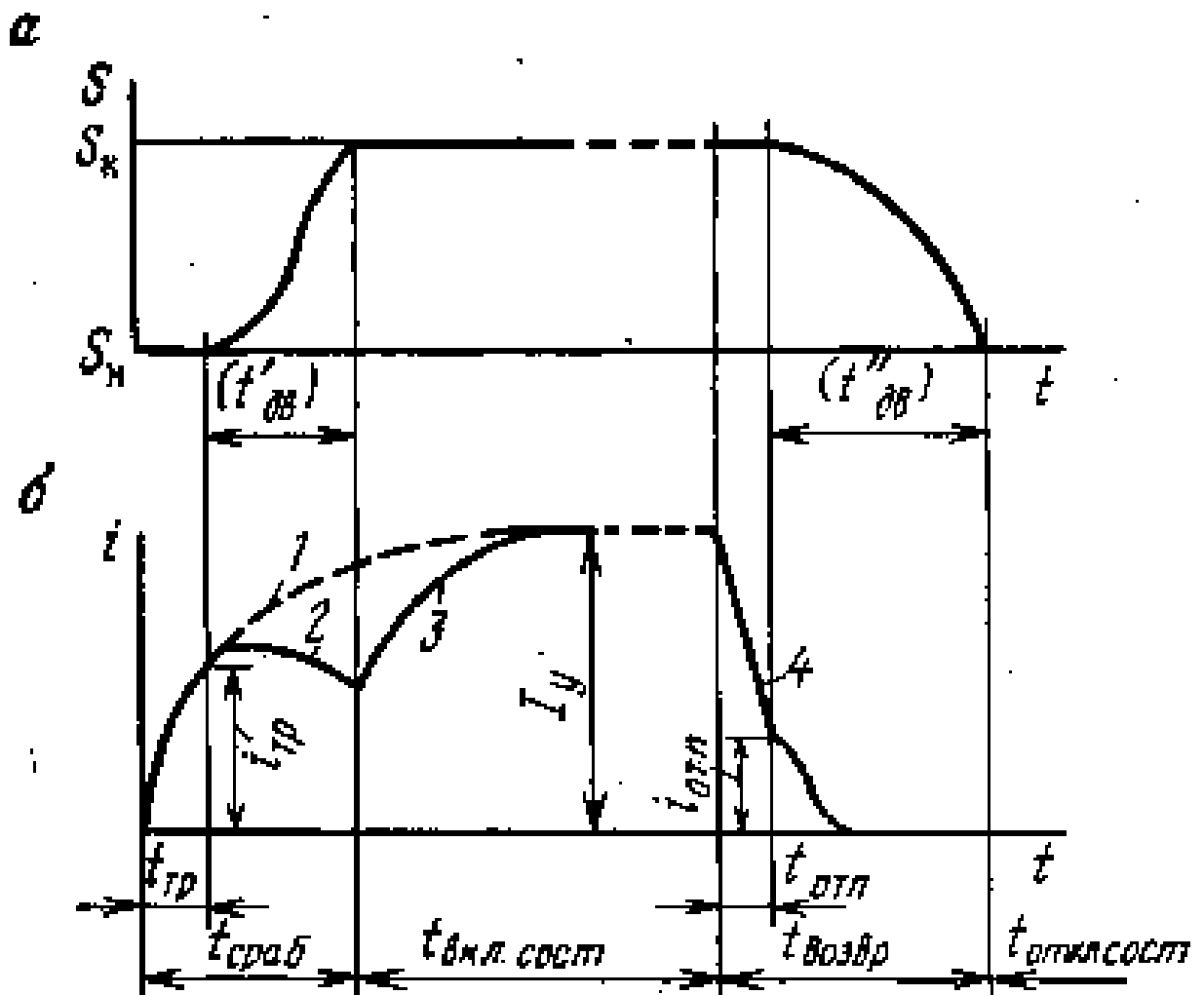
-elektromagnit kuch xarakteristikalari bo'yicha (3.9-rasm) giperbolik 1-egri chiziq; o'rkach simon 2-egri chiziq; L-simon Z-egri chiziq; egik 4-egri chiziq;

-yakorning harakat vaqt bo'yicha (tez harakatlanuvchi, o'rtacha harakat va sekin harakatli).

Elektromagnitning ish siklini quyidagi etaplarga bo'lish mumkin (3.10-rasm).

Birinchi etap elektromagnitning ishlashi, bu jarayon elektromagnit chulg'amini manbaga ulash vaqtidan boshlanadi, ya'ni yakor boshlang'ich holati S_b dan oxirgi holat S_0 ga o'tishi (3.10, a-rasm). Bu etap yakorning qo'zg'alish davri t_q va uning harakatlanishi t'_q ga bo'linadi.

Qo'zg'alish davrida elektromagnit chulg'amidagi tok (3.10, b-rasm) i_q gacha (1-egri chiziq) o'sadi. Tokning bu o'sishi elektromagnit kuchini va harakatlanishga qashi kuchlarni tengligini ta'minlaydi. Shundan so'ng yakor harakatlanadi. YAKorning harakatlanish davrida chulg'amdagi tok 2-egri chiziq bo'yicha o'zgaradi (3.10,b-rasm).



3.10-rasm. Elektromagnitning ish sikli: a-yakor holatining vaqt bo'yicha o'zgarishi; b-elektromagnit chulg'amidagi tokning vaqt bo'yicha o'zgarishi

Yakor siljishni tugatganidan keyin ulangan holat ($t_{u,h}$) va sitema teng holatda bo'ladi.

Bu davrning boshlanishida elektromagnit chulg'amidagi tok 3-egri chiziq bo'yicha barqarorlashgan tok I_b qiymatigacha o'sadi.

Bu davrda elektromagnit chulg'aming qizish temperaturasi yo'l qo'yilgan qiymatdan oshmasligi lozim.

Yakor o'zining boshlang'ich holatiga ikki bosqichda qaytadi. Chulg'am uzilganda tok qiymati $i_{uz,h}$ gacha kamayadi, bunda elektromagnit kuch yakorni boshlang'ich holatga qaytaruvchi kuchga tenglashadi.

Bu jarayonning davri t_q vaqti bilan harakatlanadi. t_q vaqt yuklamaga, chulg'amni uzilishi va boshqa faktorlarga bog'liq bo'ladi. Qo'zg'aluvchi qism o'zining boshlang'ich holatiga t''_q vaqt davomida o'tadi. Bu vaqt t''_q ham ko'pgina faktorlarga bog'liq (eng avvalo yakorni siltovchi kuchga) bo'ladi. Qaytish jarayonida t_{uz} va t''_q lar birlikda qaytish t_{qay} vaqtini hosil qiladi. Elektromagnitning ish sikli $t_{uz,q}$ davrida chulg'amni manbadan uzilgandan keyin uning sovishi bilan tugaydi.

Elektromagnitning asosiy harakteristikalari va parametrlariga quyidagilar kiradi:

1. Elektromexanik xarakteristika ya'ni $G'_e=f(S)$ bog'lanish, bunda $U=const$ yoki $i=const$ bo'ladi.

2. Yuklanish xarakteristikasi, ya'ni $G'_e=f(U)$ bunda $S=const$ yoki $G'_e=f(i)$ bunda $S=const$ bo'ladi.

3. Shartli foydali ish:

$$W_{\phi,u} = F_s(S_0 - S_\sigma) \text{ bunda } i=const \text{ bo'ladi.}$$

4. Elektromagnitning sifat ko'rsatgichi

$$= \frac{\text{Elektromagnitning og'irligi}}{W_{\phi,u}} = f(S)$$

5. Iqtisodiy ko'rsatgichi

$$U = \frac{\text{Iste'mol qilinayotgan quvvat}}{W_{\phi,u}} = f(S)$$

6. Zaxira koefisenti $K_z = \frac{(Iw)_\sigma}{(Iw)_{uu}} = \frac{I_\sigma}{I_{uu}}$ odatda $K_z=1.4$ bo'ladi.

7. Qaytish koefisenti $K_q K_\kappa = \frac{(Iw)_{\sigma ou}}{(Iw)_{uu}}$.

Odatda $K_q=0,1/0,8$ buladi

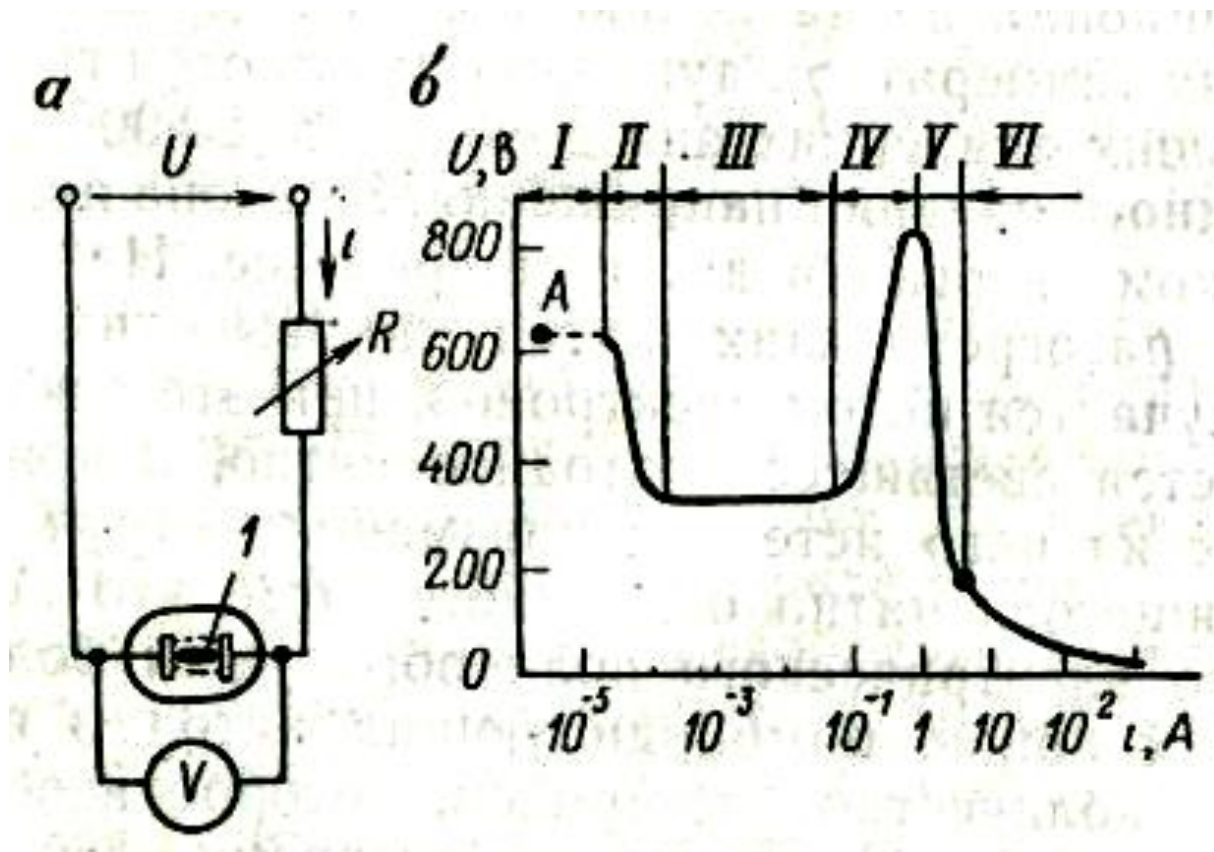
4. YONISHNING NAZARIY ASOSLARI VA ELEKTR YOYINI SO'NDIRISH. ELEKTR KONTAKTLAR

4.1. Umumiy ma'lumot

Elektr yoyini 1802 yilda rus olimi V.V. Petrov kashf etgan bo'lib, gazlarda elektr zaryadsizlanishi hosil bo'lishi bu elektr yoyi hisoblanadi.

Bosim ostida gaz bilan to'ldirilgan elektrodlar orasida oraliq'i l va rostlovchi qarshiligi R bo'lgan elektr zanjirini ko'rib o'tamiz (4.1, a – rasm).

Kuchlanishning ma'lum bir qiymatida elektrodlarda oraliq teshilish sodir bo'ldi va oraliqdan tok o'tadi (A nuqta) deb faraz qilaylik. Agar tokni oshirsak, elektrodlar orasidagi kuchlanish 4.1. b–rasmda ko'rsatilgan egri chiziq (gazdagi elektr uchqunining statik volt amper xarakteristikasi) bo'yicha o'zgaradi.



4.1-rasm . Gazli muhitdagi zaryadsizlanish

Gazlardagi elektr zaryadsizlanishini qo'yidagi fazalarga bo'lish mumkin:

I- tinch mustaqil bo'lmagan zaryadsizlanish elektr maydoni kuchsiz, potentsiallar orasidagi farqi va elektrodlar orasidagi tok juda kichik;

II- tinch mustaqil zaryadsizlanish (elektr maydoni sezilarli, tokning oshishi 10^{-6} A gacha).

III- me'yoriy nursiz zaryadsizlanish (ionizasiya toki sezilarli, nurlanishning hosil bo'lishi, elektrodlar o'rtasida uncha katta bo'lmagan kuchlanish pasayishining bo'lishi):

IV- me'yoriy bo'lmagan nursiz zaryadsizlanish (katot yaqinida katta kuchlanish pasayishining hosil bo'lishi, tokning o'sishi);

V- nursiz zaryadsizlanishdan yoyli zaryadsizlanishga o'tish;

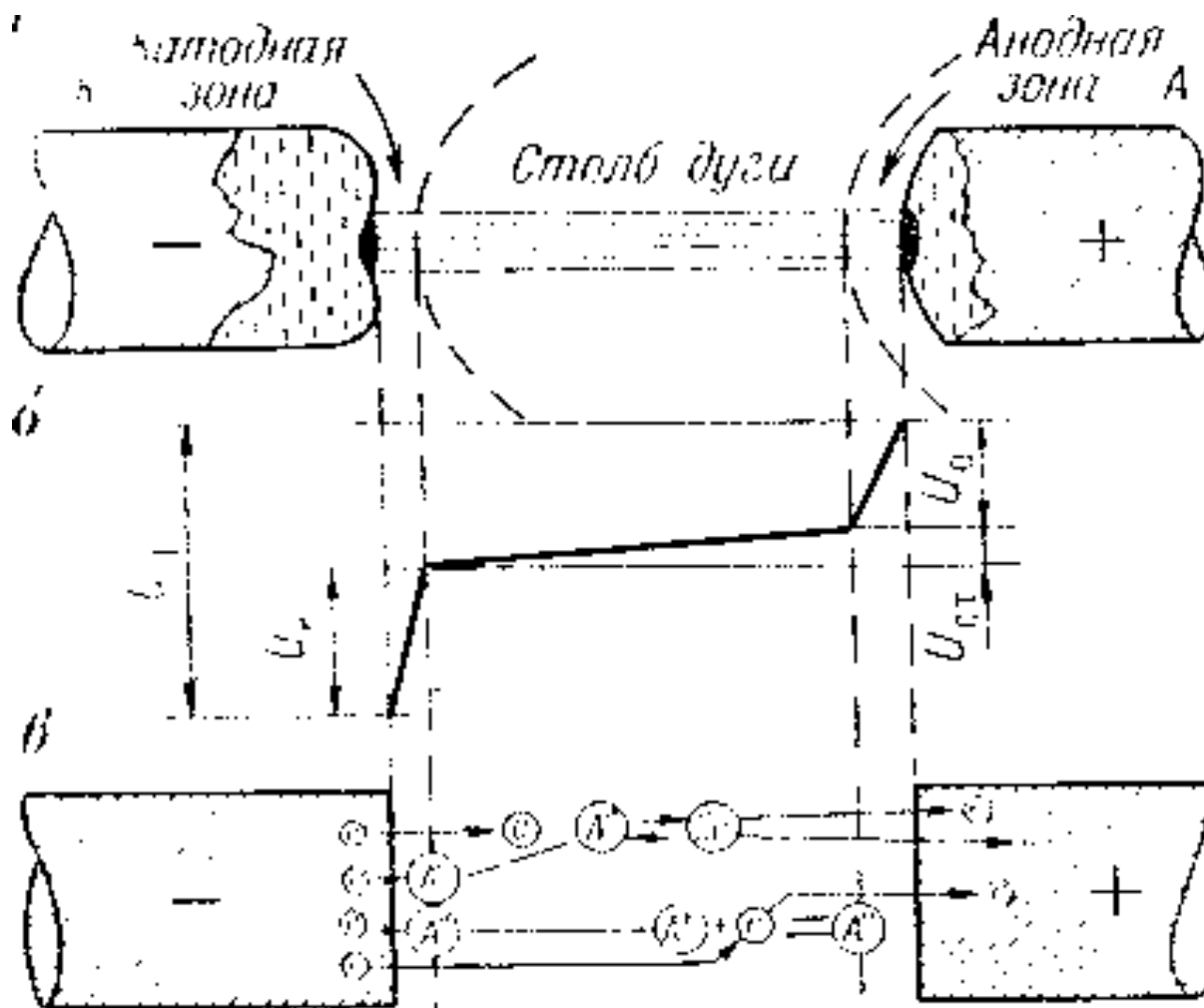
VI- yoyli zaryadsizlanish (katta ionizasiya tokining hosil bo'lishi, gazli muhitda kichik kuchlanish pasayishining paydo bo'lishi, katoda ayrim hollarda anoda nurlanuvchi dog'ning paydo bo'lishi).

Yoyli zaryadsizlanish gazlardagi bo'ladigan oxirgi va kuchli zaryadsizlanish shakli hisoblandi. Bu hodisa elektr zanjirini ulaganda va uzganda ham sodir bo'lishi mumkin.

Yoyning yonish quvvati va davri tok kuchiga, elektrodlaning shakliga hamda ularning qanday materiallardan tayyorlanganligiga, kontaktlar orasidagi masofaga, tashqi muhit xarakteriga va boshqalarga brg'liq bo'ladi.

Yoyli zaryadsizlanish elektrodlar orasida ionlar va elektronlarning ko'chkili simon oshishi ko'rinishida bir zumda amalaga oshadi.

Qattiq materialdan tayyorlangan ikkita elektrodlar orasidagi yoyli zaryadsizlanishning prinsipial sxemasi 4.2, a rasmda ko'rsatilgan.



4.2-rasm. Yoyli zaryadsizlanishning prinsipial sxemasi

Elektr maydoni anod (A) va katod (K) orasida notekis tarqalgan bo'ladi (4.2 b-rasm), anodda va katodda potentsiallar o'zgarishi bo'ladi, ya'ni anodning U_a va katodning U_k kuchlanish pasayishi. Bundan tashqari yoyning ustunida ham U_{yc} kuchlanish pasayishi kuzatiladi. Yoyli zaryadsizlanishning umumiy kuchlanishi qo'yidagicha aniqlanadi:

$$U_{\text{ei}} = U_a + U_k + U_{yc}. \quad (4.1)$$

Yoyning temperaturasi juda katta bo'lib, Gazli muhitning bosimiga to'g'ri mutanosibda bo'ladi. Yoyning bosimi uncha katta bo'lmaganda temperatura yuz gradus sel'siyga teng bo'ladi, yuqori bosimda esa yoy temperaturasi 20000-50000 °C ga etadi.

Katod kuchlanish pasayishi zonasi yoy jarayonida asosiy energiya manbai xisoblanadi. Katodga ionlar oqimi tushadi va uni yuqori temperaturagacha qizdiradi. Katoddan elektronlar oqimi nurlanib turadi, buning oqibatida katod yaqinida yorug'simon katod dog'i hosil bo'ladi. Ma'lum bir sharoitda esa zarrachalarning plazma oqimi vujudga keladi.

4.2, v-rasmda katod va anod zonalaridagi hamda yoy ustunidagi o'tkazuvchanlik sxemasidan biri ko'rsatilgan.

Katod zonasidagi kuchlanishi 10V va undan past bo'ladi. Anod zonasi yaqinida tok anodga tomon harakatlanayotgan elektronlar ko'rinishida bo'ladi. Anod zonasidagi kuchlanish pasayishi 2-12 V ni tashkil etadi.

Yoy ustunidagi kuchlanish pasayish zonasi anod va katod kuchlanish pasayish zonolari orasida hosil bo'ladi. Bu zona ionlashgan gazdan iborat bo'lib, kuchlanish gradienti 10-200 V/sm va yoy ustunidagi temperatura 4000-6000 °C ga teng bo'ladi.

Qisqa yoyda yoy ustuni bo'lmaydi. Havoda qisqa yoy sodir bo'lishi uchun minimal bo'lgan kuchlanish 10-20 V ga teng. Qisqa yoyning o'ziga xosligi undagi bo'g'ning yuqori bosimda bo'lishidir.

Ikki elektrodlar orasidagi gaz muhiti yaxshi izolyator hisoblanadi. Chunki bu muhit tashqi muhitga nisbatan neytral bo'lgan atom va molekullardan tashkil topgan bo'ladi.

Gazda ionlanish sodir bo'lganda erkin elektronlar va ionlar hosil bo'ladi, natijada Gazli muhit o'zining dielektriklik xususiyatini yo'qotadi.

Gazda ionlanish har xil yo'llar bilan sodir bo'lishi mumkin; yorug'lik, temperatura, elektr maydoni va boshqalar ta'sirida.

Yoyli jarayonda to'rt xil ionlanish bo'ladi:

- termoelektron emissiya;
- avtoelektron emissiya;
- zarbiy ionlanish;
- termik ionlanish.

Termoelektron emissiya. Elektrodning metall qismida erkin elektronlar bo'lib, ular kristall panjara tugunlari orasida harakatlanadi. Sovuq holdagi metallda harakatlanuvchi elektronlarning kinetik energiyasi kristall panjara atomlari tomonidan tortish kuchini engishga etarli bo'lmaydi va atrof muhitga chiqib olmaydi. Qizigan metallda elektronlarning kinetik energiyasi ortadi va uning ma'lum bir qiymatida elektronlar metalldan chiqib ketadi, hamda chiqish ishini bajaradi. Chiqish ishi elektronvolt (ЭВ)da o'lchanadi. Chiqish ishi kam bo'lsa, elektronlarning metalldan chiqish ishining kichik miqdorda kamayishi termoelektron emissiyani kuchaytiradi.

Elektr yoyining yonish jarayonida katodning yuzasi qiziydi, natijada katod yuzasida katod dog'i hosil bo'ladi. Yuqori temperatura termoelektron emissiyani kuchayishiga olib keladi.

Avtoelektron emissiya. Termoelektron emissiya bo'lmaganda katod kuchlanish pasayishi zonasida elektronlarning hosil bo'lishi kuzatiladi. Chunki yoyning yonish vaqtida bu zonada musbat ionlar hosil qilgan ma'lum bir hajmdagi musbat zaryadlar bo'ladi.

Musbat ionlar elektronlar bilan birgalikda katod yuzasida kuchlanganligi $1 \cdot 10^7 \text{ V/cm}$ va undan yuqori bo'lgan kuchli elektr maydonini hosil qiladi. Katoddagi bu maydon kuchlar katod yuzasidagi elektronlarga tortish kuchini engib, elektrodlararo bo'shliqqa chiqishiga yordam beradi, ya'ni katod yuzasidagi elektronlarni tenglashtirib turishiga olib keladi.

Zarbiy ionizatsiya. Elektrodlararo bo'shliqdagi yoki elektr maydoni ta'sirida sodir bo'lgan avtoelektron emissiya natijasida hosil bo'lgan elektronlar katoddan anodga tomon yo'naladi va kinetik energiya yig'adi. Bu harakat davomida elektronlar neytral gaz atomlari (molekulalari) bilan to'qnashadi. Agar to'qnashish jarayonida elektron katta kinetik energiyaga ega bo'lsa, u holda elektron gaz atomidan elektronni urib chiqaradi va uni musbat zaryadlangan ionga aylantiradi. Yangi hosil bo'lgan erkin elektronlar shu tariqa gazning neytral zarrachalarini ionlashtiradi.

Zarbiy ionlanish kuchlanganligi 10^4 V/sm bo'lgan va elektrodlar orasidagi bo'shliqda erkin elektronlar bo'lganda sodir bo'ladi.

Intensiv zarbiy ionlanish potensialiga, gaz bosimiga va kuchlanish gradientiga bog'liq bo'ladi. Termik ionlanish. Gazning temperaturasi ortishi bilan zarrachalarning harakat tezligi ortadi, natijada to'qnashish jarayonida tez harakatlanuvchi gaz atom va molekullari zaryadlangan zarrachalarga tez bo'linib ketadi.

Havoning ionlanishi 8000 K temperaturada boshlanadi, metall bug'larining ionlanishi ancha kichik temperaturada boshlanadi (masalan, mis uchun taxminan 4000 K temperatura).

Gaz bosimi oshishi bilan uning termik ionlanish darajasi kamayadi. Yoy sodir bo'lgan joyda ionlanish jarayoni bilan bir vaqtda deionlanish jarayoni ham sodir bo'ladi, ya'ni yoy yonayotgan chegarada zaryadlangan zarrachalar sonining kamayishi. Yoyning demonlanishi qayta birikish jarayoni va diffuziya hodisasiga asosan sodir bo'ladi.

Qayta birikish jarayonida elektronlar va musbat ionlar yoki ikkita turli ishorali ionlar yaqinlashganda ular bir-birini tortishadi yoki itarishadi va neytrallashadi. Diffuziya hodisasida zaryadlangan zarrachalar ko'p bo'lgan joyda zaryadlangan zarrachalar kam bo'lgan joyga qarab zaryadlangan zarrachalar harakat qiladi. Yoy ustunining tok zichligi uning radiusi bo'yicha bir tekisda tarqalmagan, shu sababli diffuziya hodisasi yoy ustuni markazidan tashqi yuzasiga qarab kuzatiladi. Diffuziyaning aktivligi bosim, temperatura va gazning xossalari bog'liq bo'ladi.

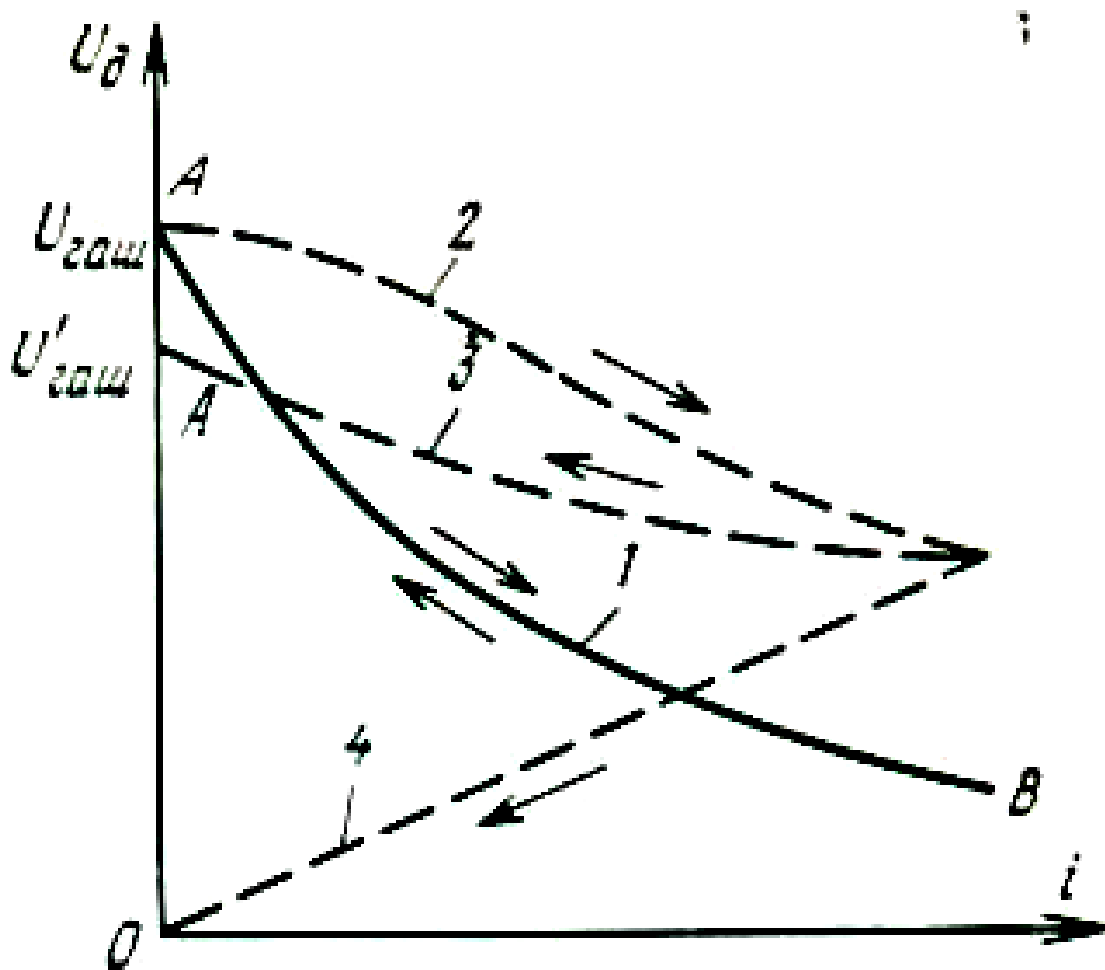
4.2. O'zgarmas tokning elektr yoyi

Elektr yoyining asosiy xarakteristikasi bu kuchlanish pasayishining tokka bog'lanishi, ya'ni volt amper xarakteristikasi hisoblanadi (4.3 rasm).

Yoyning uzunligi o'zgarmas bo'lganda olingan xarakteristika (4.3-rasm 1-egri chiziq). Statik voltamper xarakteristika deyiladi.

Tok sekin o'zgarganda yoydagi kuchlanish 4.3-rasmdagi AB egri chiziq bo'yicha o'zgaradi.

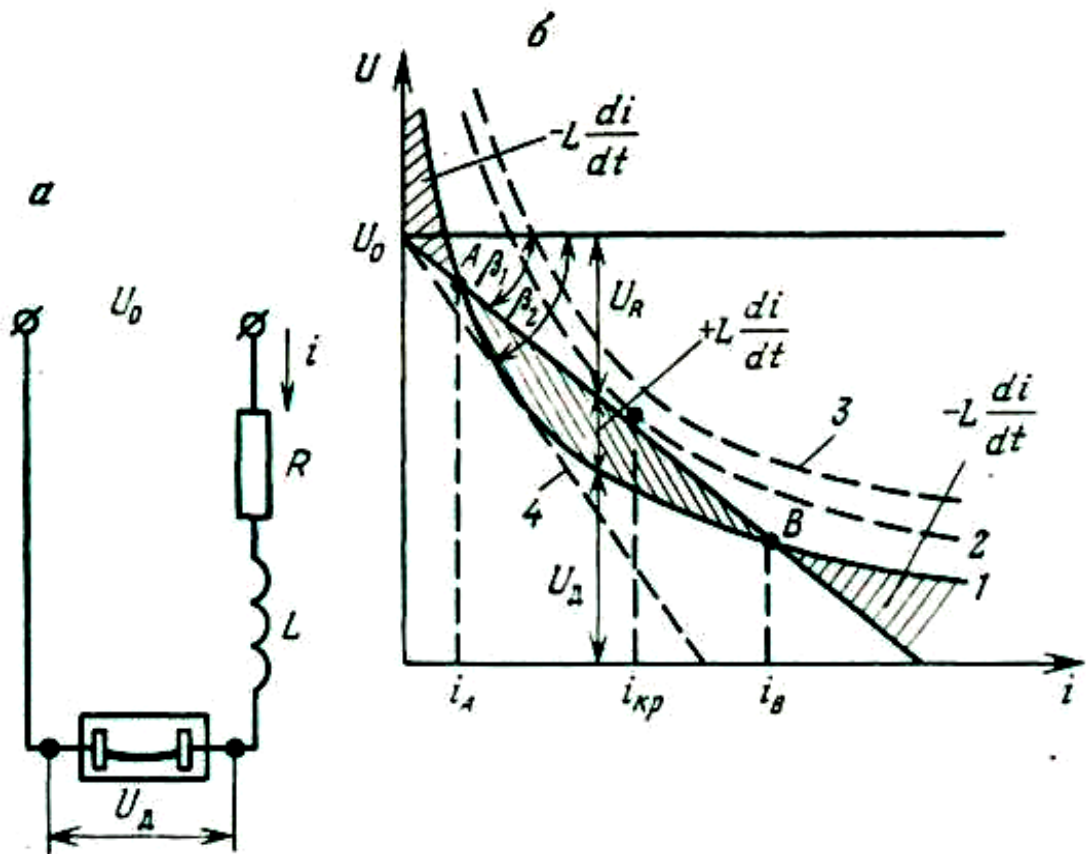
Agarda yoy erkin yonsa (yoy so'ndiruvchi qurilmasiz) voltamper xarakteristika pasayuvchi xarakterda (4.3-rasm, 1-egri chiziq) bo'ladi. Juda katta tokda bu egri chiziq tok o'qiga parallel bo'lishi mumkin. Agarda elektrodlardagi tok zichligi juda katta bo'lganda voltamper xarakteristika o'suvchi bo'ladi.



4.3-rasm. O'zgarmas tok elektr yoyining voltamper xarakteristikasi

Tok qiymati tez o'zgarganda (4.4-rasm, 2-4 egri chiziqlar) va yoy uzunligi o'zgarib turgan shart uchun olingan xarakteristika dinamik voltamper xarakteristika deyiladi. Tok qiymati qancha tez kamaysa, $U_{ei} = f(i)$ bog'lanish shunchalik pastda joylashadi.

Agar tok qiymati cheksiz yuqori tezlik bilan nolgacha kamaysa, yoydagi aktiv kuchlanish pasayishi 4 to'g'ri chiziq (4.4-rasm) bo'yicha o'zgaradi.



4.4-rasm. Zanjir uchun elektr yoyining so'nish jarayoni

Amalda bunday bo'lmaydi, ya'ni tok ma'lum bir tezlik bilan o'zgaradi. Bu esa yoy kanalining kesim yuzasini va ionlanish darajasini kamayti radi, natijada yoyning qarshiligini va undagi kuchlanishning oshishiga olib keladi.

4.4, a –rasmdagi zanjir uchun elektr yoyining so'nish jarayonini ko'rib chiqamiz.

Bu zanjir uchun qo'yidagi tenglama qrinlidir:

$$U_0 = iR + i\gamma_{\text{e}\ddot{u}} + L \frac{di}{dt} = U_R + U_{\text{e}\ddot{u}} + L \frac{di}{dt} \quad (4.2)$$

bu erda U_0 -manbaning kuchlanishi; R - aktiv qarshilik; L -induktivlik; $U_{\text{e}\ddot{u}}$ - yoydagi kuchlanish; $\gamma_{\text{e}\ddot{u}}$ -yoyning aktiv qarshiligi.

Yoy turg'un yonganda (tok i o'zgarmas bo'lganda) (4.2) tenglama qo'yidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U_0 = U_R + U_{\text{e}\ddot{u}} \quad (4.3)$$

$$U_0 > U_R + U_{\dot{i}} \left(L \frac{di}{dt} > 0 \right) \text{ shart bajarilganda tok oshadi, } U_0 > U_R + U_{\dot{i}} \left(L \frac{di}{dt} < 0 \right)$$

shart bajarilganda esa tok kamayadi.

4.4, b – rasmdagi 1-egri chiziq yoyning voltamper xarakteristikasi hisoblanadi. U_0 to'g'ri chiziqqa β , burchak ostida o'tkazilgan to'g'ri chiziq R qarshilikdagi kuchlanish pasayishiga to'g'ri keladi; egri chiziq $U_{\dot{i}} = f(i)$ va to'g'ri chiziq $U_0 - iR$ orasidagi farq $L \frac{di}{dt}$ ga mos keladi.

Yoyning turg'un yonishi faqatgina «V» nuqtada sodir bo'ladi, chunki i_B tokning Δi ga ortishi, zanjirda manfiy bo'lgan o'zinduksiya $\left(L \frac{di}{dt} < 0 \right)$ EYUK ni hosil qiladi, ya'ni tokni i_B qiymatgacha kamaytiradi. Tok i_B ning Δi ga kamayishi esa, zanjirda musbat $\left(L \frac{di}{dt} > 0 \right)$ o'zinduksiya EYUKni hosil qiladi, natijada tok i_B qiymatgacha oshadi.

«A» nuqtada esa boshqacha jarayon sodir bo'ladi: tok i_A ning Δi ga ortishi, zanjirda musbat o'zinduksiya $\left(L \frac{di}{dt} > 0 \right)$ EYUK ni hosil qiladi va tokni i_B qiymatgacha oshishiga olib keladi; Tok i_A ning Δi ga kamayishi tokning nolgacha kamayishiga olib keladi, ya'ni yoyning to'la so'nishi sodir bo'ladi. Demak, «A» nuqta yoyning noturg'un yonish nuqtasi hisoblanar ekan.

3-voltamper xarakteristikasiga ega bo'lgan yoy (4.4-rasm) so'nadigan bo'ladi, chunki tokning barcha diapazonlarida $L \frac{di}{dt} < 0$ shart bajariladi.

2- voltamper xarakteristikasiga ega bo'lgan yoy (4.4-rasm) esa uzoq muddat turadi, chunki i_{xp} tokda $L \frac{di}{dt} = 0$ shart bajariladi. Bu xarakteristika kritik xarakteristika deyiladi.

Yoyning so'nish davrida ($i=0$) kuchlanishlarning muvozanat tenglamasi qo'yidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U_0 = U_{cyu} + L \frac{di}{dt} \quad (4.4)$$

bundan o'ta kuchlanishni topsak qo'yidagicha bo'ladi:

$$\Delta U = U_{\text{cyn}} + U_0 = -L \frac{di}{dt} \quad (4.5)$$

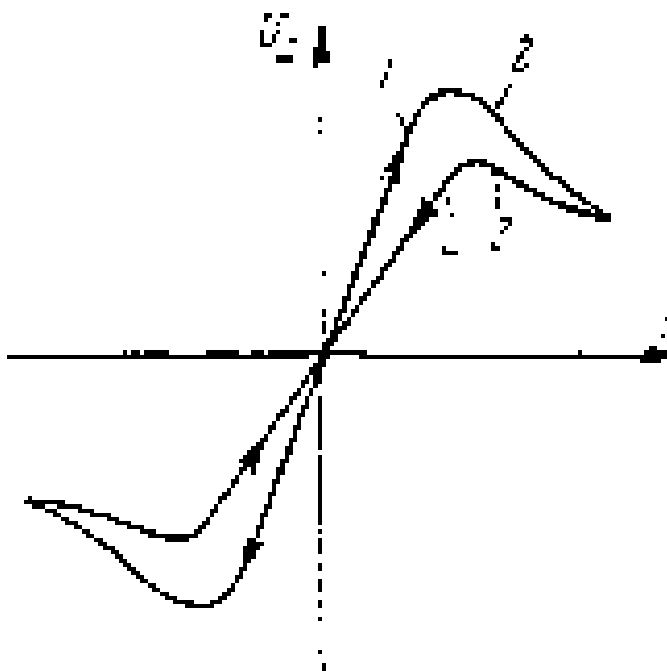
Shunday qilib, o'ta kuchlanish tokining o'zgarish tezligiga va zanjirning induktivligiga bog'liq bo'lar ekan.

Yoyda kuchlanish pasayishini oshirishning olti xil usuli qo'llaniladi:

- 1) Yoyni cho'zish;
- 2) Yoyni bir necha qisqa yoylarga bo'lish;
- 3) Yoyli muhitda gazning bosimini oshirish;
- 4) Gazli muhitda yoyning harakatini ta'minlash;
- 5) Yoyni qattiq izolyasiya materialining yuzasiga tegishini ta'minlash;
- 6) Yoyli muhitni aktiv qarshilik bilan shuntlash.

4.3. O'zgaruvchan tokning elektr yoyi

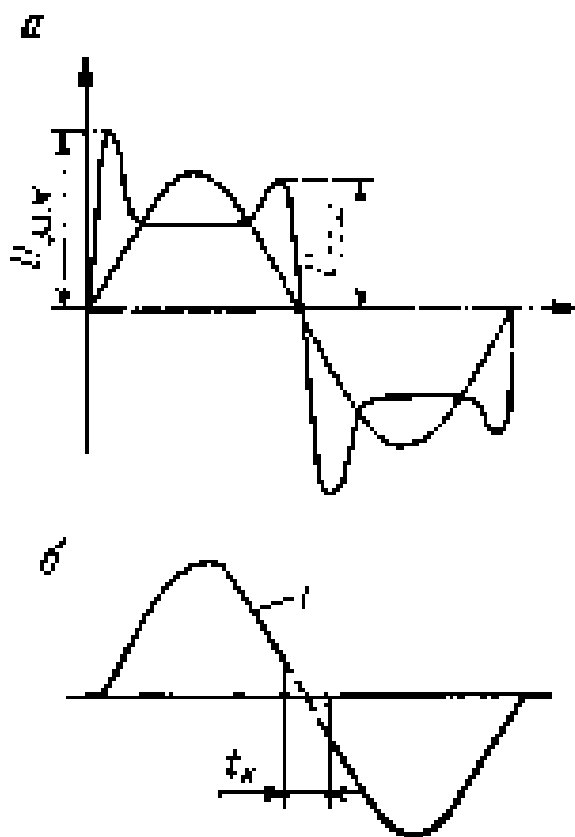
O'zgaruvchan tokdagi yoyning voltamper xarakteristikasi dinamik xarakterda bo'ladi, chunki yoydagi tok qiymati doimo o'zgarib turadi.



4.5-rasm. O'zgaruvchan tok elektr yoyining voltamper xarakteristikasi

4.5-rasmda toki sinusoida shaklida o'zgaruvchi yoyning dinamik voltamper xarakteristikasi ko'rsatilgan. Bu rasmdagi 1 va 2 shoxobchalar yarim davrning birinchi yarmi bo'lib, bunda tok vaqt bo'yicha o'sadi, 3 va 4 shoxobchalar – ikkinchi yarmi bo'lib, bunda tok kamayadi.

YOydagi kuchlanishning o'zgarishi o'ziga xos shaklga (o'rkachsimon) ega bo'ladi (4.6, a –rasm). YOydagi tok nodan o'tganda, yoydagi kuchlanish ham noldan o'tib, o'tolish $U_{y.o}$ kuchlanishigacha ortib boradi. Bu kuchlanish $U_{y.o}$ ga yoyning o't olish kuchlanishi deyiladi. So'ngra kuchlanish kamayib, yarim davrning katta qismida o'zgarmas bo'lib qoladi. Tok maksimal qiymatdan o'tganda, kuchlanish tezda o'sa olmaydi, ya'ni yoyning issiqlik inersiyasi tufayli kuchlanish o'zining qiymatini bir oz daqiqaga saqlab qoladi. Tokning keyinga kamayishida yoydagi kuchlanish ortadi va yoyning so'nish vaqtida $U_{c\ddot{y}n}$ qiymatiga erishadi. Bu kuchlanish U_c so'nish kuchlanishi deyiladi $U_{y.o} > U_{c\ddot{y}n}$.



4.6-rasm. O'zgaruvchan tok yoyining so'nish davridagi kuchlanish va tok diagrammasi .

4.6-rasmda o'zgaruvchan tok yoyining so'nish davridagi tokning diagrammasi ko'rsatilgan. O'zgaruvchan tok yoyini so'ndirishga nisbatan engil kechadi, chunka bunda zanjirning tokini nolga tushirishga hojat bo'lmaydi: tok bir davrda 2 marta nol qiymatdan o'tadi. Bu vaqtda deionlanish jarayoni intensiv ravishda o'tadi, ionlanish jarayoni esa sekinlashadi.

O'zgaruvchan tok yoyining so'nishiga qo'yidagi omillar ta'sir etadi. 1000 V dan yuqori bo'lgan elektr qurilmalaridagi ochiq yoy. Bu yoy tokning noldan o'tish vaqtida juda yuqori o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi, shu sababli yoyning so'nishi tokning noldan o'tganligi bilan emas, balki yoy ustunining cho'zilishi va yoydagi yuqori yonish kuchlanishining hosil bo'lishiga bog'liq bo'ladi.

Bunday rejimda zanjirdagi tok juda tez kamayadi va uning cheklanishiga sabab yoy ustuni qarishiligidan o'sishi hisoblanadi.

Ma'lum bir yoy uzunligida tarmoq kuchlanishi yoyning yonishini ta'minlashga etarli bo'lmay qoladi, natijada quvvatlar balansi buziladi va zanjirning toki tezda kamayib ketadi.

Aktiv deionlanish sharoitidagi yoy. Agarda yoyning ustuniga aktiv deionlanish jarayoni ta'sir etsa, u holda yoyni so'ndirish mexanizmi yuqoridagiga nisbatan o'zgaradi.

Gazli va suyuq muhitning aktiv ta'siri natijasida yoy kanalining diametri qisqaradi (tok zichligi oshadi). Tok nol qiymatga yaqinlashganda yoy ustuni juda kichik o'lchamga ega bo'ladi va yoy o'zining o'tkazuvchanlik xususiyatini yo'qotadi hamda sezilarli elektr mustahkamlikka ega bo'ladi. Bunday holda yoyning qaytadan keyinga yarim davrda hosil bo'lishi kontaktlar orasidagi bo'shliqning teshilishiga bog'liq. Bu shart yuqori kuchlanishli uzuvchi elektr apparatlariga xos bo'ladi.

Shunday qilib, yoy ustuni aktiv deionlanish sharoitidagi o'zgaruvchan tok yoyida tokning noldan o'tish vaqtida ikkita jarayon birgalikda sodir bo'lar ekan, ya'ni havo oralig'ining elektr mustahkamligining tiklanishi va bu oraliqda kuchlanishning tiklanish jarayonlari.

Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan elektr qurilmalardagi yoy. Past kuchlanishli elektr apparatlarida yoy ustunining elektr qarshiligi uziladigan zanjirning qarshiligiga yoydagi kuchlanish esa manbaning kuchlanishiga deyarli teng bo'ladi.

Bunday sharoitda yoyning kuchlanishini va (qarshiligini) va bir vaqtning o'zida tok noldan o'tgan vaqtda mustahkamlikning tiklanishini hisobga olmaslikning iloji yo'q.

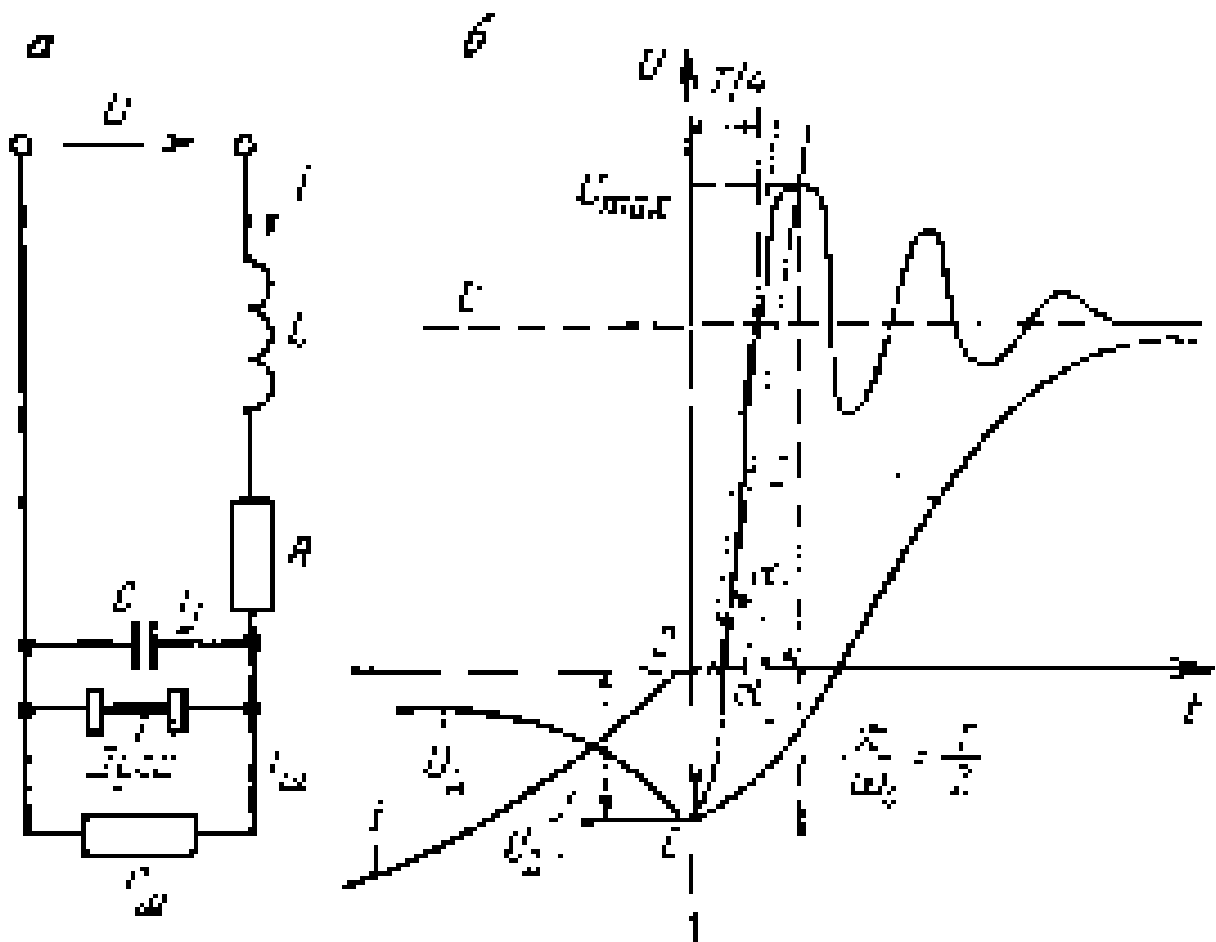
Elektr apparatlarining kontaktlari uzilganda yoyli oraliqning qarshiligi va yoydagi kuchlanish oshadi. Tokning noldan o'tish vaqtida yoyini so'ndirish uchun etarli sharoit yaratiladi.

4.4. Yoyli oraliqda kuchlanishning tiklanishi

O'zgaruvchan tok yoyini so'ndirishning asosiy omillaridan biri tok noldan o'tgan vaqtdan keyin yoyli oraliqda kuchlanishning tiklanishi hisoblanadi. Kuchlanishning tiklanish tezligi uziladigan zanjirning parametrlariga bog'liq bo'ladi.

4.7 a- rasmda yoyli oraliqqa parallel ulanganki qarshiligi bo'lgan uziladigan zanjirning almashtirish sxemasi ko'rsatilgan. Kuchlanish tiklanish vaqtida manbaning kuchlanishi o'zgarmas deb qabul qilinadi. Bu shart o'zgaruvchan tok manbaini o'zgaruvchan tok manbaiga almashtirish imkonini beradi. Tokning noldan o'tish vaqtida yoyning qarshiligi $r_{\bar{u}}$ juda katta qiymatga ega bo'ladi, shu sababli uning qiymatini cheksiz deb qabul qilinadi. Bundan tashqari kuchlanishning tiklanish vaqtida yoyning qarshiligini o'zgarmas deb hisoblaymiz.

Bu sxema shaxobchalarida oqadigan umumiy tok i , i_c va i_u toklarga bo'linib ketadi.



4.7-rasm. a-yoyli oraliqqa parallel ulangan qarshiligi bo'lgan uziladigan zanjirning almashtirish sxemasi, b- yoyli oraliqda kuchlanishning tiklanishi aperiodik xarakteristikasi.

Tok noldan o'tgan vaqtda uzilgan oraliqda kuchlanish U tiklanishga harakat qiladi, ammo bunga zanjirdagi sig'im va induktivlik qarshilik ko'rsatadi.

Sig'imdagi kuchlanish U_c yoyli oraliqning kuchlanishi U_{ei} ga teng bo'ladi:

$$U_c = U_{\text{ei}} \quad \text{yoki} \quad \frac{1}{C} \int_0^t i_c \cdot d(t) = i_u \cdot r_u$$

Uziladigan zanjir uchun tenglamalar sistemasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} U &= i \cdot R + L \cdot \frac{d(i)}{d(t)} + \frac{1}{C} \cdot \int i_c; \\ i &= i_c + i_u; \\ \frac{1}{C} \cdot \int i_c \cdot d(t) &= i_u \cdot r_u \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

Bu tenglamalarni i_c tokka nisbatan echib, erkin tashkil etuvchiga ega bo'lmagan ikkinchi tartibli diffensial tenglamaga ega bo'lamiz.

$$\frac{d^2 \cdot i_c}{d(t^2)} + B_1 \cdot \frac{d(i_c)}{d(t)} + B_2 \cdot i_c = 0,$$

$$\text{bu erda } B_1 = \frac{R}{Z} + \frac{1}{r_u \cdot C}; \quad B_2 = \frac{R}{ZC} + \frac{1}{r_u \cdot Z \cdot C}$$

Ikkinchi tartibli diffensial tenglamaning xarakteristik tenglamasi quyidagiga teng

$$P^2 + B_1 \cdot P + B_2 = 0$$

Xarakteristik tenglamaning echimlari quyidagiga teng

$$P_{1,2} = -\frac{B_1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{B_1}{2}\right)^2 - B_2} = -\frac{1}{2} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{r_u \cdot C} \right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{R}{L} - \frac{1}{r_u \cdot C} \right)^2 - \frac{1}{L \cdot C}}$$

$P_{1,2}$ echimlar R, L, C parametrlarning ma'lum bir qiymatlarida haqiqiy yoki mavhum bo'lishi mumkin. $\frac{1}{4} \left(\frac{R}{L} - \frac{1}{r_u \cdot C} \right)^2 > \frac{1}{L \cdot C}$ shart bajarilganda echimlar haqiqiy bo'ladi va yoyli oraliqda kuchlanishning tiklanishi aperiodik xarakteristika bo'ladi (4.7 b-rasm). $t = T = L/R$ va $r_u = \infty$ bo'lganda uziladigan zanjirdagi kuchlanish tiklanishining o'rtacha tezligi quyidagicha bo'ladi:

$$\left(\frac{d(U_{\bar{e}u})}{d(t)} \right)_{yp} = 0,636(U + U_{\bar{e}o}) \cdot \frac{R}{L} \cdot 10^{-6} \quad \left(\frac{B}{MKC} \right)$$

bu erda $U_{\bar{e}u}$ - tok noldan o'tgan vaqtdagi yoyli oraliqning kuchlanishi.

$$\frac{1}{4} \left(\frac{R}{L} - \frac{1}{r_u \cdot C} \right)^2 < \frac{1}{L \cdot C} \quad \text{shart bajarilganda xarakteristik tenglamaning echimi}$$

mavxum bo'ladi va kuchlanish tiklanishi tebranuvchi xarakterda bo'ladi (3.7 b-rasm, 2-egri chiziq).

Tebranishning yarim davri uchun kuchlanish tiklanishining o'rtacha tezligi quyidagicha aniqlanadi (V/mks):

$$\left(\frac{d(U_{\bar{e}u})}{d(t)} \right)_{yp} = 2(K_a \cdot U + U_{\bar{e}o}) \cdot f_0 \cdot 10^{-6} \quad (4.8)$$

bu erda $K_a = U_{\dot{e}i \max} / U$ -amplitudaning ortish koeffisienti;

f_0 -tiklanuvchi kuchlanishning tebranish chastotasi.

Shunday qilib, yoyli oraliqda kuchlanishning tiklanishi uziladigan zanjirning kuchlanishi va tebranish chastotasiga bog'liq bo'lar ekan.

4.5. O'zgarmas va o'zgaruvchan tok yoylarini so'ndirish usullari

O'zgarmas va o'zgaruvchan tok yoylarini so'ndirish usullari bir xil bo'lib, tok turiga qarab o'zining bir necha o'ziga xos xususiyatlari bilan farqlanadi.

Elektr yoyini cho'zish. Bu usul yoy ustunida sodir bo'ladigan deionlanish sababli yoyli oralig'ida kuchlanish pasayishining oshishiga olib keladi.

Sodir bo'ladigan kuchlanish gradienti 15 V/sm ga teng bo'ladi, shu sababli bu usul kichik kuchlanishda qo'llash elektrodlar orasidagi masofani juda katta bo'lishini talab qiladi. Bu esa qurilmaning gabarit o'lchamlarining katta bo'lishiga olib keladi.

Bu usul kuchlanishi 1000 V gacha va quvvati kichik bo'lgan elektr apparatlarida qo'llaniladi.

Yoyli oraliqda bosimning oshishi. Bu usul yoy yonayotgan gazli muxitning issiqlik o'tkazuvchanligini oshiradi. Bunda yoy ustuni intensiv sovutiladi. Bundan tashqari elektronlarning erkin xarakatlanishi susayadi, bu esa o'z navbatida yoyli oraliqning zarbiy va termik ionlanish extimolini kamaytiradi.

Yoyli oraliqda bosimni oshirish usulini yopiq patronli saqlagichlarda qo'llash samarali xisoblanadi.

Elektr yoyining xavoda siljishi. Bu usul sovishi yaxshi bo'lganligi sababli yoy ustuni deionlanishining kuchayishiga olib keladi.

Bu usulning samaradorligini quyidagi misolda ko'rish mumkin:

-o'zgarmas tok yoyidagi tok $I = 200$ A, kuchlanish gradienti 15V/sm, agar yoyning saljishi 200 m/s tezlikda bo'lsa. Kuchlanish gradienti 160 V/sm dan 170 V/sm gacha ortadi.

Yoy va apparatning yaqinroqda joylashgan tok o'tkazuvchi qismlarining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lgan elektrodinamik kuchlar oqibatida yoy siljiydi. Shu sababli elektr apparatlari loyihalashtirish jarayonida apparatning tok o'tkazuvchi qismlarini shunday joylashtirish kerakki, bunda elektrodinamik kuchlar tokning bir xil qiymatlarida maksimum qiymatga ega bo'lib, yoyning kerakli yo'nalishda xarakatlanishi lozim.

Agarda apparatning tok o'tkazuvchi qismlarini ma'lum bir joylanishida yoyning so'ndirishning iloji bo'lmasa, u holda magnit so'ndirish usulidan foydalaniladi, ya'ni maxsus g'altakdan foydalaniladi. Bu g'altak magnit zanjirga ketma-ket yoki parallel ulanadi. G'altakdan tok o'tganda magnit maydon hosil bo'ladi va magnit o'tkazgich orqali harakatlanib, yoy yonayotgan joyga boradi. Magnit maydoni va tokning o'zaro ta'siri natijasida elektrodinamik kuch hosil bo'ladi va yoyning kerakli yo'nalishda xarakatlanadi.

Yoyning qattiq dielektrik yuzasidagi zaryadlangan zarrachalarning qayta birikishiga va yoyning yonish chegarasidan issiqlikning uzatilishiga asoslangan.

Bu prinsipga asoslangan qurilmalar tor oraliq (yo'lakcha) ni hosil qilgan ikkita yoyning yonishiga chidamli bo'lgan materialdan tayyorlangan devorchadan iborat bo'ladi. Yo'lakchada yoy elektrodinamik kuch ta'sirida harakatga keladi. Elektrodinamik kuch maxsus g'altak yordamida kuchaytiriladi.

Tor oraliq (yo'lakcha) li kamera sifatida asbosment, keramika va elektrokurund qo'llaniladi.

Yoy oralig'ini aktiv qarshilik yordamida shuntlash. Bu usul o'zgarmas tokli yoyning so'ndirish sharoitini engillashtiradi va kuchlanishning oshib ketishiga yo'l qo'ymaydi. SHuntlovchi qarshilikning xarakteristikasi yoy oralig'idagi mumkin bo'lgan maksimal o'ta kuchlanishni cheklaydi. Bu usul o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirida ishlatilishi mumkin. Neytral gazlar yordamida yoyning puflash. Bu usul yoyning ta'siri ostida suyuq yoki qattiq jismlardan ajralgan gaz moddalar (avtopuflash) yoki yoy zonasiga maxsus quvurlardan keladigan gazlar yordamida yoyning o'chirishga asoslangan.

Avtopuflashda suyuq gaz ajralib chiqadigan moda sifatida transformator moyi, qattiq modda sifatida esa –fibra, organik shisha, viniplast va boshqalar qo'llaniladi. Yoyni juda katta temperaturasi ta'sirida gazi ajralib chiqadigan moddalardan tarkibida 50-80 % gacha vodorod bo'lgan gazlar ajralib chiqadi. Bu gazlarning issiqlik o'tkazuvchanligi va ionlanish potentsiali boshqa gazlarnikiga nisbatan yuqori bo'ladi.

Yoyni gazlarni puflab o'chirish usuli- o'zgaruvchan tok zanjirlarini uzishda yaxshi Samara beradi.

Yoyni elekgazda o'chirish. Elegaz (SF_6) ning yoyni o'chirish qobiliyati xavoga nisbatan yuqori. Elegazning elektr mustaxkamligi havoning elektr mustaxkamligiga nisbatan 2,5-3 marta katta. Bundan tashqari elegaz yoyni so'ndirganidan keyin gazda o'zining elektr mustaxkamligini tiklaydi.

Elegazli uzgichlarda kontakti ajratish siqilgan havo bilan to'ldirilgan va germetik yopiq kamerada amalga oshiriladi.

Uzun yoyni ketma-ket keluvchi qisqa yoylarga bo'lish. Bu usul o'zgarmas tokda elektrod yonida kuchlanish pasayishidan foydalanish va o'zgaruvchan tok esa yoy oralig'ida boshlang'ich mustaxkamlikning tiklanishiga asoslangan.

Elektrodlar yonidagi kuchlanish pasayishi 7-15 V, yuoshlang'ich mustaxkamlikning tiklanishi esa 80-250 V ni tashkil etadi.

O'zgarmas tokda kuchlanishning 220 V dan katta bo'lmasligi, o'zgaruvchan tokda esa juda katta kuchlanish talab etilishi bu usulni qo'llashni cheklaydi.

Yoyni aralash usul yordamida o'chirish. Bu usul bir necha yoy o'chirish usullarini o'z ichiga oladi va maxsus yoy o'chirish kamerasida amalga oshiriladi.

Bu usul bilan yoyni so'ndirish ulash chastotasi katta bo'lgan o'zgarmas tok kontaktorlarida qo'llaniladi.

Vakuumda yoyni so'ndirish. Gazli muxitga nisbatan akuum yuqori elektr mustaxkamlikka ($0,13 \cdot 10^{-3}$) Pa bosimda 100 kV/mm atrofida) esa bo'lib, yoy so'ndirilgandan keyin elektr mustaxkamlik tezda tiklanadi. Kichik bosim bo'lganligi sababli, yoy yonayotgan chegaradan zaryadlangan zarrachalarning

diffuziyasi bo'lishiga yaxshi sharoit yaratiladi va termik ionlanishning bo'lmasligiga sharoit yaratiladi.

Vakuumli uzgichlar kichik gabarit o'lchamlarga ega, yuqori tezlik va xizmat muddati katta bo'ladi.

4.6. Elektr kontaktlar

Kontakt deganda elektr kontakti, elektr janjirining kontakti, kontakt-detali, kontakt qism degan ma'nolar tushuniladi.

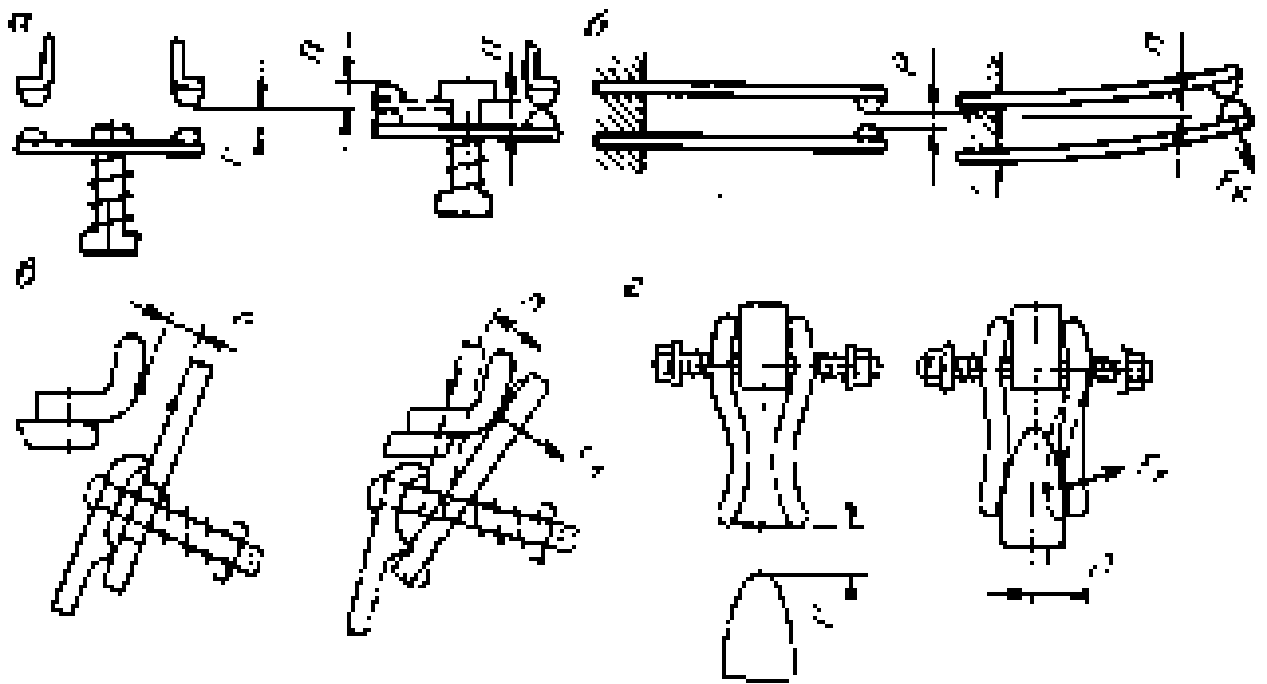
Odatda elektr kontakti deganda elektr tokining ishonchli o'tishini ta'minlaydigan o'tkazgichlarning ulanishi tushuniladi.

Elektr kontaktlarini uchta turga ajratish mumkin: qo'zg'almas, siljuvchi va ajratiladigan.

Tok kommutasiyasining xarakteriga qarab elektr kontaktlari qo'yidagi turlarga bo'linadi:

1. Qo'zg'almas kontaktlar. Bu kontaktlar doimiy ulanishni hosil qilib tokni kommutasiyalaydi, yoki juda kam holatlarda tokni kommutasiyalaydi.
2. Siljuvchi kontaktlar. Bu kontaktlar elektr mashinalari va apparatlarning qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas qismlari orasida uzluksiz tok kommutasiyasini ta'minlab beradi.
3. Ajratuvchi kontaktlar. Bunday kontaktlar elektr zanjirlarini ulash, ajratish va qayta ulash uchun qo'llaniladi.

Nuqtali kontaktlarni (4.8, a, b, - rasm) nominal toklar kichik bo'lganda ishlatish maqsadga muvofiq bo'ladi.



4.8-rasm. Kontaktli kommutatsiyalovchi apparatlar

Chiziqli kontaktlar (4.8, v, g, - rasm) katta toklar bo'lganda qo'llaniladi. Yuzali kontaktlar nominal toklar juda katta bo'lganda qo'llaniladi.

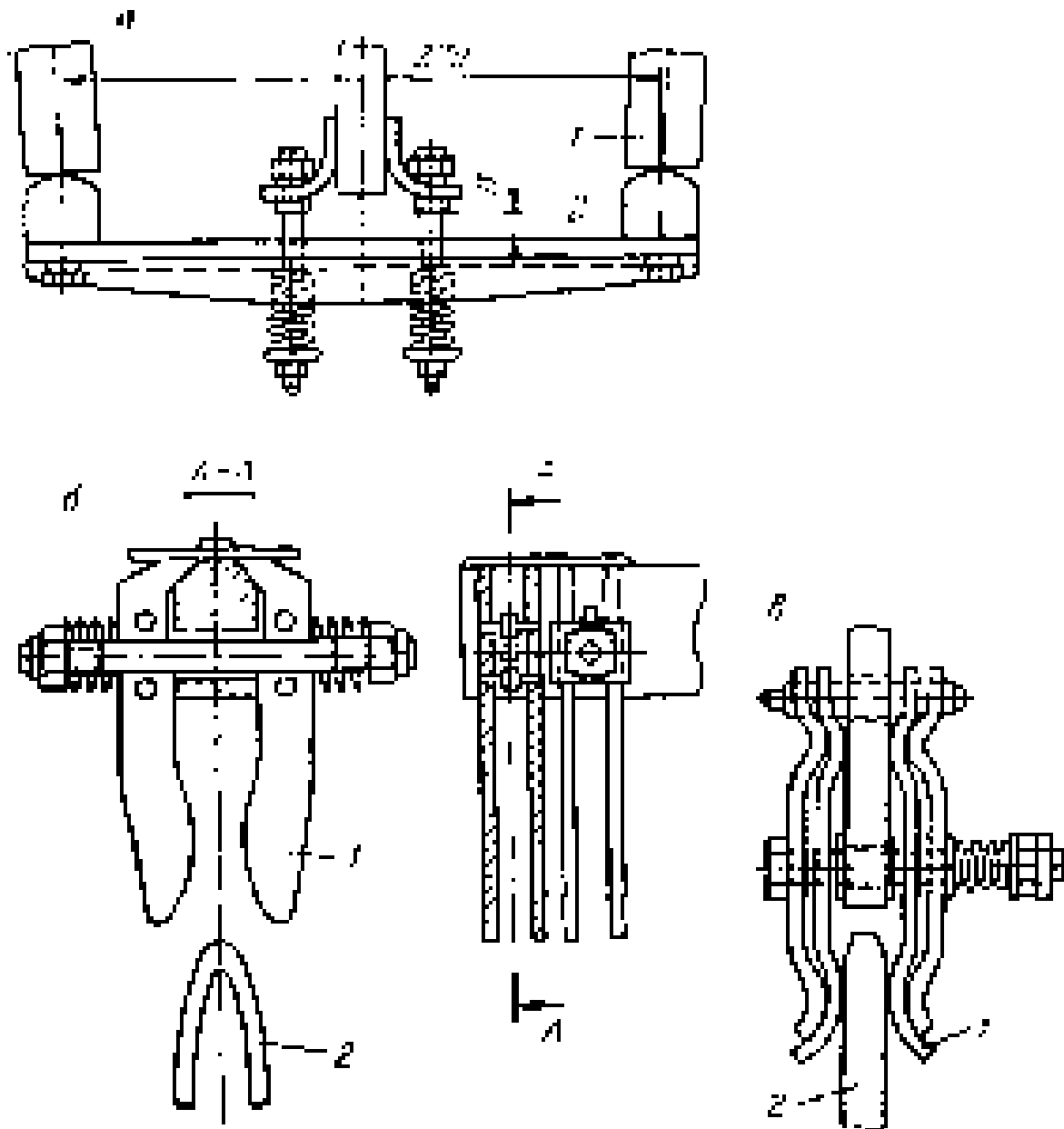
Siljувchi va ajratuvchi kontaktlar ikki qismdan tuzilgan – qo'zg'almas va harakat qiluvchi qismlar. Qo'zg'almas kontakt apparatning qo'zg'almas qismiga mahkamlangan bo'lib, doimo harakatsiz yoki harakatlanuvchi kontakt ta'sirida bir oz siljishi mumkin. Harakatlanuvchi kontakt apparatning harakatlanuvchi qismiga mahkamlangan bo'lib, u bilan birga ma'lum bir masofaga siljiydi.

Kommutatsiyalovchi kontaktlarga kontakt tayyorlangan, materialning fizik-kimyoviy xususiyatlari, atrof-muhit, mexanik va elektr yuklamalar ta'sir etadi. SHu sababli, kontakt tayyorlangan materiallarga qo'yidagi asosiy talabalar qo'yiladi: mexanik (eyilish), kimyoviy (korroziya) va elektr (eroziya) iloji boricha minimal bo'lishi shart. Bundan tashqari materiallarning elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori va payvandlanish qobiliyati minimum bo'lishi lozim.

Yuqoridagi barcha talablarni qanoatlantiradigan materiallar yo'q. SHuning uchun ham elektr kontaktlarini hisoblash va tayyorlashda real sharoitni hisobga olgan holda talablarga javob bera oladigan material tanlash lozim.

Elektr kontaktlarida qora va rangli metallar, ularning qotishmalari, grafit va boshqalar. Kontaktlar sinfida rangli metallardan mis, qo'rg'oshin, nikel, kadmiy, alyuminiy, simob, oltin, kumush, vol'fram va boshqalar ishlatiladi.

Nominal toki katta va 1000 V kuchlanishdan yuqori bo'lgan apparatlarda tirsak kontaktlar (4.9, a-rasm) qo'llaniladi.



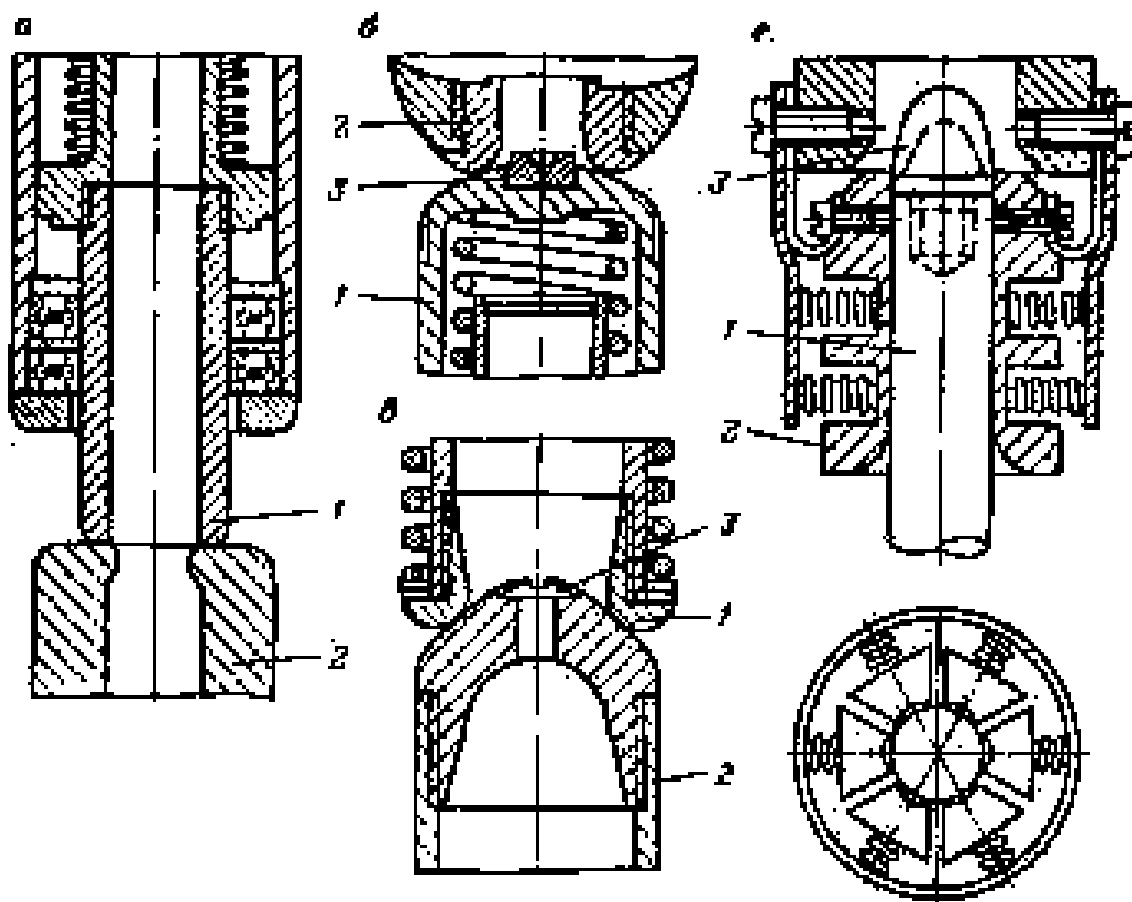
4.9-rasm. 1000 V dan katta kuchlanishli kontakt sistemasini o'chirish.

Siljувchi kontaktlar (4.8, g –rasm, 4.9, b, v –rasm, 4.10, g - rasm) ham qo'llaniladi.

Kommutatsiyalovchi apparatlarning kontakt tizimlariga qo'yidagi asosiy talablar qo'yiladi:

1. Nominal rejimda ishlayotgan apparatning kommutatsiyalovchi kontaktlarining ishlamagan yuzasidagi temperaturasi standartda yo'l qo'yilgan qiymatdan katta bo'lmasligi lozim.
2. Apparat uchun yo'l qo'yilgan juda katta toklarda kommutatsiyalovchi kontaktlar termik va elektrodinamik turg'un bo'lishi shart.
3. Nominal rejimda va juda katta yo'l qo'yilgan toklarda ishlayotgan apparatning kommutatsiyalovchi kontaktlarning elektr va mexanik yoyilishi kam bo'lishi shart. Kontaktlarning titrashi yo'l qo'yilgan qiymatdan katta bo'lmasligi shart.

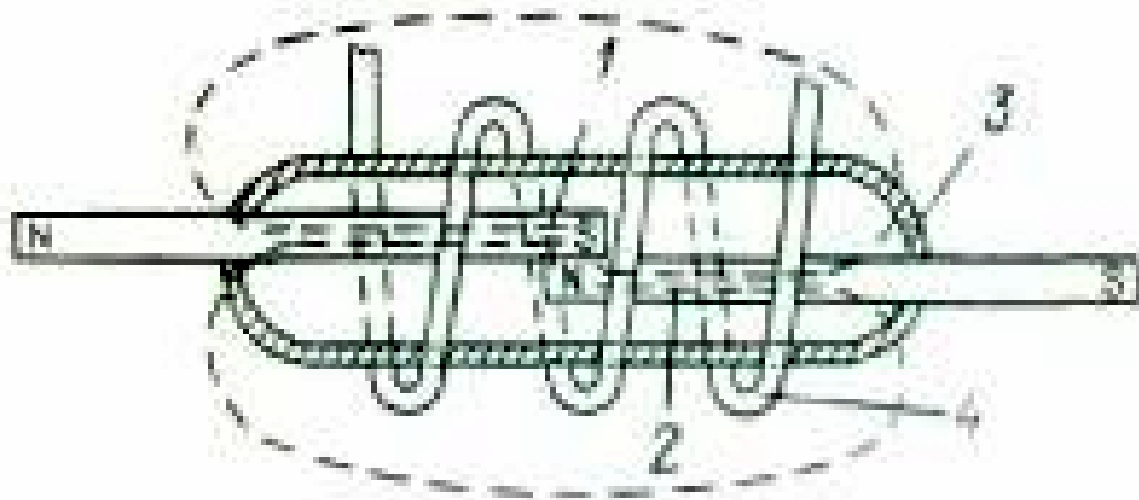
Kontaktlarning asosiy konstruksiyalari turlicha bo'ladi. Kontaktlarning bir-biriga tegish joyi nuqtali, chiziqli va ma'lum bir yuzali bo'ladi.



4.10-rasm. 1000 V dan katta kuchlanishli kontaktlar sistemasi.

1,2-kommutatsiyalovchi kontaktlar

Bundan tashqari germetik kontaktlar (gerkonlar) (4.11 –rasm), paketli – plastinali (cho'tkali) kontaktlar ham qo'llaniladi.



4.11-rasm. Gerkon.

4.7. Kontaktning o'tkinchi qarshiligi

Elektr kontaktlarning havo bilan tegib turadigan yuzasida murakkab kimyoviy tarkibga ega bo'lgan plyonka (yupqa qatlam) hosil bo'ladi, bu esa o'tkinchi qarshilikning oshishiga olib keladi. Plyonka komponentlaridan (tashkil etuvchilaridan) biri metal kontakt, ikkinchisi esa kislorod va boshqa kimyoviy reagentlar bo'lib, ular metal yuzasiga yopishib qoladi.

Qizimagan kommutatsiyalovchi kontaktlarning o'tkinchi qarshiligi (Om) qo'yidagi empirik formudan aniqlanadi:

$$R_y = \frac{K_n}{(0,102 * F_\kappa)^m}, \quad (4.9)$$

bu erda F_κ -kontaktning siqish kuchi, N; m - kontakt yuzasi shaklining koeffitsienti (nuqtali kontaktda $m = 0,5$; chizikli kontaktda $m = 0,5 \div 0,7$; yuzali kontaktda $m = 0,7 \div 1$); K_n - kontakt materiali va yuzasini hisobga oluvchi koeffitsient.

Plyonkadan tozalangan yuzalar uchun K_n qo'yidagiga teng (Om.kg):

Mis-mis..... $0,09-0,18) \cdot 10^{-3}$

Mis-latun..... $0,38 \cdot 10^{-3}$

Mis-po'lat..... $3,1 \cdot 10^{-3}$

Mis-alyuminiy..... $0,98 \cdot 10^{-3}$

Alyuminiy-alyuminiy..... $0,127 \cdot 10^{-3}$

Alyuminiy-latun..... $1,85 \cdot 10^{-3}$

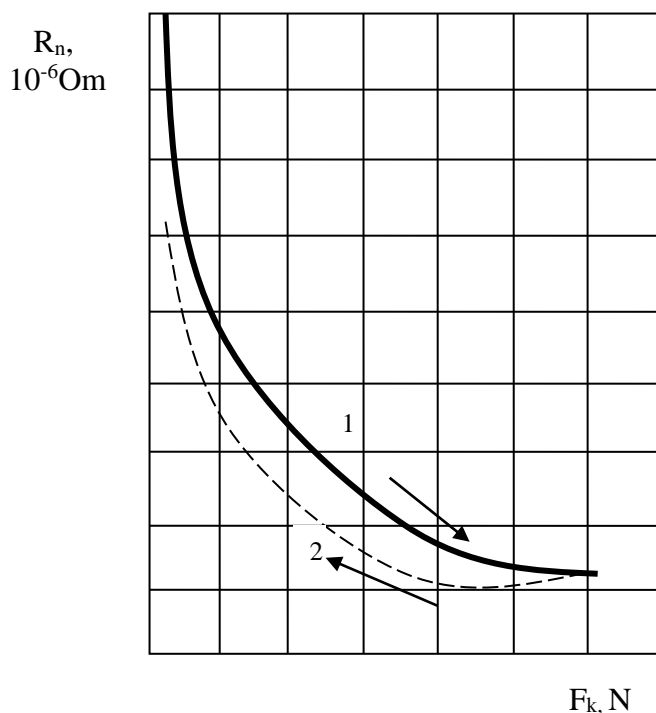
Latun-latun..... $0,67 \cdot 10^{-3}$

Latun-po'lat..... $3,04 \cdot 10^{-3}$

Kumush-kumush..... $0,06 \cdot 10^{-3}$

Apparat ishlaganda o'tkinchi qarshilik qo'yidagi sabablarga ko'ra o'zgaradi:

Kontakt bosimining ta'siri. Bir-biriga tegib turadigan yuza o'zgaras bo'lganda, kontakt bosimi qancha yuqori bo'lsa, o'tkinchi qarshilik R_y shuncha kichik bo'ladi. Kontaktning siqish kuchi F_k ning oshishi bilan o'tkinchi qarshilik R_y tez kamayib boradi (4.12-rasm).



Temperaturaning ta'siri. Kontaktlar orqali tok oqqanda kontaktlar qiziydi va kontakt materialining solishtirma qarshiligining oshishi hisobiga R_y oshadi:

$$R_{y\theta} = R_{y0} \left(1 + \frac{2}{3} \alpha \theta \right), \quad (4.10)$$

bu erda θ -qizishi temperaturasi, $^{\circ}\text{S}$; $R_{y0} - \theta = 0$ temperaturadagi kontaktning o'tkinchi qarshiligi; α -kontakt materialining temperatura koeffisienti.

(4.10) formula 200°S temperaturagacha haqiqiy hisoblanadi, 200°S dan yuqori temperaturada esa $2/3$ koeffisient o'rniga $1/5$ koeffisient qo'yiladi.

Kontaktlar yuzasidagi temperaturaning oshishi, yupqa plyonkaning hosil bo'lishiga olib keladi, bu esa o'tkinchi qarshilikning oshishiga olib keladi.

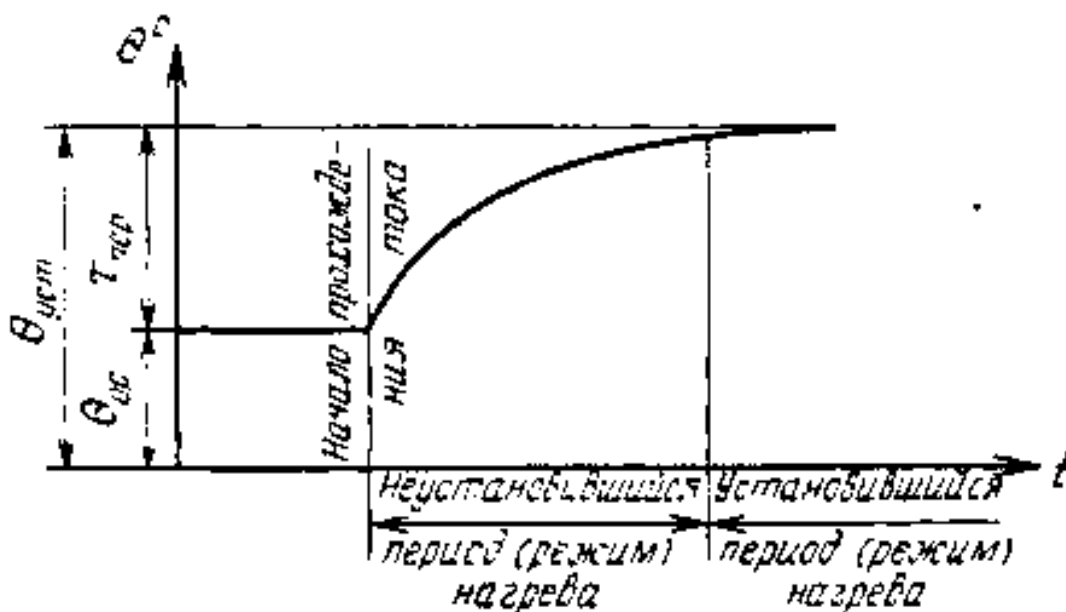
Karroziyaning ta'siri. Atmosfera va boshqa ta'sirlar natijasida karroziya vujudga keladi va o'tkinchi qarshilikni oshirib yuboradi. Bir xil materialdan tayyorlangan kontaktlarga nisbatan turli xil materiallardan tayyorlangan kontaktlar karroziyaga uo'proq uchraydi.

5. ELEKTR APPARATLARI QISMLARINING QIZISHI VA SOVISHI

5.1. Elektr apparatlari tok o'tkazuvchi qismlarining yo'l qo'yilgan qizish temperaturasi

Elektr apparatlarining tok o'tkazuvchi tizimi turli hil metallardan iborat bo'lib, ma'lum bir qarshiliklarga ega. Shu sababli undan tok oqqanda u metallar qiziydi. Bir vaqtning o'zida qizigan o'tkazgichlar o'zining issiqligini havoga(moycha) uzatib sovishi amalga oshadi.

Bir necha vaqtdan issiqlik atrof - muhitga uzatilyotgan issiqlikka teng bo'lib qoladi. Bunday qazish rejimiga apparatning barqarorlashgan (uzoq muddatli) rejimdagi temperaturaga barqarorlashgan qizish temperaturasi θ_s deyiladi (5.1-rasm).



O'tkazgichning bariqarorlasigan qizish temperaturasi θ_{δ} bilan atrof – muhit temperaturasi $\theta_{a.m.}$ orasidagi farqqa o'tkazgichning atrof- muhit temperaturasidan oshish temperaturasi τ_0 deyiladi, ya'ni $\tau_0 = \theta_{\delta} + \theta_{a.m.}$.

Elektr apparati ishlaganda 5 ta asosiy rejim kuzatiladi:

- 1) Uzoq muddatli rejim. Bunda apparat yuklama bilan uzoq vaqt davomida ishlaydi.
- 2) Qisqa – uzoq muddatli rejimda apparat qismlarining temperaturasi barqarorlashgan qiymatidan oshib ketmaydi.
- 3) Qisqa muddatli rejimda apparat qismlarining temperaturasi barqarorlashgan qiymatga etmaydi.
- 4) Takrorlanuvchi-qisqa mudatli rejimda ham apparat qismlarining temperaturasi barqarorlashgan qiymatiga etmaydi.
- 5) Qisqa tutashuv rejimi. Bu rejimda apparat qismlarining qizish temperaturasi borqarlashgan qiymatdan sezilarli darajada oshib ketadi.

MDH mamlakatlarida atrof- muhit temperaturasining eng katta hisobiy qiymati θ_x quyidagicha qabul qilingan;

- 1) $+40^{\circ}C$ - past kuchlatishli keng qo'llaniladigan, yuqori kuchlvnishli va tortuv elektr apparatlari uchun;

2) $+50^{\circ}\text{C}$ - tropik rayonlarda ishlatiladigan past va yuqori kuchlanishli elektr apparatlari uchun.

Agarda atrof-muhit temperaturasi $\theta_{a.m.}$ hisobiy qiymatdan θ_x katta bo'lsa, ya'ni $\theta_{a.m.} > \theta_x$ u holda apparatning iklamasini kamaytirish lozim, aks holda $\theta_{a.m.} < \theta_x$ bo'lsa, u holda apparatning yuklamasini oshirish mumkin.

Odatda elektr apparatining yo'l qo'yilgan yuklamasi atrof-muhit temperaturasining yangi $\theta_{\text{я}}$ qiymati uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$I = I_{\text{y.k.}} \sqrt{\frac{\theta_{\text{y.k.}} - \theta_{\text{я}}}{\theta_{\text{y.k.}} - \theta_x}}, \quad (5.1)$$

bu erda $\theta_{\text{я}}$ - atrof -muhit temperaturasining yangi qiymati, $^{\circ}\text{C}$;
 $I_{\text{y.k.}}$ - hisobiy temperatura $\theta_{\text{я}}$ dagi yo'l qo'yilgan yukloma toki, A.

Yuqori kuchlanishli elektr apparatlaridan qisqa tutashuv toklari o'tgandagi qizish temperaturasining yo'l qo'yilgan qiymati quyidagicha qabul qilingan:

1) $+300^{\circ}\text{C}$ - tok o'tkazuvchi qismlari organik izolyasiyaga va moyga tegmaydigan mis va uning qotishmalaridan tayyorlangan apparatlar uchun;

2) $+250^{\circ}\text{C}$ - tok o'tkazuvchi qismlari organik izolyasiyaga va moyga tegib turadigan (alyuminiydan tashqari) apparatlar uchun;

3) $+200^{\circ}\text{C}$ - alyuminiyli tok o'tkazuvchi qismlar uchun.

Past kuchlanishli elektr apparatlari uchun qisqa tutashuv toklari o'tgan vaqtda tok o'tkazuvchi qismlarining qizish temperaturasi belgilab qo'yilmagan, shu sababli hisoblash ishlarida yuqorida keltirilgan yuqori kuchlanishli apparatlarining tok o'tkazuvchi qismlarining qizish temperaturalarini qabul qilish mumkin.

5.2. Bir jinsli o'tkazgichning qisqa tutashuv rejimida qizishi

Elektr apparatlaridan qisqa tutashuv toklari o'tganda apparatning tok o'tkazuvchi qismlari qiziydi. Qisqa tutashuv toklarning qiymati nominal tokka nisbatan ancha katta bo'ladi, ammo qisqa tutashuv jarayoni bir necha sekund davom eganligi sababli tok o'tkazuvchi o'tkazgichlarning qizish temperaturasini

uzoq muddatli rejimdagi qizish temperaturasiga nisbatan bir necha baravar oshirish mumkin.

Qisqa tutashuv rejimidagi issiqlik balans tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$Pd(t) = Gcd(\tau) \quad (5.2.)$$

bundan

$$d(\tau) = \frac{P}{Gc} d(t) = \frac{\rho}{\gamma c} \cdot K_{\kappa.u.} \left(\frac{i_0}{S} \right)^2 \cdot d(t) \quad (5.3.)$$

bu erda $K_{\kappa.u.}$ – qo'shimcha isrof koeffisienti;

i – tokning oniy qiymati;

γ - o'tkazgich materialining solishtirma og'irligi;

ρ - solishtirma elektr qarshilik , Om/sm;

G - o'tkazgichning massasi, kg;

s - o'tkazgich materialining solishtirma issiqlik sig'imi,

Dj /(kg.k);

S - o'tkazgichning issiqlik uzatish yuzasi , m².

Qisqa tutashuv vaqtida o'tkazgichning qizish teperaturasi bir necha yuz gradusga etadi va ρ hamda s lar o'zgaradi. Shu sababli bu o'zgarishni hisobga olish lozim.

Hisoblash ishlarini engillashtirish maqsadida ρ va s larning qiymati qizigan o'tkazgichning temperaturasi uchun olinadi. U holda

$$\tau_{\kappa} = \frac{\rho_{\kappa u 3}}{\gamma \cdot C_{\kappa u 3}} \cdot K_{\kappa.u.} \cdot j^2 \cdot t + \tau_{0(\kappa)}, \quad (5.4)$$

bu erda j - yuk zichligi;

$\tau_{0(\kappa)}$ -qisqa tutashuvning boshlanish vaqtidagi o'tkazgichning atrof- muhit temperaturasiga nisbatan oshish temperaturasi;

τ_{κ} - qisqa tutashuv vaqtidagi o'tkazgich temperaturasining oshishi.

Qisqa tutashuv vaqtida o'tkazgichning qizishini grafo-analitik metod yordamida ham aniqlash mumkin.

Tok zichligi uchun quyidagi formula ma'lum:

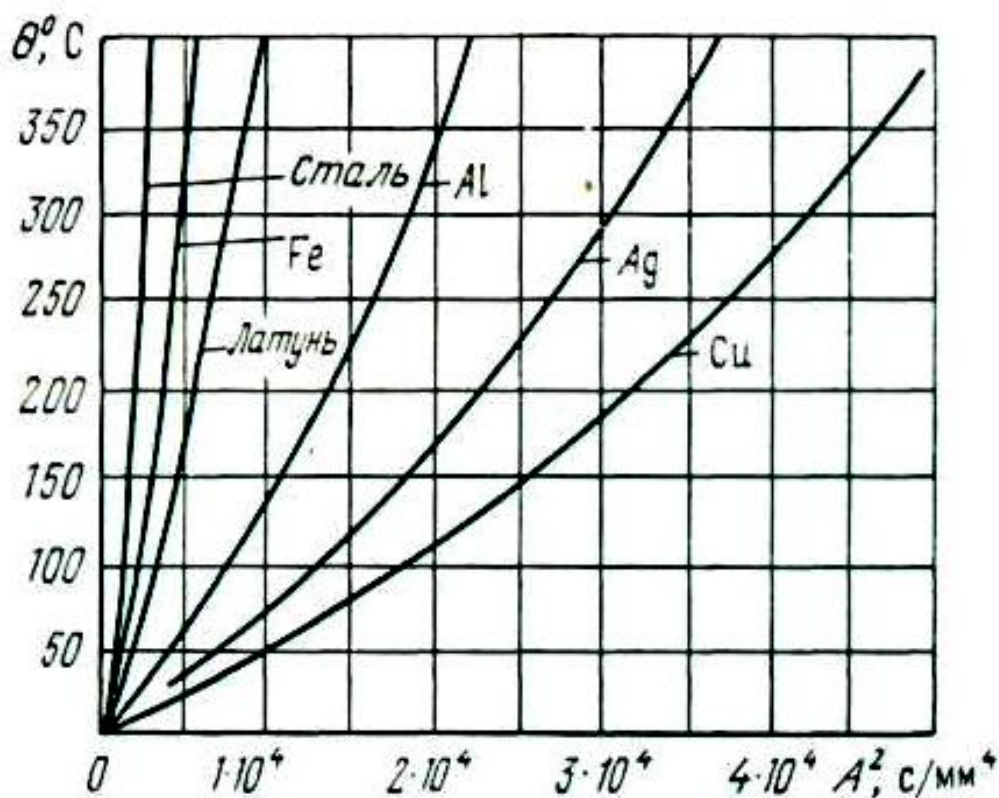
$$\int_0^{t_k} \left(\frac{i}{S}\right)^2 \cdot d(t) = A_k - A_0, \quad (5.5)$$

bu erda A_k, A_0 -mos holda qisqa tutashuv va barqarorlashgan rejimlardagi qizish temperaturasining murakkab funksiyasi;

t_k - tokning o'tish vaqti, s.

Agar tokning ta'sir etuvchi qiymati vaqt bo'yicha o'zgarmas bo'lsa, (5.5) tenglamaning chap tomonidagi integral oson echiladi.

$$A_k - A_0 = \left(\frac{i}{S}\right)^2 \cdot t_k \quad (5.6)$$



A_0 - ning qiymatini 5.2 – rasmdan topish mumkin. θ_0 ning qiymatini kerakli aniqlikda quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

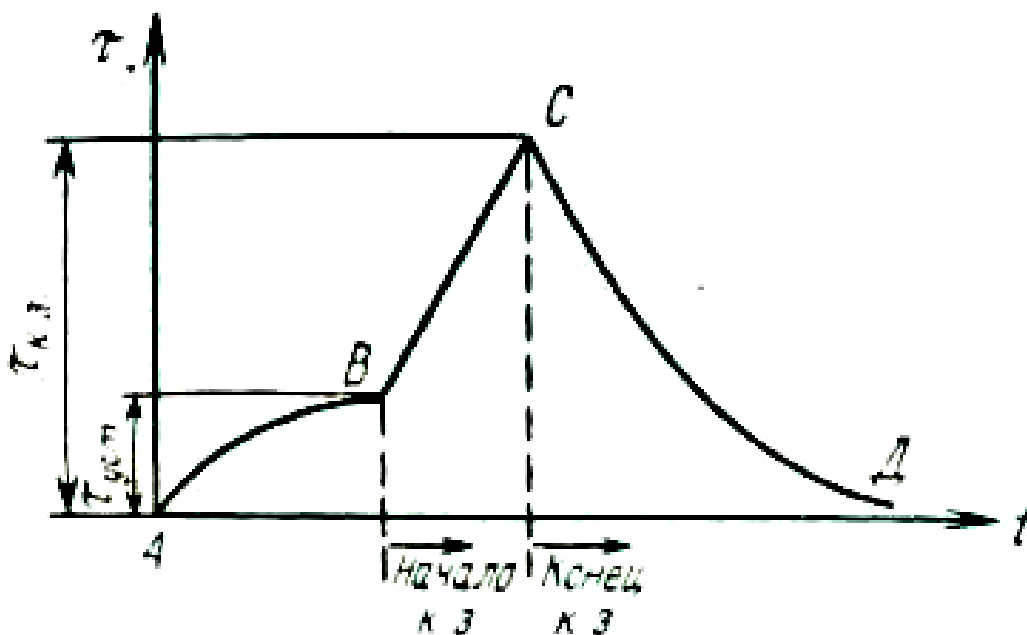
$$\theta_0 = \theta_0 + (\theta_{i.k} + \theta_0 \cdot \left(\frac{I}{I_{ном}}\right)^2), \quad (5.7)$$

bu erda $\theta_{i,k}$ -barqarorlashgan rejimdagi o'tkazgichning yo'l qo'yilgan qizish temperaturasi, $^{\circ}\text{S}$;

I - haqiqiy yuklama toki, A;

$I_{\text{ном}}$ - nominal tok, A.

So'ngra $((i/S)^2 \cdot t_k)$ ni hisoblab, A_k ni topamiz va 5.3 – rasmdan foydalanib θ_{δ} ni aniqlaymiz.



O'tkazgich qisqa tutashish rejimida qizishi BC to'g'ri chiziq (5.3- rasm) bo'yicha o'zgaradi. Qisqa tutashish uzilgandan keyin o'tkazgich normal rejimdagi CD egri chiziq(5.3 rasm) bo'yicha o'zgaradi.

5.3. Elektr apparatlarining termik mustahkamligi

Ma'lum bir muddatga elektr apparatining qisqa tutashuv toklarining termik ta'sirda yuqori qizib ishlashiga qaramasdan apparatining ishdan chiqmasdan ishlashiga termik mustahkamligi deyiladi.

Uzuvchi apparatlar uchun termik muslahkamlik 10 s davomida tok berib tekshiriladi.

Termik mustahkamlik toki $I_{\text{T.M.}}$ quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{T.M} = \sqrt{\frac{1}{t} \cdot (I_{\delta}^2 + I_a^2) d(t)}, \quad (5.8)$$

bu erda I_{δ} - t vaqt uchun qisqa tutashuv toki davriy tashkil etuvchisining effektiv qiymati;

I_a - t vaqt uchun qisqa tutashuv tokning aperiodik tashkil etuvchisi.

Elektr apparatining termik mustahkamligi termik mustahkamlik koeffisienti bilan baholanadi, ya'ni

$$K_{T.M} = I_{T.M} / I_{НОМ} \quad (5.9)$$

Termik mustahkamlik koeffisienti $K_{T.M}$ ayrim elektr apparatlari uchun $K_{T.M} = 80 \div 110$ ga teng.

Elektr apparatlarini termik mustahkamlik sharti bo'yicha tanlashda

$$I_{T.M}^2 \cdot t_{T.M} \geq I_{\infty}^2 \cdot t_{\phi} \quad \text{yoki}$$

$$I_{T.M} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{\phi} / t_{T.M}} \quad (5.10)$$

bog'liqlikdandan foydolaniladi.

bu erda I_{∞} - qisqa tutashuv tokining barqarorlashgan qiymati;

t_{ϕ} - fiktiv vaqt.

Elektr apparatlarini termik mustahkamlik koeffisienti bo'yicha tanlash sharti quyidagi ko'rinishga ega

$$K_{T.M} \geq I_{\infty} / I_{НОМ} \cdot \sqrt{t_{\phi} / t_{T.M}} \quad (5.11)$$

10 s termik mustahkamlik tokini boshqa vaqtdagi termik tokka qayta hisoblash quyidagi formuladan topiladi:

$$I_{T.M} = I_{10} \cdot \sqrt{10 / t_{T.M}} \quad (5.12)$$

6. KUCHLANISHI 1000 V GACHA BO'LGAN TARQATISH QURILMALARINING ELEKTR APPARATLARI

6.1. Tarqatish qurilmalari apparatlarining vazifasi, bajaradigan funksiyalari va ularga qo'yiladigan talablar

Tarqatish qurilmalarining elektr apparatlariga kuch elektr zanjirlarini ulash va uzishda ishlatiladigan elektr apparatlari kiradi. Ular operator (avtomatlashtirilmagan) va avtomatlashtirilgan holda ishlashi mumkin.

Tarqatish qurilmalarining apparatlari asosan ikki funksiyani bajaradi:

- 1) Elektr tarmog'ining ma'lum bir uchastkasiga elektr energiyasini berish yoki uzish uchun operator yordamida zanjirni qo'shish yoki uzish;
- 2) Normal bo'lmagan ish rejimlarda elektr zanjirini avtomatik tarzda uzish.

Tarqatish apparatlarining apparatlari uch guruxga bo'linadi:

- 1) Avtomatlashtirilmagan uzgichlar;
- 2) Saqlagichlar;
- 3) Avtomatlashtirilgan uzgichlar.

Avtomatlashtirilgan uzgichlar yuqorida ko'rsatilgan birinchi funksiyani bajaradi. Saqlagichlar birinchi funksiyani qisman va ikkinchi funksiyani to'la bajaradi. Avtomatlashtirilgan uzgichlar birinchi va ikkinchi funksiyani to'la bajaradi.

Tog' – kon sanoatida ishlatiladigan tarqatish qurilmalarining apparatlariga qo'yiladigan eng asosiy talabalarga ularning ishonchliligi, uzluksiz ishlashi, man'ba bilan iste'molchilarni ulovchi o'tkazgichlarni himoyalashi va ma'lum bir ulash va uzishga mo'ljallangan bo'lishi shart.

Tarqatish qurilmalarining apparatlari qo'yidagi umumiy talabalarga javob berishi lozim.

- 1) Normal rejimda ishonchli ishlashi;
- 2) Normal bo'lmagan rejimda talab etilgan funksiyani so'zsiz bajarishi va man'ba uzilgandan keyin tezda tiklanishi lozim;

- 3) Etarli xizmat o'tash muddatiga ega bo'lishi;
- 4) Tayyorlashga ketadigan materiallar xarajatining minimum bo'lishi;
- 5) Montaj qilish, xizmat ko'rsatish va ishlatishning qulay bo'lishi.

Ochiq kon korxonalarida umumiy maqsadli tarqatish qurilmalarning elektr apparatlari ishlatiladi. SHaxta va rudniklarda esa maxsus talablarga javob beradigan tarqatish qurilmalarining elektr apparatlari ishlatiladi.

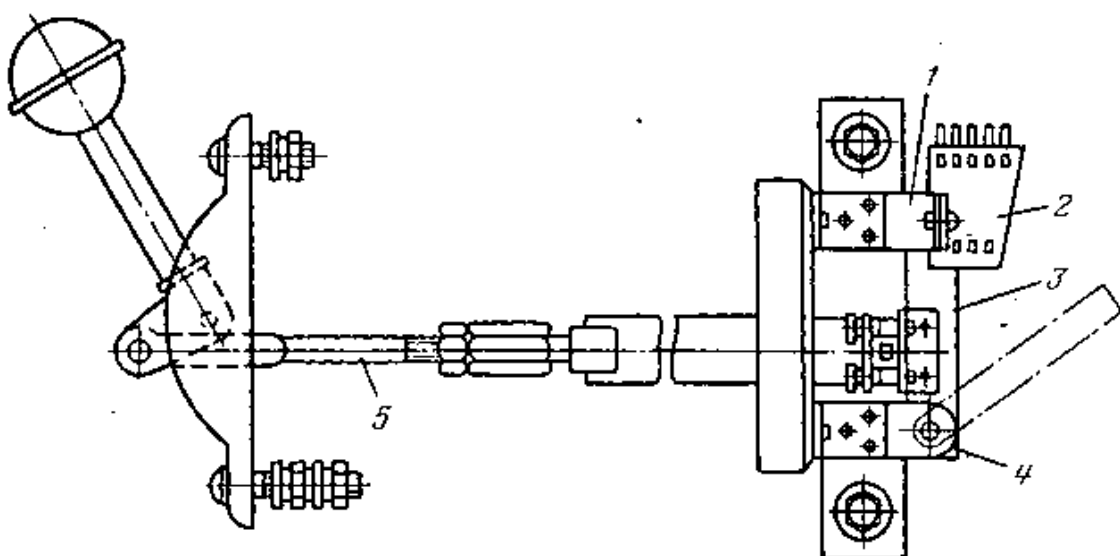
6.2. Avtomatlashmagan uzgichlar

Asosan 1000 V kuchlanishgacha bo'lgan o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarini operator tomonidan ulash va uzish uchun mo'ljallangan elektr apparatlariga avtomatlashmagan uzgichlar deyiladi.

Avtomatlashmagan uzgichlarga rubilniklar, ajratgichlar, har xil vazifani bajaruvchi uzgichlar va qayta ulagichlar kiradi. Ular tarqatish qurilmalari va boshqarish qurilmalariga o'rnatilgan bo'ladi.

Rubilnik (6.1-rasm) deb, qo'l yordamida ulanadigan yoki uziladigan va kommutasiya xolati «Qo'shilgan» - «Uzilgan» holatida turadigan, tok o'tkazuvchi qismi ochiq va klin kontaktli apparatga aytiladi.

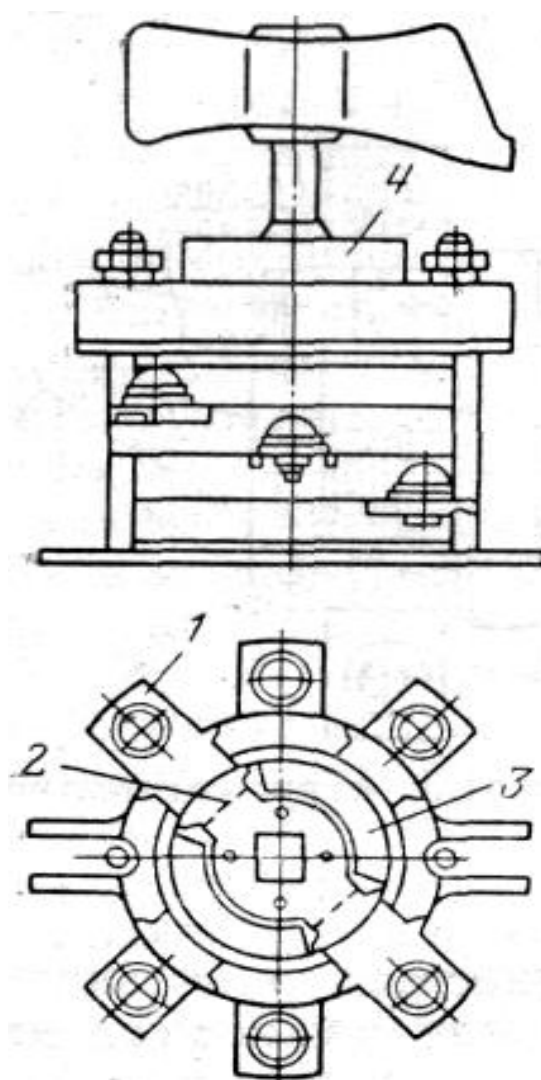
Bu guruh apparatlariga qayta ulagichlar (ajratgichlar)



6.1-rasm Yoy so'ndiruvchi kamerasi bo'lgan rubilnik: 1-kontakt ustun; 2-yoy so'ndiruvchi kamera; 3-pichoq; 4-sharnirli ustun; 5-tyaga.

Rubilniklar o'rnatilgan kuchlanish $U_{yph} \leq U_n$; yuklama toki $I_M \leq I_n$; $I_{max} \leq I_{nom}$; konstruktiv tuzilishiga, elektrodinamik mustahkamlik $i_3 \leq i_M$; termik mustahkamlik $B_k \leq I_{m.M} * t_{m.M}$ bo'yicha tanlanadi. i_v - chegaraviy o'tuvchi tok; $I_{m.M}$ - termik mustahkamlik vaqtidagi tok; $t_{m.M}$ - termik mustahkamlik vaqti. Bu kattaliklar katalog va ma'lumotnomalarda keltirilgan bo'ladi.

Paketli uzgichlar klin kontaktli bo'lib, pichoq va ustunlari izolyasiyalangan silindrning ichida ketma-ket o'rnatilgan bo'ladi (6.2-rasm).



6.2-rasm. Paketli uzgich

1-qo'zg'almas kontakt; 2-tegib turgich; 3-shayba; 4-mexanizm (qo'l bilan burovchi dastgoxga tezlik beruvchi)

Paketli uzgichlar bir, ikki va uch qutbli qilib tayyorlanadi. Paketli uzgichlar suvdan, changdan, portlashdan himoyalangan bo'ladi.

Qo'lda ulab-uzuvchi ishga tushirgichlar o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarini tutashtirish (ulash) va ajratish uchun ishlatiladigan kommutatsiyalovchi apparat xisoblanadi. Bu apparat quvvati 10 kVt gacha bo'lgan elektr motorlarini ishga tushirish va to'xtatish uchun ishlatiladi. Shu sababli bu apparatlarni tugmachali ishga tushirgich deyiladi.

Ishga tushirgichda «Pusk» («Ishga tushirish») va «Stop» («To'xta») degan tugmachalar bo'ladi. Ishga tushirgichni uzish vaqtida hosil bo'lgan yoy maxsus yoy so'ndirish kamerasida amalga oshiriladi.

6.3. Saqlagichlar

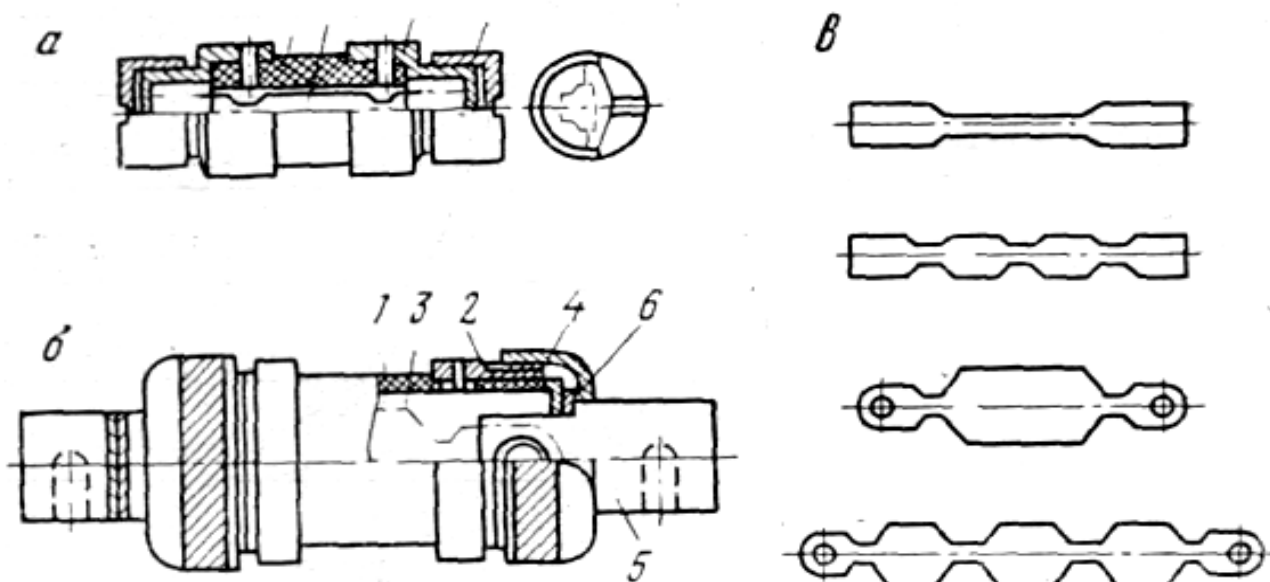
Saqlagichlar deb, tokning berilgan qiymatidan katta tok o'tishi natijasida eruvchi materialning erishi natijasida elektr zanjirini ajratib qo'yuvchi apparatga aytiladi. Saqlagichlar elektr qurilmalarini qisqa tutashuv toklaridan himoya qiladi.

Saqlagichning ajralmas konstruktiv qismiga eruvchi metal element, ya'ni – ingichka sim yoki maxsus shakldagi plastina hisoblanadi. U himoyalangan ob'ekt zanjiriga ketma-ket ulanadi.

Eruvchi elementning himoya (tok-vaqt) xarakteristikasi 5.3-rasmda ko'rsatilgan. Bu xarakteristikadan shu narsa ko'rinadiki, eruvchi element ikki karali tokni 2,5 minutda besh karali tokni 0,9 sekundda, yuz karali tokni esa 0,008 sekundda uzadi.

Eruvchi element asosan miss va kumushdan tayyorlanadi.

6.4-rasmda yopiq yig'iluvchi patronli saqlagich a), b) va eruvchi elementning har xil shakllari b) ko'rsatilgan



6.4-rasm. Patronli saqlagich a,b va eruvchi elementning har xil shakllari v; 1-trubka; 2-latunli vtulka; 3-eruvchi element; 4-latunli qopqoq; 5-pichoq; 6-shayba.

Bita motorning ishga tushirish chastotasi va ishga tushirish vaqti katta bo'lmagan masalan ventilyator, stasionar suv haydash qurilmalari uchun eruvchi elementning toki qo'yidagicha bo'lishi mumkin:

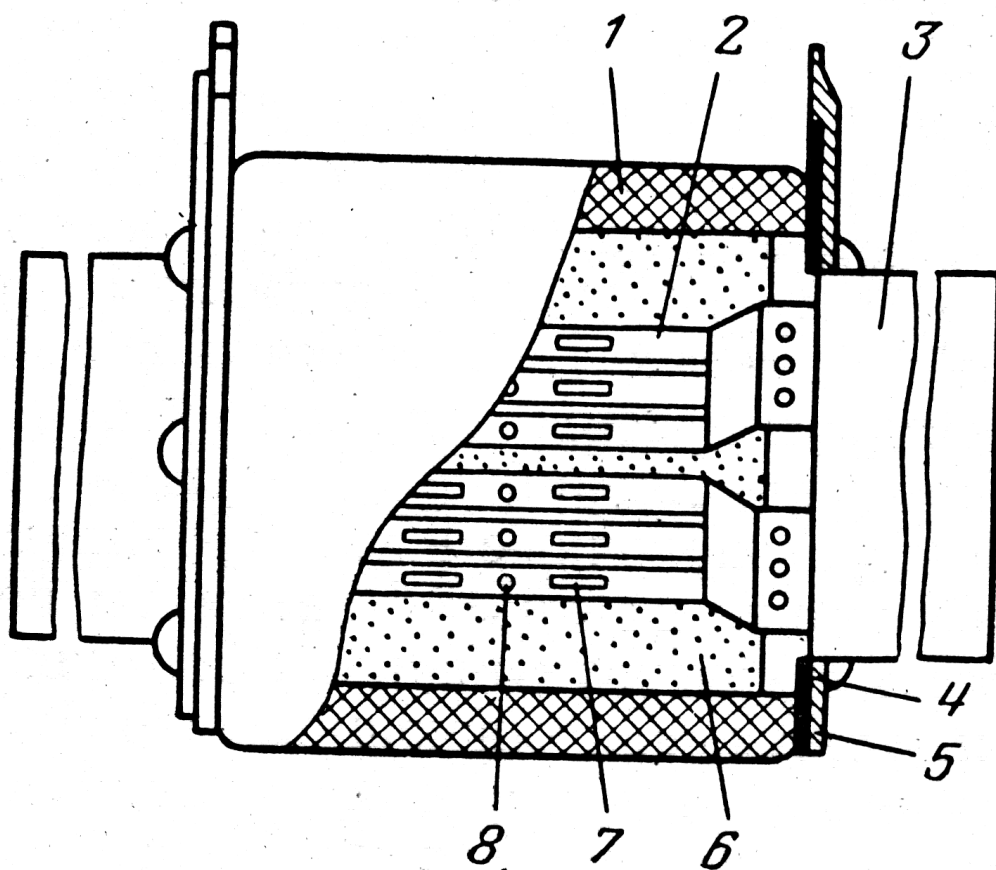
$$I_{\text{э.э.НОМ}} \cong I_{\text{u.m.}} / 2,5, \quad (6.1)$$

bu erda $I_{\text{э.э.НОМ}}$ - eruvchi elementning nominal toki;

Ishga tushirish chastotasi va vaqti katta bo'lgan motorlar masalan, manyovrli va yuk lebedkalari uchun (takrorlanuvchi – qisqa muddatli rejimda) eruvchi elementning nominal toki $I_{\text{э.э.НОМ}}$ qo'yidagicha aniqlanadi:

$$I_{\text{э.э.НОМ}} \cong \frac{I_{\text{u.m.}}}{(1,6 \div 2)}, \quad (6.2)$$

Ichi mayda donchalar bilan to'ldirilgan saqlagich juda yaxshi xarakteristikaga ega bo'ladi (6.5-rasm).



6.5-rasm. Mayda donchalar bilan to'ldirilgan saqlagich: 1- forforli trubka; 2-eruvchi element; 3-kontakt pichoq; 4- qopqoq; 5- prokladka; 6-kvarslı qum.

Bitta motordan ko'p bo'lgan matorlarni elektr energiya bilan ta'minlovchi liniyani himoyalash uchun eruvchi elementning nominal toki $I_{\text{э.э.НОМ}}$ qo'yidagicha aniqlanadi:

$$I_{\text{э.э.НОМ}} \cong I_x + \frac{I_{u.m.}}{(1,6 \div 2)}, \quad (6.3)$$

bu erda I_x - liniyaning xisobiy toki.

(6.1)-(6.3) tenglamalar yordamida tanlangan eruvchi elementlarning mustahkamlik zaxirasi yuqori bo'ladi.

6.4. Avtomat uzgichlar

O'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarini normal bo'lmagan rejimda avtomat ravishda uzadigan yoki normal ish sharoitida ham o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarini ayrim hollarda ulash va uzishda ishlatiladigan apparatlarga *avtomat uzgich (avtomat)lar deyiladi.*

Avtomat uzgichlar yordamida elektr zanjirini uzganda hosil bo'ladigan yoy muhitdagi havo yordamida so'ndiriladi. Shu sababli ularni *havo uzgichlari ham deb ataladi.*

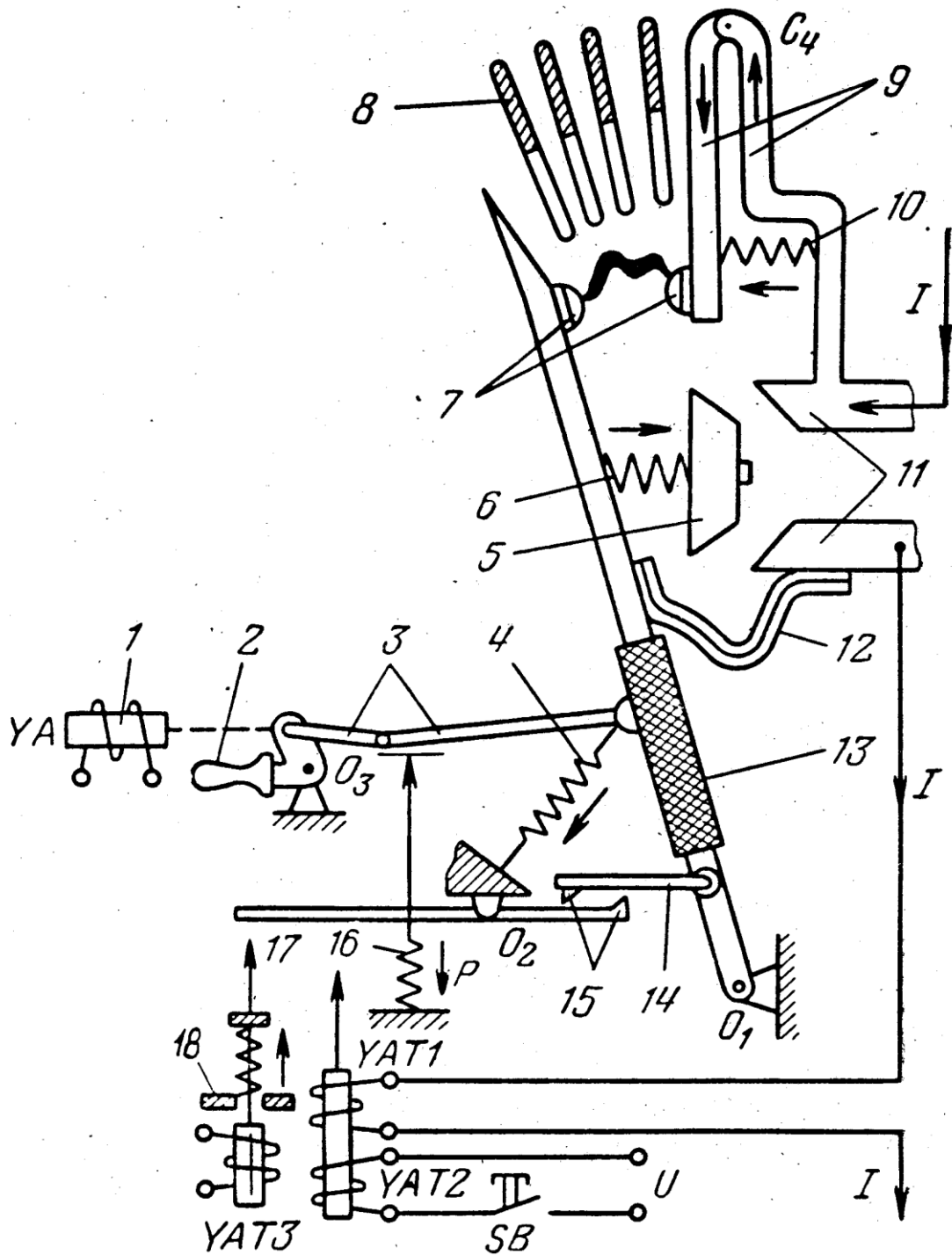
Avtomatlar bajaradigan funksiyasi va tezligiga qarab bir necha turlarga bo'linadi. O'zining ishlab ketish vaqtiga qarab avtomatlar qo'yidagi guruxlarga bo'linadi:

1-guruh. Bu guruhga kiruvchi avtomatlarga o'rnatiluvchi va universal avtomatlar kiradi. Normal toki 100 A dan yuqori bo'lgan o'rnatiluvchi va universal avtomatlarning o'zini ishga tushib ketish vaqti 10 ms dan 100 ms gacha bo'ladi. SHu sababli bu avtomatlar tokni cheklash ta'siri bo'lmaydi.

Qisqa tutashuv toki 100 kA bo'lgan avtomatlarning tez ta'sir etishini ta'minlash uchun maxsuschoralar ko'riladi va avtomatlarning ishlab ketish vaqti 10 ms dan kam bo'lishi mumkin. Bunday holda avtomatlarni tokni cheklovchi deyiladi.

2-guruh. Bu guruhga nominal o'zgarmas toki 500-10000 A bo'lgan tez ta'sir etuvchi avtomatlar kiradi. Bunday avtomatlarning ishlab ketish vaqti katta toklarda 5 ms gacha bo'ladi.

6.6-rasmda avtomat uzgichlarning asosiy elementlari ko'rsatilgan.



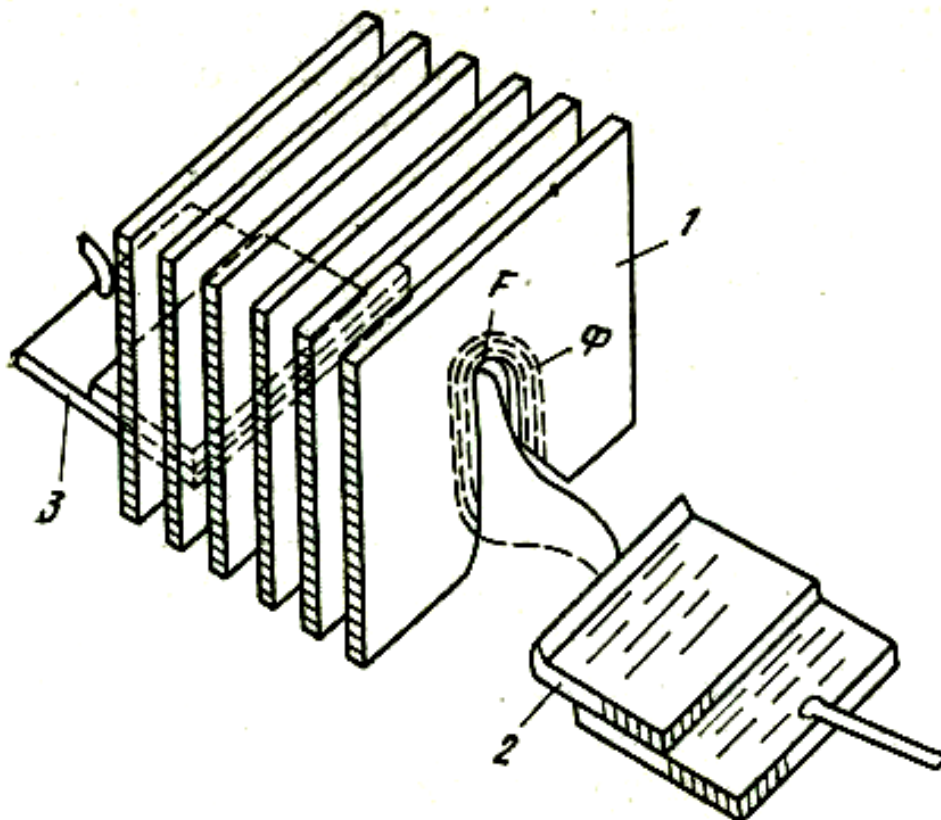
6.6-rasm. Avtomat uzgichning prinsipial sxemasi:

1-elektromagnit yuritgich; 2-dastak; 3- richak; 4, 6, 10, 16 – prujina; 5,11 – asosiy kontaktlar; 7- yoy so'ndiruvchi kontakt; 8- yoy so'ndiruvchi kamera; 9- elektrodinamik kompensator; 12-egiluvchan tutashtirgich; 13-etakchi detal; 14-ilgak; 15-tishchalar; 17- maksimal to'g'ri ta'sir etuvchi rele.

6.6-rasmda uzgichning uzilgan holati ko'rsatilgan. Uni ulash uchun qo'lda ushlagichi 2 aylantiriladi yoki elektromagnit yuritgich 1 (YA)ga kuchlanish beriladi.

Hosil bo'lgan kuch richak 3ni o'ng tomonga siljitadi, natijada etakchi detal 13 buraladi. So'ngra yoy so'ndirish kontaktlari 7 ulanadi va ketmag'ket holda egiluvchan bog'lanish 12 va kontaktlar 5,11 ishga tushadi. Bu jarayon tugagandan keyin uzgich ulangan holatda tishli 15 ilgak 14 va prujina 16 lar yordamida ushlab turiladi. Uzgich yuritgich 1 li dastak 2 yordamida uziladi.

ko'rsatilgan.



6.7-rasm. Avtomat uzgichning himoya tavsifi

“Elektron” seriyadagi avtomat uzgichlar o'zgaruvchan tok zanjirlari uchun 660 V gacha va o'zgarmas tok zanjirlari uchun esa 440 V gacha, nominal toklari 1000-6300 A, hamda uzish toki 65-115 kA ga mo'ljallab ishlab chiqariladi.

AVM seriyali avtomat uzgichlar o'zgaruvchan kuchlanishi 500 V, va o'zgarmas kuchlanishi 440 V va nominal toklari 2000 A ga mo'ljallab tayyorlanadi.

Tez ta'sir etuvchi avtomatlar. Bunday avtomatlar vazifasiga qarab:

- teskari tok avtomatlari (o'zgarmas tok tomonidan uzishga mo'ljallangan);
- maksimal tok avtomatlari (o'zgarmas tok zanjirlarini o'ta yuklanish va qisqa tutashuvdan himoyalash uchun, zanjirni uzishga mo'ljallangan);

Avtomatlarni tanlash o'rnatilgan kuchlanish bo'yicha $U_y \leq U_{nom}$; tok turi va uning qiymati bo'yicha $I_{nop} \leq I_{nom}$; $I_{max} \leq I_{nom}$; konstruktiv tuzilishi bo'yicha; chegaraviy uzish toki bo'yicha tanlanadi.

6.5. Komplekt tarqatuvchi qurilmalar

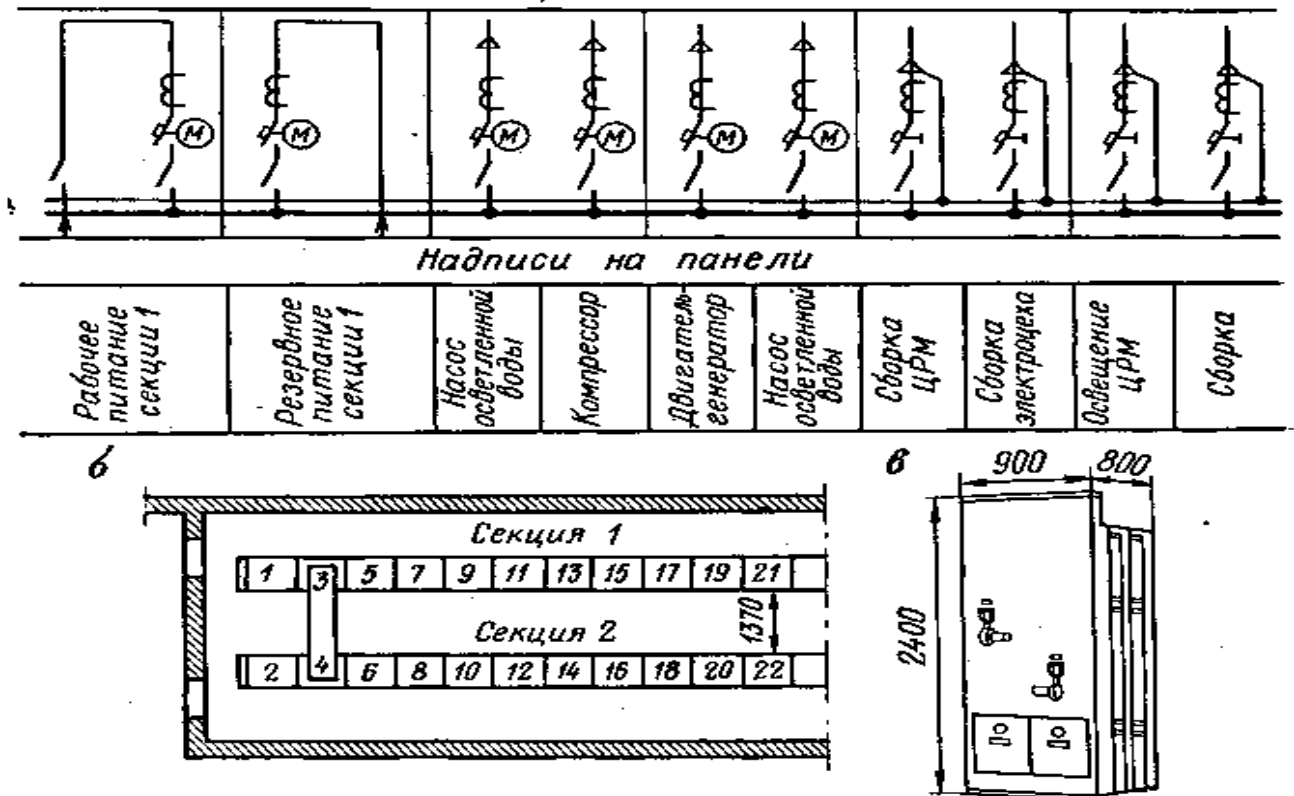
Komplekt tarqatuvchi qurilma (KTQ)lar elektr apparatlaridan yig'ilgan qurilma bo'lib, elektr energiyasini tarqatish uchun mo'ljallangan. Bajaradigan vazifasiga qarab KTQ lar tarkibiga o'lchov asboblari, ko'rsatkich, signal beruvchi va asboblari kirishi mumkin.

Zamonaviy KTQ larda apparat va asboblari bir yoki bir necha qator qilib yashiklarda, shkaflarda joylashtirilishi mumkin.

Tog'-kon korxonalaridagi podstansiya tizimida PSN tipdagi panellar ishlatiladi. Ular 1600 A tokva 500 V kuchlanishga mo'ljallangan bo'ladi.

Bu panellarning eni 90 mm, chuqurligi 800 mm, balandligi esa 2300 mm ga teng. 5.8-rasmda 0,4 kV li seksiyaning bir qismi uchun shit va panel PSN-61 ning joylashish rejasi ko'rsatilgan.

Blok nomeri									
101	112B	606	606	601V	601V	601V	601V	601V	601V
Avtomatik o'chirgich									
AVM-15H	AVM-15H	AVM-4H	AVM-4H	AVM-4H	AVM-4H	AVM-4C	AVM-4C	AVM-4C	AVM-4C
liniyani nominal toki, A									
1140	1140	140	143	287	140	40	68	50	250
Panel tipi									
PSN-11	PSN-21	PSN-62	PSN-62	PSN-61	PSN-61	PSN-61	PSN-61	PSN-61	PSN-61
Birlamchi ulanish sxemasi									



6.8-rasm 0,4 kVseksiya uchun to'ldirish.

PSN tipdagi panelning tok o'tuvchi qismi ochiq bo'lgani uchun xavsizlikni to'la ta'minlay olmaydi. Shu sababli 0,5 kV li KTQ si qo'llaniladi.

KTQ – 0,5 qurilmasi quvvati 1000 KVA gacha bo'lgan transformatorlardan energiyani iste'molchilarga etkazish, zaxira manbasini avtomat ulash va 0,4/0,23 kV li elektr tarmog'idagi energiyani tarqatish uchun xizmat qiladi.

7. BOSHQARISH APPARATLARI

7.1. Umumiy ma'lumot

Boshqarish apparatlariga qo'lda va avtomat boshqariladigan turli xil o'zgaruvchan va o'zgarmas tokda ishlaydigan elektr apparatlari kiradi.

Bu apparatlar berilgan jarayonlarni boshqarish, tezlikni boshqarish, ishchi mashinalarning elementlarini siljishini va boshqalarni ta'minlab beradi.

Qarshiliklar, kontrolyorlar va reostatlar elektr mashinalarida va elektr zanjirlaridagi tok va kuchlanishning qiymatini o'zgartirish yoki bir xilda (o'zgarmas) holda ushlaturishga mo'ljallangan. Elektromagnitlar va elektromagnit qurilmalar tormozlovchi tizimlar, pnevmo va gidromagistrallarning niyatini beradi. Elektromagnit muftalar esa ishchi mashinalar bilan birga aylanayotgan elektr motorlarining vallarini ulash, reverslash va tormozlash uchun xizmat qiladi. Buyruq beruvchi apparatlar va elektromexanik qayta ulagichlar apparat va qurilmalarning zanjiridagi turli xil qayta ulashlarni amalga oshiradi. Kontaktor va magnit ishga tushirgichlar masofadan va avtomat ravishda elektr mashinalari va apparatlarini boshqarish, normal rejimda kuch elektr zanjirlarini ulash va uzishni amalga oshiradi. Komplekt qurilmalar esa bir vaqtning o'zida bir nechta apparatlarning vazifasini bajaradi.

Boshqarish apparatlarini bajaradigan funksiyasiga qarab ikki turga bo'linadi:

- 1) qo'lda boshqariladigan
- 2) masofadan turib boshqariladigan.

Birinchi guruxga kontrollerlar, qarshiliklar, reostatlar va komandoapparatlar kiradi.

Ikkinchi guruxga elektromagnitlar, kontaktorlar, magnet ishga tushirgich va boshqalar kiradi.

Boshqarish apparatlari ishonchli va aniq ishlashi lozim. Elektr apparatlari ishlaganda qiziydi. Ana shu qizish yo'l qo'yilgan qizish chegarasidan oshib ketmasligi shart.

Elektr zanjirlarida qisqa tutashuv bo'lganda elektr apparatlarida nominal tokka nisbatan juda katta toklar oqadi.

Shu sababli bu holda avtomat uzgich elektr apparatini elektr zanjirdan uzishi lozim.

Ochiq tog'-kon ishlarida umumiy maqsadli elektr apparatlari keng ko'lamda qo'llaniladi. Er osti tog'-kon ishlarida esa elektr apparatlari maxsus portlashga qarshi qobiq yoki maxsus izolyasiya materiali bilan muhofazalangan bo'ladi.

7.2. Qarshiliklar

Elektr zanjirida elektr tokining qiymatini cheklovchi elektr apparati yoki qarshilik elementlaridan tashkil topgan alohida apparatga qarshilik deb ataladi.

Qarshilik elementlari solishtirma elektr qarshiligi yuqori bo'lgan va faqat omik qarshilik hisoblangan materialdan yasaladi .

Qarshilik alohida apparat sifatida maxsus sxemada ulangan alohida qarshilik elementlaridan tashkil topgan bo'ladi.

Bajaradigan funksiyasiga qarab qarshiliklar ishga tushiruvchi, rostlovchi, tormozlovchi va maxsus turli xil turlarga bulinadi.

Ishga tushirish qarshiligi elektr matorini elektr tarmog'iga ulash vaqtida tokning qiymatini cheklash yoki motor tezligini oshirish vaqtida tok qiymatini bir xilda saqlab turish uchun mo'ljallangan.

Rostlovchi qarshilik elektr zanjirining elektr zanjirining tokini rostlash yoki tokni qabul qiluvchi qurilma klemmalaridagi kuchlanishni pasaytirishga mo'ljallangan.

Tormozlash qarshiligi motorning tormozlanish tokini cheklash yoki motorni tormozlash vaqtida tokning qiymatini ma'lum bir darajada ushlab turadi.

Tog'-kon sanoatida KF, YASV va YAS turidagi qarshilik yashiklari qo'llaniladi. YASV turidagi qarshilik yashiklari faza rotorli asinxron motorlarni ishga tushirishda qo'llaniladi.

YAS turidagi qarshilik yashiklari kuchlanishi 440 V gacha bo'lgan o'zgarmas tok zanjirlarida va kuchlanishi 500 V gacha bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishga tushirish, ishga tushirish-rostlash, tormozlash qarshiliklari sifatida qo'llaniladi.

7.3. *Kontrollyorlar*

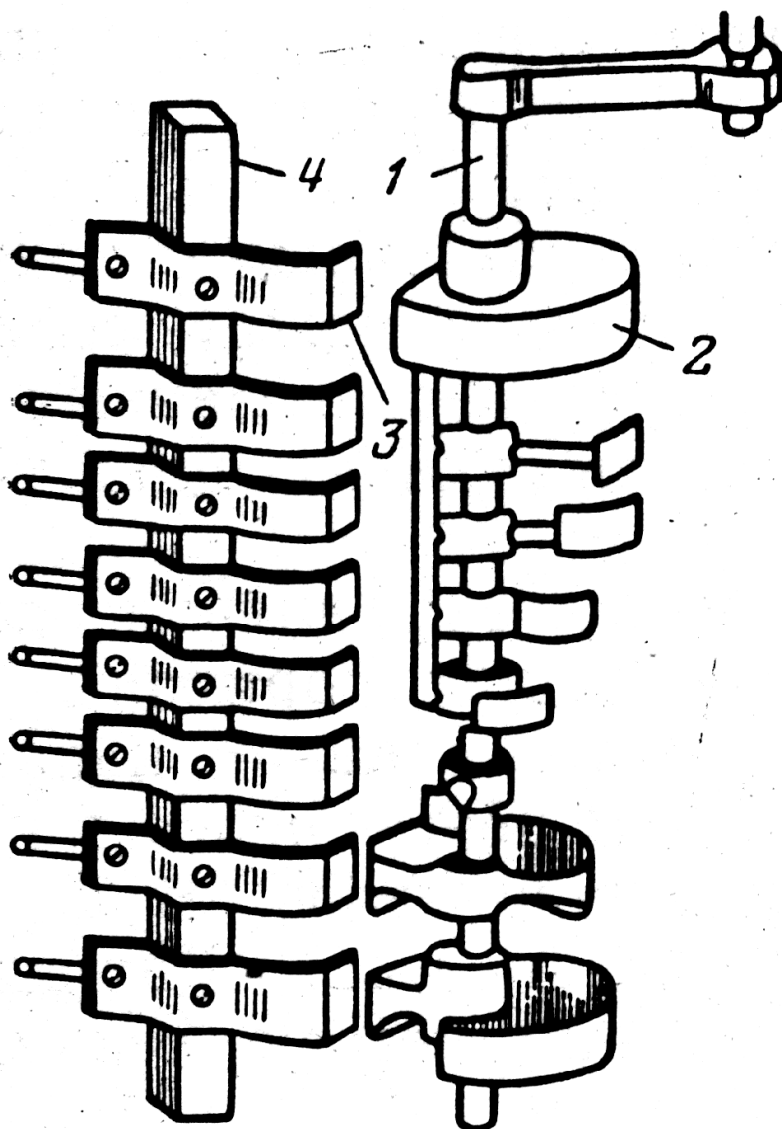
O'zgarmas va o'zgaruvchan tok elektr mashinalarini boshqarish, qo'zg'atish cho'lg'amidagi tokni rostlash uchun mo'ljallangan elektr apparatiga *kontrollyor deb ataladi*.

Kontrollerning qarshiliklari alohida bo'lib, ular bir-birlariga bog'lanmagan bo'ladi.

Kontrollyor ko'p pog'onali qayta ulovchi kontakt qurilmasi hisoblanadi. Bunday qurilmalarni tayyorlash gabarit o'lchamlari juda katta bo'lgan qarshiliklardan afzal hisoblanadi. Kontrollyorning yuritmasi qo'lda harakatga keltiriladi.

Kontrollyorlar uch turga bo'linadi: barabanli, kulachokli va palasali.

Kulachokli kontrollyor kuvvati va bir soatdagi ulanish chastotasi katta bo'lgan motorlarni boshqarishda ishlatiladi. Ularning kontaktlari mexanik va elektr eyilishga chidamli, titrash kam va kontaktlarining erishi xam kam sodir bo'ladi. Palasali kontrollyorlarda barabanli va kulachokli kontrollyorlarga nisbatan pog'onalar soni ko'p bo'ladi, shu sababli ular elektr mashinalarining qo'zg'atishini rostlash va motorlarni ishga tushirish va aylanish chastotasini rostlashda qo'llaniladi.



7.1-rasm. Barabanli kontrollerlar.1- aylanuvchi val; 2-qo'zg'aluvchi kontakt; 3- qo'zg'almas kontakt; 4-qo'zg'almas reyka.

7.4. Reostatlar

Reostat deb, qarshiligi rostlanuvchi elektr apparatga aytiladi. Reostatni boshqarish qo'lda yoki avtomatli ravishda amalga oshirilishi mumkin. Reostat qarshilikdan vash u qarshilikni kerakli chegaralarda o'zgartirish uchun mo'ljallangan ko'p pog'onali qayta ulagichdan iborat.

Reostatlar asosiy tok zanjirlariga yoki generator va motorlarning qo'zg'atish zanjiriga ulanadi.

Bajaradigan vazifasiga ko'ra reostatlar ishga tushirish, ishga tushirish – rostlash, rostlovchi, yuklatish va qo'zg'atish reostatlariga bo'linadi.

Ishga tushirish reostati deb, elektr motorning zanjiriga ishga tushirish vaqtida ulangan qarshiligi rostlanuvchi reostatga aytiladi. SHu sababli ishga tushirish reostati qisqa muddatli ish rejimida ishlaydi.

Ishga tushirish-rostlash reostati deb, elektr motorining zanjiriga faqat ishga tushirish vaqtidagina emas, balki motorning ish rejimida xam ulanadigan qarshiligi rostlanuvchi reostatga aytiladi. Bunday reostatlar uzoq muddatli yoki takrorlanuvchi –qisqa muddatli ishrejimiga mo'ljallangan bo'ladi.

Rostlovchi reostatlar motorlarning aylanish chastotasini yoki generatorlarning kuchlanishini rostlash uchun ishlatiladi.

Yuklanish reostatlari generatorlarining yuklamasini rostlash yoki ularning birlamchi motorlarini tekshirish jarayonida va elektr energiyasini yutish uchun ishlatiladi.

Qo'zg'atish reostatlari o'zgarmas va o'zgaruvchan tok elektr mashinalarining qo'zg'atish cho'lg'amlaridagi tokni rostlash uchun mo'ljallangan.

Qarshilik elementini tayyorlashda ishlatiladigan material turiga qarab reostatlar metali, suyuqlikli va ko'mirli bo'ladi. Ko'mirli reostatlar deyarli qo'llanilmaydi.

Qarshilik elementlarini sovitish usuliga qarab reostatlar havoli, moyli va suvli sovitishlarga bo'linadi.

Hovoli sovitish usuli metalli, suyuqlikli va ko'mirli reostatlarda qo'llaniladi.

Moyli sovitish usuli faqat metali reostatlarda qo'llaniladi.

Suvli sovitish usuli metali va suyuqlikli reostatlarda qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda faza rotorli asinxron motorlarni reostatli boshqarish o'rnini reostatsiz boshqarish egellamoqda.

7.5. KOMANDOAPPARATLAR

Kuchlanik 1000 v gacha bo'lgan o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjiralarida har xil qayta ulash uchun mo'ljallangan elektr apparatlariga *komandoapparatlar deyiladi*.

Ular boshqarish zanjiriga bevosita yoki elektromagnit apparatlar (rele, datchik va boshqalar) ning boshqarish zanjiri orqali ta'sir etadi.

Kontaktli komandoapparatlarni boshqarish tugmachasi, yo'lli uzgichlar, unversal qayta ulgichlar, komandokontrolyorlar kabi asosiy guruxlarga ajratish mumkin.

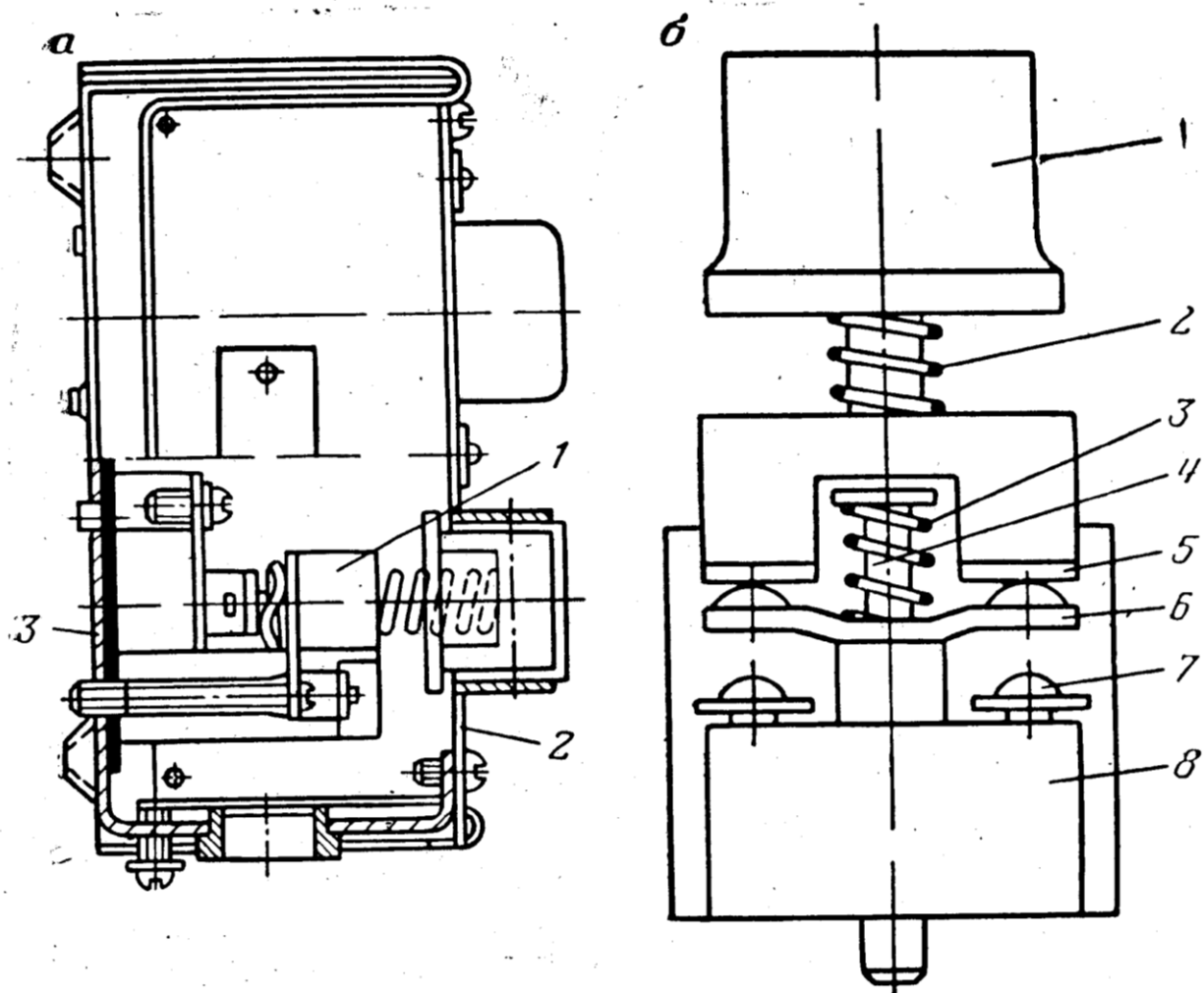
Kontaktli komandoapparatlar konstruksiyasining asosiy qismiga turli xil ulagichlar va qayta ulovchi kontakt elementlari kiradi.

Tugmachali boshqarish komandoapparatlarida kontakt qurilmalari bir biri bilan mexanik ravishda bog'langan bo'ladi. Operatorlar bunday komandoapparatlari yordamida ishga tushirish, to'xtatish, oddiy va kam uchraydigan ish rejimlarini amalga oshiradilar.

Tugmali elementlarining uzish qobilyati o'zgarmas tokda 80-100 Vt va o'zgaruvchan tokda esa 1500 VA gacha. Kommutasiyaga eyilish mustaxkamligi 200000 uzishdan kam emas, mexanik eyilish mustaxkamligi 1000000 sikldan kam emas.

7.2-rasmda umumiy panelga bir nechta tugmacha o'rnatilgan, 7.2, b rasmda esa bitta tugmacha ko'rsatilgan.

Unversal qayta ulagichlar kuchlanishi 500v gacha bo'lgan o'zgarmas tok va o'zgaruvchan tok boshqarish zanjirlarini qayta ulash uchun ishlatiladigan elektr apparatlariga aytiladi. Bu apparatlar qo'lda xarakatga keltiriladi. Unversal qayta ulagichlar elektromagnit apparatlarning (kontaktor, avtomat uzgich , kuchlanish 1000 B dan katta bo'lmagan uzatkichlarning yuritmasida, boshqarish zanjirini qo'shish va uzishda, quvvat katta bo'lmagan elektr motorlarining boshqarish zanjirlarida boshqa boshqarish rejimiga o'tkazish uchun, magnit stansiyalarni boshqarish, elektr o'lchov asboblarini qayta ulashda qo'llaniladi.



7.2-rasm. Tugmali panel:

a) 1- tugmacha; 2-qopqoq; 3-asos; b) 1-boshcha; 2-qaytaruvchi prujina; 3-kontakt prujinasi; 4-sterjen; 5-ajratuvchi kontakt; 6-ko'priksimon kontakt; 7- ulovchi kontakt; 8-plastmassali kolodka.

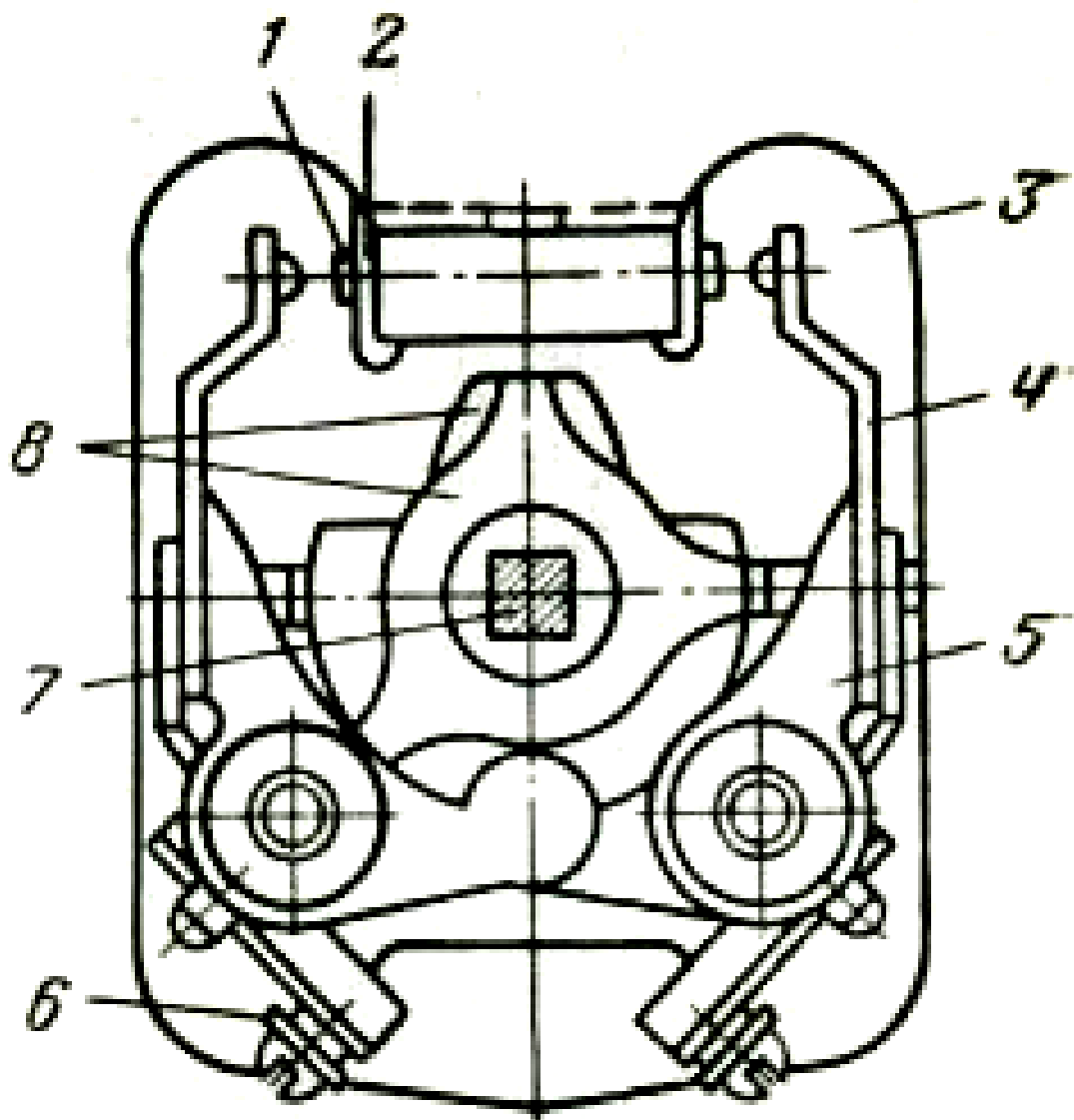
Boshqarish kalitlari. Elektro magnet yuritmalı aftomatlarnı va katta kuchlanishli uzgichlarnı ulashda bir necha kommutasion operatsiyalarnı bajarish kerak bo'ladi. Bunda sxema ulashga tayyorlanadi, so'ngra apparat ulanadi yoki uziladi. Bunday hollarda boshqarish kalitlari qo'llaniladi. Boshqarish kalitlarining kontak sxemasi paketli uzgichlarning kontak sxemasi bilan bir xil bo'ladi. Boshqarish kaliti ikkita garizantal va vertikal belgilash holatiga ega bo'ladi.

Blok-apparatlarini boshqarish va signallashtirish sistemalarida qo'llaniladi va ikkita punktda bir vaqtda signal signal kamandasini uzatishning oldini oladi.

Konstruktiv tuzilishi bo'yicha blok apparatlari bitta kopuga joylashtirilgan aniq holatli tugmachalar komplektidan ibborat bo'ladi.

Komandokon trollerlar deb. soatiga juda ko'p qayta murakkab ulanishlarni boshqarish zanjirlarida ammalga oshirishga mo'ljallangan elektr apparatlariga aytiladi. Ular kuchlanishi 440V bo'lgan o'zgarmas tok va kuchlanishi 500V gacha bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlashga mo'ljallangan.

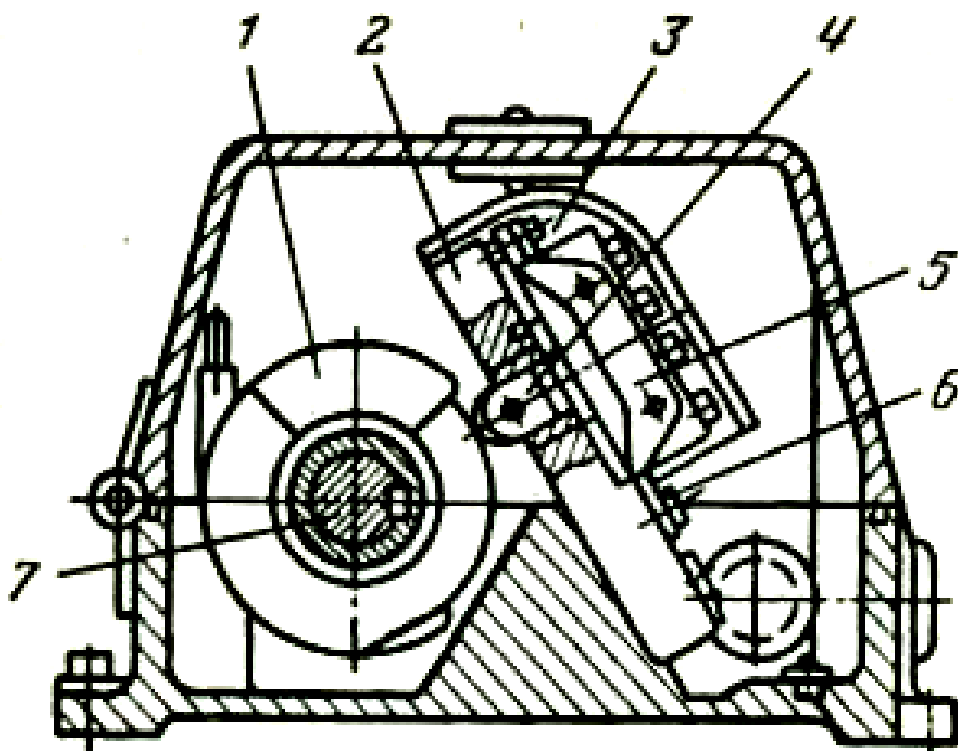
7.3-rasmda universal qayta ulagich seksiyasining tuzilishi ko'rsatilgan.



7.3-rasm. Universal qayta ulagich seksiyasi: 1,3-oraliqlar; 2-qo'zg'almas kontakt; 4-harakatlanuvchi kontakt; 5-kontakt richagi; 6-harakatlanuvchi kontakning chiqish qismi; 7-val.

Ta'sir etish usiliga qarab komandokontrolyorlarning yuritmasi qo'lda harakatga keltiruvchi, pichoqli va matorli bo'lishi mumkin. Konstruktiv tuzilishiga qarab esa barabanli, kulochokli, yo'lsimon va boshqa kontrolyorlarga bo'linadi.

7.4-rasmda KA21 tipli roslanuvchi komandoapparatlarning tuzilishi ko'rsatilgan.



7.4-rasm. KA21 tipli roslanuvchi komandoapparatlar: 1-kulachok; 2-izolyatsiyali ustun; 3,6,-vintlar; 7-val.

7.6. KONTAKTORLAR

Elektr zanjirlarni tez-tez ulash va uzish uchun mo'ljallangan distasion (masofaviy) ta'sir apparatlariga kontaktor deyiladi. Kontaktorlar zanjirlarni bir soatda 150-1500 marta ulash yoki uzish mumkin (bunda umumiy ulash va uzish soni 20-30 mln. maragacha etadi). Ular kuchlanishi 1200V gacha bo'lgan o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan elektr qurilmalarida keng ko'landa ishlatiladi. Bundan tashqari kontaktorlar kon, shaxta elektr yuritmalaridagi aftamatlashgan va yarim aftamatlashgan qurilmalarida ham ishlatiladi.

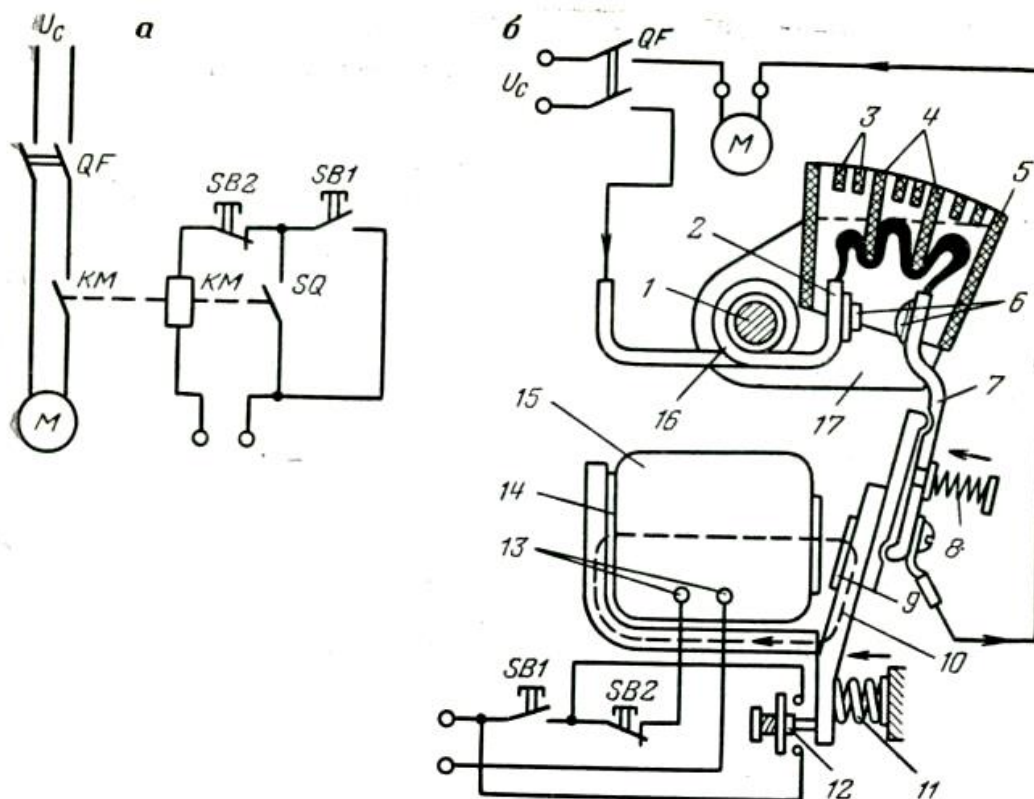
Tok turiga qarab kontaktorlar o'zgaras va o'zgaruvchan tok kontaktorlariga bo'linadi.

Qutblar soniga qarab uzgarmas va o'zgaruvchan tok kontaktorlarini bir va ko'p qutibli turlarga bo'linadi, ammo uzgarmas tok kontaktorlari bir qutibli, o'zgaruvchan tok kontaktorlari esa ko'p qutibli qilib tayyorlanadi.

Kontaktorlar ish rejimlariga qarab kategoriyalarga bo'linadi, ya'ni o'zgaruvchan tok kontaktorlari uchun 4ta kategoriya, o'zgaras tok kontaktorlari uchun esa 5 ta kategoriya mavjud. Ana shu kategoriyalarga ko'ra o'zgaruvchan va o'zgaras tok kontaktorlari I_{nom} tokdan $10 I_n$ tok kommutatsiyasiga mo'jjallangan bo'lib, ular qisqa –uzoq muddatli, uzoq muddatli, takroriy qisqa muddatli va qisqa muddatli rejimlarda ishlashi mumkin.

Kontaktorlar o'ta yuklanish va qisqa tutashuvni aks eta olmaydi. Bu funksiyani saqlagich va aftamat uzgichlar bajaradi va ularni kontaktorga ketma-ket ulaydi.

7.5, a-rasmda bir qutibli kontaktorlarni boshqarish sxemasi ko'rsatilgan.



7.5-rasm. Elektromagnit kontaktor: a) bir qutibli kontaktorning elektr sxemasi; b) shartli konstruktiv sxemasi.

Kontoktorlarning bosh kontoktorlari KM motor (M) ning zanjirga ulangan bo'ladi, g'altaga esa boshqarish zanjiriga SB1, SB2 va yordamchi SQ kontoktorlar bilan birgalikda ketma-ket ulangan bo'ladi.

Konstruktiv sxema 7.5,b-rasmda kontoktorlarning uzilgan holati tasvirlangan, ya'ni o'zak 14 joylashgan 15 g'altakdan kuchlanish prujina 11ta'sirida normal holatga keltirilgan. 2 va 7 kontoktorlar orasida sodir bo'lgan yoy 4 izolyasiyali devorga va 5 kamerada so'ndiriladi.

Yoyasosiy zanjirga, ya'ni po'lat o'zak 1 va qutb boshmog'i 17 ga ketma-ket ulangan magnit o'zak g'altagi 16 hosil qilgan magnit oqim ta'sirida tortiladi. Kamera 5 ning chiqish qismiga olov so'ndiruvchi panjara 3 o'rnatilgan bo'lib, u kamera 5 chegarasidan ionlashgan gazlarni chiqarishga ta'sir ko'rsatadi.

Kontoktorlarni ulash uchun SV1 tugmacha bosilib, g'altak 13 ga kuchlanish beriladi. G'altak 13 da magnit maydan xosil bo'ladi va yakor 10 ni o'zakka tortishga majburlaydi. YAKor 10 da harakatlanuvchi kontakt 7 mahkamlangan, bu kontakt qo'zg'almas kontakt 2ga tekkanda uning yuzasi bo'ylab siljiydi va kontak yuzasidagi plyonkani buzadi. Kontakt prujina 8 yordamida qo'shiladi. 6 kumish qistirma o'tish qarshiligining minimum bo'lishini ta'minlaydi. Ayrim hollarda bu kumish qistirma yoyga chidamli bo'lgan metalkeramika materialidan tayyorlanadi. Kontoktor o'zining g'altagi ta'sirida ulangan holatlarda turadi. Kontoktor ulangandan keyin 12 yordamida kontakt (SQ) ulanadi va SV1 tugmachani shuntlaydi, shu sababli ishga tushirish tugmachaning uzilishi g'altak 15 (KM) ning zanjirni uza olmaydi.

Yakor 10 ga latunli magnitlanmaydagan qistirma bo'lib, u o'zakning qoldiq induksiyasi ta'sirida hosil bo'lgan tortish kuchini kamaytiradi.

Kontoktorni uzish uchun SV2 tugmacha bosiladi va g'altak 15 ning zanjirini manbadan uzib qo'yadi.

Ko'rilayotgan sxemada elektr motorni himoyasi QF avtomat uzgich yordamida amalga oshiriladi.

Hozirda ishlab chiqarilayotgan o'zgaruvchan tok kontaktorlarining KT, KTP, KTV, o'zgarmas tok kontaktorlarining KP, KPV, KPD, o'zgarmas vao'zgaruvchan tok kontaktorlarining KM, RPK, KN tiplari mavjud.

7.7. MAGNIT ISHGA TUSHIRGICHLAR

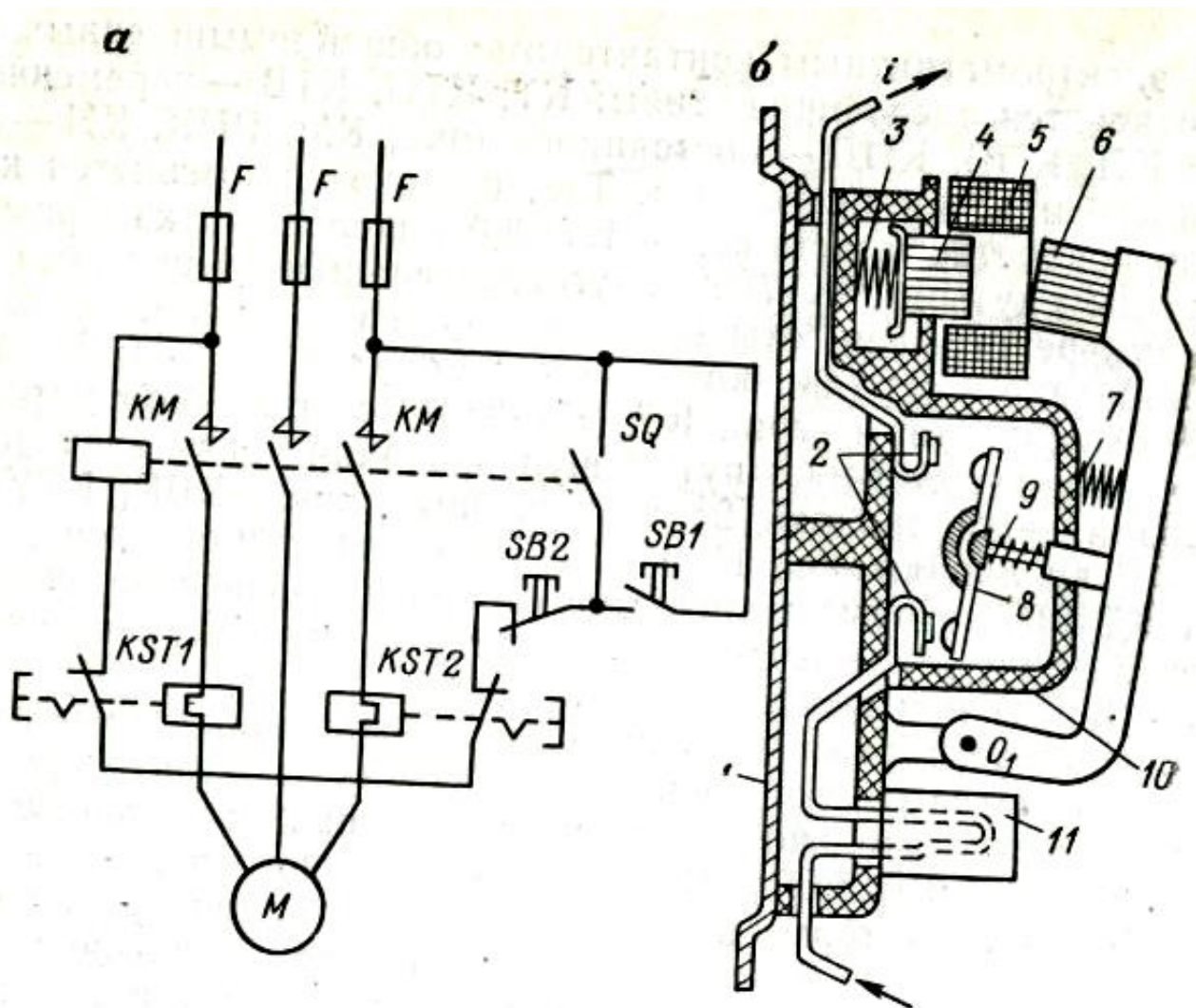
Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlarni masofadan turib va avtomat boshqaruvchi komplekt elektromagnit apparatlarga magnit ishga tushirgachlar deyiladi.

Magnit ishga tushirgachlar va o'zgaruvchan tok kontaktorlaridan iborat bo'lib, qo'shimcha tarzida yana o'ta yuklanish va qisqa tutashuvdan himoyalovchi relelardan iborat bo'ladi.

Bitta kontaktordan iborat bo'lgan magnit ishga tushirgich noreversiv magnit ishga tushirgich deyiladi. Noreversiv magnit ishga tushirgich elektr motorlarini ishga tushirish, uzish va qizish hamda qisqa tutashuv toklaridan himoya qiladi. Ikkita kontaktorli ishga tushirgichga reversiv magnit ishga tushirgich deyiladi. Bunday ishga tushirgich yuqoridagi funksiyalardan tashqari elektr motorning reversini boshqaradi.

Magnit ishga tushirgichlar ochiq, himoyalangan va chang hamda olov o'tmaydigan qilib tayyorlanadi.

7.6-rasmda noreversivli magnit ishga tushirgich ko'rsatilgan.



7.6- rasm. Magnit ishga tushirgich: a- elektr sxemasi; b- konstruktiv sxemasi.

SV1 tugmacha bosilganda (7.6, a-rasm) kontaktor g'oltagi KM ga KST1, KST2, issiqlik relolari va SV2 tugmacha orqali Yakor 6 O₁ o'q atrofida aylanib o'zak 4 ga tortiladi. Bunda qo'zg'almas kontaktlar 2 harakatlanuvchi ko'prik kontakt 8 ga ulanadi. Prujina 9 yordamida kontaktlar bosiladi. Bir vaqtning o'zida yordamchi kontaktlar SQ ulanadi va SV1 tugmachani shuntlab qo'yadi. Elektr motori o'ta yuklatilganda ikkita yoki bitta issiqlik relesi 11ishlab ketadi, g'altakning zanjiri KST1 va KSt2kontaktlar yordamida uzib qo'iladi. Bunda Yakor 6 o'zining massasi va qo'zg'aluvchi sistema va prijinasi 7 ta'sirida o'zakda yopishib tura olmaydi va kontaktlarni uzib uzilgan holatga o'tadi. 10 yopiq kamera maxsisqurilmasiz yoyning so'ndirilishini ta'minlab beradi. SV2 tugmachaning bosilishi esa magnit ishga tushirgichni o'chiradi.

3 prujina harakatlanuvchi qismini ishga tushirgichni ulaganda sodir bo'ladigan zarbalardan saqlaydi. Ishga tushirgichning barcha detallari metal asos 1 ga mahkamlanadi. Elektr matorni qisqatutashuv toklaridan himoyalash uchun zanjirga saqlagich F ulangan.

Magnit ishga tushirgachlar gaz va changlar bo'lgan shaxta va razrezlarda qo'llaniladi, shu sababli ular umumiy maqsadli ishga tushirgichlardan ulanish sxemasi va konstruktiv bajarilishiga ko'ra farvlanadi.

Magnit ishga tushirgichlarni tanlash quyidagicha amalga oshiriladi:

- Qurilma kuchlanishi bo'yicha: $U_{\text{qur}} \leq U_n$;
- Tok qiymati va turiga qarab: $I_{\text{norm}} \leq I_n$; $I_{\text{max}} \leq I_n$;
- Ulanadigan motorlarning quvvati: $P_{\text{ulan}} \leq P_{\text{qo'sh}}$;
- Qullanilish kategoriyasi bo'yicha.

8. KUCHLANISHI 1000 V DAN KATTA BO'LGAN TARQATISH QURILMALARINING ELEKTR APPARATLARI

8.1. UMUMIY MA'LUMOT

Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan apparatlarga elektr qurilmalarida ishlatilayotgan ko'plab avtomat va noavtomat elektr apparatlari kiradi.

Bu apparatlar elektr qurilmalarining elektr zanjirlarini ulash, uzish, anormal rejimlardan himoya qilish va boshqa vazifalarini bajaradi.

Vazifasi va bajaradigan funksiyasiga ko'ra bu apparatlar 4 ta guruhga bo'linadi.

1. Uzish (o'chirish) uchun ishlatiladigan apparatlar. Ajratgichlar yuklama bo'lmaganda zanjirlarni turli xil qayta ulash uchun qo'llaniladi. Uzilgan holatda ajratgichlar izolyasiyalik oraliq bo'lib xizmat qiladi va zanjirning uchastkalarini uzish vazifasini bajaradi hamda elektr qurilmalariniko'zdan kechirish va sozlash sharoitlarini yaratib beradi. Uzgichlar anormal va avariya rejimlarida sodir

bo'ladigan qisqa tutashuv va o'ta yuklanishdan elektr zanjirlarini avtomat ravishda uzish va zanjirlarni operativ (tezkor) ulash va uzish uchun ishlatiladi.

2. Himoya apparatlari. Saqlagichlar elektr janjirlarini qisqa tutashuv va o'ta yuklanish toklaridan himoyalash uchun mo'ljallangan. Zaryadsizlantirgichlar elektr zanjirlarini o'ta kuchlanishdan himoya etadi.

3. Releli va o'lchov manbalari zanjirlarining apparatlari. Tok va kuchlanish transformatorlari o'lchov asboblari va releli himoyasi uchun manba hisoblanib, kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan releli va o'lchov zanjirlarini birlamchi kuchlanishi 1000 V dan katta bo'lgan zanjirdan izolyasiyalaydi.

4. Tokni cheklovchi apparatlar. Tokni cheklovchi reaktorlar katta quvvatli elektr zanjirlarda sodir bo'ladigan qisqa tutashuv rejimidagi tokni cheklash va shu rejimlarda kuchlanishning qiymatini bir xilda ushlab turish uchun xizmat qiladi.

Kuchlanishi 1000 V dan katta bo'lgan elektr apparatlarining asosiy parametrlari. Apparatning nominal kuchlanishi U_n -apparat uzoq muddatli normal ishlab turgan vaqtdagi va ma'lum bir izolyasiya sinfiga mos keluvchi kuchlanish.

Energetika tizimida qo'yidagi kuchlanishlar qabul qilingan: 3; 6; 10; 15; 20; 35; 110; 150; 220; 500 va 750 kV.

Apparatning nominal (uzoq muddatli) toki I_n - apparatdan uzoq muddat o'tib turgan tok, bunda atrof muhit teperaturasida apparatning ayrim qismlarining qizishi yo'l qo'yilgan qiymatidan oshib ketmasligi lozim.

Konchilik korxonalariga zarur bo'lgan elektr energiya –energotizimlarga ulangan rayon nimstantsiyalardan uzatiladi. Korxonaga o'rnatilgan nimstantsiyalar bu elektr energiyani qabul qiladi, kerakli kuchlanish qiymatigacha o'zgartiradi, kerak bo'lsa boshqa turdagi kuchlanishga (o'zgarmasga) aylantiradi, taqsimlaydi va iste'molchilarga uzatadi.

Elektr energiyani qabul qiluvchi, o'zgartiruvchi va taqsimlovchi elektr qurilma nimstantsiya (NS) **deb ataladi**. Agar bu qurilmada elektr energiyani o'zgartiruvchi uskunalari bo'lmasa, bu qurilmani tarqatish qurilma(TQ) **deb ataladi**.

“Elektr qurilmalarni tuzilish qoidalari” ga (ETQ) asosan korxonalarning elektr energiya bilan ta’minlash tizimlariga quyidagi asosiy talablar qo’yiladi:

- elektr ta’minoti ishonchililigi;
- yuqori sifat ko’rsatkichli elektr energiya bilan ta’minlash;
- elektr ta’minoti elementlarining xavfsizligi;
- elektr ta’minoti rejaliligi.

Yuqorida keltirilgan talablarni qondirish, loyihada qabul qilingan echimlar bilan bir qatorda loyihada ko’zda tutilgan elektr uskunalarga ham bog’liq.

Korxonalarning elektr ta’minot tizimi tashqi va ichki qismdan iborat:

- tashqi elektr ta’minot tizimiga – rayon nimstantsiyasidan korxonaga bosh nimstantsiyasigacha (KBN) uzatilgan kabel yoki havo liniyalardan tashkil topgan tarmoqlar kiradi;

- ichki elektr ta’minot tizimiga esa, nimstantsiyalar, yuqori va past kuchlanishli tarqatish qurilmalar, elektr iste’molchilarga energiyani uzatadigan kabel va havo liniyalar kiradi.

Ana shu tizimlarda elektr energiyani uzatish, o’zgartirish va tarqatish uchun – shinalar, izolyatorlar, ajratgichlar, ayirgichlar, qisqa tutashtirgichlar, uzgichlar, saqlagichlar, reaktorlar, zaryadsizlantirgichlar kuch va o’lchov transformatorlari keng qo’llaniladi. Bu jihozlarning bir-biridan kuchlanish qiymati, tok miqdori va turli ishlatish sharoiti bilan bir-biridan farq qiladi.

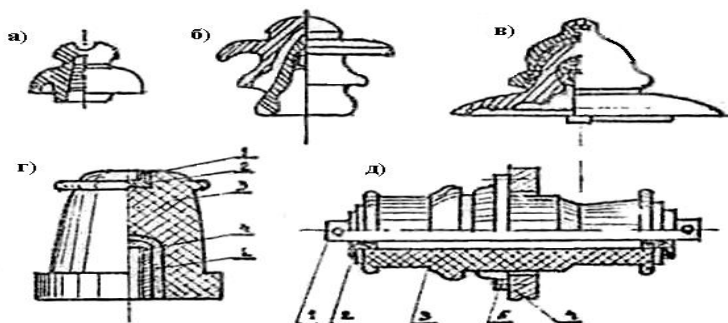
Yuqorida keltirilgan elektr uskunalarni to’g’ri tanlash, to’g’ri ishlatish va ishlash sharoitini nazorat qilish, elektr ta’minotiga qo’yiladigan talablarni qondirishga bevosita ta’sir ko’rsatadi. Bu jihozlarning turlari, ularni tavsiflovchi ko’rsatkichlari, ko’rinishi va sxemalari [1,2,3] adabiyotlarda to’la keltirilgan.

8.2. IZOLYATORLAR

Turli tok o’tkazuvchan jihozlarni mahkamlash, ularni erdan, qobug’dan va bir-biridan ajratib turish uchun, dielektrik materiallardan tayyorlangan izolyatorlar

keng qo'llaniladi. Izolyatorlar bajaradigan vazifasiga nisbatan turli ko'rinishlarga ega bo'ladi.

Tayanma izolyatorlar – shinani izolyatorga mahkamlash uchun mo'ljallangan metall armatura (1), izolyatorni o'zini mahkamlash uchun mo'ljallangan metall armatura (4), chinni qobiq 3 ichiga qotirib joylashtirishga mo'ljallangan yopishtirgich (2) lar dan tashkil topgan. Izolyatorning dielektrik va mexanik chidamliligini oshirish uchun chinni qobiqning yuzasi sirlanadi.



8.1. rasm. Izolyatorlar

a, b – tiranma, v – osilma, g – tayanma, d - o'tqazma

O'tkazma izolyatorlar – tok o'tqazuvchanlarni nimstantsiyaning devoridan o'tqazish uchun qo'llaniladi. Bu izolyatorda chinni qobiq (3) ichidan to'g'ri to'rtburchak kesimli shina (1) o'tqazilgan. Bu shina ikki tomonidan metall shaybalar (2) bilan mahkamlangan. Izolyatorni devoriga mahkamlash uchun mo'ljallangan maxsus gardish (4) yopishtirg'ich bilan chinni qobuqning o'rtasiga mahkamlangan.

8.3. SHINALAR

Tarqatish qurilmalarda tok o'tkazuvchanlar sifatida asosan mis, alyuminiy yoki po'latdan tayyorlangan, to'g'ri to'rtburchak kesimga ega bo'lgan shinalar qo'llaniladi. Sanoatda alyuminiydan tayyorlangan shinalar kengroq qo'llaniladi. Shinalarning kesimi 15x3 mm dan 120x10 mm gacha bo'lishi mumkin.

Shinalar tayanma izolyatorlar yordamida mahkamlanadi (2. rasm). Tok o'tish natijasida shinalar qiziydi va bo'ylamas bo'yicha cho'zilishi mumkin. Ana shu holatga halaqit bermaslik uchun, shpilkalar (1) o'rnatilgan po'lat taxtacha (8) vint (6) bilan izolyatorga (7) mahkamlangan.(2, a rasm). Uzunligi shinning qalinligidan 3,3-0:5 mm ga uzun bo'lgan vtulkalar (5) shpilkalarga kiygizilgan. Shina joylashtirilib alyumin taxtacha 2 yordamida gayka 4 bilan mahkamlanadi.

Agar yuklamaning tok qiymati katta bo'lsa, xar farza parallel shinalar o'rnatiladi (2. b rasm). Mahkamlash jarayonida parallel shinalar orasida bo'shliq qoldiriladi. Bu bo'shliq shinalarni sovitishga xizmat qiladi.

Qisqa tutashuv toklari taʼsirida uch fazali tarmoqning fazalariga o'rnatilgan shinalar orasida elektrodinamik kuch hosil bo'ladi. Bu kuch shinalarning mahkamlangan joyida qo'zg'otishga harakat qiladi. SHuning uchun loyihalash jarayonida shinalarni elektrodinamik kuchlarga chidamliligi tekshiriladi.

Uch fazali tarmoqning faza shinalar har xil rangga bo'yaladi:

A - faza - sariq, V faza - yashil, S faza - qizil. O'zgarmas tok shinalari esa, musbat qutbi - to'q qizil va manfiy qutbi - ko'k ranglarga bo'yaladi.

Sanoatda uchraydigan shinalarning turlari:

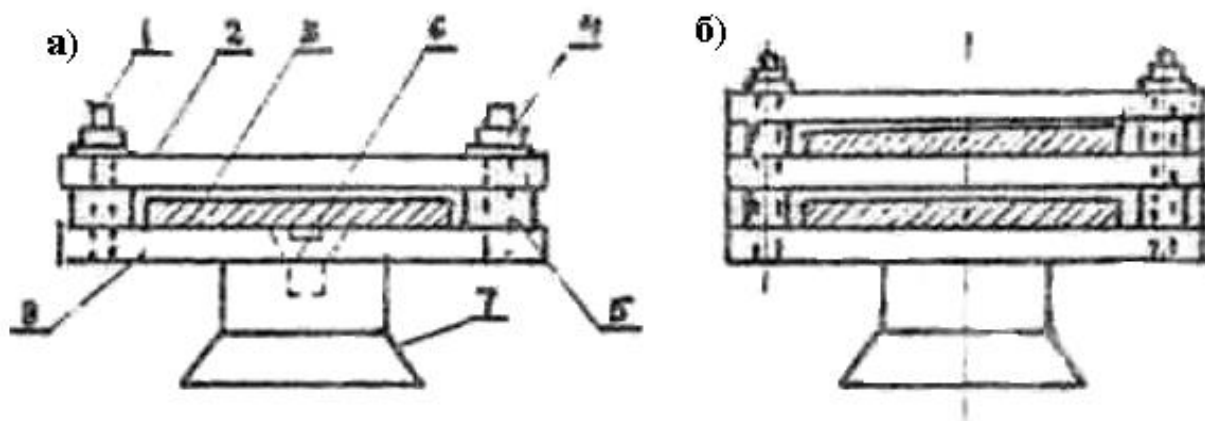
- SHMM (shini mednie myagkie), SHMT (shini mednie tverdie), SHMTV (shini medovie tverdie iz bezkislородnoy medi). Bu shinalarning kesimi 180 mm² dan 1800 mm² gacha bo'ladi;

- SHAT (shini alyuminevie s tverdoy provodkoy);

- ADO (alyuminevie shini bez teplovoy obrabotkoy);

- ADZ1 (alyuminevie shini zakalennie) va b.q.

- Bu shinalarning kengligi 6-500 mm. qadinligi esa 3-100 mm gacha bo'ladi.



8.2. rasm. Shinalarni mahkamlash.

a - bir tasmali, b – ikki tasmali

8.4. AJRATGICHLAR

YUklamasi bo'lmagan yoki tokli elektr zanjirini ulash hamda uzish uchun ishlatiladigan elektr apparatiga *ajratgich deyiladi*.

Ajratgichlar (Aj) – “Iste'molchilarning elektr qurilmalarini ishlatishda texnika xavfsizligi qoidalari” 1000 V dan yuqori kuchlanishli elektr uskunalarda ta'mirlash ishlarini bajarganda, uskunadan kuchlanishni to'la uzishni talab qiladi. Bu talabni bajarish hamda, ko'rinadigan uzishni hosil qilish uchun avtomatik ulash yuritmasiga ega bo'lmagan kommutatsiya qurilma – ajratgichlar qo'llanadi.

Ajratgichlar maxsus yoy so'ndirish qurilmalariga ega bo'lmagani uchun, tarmoqni faqat yuklamasiz holatida uza oladi. Lekin ayrim hollarda, ya'ni kuchlanish o'lchov transformatorlarini, shinalarni ulash 10 km dan kam uzunlikdagi 10 kV kuchlanishgacha bo'lgan kabellarni zaryadsizlantirish hollarda, bir fazali erga tutashuv toklarini uzish uchun ajratgichlar qo'llanishi mumkin.

Ajratgichlar, qutblar soniga qarab bir va uch qutbli, o'rnatiladigan joyiga qarab – ichki va tashqi sharoitda ishlatiladigan va tuzilishiga qarab qo'zg'aluvchan kontakti kesma va aylanma harakatlanuvchi turlarga bo'linadi.

Ajratgichlarning asosiy ko'rsatkichlariga ularning me'yoriy tok va kuchlanishi, 10 s davomida ta'sir qiluvchi q.t. toklariga chidamliligi kiradi. SHu

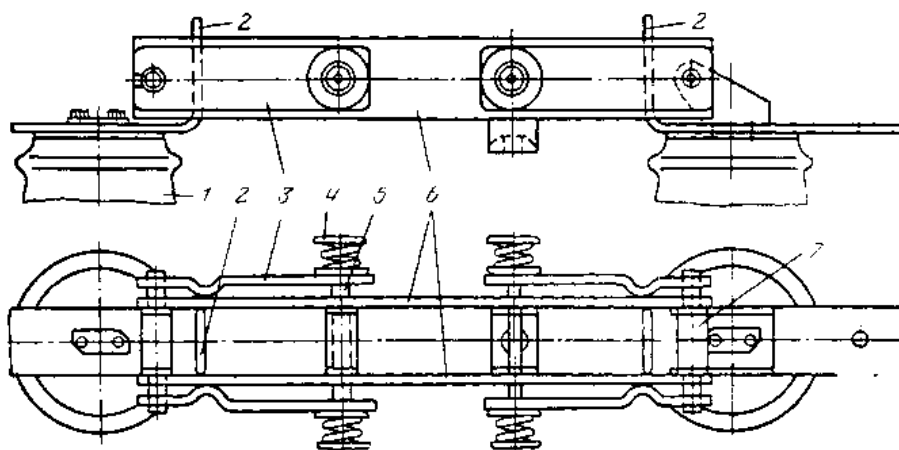
sababli 6 kV dan 110 kV gacha, 100 A dan 3200 A gacha mo'ljallangan ajratgichlar sanoatda keng uchraydi.

Ajratgichlarning keng tarqalgan turlari: RV, RND va RNDZ.

Ajratgichlar yuklama uzilgandan so'ngra elektr zanjirining u yoki bu uchastkasining kuchlanishini uzib qo'yadi. Havo va kabel liniyalaridagi sig'im toklarini ham uzib qo'yishi mumkin.

Ajratgichlar qutlar soniga qarab – bir va uch qutbli; o'rnatilish turiga qarab – ichki va tashqi o'rnatilish; o'rnatilish usuliga qarab – pichoqlarning vertikal va gorizontal joylashishi; konstruksiyasiga qarab-qirquvchi, buraluvchi, siljuvchi, pantograf va osiluvchi turlarga bo'linadi.

8.3-rasmda qirquvchi ichkarida joylashuvchi ajratgichning tuzilishi ko'rsatilgan.



8.3.-rasm. 10 kV va toki 400 A bo'lgan RV tipidagi ajratgichning kontakt sistemasi.

Izolyator 1 da mis shina mahkamlangan bo'lib, qo'zg'almas kontakt 2 vazifasini o'taydi. Kontakt 2 ning tirsak qismlariga silindrsimon yuza qilib ishlov berilgan, shu sababli plastina pichoqlari 6 bilan birgalikda chiziqli kontaktni tashkil qiladi. Prujina 4 sterjen 5 ga kiydirilgan bo'lib, po'lat plastinalar 3 ni bosib turadi. O'z navbatida 3 plastinalar pichoqlarni qo'zg'almas kontaktlarga bosib turadi. Kontaktdagi bosim qanchalik katta bo'lsa, o'tish qarshiligi shunchalik kichik bo'ladi, ammo kontaktlarning eyilishi yuqori bo'ladi. Ayrim ajratgichlar

ishchi tok o'tkazuvchi pichoqlaridan tashqari yana erga ulovchi pichoqlar bilan ham ta'minlangan bo'ladi. Erga ulovchi pichoqlar uziladigan tormoqning ishchi kontaktlari uzilganidan keyin erga ulaydi.

Ajratgichlarni qo'l yordamida yoki masofadan turib boshqarish mumkin. Keyingi vaqtlarda bir va uch qutbli avtomat ajratgichlar keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

Ayirgichlar (Ay) – ayirgichlar nimstantsiyalarning birlamchi tomonida qo'llaniladigan uskuna bo'lib, tarmoqlarning shikastlangan bo'lagini (qisqa tutashtirgichlar sun'iy qisqa tutashuv sodir qilgandan so'ng) ayirishga ishlatiladi va 35 kV, 110 kV li elektr qurilmalarda foydalaniladi.

Bu uskunalarining ajratgichlardan farqi shuki ularda avtomatik uzish yuritmasiga ega, ulash esa qo'l kuchi yordamida bajariladi.

Ayirgichlar 35 va 110 kV ga va 500-1000 A toklarga mo'ljallangan bo'ladi. Keng tarqalgan turlari – OD, ODZ.

Qisqa tutashtirgichlar (Qt) - Qisqa tutashtirgichlar deb, elektr zanjirida nosozlik sodir bo'lganda uni tezda avtomat ravishda erga qisqa tutashtiradigan apparatlarga **aytiladi**. Qisqa tutashtirgichlar 35 kV va undan yuqori kuchlanishli tarmoqlarda sun'iy qisqa tutashish sodir qilish uchun qo'llaniladi. Bu apparatlarning harakati natijasida rayon nimstantsiyalaridagi kommutatsion qurilmalar (releli himoya ta'sirida) korxonada nimstantsiyasining ta'minlovchi tarmoqlarini manbadan ayiradi.

Bu apparatlar avtomatik ravishda ulanadi, qo'l kuchi yordamida ayiriladi. Keng tarqalgan turlari KRN, KZ.

36 kV ga mo'ljallangan qisqa tutashtirgichlar ikki fazani erga ulashga mo'ljallanganligi uchun ularga ikkita alohida qutblardan iborat bo'ladi va ikkalasi birga harakat qiladi.

110 kV va undan katta kuchlanishga mo'ljallangan qisqa tutashtirgichlar bir qutbli bo'lib, har biri alohida yuritma yordamida boshqariladi.

Qisqa tutashtirgichlar avtomat ulanishga ega Qisqa tutashtirgichlarning ulanish vaqti 0,5 s tashkil etadi.

8.5. SAQLAGICHLAR

Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan qurilmalarni eriydigan metall element yordamida qisqa tutashuv toklaridan va yo'l qo'yib bo'lmaydigan o'ta yuklanishdan saqlaydigan apparatga *saqlagich deyiladi*.

Eriydigan element himoyalangan ob'ekt zanjiriga ketma-ket ulanadi va qisqa tutashuv yoki o'ta yuklanish toklari zanjirdan o'tganda, bu element erib ketadi, hamda himoyalangan qurilma shu tariqa himoyalani qoladi.

Saqlagichlarni yoyni so'ndirish usuliga qarab 3 guruhga bo'linadi (8.4.-rasm):

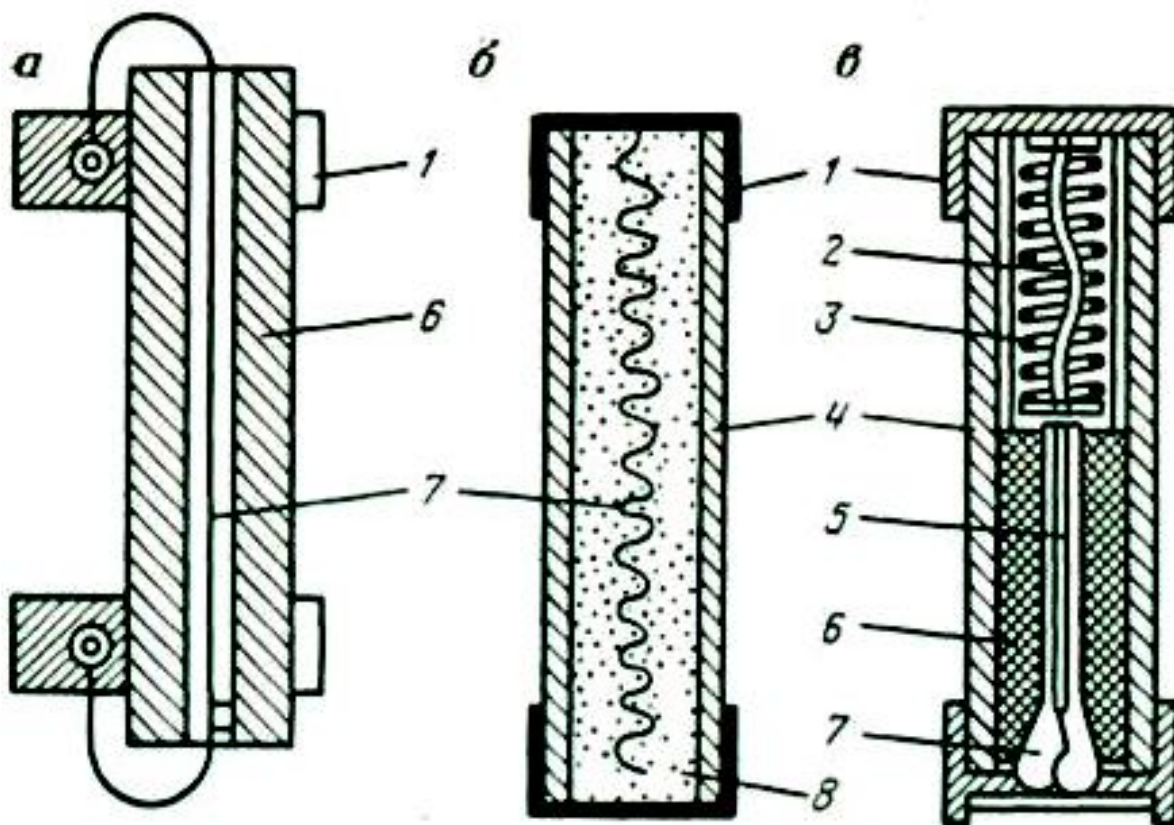
- 1) Quvurda gazli avto purkashli;
- 2) Mayda donli to'ldirgichli;
- 3) Uzish jarayonida yoyni mexanik cho'zishli.

Gazli avto purkashli saqlagichlar quvurchada (trubada) uzun eruvchi material joylashtirilgan.

Mayda donli to'ldirgich bilan to'ldirilgan saqlagichlarda yoyni so'ndiruvchi eruvchi material mayda donli muhitda joylashtiriladi. Mayda donli muhit sifatida kvarsli qum ishlatiladi (kvars qum 99,5% ni tashkil etadi).

Yoyni mexanik cho'zuvchi saqlagichlarda uzish jarayonida asosan qisqa eruvchi material qo'llaniladi.

Saqlagich – ajratgichlar bunda saqlagichlar bir vaqtning o'zida ajratgichning vazifasini ham bajaradi.



8.4-rasm. So'ndiruvchi saqlagichlarning konstruksiyasi: a-quvurchada gazli avto purkashli; b-mayda donli to'ldirgichli; v-yoyni mexanik cho'zishli: 1-izolyasiyali korpus; 2-eruvchi element; 3- qattiq Gazli yoy so'ndiruvchi material; 4-sterjen; 5-prujina; 6-egiluvchi bog'lanish; 7-kontaktli boshmoq; 8-mayda donli to'ldirgich.

Shunday qilib, saqlagichlar shaxta va ka'berlarda ishlatiladigan elektr qurilmalarini qisqa tutashuv va o'ta yuklanish toklaridan himoya qiladi.

8.6. UZGICHLAR

YUqori kuchlanishli tarmoqlarda, normal ish sharoitida tok zanjirlarini ulash, uzish va turli shikastlardan himoyalash uchun uzgichlar (U) keng qo'llaniladi. Bu uzgichlarga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi:

- Ish sharoitida ishonchlilik, ishlatishda xavfsizlik;
- Tokni iloji boricha kichik vaqt davomida uzish;
- Iloji boricha ixcham va engil;
- Yig'ishda oson ishlashda tovushsiz;

- Nisbatan arzon.

Hozirgi kunda qo'llaniladigan uzgichlar yuqoridagi talablarga asosan javob beradi. Ular ochiq havoda, nimstantsiyalarning yopiq xonalarida, komplekt tarqatish qurilmalarida uzoq muddat davomida ishlatishga mo'ljallangan.

Sanoatda moyli, elektromagnitli, vaakumli va yuklama uzgichlarkeng qo'llaniladi.

8.7. YUKLAMA UZGICHLAR

Quvvati unchalik katta bo'lmagan qurilmalarda yuklama toklarini uzish yoki kuch transformatorlarning magnitlovchi toklarini ulash va uzish, havo, kabel liniyalari va kondensator batareyalarining sig'im toklarini ulash va uzish uchun ishlatiladigan elektr apparatiga *yuklama uzgichlar deb ataladi*.

Yuklama uzgichlari murakkab bo'lmagan yoy so'ndiruvchi qurilma va ajratgichdan iborat bo'ladi.

Saqlagich bilan ketma-ket ulangan yuklama uzgichlari faqatgina yuklama toklarini ulab va qo'shibgina qolmasdan, balki ma'lum bir oraliqlarda o'ta yuklanish va qisqa tutashuv toklarini uzish mumkin.

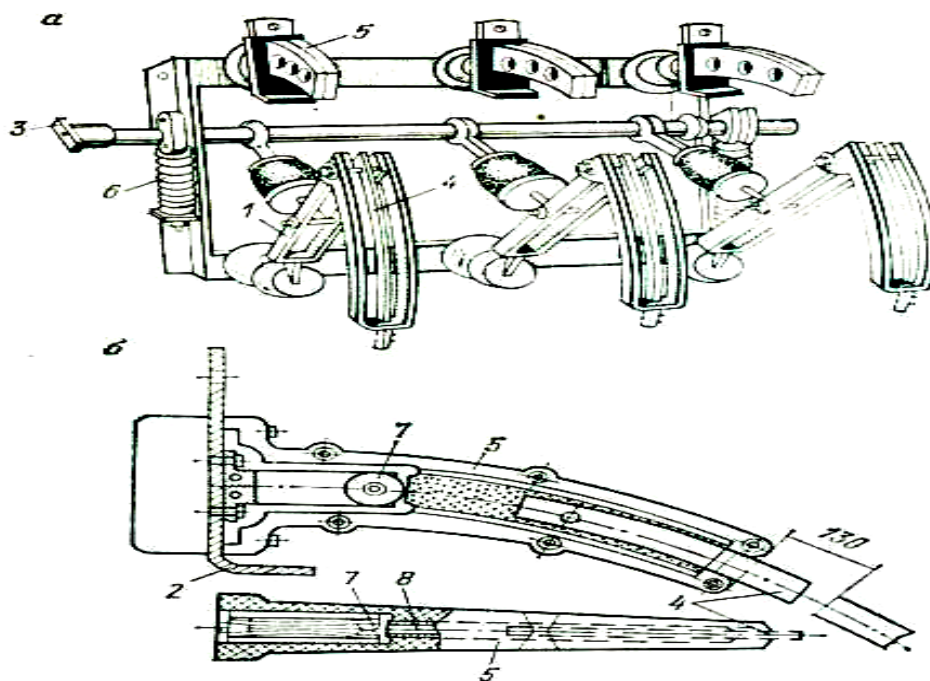
Avtomatlashtirilgan yuklama uzgichlari porshen qurilmasi tomonidan yoy so'ndiruvchi kamerada hosil qilingan va uzatilgan siqilgan havo oqimi yordamida yoyni so'ndiradi.

Avtogazli yuklama uzgichlari yoyni gaz oqimi yordamida so'ndiradi.

VN tipidagi yuklama uzgichi (8.5-rasm) vertikal holatda joylashtiriladi va tashqi ko'rinishi uch qutbli ajratgichni eslatadi. Uzgichning nominal kuchlanishi 10 kV, uzish toki 200 A. Uchta qutbi ham payvandlangan ramada joylashtirilgan bo'ladi. Qutbning pastki tayanch izolyatorida qutbning chiqish qismi va qo'zg'aluvchi kontakt 1 ning sharniri joylashgan. Ustki izolyatorida qo'zg'almas kontakt 2, yoyni so'ndiruvchi kamera va qutbning ikkinchi chiqish qismi mahkamlangan. Qo'zg'aluvchi kontakt 1 ikkitalik qilib yasalgan. O'rtada yoy so'ndiruvchi kontakt 4 mahkamlangan bo'lib, u yupqa egilgan mis shina shaklida

bo'ladi. Yon tomonlarida ikkita po'lat plastina joylashtirilgan bo'lib, asosiy qo'zg'aluvchi kontakti hosil qiladi.

Qo'zg'aluvchi kontaktlar 1 uzgichning vali 3 yordamida harakatga keltiriladi. Val farforli tortish kontaktlari bilan ulangan bo'ladi. Uzgich prujina 6 yordamida uziladi.



8.5-rasm. Yuklama uzgichi

Yoy so'ndiruvchi kamera 8.5 b-rasmda ko'rsatilgan. Qo'zg'almas bo'lgan yoy so'ndiruvchi kontakt 7 asosiy qo'zg'almas kontakt 2 bilan ulangan bo'ladi. Korpus 5 plastmassadan tayyorlangan. Korpus ichida ikkita organik shisha vkladish 8 joylashtirilgan.

Yuklama uzgichni boshqarish uchun richakli yuritma qo'llaniladi, bu yuritma apparatni masofadan turib uzish imkonini beradi. Agarda masofadan turib yuklama uzgichni ulash kerak bo'lsa, u holda elektromagnit yuritmadan foydalanish mumkin.

Yuklama uzgichi bilan ketma-ket saqlagich ham ulanadi va uzgichni qisqa tutashuv rejimidan himoya qiladi.

Gaz bilan to'ldirilgan yuklama uzgichida yoy elegaz yordamida so'ndiriladi.

Elegaz turg'un inert gaz hisoblanadi va havoga nisbatan elektr mustahkamligi juda yuqori bo'lib yoy so'ndirish xususiyati juda yuqori bo'ladi.

Elegaz juda katta tokda ham o'zining izolyasiya xususiyatini yo'qotmaydi. Gaz bilan to'ldirilgan yuklama uzgichlarning yoy so'ndirish qurilmasi germetik yopilgan kamera ko'rinishida bo'ladi. Elegaz yoyni yaxshi so'ndiradi va o'zining elektr mustahkamligini tezda tiklaydi. Shu sababli juda katta toklarga mo'ljallangan yuklama uzgichlarini yaratish imkonini beradi.

8.8. MOYLI UZGICHLAR

Moyli uzgichlar 1930 yillarda ishlab chiqarila boshlanib yaqin vaqtlargacha yagona kommutatsiya qurilmasi sifatida ishlatib kelingan.

Sanoatda ko'p moyli (tarmoqning uchchala fazalari, umumiy xajmga ega bo'lgan va moyga to'ldirilgan idish ichida uziladi va ulanadi) va kam moyli (har bir faza uchun aloxida yog' to'ldirilgan uzgich) uzgichlar qo'lanadi.

7.1 jadvalda xozirgi kunda keng tarqalgan uzgichlarning texnik tavsiflari keltirilgan.

Ko'p moyli uzgichlarda moy solingan idish (bak) qobig'i zaminlangan bo'lib, moy ikki vazifani bajaradi: tok o'tkazuvchan qisimlarni zaminlangan qobiqdan ajratib turadi va uzgichning kontaktlari ajralishida bo'ladigan elektr yoyni o'chiradi.

Kam moyli uzgichlarda qo'llanadigan moyning asosiy vazifasi faqat yoyni o'chiradi.

Moyli uzgichlarning kontaktlari uzilishi natijasida paydo bo'lgan elektr yoyni harorati juda katta bo'lgani sababli, uzgichning ichidagi moy parchalanib gaz paydo bo'ladi. Bu gazning taxminan yarmi moy bug'lari bo'lsa, qolgan yarmi vodorod gazidan va har xil uglevodorodlardan tashkil topadi. Bu gazlar yuqori

yonish qobiliyatiga ega, lekin uzgich ichida kislorod etishmagani uchun u yonmaydi.

8.6.- rasmda moyli uzgichlarda moyning o'chirish usuli ko'rsatilgan.

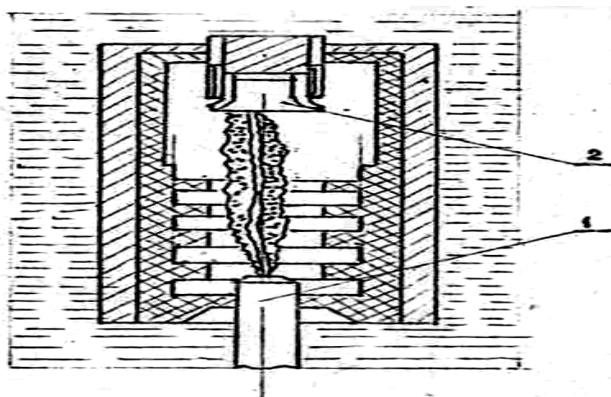
Uzgichning kontaktlari bir-biridan uzoqlashganda qo'zg'aluvchan kontakt (1) pastga qarab harakat qiladi (1 va 2) kontaktlar orasida yoy paydo bo'ladi. YOyni parchalanishi tezlashgan sari, kamera ichida bosim oshadi va moy satxiga yaqin joyda paydo bo'lgan sovuq gaz yoy tomon harakat qiladi. Qo'zg'aluvchan kontakt kameradan chiqqunga qadar kamera ichida gaz bosimi ortib boradi. Kontakt kameradan chiqishi bilan, kameradagi gaz tashqariga katta bosim bilan yoini puflab chiqaradi va uning o'chishiga olib keladi.

Moyli uzgichlarning tavsiflari

1-jadval.

Uzgich turi	Me'yoriy kuchlanish, kV	Me'yoriy toki, A	Uza oladigan quvvat, mVa	Uza oladigan tok, kA	Yuritma turi
VMP-10, VMP-10K	10	630,1000, 1200	350	20	PE-11
VMP-10P, VMPP-10	10	630,1000, 1600	350	20	PEV-12
VMPE-10	10	630,1000, 1600	500	25	PEV-12
VMG-10, VMG-133	10	630,1000	400	20	PPV-10 PS-10
VME-6-200	6	200	1600	4.1 25	PM-300
VMGP-10	10	630,1000	350	20	PPV-10
VMM-10	10	400,630	150	10	PRBA
VMB-10	10	200,400,	100	97	PMM, E11,

		600,1000			P-67
MG-35	35	600	750	12.5	PS-20
S-35-M	35	630	700	10	10PE-33
MKP-35	35	1000	1500	24.7	ShPE-31
U-110	110	2000	11000	50	ShPE-46
U-220	2200	1000,2000	10000	26.3	ShPE-41



8.6.-rasm. Moyli uzgichning kamerasini ko'rinishi

VMP, VMPP, VMPE, VMG, VME, VMM va MG-35 turidagi uzgichlar nimstantsiya va tarqatish punktlarning yopiq xonalarida, S-35, MKP-35, U-110, U-220 uzgichlar esa ochiq maydonlarda ishlatishga mo'ljallangan.

Bu uzgichlarni boshqarish uchun har xil yuritmalar qo'llaniladi. Bularga misol qilib qo'l kuchi yordamida ulaydigan va avtomatik uza oladigan –PRA-10-PRBA, prujina kuchi yordamida boshqariladigan –PMM-10, PP-61, PP-67 va elektromagnit yordamida boshqariladigan – PE-2, PE-21, SHPE yuritmalarni ko'rsatish mumkin. Bu yuritmalarning tuzilishi, ishlatish qoidalari ma'lumotnomalarda keng yoritilgan.

Yuqori kuchlanishli uzgichlar katta kuchlanishli qurilma va agregatlarning asosiy kommutasiyalovchi apparati hisoblanadi. Ular yuklamasi bo'lgan elektr zanjirlarini ulash va uzish uchun, shuningdek zanjirlarni qisqa tutashuv yoki boshqa avariya hisoblangan rejimlardan himoya qiladi. Yuqori kuchlanishli

uzgichlar konstruktiv tuzilishi bo'yicha moyli va moysiz turlarga bo'linadi, o'rnatilishi bo'yicha ichki va tashqi qurilmalarda qo'llaniladi, ta'sir etish vaqti bo'yicha esa odatiy (uzish vaqti 0,1 s) va tez ta'sir etuvchi (uzish vaqti 0,1 s dan kichik) turlarga bo'linadi.

Moyli uzgichlarda yoyni so'ndirish transformator moyli yordamida amalga oshiriladi. Bu uzgichda kontaktlar sistemasi va yoy so'ndirish qurilmasi moy bilan to'ldirilgan idish ichida joylashtirilgan bo'ladi.

Moyli uzgichlar ko'p hajmli (moy hajmi katta) yon tomonli va kamhajmli (moy hajmi kam) bo'ladi.

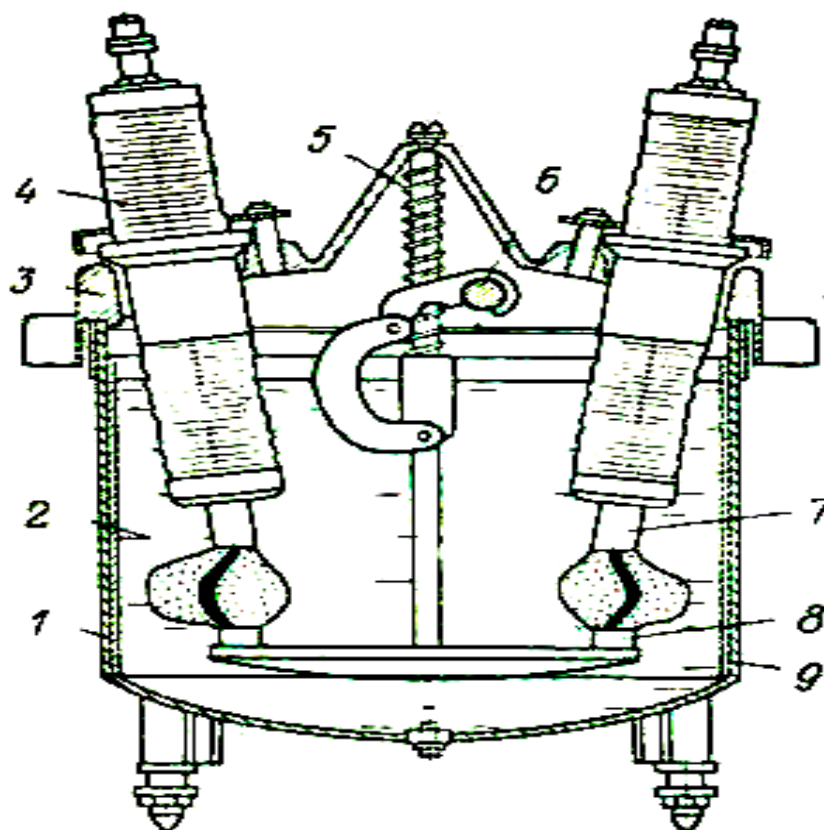
8.7-rasmda yon tomonli uzgichning sxemasi ko'rsatilgan. Uzgichning po'lat baki 1 cho'yan qopqoq 3 ga boltlar orqali osilgan. Qopqoq 3 orqali oltita farforli izolyatorlar 4 o'tadi. Ularning pastki qismidagi tok o'tkazadigan sterjeniga qo'zg'almas kontaktlar 7 mahkamlangan. Qo'zg'aluvchi kontaktlar 8 kontakt ko'prikcha yoki traversda joylashtirilgan. Uzgich qopqog'ining pastida joylashgan yuritgich mexanizmi harakatga keltiruvchi izolyasiyali tortgich yordamida qo'zg'aluvchi kontaktlar 8 ni harakatga keltiriladi.

Travers ulanganda kontakt ko'prikcha ko'tarilgan holat bo'ladi va u qo'zg'almas kontaktlar o'rtasidagi zanjirni tutashtiradi. Bunda prujina 5 qisilgan bo'ladi. Uzgich ulangan holatda val 6 bilan bog'langan yuritgichning qisqacha ta'sirida turadi.

Avtomatik yoki qo'lda uzilganda qistirgich bo'shaydi (erkin holatiga qaytadi) va travers prujinasi ta'sirida pastga tushadi hamda uzgich qutbining har ikki nuqtasida zanjir uziladi. Hosil bo'lgan yoy moy 2 ni bug'lantiradiva gaz-bug'li sharchalarda bosim 0,5-1 MPa etadi, natijada yoy 0,08-0,1 s dan keyin so'nadi. Bakning devorlarida himoya izolyasiyali qobiq 9 bo'ladi.

Uzgich bakiga moy to'ldirib qo'yilmaydi, balki qopqoq tagida bir oz havo bo'shlig'i qoldiriladi, bu esa yoyni so'ndirish jarayonida katta bosim hosil bo'ladi va qopqoqqa katta zarba kuchi ta'sirini kamaytiradi.

Bu uzgichda maxsus yoy so'ndiruvchi qurilma yo'q, shu sababli uzish qobiliyati katta emas. Bunday uzgichlar (VMB-10, VME-6, VME-10) kuchlanishi 6-10 kV bo'lgan qurilmalarda qo'llaniladi.

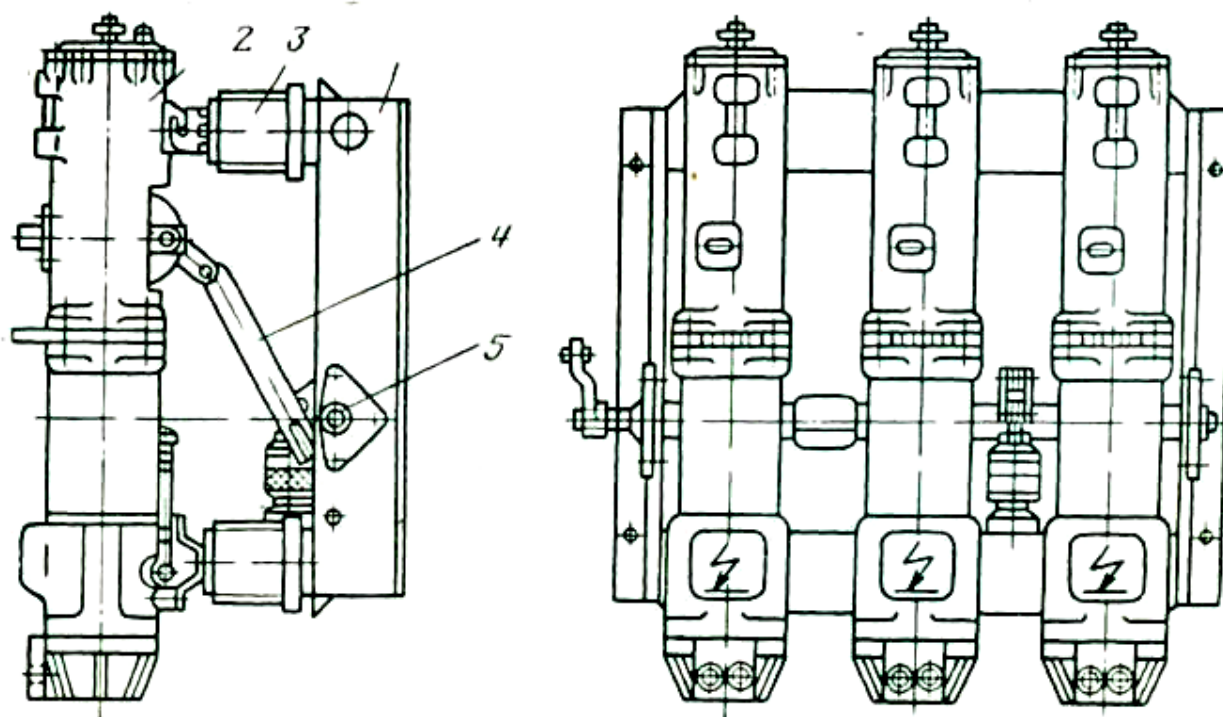


8.7-rasm. Moyli yon tomonli uzgich

Moy hajmi kichik bo'lgan uzgichlar hamma kuchlanishlar uchun ochiq va yopiq tarqatish qurilmalarida keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

Kuchlanishi 35 kV va undan katta bo'lgan uzgichlarning korpusi farforli bo'ladi.

6-10 kV ga mo'ljallangan osilib turuvchi uzgichlar eng ko'p tarqalgan bo'lib, uning korpusi uchta qutb uchun umumiy ramadagi farforli izolyatorga mahkamlangan (8.8-rasm). Har bir qutubda bittadan ajraladigan kontaktlar va yoy so'ndiruvchi kamera bo'ladi.



8.8.-rasm. VMPE-10 tipdagi osilib turuvchi uzgich: 1-rama; 2-qutblar; 3-izolyatorlar; 4-izolyasiyali tyaga (tortish richagi); 5-val.

8.9. HAVOLI UZGICHLAR

Havoli uzgichlarda zanjirni ajratishda paydo bo'lgan yoy, 08-2 MPa bosimga ega bo'lgan siqilgan havo yordamida so'ndiriladi. Siqilgan havo shu uzgich yaqiniga joylashgan maxsus kompressor (8) yordamida to'ldirilgan bak (7) dan uzgich kamerasiga uzatiladi.

Eng sodda havoli uzgich –izolyatsiyalangan tsilindr (1) ko'rinishida bo'lib, maxsus devor (2) yordamida ikki bo'lakka ajratilgan bo'ladi. Bir bo'lagiga porshenъ (3) o'rnatilgan va uning shtoki (4) uzgichning qo'zg'aluvchan kontakti vazifasini bajaradi. Shtok, tsilindr o'rtasiga o'rnatilgandevordagi teshik orqali tsilindrning ikkinchi bo'lagi yoy so'ndiruvchi kameraga o'tadi. Bu kamerada trubkasimon kontakt (5) joylashgan va ulanish jarayonida bu kontaktga qo'zg'aluvchan kontakt (4) kelib yopishadi.

Uzgichning uzish uchun bakka o'rnatilgan elektropnevmatik (6) klapaniga signal yuboriladi. Bundan klapan ochilib siqilgan havo yoy so'ndirish kamerasiga

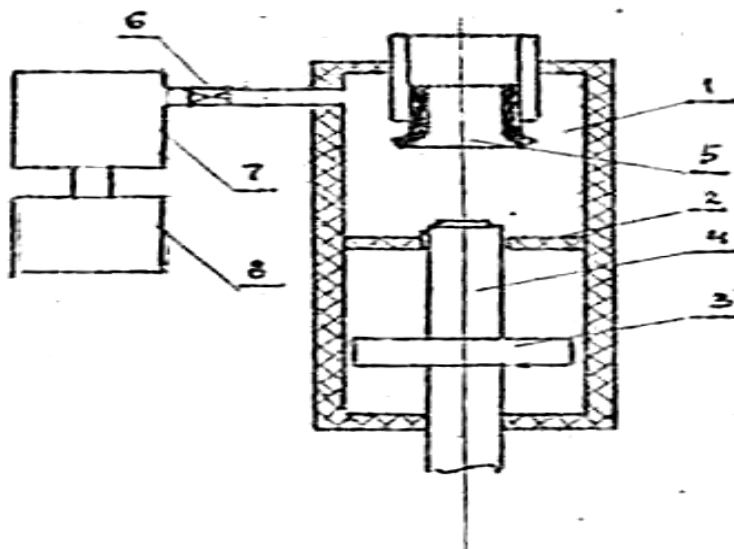
va shtok joylashgan bo'lakka kira boshlaydi. Porshen harakatga kelib kontaktni uzadi. YOy so'ndirish kamerasidagi havo bosim bilan elektr yoyni puflab so'ndiradi. So'ndirishga ketgan vaqt 0.02 s dan oshmaydi.

Havoli uzgichlar ayirgichsiz va ayirgichli bo'lishi mumkin.

Ayirgichsiz havoli uzgichlar, 35 kV va undan past kuchlanishli tarmoqlarda qo'llanadi. Bu uzgichlardagi qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan kontaktlar orasidagi masofa (ayirilgandan so'ng) texnika normalariga mos havo oralig'iga ega bo'lishi kerak.

Ayirgichli havoli uzgichlarda esa, ana shu oraliq normadan kamroq ya'ni, yoyni o'chirish uchun etarli qilib olinadi. Uzgich ajralib yoy o'chgandan keyin kerakli bo'shliq maxsus ayirgich yordamida yaratiladi. Bu turdagi uzgichlar 110 kV va undan yuqori kuchlanishli tarmoqlarda qo'llanadi.

Sanoatda havo uzgichlarning VVB (110-750 kV), VVBK (110-750 kV), VNV (110-150 kV) va VVG (20 kV) turlari qo'llaniladi.



8.9. -rasm. Havoli uzgichni ko'rinishi

8.10. ELEGAZLI UZGICHLAR

Elegaz (F_6 - oltinforli oltingugurt) inert gaz bo'lib, zichligi havoga qaraganda 5 marotaba, elektr bardoshligi esa, 2, 3 marotaba katta bosimi 0,2 MPa bo'lganda uning elektr bardoshliligi transformator moyiga yaqinlashadi.

Atmosfera bosimiga ega bo'lgan elegazning asosiy vazifasi katta tarmoqlardan hosil bo'lgan yoyni o'chirishdir. Elegaz molekulalarining yoyda hosil bo'lgan elektronlarni ushlab qolish xususiyati, yoyning barqarorligini keskin kamaytiradi va yoy so'nadi. Agar elegaz bosim ostida kameraga yo'naltirilsa yoyni yanada so'nishi tezlashadi. Elegazli uzgichlarda yoyni o'chirish avtopnevmatik yoy o'chirish kameralari yordamida bajariladi. Bu kamerada elegaz porshenli qurilma yordamida siqilib yoy paydo bo'ladigan zonaga yo'naltiriladi.

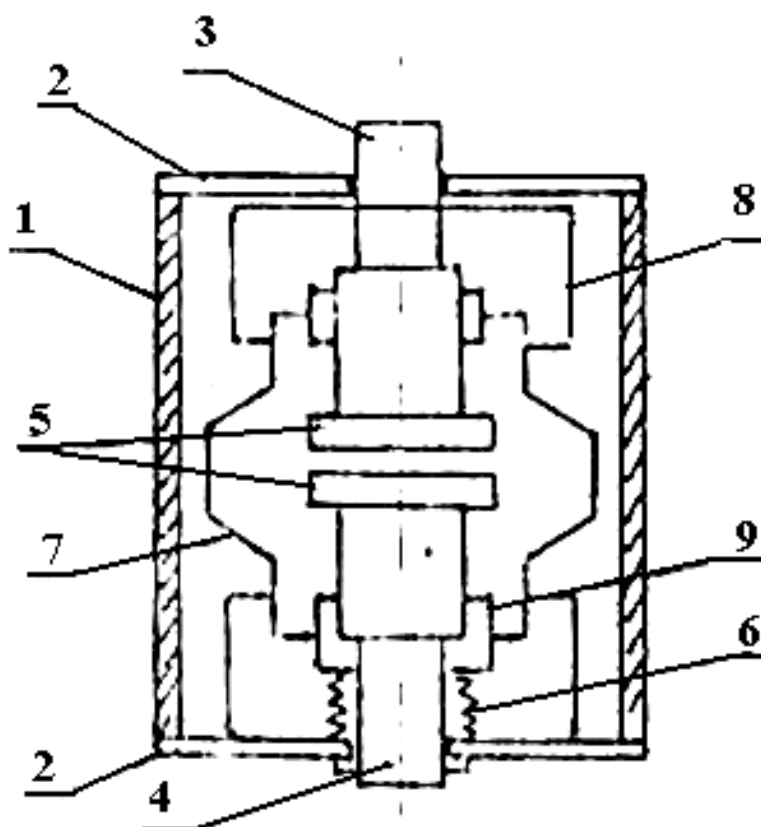
Bu uzgichga misol tariqasida VE 1-110 B-40-2000 turidagi qurilmani keltirish mumkin. Uning asosiy tavsiflari quyidagilardan iborat: nominal kuchlanish 110 kV, nominal toki 2000 A, nominal ajrata oluvchi toki – 40 kA, uzish vaqti 0,06 s va og'irligi 3,9 t.

8.11. VAKUUMLI UZGICHLAR

Uzgichlarning tok o'tqazuvchan qismlarini izolyatsiyalash, kontaktlarining uzilishidan paydo bo'ladigan elektr yoyni so'ndirish uchun foydalaniladigan vositalar ichida, vakuumning elektr bardoshligi sezilarli darajada yuqori qiymatga ega. Buning sababi shuki, vakuumda elektron zarrachalarining o'rtacha erkin harakat masofasi kattalashadi, zarrachalar bir-biri bilan to'qnashmaydi, chunki vakuum kamerasining uzunligi erkin harakat uzunligidan birmuncha kalta. Natijada, vakuum ichiga joylashtirilgan kontaktorlar orasidagi masofaning elektr bardoshligini (tok zanjirlari uzilgandan so'ng) ilgarigi holatiga tiklanishi tezlashadi.

Uzgich 3000 N kuch hosil qiluvchi prujina ta'sirida 5 elektrodni bir-biriga yopishtiradi va ulangan holatda bo'ladi. Uzgichning uzilish jarayonida, kontaktlar 1,5 m/s tezlikda ajrala boshlaydi va ularning oralig'ida yoy paydo bo'ladi. Bu yoy metall bug'lari ichida yonadi va bu bug'lar yoy oralig'idan tez-tez chetlashib, ekranlar yuzasiga yopishadi. O'zgaruvchan tok nulga yaqinlashganda yoy so'nadi, bug'lanish tugaydi. Kontakt oralig'ining elektr bardoshligi tezda ilgarigi holatiga erishadi va zanjir uzilgan bo'ladi.

Vakuum uzgichlarning kontaktlariga ishlatiladigan metallar mexanik kuchlarga chidamli, yuqori o'tqazuvchan, emirilishga chidamli bo'lishi kerak. Hozirgi kunda kontaktlar uchun binar qotishmalar: Si-Bi, Si-Te, Aq-Vi va boshqalar qo'llaniladi. Bunga misol qilib VV-10-20 1000 UZ turidagi uzgichni ko'rsatish mumkin. Bu uzgich 10 kV kuchlanishli, nominal toki 1600 A bo'lgan tarmoqlarda 20 kA gacha tokni o'chira oladi. O'chirish vaqti 0,04 s kontaktori Si-Bi qotishmadan tayyorlangan.



8.10. rasm. Vakuumli uzgichning ko'rinishi

8.10.-rasmda vakuumli uzgichlarning vakuum kamerasining ko'rinishi ko'rsatilgan. Kamera quyidagi bo'laklardan tuzilgan: shisha (sopol) qobiq 1, po'lat qopqoqlar (2) misdan yasalgan qo'zg'olmas (3) va qo'zg'aluvchan (4) kontaktlarning sterjeni, kontakt elektrodlari (5), po'lat prujina (6) va (7), ekranlar (8,9). Kamera ichidagi bosim $1,3 \cdot 10^{-3}$ Pa tashkil qiladi.

8.12. ELEKTROMAGNITLI UZGICHLAR

Elektromagnitli uzgichlar 10-15 kV kuchlanishli tarmoqlarda qo'llaniladi.

Bu uzgichlarda kontakt oralig'ida hosil bo'lgan yoy magnit maydoni ta'sirida so'ndirish kamerasiga tortiladi. So'ndirish kamerasiga yoyga chidamli, maxsus ko'rinishga ega bo'lgan plastinkalar joylashtirilgan.

Plastinkalar soni ko'p va bir-biridan 2-5 mm masofada joylashtirilgani sababli hosil bo'lgan yoy plastinkalar yuzasi bo'ylab harakat qiladi va tez soviydi, qarshiligi oshadi energiyasi yo'qoladi va so'nadi (yoyning harakat masofasi bir necha metrga teng bo'lishi mumkin).

YOyning plastinkalar bo'ylab cho'zilishi uning kuchlanishini pasaytiradi va ana shu xususiyati bilan boshqa uzgichlardan farq qiladi.

YOyning elektromagnitli uzgichlardagi harakati (cho'zilishi) magnit maydoni ta'sirida ro'y beradi. SHuning uchun bu uzgichlarning kontaktlariga maxsus cho'lg'amlar o'rnatilgan cho'lg'amlardan tok oqimi natijasida, magnit maydoni va magnit oqimini hosil bo'ladi. Magnit oqimining yo'nalishi tok yo'nalishiga tik bo'lgani uchun elektrodinamik kuch ta'sirida yoy cho'ziladi va so'ndirish kamerasida kichik-kichik bo'laklarga bo'linib soviydi, yoy so'nadi.

2-jadvalda elektromagnitli uzgichlarning tavsiflari keltirilgan.

Uzgich ko'rsatkichlari	VME-10E	VME-10E	8ME-100E	VEM-3 107	VEM-6 3200	VEM-6 3200
	1000	1250	1000	1250	40	40
	125	125	20	20		
Meyoriy kuchlanish, kV	10	10	10	10	6	6
Meyoriy toki, A	1000	1250	1000	1250	2000	3200
Meyoriy o'chirish toki, kA	12,5	12,5	20	20	40	40
O'chirish vaqti, s	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
Ulanish vaqti, s	0,25	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35

O'chiruvchi EMning nominal kuchlanishi, V	110 220	110 220	110 220	110 220	220	220
--	------------	------------	------------	------------	-----	-----

8.13. O'LCHOV TRANSFORMATORLAR

O'zgaruvchan tok elektr qurilmalarida, yuqori kuchlanish va toklarni qiymatini o'lchash va turli himoya qurilmalariga manba sifatida – o'lchov transformatorlari (O'T) keng qo'llaniladi.

O'lchov asboblari va relelarni O'T larning ikkilamchi cho'lg'amiga ulash, tarmoqda yuqori va past kuchlanishli zanjirlarni galvanik ajratishni ta'minlaydi. Bu bilan o'lchov jihozlarga va relelarga xizmat ko'rsatishda xavfsizlikni oshiradi.

O'T larning ikkilamchi chulg'amlarining bir uchi erga ulanadi. Bu holat, O'T larning chulg'amlari o'rtasidagi izolyatsiyaning shikastlanishida sodir bo'ladigan xavflardan himoya qiladi.

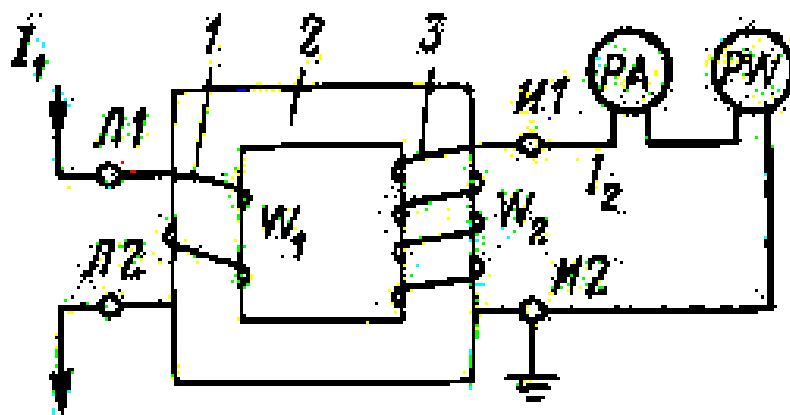
O'T lar ikki xil bo'ladi: kuchlanish transformatorlar va tok o'lchov transformatorlari.

O'lchov transformatorlari ikki xil bo'ladi:

- tok transformatori;
- kuchlanish transformatori.

Tok transformatorlari birlamchi tokni o'lchov asboblari va relelar uchun qulay bo'lgan qiymatgacha kamaytirib berish, hamda o'lchov va himoya zanjirlarini yuqori kuchlanish birlamchi zanjirdan ajratib turish uchun ham mo'ljallangan.

Tok transformatorining magnit o'zagi 2 berk (8.11.-rasm) bo'lib, u birlamchi 1 va ikkilamchi 2 cho'lg'amlardan iborat.



8.11.-rasm. Tok transformatorining ulanish sxemasi

Birlamchi cho'lg'am 1 toki o'lchanadigan zanjirga ketma-ket ulanadi, ikkilamchi cho'lg'am 2 esa o'lchov asbobiga ulanadi.

Tok transformatorlari nominal transformasiyalash koeffisienti bilan xarakterlanadi, ya'ni

$$K_I = I_{1H} / I_{2H},$$

bu erda I_{1H} va I_{2H} - birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlardagi toklar.

Tok transformatorining ikkilamchi cho'lg'amidagi nominal tok qiymati 5 va 1 A bo'ladi.

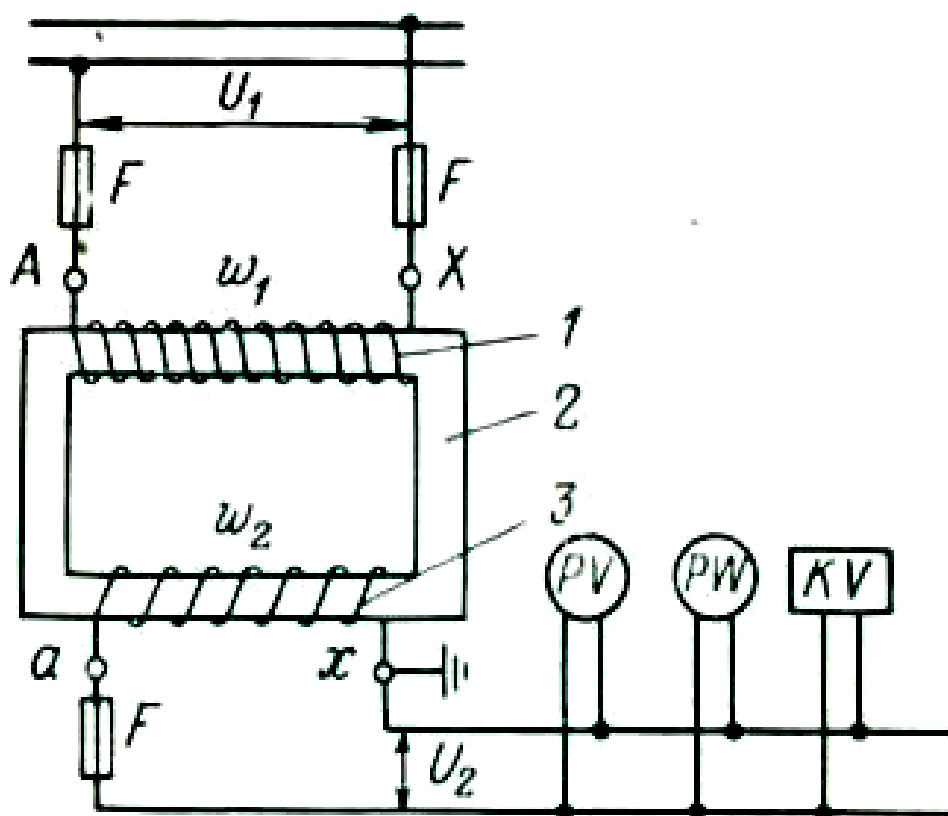
Tok transformatorining xatoligi magnit o'zakning kesim yuzasiga, magnit o'zak materialiga, magnit oqimning o'rtacha yo'lga va birlamchi cho'lg'amning magnit yurituvchi kuchiga bog'liq bo'ladi. Hozirda aniqliksinfi 0,2; 0,5; 1; 3; 10 bo'lgan tok transformatorlari ishlab chiqarilmoqda. Bu sonlar birlamchi cho'lg'amdagi yuklanish toki 100-120% bo'lganda nominal tokkanisbatan % dagi 0,2; 0,5 va 1 aniqlik sinflari uchun tok yuklanish toki 50-120% bo'lganda esa (3 va 10 aniqlik sinflari uchun) tok xatoligini bildiradi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan aniqlik sinflaridan tashqari yana ikkilamchi cho'lg'ami D tipida (differensial himoya uchun), 3 tipda (erdan himoyalash uchun), R tipda (releli himoyasi uchun) bo'lgan tok transformatorlari ham ishlab chiqarilmoqda.

Birlamchi toki 600 A dan kichik bo'lgan tok transformatorlarining birlamchi cho'lg'ami ko'p o'ramli qilib tayyorlanadi (masalan TPL tipidagi tok

transformatori), birlamchi toki 600 A va undan katta bo'lgan hollarda tok transformatorining birlamchi cho'lg'ami bir o'ramli qilib tayyorlanadi.

O'lchov kuchlanish transformatorlari yuqori kuchlanishni standart qiymatigacha 100 va $100/\sqrt{3}$ kamaytiradigan va o'lchov hamda releli himoya zanjirlarini kuchlanishi yuqori bo'lgan birlamchi zanjirdan ajratib turish ishlatiladi. Bir fazali o'lchov kuchlanish transformatorining ulanish sxemasi 8.12-rasmda ko'rsatilgan.



8.12.-rasm. O'lchov kuchlanish transformatorining ulanish sxemasi: 1 va 3 – mos holda birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlar; 2-magnit o'zak.

Xizmat ko'rsatish xavfsiz bo'lishi uchun ikkilamchi cho'lg'amning bita chiqish uchi erga ulanadi. Kuchlanish transformatori tok transformatoriga nisbatan salt ishlash rejimiga yaqin bo'lgan rejimda ishlaydi, chunki asbob va relalardagi parallel g'altaklarning qarshiligi katta bo'lgani uchun, ulardagi tok qiymati kichik bo'ladi.

Nominal bo'lgan transformasiyalash koeffisienti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_U = U_{1H} / U_{2H},$$

bu erda U_{1H}, U_{2H} - mos holda birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amdagi nominal kuchlanishlar.

Kuchlanish transformatorlari bir va uch fazali bo'ladi. Uch fazali kuchlanish transformatorlari kuchlanishi 18 kV gacha, bir fazali kuchlanish transformatori esa har qanday kuchlanishli zanjirlarga ulanadi.

8.14. KUHLANISH O'LCHOV TRANSFORMATORLARI

Bu transformatorlar 380 V va undan katta kuchlanishli o'zgaruvchan tok elektr qurilmalarida, o'lchov asboblarning (voltmetr, vattmetr) cho'lg'amlariga mos kuchlanishga kamaytirish va kuchlanish relalarining cho'lg'amlarini tarmoqqa ulash uchun ishlatiladi. (8.13.-rasm a).

Kuchlanish O'T lar kuchli transformatorlarga o'xshash bo'lib, magnit o'zagidan (2), bir –biridan ajratilgan birlamchi (w_1) va ikkilamchi (w_2) cho'lg'amlardan tashkil topadi. Bu transformatorlar pasaytiruvchi bo'lgani uchun, ikkilamchi cho'lg'amining o'ramlar soni w_2 , birlamchi cho'lg'amning o'ramlar sonidan (w_1) kichik bo'ladi. Transformatorning birlamchi cho'lg'ami tarmoqqa ulanadi, ikkilamchi cho'lg'ami esa, o'lchov asboblari yoki rele cho'lg'amlariga parallel ulanadi. Ikkilamchi cho'lg'amiga ulangan asboblarning va relalarning ichki qarshiligi katta bo'lgani uchun bu transformatorlarning ishi salt holatga yaqin bo'ladi.

Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish (U_{2me}) birlamchi cho'lg'amning kuchlanish qiymatidan (U_{1me}) qat'iy nazar 100 V ga teng qilib olinadi. Bu munosabat transformatorlarning me'yoriy transformatsiya koeffitsienti deb ataladi va quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$K_{Um} = \frac{U_{1Me}}{U_{2Me}} = \frac{w_1}{w_2}$$

Transformatorlarning ikkilamchi cho'lg'amiga asboblar yoki relelar ulanganda, cho'lg'amda kuchlanish pasayadi. Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlardagi kuchlanishning ayirmasi.

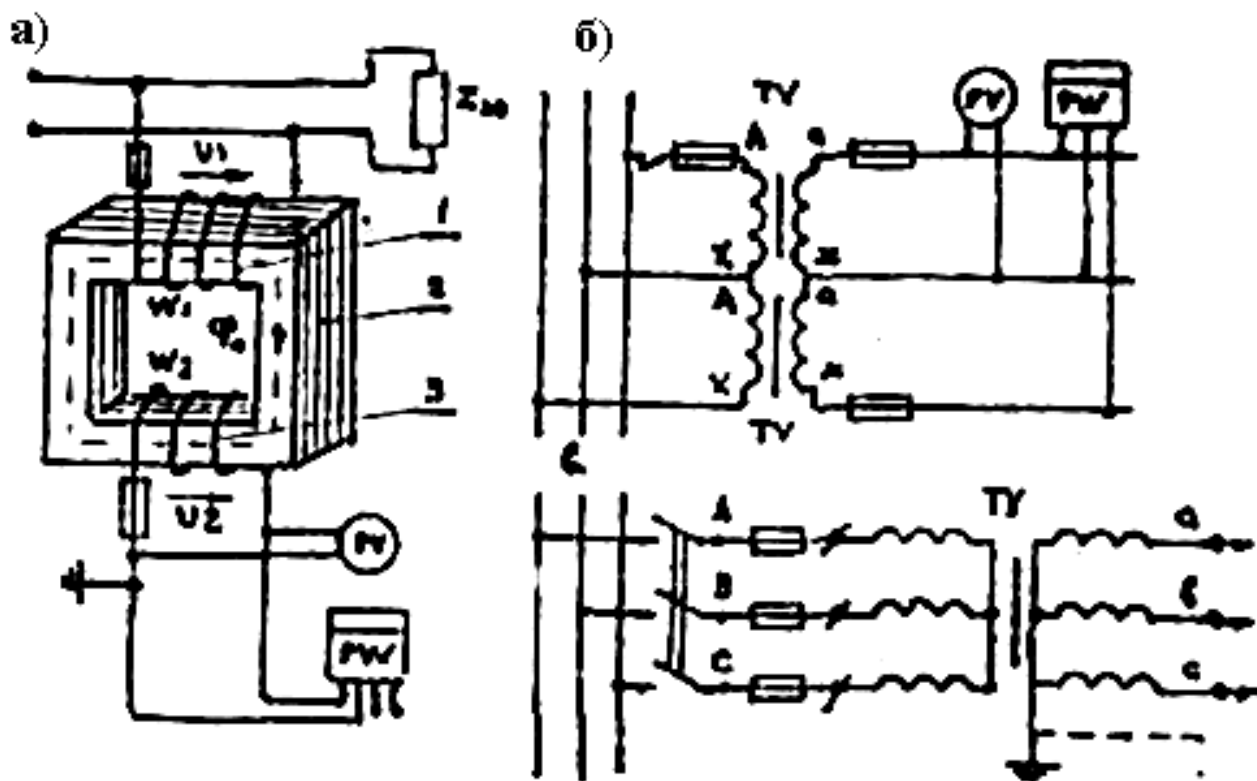
$$K_{U_{me}} * U_2 - U_1 = \pm \Delta U$$

transformatorlarning absolyut xatosini ko'rsatadi. Nisbiy xato esa, quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$\Delta U\% = \frac{K_{Un} * U_2 - U_1}{U_1} 100$$

Transformatorlar nisbiy xatosiga nisbatan to'rta aniqlik sinfiga ega bo'ladi: 0,2; 0,5; 1 va 3.

Kuchlanish 3 kV gacha bo'lgan transformatorlar havo yordamida sovutiladigan (quruq), undan yuqori kuchlanishga mo'ljalanganlari esa, moy yordamida sovutiladigan (moyli) ko'rinishda bo'ladi. Kuchlanishi 10 kV gacha bo'lgan tarmoqlarda – bir va uch fazvli 20 kV va undan yuqori kuchlanishli tarmoqlarda esa transformatorlar qo'llaniladi (8.13. b,v rasm).



8.13.-rasm. Kuchlanish o'lchov transformatorning sxemalari

8.15. TOK O'LCHOV TRANSFORMATORLAR

Tok o'lchov transformatorlari tarmoqlardagi katta qiymatli (birlamchi) toklarni 5 A va undan kam tokga pasaytirish uchun ishlatiladi. Transformatorlarning ikkilamchi chulg'amiga ampermetrlarning, vattmetrlarning tok va relelarining chulg'amlari ketma-ket ulanadi (8.14, a rasm).

Tok UT lari (9 a, rasm) magnit o'zakdan (2), birlamchi (1) va ikkilamchi (3) chulg'amlardan iborat. Transformatorlarning kam sonli katta tokka mo'ljalangan chulg'ami (w_1) tok zanjiriga ketma-ket ulanadi. Ko'p sonli ikkilamchi chulg'ami (w_2) esa, kichik qarshilikka (1 – 20 0m) ega bo'lgan o'lchov asboblarning yoki relelarning chulg'amiga ulanadi. SHu sababli, transformatorning ishlashi qisqa tutashish rejimiga yaqin.

Bu transformatorlar 0,66 kV dan 750 kV gacha kuchlanishli tarmoqlardan oqayotgan 1 A dan 40.000 A gacha toklarni (1÷5) A gacha pasaytiradi. Bu toklar munosabatini tok O'T larning meyoriy transformatsiya koeffitsienti deb ataladi va u quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi

$$K_{IM} = \frac{I_{1M}}{I_{2M}} = \frac{w_2}{w_1}$$

Tarmoqdagi tokni o'lchashni qulaylashtirish uchun ampermetrning shkalasi birlamchi tok qiymatlarini ko'rsatadigan qilib bajariladi. Bunda shkalada maxsus yozuv bo'ladi. Masalan: 200/5 tok transformatorlari bilan.

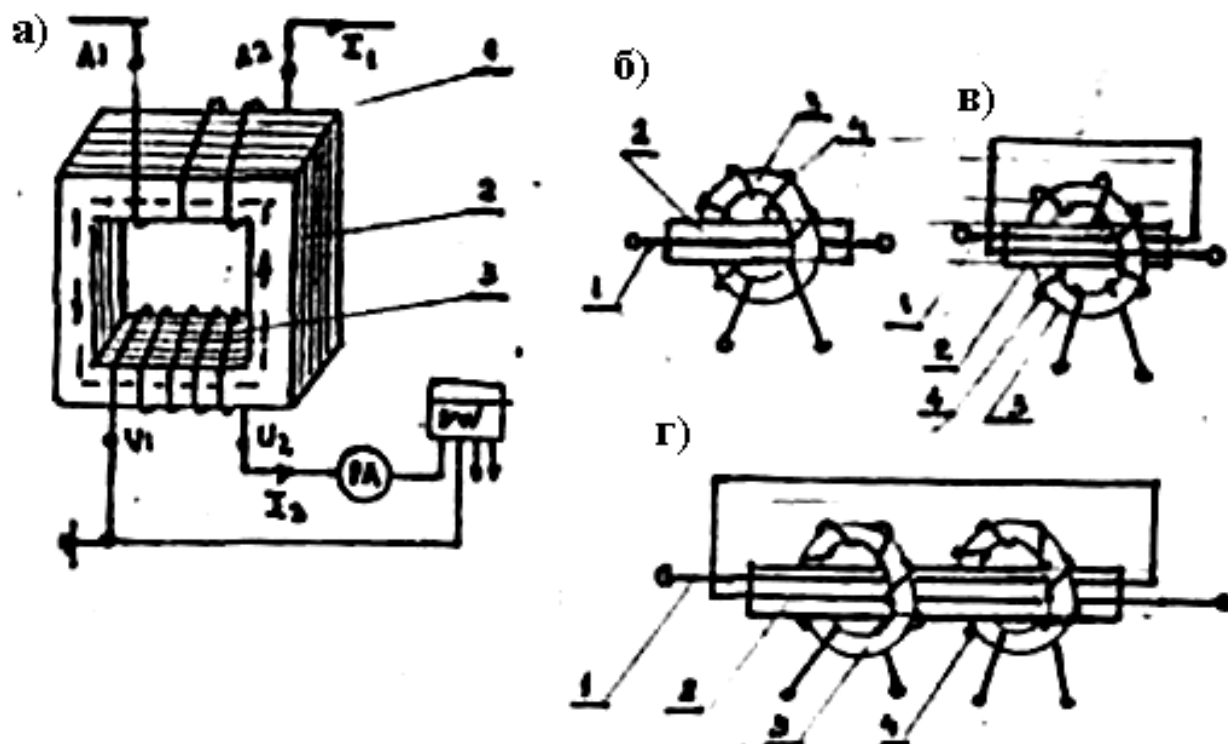
Tok transformatorlari – birlamchi chulg'amining o'ramlar soniga qarab: bir o'ramli va ko'p o'ramli bo'ladi (8.14 b.v rasm). Agar transformatorga bir vaqtda ulash asbobi va rele chulg'amini ulash kerak bo'lsa, u holda alohida magnit o'zakgiga ega bo'lgan chulg'am bo'ladi (8.14. g, rasm).

O'lchash jarayonida yo'l qo'yilgan hatoliklarga qarab, tok transformatorlari 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; IQ aniqlik sinflariga bo'linadi.

Aniqlik sinfi uning nisbiy xatolik ko'rsatgichi bilan belgilanadi va bu ko'rsatgich quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi

$$\Delta I\% = \frac{K_{IM}I_{2n} - I_{1n}}{I_{1M}} 100$$

Releli himoyalarning ulash uchun mo'ljallangan tok transformatorlarning aniqlik sinfi 5P va 10P bo'ladi.



8.14.-rasm. Tok o'lchov transformatorning sxemalari

8.16. REAKTORLAR

Reaktorlar induktiv qarshiligi o'zgarmas bo'lgan g'altak ko'rinishida bo'lib, elektr zanjiridagi qisqa cheklaydigan apparat xisoblanadi (bunda kuchlaninning qiymatini bir xilda saqlab turadi). Reaktorda induktiv qarshilikning o'zgarmas bo'lishini ta'minlash uchun g'altak po'lat o'zaksiz tayyorlanadi. Reaktor g'altagining o'ramlari bir biridan va g'altakning o'zi esa erga ulanadigan qismlardan izolyasiyalangan bo'ladi.

Reaktorning uchta fazasi ketma-ket ulanadi, ya'ni sun'iy ravishda qisqa tutashtirilib zanjirning qarshiligi oshiriladi.

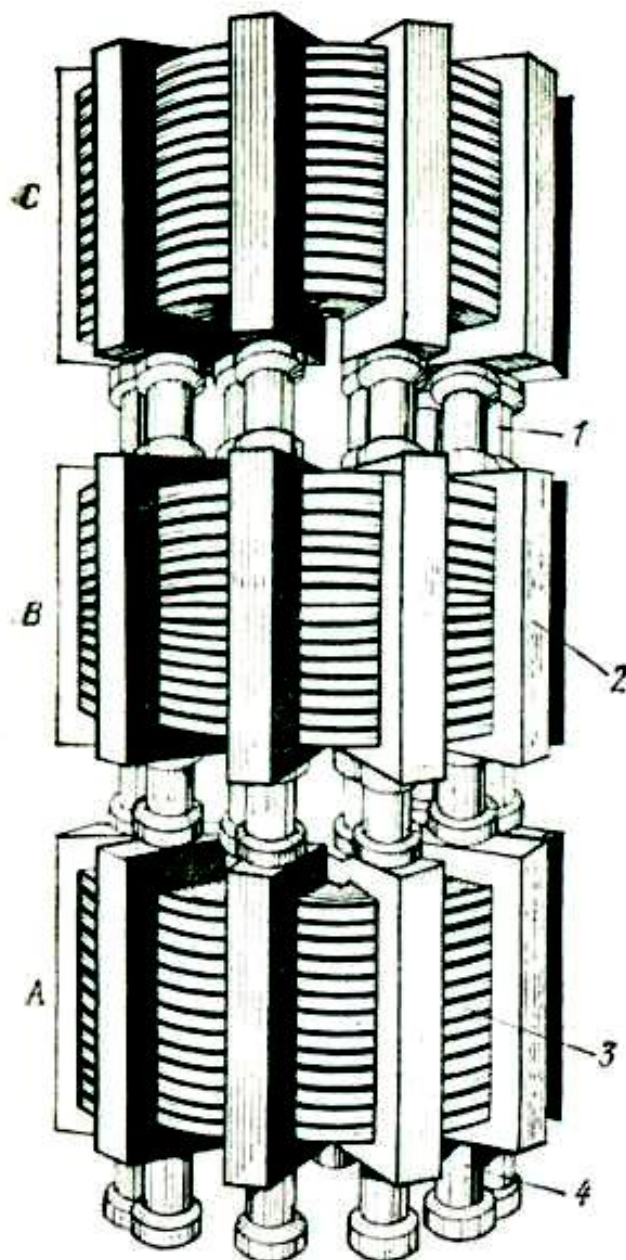
Konstruktiv tuzilishiga ko'ra reaktorlar quruq va moyli turlarga bo'linadi.

Quruq reaktorlar 35 kV kuchlanishgacha mo'ljallangan bo'lib, yoniq joylardagi qurilmalarda ishlatiladi. Quruq reaktorlar induktiv g'altak bo'lib, izolyasiyasi ham quruq va havo yordamida sovitiladi. Reaktorlarning

cho'lg'amlarini mahkamlash uchun beton, taxta, farfor va turli xil sintetik materiallardan foydalaniladi.

Kabeli cho'lg'amlar egiluvchan ko'p simli izolyasiyalanmagan yoki izolyasiyalangan o'tkazgich (sim) dan tayyorlanadi.

Betonli reaktorlarning ko'rinishi 8.15-rasmda ko'rsatilgan.



8.15-rasm. Uch fazali komplekt reaktor

Ko'p simli o'tkazgich 3 shablon yordamida g'altakko'rinishida o'raladi. SHundan so'ng maxsus shaklda beton quyiladi. Beton qotirilib, vertikal tayanch – kolonna 2 hosil qilinadi. Kolonnalar bir-biriga alohida o'ramlar bilan

mahkamlanadi. Kolonnalarning cheka (yon) qismida shpil'kalar bo'lib, ular yordamida izolyatorlar 4 va 1 qotiriladi. Moyli reaktorlar ham induktiv g'altak ko'rinishida bo'ladi, izolyasiya moyli va moy yordamida sovitiladi.

Reaktorning g'altagi transformator moyi bilan to'ldirilgan bak ichiga joylashtirilgan bo'ladi. Reaktor cho'lg'ami misdan tayyorlangan bo'ladi va shimdirilgan kabel qog'ozi bilan izolyasiyalangan.

Reaktor baki devorlaridagi isroflarni kamaytirish, ya'ni bak va moyning qizib ketishini cheklash maqsadida elektromagnit ekran va magnit shunt qo'llaniladi. Elektromagnit ekran va magnit shunt bak devoridagi magnit oqimning qiymatini cheklaydi.

8.17. ZARYADSIZLAGICHLAR

Atmosferada sodir bo'ladigan chaqmoqlar, tarmoqlardagi turli shikastlar tarmoq kuchlanishini normal qiymatdan ancha yuqoriga ko'tarilishiga olib keladi. Bu holat, o'ta kuchlanish deb ataladi. Bu kuchlanish ta'sirida tarmoq izolyatsiyalari shikastlanadi. Ana shu shikastlarni oldini olish uchun turli zaryadsizlantirgichlar qo'llanadi.

Trubkali zaryadsizlantirgichlar (TZ) – tarmoq simi bilan er orasiga joylashtiriladi va tarmoq izolyatsiyasiga ta'sir ko'rsatuvchi o'ta kuchlanishlardan himoya qiladi.

Bu zaryadsizlantirgich ikkita yoy oralig'idan (tashqi va ichki) tashkil topgan. Tashqi oraliq trubkani simdan ajratib turadi va shoh ko'rinishida bo'ladi (yoyni sovutish uchun). Ichki oraliq esa maxsus trubka ichiga joylashtirilgan. Bu trubka yoy ta'sirida gaz chiqaradi va ushbu yoyni so'ndirishga sabab bo'ladi.

Trubkali zaryadsizlantirgichlarni ishlash printsipi quyidagicha: agar TZ o'rnatilgan joyda o'ta kuchlanish paydo bo'lsa, u TZ ning ikkala yoy oralig'ini yorib o'tadi va er bilan tarmoq simi orasida zanjir hosil qiladi. Natijada tarmoqdagi o'ta kuchlanish pasayadi, ya'ni zaryad erga o'tadi. Oraliqlar yorib o'tilishi

natijasida, q.t. sodir bo'ladi va tarmoq kuchlanishi ta'sirida oraliqlarda yoy paydo qiladi. Tashqi oraliqdagi yoy ta'sirida trubka devorlaridan gaz chiqa boshlaydi. Trubka ichidagi bosim orta boshlaydi va katta bosim yoyni tashqi muhitga itaradi. Tashqi muhitga chiqqan yoy qattiq tovush va alanga hosil qilgani uchun bu TZ larni "otiluvchan" deb ham ataladi.

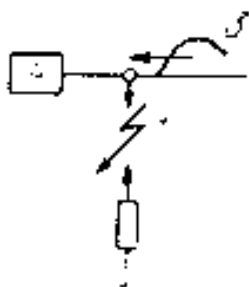
Hozirgi kunda fibrobakelit trubkali – RT va viniplast trubkali - RTV, TZ lar 3, 6, 10, 35, 110 kV kuchlanishli tarmoqlar uchun ishlab chiqariladi.

Ventilli zaryadsizlantirgichlar (VZ) – ketma ket ulangan bir necha yoy oralig'idan va kuchlanish ta'sirida qarshiligi o'zgaruvchan – vilitdan tashkil topgan. Vilit – kukunsimon korborund va grafit suyuq shisha bilan biriktirilib, qalinligi 10 va 20 mm, diametri 75 va 100 mm disk shaklida ishlab chiqariladi.

Ventilli zaryadsizlantirgichlar bilan himoyalash quyidagicha bajariladi: tarmoq kuchlanishning qiymati VZ ning yoy oralig'ini yorib o'tish qiymatiga yaqinlashsa vilitning qarshiligi kamayib tarmoq oraliq va zaryadsizlantirgich orqali erga ulanadi va katta tok erga oqa boshlaydi. O'ta kuchlanishning to'liqini qirqilib tarmoq kuchlanishi normal qiymatga yaqinlashadi, vilitning qarshiligi ortadi, tok esa kamayadi. O'zgaruvchan tok qiymatdan o'tayotganda, oraliqdagi yoy so'nadi va zaryadsizlantirgich navbatdagi ishga tayyor. Sanoatda RVS (razryadniy vilitoviy sektionniy), RVP (podstantsionniy), RVVM (dlya vrashayushixsya mashin) turlar uchraydi.

Zaryadsizlagichlar – maxsus elektr apparatlari bo'lib kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan liniyalarga chaqmoqning zarbidan vujudga kelgan o'ta kuchlanishdan podstansiyaning qurilmalarini himoyalaydi.

Zaryadsizlagichlar tok o'tkazuvchi qism va erga ulanadigan qism oralig'ida o'rnatiladi (8.16-rasm) va uchqunli oraliq 1 hamda yoyni so'ndirishni



8.16-rasm. Zaryadsizlagichning ulanish sxemasi.

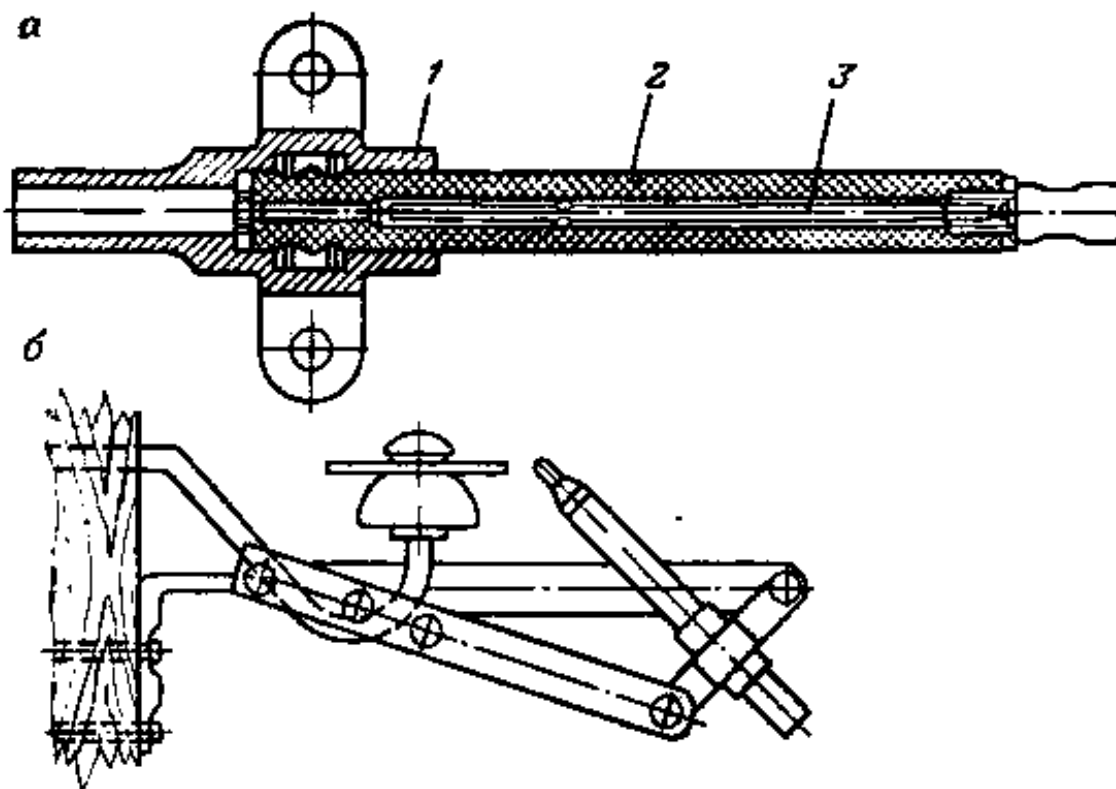
engillashtiruvchi qurilma 2 dan iborat. O'ta kuchlanish to'liqini 3 podstansiya 4 ga yaqinlashganda uchqunli oraliqni teshib o'tadi va podstansiyaning qurilmalariga ta'sir etmasdan erga o'tib ketadi.

Zaryadsizlagichlar tuzilishiga qarab ventili va quvurli turlarga bo'linadi. Ventili zaryadsizlagichlar podstansiyaning qurilma va apparatlarining izolyasiyasini himoyalaydi. Quvurli zaryadsizlagichlar esa liniya izolyasiyalarini himoyalaydi.

Vilitli razryadnikning korpusi forforli bo'lib, unda ishchi qarshilik vilitli disklar joylashtirilgan. Vilit – keramik qotishma bo'lib, uning tarkibiga karboruna, grafit va moy kiradi. Vilit normal kuchlanishda juda kichik tokni o'tkazadi va kuchlanishning oshishi bilan vilitning o'tkazuvchanligi ortadi. Kuchlanishning pasayishi bilan vilit o'zining qarshiligini tiklaydi. Uchqunli oraliqda latunli elektrodlar bo'lib, ularning orasida izolyasiyali prokladka(qistirma) bo'ladi. Vilitli zaryadsizlagich odatda podstansiyaning shinasiga ajratgich orqali ulanadi, vilitli disklar esa erga ulanadi.

Chaqmoq bo'lganda liniyada chaqmoq natijasida hosil bo'lgan tok zaryadsizlagich orqali erga o'tib ketadi, chunki chaqmoqning kuchlanishi ishchi kuchlanishdan juda katta (1000 kV gacha etadi) bo'ladi; vilitning qarshiligi esa pasayib ketadi. Liniyaning ishchi toki erga o'tmaydi, chunki liniyadagi kuchlanishning normal qiymatgacha pasayishi bilan vilit o'zining qarshiligini tiklaydi, uchqunli oraliqda yonayotgan yoy o'chadi va zaryadsizlagich ishchi tokni o'tkazmay qo'yadi. Quvursimon zaryadsizlagich (8.17-rasm) quvur 2 shaklida bo'lib, gaz chiqaruvchi materiallardan – fibradan, ya'ni viniplast yoki orgalitli shishadan tayyorlangan.

Quvurning bir chekkasiga po'lat oboyma 1 mahkamlangan. Quvur 2 ichiga po'lat sterjen 3 joylashtirilgan.



8.17-rasm. Quvurli zaryadsizlagich (a) va uning tayanchda o'rnatilish sxemasi.

Quvur ichida sterjenning bir chekkasi va oboyma orasida ichki uchqunli oraliq hosil bo'ladi (8.17, a – rasm). Sterjenning boshqa uchi va liniya simi orasida tashqi uchqunli oraliq hosil bo'ladi (8.17, b-rasm). Zaryadsizlagichning oboymasi erga ulangan bo'ladi. Bu ikki uchqunli oraliqda to'lqinning o'ta kuchlanishi natijasida hosil bo'lgan tok erga o'tib ketadi. Tashqi uchqunli oraliq zaryadsizlagich quvurida kuchlanish bo'lmasligini ta'minlaydi.

8.18. KUCH TRANSFORMATORLARI

Ma'lum kuchlanishdagi o'zgaruvchan tokni boshqa kuchlanishdagi o'zgaruvchan tokka aylantiruvchi elektromagnit qurilmalarni ***kuchli transformatorlar deb ataladi.***

Transformatorlar fazalari soniga qarab – bir va uch fazali, cho'lg'amlar soniga qarab – ikki va uch cho'lg'amli, cho'lg'amlarni qobiqdan izolyatsiyalash va

sovitish turiga qarab – moyli va quruq, kuchlanish qiymatini o'zgartirish yo'nalishiga qarab – pasaytiruvchi va ko'paytiruvchi guruhlariga bo'linishi mumkin.

3-jadval. Moyli kuch transformatorlarning asosiy tavsiflari

Turi	Quvvat i, kVA	Kuchlanish, kV		Yo'qotilgan quvvat, kVt		Salt yuris h toki %	q.t. kuchl anish, %
		Birlamchi i kuchlanish h I ₁	Ikkilamchi kuchlanish I ₂	SYU salt yurish	Qisqa tutashish		
TM-160 6	160	6,10	0,4 0,69	0,46- 0,54	2,65-3,1	2,4	4,5- 4,7
TM-250 10	250	10	0,4 0,23	1,05	37-4,2	2,3- 3,68	2,5- 4,7
TM-400 10	200	10	0,4 6,69	0,92- 1,08	5,5-5,9	2,1- 3,0	4,5
TM-630 10	630	10	0,4 0,69	1,42- 1,08	7,6-9,5	2,0- 3,0	5,5
TM-1000 6	1000	63	0,4 0,69	2,3-2,75	12,2	1,5	8
TM-1000 35	1000	35	0,69	2,35	12,2	1,5	6,6
TM-1600 10	1600	10	0,69	2,8	18	1,3	5,5
TM-1600 35	1600	35	0,69, 11	3,1	18	1,4	6,5
TM-2500 10	2500	10	0,69	3,9-4,6	25-23,5	1,0	5,5
TM-2500 35	2500	35	0,69, 11	4,5-5,1	25-23,5	1,1	6,5
TMN-2500 110	2500	110	6,6-11	5,0-6,5	22	1,5	10,5
TMN-4000 10	4000	10	63	5,45	33,5	0,9	6,5
TMN-4000	4000	35	63, 11	5,7-6,7	33,5	1,0	7,5

35							
TMN-6300 10	6300	10	10,5	7,65-90	46,5	0,8	6,5
TMN-6300 35	6300	35	63, 105	8-9,4	46,5	0,9	7,5
TMN-6300 110	6300	110	63, 85	10-13	50	0,9	10,5
TD-10000 35	10000	35	6,3-10,5	12,3- 14,5	65	0,8	7,5
TMN-10000 110	10000	110	6,6-38,5	14-18	60	0,9	10,5
TD-16000 35	16000	35	6,3-10,5	17,8-21	90	0,6	8,0
TRDN- 25000	25000	115	6,3, 105	22-27	120	1,10	105, 170, 60
TRDN- 10000	10000	115	6,3, 105, 38,5	14,5, 17	76	1,10	105, 170, 60
TRDTN- 16000	16000	115	385,66	18-23	100	10	105, 170, 60
TDNT- 25000	25000	115	6,3, 105	42	140	0,9	105, 170, 60
TDNT- 40000	40000	115	63,105	63	220	0,8	105, 170, 60

Konchilik korxonalarining bosh pasaytiruvchi nimstaniyalari (BPN) da: asosan, moy bilan sovutiladigan va yuklama ostida kuchlanish qiymatini boshqarishga mo'ljallangan TM, moy bilan sovutiladigan va yuklama ostida kuchlanish qiymatini boshqarishga mo'ljallangan TMN, moyli puflab sovutiladigan TD turidagi transformatorlar keng qo'llanadi. Bu transformatorlarning asosiy texnik tavsiflari 3 jadvalda keltirilgan.

Kuch transformatorlar bir-biridan chulg'amlarining ulash sxemalari va zo'riqib ishlash qobilyatlari bilan farq qiladi.

4. jadvalda kon korxonalarida uchraydigan transformatorlarning sxemalari keltirilgin.

Jadvalda quyidagi shartli belgilar qabul qilingan:



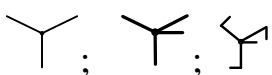
- chulg'amlarni "yulduzcha" ulash;



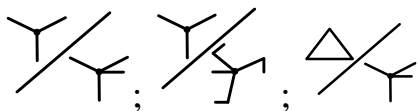
- chulg'amlarni "uchburchak" ulash;



- chulg'amlarni "siniq chiziq" (zig-zag) shaklda ulash;



- neytral nuqtasi chiqarilmagan "yulduzcha", chaqirilgan "yulduzcha" va "siniq-chiziq" shakllarda ulash;



- neytral nuqtadan uzatilgan simdan, yuklama tokining 25%, 40% va 75% qismi oqishiga mo'ljallangan ulashlar.

3-jadval. Kuchli transformatorlarning chulg'amlarining ulash sxemalari

CHulg'amlarning ulash sxemasi		Ulashning shartli belgilari		Ulash guruxi
birlamchi	ikkilamchi	birlamchi	ikkilamchi	

Transofmatorlarning zo'riqib ishlashi UDS 14209-69 bilan chegaralangan. Bu chegaraning qiymatlari 5 jadvalda keltirilgan.

5 jadval. Moyli va quruq transformatorlarga ruxsat berilgan zo'riqish.

Moyli transformator		Quruq transformator	
Tok bo'yicha zo'riqish, %	Ruxsat berilgan zo'riqishni muddati, daq.	Tok bo'yicha zo'riqish, %	Ruxsat berilgan zo'riqishni muddati, daq.
30	120	20	60
45	80	30	45
60	45	40	30
75	20	50	17
100	10	56	5
200	15	58	1

Ishonchli va tejamkorlik bilan ishlash transformatorlarga quyiladigan asosiy talablardir. Bu talablarni qoniqtirish uchun, transformatorlarning quvvatini, turini to'g'ri tanlash va ishlash tartibini rejali bajarish talab qilinadi.

Transformatorning tejamli ishlashiga – unda yo'qoladigan quvvat va qisqa tutashuv jarayonidagi kuchlanish qiymatlari ta'sir ko'rsatsa, uning ishonchli ishlashiga – chulg'amlarning izolyatsiyasi ta'sir ko'rsatadi.

Transformatorlarda yo'qoladigan quvvat ikki qisimdan iborat: salt ishlashdagi va qisqa tutashuvdagi quvvatlar. Salt ishlashdagi yo'qolgan quvvatni kamaytirish maqsadida transformatorlarning magnit o'zagi uchun uglerodsiz toza elektrotexnik po'latdan yasalgan va qalinligi 0,35 mm dan kichik bo'lgan plastinkalar qo'llaniladi.

Elektr energiyani transformatorlar yordamida uzatish jarayonida, uning chulg'amlarida kuchlanish yo'qoladi. Uning miqdori chulg'amlarning qarshiligi bilan bog'liq va qisqa tutashuv kuchlanish ko'rsatgichi $I_{q,t\%}$ bilan belgilanadi. $I_{q,t\%}$ esa, cho'lg'am ko'rsatgichlari (o'ramlar joylashtirilgan ariqchalar orasida masofa, o'ram diametri va h.k.), shu transformatorning nominal quvvati va kuchlanishi bilan to'la bog'liq.

Transformatorning quvvati va kuchlanishi qancha katta bo'lsa, $I_{q.t.}\%$ ham shuncha katta bo'ladi. Masalan, 10-35 kV li 6300 kVa quvvatgacha bo'lgan transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishi – 5,5 – 7,5% chegarasida bo'lsa, 110 – 500 kV li katta quvvatli transformatorlarniki esa, 10 – 15% bo'ladi.

Transformatorlarning chulg'amlarining izolyatsiyasi, ana shu transformatorning nominal kuchlanishiga, neytral nuqtasining xususiyatiga, zaryadsizlantirgichlar tavsifiga qarab belgilangan sinash kuchlanishi bilan aniqlanadi. SHu sababli 110 kV va undan yuqori kuchlanishli transformatorlarning neytral nuqtasi zaminlangan bo'ladi.

Er osti konchilik korxonalarida past kuchlanishli 220, 380, 660 va 1140 V iste'molchilarga elektr energiyani o'zgartirib berish uchun maxsus ko'chma transformatorlar qo'llaniladi. Bu transformatorlar TSV turiga mansub bo'lib, 100 kVA dan 1000 kVA gacha, RV – 4V ko'rnishda, IR54 darajasida himoyalangan qilib ishlab chiqariladi.

Bundan tashqari, er osti iste'molchilarini elektrik aloqasini uzish uchun, maxsus bo'luvchi transformator – TSSHV 630/6 - 6 er osti elektrovoz transforti uchun TSP 160, 320 kVA va er osti yoritgichlarni ta'minlash uchun – TSHS transformatorlari ishlab chiqariladi.

YUqorida keltirilgan maxsus transformatorlar quruq transformatorlar guruhiga mansub bo'lib, chulg'am izolyatsiyalari eng yuqori ko'rsatgichli izolyatsion ashyolardan tayyorlangan.

8.19. Komplekt tarqatuvchi qurilmalar

Tarqatish qurilmalar (TQ) – ishlatiladigan joyiga qarab, ichki (atrof muxit ta'siridan himoyalangan honalarda) va tashqi (ochiq havoda) ko'rinishlarda uchraydi.

Agar tarqatish qurilmasinig alohida unsurlari u o'rnatiladigan joyda yig'ilsa, u yig'ma TQ deb ataladi.

Agar tarqatish qurilmasi maxsus zavodlarda yig'ilib, o'rnatiladigan joyga tayyor holda olib kelinsa, komplekt tarqatish qurilmalar (KTQ) deb ataladi va ular hozirgi kunda keng tarqalgan. KTQ ishlatiladigan sharoitga yoki korxonalar talablariga qarab umumsanoat va maxsus turlarda ishlab chiqariladi.

KTQ lar turidan qa'tiy nazar uch xil qo'rinishda ishlab chiqariladi, ya'ni:

- kiritgich KTQ (kuch transformatorning ikkilamchi chulg'amidan kuchlanish tarqatish punktlaridagi punktlaridagi shinalarga ulash uchun mo'ljallangan);

- sektsiyalovchi KTQ (tarqatish punktlaridagi yig'ma shinalarni bir – biriga ulash uchun mo'ljallangan);

- tarqatish KTQ (elektr iste'molchilarga energiyani uzatish uchun mo'ljallangan). Bu KTQ lar fiderli yoki liniyalı nomlar bilan ham uchraydi.

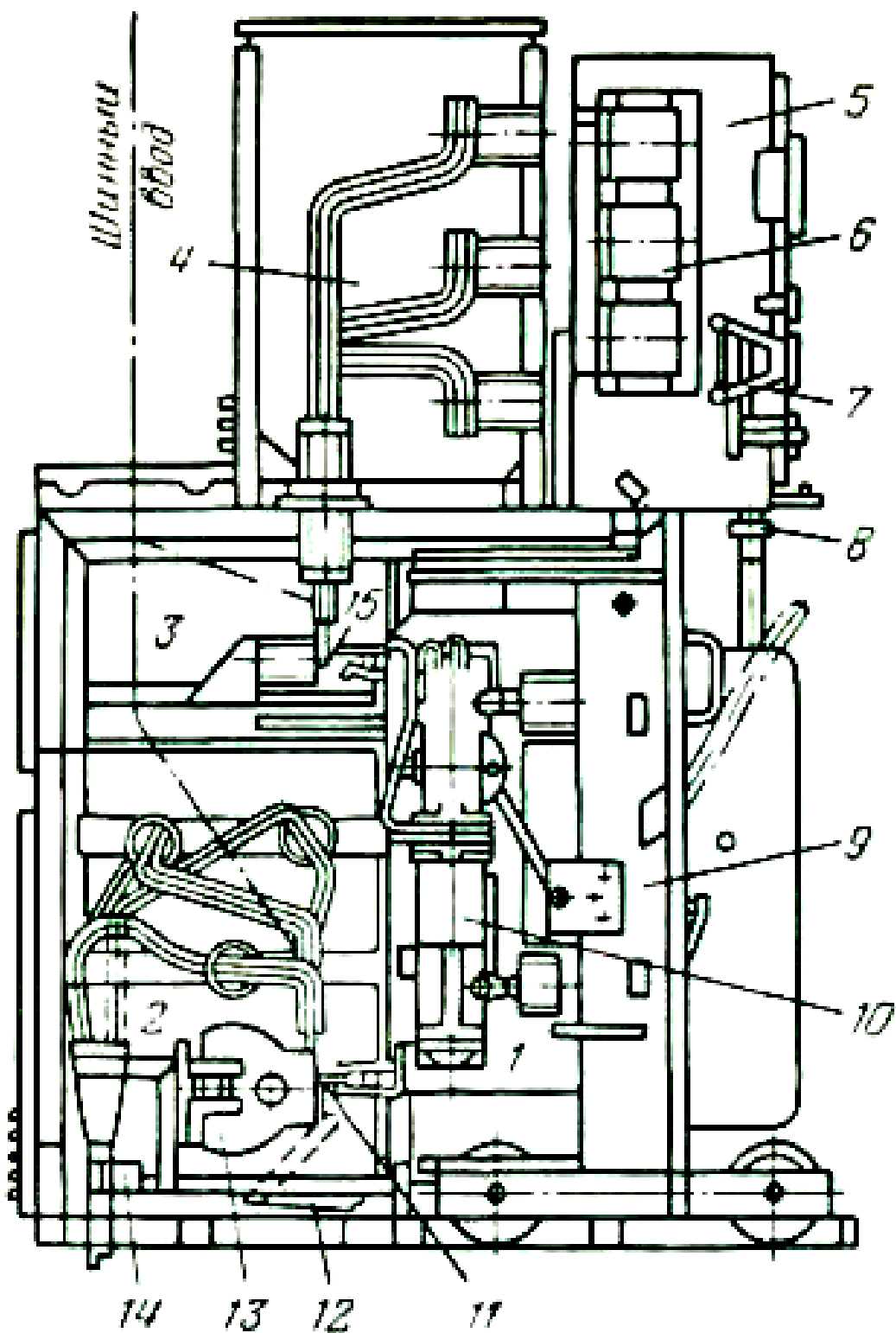
Konchilik korxonalarida elektr energiyani tarqatishda 6kV li KTQ lar to'g'risida ma'lumotlar beramiz.

Komplekt tarqatuvchi qurilmalar (KTQ) deb, o'lchov va himoya asboblari va yordamchi qurilmalar joylashtirilgan yopiq shkafdan iborat tarqatuvchi qurilmaga aytiladi. KTQ lar qo'llanilganda elektr qurilmalarning umumiy sifati oshadi, xizmat ko'rsatishning soddaligi va xavfsizligi hamda elektr qurilmalarning barqaror ish rejimi ta'minlanadi.

KTQ tashqi va ichki qurilmalarga mo'ljallanib tayyorlanadi. KTQ yopiq va ochiq, stasionar (qo'zg'almas) va harakatlanuvchi turlarga bo'linadi.

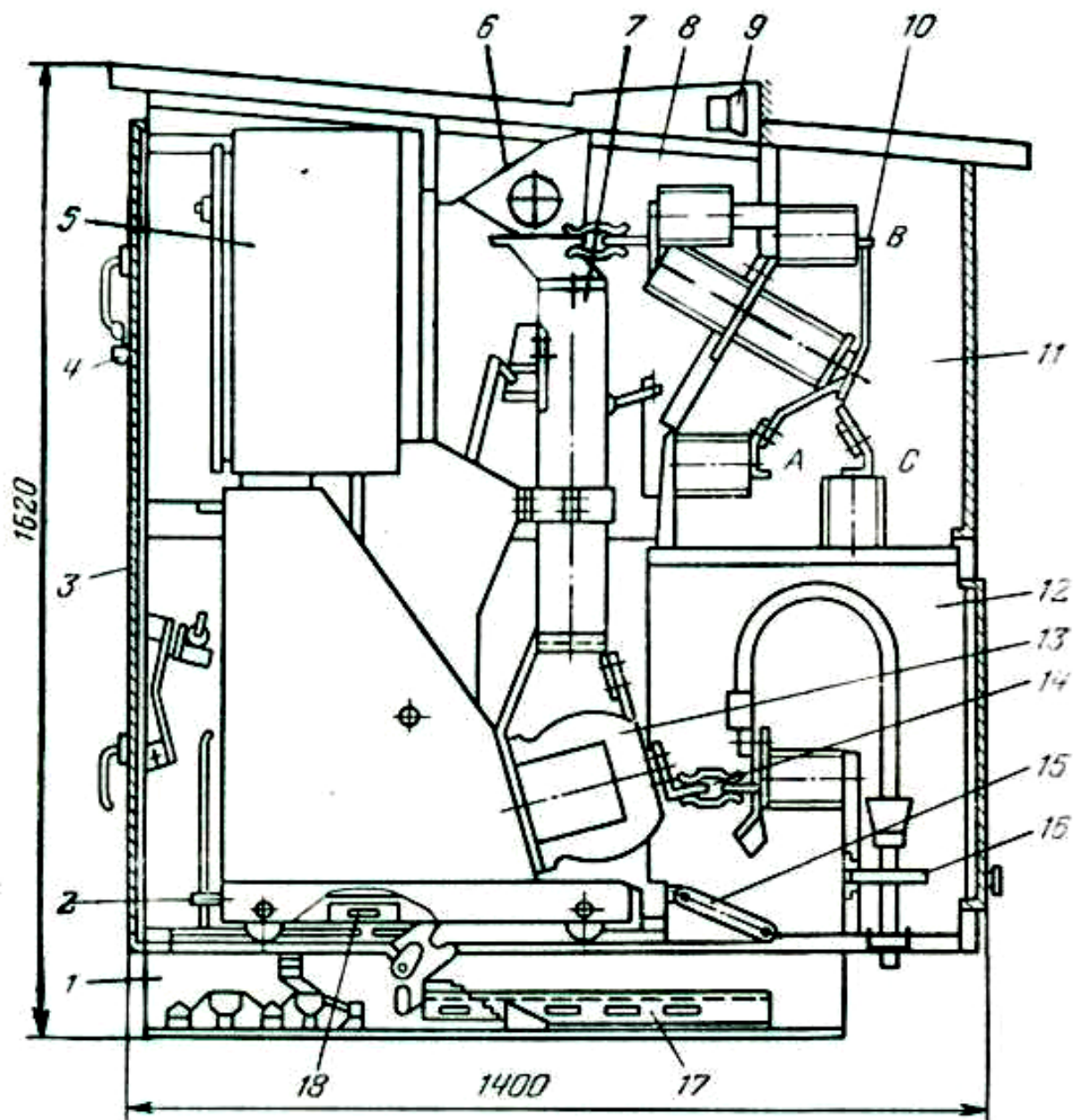
Ichki qurilmalarga mo'ljallangan KTQ ning tuzilishi 8.18-rasmda ko'rsatilgan.

Tashqi qurilmalar uchun mo'ljallangan KTQ metall shkafdan iborat bo'lib, unda himoya va boshqarish qurilmalari, o'lchov asboblari o'rnatilgan bo'ladi. KTQ ning shkafi mustahkam bo'lib, apparatlarni ifloslanish va yomg'ir –qordan himoyalaydi.



8.18-rasm. VMP-10 tipidagi uzgich va PE-11 yuritmalı KTQ ningshkafi: 1-telejka qismi; 2-tok transformator iva kabel; 3- shinali ajratuvchi kontakt qismi; 4-shina qismi; 5 – asboblı shkaf; 6- releli himoya bloki; 7-schetchik o’rnatiladigan buraluvchi rama; 8- ikkilamchi ulanish qismi; 9- telejka; 10- yuritmalı uzgich; 11;15 – qo’zg’almas liniya va shinali kontaktlar; 12-erga ulovchi ajratgich; 13- tok transformatori; 14-erdan himoyalovchi tok transformatori.

VMM-10 moyli uzgichli K-34 KTQ ning shkafi 8.19 – rasmda ko'rsatilgan.



8.19-rasm. VMM-10 moyli uzgichli K-34 KTQ ning shkafi:

1-rama; 2-vidvijnoy element; 3-shkafning tashqi eshigi; 4-qulf; 5-releli shkaf; 6-harakatlanuvchi shtor; 7-uzgich; 8- qo'zg'almas kontaktning asosiy zanjiri; 9-ventilyator; 10,11-shina; 12-kabel; 13,16- tok transformatori; 14-liniyali kontaktning asosiy zanjiri; 15-ajratgich; 17-qizdirgich.

VK-10 uzgichli KTQ ning KM-1 va K-104 turlari ishlab chiqarilgan bo'lib, shkafning nominal toki 1600 A gacha va shinadagi tok esa 3200 A gacha bo'ladi.

KV-1, K-101 vakuumli uzgichli KTQ larida ham shkaf toki 1600 A gacha va shina toki 3200 A gacha bo'lib, ular ko'proq ishlatiladi.

6-10 kV li elektr energiyasini tarqatishda, er osti ko'mir shaxtalari, temir-ruda shaxtalari va kaliy konlarining elektr tarmoqlarini himoyalash va boshqarishda VEV elektromagnit uzgichli KTQ (KRUV-6A, UKV-6, KRURN-6/10) lar qo'llaniladi.

8.20. UMUMSANOAT KOMPLEKT TARKATISH KURILMALARI.

Umumsanoat KTQ lari er osti konchilik korxonalarining er ustki qismiga, ochiq konchilik korxonalarda uning xududidan tashqarisiga, boyitish fabrikalar xududiga O'rnatilgan nimstantsiya va tarqatish punktlarida uch fazali o'zgaruvchan tokni qabul qilishga va tarqatishga ishlatiladi. KTQ lar tipik metall shkaflar qatori ko'rinishda maxsus elektrotexnik korxonalar tomonidan ishlab chiqariladi. Bu shkaflar -barcha kerakli elektr uskunalar, jixozlar va o'lchov asboblari bilan mujassamtirilgan bo'lib o'rnatish joyiga etkazib borishni, yig'ishni va ishga tushirishni soddalashtiradi.

Elektrotexnika korxonalarida quyidagi KTQ lar ishlab chiqarilada:

- KSO turidagi KTQ larda barcha elektr uskunalar (ajratgich, uzgich va b.q.) izolyatorlar yordamida metal shkafga mahkamlangan. Xozirgi kunda keng tarqalgan KSO - 285 turidagi KTQ ning barcha tavsiflari, aloxida shkaflarning elektr sxmalarining II jadvalda to'la keltirilgan.

- KRU turidagi TQ larda uzgichlar, kuchlanish o'lchov transformatorlar va zaryadsizlantirgichlar surib chiqariladigan aravachaga o'rnatilgan bo'ladi. SHu sababli bu turdagi shkaflarda bir-biri bilan almashtirsa bo'ladigan qismlar mavjud, bu esa ishlatish jarayonini engillashtiradi.

- KM-I, KE-IO seriyadagi KTQ larning ikkilamchi ulash sxemalari bir xil bo'lgani uchun, o'rnatiladigan joylarda qayta ulashga hojat bo'lmaydi. SHu sababli bu KTQ kichik, engil, sodda va xizmat ko'rsatishga qulayligi bilan boshqa KTQ lardan ajralib turadi.

8.21. MAXSUS KOMPLEKT TARKATISH KURILMALARI

Maxsus komplekt tarqatish qurilmalar ochiq kon Kopxonalarining ichki tarqatish tarmoklarida (RVNO-6, PKRN-6, YAKNO-6EP) va er osti kon korxonalarida (VYAP-6, RVD-6, YAV-6400, KRUV-6, KRUN-6) yuqori kuchlanishli 6kV elektr energiyani uzatishga, tarqatishga va tarmoqlardagi elektr iste'molchilarni himoya qilishga xizmat qiladi.

RVNO-6 turidagi tarqatish qurilmasi ochiq kon korxonalarida 6 kV li iste'molchilarni tarmoqqa ulashga mo'ljallangan bulib, VMB-10 turidagi moyli uzgich bilan jixozlangan. Bu TQ hozirgi davrda chiqarilmaydi, chunki uning o'chirish quvvati cheklangan, faqat kabellarni ulash mumkin, o'ta kuchlanishdan himoyasi yo'q va kuchlanish o'lchov transformator o'rnatilmagan.

PKRN-6 turidagi TQ ga VMP-10 Kk moyli uzgich, NOM-6 kuchlanish O'T urnatilgap bo'lib, tarmoqni bir fazani erga ulanib qolishdan, q.t. toklaridan, kuchdanishni yo'qolishidan himoya qilishga mo'ljallangan jixozlar o'rnatilgan. Bu KTQ lar, ko'chma tarmoqlarga kiritgich va tarqatuvchi uskuna sifatida suriluvchan qurilmalardagi kuchlanishni o'lchash va izolyatsiyasini nazorat qilish, havo liniyalarni aloxida bo'laklarga ajratish va aloxida joylashgan elektr iste'molchilarni boshqarish uchun xizmat qiladi.

YAKNO-6E qurilma - VMP-10 K turidagi uzgich, NTMI-6 turidagi kuchlanish O'T bilan jixozlangan. Bu qurilmada havo liniyalarni yoki kabel liniyalarni ulashga mo'ljallangan kiritkich qisma va kabelni ulashga mo'ljallangan chiqish qismasi bo'lgani, hamda bir fazasi erga ulanib qolish shikastidan himoya qurilmasi bilan jixozlanganligi uchun uni karber elektr tarmoqlarida keng tavsiya qilinadi. Bu KTQ ning elektr sxemasi 8.20.-rasmda keltirilgan.

Qurilmadagi katta kuchlanishga mo'ljallangan ajratgich QF – qo'l yordamida boshqariladigan PR-2, uzgich QS esa prujinali PP-61 K yuritma bilan boshqariladi. Boshqarish, himoya va xabarlovchi zanjirlar NTMI-6 turidagi transformator (TU) dan ta'minlanadi. Bu zanjirlarni himoya qilish uchun avtomatik

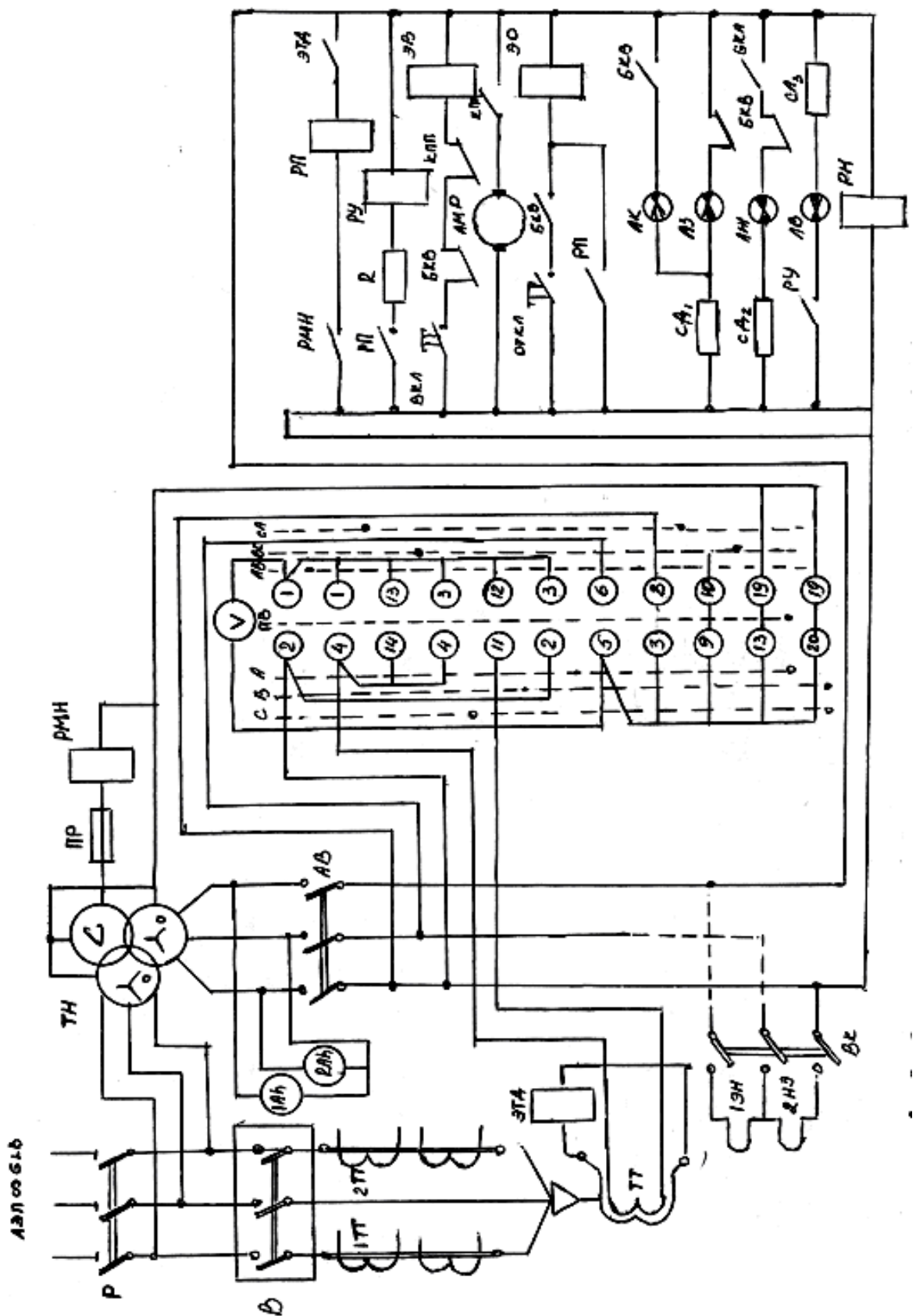
uzgich QF o'rnatilgan. Sarf bulayotgan aktiv elektr energiyani nazorat qilish uchun xisoblagichlardan foydalaniladi.

Qisqa tutashuv toklaridan himoya qilish, PP-61K yuritmaga o'rnatilgan tezkor MTH yordamida bajariladi. Bir fazasi erga ulanish shikastidan himoya qilish uchun unga nul ketma-ketlik tok transformtopi (TAZ) va ETD-521 tok releasi (KI) o'rnatilgan.

Tarmoq izolyatsiyasini nazorat qilish uchun vol'tmetr (PU) dan foydalaniladi. Bu vol'tmetr sxemasidagi qayta-ulagich (SA) yordamida xar bir fazaga ulanadi va vol'tmetrning ko'rsatgan qiymati bilan izolyatsiya holati tariflanadi.

KTQ ning ishlash holatini, xar xil rangli chiroqlar bilan xabarlanadi. Sxemadagi (HI - ko'k chiroq) ajratgichni ulangan, (N2 -qizil) chiroq uzgichni ulangan va (N3 - sariq) chiroq esa, uzgichning himoyalar ta'sirida uzilgan xolatini xabarlaydi.

VYAP-6 turidagi KTQ gazdan, changdan xavfsiz er osti kon korxonalarida ishlatishga mo'ljallangan. Bu qurilmada uzgich va ajratgichlarni ulash uchun qo'lda boshqariladigan yuritma qo'llangan. Bu qurilma yordamida adohida joylashgan yuqori kuchlanshli elektr yuritgichlarni ishga tushirish ham mumkin. Lekin, ishga tushirish toklari MTH ni harakatga keltirmasligi uchun ishga tushirish vaqti davomida bu himoyani shuntlash ko'zda tutiladi.



8.20-rasm. YAKNO-6E qurilmasini elektr sxemasi

RVD-6 turidagi KTQ gazdan, changdan xavfli er osti korxonalarida qo'llanadi, Bu qurilma portlashdan himoyalangan bo'lib masofadan boshqarilish xususiyatiga zga.

Qurilma qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan qismlardan tashkil topgan va staninaga o'rnatilgan. Qo'zg'almas qismiga shina joylashtirilgan. Ikki yon tomoniga kaballarni ulash uchun mufta qutisi joylashtirilgan. Suriluvchan qismida esa, prujinali yuritma, moyli uzgich, o'lchov, himoya va xabarlovchi jihozlar o'rnatilgan. Qurilmada turli mexanik va elektr blokirovkalar ko'zda tutilgan.

Gazdan va changdan o'ta xavfli kon korxonalarida YAV-6400 turidagi qurilma qo'llanadi. Bu qurilma, elektr magnitli uzgichi bilan RVD-6 dan ajralib turadi. Qurilma to'rt bo'lakka bo'lingan bulib, bir-biridan portlashga chidamli devorlar bilan ajratilgan.

Maxsus KTQ lar tuzilishini mukammallashtirish, murakkab talablarni qondirish maqsadida yangi, yuqori texnik ko'rsatkichli KRUV-6 qurilma o'zlashtirilgan.

Bu qurilma uch xil ko'rinishda (kiritkich, sektsiyalarni ulovchi, fiderli) va har xil nominal toklarda (20-400 A) ishlab chiqarilgan.

KRUV-6 qurilma quyidagi vazifalarni bajaradi:

-qurilma qobig'iga o'rnatilgan knopkalar yordamida o'chirish va ulash (mahalliy boshqarish);

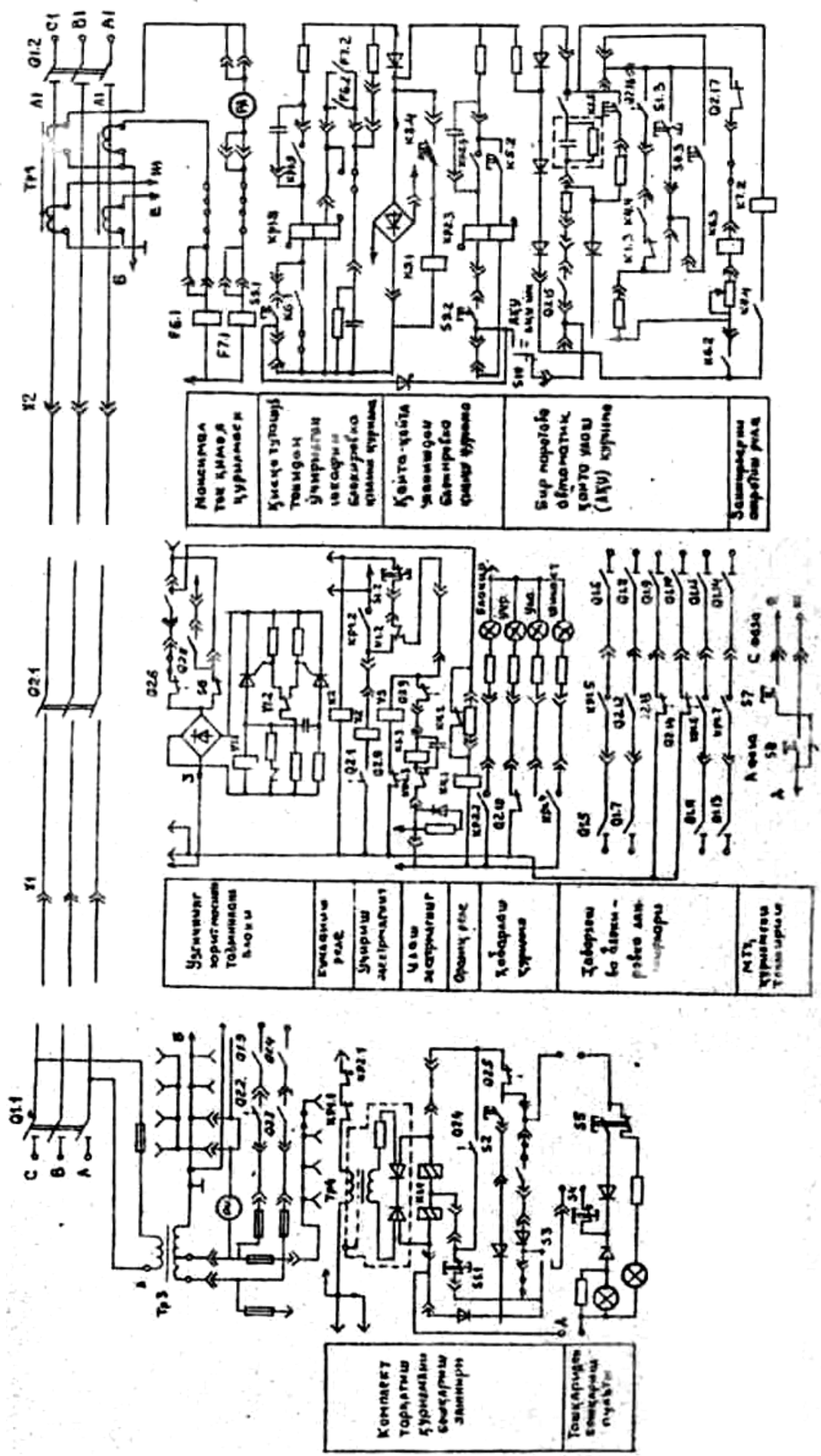
-3 km gacha uzoqlikda joylashtirilgan knopkalar yordamida ulash va uzish (masofadan boshqarish);

- fiderli qo'rinishdagi KTQ dan uzatilayotgan kabellarni uzishdan so'ng, fazalarni bir-biriga va erga tutashtirish;

- asinxron yuritgichlarni ishga tushirish vaqtini cho'zilib ketish rejimidan va zo'riqib ishlashdan himoyalash;

- qisqa tutashish toklaridan himoyalash;

- kuchladishning pasayishidan (minimal) himoyalash;



8.21-расм. KRUV-6 tarqatish qurilmaning elektr sxemasi

- tashqi himoyalash uskunalari (erga ulanib qolishdan, nosimmetrik ishlashdan himoyalash) ulash;
- boshqarish yo'qotish shikastidan himoyalash;
- izolyatsiya qarshiligini pasayishi natijasida sodir bo'ladigan shikastlarni oldini olish;
- bir marta avtomatik qayta ulashni ta'minlash;
- ximoyalarni va ularning zanjirlarini ishga yaroqligini nazorat qilish;
- tok va kuchlanish qiymatlarini ulchash;
- qurilmaning ishlash tartibi va holatlarini xabarlash.

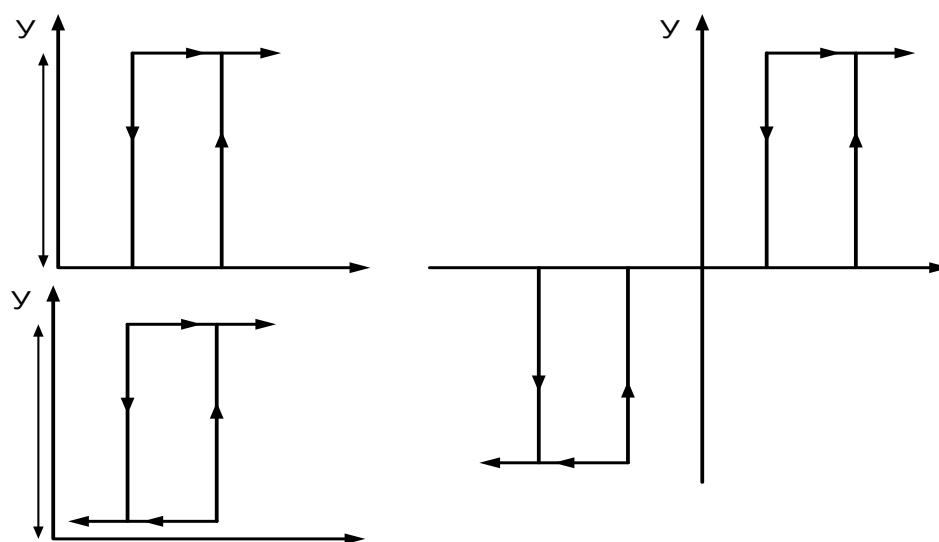
KRUV-6 qurilmaning kiritgich ko'rinishidagi turining elektr sxemasi 8.21.- rasmda keltirilgan.

Gazdan va changdan xavfsiz kon korxonalarida, hozirgi davr talabiga javob beradigan, ushbu korxonalarining o'ziga xos xususiyatlariga moslashtirilgan qurilmalarning qo'llash maqsadida yangi seriyadagi KRUN-6 komplekt tarqatish qurilmalar ishlab chiqarila boshlangan. Bu qurilmalar normal (RN) ko'rinishda bo'lib, asosan nominal tok qiymatlari va qobug'i bilan portlashdan xavfsiz KRUV qurilmalardan farq qiladi.

9. RELELI APPARATLAR

9.1. RELELAR TO'G'RISIDA QISQACHA MA'LUMOT

Biror bir ob'ektni avtomatik ravishda boshqarishda releli boshqarishdan foydalaniladi. Bunda kirish signali boshqariladigan parametr) sakrab o'zgaradigan boshqariladigan chiqish signaliga keltiriladi. Bu holda kirish va chiqish signallari orasidagi bog'lanish 9.1-rasmdagi ko'rinishda bo'ladi.



9.1-rasm. Kirish – chiqish xarakteristikasi; a) kontaktli rele; b) kontaktsiz rele; v) –reversiv xarakteristika

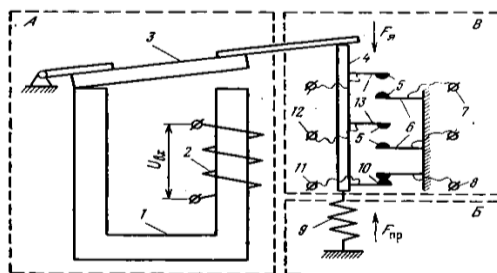
Releli boshqarish qonuni asosida ishlaydigan apparatga rele deyiladi. Relede boshqariladigan (kirish) parametrini ma'lum bir qiymatgacha silliq o'zgartirganda boshqarilgan (chiqish) parametri sakrovchi shaklda o'zgaradi. Bunda bu parametrlardan hech bo'lmaganda bittasi albatta elektr parametri bo'lishi shart.

Relening asosiy funksional organlariga o'lchanadigan, oraliq va bajaruvchi (ijrochi) organlar kiradi. O'lchanadigan organ boshqariladigan X ning qiymatiga bog'liq bo'lib, uni relening ishlashini ta'minlovchi fizik kattalikka aylantirib beradi.

Oraliq organ esa fizik kattalikka aylantirilgan qiymatni oldindan berilgan biror bir qiymat bilan taqqoslaydi. Agarda bu qiymatlar teng bo'lib qolsa, oraliq organ bu ta'sirni bajaruvchi organga uzatadi.

Bajaruvchi organ boshqariladigan chiqish parametrini sakrovchi shaklida o'zgartiradi va boshqariladigan zanjirga ta'sir etadi.

Elektromagnit relening ishlash sxemasi 9.2-rasmda ko'rsatilgan



9.2-rasm. Elektromagnit relening ishlash sxemasi

Qabul qilinadigan A organ magnet o'tkazgich 1 ning cho'lg'ami 2 ga beriladigan kuchlanishni I_{kup} oraliq qiymatga (yakor 3 ning mexanik kuchiga) aylantiradi. Bu kuch ijrochi organ V ning kontakt sistemasiga ta'sir etadi.

Oraliq qiymati (G'_{ya} kuch) kirish kuchlanishi I_{kup} ga proporsional bo'lib, u oraliq organ B dagi prujina 9 hosil qilgan kuch G'_{pr} bilan taqqoslanadi.

$u_{kup} < I_{mak}$, $G'_{ya} < G'_{pr}$ bo'lganda ijrochi organ V ning xarakatlanuvchi sistemasidagi ta'sir harakatlanuvchi kontakt 13 larning 4 tutqichni o'arakatga keltirmaydi.

$u_{kup} > I_{mak}$, $G'_{ya} >> G'_{pr}$ bo'lganda esa ijrochi organ V ning xarakatlanuvchi kontaktlari 13, qo'zg'almas kontaktlar 6 ga nisbatan harakatga keladi va qisqa tutashtiruvchi 5 kontaktlarni tutashtiradi (ulaydi) hamda ajratuvchi 10 kontaktlarni esa uzadi. Bunda chiqish parametri sakrovchi shaklda o'zgaradi (12-7 qismlar orasida (klemmalarda) qarshilik sakrovchi shaklda 0 dan ∞ gacha o'zgaradi).

Relelar fizik holat, ta'sir etish prinsipi, fizik kattalik bo'yichakirish fizik kattaligining o'zgarishiga reaksiya berish bo'yicha; ijrochi organning boshqarish zanjiriga ta'siri bo'yicha; boshqariladigan ob'ektlar ta'sir usuli bo'yicha; qo'llaniladigan sohasi bo'yicha; ta'sir etish vaqti bo'yicha; kirish zanjiriga sezish elementining ulanish usuli bo'yicha sinflarga bo'linadi. Fizik holati bo'yicha relelar qo'yidagi turlarga bo'linadi:

- magnitoelektrik relelar, bunda elementlarning harakati o'lchov organi magnet maydoni va sezish organining tokli konturi ta'sirida amalga oshadi;

Ijrochi organning boshqariladigan zanjirga ta'siriga ko'ra relelar kontaktli va kontaktsiz turlarga bo'linadi.

Boshqariladigan ob'ektga ta'siriga qarab relelar bevosita va bilvosita turlarga bo'linadi.

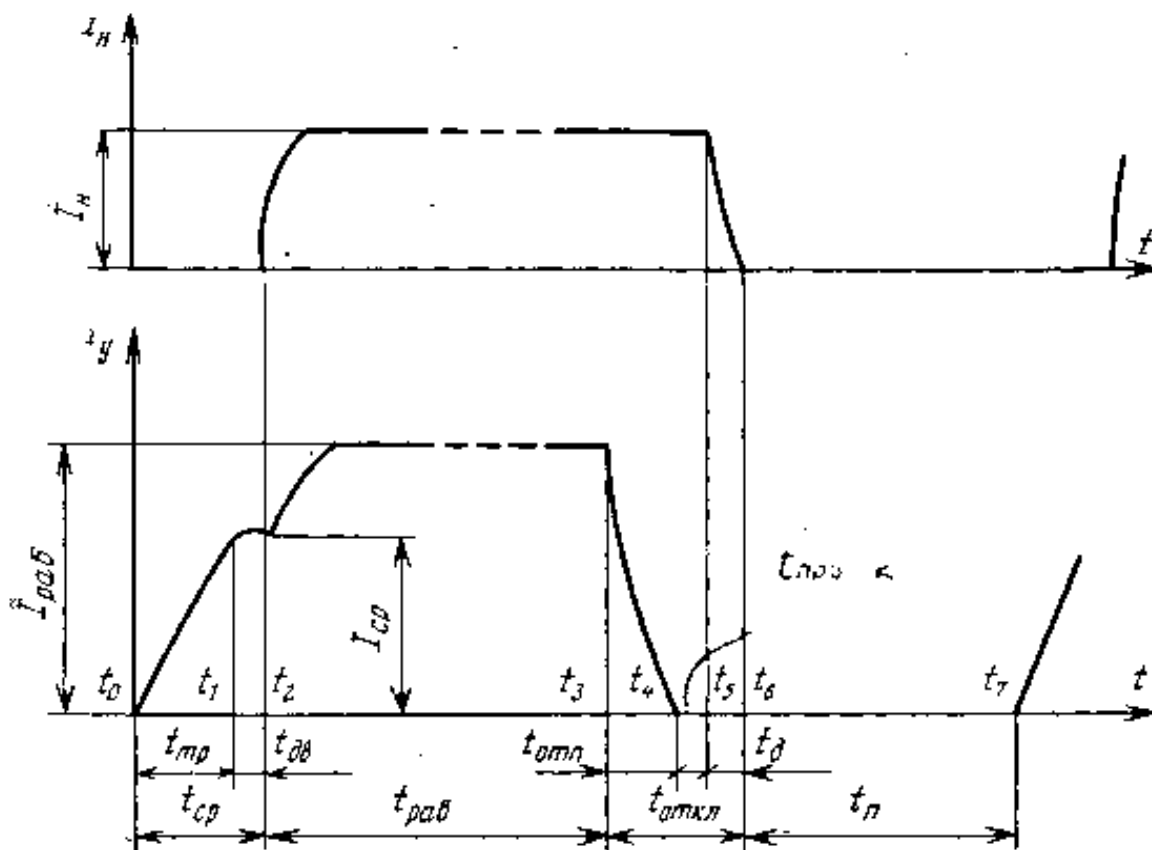
Qo'llanilishiga qarab relelar elektr yuritmalarni boshqaradigan, energetika tizimlarini o'imoyalaydigan, avtomatlashtirish va aloqa relelariga bo'linadi.

Ta'sir etish vaqti bo'yicha relelar inersiyasiz, tez ta'sir etuvchi, ananaviy va sekin ta'sir etuvchi turlarga bo'linadi.

Sezuvchi elementning kirish kattaliklar zanjiriga ulanish usuliga qarab relelar birlamchi, ikkilamchi va oraliq turlarga bo'linadi.

9.2. RELENING ASOSIY PARAMETRLARI VA XARAKTERISTIKALARI

Ishlayotgan relede vaqt masshtabi bo'yicha to'rtta fazadagi jarayonsodir bo'ladi: ishlab tushish vaqti (davri) t_i , ishchi davri t_{ish} , uzilish davri t_u , tinch holatdagi davri t_t . Bu davrlarning har biriga rele organlarining ma'lum bir holatlarining ma'lum bir holatlari to'g'ri keladi (9.3-rasm)



9.3-rasm. Elektromagnit relening kirish i_u va chiqish i_v parametrlari.

Ishga tushish davri kirish signalining o'lchov organiga ta'sir etishining boshidan to boshqariladigan zanjirda signalning hosil bo'lishigacha bo'lgan oraliqni o'z ichiga oladi. 9.3-rasmda absissalar o'qidagi $t_i = t_2 - t_0$ oraliq ishga tushish davriga mos keladi.

Qo'zg'alish davriga 8.3-rasmdagi $t_q = t_1 - t_0$ oraliq mos keladi. $t_h = t_2 - t_1$ oraliqda esa yakor siljiydi.

Ishga tushish vaqti quyidagicha aniqlanadi:

$$t_i = t_q - t_h, \quad (9.1)$$

bu erda t_h – yakorning o'arakatlanish vaqti.

Ishchi davri $t_{ish} = t_3 - t_2$ oraliqni, ya'ni chiqish zanjirida t_2 boshqarishning boshlang'ich momentidan to kirish signalining t_3 o'lchov organiga ko'rsatadigan ta'sirining tugashigacha bo'lgan davrni o'z ichiga oladi.

Ishga tushish bo'yicha zapas (zaxira) koeffisienti qo'yidagi formuladan aniqlanadi:

$$K_3 = I_{uu} / I_{u.m} \quad (9.2)$$

Uzilish davri $t_{uz} = t_6 - t_3$, ya'ni o'lchov organiga bo'ladigan ta'sirning tugash vaqtidan t_3 boshlab, to boshqarish zanjirida tokning nolgacha kamayish vaqti t_6 gacha bo'lgan oraliqni o'z ichiga oladi.

Relening uzilish vaqti qo'yidagicha aniqlanadi

$$t_{y3} = t_{kjo} + t_{mk} + t_{\ddot{u}}, \quad (9.3)$$

bu erda t_{qyu} – qo'yib yuborish vaqti; t_{tk} – tushib ketish (proval) vaqti; t_{yoy} – yoyning so'nish vaqti.

Qaytish koeffitsienti qo'yidagi formuladan aniqlanadi.

$$t_{\kappa} = I_{y3} / I_{uu} \quad (9.4)$$

Tinch holatdagi davri $t_m = t_7 - t_6$ oraliq, ya'ni boshqariladigan zanjirning toki nolgacha t_7, t_6 oraliqgacha kamaygandagi (t_0 vaqtga o'xshash) oraliqni o'z ichiga oladi.

Kuchaytirish koeffitsienti qo'yidagicha aniqlanadi.

$$K_{\kappa} = P_{\sigma} / P_{uu}, \quad (9.5)$$

bu erda P_{σ} - boshqariladigan quvvat; P_{uu} - ishga tushish quvvati.

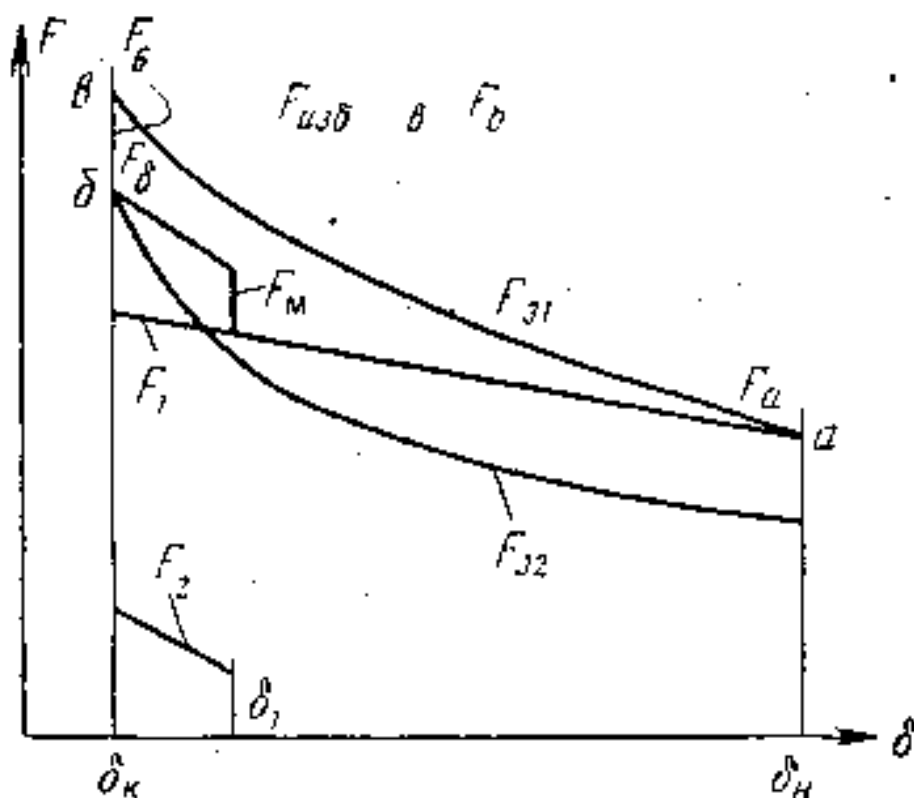
Releni ulash soni f qo'yidagi formuladan aniqlanadi:

$$f = \frac{1}{t_u} = \frac{1}{t_{uu} + t_u + t_{y3} + t_{\ddot{u}}}. \quad (9.6)$$

Relening tortish yoki elektromexanik xarakteristikasi deb, elektromagnit hosil qilgan tortish kuchining rele yakori siljishiga (burilish burchagiga) bog'liqligiga aytiladi.

Prujina va tortish kuchiga qarshilik ko'rsatuvchi kuchlarning rele yakorining siljishiga bog'liqligiga mexanik xarakteristika deyiladi.

9.4 – rasmda relening tortish va mexanik xarakteristikalari ko'rsatilgan.



9.4 – rasm. Elektromagnit relening xarakteristikalari (F_e –tortish; F_m – mexanik xarakteristikalari).

Relening ishlab ketishi uchun tortish F_{e1} xarakteristika mexanik F_m xarakteristikadan yuqorida bo'lishi lozim.

9.3. RELELARGA QO'YILADIGAN TALABALAR

Relelarga qo'yiladigan asosiy talabalar qatoriga ishonchlilik, sezgirlik, selektivlik, tezkorlik, iste'mol qiladigan quvvatning minimum bo'lishi, aniqlik, termik va dinamik chidamlilik, kommutasiyaga qarshi kam eyilish, mexanik mustahkamlik va boshqalar kiradi.

Ishonchlilik – bu berilgan rejimlarda relening vaqt bo'yicha barqaror chegaralarda parametrlarning barcha qiymatlarida bajaradigan funksiyasining saqlanib qolishiga aytiladi. Texnik xizmat ko'rsatish, saqlash, so'zlash va ularni tashish (transportirovka) hamma relelar uchun umumiy talab hisoblanadi.

Relening ishonchlilik koeffisienti qo'yidagicha aniqlanadi:

$$K_u = \frac{N - n}{N}, \quad (9.7)$$

bu erda N - relening ishlashi uchun berilgan signallar soni; n - relening ishlashi amalga oshmaganligi soni.

Sezgirlik deb, kirish parametrining minimum qiymatida relening ishlab ketishiga aytiladi.

Tezkorligi (ishlab ketish vaqti) – rele o'z vaqtida boshqarish funksiyasini ta'minlashi shart.

Aniqligi deb, parametrlarning berilgan qiymatlarida rele ishlash qobiliyatining saqlab qolishiga aytiladi.

Relening termik chidamliligi deb, rele cho'lg'amidan avariya (xavfli) toklar oqganda relening bardosh berish qobiliyatiga aytiladi.

Dinamik chidamlilik deb, rele cho'lg'amidan avariya toklari oqganda hosil bo'lgan dinamik kuchlarga chidamliligiga aytiladi.

Kommutasiyaga qarshi eyilish chidamliligi deb, relening ma'lum bir ulashlar sonida kontakt sistemasida eyilish bo'lmasdan ishlash qobiliyatiga aytiladi.

Mexanik mustahkamlik – bu relede eyilishga chidamli konstruktiv elementlarning bo'lishi, rele ichiga tashqi predmetlarning chang va namlikning tushishidan himoya qobiqlarining bo'lishidir.

9.4. ELEKTROMAGNIT RELELAR

Elektromagnit relelarning o'lchov organi sifatida soda bo'lgan elektromagnit mexanizmlar qo'llaniladi. Ular juda katta tortish kuchiga ega bo'ladi. Elektromagnit prinsipiga asosan tok, kuchlanish, vaqt, chastota relelari va boshqa turdagi relelar ishlaydi.

Relening oraliq organiga prujina, ijrochi organiga esa kontakt sistemasi kiradi.

Rele yakorning harakatlanishiga qarab klapanli (yakor magnet o'tkazgichning tashqi tomoniga tortiladi) solenoidli (yakor ichkariga tomon tortiladi), buraluvchi relelarga bo'linadi.

Elektromagnet relelarining ishlab ketish vaqti 1-2 ms dan 20 ms gacha oraliqda bo'ladi. Elektromagnet vaqt relesi 5-10 s gacha vaqtni ushlab tura oladi.

Relening ishlab ketish vaqti t_{ish} qo'yidagi ifodadan aniqlanadi.

$$t_{uuu} = t_1 K_3^{-\epsilon} * m^{-a}, \quad (9.8)$$

bu erda t_1 - berilgan zapas koeffisienti K_3 va koeffisient $m=1$ uchun relening ishlab ketish vaqti; a, ϵ - relening turiga va zapas koeffisientiga bog'liq bo'lgan koeffisientlar. Tez ishlab ketadigan relelar uchun $K_3 = 1,5 \div 2$, $a \approx 1$ ga teng bo'ladi. Normal ishlaydigan relelar uchun esa $K_3 = 1,5 \div 2$, $a \approx 0,25 \div 0,95$ ga teng. ϵ koeffisient esa odatda $\epsilon = 1,4 \div 1,6$ ga teng bo'ladi.

Relening qo'yib yuborish t_κ vaqtini qo'yidagi empirik formuladan aniqlash mumkin.

$$t_\kappa = t_2 F^{-\alpha}, \quad (9.9)$$

bu erda t_2 - yakorda 10 N kuchni qo'yib yuborish vaqti; F - yakordagi kuch.

Ananaviy relelar uchun $\alpha = 0,62 \div 0,78$; sekin ishlaydigan relelarda $\alpha = 0,55 \div 0,73$ ga teng.

Relening qaytish koeffisienti K_κ qo'yidagicha aniqlanadi

$$K_\kappa = \frac{I_{\kappa o}}{I_{uuu}} = \sqrt{\frac{F_\delta}{F_\epsilon}} = \sqrt{\frac{F_\delta - F_{op}}{F_\epsilon}} = \sqrt{1 - \frac{F_{op}}{F_\epsilon}}, \quad (9.10)$$

bu erda $I_{\kappa o}$ - qo'yib yuborish toki; I_{uuu} - ishlab ketish toki; F_δ - " δ " nuqtadagi (8.4-rasm) tortish kuchi $F_\delta = K_1 I_{\kappa o}^2$; F_ϵ - " ϵ " nuqtadagi (8.4-rasm) tortish kuchi; $F_\epsilon = K_1 I_{uuu}^2$; K_1 - konstruktiv parametr; F_{op} - yakordagi ortiqcha kuch. $F_{op} > 0$ bo'lganligi sababli maksimal relelar uchun $K_\kappa < 1$ bo'ladi.

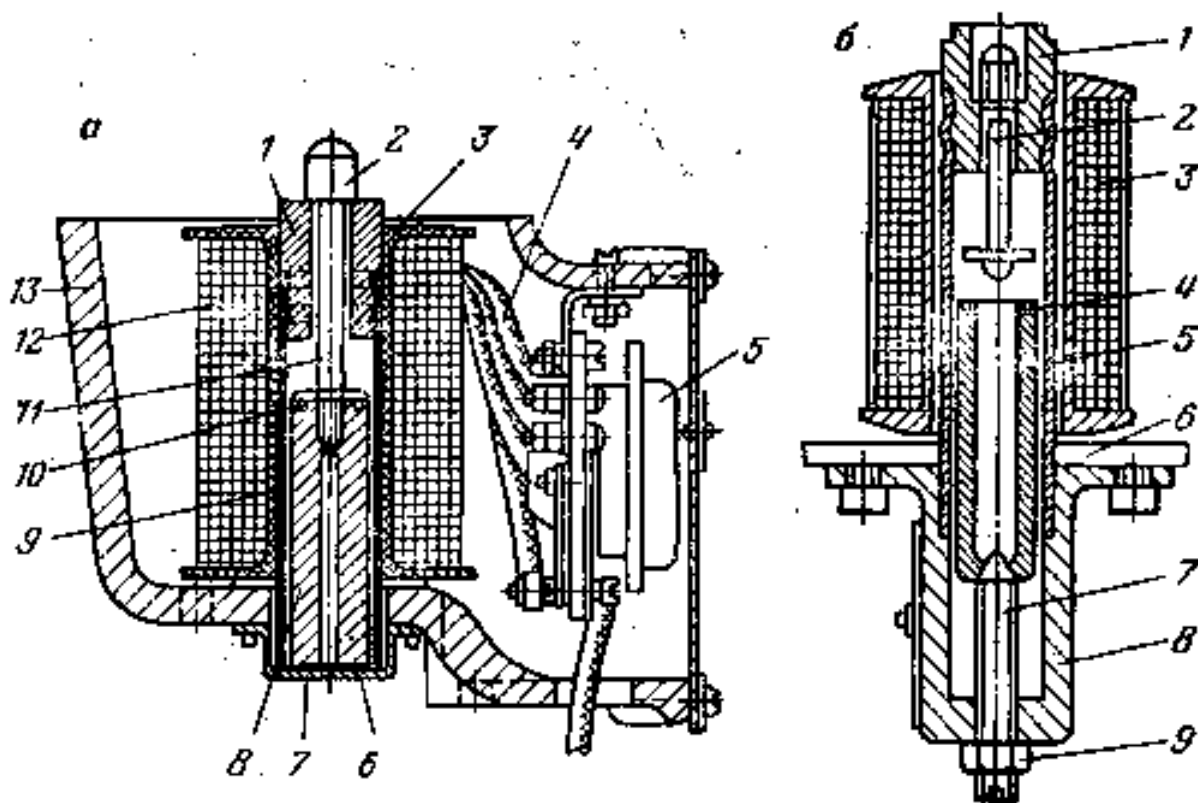
Minimal kuchlanish relelari uchun

$$K_\kappa = \frac{U_{\kappa o}}{U_{uuu}} > 1, \quad (9.11)$$

bu erda U_{kio} - qo'yib yuborish kuchlanishi; U_{uu} - ishlab ketish kuchlanishi

9.5. HIMOYA ELEKTROMAGNIT RELELARI

Bir onda to'g'ri ta'sir etuvchi RTM tok relesining tuzilishi 9.5-rasmda ko'rsatilgan.



9.5-rasm. RTM tipidagi to'g'ri ta'sir etuvchimaksimal tok relesi: a) pog'onali rostlash; b) silliq rostlash

Karkaz 3 da joylashgan cho'lg'am 12 ichida yakorning po'lat o'zagi 8, 11 detali bilan birga joylashgan. Yakorning po'lat o'zagi 8 latunli gilza 9 bo'ylab, qo'zg'almas qutb 1 gacha siljiydi. Latunli shayba 10 oxirgi magnet oraliqda o'rnatilgan bo'ladi. Rele uzgichning yuritmasi 13 ning korpusiga mahkamlangan bo'ladi va pastki qismi qistirmasi 6 bo'lgan qopqoq 7 bilan bekitiladi. Cho'lg'am

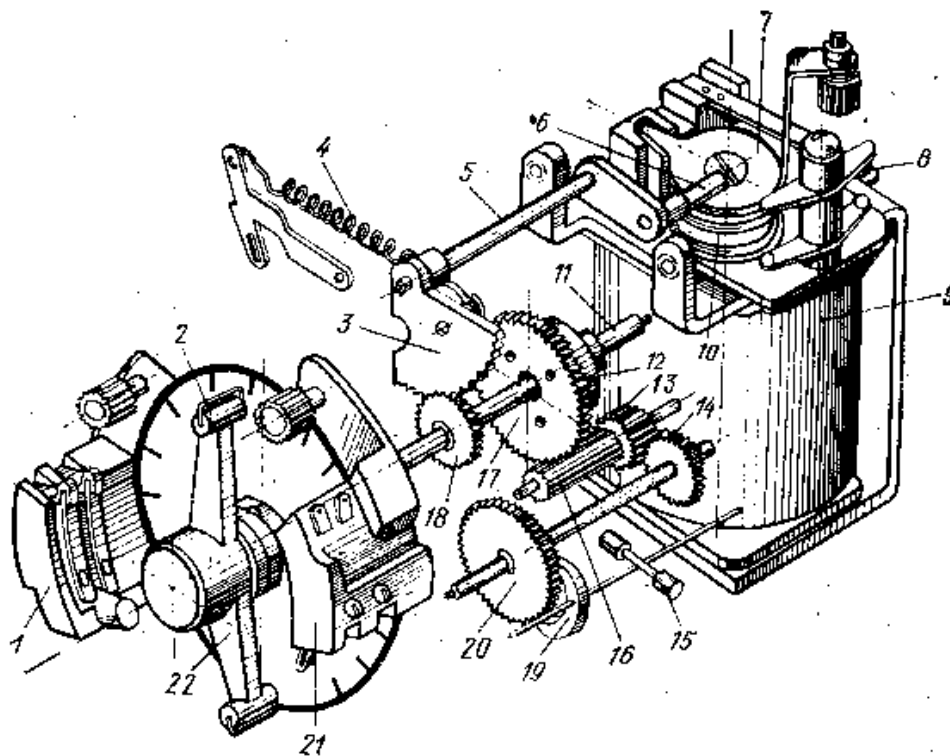
4 ning uchlari qayta ulagich 5 ga ulangan bo'ladi. Cho'lg'amdagi tok ishlab ketish tokigacha oshganda yakor qo'zg'almas qutbga tortiladi. 2 element (boyka boshchasi) uzadigan yuritma valining richagiga uriladi va uzgich uzadi. Bu releda ishlab ketish toki pog'onali rostlanadi.

9.5, b – rasmda esa ishlab ketish toki silliq rostlanadigan relening tuzilishi ko'rsatilgan. Cho'lg'am 3 ning uchlari chiqarilmagan bo'lib, yakor 5 qisqa tutashgan o'ram 4 li qo'zg'almas qutb 1, bolg'acha 2, gayka 9 li rostlovchi vint 7 va stakan 8 dan tayyorlangan.

Rele yuritma 6 ning korpusiga mahkamlanadi. Ishlab ketish toki rostlovchi vint 7 yordamida rostlanadi.

Elektromagnit vaqt relesi. O'zgaruvchan tok elektromagnit vaqt relesida vaqtni kechiktirishi sekinlashuvchi mexanizmlar (soatli, pnevmatik, motorli) yordamida hosil qilinadi.

9.6 – rasmda EV-100 va EV-200 relelarining tuzilishi ko'rsatilgan bo'lib, ularda vaqt kechikishi soatli mexanizm yordamida hosil qilinadi.



9.6 – rasm. Elektromagnit vaqt relesi.

Bu relening ishlashi qo'yidagicha. Etakchi prujina 11 normal tortilgan bo'ladi va u yakorning yuqori qismiga taqalib turuvchi qo'lcha 6 yordamida kerakli holatda ushlab turiladi. Cho'lg'am 9 ga kuchlanish berilganda yakor 7 tortiladi va qaytuvchi prujina 10 ni siqadi, natijada qo'lcha 6 qo'yib yuboriladi. Bunda ozod etilgan etakchi prujina 4 o'qqa 5 mahkamlangan tishli sektor 3 aylana boshlaydi va unga ulangan shesterna 18 ni aylantiradi. Shesterna 18 valga ulangan, valga esa kontaktli travers 22 o'rnatilgan bo'ladi.

Aylanish boshida valga o'q 11 ga mahkamlangan friksiyali qurilma 12 yordamida etakchi shesterna 17 ga ilashadi.

Etakchi shesterna 17 trubka 16 shesterna 13 va 14 lar orqali soatli mexanizmlar 20, 19, 15 bilan bog'langan.

Soatli mexanizm kontakt traversi 22 ni ma'lum bir tezlikda harakatlanishini ta'minlaydi.

Vaqtning kechikishi deb, traversning harakatlanish vaqti va qo'zg'aluvchi kontaktlar 2 ning qo'zg'almas, hamda siljuvchi 21 kontaktlarga nisbatan boshlang'ich holatidagi vaqtiga aytiladi.

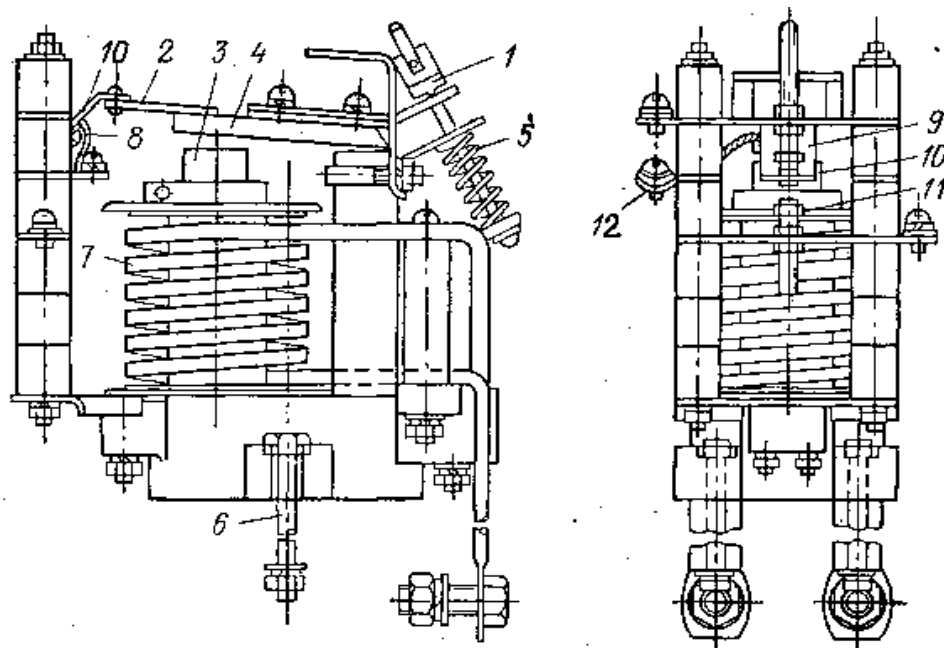
EV-100 relesi o'zgarmas operativ tokda, kuchlanishi 24, 48, 110, va 220 V.

EV-200 relesi esa o'zgaruvchan operativ tokda, Kuchlanishi 110, 127, 220 va 370 V da ishlaydi.

Relening ishlashiga kuchlanish, chastota va temperatura ta'sir qilmaydi.

9.6. ELEKTR YURITMALARINI BOSHQARISH VA AVTOMATIKADA QO'LLANILADIGAN ELEKTROMAGNIT RELESI

Elektr yuritmalarini boshqarish sxemalarida REV-300 tipidagi o'zgarmas tok relesi ishlatiladi. Bu rele tok va kuchlanish relesi sifatida ishlatiladi (9.7-rasm)



9.7-rasm. REV-300 tipidagi elektromagnit relési.

Bu relening asosiy elementlariga U – simon 3 shakldagi magnit o'zak yakor 4 cho'lg'am 7, mahkamlovchi detal 6, qaytuvchi prujina 5, rostlovchi gayka 1, izolyasiyali plastina 2 dagi harakatlanuvchi kontakt 10, qo'zg'almas 9 va 11 kontaktlar, klemmalar 12, harakatlanuvchi kontaktning klemma bilan bog'lovchi egiluvchan element 8.

Relening qaytish koeffisienti juda yuqori bo'ladi, chunki etarli kattalikdagi havo oralig'ining bo'lishi va yakorning harakati katta bo'lmagan masofaga siljiydi.

Bunday relelar avtomatlashtirish sxemalarida ham keng qo'llaniladi.

10. KONTAKTSIZ APPARATLAR.

10.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Tog' – kon sanoatida ishlab chiqarish jarayonlarining avtomatlashtirilishi va avtomat boshqarish sistemasining joriy etilishi elektr apparatlaridan ishonchlilik, tezlik va uzoq muddat ishlashi kabi talablarni bajarilishini taqazo qiladi. Elektr apparatlarida kontakt sistemasining bo'lishi bu talablarni bajarilishini ta'minlay olmaydi. Shu sababli hozirgi vaqtda kontaktsiz elektr apparatlari keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Bunday elektr apparatlari boshqarish zanjirini uzmasdan ularga ta'sir etadi.

Kontaktsiz elektr apparatlari qo'yidagi afzalliklarga ega:

- tez ta'sir etish, yuqori tezlik va tezda qayta ulash xususiyati;
- uzoq muddat ishlashi;
- xizmat ko'rsatishning oddiyligi;
- portlash va changli muhitda ishlashi.

Kontaktsiz elektr apparatlarining ishlash prinsipi nochiziqli volt –amper xarakteristikasiga ega bo'lgan elementlarni qo'llashga asoslangan.

Nochiziqli elementlar manba va yuklama orasiga ulanadi va o'zining qarshiligini o'zgartiradi.

Kontaktsiz elektr apparatlarning bu xususiyati quvvati katta bo'lmagan boshqarish zanjirida juda katta quvvatni boshqarish imkonini yaratadi va apparat kuchaytirgich vazifasini bajaradi. Bundan tashqari kontaktsiz elektr apparatlari logik funksiyani ham bajara oladi.

Nochiziqli element asosidagi cho'lg'amli ferromagnitli o'zak kuchaytirgich magnitli nochiziqli element asosidagi yarim o'tkazgichli asbobga esa yarim o'tkazgichli deyiladi.

Kontaktsiz elektr apparatlari bajaradigan funksiyasiga qarab:

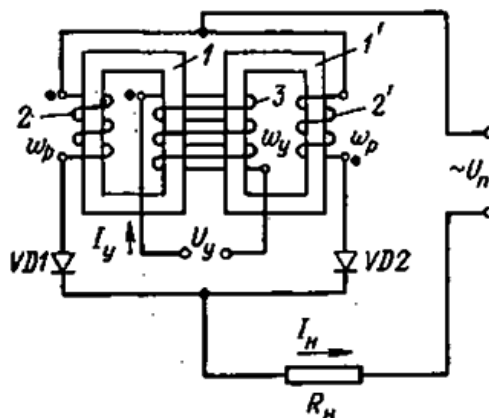
- kommutatsiyali apparatlar;
- yuqori va past kuchlanishlarni uzgichlar, boshqarish apparatlari;
- kontaktorlar, ishga tushirgichlar, boshqarish relelari va boshqalar;
- rostlovchi apparatlar
- elektr rostlagichlari.
-

10.2. MAGNITLI KONTAKTSIZ ELEKTR APPARATLARI

Magnitli kuchaytirgich (MK) deb, signalni kuchaytirishda boshqariladigan, induktiv qarshilik ishlatilgan elektr apparatiga aytiladi.

Boshqariladigan induktiv qarshilik sifatida po'lat o'zakli drossel ishlatiladi. Bunday drosselning magnitlanishi bilan uning induktiv qarshiligi o'zgaradi.

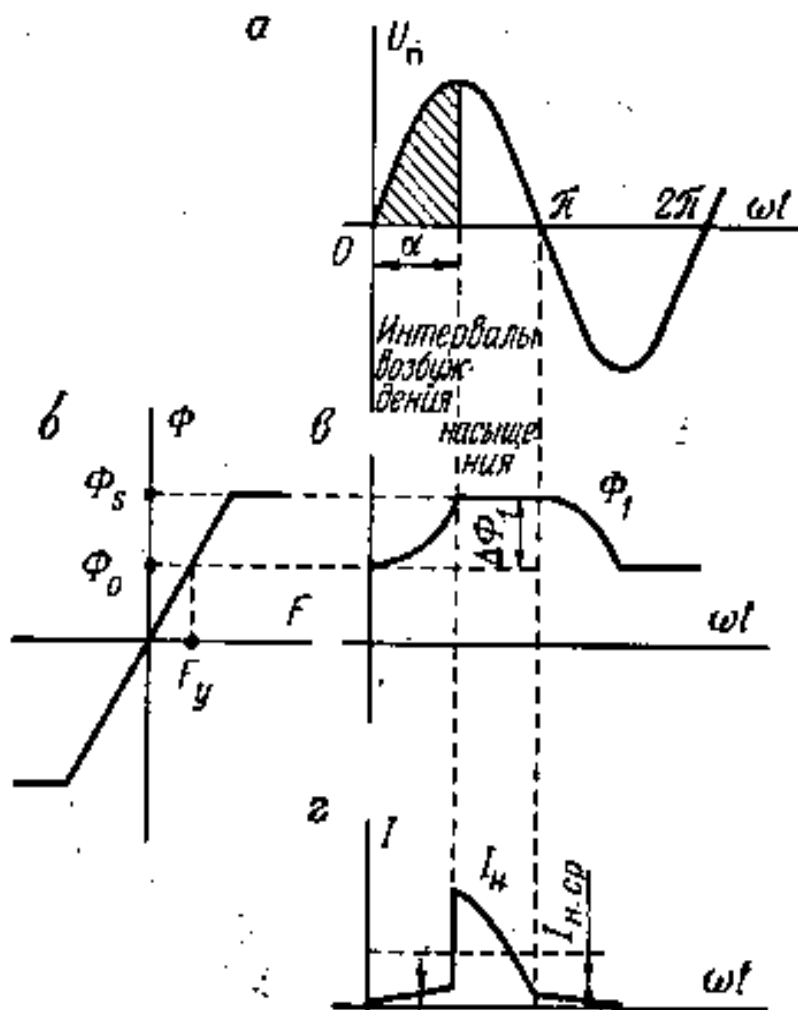
10.1-rasmda o'zi magnitlanadigan MK ning sxemasi ko'rsatilgan bo'lib, u ikkita bir xil o'zaklar 1 va 1' dan iborat. O'zaklarda ikkita yarim cho'lg'am 2 va 2' cho'lg'am o'ralgan. Bu cho'lg'amlar 2 va 2' parallel va qarama-qarshi qilib ulangan. 2 va 2' cho'lg'amlarga ketma-ket qilib diodlar VD1 va VD2 ulangan bo'ladi.



10.1-rasm. O'zi magnitlanadigan magnit kuchaytirgichning sxemasi

O'zgaruvchan tok zanjiridagi kuchaytirgichga yuklama qarshiligi R_n ulangan. Boshqarish cho'lg'ami 3 ga o'zgarmas kuchlanish I_u beriladi. Agarda boshqariladigan signallar bir nechta bo'lsa, u holda o'zakda bir nechta boshqarish cho'lg'ami joylashtiriladi.

O'zgaruvchan kuchlanishli ishchi yarim cho'lg'am tokni faqat birinchi yarim davrda o'tkazadi (10.2, a –rasm). Shu sababli MK ning ishlashini birinchi yarim davrda faqat 1 o'zakda 0 dan π oraliqgacha ko'rib chiqamiz.



10.2 – rasm. MKda manba kuchlanishi, o'zakdagi oqim va yuklama tokining o'zgarishi.

Birinchi yarim davrning boshida o'zakda ϕ_0 boshlang'ich oqim bo'ladi (10.2, b–rasm). Bu oqimni boshqarish cho'lg'amidan oqayotgan tok hosil qilgan va o'zakning magnitlanish xarakteristikasidan aniqlanadigan MYUK F_u hosil qiladi. Birinchi yarim davrda manba kuchlanishi U_p ta'sirida birinchi o'zakning ishchi cho'lg'amda o'zak magnitlanadi (10.2, v-rasm). Magnitlanish jarayoni o'zak to'yinguncha davom etadi. O'zak to'yinguncha bo'lgan vaqtga qo'zg'atish intervali deyiladi va to'yinish burchagi α (10.2, a – rasm) bilan xarakterlanadi. Qo'zg'atish intervalida drosselning katta induktivligi sababli, hamma kuchlanish

drosselda bo'ladi va yuklamada uncha katta bo'lmagan magnitlovchi tok I_μ oqadi (10.2, g-rasm).

O'zak to'yinganda to'yinish intervali boshlanadi. Bu intervalda o'zakning magnit oqimi o'zgarmaydi, drosselning induktivligi kichkina bo'ladi va hamma kuchlanish U_p yuklamada bo'ladi. Yuklamadagi tok I_n tezda oshib ketadi va o'zakning to'yinish momentidan boshlab yarim davrning oxirigacha (π burchakkacha) oqadi. Boshqa yarim davrda esa ikkinchi o'zakda xuddi shunday jarayon sodir bo'ladi.

Yuklamadagi o'rtacha tok qo'yidagicha aniqlanadi.

$$I_{n,yp} = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \frac{\sqrt{2}U_n \sin \omega t}{R_n} d\omega t = \frac{\sqrt{2}U_n}{\pi R_n} (1 + \cos \alpha), \quad (10.1)$$

bu erda R_n - yuklama qarshiligi.

Oqimning qo'zg'atish intervalidagi o'zgarishi $\Delta\phi_1$ qo'yidagi tenglamadan aniqlanadi

$$\Delta\phi_1 = \phi_s - \phi_0 = \frac{1}{\omega\omega_p} \int_0^\alpha U_n \sin \omega t d\omega t. \quad (10.2)$$

10.3-rasmda MK ning boshqarish xarakteristikasi ko'rsatilgan. MK ning yuklama tokining karralik koeffisienti qo'yidagicha aniqlanadi.

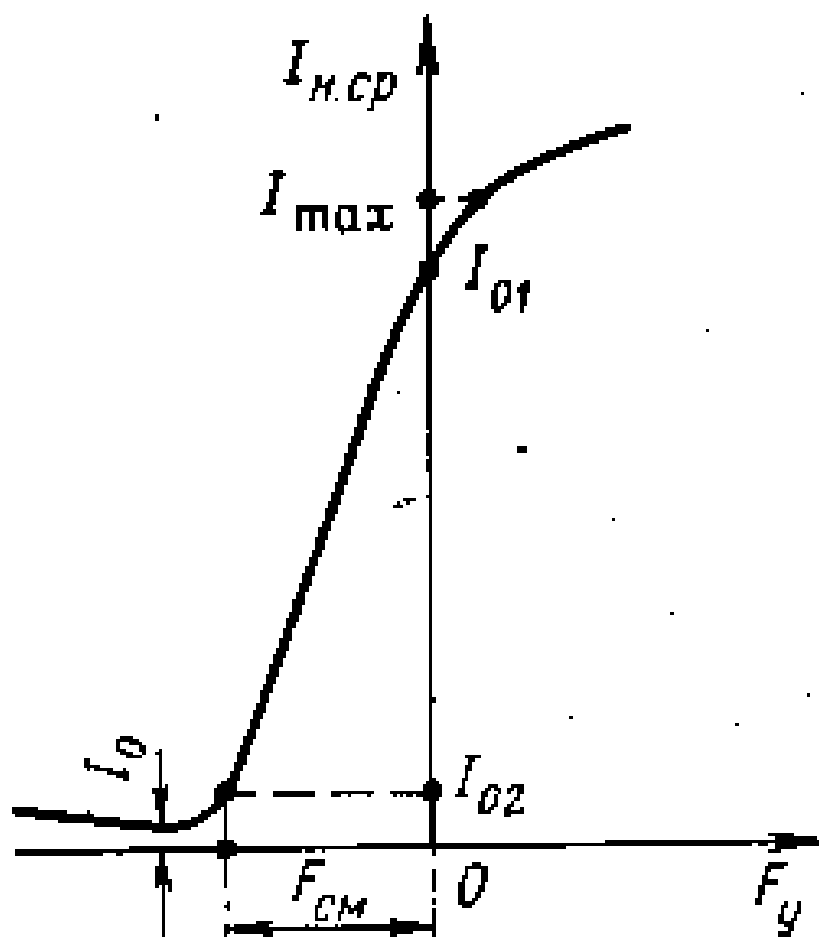
$$K_i = I_{\max} / I_0 \quad (10.3)$$

bu erda I_{\max} - boshqarish xarakteristikasining chiziqli qismining oxiridagi yuklama tokining maksimal qiymati; I_0 - salt ishlash toki (o'zakni magnitlash uchun kerak bo'lgan MYUKdan topiladi).

MKning kuchaytirish koeffisienti qo'yidagicha topiladi

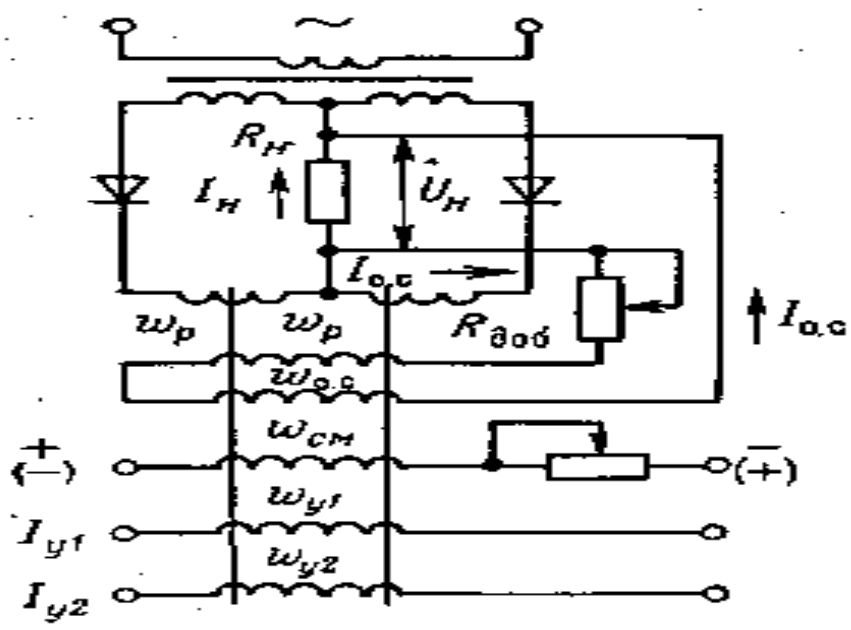
$$K_{kych} = P_{\text{юк}} / P_{\sigma}, \quad (10.4)$$

bu erda $P_{\text{юк}}$ - yuklama quvvati; P_{σ} - boshqarish quvvati.



10.3. – rasm. Magnit kuchaytirgichning boshqarish xarakteristikasi

Kontaktsiz magnit relesini MK asosida yaratish mumkin. Buning uchun teskari aloqali qo'shimcha cho'lg'ami ω_{oc} yordamida kuchaytirgichning rele rejimiga erishiladi (10.4-rasm).

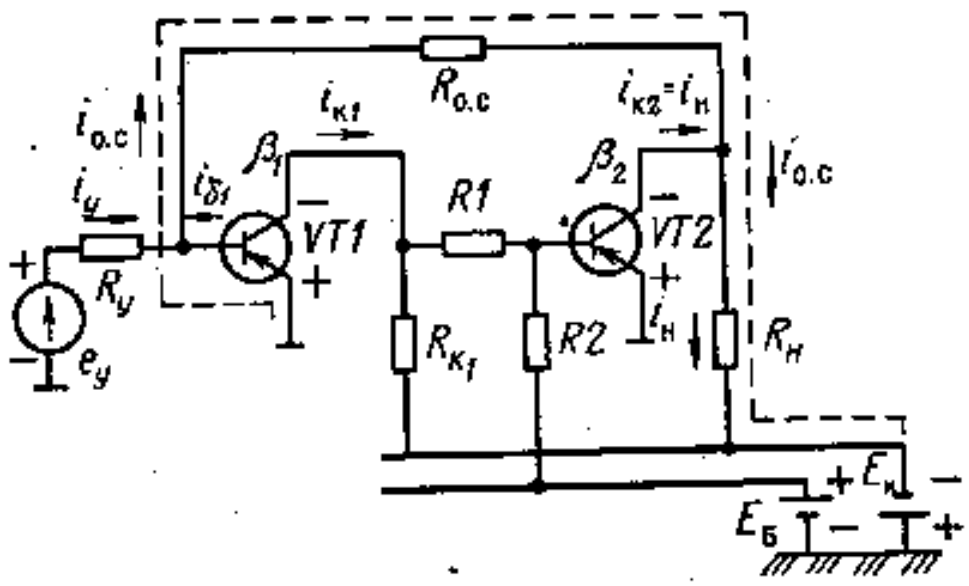


10.4 – rasm. Magnit kuchaytirgich bazasidagi kontaktsiz magnit releining sxemasi.

10.3. YARIM O'TKAZGICHLI KONTAKTSIZ APPARATLAR

Yarim o'tkazgichli relelar yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar bazasida yaratilgan bo'lib, kirish va chiqish orasida kuchli teskari aloqali rejimda ishlaydi.

10.5 – rasmda musbat teskari aloqali ikki kaskadli tranzistorli kuchaytirgichning sxemasi ko'rsatilgan bo'lib, uning ish rejimi rele xarakteristikasiga mos keladi.



10.5-rasm. Musbat teskari aloqali tranzistorli kuchaytirgich

Bu sxema VT1 va VT2 tranzistorlar bazasida umumiy emitterli sxemada yig'ilgan ikkita ketma-ket ulangan bir kaskadli tranzistorli kuchaytirgichlardan iborat. Teskari aloqa tokining yo'li uzoq-uzoq chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

Baza toki qo'yidagicha aniqlanadi

$$i_{\delta 1} = i_{\delta} + i_{m.a} \quad (10.5)$$

Musbat signal toki i_y tranzistor VT1 ni yopadi, teskari aloqa toki $i_{m.a}$ esa bu tranzistorni ochishga harakat qiladi.

Releli ish rejimini olish uchun teskari aloqa qarshiligi $R_{m.a}$ kritik qiymati R_{kp} dan kichik bo'lishi kerak, ya'ni

$$R_{m.a} \leq R_{m.a.kp} = \frac{R_y R_u \beta_1 \beta_2 \gamma}{R_y + r_{\delta 1}}, \quad (10.6)$$

bu erda $\gamma = R_{\kappa 1} / R_{\kappa 1} + R_1$; β_1, β_2 - VT1 va VT2 tranzistorlarning toki bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti; r_{δ} - VT1 tranzistorning "emitter-baza" qarshiligi.

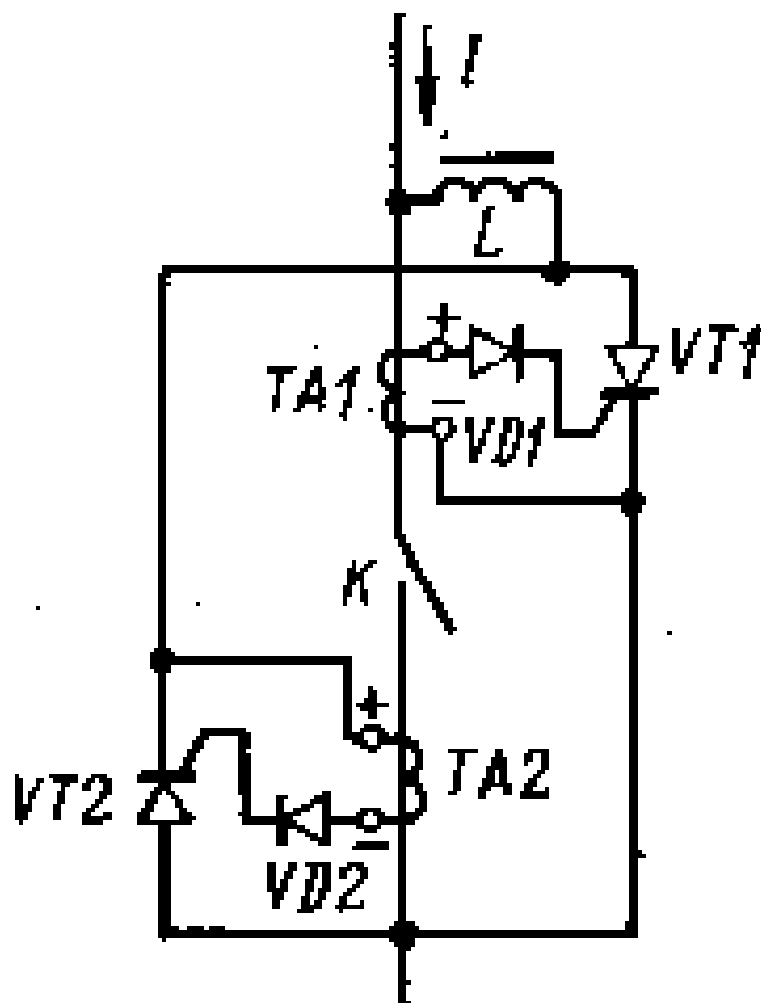
Tiristorlarning rivojlanishi kontaktsiz kommutasiyalovchi apparatlarni yaratish imkonini berdi.

Yarim o'tkazgichli kommutasiyalovchi apparatlarda kontakt vazifasini tiristorlar bajaradi.

Kommutasiyalovchi apparatlarning texnik-iqtisod ko'rsatkichlarini yaxshilashda hozirgi vaqtda gibridli apparatlar ishlab chiqarilmoqda. Gibridli apparatlar yarim o'tkazgichli va kontaktli apparatlarning ijobiy xususiyatlarini o'zida mujassamlashtirgan.

10.6-

rasmda gibridli kommutasiyalovchi apparat bita qutbining sxemasi ko'rsatilgan.



10.6-rasm. Gibriddli kommutatsiyalovchi apparat qutbining sxemasi

Apparatning K kontakti VT1 va VT2 tiristorlar bilan parallel ulangan. Kuch zanjirida tokning paydo bo'lishi bilan tok transformatorlari TA1 va TA2 ning berk ikkilamchi zanjirida hosil bo'lgan kuchlanish yordamida VT1 va VT2 tiristorlar boshqariladi. VD1 va VD2 diodlar birinchi tiristorni tokning musbat yarim to'lqinida ochish, boshqasini esa manfiy yarim to'lqinida ochishni ta'minlab beradi.

K kontakti uzganda, masalan VT1 tiristor ochilgan, tok K kontakt shaxobchasidan VT1 tiristorning shaxobchasiga o'tadi. SHu tariqa K kontaktdagi yuklama kamayadi. Tok noldan o'tganda tiristor yopiladi va zanjir uziladi. VT2 tiristor ochilmaydi, chunki ko'rilayotgan yarim davrda tiristorni ochishga signal kelmaydi.

Tokning katta o'zgarishi di/dt dan tiristorni himoyalash uchun, tiristorga ketma-ket qilib drossel L ulanadi. SHu tariqa kontakt K ni uzganda, hosil

bo'luvchi yoy tiristor tomonidan ushlab qolinadi, bu esa kommutatsiyali eyilishni kamaytirish imkonini beradi.

Yarim o'tkazgichli bloklar BPK-21, MK-2, BPK-11, KT6051BS dan iborat bo'lgan gibridli kontaktorlarning KT64; KTP64; KT65; KTP65 tiplari ishlab chiqarilgan.

10.4. YARIM O'TKAZGICHLI DIODLAR, TIRISTORLAR, TO'G'IRLAGICHLAR

Yildan yilga yarim o'tkazgichli priborlar avtomatik qurilmalar va telemexanika, o'lchov asboblari, elektr xisoblash mashinalari, radiopriyomniklarda hamda televizorlarda ko'plab qo'llanilmoqda.

Ularning afzalliklari: vazni va o'lchamlarini kichikligi; ko'p muddatda ishlashi; mexanik zo'riqishlarga chidamliligi; f.i.k.ning yuqorililigi; turli sxemalardan foydalanganda ishchi kuchlanishning nisbatan kichikligi; istehmol qilinadigan quvvatning kichikligi.

Elektron oqimli yarim o'tkazgichlarni xosil qilishda to'rt valentli kremniy kristaliga, besh valentli surma, mqshtyak yoki fosfor, yahni D.I. Mendeleevning jadvalining V gurux elementlari qo'shiladi.

Teshikcha oqimli yarim o'tkazgich xosil qilish uchun kremniy kristaliga D.I. Mendeleevning uch valentli III gurux elementlari atomlari qo'shiladi, masalan (In) indiy atomi. Yarim o'tkazgich asbob turli xil kristallardan xosil qilinishi mumkin. Bular turli monokristallar aralashmalaridan xosil qilinadi. Elektron va teshikchali oqimga ega yarim o'tkazgichlar birikadigan tekislik yuzasi elektron-teshikchali yoki '-n (n-') – o'tish deb ataladi. Voltg'-amper xarakteristikasi '-n dan o'tadigan tokning berilgan kuchlanishning miqdoriga va qutbiga bog'liqligini ko'rsatadi va quyidagi formula bilan izoxlanadi:

$$I = f(U)$$

bu yerda: U- berilgan '-n o'tishdagi kuchlanish.

Yarim ztkazgichli diodlarning tuzilishi

Yarim o'tkazgichli diodlar germaniy, kremniy, selenli, misli va sh.k. moddali bo'lishi mumkin. Bular bir-biridan konstruktiv tuzilishi nominal tok va nominal kuchlanishga bog'liq xolda farq qiladi.

Stabilitron- bu kremniyli diod. Qarama-qarshi kuchlanish rejimida ishlaydi va istehmol manbasida kuchlanish o'zgarganda istehmolchidagi o'zgaras tok xosil qilishda kuchlanishni barqaror holatda saqlash uchun qo'llaniladi. To'g'rilovchi diodlarda yopiq qatlam bir xildagi strukturaga ega bo'lmaydi. Bunda mikroxududlarda kuchaytirilgan nisbiy o'tkazuvchanlik xosil qiladi. Qarama- qarshi kuchlanishda tok zichligi katta va kichik mikroxududlarda yuqori energiya ko'rsatkichini xosil qiladi. Bunda '-n' o'tishda mahallay ortiqcha qizish sodir bo'ladi.

Tiristorlar kremniydan tayyorlanadi va p va n tipli o'tkazuvchan to'rt qatlamdan tuzilgan, utcha P1, P2, P3, elektron – teshikli o'tish hosil qiladi. Uch qatlamli '-n-' -n strukturaga ega bo'lgan kremniyli ventil bilan n tipli plastinka olinib hamda ikki tomonli ('₁'-'₂') aktseptorli va (n₂) donor qatlamdan iborat. Tiristor boshqariluvchi ventilga kiradi. Anod A va katod K bilan birga boshqaruv elektrodi U ga ega.

Tiristor u orqali o'tayotgan elektronlar injeksiyasi va teshiklardan o'tayotgan tok yetarli bo'lmaguncha yoqilgan xolda bo'ladi. Ventildan o'tayotgan tok o'chirish tokiga yetganda tiristor o'chadi. Bu xol (o'chish) P₂ ochiq xolatda o'tishda yetarli miqdorda tok bo'lmasligi sababli yuzaga keladi.

Tiristorlarning asosiy xususiyati ishga tushish kuchlanishining kamaytirish xisoblanadi.

O'zgaras va o'zgaruvchan tortish nimstantsiyalar o'zgaruvchan va o'zgaras tok istehmolchilarining fiderlarini (tahminlovchi tarmoqlarini) himoyalash va avtomatlashtirish sxemalarida: yuklama borligida kuchlanishi rostlanadigan to'g'rilash qurilmalarining sxemalarida; o'zgaras tokli tortish nimstantsiyalarning to'g'rilovchi – inventori o'zgartirgichlarida va h.k.

To'g'irlagichlar. Konchilik korxonalarining ko'p zamonaviy avtomatlashtirish vositalari uchun o'zgaras tok qo'llaniladi. O'zgaruvchan tokni

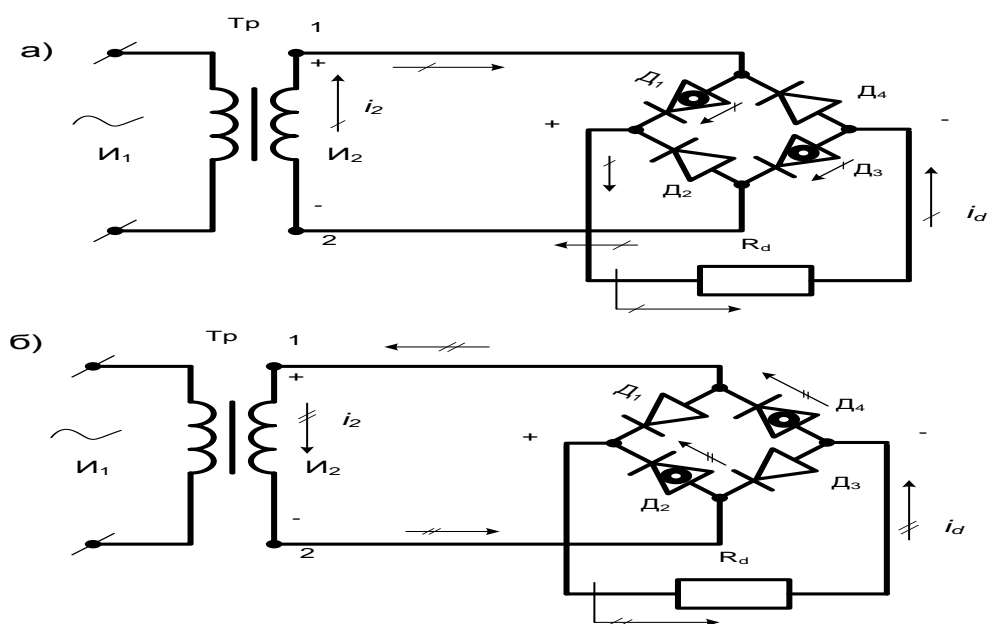
o'zgarmas tokka aylantirish uchun to'g'irlagichlar qo'llaniladi. Bularda asosan yarim o'tkazgichlar ishlatiladi. To'g'irlagichlar bir necha tashkil etuvchilar jumladan transformator, yarim o'tkazgichlar bloki, chiqish kuchlanishi pulsatsiyasini tekislovchi filtr, agar to'g'irlagich rostlanuvchi bo'lsa boshqarish tizimi, to'g'irlagichni himoyalovchi tizimdan iborat bo'ladi. Transformator va to'g'irlagich birgalikda aktiv yoki aktiv va reaktiv yuklamalarga ishlashi mumkin.

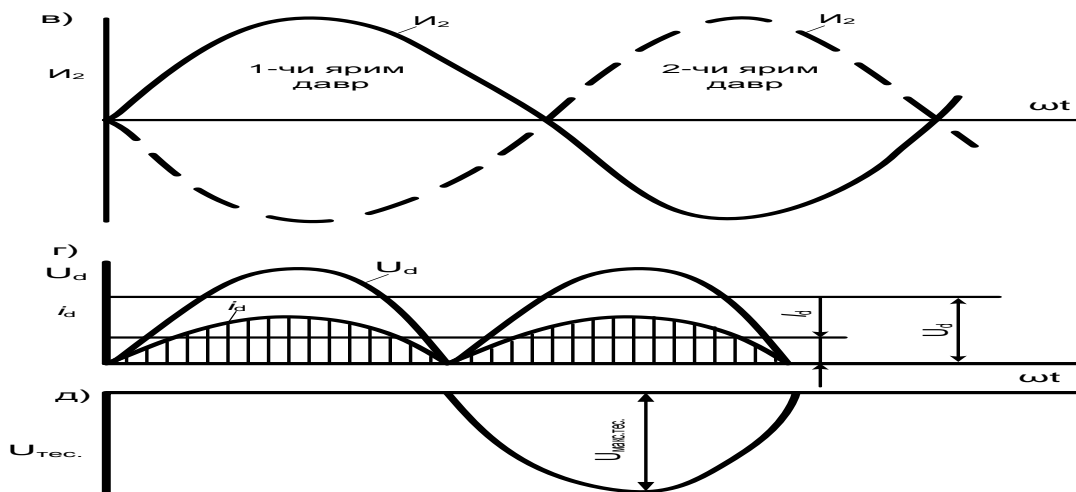
Amalda to'g'irlagichlarning turli sxemalari ishlatiladi. Bularga bir fazali bitta yarim davrli, bir fazali nol nuqtali ikkita yarim davrli, bir fazali ko'prik sxemali ikkita yarim davrli, uch fazali nol nuqtali, uch fazaliko'prik sxemali to'g'irlagichlar qo'llaniladi.

Ushbu tajriba ishida oxirgi uchta turdagi to'g'irlagichlar xususiyatlari o'rganiladi.

Bir fazali ko'prik sxemali (10.7-rasm) to'g'irlagich T_r transformatoridan va ko'prik sxemasida yig'ilgan to'rta $D_1 \div D_4$ dioddan iborat. Ko'prikning bitta diagonalittransformatorning ikkilamchi cho'lg'amiga ulangan, ikkinchi diagonaliga R_d yuklama ulanadi. Diodlarning katodlari ulangan umumiy nuqta yuklamaning musbat qutbi va anodlari ulangan umumiy nuqta manfiy qutbi bo'ladi.

Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish grafigi (10.7-rasm v) va yuklamadagi kuchlanish toklar grafiglari (10.7-rasm g,d) quyida keltirilgan.





10.7-rasm. Bir fazali ko'prik sxemali to'g'rilagich Tr transformatoridan va ko'prik sxemasida yig'ilgan to'rtta D1÷D4 dioddan iborat sxema.

v) Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish grafigi. g), d) yuklamadagi kuchlanish toklar grafiglari.

Bu sxemada transformator va yuklamadagi kuchlanishlar nisbati quyidagicha bo'ladi:

$$U_d = 0,9U_2 \text{ yoki } U_2 = 1,11U_d;$$

$$U_1 = k_T U_2 = 1,11k_T U_d$$

Bu yerda: U_d – to'g'rilangan kuchlanishning yuklamadagi o'rtacha miqdori

U_2 – transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish miqdori

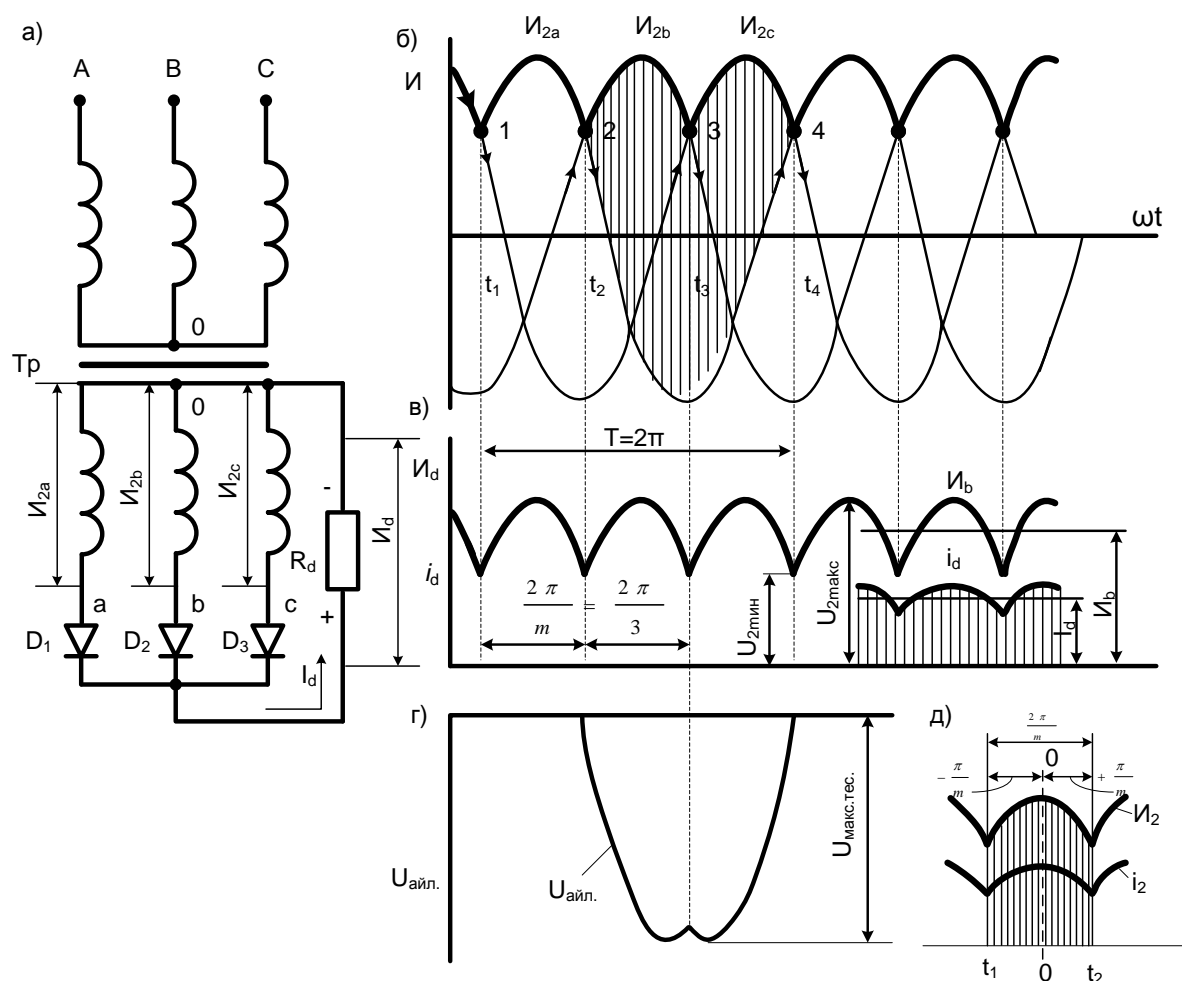
U_1 – transformatorning birlamchi cho'lg'amidagi kuchlanish miqdori

k_T – transformatsiya koeffitsienti

Nol nuqtali uch fazali, to'g'rilagich (10.8-rasm a). Uch fazali Tr transformator va uchta (yoki uch gurux) diodlardan iborat. Transformatorning birlamchi cho'lg'ami yulduz yoki uchburchak ikkilamchi cho'lg'ami esa faqat yulduz ulanishli bo'ladi. Transformatorning ikkilamchi cho'lg'ami fazalariga D1÷D3 diodlarning anodlari ulanadi. Ularning katodlari o'zaro ulanadi. Bu nuqta musbat va transformator ikkilamchi cho'lg'aming nol nuqtasiga manfiy R_d yuklama ulanadi.

Bu sxemada qaysi diodning anodida yuqori potentsial bo'lsa tok o'sha dioddan o'tadi.

Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish grafigi (10.8-rasm b) va yuklamadagi kuchlanish, toklar grafiklari (10.8-rasm v,g) quyida keltirilgan.



10.8-rasm. Nol nuqtali uch fazali, to'g'rilagich. b) Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish grafigi. v), g) Yuklamadagi kuchlanish, toklar grafiklari.

Bu sxemada transformator va yuklamadagi kuchlanishlar nisbati quyidagicha bo'ladi:

$$U_d = 1,17U_2$$

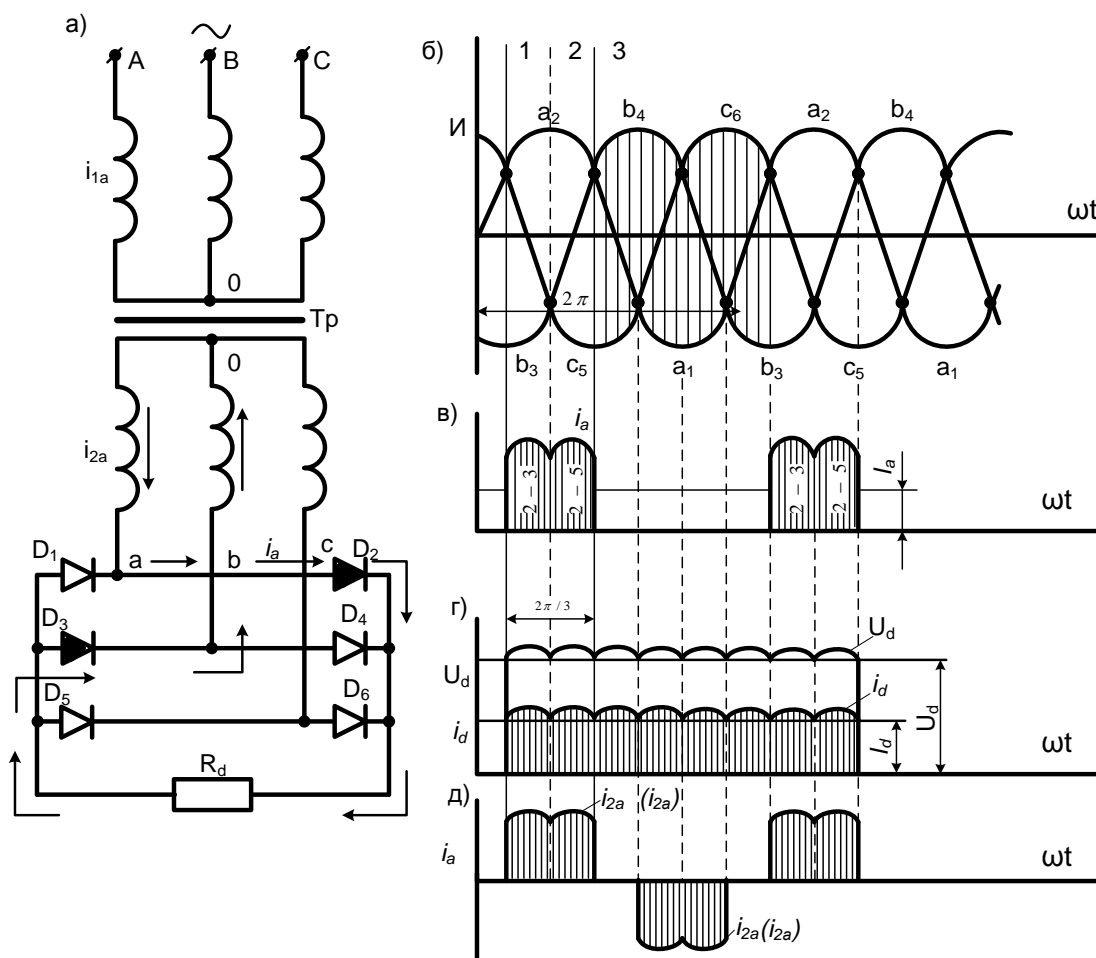
$$U_2 = \frac{U_d}{1,17}$$

$$U_2 = \frac{U_d}{1,17}$$

$$U_1 = K_t U_2 = K_t \frac{U_d}{1,17}$$

Uch fazali ko'prik sxemali to'g'rilagich (10.9-rasm a) uch fazali Tr transformatoridan va D1÷D6 oltita diodlardan iborat. Sxemadagi diodlar ikki guruxga birlashtirilgan. Anod guruxi-bunda D1, D3, D5 diodlarining katodlari o'zaro ulangan. Transformatorning birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlari yulduz yoki uchburchak ulanishi mumkin. Ko'pincha yulduz ulanadi. Transformator ikkilamchi cho'lg'amining fazalari to'g'rilagich ko'prigining o'rtalariga ulanadi. Mahlum bir vaqtda ikkita diod ishlaydi biri katod guruxidan ikkinchisi anod guruxidan. Katod guruxidagi qaysi diodning anodida musbat potensial eng yuqori bo'lsa o'sha dioddan tok o'tadi va anod guruxidagi qaysi diodning katodida manfiy potensial eng past bo'lsa o'sha diod tok o'tkazadi.

Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish grafigi (10.9-rasm b), ishlayotgan diodlardagi tokning grafigi (10.9-rasm v) va yuklamadagi kuchlanish, toklar grafiklari (10.9-rasm g, d) quyida keltirilgan.



10.9-rasm. Uch fazali ko'prik sxemali to'g'rilagich

Bu sxemada transformator va yuklamadagi kuchlanishlar nisbati quyidagicha bo'ladi:

$$U_d = 2,34U_{2f} \text{ yoki } U_{2f} = \frac{U_d}{2,34}$$

$$U_{1f} = K_t U_{2f} = K_t \frac{U_d}{2,34}$$

$$U_{1f} = K_t U_{2f} = K_t \frac{U_d}{2,34}$$

Bu yerda: U_{1f}, U_{2f} - transformatorning birlamchi va ikkilamchi faza kuchlanishlari

11. DATCHIKLAR

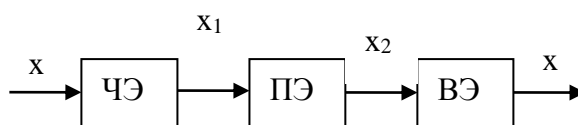
11.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Datchik deb, nazorat qilinadigan parametrni chiqish signaliga aylantiruvchi va signalni boshqarish sistemasiga uzatish yoki distansion uzatish uchun qulay qilib beradigan qurilmaga aytiladi.

Kon korxonalarini avtomatlashtirish sxemalarida turli xil datchiklar ishlatiladi. Ular fizik kattaliklarni, siljishlar, tezlik, bosim, temperatura va boshqalarni nazorat qilishda keng ko'lamda qo'llaniladi.

Datchiklarga qo'yiladigan talablar ularni tashish, montaji, ishlatish, sozlash va xavfsizlik kabilarga bog'liq bo'ladi.

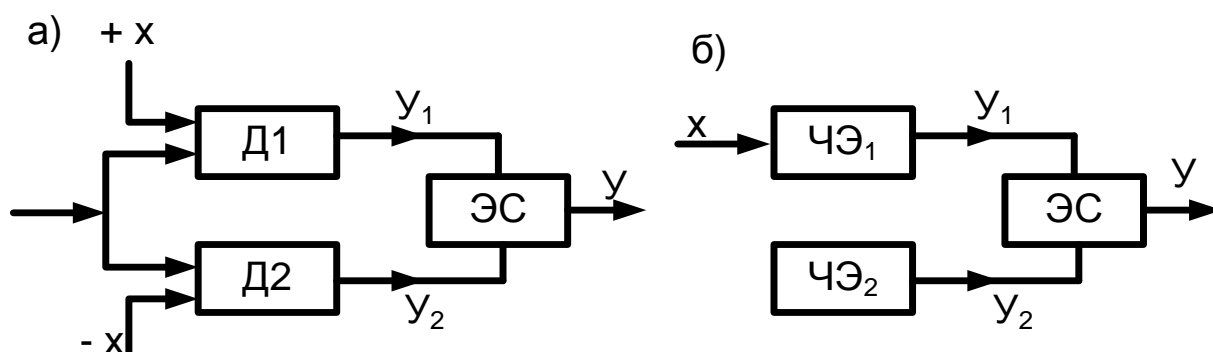
10.1-rasmda kattaliklarni ketma-ket o'zgartiruvchi datchikning strukturaviy sxemasi ko'rsatilgan.



11.1-rasm. Kattaliklarni ketma-ket o'zgartiruvchi datchikning strukturaviy sxema

Datchik sezuvchi element (CЭ) o'zgartiruvchi elementi (ЎЭ) hamda chiqish (ijrochi) element (ЧЭ)lardan iborat.

11.2-rasmda differensial datchikning strukturaviy sxemasi ko'rsatilgan.



11.2-rasm. Differensial datchikning strukturaviy sxemasi: a)- x kirish kattaligi bir vaqtning o'zida ikkita bir xil tipdagi datchika beriladi; b) – x kirish kattaligi bitta sezish elementiga beriladi.

Chiqish kattaligi u taqqoslash elementiga keluvchi parametrlarning farqi hisobidan hosil bo'ladi.

$$y = f(y_1 - y_2)$$

$x' = x / y$ nisbatga datchikning statik sezgirligi deyiladi, $s = \Delta y / \Delta x$ nisbatga esa datchikning dinamik sezgirligi; bu erda x – nazorat qilinadigan kattalik; y - chiqish kattaligi; Δx -kirish kattaligining o'zgarishi; Δy -chiqish kattaligining o'zgarishi.

Datchikning nisbiy sezgirligi S_0 qo'yidagicha aniqlanadi.

$$S_0 = \frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta x}{x}} = \frac{\Delta x}{y} \cdot \frac{\Delta y}{x}$$

Datchiklarning absolyut, nisbiy va keltirilgan xatoliklari mavjud. Absolyut xatolik Δy deb, chiiish kattaligi y' ni uzgandagi iiymatidan haqiqiy y qiymatining ayirmasiga aytiladi

$$\Delta y = y' - y .$$

Nisbiy xatolik % da qo'yidagicha topiladi

$$a, \% = \frac{\Delta y}{y} * 100 .$$

Keltirilgan nisbiy xatolik % da qo'yidagicha aniqlanadi

$$\epsilon, \% = \frac{\Delta y}{y_{\max}} * 100 .$$

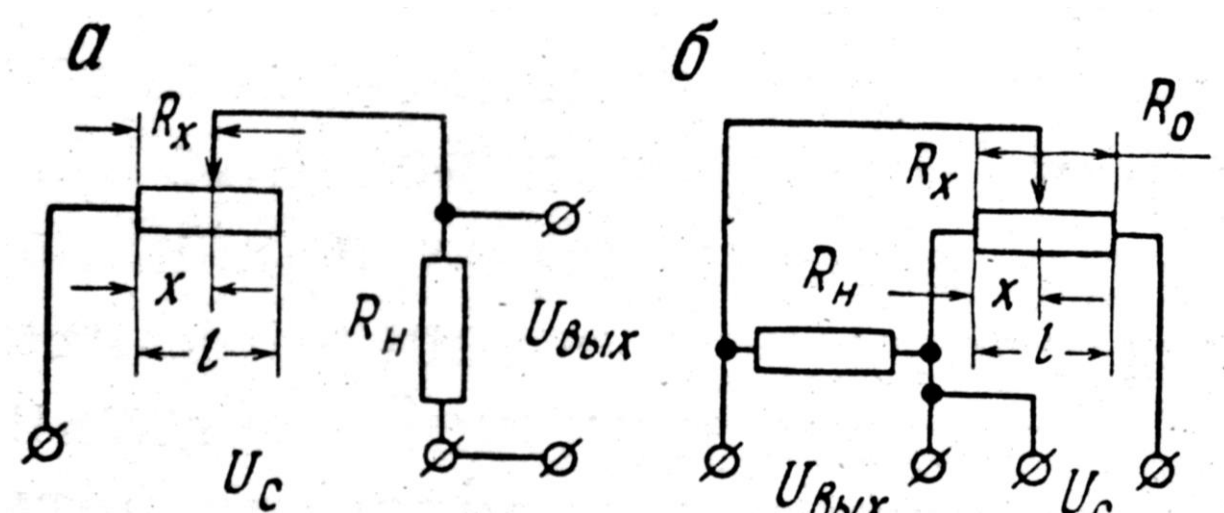
11.2. AKTIV QARSHILIK DATCHIGI

Bunday datchiklarda nazorat qilinadigan parametrning o'zgarishi o'tkazgichning o'zgaruvchi aktiv qarshiligiga o'zgartiriladi. Bu o'zgarish $R = \rho \frac{l}{S}$ tenglamaga asosan, geometrik o'lchamlarning o'zgarishi bilan o'zgaradi.

Aktiv qarshilik datchigiga termometrli va fotoelektrik datchiklarning ayrimlari kiradi. Bunday datchiklarga chiziqli siljishni elektr impulsiga aylantiruvchi kontaktli datchiklar ham kiradi.

Reostatli va potensiometrli datchiklar mexanik (burchak yoki chiziqli) siljishlarni reostat qarshiligining o'zgarishiga o'zgartiradi. Reostatning siljuvchi kontakti (dviyok) boshqariladigan mexanizmga bog'langan bo'ladi.

Reostatning elektr sxemasini ulanishiga qarab, reostat(11.3,a-rasm) yoki potensiometr (11.3, b-rasm)li datchikni olish mumkin.



11.3-rasm. Reostatli va potensiometrli datchiklar.

Reostatli va potensiometrli datchiklarning afzalliklariga soddaligi va keyingi kuchning talab etilmasligi (ular o'lchash uchun ishlatilganda) kiradi, kamchiliklariga esa o'ramli xatolikning, siljuvchi elektr kontaktining bo'lishi va kontakti harakatga keltirish uchun nisbatan katta kuchning talab etilishi kiradi.

Tenzometrli datchiklar sim yoki yarim o'tkazgichlar cho'zilganda yoki siqilganda ularning qarshiligini o'zgarishiga asoslangan. Tenzometrli datchiklarning sezuvchi elementi diametri 0,02-0,05 mm bo'lgan ingichka simdan tayyorlanadi. Bunday datchiklar deformatsiyani, kuchni, aylantiruvchi momentni, tezlanishni va tirashni o'lchashda qo'llaniladi.

Tenzoelementlarning afzalliklariga ularning gabarit o'lchamlari kichikligi, tuzilishining soddaligi, ishonchlilik va yuqori aniqlik bilan ishlashi kiradi. Ularning kamchiligiga esa sezish qobiliyatining pastligi va tenzodatchiklarning qarshiligini tashqi muhitgabog'liqligi kiradi.

Elektrolitli datchiklarning ishlashi tok o'zgaruvchi suyuqlik (elektrolit) orasiga joylashtirilgan elektrodlar orasidagi qarshilikning o'zgarishiga asoslangan. Elektrolitli datchiklar chiziqli va burchakli siljish datchiklari sifatida qo'llaniladi.

Bunday datchiklarning afzalligiga tuzilishining soddaligi, katta toklarni o'tkazishi kirs, kamchiligiga esa uni qo'llashning cheklanganligi kiradi. Chunki elektrolitning qarshiligi temperaturaga va aralashmaning konsentrasiya darajasiga bog'liq bo'ladi.

Termometrik datchiklar metallar va ayrim yarim o'tkazgichlarning temperatura o'zgarishi bilan o'zining elektr qarshiligini o'zgarishiga asoslangan.

Qarshilik termometri diametri 0.05-0.1 mm bo'lgan elektroizolyasiyali karkasga o'ralgan simdan tayyorlanadi. Qarshilik termometrlari -200 dan to +500 S gacha bo'lgan temperaturalarni o'lchashga mo'ljallangan.

Termorezistorlar esa -100 dan to +300 S gacha bo'lgan temperaturalarni o'lchaydi. Termorezistorlarning temperatura va voltamper xarakteristikalari noxiziqli bo'ladi.

Termometrik datchiklar xona ichidagi, sovitish suyuqliklari, turli xil mashinalari qismlarining temperaturasini nazorat qilishda qo'llaniladi.

Fotoelektrik datchiklar yorug'lik oqimini o'zgartirishda fotoelementlar qo'llaniladi. Parametrik datchiklarda ikki xil fotoelementlar ishlaydi:

- 1) Elektrovakuumli va gaz bilan to'ldirilgan (ionli) fotoelementlar. Bu fotoelementlarning ishlash prinsipi fotoelektron emiissiya hodisasiga asoslangan, ya'ni jinslardan yorug'lik oqimi ta'sirida elektronlarning chiqishi (tashqi fotoefekt);
- 2) Fotorezistorlar. Ularning ishlash prinsipi yorug'likning o'zgarishi natijasida ayrim yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligining o'zgarishiga asoslangan (ikki fotoeffekt).

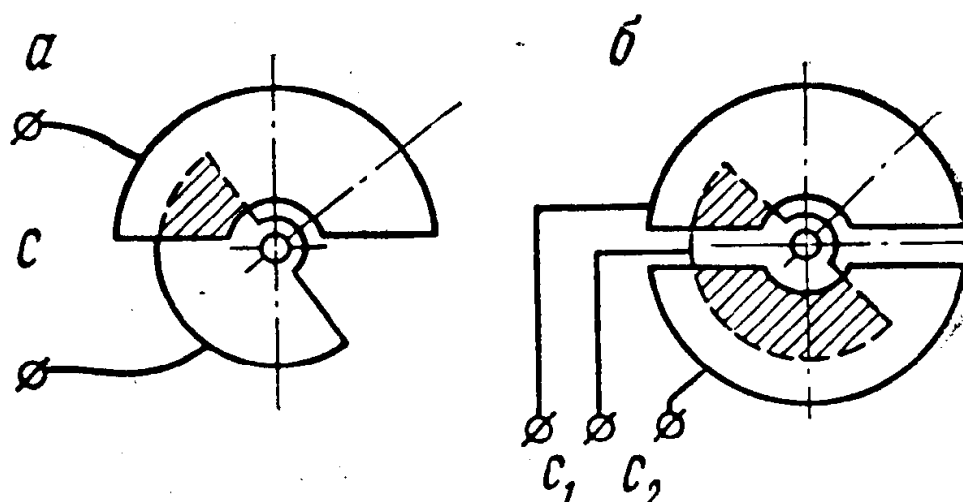
11.3. SIG'IMLI VA INDUKTIV DATCHIKLAR

Sig'imli datchiklarning ishlash prinsipi kondensator sig'imining dielektrik doimiysi. ε diskchalar orasidagi masofa δ va diskchalarning effektiv maydoni G' ga bog'liqligiga asoslangan.

Agarda yuqoridagi parametrlarning birortasiga ta'sir ko'rsatilsa, o'lchov elektr zanjiriga ulangan sig'im o'zgaradi. Anna shu o'zgarishga qarab o'lchanadigan kattalikni aniqlash mumkin.

Sig'imli datchiklarning o'lchov sxemasi ketma-ket o'zgaruvchi datchik sxemasi yoki diffrensial sxemaga asoslangan bo'ladi.

11.4-rasmda sig'imli datchikning sezuvchi elementi ko'rsatilgan.



11.4-rasm. Sig'imli datchikning sezuvchi elementi.

Sig'imli datchiklarning afzalliklariga kontaktlarning bo'lmasligi, kam energiyada ishlashi, o'lchov va massasining kichikligi, harakatlanuvchi qismlarining siljishiga kam kuch talab etilishi, sezgirligining yuqoriligi, inetrtiligining kichikligi kiradi. Kamchiliklariga esa yuqori chastotali kuchlanish manbasining talab etilishi, ichki qarshiligining kattaligi, chiqish quvvatining kamligi.

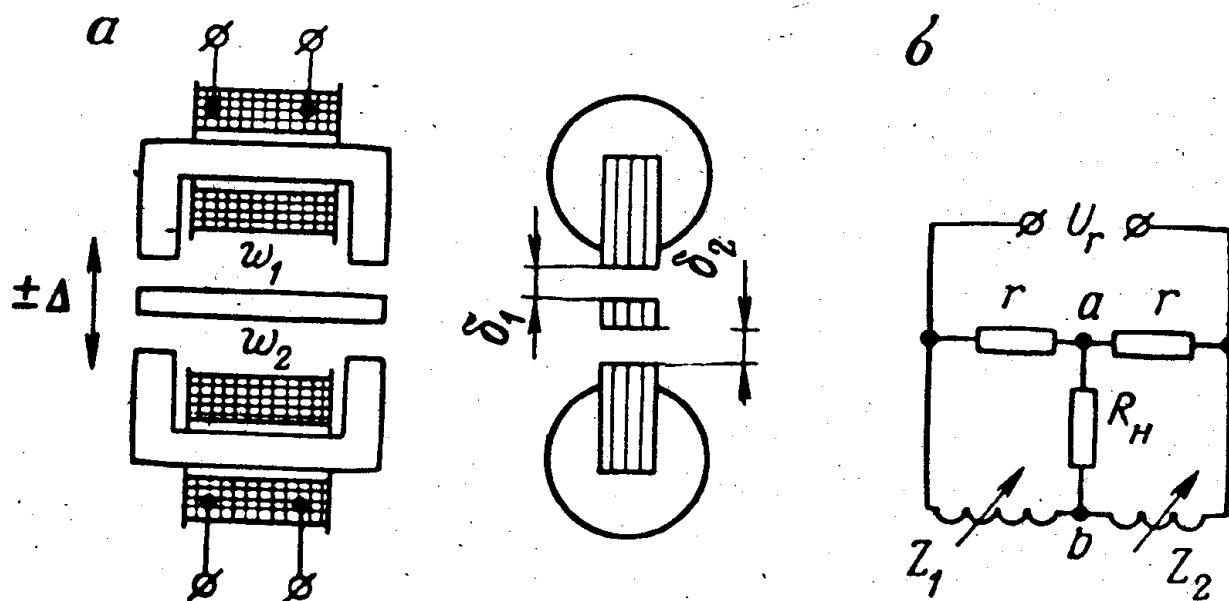
Induktiv datchiklarning ishlash prinsipi magnit bog'langan konturlarda o'zaro induksiya EYUK yoki g'altakning induktiv qarshiligining o'zgarishiga asoslangan. Bunday datchiklar asosan chiziqli va burchak siljishlarni o'lchash uchun ishlatiladi.

Induktiv datchikning sezuvchi elementi magnit o'zakli g'altak va tashqi kuch ta'sirida xarakatlanuvchi yakordan iborat. G'altak o'zgaruvchan tok zanjiriga yuklamaga ketma-ket qilib ulanadi.

Yakorning magnit o'zakka nisbatan siljiganidja havo oralig'ining uzunligi, g'altakning induktivligi va yuklama toki o'zgaradi.

Induktiv datchikning diffrensial , transformatorli va magnit – egiluvchan turlari mavjud.

11.5-rasmda diffrensial induktiv datchik ko'rsatilgan.



11.5-rasm. Diffrensial induktiv datchik: a-sezuvchi elementi: b-elektr sxemasi.

11.4. TEXNOLOGIK JARAYONLARNING DATCHIKLARI

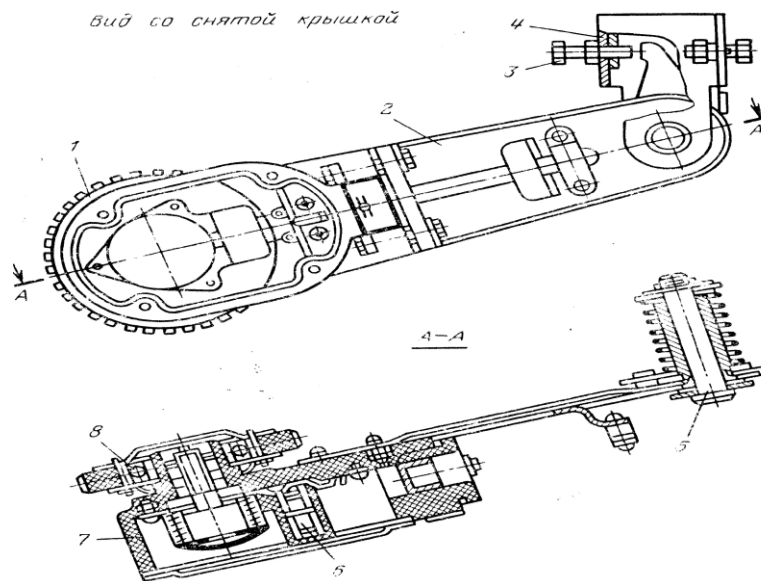
Mu'lumki, kon korxonalaridagi texnologik jarayonlar turli sharoitlarda bajariladi. Bu jarayonlarni avtomatlashtirish va nazorat qilishda turli xil datchiklar qo'llaniladi.

Tozalash mashina va komplekslarini avtomatlashtirishda ishlatiladigan datchiklarga radioto'lqinli, radioizotopli, holatni nazorat qiluvchi datchiklar ishlatiladi.

O'tish kombaynlari va burg'ilash mashinalarida elektrolitli va magnit – modulyasiyali datchiklar ishlatiladi. Ularning asosiy vazifasi qiyalikni va gorizontal yo'nalishni rostdash hisoblanadi. Bu relelar mashinaning tagiga o'rnatiladi.

Er osti transportini avtomatlashtirishda siljuvchi datchiklar, avtomat nazorat datchiklari, konveyerlarning yuklamasini nazorat qiluvchi datchiklar, konveyerlarning alohida elementlarini nazorat qiluvchi datchiklar, taxogeneratorli tezlik datchiklari, magnit – induksiya tezlik datchiklari qo'llaniladi.

11.6-rasmda taxogeneratorli tezlik datchigi ko'rsatilgan.



11.6-rasm. Taxogeneratorli tezlik datchigi: 1-rezinali rolik; 2-richak; 3-rostlovchi bolt; 4-skoba; 5-valik; 6-selenli munt; 7-plastmassali korpus; 8-sharikli podshipnik.

Ko'tarish qurilmalarini avtomatlashtirishda holatni aniqlovchi datchiklar, ko'tarish qurilmasining yuklamasini nazorat etuvchi datchiklar ishlatiladi.

Shaxta va rudniklarni shamollatishda impul'sli induktiv tipdagi havoni miqdorini aniqlovchi relelar ishlatiladi. SHaxtalardagi temperatura esa temperatura datchiklari yordamida nazorat etiladi.

Suv haydovchi qurilmalarni avtomatlashtirishda suv sathini nazorat qiluvchi РУП -1 tipdagi relelar qo'llaniladi.

Nasosni gidravlik himoyalashda РПФВ -1K tipdagi bayroqchali relelar ishlatiladi.

Nasos podshipniklarining qizishini ТДЛ-2 tipdagi termodatchiklar yordamida nazorat qilinadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Aliyev I.I., Abramov M.B. Электрические аппараты. Справочник.- М.: РадиСофт, 2007.-256 с.
2. Plashshanskiy L.A. Основы электроснабжения горных предприятий.-М.: Изд-во МГГУ, 2006.-499 с.
3. Chebotayev N.I. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ.-М.: Изд.во «Горная книга», 2006.-474 с.

4. Lyaxomskiy A.V., Plashshanskiy L.A., Chebotayev N.I. Электрifikasiatsiya gornogo proizvodstva.-M.: Izd-vo MGГУ, 2007.
5. Puchkov L.A., Pivnyak G.G. Электрifikasiatsiya gornogo proizvodstva. T.1.-M.: Izd-vo MGГУ, 2007-511 с.
6. Puchkov L.A., Pivnyak G.G, Электрifikasiatsiya gornogo proizvodstva. T.2.-M.: Izd-vo MGГУ, 2007-595 с.
7. Электрические и электронные аппараты. Под ред. Rozanova Yu.K.-M.: Энергоатомиздат, 1998.-752 с.
8. Chunixin A.A. Электрические аппараты.-M.: Энергоатомиздат, 1988.
9. Rodshteyn L.A. Электрические аппараты.-Л.: Энергоатомиздат, 1989.-304 с.
10. <http://www.energyland.info/librsry-show2859>. (Выбор электрические аппараты).
11. <http://pecsar.narod.ru/apparati.htm> (Электрические аппараты).
12. Shutskiy V.I., Lyaxomskiy A.V. Электрические аппараты и средства автоматизации горных предприятий.-M.: Недра, 1990.-283 с.
13. Автоматизация шахтных подъемных установок и конвейерного транспорта: Метод. указ./сиб.час.индустр. ун-т: сост.: V.I. Vasilovskiy, O.E. Maxalesova.-Новокузнецк. СибГИУ, 2007.-43 с.
14. Sukmanov V.I. Электрические машины и аппараты.-M.: Колос, 2001. - 296 с.

MUNDARIJA

1.	Kirish.....	4
2.	Elektr apparatlari to'g'risida umumiy tushunchalar.....	5
2.1.	<i>Elektr apparatlarining sinflari va umumiy tushunchalar.....</i>	5
2.2.	<i>Elektr apparatlariga qo'yiladigan asosiy talabalar.....</i>	7
2.3.	<i>Elektr apparatlarida ishlatiladigan asosiy materiallar.....</i>	8
3.	Elektr apparatlarining elektromagnit sistemalari.....	9

3.1.	<i>Umumiy ma'lumot</i>	9
3.2.	<i>Elektromagnit sistemalarini xisoblashning asosiy prinsiplari</i>	12
3.3.	<i>O'zgaras tok magnit zanjirlarini taxminiy hisoblash metodi</i>	14
3.4.	<i>O'zgaruvchan tok magnit zanjirlarini hisoblash</i>	19
3.5.	<i>Elektromagnitlarning tortish kuchi</i>	24
3.6.	<i>Elektromagnitlarning xarakteristikalari</i>	29
4.	<i>Yonishning nazariy asoslari va elektr yoyini so'ndirish elektr kontaktlar</i>	31
4.1.	<i>Umumiy ma'lumot</i>	31
4.2.	<i>O'zgarmas tokning elektr yoyi</i>	36
4.3.	<i>O'zgaruvchan tokning elektr yoyi</i>	40
4.4.	<i>Yoyli oraliqda kuchlanishning tiklanishi</i>	44
4.5.	<i>O'zgarmas va o'zgaruvchan tok yo'ylarini so'ndirish usullari</i>	46
4.6.	<i>Elektr kontaktlar</i>	49
4.7.	<i>Kontaktning o'tkinchi qarshiligi</i>	53
5.	<i>Elektr apparatlari qismlarining qizishi va sovishi</i>	55
5.1.	<i>Elektr apparatlari tok o'tkazuvchi qismlarining yo'l qo'yilgan qizish temperaturasi</i>	55
5.2.	<i>Bir jinsli o'tkazgichning qisqa tutashuv rejimida qizishi</i>	57
5.3.	<i>Elektr apparatlarining termik mustahkamligi</i>	60
6.	<i>Kuchlanishi 1000 v gacha bo'lgan tarqatish qurilmalarining apparatlari</i>	62
6.1.	<i>Tarqatish qurilmalari apparatlarining vazifasi, bajaradigan funksiyalari va ularga qo'yiladigan talablar</i>	62
6.2.	<i>Avtomatlashmagan uzgichlar</i>	63
6.3.	<i>Saqlagichlar</i>	65
6.4.	<i>Avtomat uzgichlar</i>	68
6.5.	<i>Komplekt tarqatuvchi qurilmalar</i>	71
7.	<i>Boshqarish apparatlari</i>	73

7.1.	<i>Umumiy ma'lumot</i>	73
7.2.	<i>Qarshiliklar</i>	74
7.3.	<i>Kontrolliyorlar</i>	75
7.4.	<i>Reostatlar</i>	76
7.5.	<i>Komandoapparatlar</i>	77
7.6.	<i>Kontaktorlar</i>	81
7.7.	<i>Magnit ishga tushirgichlar</i>	84
8.	<i>Kuchlanishi 1000 V dan katta bo'lgan tarqatish qurilmalarining elektr apparatlari</i>	86
8.1.	<i>Umumiy ma'lumot</i>	86
8.2.	<i>Izolyatorlar</i>	89
8.3.	<i>Shinalar</i>	90
8.4.	<i>Ajratgichlar</i>	91
8.5.	<i>Saqlagichlar</i>	94
8.6.	<i>Uzgichlar</i>	95
8.7.	<i>Yuklama uzgichlar</i>	96
8.8.	<i>Moyli uzgichlar</i>	98
8.9.	<i>Havoli uzgichlar</i>	103
8.10.	<i>Elegazli uzgichlar</i>	105
8.11.	<i>Vakumli uzgichlar</i>	106
8.12.	<i>Elektromagnitli uzgichlar</i>	107
8.13.	<i>O'lchov transformatorlari</i>	109
8.14.	<i>Kuchlanish o'lchov transformatorlari</i>	112
8.15.	<i>Tok o'lchov transformatorlari</i>	113
8.16.	<i>Reaktorlar</i>	115
8.17.	<i>Zaryadsizlagichlar</i>	117
8.18.	<i>Kuch transformatorlari</i>	121
8.19.	<i>Komplekt tarqatuvchi qurilmalar</i>	126
8.20.	<i>Umumsanoat komplekt tarqatuvchi qurilmalar</i>	130
8.21.	<i>Maxsus komplekt tarqatuvchi qurilmalar</i>	131

9.	Releli apparatlar.....	136
9.1.	<i>Relelar to'g'risida qisqacha ma'lumot.....</i>	136
9.2.	<i>Relening asosiy parametrlari va xarakteristikalari.....</i>	140
9.3.	<i>Relelarga qo'yiladigan talabalar.....</i>	143
9.4.	<i>Elektromagnit relelar.....</i>	144
9.5.	<i>Himoya elektromagnit relelari.....</i>	146
9.6.	<i>Elektr yuritmalarini boshqarish va avtomatikada qo'llaniladigan elektromagnit relesi.....</i>	148
10.	Kontaktsiz apparatlar.	150
10.1.	<i>Umumiy tushunchalar.....</i>	150
10.2.	<i>Magnitli kontaktsiz elektr apparatlari.....</i>	151
10.3.	<i>Yarim o'tkazgichli kontaktsiz apparatlar.....</i>	155
10.4.	<i>Yarim o'tkazgichli diodlar, tiristorlar, to'g'irlagichlar.....</i>	158
11.	Datchiklar	166
11.1.	<i>Umumiy tushunchalar.....</i>	166
11.2.	<i>Aktiv qarshilik datchigi.....</i>	168
11.3.	<i>Sig'imli va induktiv datchiklar.....</i>	170
11.4.	<i>Texnologik jarayonlarning datchiklari.....</i>	171
12.	Foydalanilgan adabiyotlar.....	175