

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

**Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash
muhandislari instituti Buxoro filiali**

«Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash» fakulteti

«Qishloq va suv xo'jaligida elektr ta'minoti» kafedrası

**«Suv xo'jaligida elektr ta'minoti» fanidan
ma'ruzalar matni**

USLUBIY QO'LLANMA



BUXORO– 2018

Tuzuvchi: **H.I.Nurov** - TIQXMMI BF “Qishloq va suv xo’jaligida elektr ta’minoti”
kafedrası assistenti.

Taqrizchilar:

R. Jalilov - Bux MTI, “Elektroenergetika”
kafedrası dostenti.

J.R. O’rinov – TIQXMMI BF “Umumkasbiy fanlar”
kafedrası dostenti , t.f.n.

Uslubiy qo’llanma “Qishloq va suv xo’jaligida elektr ta’minoti” kafedrasining 2018 yil “___”
_____dagi “___” – son yig’ilishida muhokamadan o’tgan va fakultet kengashida muhokama
qilish uchun tavsiya etilgan.

**“Qishloq va suv xo’jaligida
elektr ta’minoti” kafedrası mudiri :** **kat.o’qit.A.A.Xudoyberdiyev**

Uslubiy qo’llanma institut o’quv – uslubiy kengashida muhokama qilingan va foydalanishga
tavsiya etilgan (2018 yil “___” _____dagi ___-sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi: **t.f.n.dost. I.S.Hasanov**

ANNOTATSIYA

O'quv qo'llanmada O'zbekiston Respublikasida elektr energiyasi bilan ta'minlash masalalari, energetik tizimlar, elektr energiyasi kattaliklari, o'zgaruvchan va doimiy tok manbalari, elektr energiyasi manbalarini, iste'molchilarga elektr energiyasini uzatish va taqsimlash jarayonlarini, iste'molchilarning yuklamalarini hisoblash, elektr o'tkazgichlar: sim va kabellarning tanlash va ularning kesim yuzalarini aniqlash usullarini, elektr ta'minoti sxemalari va ularni tuzish, loyihalash, smeta xujjatlarini hamda elektr tarmoqlardan foydalanishni o'rgatadi.

Bundan tashqari o'rganiladigan mavzular zamonaviy muammolarni qamrab olganligi sababli talabalar bu mavzularni, fan bo'yicha tavsiya etiladigan adabiyotlardan, Internet tarmog'idan, chet el va mamalakatimiz patent materiallari va ilmiy jurnallardan foydalanib qo'shimcha ravishda o'rganishlari mumkin.

ANNOTATSIYA

V uchebnoy posobie rassmotreniy izucheniya voprosov elektrosnabjeniya v Respublike Uzbekistan, energeticheskie sistemiy, osnovnyye velichiny elektricheskoy energii, istochniki energii, protsess peredachi i raspredeleniya elektricheskoy energii potrebitelyam, raschet elektricheskix nagruzok, vbor elektricheskix provodov i kabeley, raschet ix secheniya, sostavlenie i proektirovaniya elektricheskix sxem, ispolzovanie smetnoy dokumentatsii.

Krome togo, dlya studentov pri izuchenii predmeta predusmotreniy dopolnitelnye ispolzovaniya materialov Interneta, a takje zarubejnyx patentov i nauchnyx jurnalov.

SUMMARY

The text book describes learning the problems of electric power supply in the Republic of Uzbekistan, energetical systems, basic quantities of electrical energy, sources of energy, process of transmissions and distribution of the electrical energy for users, analysis of electric loading, choosing electrical wires and cables, analysis of their sections and electrical diagrams: drawing up, projecting and using their estimation.

Materials of Internet, foreign patents and scientific magazines are also provided for learning the subject.

1-Bob Kirish

§1.1. O‘zbekistonda elektroenergetikaning rivojlanishi

O‘zbekiston elektroenergetikasining rivojlanishi Boz-su elektr stansiyasini qurilishidan boshlangan. Boz-su gidroelektrstansiyasi (GES) 1921 yil 20 mayda ishga tushirilgan. SHundan keyin Chirchiq-Boz-su trakti bo‘ylab 7 ta gidrostansiyalar va 4 ta issiqlik elektr stansiyalar qurilib ishga tushirildi. SHu bilan birgalikda O‘zbekiston viloyatlarini ko‘pchilik tumanlarida kichik quvvatli xo‘jalik va o‘rta quvvatli xo‘jaliklararo gidrostansiyalar kurildi. 1950 yillarda boshlab O‘zbekistonda energetika qurilishlari katta jadal bilan rivojlanib bordi va 10 dan ortiq gidrostansiyalar qurilib ishga topshirildi. Shu jumladan Chorvoq GES (600 MVt), Xodjikent GES (165 MVt), bundan tashqari bir qancha o‘rta va kichik quvvatli gidrostansiyalar ham qurildi..

Shular qatorida O‘zbekiston energotizimi negizini, asosan issiqlik elektrostansiyalar (IES) tashkil etadi; Sirdaryo IES (quvvati 3000 MVt); Toshkent IES i (1860 MVt); YAngi-Angren IES (2100 MVt); Navoi IES (1250 MVt); Taxia-Tosh IES (1200 MVt). Ularda 30 dan ortiq yangi zamonaviy energobloklar o‘rnatilgan. Ularni har birini quvvatlari 15 dan 300 ming kVt ni tashkil qiladi.

O‘zbekiston energotizimidagi eng yirik issiqlik elektr stansiyasi Tallimarjon IES bo‘lib, uning loyiha quvvati 3200 MVt ni tashkil qiladi, har-bir energoblokining quvvati 800 ming kVt dan iborat.

O‘zbekiston energetikasiga qarashli gidro va issiqlik energostansiyalar 1991 yil 5283 MVt soat elektroenergiya ishlab chiqdi. SHundan issiqlik stansiyalar 4807 MVt soat (90,9%), gidroelektr stansiyalar esa 482 MVt soat (91%) Ishlab chiqilgan elektr energiyasini iste‘molchilarga etkazib berish maqsadida O‘zbekenergo Davlat aksionerlik kompaniyasi qarmog‘ida 12 ta viloyat elektr tarmoqlar korxonalari ishlab turibdi.

Xozirgi paytda respublikada 220 ming kilometr elektr tarmoq tizimlari qurilgan. SHu jumladan kuchlanish 500 kV havo liniyalari 1600 kilometr va 220 kV kuchlanishli havo liniyalar 4600 kilometr.

O‘rnatilgan tarmoq transformatorlarning umumiy quvvati 38600 MVA dan ortiq. SHu jumladan 35 kV va undan yuqori kuchlanish tarmoqlardagi transformatorlar 2420 ta, 500 kV li transformatorlarning quvvati 3507 MVA.

O‘zbekiston energotizimi respublika iste‘molchilarini elektr energiyasiga bo‘lgan talabalarini to‘liq qondira oladi, bundan tashqari ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining bir qismini Janubiy Qozog‘iston, Tojikiston, Qirg‘izston va Afg‘onistonga eksport qilinadi.

1956 yillarda Respublikani ko‘pchilik viloyatlarida quruq va bo‘z erlarni o‘zlashtirishi bilan yirik nasos stansiyalarni qurilishi, 1980 yillarda xo‘jaliklarda yirik komplekslarni qurilishi va ularni mahsulotlarini qayta ishlab chiqarish korxonalarini qurilishlari tufayli 7200 dan ortiq elektr yuritmalar ishga tushirildi, ularni iste‘mol qiladigan quvvati 37176 MVt soatni tashkil etadi. Ko‘p xo‘jaliklarda suvdan foydalanish uchun 252 ta nasos stansiyalari o‘rnatilgan.

O‘zbekiston iqtisodiy konsepsiyasiga ko‘ra 1990 yilga nisbatan 2010 yilgacha ishlab chiqarishning ijtimoiy mahsuloti 1,7 marta va milliy daromadi 1,6 marta oshishi ko‘zda tutilgan. SHu konsepsiya asosida elektr energiyasini xalq xo‘jaligidagi talabi 1995 yilga 60 mlrd. kVt soat, 2000 yilda 70 mlrd kVt. soat, 2005 yilda soat, 88 mlrd kVt soat va 2010 yilga 96 mlrd. kVt soat etkazish nazarda tutilgan. SHu jumladan bu ko‘rsatkich, ishlab chiqarish korxonalarida 1990-2010 yillarda 13,55-14,37 mlrd kVt soatga oshadi (ya‘ni 1,5-1,6 marta), qishloq va suv xo‘jaligida esa 8,4-8,5 mlrd kVt soatga oshadi (ya‘ni 1,7-1,8 marta) degani.

2010 yilda bo‘ladigan elektr energiyasiga bo‘lgan talablarni qoniqtirish maqsadida yangi gidro va issiqlik elektrstansiyalarni qurish va ishlab turgan issiqlik stansiyalariga qo‘shimcha energobloklar o‘rnatiladi.

§1.2. Elektroenergiyani ishlab chiqarish

Boshqa mahsulotlarni ishlab chiqarishga qaraganda, elektr energiyasini ishlab chiqarish o'ziga xos xususiyatga ega, bu ishlab chiqarilgan mahsulotni saqlab bo'lmazligidir. Ishlab chiqarilgan elektr energiyasi shu zahotiy oq iste'mol qilinishi kerak. Akkumulyatorlardan foydalanilgan holda uning ma'lum bir qismini saqlash mumkin, lekin bu qurilmalarning foydali ish ko'effitsientini kamligi va gabaritlarini kattaligi hamda ularni narhlarini haddan tashqari qimmatligi, bundan tashqari ular tez-tez ishdan chiqib turishi tufayli kamdan-kam foydalaniladi.

Yirik tuman elektr stansiyalari hozirgi zamon elektr iste'molchilarining asosiy elektr manbalari hisoblandi. Elektr energiyasini ishlab chiqaradigan elektrstansiyalari ishlash prinsiplari bo'yicha bir necha turlarga bo'linadi: issiqlik elektrostansiyalari, gidroelektrostansiyalar, atom elektrostansiyalari, bundan tashqari shamol, quyosh elektrostansiyalar va boshqalar.

Xozirgi paytda O'zbekistondagi elektr stansiyalarning umumiy o'rnatilgan quvvati 12,3 mln. kVt ni tashkil etadi. Respublikamizda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi asosan, 86% issiqlik elektr stansiyalarida, 11,5% gidroelektrostansiyalarda va 2,5% esa boshqa stansiyalarda ishlab chiqariladi [1].

Issiqlik elektromarkazlarda bir vaqtda issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqariladi, ularning foydali ish ko'effitsientini 65-70% etkazish mumkin. Gidroelektrostansiyalarda elektr energiyasini ishlab chiqadigan generatorlar, gidravlik turbinalar orqali ishga tushiriladi. Suvni yo'lini to'sib, suv omborida yig'ilishini hosil qiladigan to'g'on gidrostansiyalarni qurilishida asosiy qismi bo'ladi. Suv omborlaridan suvni etkizish yoki stansiyaning yuqori bosimli turbinasi orqali suvni o'tkazish bilan uning potensial energiyasini, gidroturbinani aylantiradigan kinetik energiyaga aylantirish va generatorlar orqali elektr energiyasini ishlab chiqish ta'minlanadi.

Gidroelektrostansiyalar suv omborining yuqori befidagi suvning bosimi pastki befga nisbatan yuqori bosimli (bosim 100 m va undan yuqori bo'lgan), o'rta bosimli (40-100 m) va past bosimli (40 m gacha bo'lgan) stansiyalarga ulanadi. Gidrostansiyalarni quvvati, gidro turbinadan o'tkazilayotgan suvni hajmi va bosimiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Yig'iladigan suvning hajmi ochiq suv oqimiga (daryo yoki kanalni), suvni bosimi esa, qurilgan to'g'onning balandiligiga bog'liq. To'g'onni balandligi quriladigan gidrostansiyaning yuqori befidagi suv ostida qoladigan erlarni xalq xo'jaligiga keltiradigan foydaligidan kelab chiqadi.

Odatda yuqori va o'rta bosimli stansiyalar tog'lik joylarda quriladi, chunki suv ostida qoladigan foydali erlar kamdan-kam bo'ladi. Tekislikdagi daryolarda odatda kam bosimli gidrostansiyalar quriladi, shunda ham foydali erlar suv ostida qoladi.

Gidrostansiyalarni qurilishi bo'yicha ular: derivatsiyali to'g'on yonidagi o'zanda (daryo oqimida) joylashgan stansiyalar. Derivatsiyali gidrostansiyalar yuqori bosimli va murakkab ko'p joy talab qiladigan gidrotexnik qurilish toifasiga kiradi. Bunday stansiyalarning ochiq suv oqimi to'g'on bilan to'siladi, yuqori befidan suv derevatsiya kanal orqali 10-15 km masofada joylashgan gidrostansiyaning turbinalari orqali pastki befga qo'yiladi. Ko'pincha derivatsiyali kanal o'rniga yuqori befidan, yuqori bosimli trubinalar orqali gidrostansiya bilan bog'lanadi.

To'g'ondagi gidroelektrostansiyada, stansiyaning binosi to'g'onning yonida qurilgan bo'ladi va ular yagona gidrotexnik kompleksni tashkil qiladi. O'zan gidrostansiyalar turbinalari to'g'onning o'zida joylashgan bo'ladi. Atom elektrostansiyalarda atom reaktorida uran atomini parchalanishdan hosil bo'ladigan energiyadan foydalanib bug' xosil qilinadi va uni qizitadi. Qolgan ishlash sikllari issiqlik stansiyalaridagidek bo'ladi. Atom stansiyalari ko'p davlatlarda rivojlanib bormoqda. (Angliya, Fransiya, AQSH, Rossiya va x.k.).

Oxirgi vaqtda quyosh, shamol elektrostansiyalardan foydalanish rivojlanib bormoqda. Yirik gidro- va issiqlik elektrstansiyalarning elektr tarmoqlari yagona elektr tizimiga 220 va 500 kV liniyalar orqali ulanadi.

§1.3. Xo'jalik elektrota'minoti

1945-46 yillarda tumanlar xo'jaliklarini elektr energiyasi bilan ta'minlash mayda xo'jalik yoki xo'jaliklararo qurilgan elektrostansiyalar asosida boshlangan edi. 1950 yillarga borib tumanlararo stansiyalar qurila boshlandi. 1956 yillardan boshlab qo'riq va bo'z erlarni o'zlashtirish boshlandi. O'zlashtirilayotgan erlarni suv bilan ta'minlash uchun Buxoro, Jizzax, Sirdaryo, Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlarda hamda Qoraqolpog'iston respublikasida, yirik nasos stansiyalari qurila boshlandi, masalan Olot, Xamza I, Xamza-II, Ulug'bek, Uch-tepa, Sirdaryo, Qashkadaryo va Surxondaryo viloyatlarda hamda Qorakolpog'iston respublikalarida yirik nasos stansiya va kichik nasos stansiyalar quriladi. Bu stansiyalarni elektrenergiyasi bilan uzluksiz ta'minlash uchun nasos stansiyalar qoshida podstansiyalar qurishga to'g'ri keldi. Bu podstansiyalarni quvvatlarini tuman va tumanlararo stansiyalar qoniqtira olmasligi tufayli 1971 yildan boshlab ularni katta energetizim tarmoqlariga ulanish boshlandi.

Suv xo'jaligi iste'molchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlash dastlab 10, 35 va 110 kV havo liniyalar orqali bajariladi. Iste'molchilarni quvvati 100 kVt gacha bo'lib energetizimidan 30-40 km masofada joylashgan bo'lsa, iste'molchilar energiya bilan 6 yoki 10 kV havo liniyalari orqali ta'minlanadi, agar iste'molchilarni quvvati 10000 kVt gacha bo'lib 100-150 km uzoqlikda joylashgan iste'molchilar kuchlanishi 35 yoki 110 kV havo liniyalar orqali ta'minlanadi.

Tuman xo'jaliklaridagi iste'molchilarni energiya bilan ta'minlanishi markazlashtirish bilan hamma mayda elektrostansiyalar yo'q qilinmaydi, chunki bir xil joylarda ularni ishlatish arzoniga tushadi. Ko'pchilik tumanlarda elektrostansiyalar hamda avtomatlashtirilgan dizel elektrostansiyalar, kichik va o'rta ochiq suv oqimlarda qurilgan gidrostansiyalar konservatsiyalanib qo'yiladi, chunki ularning ishlatish tizimidan kam quvvat uzatiladigan katta masofali havo liniyasini qurishdan arzon bo'ladi.

SHahar aholisi va u erda joylashgan ishlab chiqish korxonalarini bir joyda bo'lib ko'p energiya iste'mol qiladi. Suv xo'jaligini aholisi va ishlab chiqarish korxonalarini bir-biridan ancha uzoq masofada joylashganligi hamda kam energiya iste'mol qilishi bilan farq qiladi.

Suv xo'jaligi va aholi yashash punktlari bilan shahar elektr ta'minotini tarmoqlarini orasidagi farqi ularni uzatish yuklamalarining quvvatida va havo liniyalarni uzunligidadir. SHuning uchun suv va qishloq xo'jaligini o'ziga xos xususiyatlari, ularni yuklamasini o'zgarib turishi sababli ko'pincha podstansiyalarda 60-70% yuklangan transformatorlar o'rnatiladi. Yil fasliga qarab yukalama kamayib ketganda bitta transformator ishdan chiqarib ikkinchisi ishda qoladi. SHunaqa yuklamani maksimal ishlash soatini quyidagi tenglama orqali aniqlash mumkin.

$$T = \frac{A}{P_{\max}} \quad (1)$$

bu erda: A- aniq vaqtda iste'mol qilingan energiya (sutka, oy, yoki yil); R_{\max} – iste'molchilarni eng katta iste'mol qilgan quvvati (kVt).

Qishloq va suv xo'jaligida maksimal ishlash soati bir yilda dastlabki paytlarda 1300-1700 soatni tashkil qilgan bo'lsa, nasos stansiyalarni qurilish bilan hozirgi paytlarda 3000-4500 soatgacha bo'ladi, bu ko'rsatkich shaharlarda va davlat ishlab chiqarish korxonalarida 5000-6000 soatni tashkil qiladi.

YUqorida aytilganidek ishlab chiqarilgan elektr energiya va uni iste'mol qilish vaqti bir bo'ladi. SHuning uchun loyihalarda elektr uskunalarni aniqlashda va ularning ishlatish uchun yuklamalarning quvvatini sutka, oy va yil davomida o'zgarib turishini bilishimiz kerak. YUklamlarni quvvatini o'zgarib turishini grafik orqali tasvirlab chiqish mumkin. SHu grafikni yuzasi sarf qilingan energiyani ko'rsatadi. Agar sarf qilingan energiyani smenani vaqtiga bo'lib chiqsak, smenani o'rtacha quvvatini aniqlash mumkin.

$$P_{\text{с.р.смен}} = \frac{A_{\text{смен}}}{t_{\text{ср.смен}}}$$

Smena davomidagi maksimal ishlash soatini aniqlashni (1) ifoda asosida topamiz, ya'ni

$$T_{\text{смен}} = \frac{A_{\text{смен}}}{P_{\text{ср.смен}}}$$

1- rasmda nasos stansiya qoshida joylashgan ta'mirlash ustaxonasini bir smenada iste'mol qilgan elektr energiyasi yuklamalar grafigi keltirilgan. Grafikni yuzasi smena davomida iste'mol qilingan elektr energiyasini beradi. Iste'mol qilingan elektr energiya

$$A_{\text{смен}} = \sum_1^n P_i \cdot t_i \quad (2)$$

Maksimal quvvatdan foydalanish vaqti kancha ko'p bo'lsa va uni o'rtacha quvvati maksimal quvvatga yaqin bo'lsa, elektrostansiyalardan foydalanish koeffitsenti oshib boradi. Elektr uskunalarda foydalanish darajasi grafikni to'ldirish koeffitsenti bilan ifodalanadi.

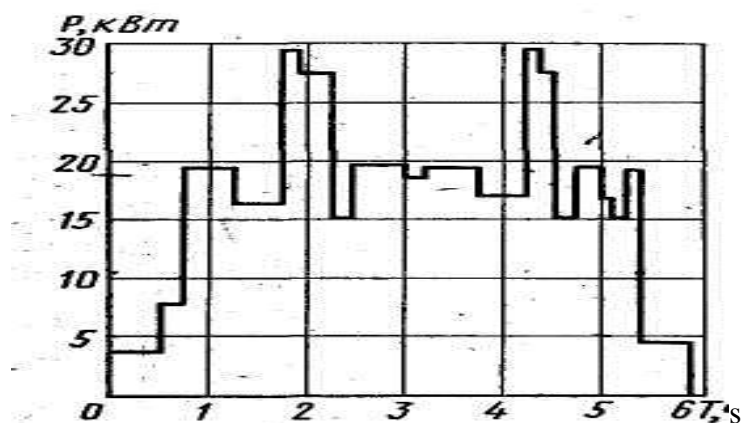
$$K_{\text{тул}} = \frac{P_{\text{max}} \cdot t}{A}$$

bu erda: t- grafikni to'liq vaqti.

Tarmoqlarni hisoblashda har doim, yarim soat iste'mol qiliniyotgan maksimal quvvatidan foydalanadi, agar grafikdagi eng katta quvvat yarim soatdan kam ishlatilsa undan $R_{\text{his(echim)}}$ quvvati qo'llaniladi.

$$P_{\text{расч(ечим)}} = \sqrt{\frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + P_3 t_3 + \dots + P_n t_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}} \quad (3)$$

bu erda: R_1, R_2, \dots, R_p – ayrim vaqt ichidagi quvvatlar; t_1, t_2, \dots, t_n – quvvatlar iste'mol qilingan vaqtlar.



1-rasm. Nasos stansiyasi qoshida joylashgan ta'mirlash ustaxonasini bir smenada iste'iol qilinadigan elektr yuklamalar grafigi

Bu quvvatlar va vaqtlar grafigidan olinadi. Sutkali grafiklar xam shakilda. Elektr uskunalarini ulangan quvvati- elektr yuritmani foydali ishlash koeffitsentiga bog'liq.

$$P_{\text{ул}} = \frac{P_{\text{урит}}}{\eta} \cdot K_z \quad (4)$$

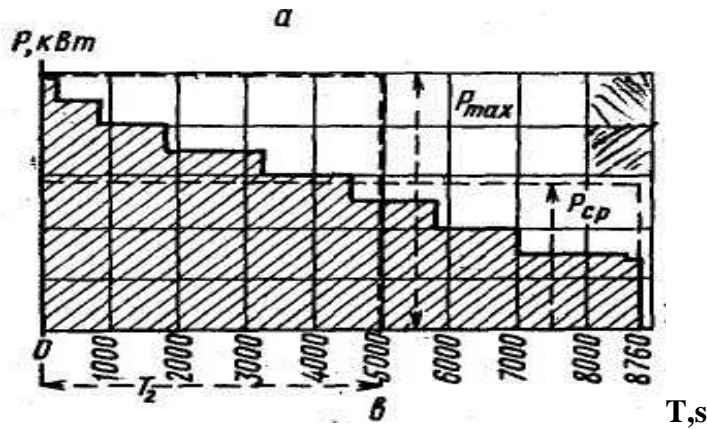
bu erda: R_{urnat} - yuritmani o'rnatilgan quvvati katologdan olinadi; K_z – yuritmani, yuklanish koeffitsenti bajarilayotgan texnologik protsessiga bog'liq, odatda $k_z = 0.7 \text{---} 0.9$ gacha bo'ladi.

Podstansiyalarni quvvati, xar hil iste'molchilarni yig'indi quvvati va ularning bir vaqtda ishlash koeffitsentlaridan kelib chiqadi, ya'ni

$$P_{\text{п/ст}} = K_0 \sum_1^n P_{\text{улан}} \quad (5)$$

bu erda: k_0 – bir vaktida ishlash koeffitsenti, katologlarda yoki spravochniklarda keltirilgan, egri chiziqlardan aniqlanadi.

Podstansiyani quvvatini grafik orqali aniqlashi mumkin, ya'ni sutkali grafiklar asosida fasl grafiklar tuziladi va ulardan yil grafiklari tuziladi.



2-rasm. Davomiylik bo'yicha yillik grafigini qurish:

a-qish kuni grafigi; b-yoz kuni grafigi; v- davomiylik bo'yicha yillik grafik.

2-rasmdagi grafik asosida (2) ifodadan foydalanib yil davomida xo'jalik iste'mol qiladigan energiya aniqlanadi.

$$A_{\text{yil}} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot t_i$$

Agar bir yil ichida xo'jalik iste'mol qilingan energiyani yil davomidagi soatga (8760) bo'lsa podstansiyaning o'rtacha quvvatini aniqlangan bo'lamiz.

$$P_{\text{u,cr}} = \frac{A_{\text{yil}}}{8760} \text{ кВт} \quad (6)$$

Nazorat uchun savollar

1. Birinchi gidroelektrstansiya qachon ishga tushirilgan?
2. Respublikamizdagi quvvati bo'yicha eng kata gidroelektrstansiya qanday nomlanadi?
3. Elektrstansiyalarimizning o'rnatilgan quvvati qancha?
4. Elektr energiyasi qaysi elektr stansiyalarda eng ko'p ishlab chiqariladi?
5. Elektr energiyasini ko'p iste'mol qiladigan qanday nasos stansiyalari bor.
6. Nasos stansiyalarga elektr energiyasi kanday kuchlanishdagi tarmoqlarda yuboriladi?
7. Iste'mol qilinadigan elektr energiyasi qanday aniqlanadi?
8. Podstansiyaning quvvati qanday ko'rsatkichlarga bog'liq?
9. Sutka, oy, yillik yuklamalar grafigi nimaga asosan tuziladi.
10. YUklamalar grafigidan qanday foydalaniladi?

2-Bob. Suv xo'jalik elektr ta'minoti vazifalari

§2.1. Elektr energiyani sifati

Suv xo'jaligidagi nasos stansiyalarda o'rnatilgan yirik sinxron motorlarni normal ishlashi elektr tarmoq orqali uzatiladigan uch fazali o'zgaruvchan tokning sifatiga bog'liq.

Elektr ta'minot liniyalarini sifatli ishlashi chastotani o'zgarishiga, kuchlanishning nominal qiymati va kuchlanishni fazalar ora simmetrikligidan, kelib chiqadi.

Elektr motorlarni ishlashiga chastotani ko'p bo'lmagan tebranishi ta'sir qiladi. Chastotani ancha muncha kamayish yoritish lampalarni lipillashiga olib keladi va uning yoritish xususiyatiga ta'sir qiladi. YUqorida keltirilgan iste'molchilarni kamchiliklari chastotani ikki marta kamayishdan kelib chiqadi, bu xolat elektr uskunalarni avariya xolatida yuz beradi.

Elektr uskunalarni normal ishlash xolatida quvvatni etishmasligi yoki oshib ketishi ta'sirida chastotani nominal qiymatiga nisbatan ko'p bo'lmagan tebranishlar xosil bo'ladi, bu ham motorlarni ishlashiga ta'sir qiladi.

Generatorni yuklamasi va uni ta'siridan kelib chiqqan tormozlanish momenti, birlamchi motolarni aylanish momentidan oshib ketsa agregatlar tormozlanadi, generatorlar ishlab chiqqan o'zgaruvchan tokni chastotasi kamayadi.

Generatorni yuklamasidan kelib chiqqan tormozlanish momenti, birlamchi motorlarni aylanish momentiga nisbatan kamayib ketsa, agregatlarni aylanish chastotasi ko'payadi va shu bilan birgalikda tokni chastotasi ham oshadi.

Zamonoviy energotizimlardagi birlamchi elektr motorlar aylanish tezligini avtomatik holatda rostlagichlar bilan ta'minlangan shuning uchun amalda tokni chastotasini normasidan oshib ketishi uchramaydi, tokni chastotasini pasayib ketishini ehtimoli bor chunki, ko'pincha elektr motorlardagi rostlagichlarni quvvatni etishmasligi tufayli, ularni aylanishi stabillashtira olmaydi. Elektr motorlarni ishlashiga tokning chastotasini ko'payib va kamayib ketishi, ta'sir qiladi chunki, aylanish tezligi ularni E.YU.K. chastotasiga proporsional, quvvati esa aylanish chastotasiga proporsional. Elektr motorlar berilgan yuklama bilan ishlayotkanida aylanish chastotasini kamayishi elektr linyasidan ko'proq tok o'tishga olib keladi, bu esa taminlovchi liniyani ishlash rejimini o'zgarishiga olib keladi, ya'ni kuchlanishni isrofini ko'payishiga. Demak liniyadan uzatilayotgan aktiv va reaktiv quvvatini ko'payishiga olib keladi. Bundan tashqari elektr motorlarni aylanish chastotasini o'zgarishi, mexanizmlar orqali bajarilayotgan texnologik protseslarni buzilishiga olib keladi.

SHunday qilib, elektr energiyasini sifatini ko'rsatadigan omillardan biri, bu E.YU.K. chastotasini stabilligi. U PUE ga asosan 50 Gs ushlab turilishi kerak, yirik tizimlarda chastota +0,1Gs (+0,2 %) ga og'ishi ruhsat etiladi. Kam quvvatli elektrostansiya va energotizimlarda, chastotani og'ishini + 1 % ruhsat etiladi, quvvati 250 kVt bo'lgan elektr stansiyalarda chastotani og'ishi + 4 % gacha ruhsat etiladi. Avtomatlashtirilgan ko'chma, alohida iste'molchiga ishlaydigan, elektrostansiyalarda chastotani ochishi +10% cha ruhsat etiladi.

Energiya sifatini ko'rsatadigan, ikkinchi omili bu iste'molchilarga uzatilgan kuchlanishni darajasi.

Kuchlanishni oshishi nominal kuchlanishdan iste'molchilarga har xil ta'sir qiladi. Yoritish lampalarga nominal kuchlanishdan 1% kamayishi, yoritish xususiyatini 3-4% kamaytiradi, radio, televizor va sovutgichlarni ishlash xususiyatiga katta ta'sir keltiradi, chunki ularni quvvati, kuchlanishni kamayishini kvadratiga proporsional kamayadi. Kuchlanishni kamayishi, kvadrati bog'lanish darajasida elektr motorlarni aylanish momenti kamayishiga olib keladi. SHu berilgan yuklama tufayli iste'mol qilinadigan tokni oshib borishi kuzatiladi, ta'minlovchi tarmoqdagi kuchlanishni isrofi ham oshib boradi.

Iste'molchilarga uzatiladigan kuchlanish nominal kuchlanishdan ortishini juda xam keragi yo'q.

CHunki kuchlanishni nominaldan ortib ketishi elektr uskunalar va asboblarni ishlash muddatini qisqartiradi. Elektr motorlarni reaktiv quvvatini iste'mol qilishini ko'paytiradi, demak ta'minlovchi elektr tarmoqlarni ish rejimiga ta'sir qiladi.

Standart asosida kuchlanishni nominal qiymatiga nisbatan $\pm 10\%$ dan $\pm 5\%$ gacha (iste'molchilar nomlari kataloglarda keltirilgan).

§2.2. Xo'jalik iste'molchilarini elektr ta'minotini ishonchligi

Xamma elektr energiya iste'mol qiladigan iste'molchilarni energiya bilan ishonchli ta'minot bo'yicha PUE talabi asosida – uchta toifaga bo'linadi.

Birinchi toifa iste'molchilar toifasiga, agar ularni elektr ta'minoti buzilishi tufayli odamlarni hayotiga xavf tug'dirilsa, xalq xo'jaligiga katta ziyon keltiriladigan, elektr uskunalarini buzilishiga olib keladigan, murakkab texnologik protsesslar ishdan chiqishiga olib keladigan, shaxar va qishloq xo'jaliklaridagi katta muxitga ega bo'lgan ob'ektlar ishdan chiqishiga olib keladigan iste'molchilar kiradi.

Ikkinchi toifa iste'molchilar toifasiga, elektr ta'minot buzilishi orqali, mexanizmlar ishlamasligi tufayli, juda ko'p maxsulot ishlab chiqarilmaydi, ko'p odamlarni ishdan qolishiga olib keladigan iste'molchilar kiradi.

Uchinchi toifa- PUE talabi asosida 1 chi va 2- toifaga kiritilmagan iste'molchilar kiradi.

Birinchi toifa iste'molchilar PUE talabi asosida, elektr energiya bilan ikki elektr manbaga ulangan bo'lishi kerak va ularni energiya bilan ta'minlangan vaqti avtomatik holatda rezerv elektr manbaga ulash vaqtigacha ruhsat etiladi.

Ikkinchi toifa iste'molchilar, toifasiga kongchilik xo'jalik elektro qurilmalar elektr ta'minotini uzilish, navbatdagi xodimlar asosiy liniyani uzib va rezerv elektrostansiyani ishga tushirish vaqtigacha. Agar markazlashtirilgan operativ extiyoj manbasi bor, ikkinchi toifali iste'molchilar uchun bitta transformator orqali ta'minlanishi mumkin.

Uchinchi toifa iste'molchilarni elektr ta'minot sxemasidagi elektr uskunalardagi buzilgan elementlarni ta'mirlashga yoki almashtirishga kerak bo'lgan vaqtga ruhsat etildi bu vaqt bir sutkadan oshmasligi kerak.

Elektr tizimda o'rnatilgan ayrim elektr uskunalarning sifati, zamonaviy talablarga javob bera olmasligi tufayli ularni ekspluatatsiya qilish davrida kamchiliklar chiqib turadi.

Avariya kelib chiqish sababalaridan biri o'z vaqtida elektr uskunalarni defektlarini aniqlab sozlanmaganligi va ularni montaj ishlarini olib borayotganda yo'l qo'yilgan xatolar va foydalanish darajasini pastligi. Ko'pincha avariya xolat, muhitni ta'sirida elektr tizimlarda xosil bo'ladigan yuqori kuchlanishlar ta'siridan kelib chiqadi.

Elektr ta'minot tizimlardagi nosozliklar, hamda rejalashtirilgan ta'mirlash ishlarini olib borish uchun elektr ta'minlovchi sxema o'chirilgan bo'lishi kerak. Elektr ta'minot tizimlarni ishonchligi, shu o'chirilishlarni soni va davomidan kelib chiqadi.

Elektr ta'minot sxemasini takomillashtirishda uni ekspluatatsiyaga va kapital ta'mirlash uchun ajratilgan mablag'lar oshib boradi, shu tufayli iste'molchilarni elektr energiyadan uzilish vaqti va ko'riladigan moddiy zararalar kamayadi.

Agar energiyani uzilish vaqtini kamayishidan ko'riladigan iqtisodiy samarasi, tarmoqlarga foydalanish va kapital ta'mirlash uchun ajratilgan qo'shimcha sarflarni qoplay olsa unda elektr ta'minot sxemalarini takomillashtirish maqsadga muvofiq bo'ladi. SHunday qilib, elektr ta'minot tarmoqlarni ishonchliligi, texnikaviy kompleks va iqtisodiy muammolardan tashkil topadi.

§2.3. Suv xo'jaligini elektr ta'minotini ishonchligini oshirish choralari

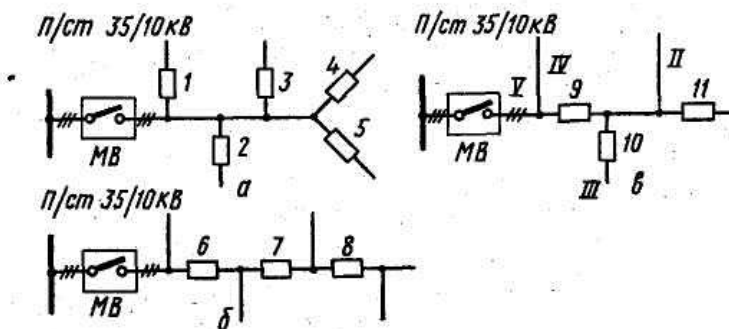
Xo'jalik elektr ta'minotni ishonchliligi, grafik asosida ta'mirlash uchun ajratilgan vaqt xisobida iste'molchilarga uzatilgan energiyani kamayishiga bog'liq. Statistika boshqarmasini ma'lumotga qaraganda xo'jaliklarga uzatilmagan energiyani 50% keltirilgan sabablarga bog'liq. Elektr ta'minot tarmoqlarini ta'mirlash grafigini birinchi va ikkinchi toifa iste'molchilarni grafigi bilan moslashtirilsa, energiya bilan ta'minlanmay qolgan vaqti ham keskin kamayadi.

Avariya natijasida uchirilishlar bu boshqacha masala. SHahar va ishlab chiqarish korxonalarini elektr ta'minotini ishonchligini oshirish masalasi asosan, avtomatik xolatda rezerv liniyalarni ulaydigan qurilma (AXRLU) bilan jixozlangan tarmoqlar orqali etishadi. Buning uchun murakkab yoki ikki manbaga ulangan tarmoqlardan foydalanadi. Xo'jalik elektr ta'minot tarmoqlarida ham hozirgi paytda murakkab tarmoqlardan foydalanishadilar. Ko'pincha xo'jalik elektr ta'minot tarmoqlarini ishonchligini oshirish maqsadida, avtomatik xolatda elektr liniyalarni qayta ulash qurilmalar (AXLKUK) o'rnatiladi. CHunki hozirgi vaqtda xo'jalik iste'molchilari, energotizimi bilan havo liniyalar orqali bog'langan, bu liniyalarda muxitdagi toklar, simlarni muz bilan koplanishi, parrandalar va boshqa tabiat xodisalar ta'siridan tez-tez shikastlanib turadi.

Havo liniyalarida yuz beradigan avariya xolatlar murakkab emas, aksincha murakkab bo'lmagan nosozliklar. Nosozliklar asosida o'chirilgan liniyani, avtomatik xolatda qayta ulash qurilmasi ishga tushib liniyani ishlash xolatiga tiklashi va iste'molchilarni uzluksiz energiya bilan ta'minlaydi. Ko'p yillik statik ma'lumotlar, avtomatik xolatda liniyalar qayta ulash qurilmasidan foydalanish natijasida havo liniyalarni 75-80% da ishlash xolatini saqlab qoladi. Ikki karra ishga tushiradigan (AXKUK) qurilma o'rnatilgan havo liniyalarda 85-95% xolatida muvofaqqiyat natijasiga ega bo'ladi.

Xo'jalik elektr ta'minot tarmoqlarini ishonchligini oshirish uchun AXLKUK qurilmasidan tashqari avariya xolatlaridagi uzatilmay qolgan energiyani kamaytirish uchun. Havo liniyalarni seksiyaga bo'lish qurilmalar ishlatiladi. Avtomatik xolatda seksiyalanadigan liniyani qismlarga bo'lib chiqiladi va har bir qismini boshlanishida maxsus apparatura o'rnatiladi, avariya bo'lganda shu qismini ajratadi. SHu tufayli liniyani shikastlanmagan qismi normal xolatda ishlaydi. Seksiyali uzgichlarni bir nechta nuqtada o'rnatilishi, bir nechta turlarga bo'linadi, ya'ni paralel o'rnatilishi (bir pog'onali), ketma-ket yoki aralash o'rnatilishi (ko'p pog'onali).

3^a -rasmda xo‘jalik tarmoqlarda paralel shakilda seksiyalash sxemasi keltirilgan. Rasmdan ko‘rinib turibdiki magistral liniyalarda ajrab chiqqan har bir shoxobchasida



3-rasm. Xo‘jalik tarmoqlarini seksiyalash.

a) paralel; b) ketma-ket; v) aralash; Q- podstansiyadan chiqim joyida o‘rnatilgan asosiy uzgich; 1-12 seksiyalash uskunalari.

Seksiyalash uskunalari o‘rnatilgan shahobchalarda avariya yuz bersa, unda shu shahobchada o‘rnatilgan seksiyali apparat ishga tushib magistral liniyadan ajratiladi va qolgan shahobchalardagi iste‘molchilar energiya bilan ta‘minlanishi davom etadi.

Bundan ko‘rinib turibdiki faqat seksiyali uzgich orqali uzilgan shahobchadagi iste‘molchilar energiya bilan ta‘minlanmaydi.

Agar shahobchalangan liniyalarni har bir shahobchasiga seksiyali uzgichlar o‘rnatilmaganda qarda bo‘lmasin avariya yuz bersa liniya boshlanishida o‘rnatilgan asosiy uzgich ishga tushardi va shu liniyaga ulangan hamma iste‘molchilar elektrenergiya bilan ta‘minlanmay qolardi, uzatilmagan energiya oshib boradi.

Paralel seksiyalash sxemasida shahobchadagi seksiyalash apparatlarni ishlash vaqti, bir-biri bilan bog‘lamaydi, lekin har birini ishlash vaqti liniyani boshlanishidagi asosiy uzgichni ishlash vaqti bilan moslashgan bo‘lishi kerak. SHundagina xamma iste‘molchilarni elektr ta‘minotini ishonchligiga ega bo‘lish mumkin.

3^b rasmda seksiyali apparatlarni (uskunalarni) ketma-ket ulanish sxemasi keltirilgan. Bu sxemada elektr tarmoqni magistral qismida o‘rnatilgan seksiyali apparatlarni ishlash vaqti, hamda asosiy uzgichni ishlash vaqtlari bir-biri bilan moslashgan bo‘lishi kerak.

Bu sxemada oxirgi seksiyalash apparat bilan liniyani asosiy uzgichi, orasida joylashgan istimolchilarni elektr ta‘minotini ishonchligini oshib boradi.

3^v rasmda seksiyali apparatlarni aralash joylashtirilgan sxemasi keltirilgan. Bu sxemada 10 seksiyalash apparatni ishlash vaqti 9 va 7 seksiya apparatlarini ishlash vaqti bilan va bosh uzgich bilan moslantiradi, 8-chi seksiya apparatini ishlash vaqti 7-seksiya apparati va bosh uzgichni ishlash vaqti bilan moslashtirilgan bo‘ladi. Bu sxemasida 10-chi seksiya apparatidan oldin ulangan iste‘molchilarni elektr ta‘minotini ishonchli ishlashi oshadi.

Seksiyali apparatlar xisobida, saqlagichlar, avtomat uzgichlar, moy uzgichlar va uzgichlarni boshqa turlari mavjud. Uzgichlarni turlarini qabul qilish konkret sharoitlaridan kelib chiqadi.

Nazorat uchun savollar.

1. Elektr energiyasining sifati nimaga bog‘liq?
2. Elektr motorlarni ishlashiga chastota tebranishi qanday ta‘sir qiladi?
3. CHastotaning og‘ishi qanchaga ruhsat etiladi?
4. Nominal kuchlanishdan og‘ish iste‘molchilarga qanday ta‘sir qiladi?
5. Iste‘molchilarning kuchlanishi nominal qiymatidan oshishi nimaga olib keladi?
6. Elektr energiyasi bilan ishonchli ta‘minlash bo‘yicha iste‘molchilar nechta toifaga bo‘linadi?

7. Elektr ta'minotining ishonchliligi bo'yicha iste'molchilarining toifalarida (birinchi, ikkinchi, uchinchi) qancha vaqtgacha elektr energiyasi ta'minotida uzilish bo'lishi ruhsat etiladi?
8. Elektr ta'minotining ishonchliligi oshirish bo'yicha qanday chora-tadbirlarni bilasiz?
9. Xo'jalik elektr tarmoqlari nima uchun seksiyalanadi?
10. Seksiyalangan apparatlar hisobida nimalar mavjud, ular qanday qabul qilinadi?

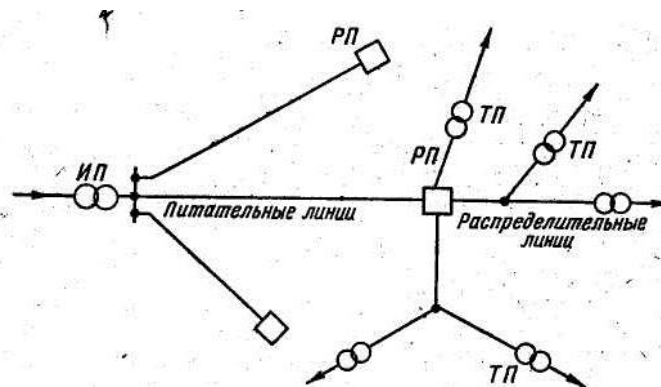
3-bob. Sirtqi elektr tarmoqlarni tuzilishi

§3.1. Sirtqi elektr tarmoqlarni tuzilishi

Birinchi bobda aytilgandek, xozirgi paytda elektr energiyani asosan yirik elektr stansiyalarda ishlab chiqiladi, ular bir-biriga bog'lanib, yagona energotizimga tuzadi. Energotizimning bir qismi generatordan, kuchaytirish yoki kamaytirish transformator podstansiyalardan, taqsimlovchi konstruksiyalar, elektr tarmoqlar va elektr energiyani iste'molchilar tuzilgan tarmoqlar - energotizim deb aytiladi.

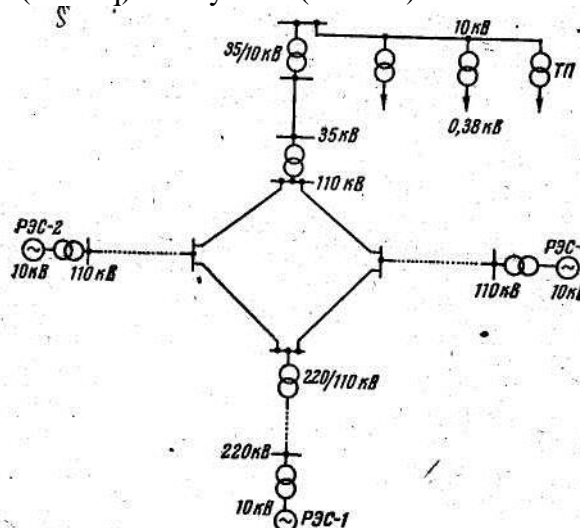
Elektr tizimni bir qismi, podstansiya va xar xil kuchlanishli elektr uzatuvchi liniyalardan tashkil topgan qismini elektr tarmoqlar deb ataladi. Belgilangan maqsadga qarab, elektr tarmoqlar ta'minlovchi yoki *taqsimlovchi* tarmoqqa bo'linadi.

Tok manбайдan iste'molchi markazi, transformator punktigacha yoki iste'molchigacha bo'lgan liniyalarni *taqsimlovchi liniyalar* deb ataladi (4-rasm).



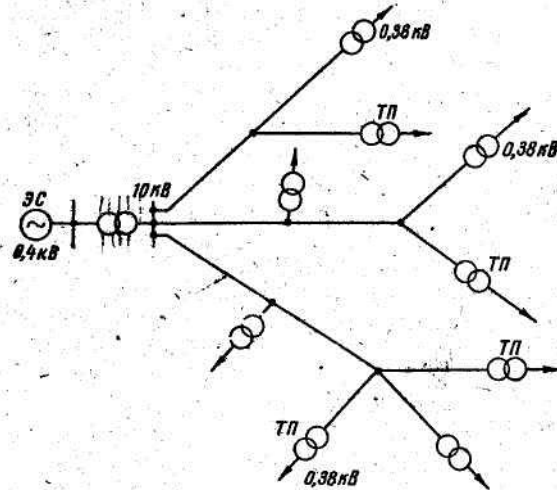
4-rasm. Ta'minlovchi va taqsimlovchi tarmoqlar.

Tok manbasidan transformator podstansiyasigacha yoki bo'linish punktigacha bo'lgan liniyalarni *ta'minlovchi liniya* (tarmoq) deb aytiladi (4- rasm).



5-rasm. Tumanlar aro elektr tizimini tuzilish sxemasi.

Elektrotexnikani nazariy asoslarida elektr energiyasini uzoq masofaga uzatish uchun ishlab chiqarilgan kuchlanishni dastlab yuqori kuchlanishga agʻdarish lozim. SHuning uchun zamonaviy energiya tizimlarda shartli ravishda oshirish podstansiya kiradi, ularda oʻratilgan transformatorlar yordamida elektr energiyani kuchlanishi oshiriladi (5-rasm). Isteʼmol qilanadigan joyda pasaytirish podstansiyadar joylashtiriladi, ularning yordamida isteʼmolchilar ulanadigan kuchlanishgacha pasaytiriladi. Kuchlanishni oshirish va pasaytirish zaruriyati boʻlish uchun, elektr energiyani uzatish tarmoqlarda asosan oʻzgaruvchan uch fazli tokni ishlatishi talab qiladi.



6-Rasm. Xujalik GES-ga ulangan elektr tarmoqlarni sxemasi.

Uchta elektr stansiyadan tuzilgan tumanlar aro kichik elektr tizimni tuzilish sxemasi 6-rasmda keltirilgan. Elektr stansiyalarda oʻrnatilgan generatorlarni nominal kuchlanishi 10 kV (6 kV xam boʻlishi mumkin). Eng uzoqda joylashgan stansiyalarni kuchlanishi 220 kV gacha yaqinroq joylashgan stansiyalarni kuchlanishini 110 kV koʻtariladi va 110 kV li umumiy xalqa ulanadi, shu tufayli 220 kV pasaytirib undan keyin umumi xalqacha ulanadi. Umumiy 110 kV xalqadan xoʻjaliklarga energiyani etkazib berish ikki xil boʻlishi mumkin:

1) 110 kV kuchlanishli 110/35 kV podstansiyalar orqali 35 kV pasaytirib, shu kuchlanish tarmoqlar orqali mayda 35/10 kV nimstansiyalarga uzatiladi. SHu podstansiyalardan 10 kV taqsimlash liniyalari orqali 10/0,4 kV TP ga ulangan xoʻjaliklarga etkazib beriladi.

2). Uzoqda joylashgan isteʼmolchilarga 110 kV tarmoqlar orqali 110/6-10 kV pasaytiruvchi podstansiyaga va undan keyin taqsimlovchi 6-10 kV liniyalari orqali 10/0,4 kV xoʻjalik podstansiyalarga uzatiladi.

6 - rasmda xoʻjaliklarni taqsimlovchi liniyalarni shaxsiy GES ga ulanish sxemasi keltirilgan. GES ishlab chiqqan 0,4 kV kuchlanishni dastlab koʻpaytirish transformator orqali 6-10 kV koʻpaytiriladi undan keyin taqsimlovchi liniyalr orqali xoʻjalikni 10/0,4 kV podstansiyalarga ishlab chiqilgan energiya etkazib beriladi.

Keltirilgan sxemalardan koʻrinib turibdi, ishlab chiqarilgan elektr energiyani isteʼmolchilarga etkazib berish uchun bir necha yuqori kuchlanish va past kuchlanishga aylantiradigan podstansiyalar qurilishini talab qiladi.

§3.2. Elektr taʼminot tarmoqlardagi simlar va kabellar

Xoʻjalik elektr tarmoqlarda, asosan mis, alyuminiy va poʻlat simlar ishlatiladi. Miss tolali, izolyasiya qilingan simlarda, binolar ichida tortiladigan liniyalarda, agar havo liniyalari (shoʻr dengizlar qoshida yoki ximiyaviy zavodlar taʼsiri yotadigan doirasida).

Alyuminiydan qilingan simlar, binolardagi ichki tarmoqlarda va sirtqi havo liniyalarda ishlatiladi. Xoʻjalik yuqori kuchlanish va past kuchlanish liniyalarni yuklamasi kam boʻlsa poʻlat simlar ishlatiladi. Mis, alyuminiy va poʻlat simlar oʻzlarini elektr va mexanik xususiyatlari bilan bir biridan katta farq qiladi. Mis, yuqori solishtirma oʻtkazgichlarga ega boʻladi, yaʼni $\gamma_m=53$

$M(Om \cdot mm^2)$. Mis mexnik xususiyati ham katta. Mis simlarni uzilishiga ko'rsatadigan qarshiligi $R=39 \text{ kgs/mm}^2$ va mis simni jibsizligi $\delta_m = 8,9 \text{ g/sm}^2$. Mis simlar ximyaviy moddalarni ta'siriga bardosh bera oladi. Ular havoni ta'sirida yupqa oksidli plenka bilan qoplanadi va keyingi zarar ko'rishidan saqlay oladi.

Alyuminiy simlar, mis simlarga nisbatan, solishtirma o'tkazgichlari kam, ularni o'tkazuvchanligi $\gamma_a=32 \text{ m}/(Om \cdot mm^2)$, alyuminiy tuzilishiga ko'rsatadigan qarshiligi $R_a = 16 \text{ kGs/mm}^2$, alyuminiy simni jibsizligi $\delta_a = 2,75 \text{ g/sm}^3$. Alyuminiy simlar ham ochiq havoda plyonka bilan qoplanadi va keyingi ta'sirlardan saqlana oladi. Po'lat simlarni o'tkazuvchanligi, mis va alyuminiy simlarga qaraganda, ancha kam bo'ladi. Undan tashqari po'lat simlarni o'tkazuvchanligi, o'tkazilayotgan o'zraguvchan tokni qimmatiga bo'lgan bo'ladi. Deyarli kam toklarda $\gamma_p = 7,5 \text{ m}/(Om \cdot mm^2)$. Po'lat simlarni puxtaligi $R_p = 55 \text{ kGs/mm}^2$, eshilgan po'lat simlar uchun $R_n = 65-70 \text{ kGs/mm}^2$. Po'latni jibsizligi $\delta_p = 7,85 \text{ g/sm}^3$. Rangli metaldan qilingan simlarga qaraganda po'lat simlar havoni ta'sirida okslanish ta'sirida zang bosib, u esa simni saqlay olmaydi. Aksincha po'lat simlarni emirilishi oshib boradi va uni buzilishiga olib keladi. SHuning uchun ular sinklangan simdan yoki 0,2—0.4% mis bilan qoplanadi.

Xozirgi vaqtda alyuminiy simlar bilan eshilgan po'lat simlar (AS). Bu simlarni ichki qismi po'latdan sirtqi qismi alyuminiidan. Po'lat simlar mexanik yuklamalarni ta'siriga bardosh beradi, alyumin qismi-elektrik va mexanik yuklamalarni olib boradi.

Bir o'ramli simlar faqat misdan yasaladi, kesim yuzasi 10 mm^2 va po'lat simni diametri 5 mm , mis simlar havo liniyalarda ishlatilmaydi. Bir o'ramli alyumin simlar havo liniyalarda ishlatish mumkin emas.

Ko'p o'ramli simlar mis, alyumin va po'lat metallardan qilinadi. Ular bir xil yuzali simlardan tashkil qilinadi. Kup o'ramli simlar odatda bitta markazidagi simni atrofida joylashtiriladi. Ko'p o'ramli simlar katta mexanik mustaxkamlikka ega va egiluvchan bo'ladi, shuning uchun xo'jalik tarmoqlarda ko'p ishlatiladi.

Simlarni metali va yuzalari quyidagicha belgilanadi: M, A va PS bu xarflar qanaqa metaldan qilinganligini ko'rsatadi. Masalan A-16. Ochiq alyumin sim, yuzasi 16 mm^2 , PS -25 po'lat sim yuzasi 25 mm^2 .

Bir o'ramli po'lat simlar PSO 3,5; PSO-4; PSO5 raqamlar, simni diametrini millimetrda ifodalaydi. PUE talablari asosida, qismlarni kesimini yuzasi normadan kam bo'lsa ishlatish man qilinadi. Ruxsat etilgan ko'ndalang kesim yuzasi liniyani kuchlanishiga bog'liq. Simlarni ruxsat etilgan ko'ndalang kesimni yuzalari jadvalda keltirilgan.

Axoli yashamaydigan joyda daryolarni va ko'pchilik muxandis qurilishlarni kesib o'tishda kuchlanishi 1-35 kV tarmoqlarda alyumin simlarini ko'ndalang kesimini yuzasi 35 mm^2 va po'lat alyumin hamda po'lat simlarni ko'ndalang kesimni yuzasi 25 mm^2 .

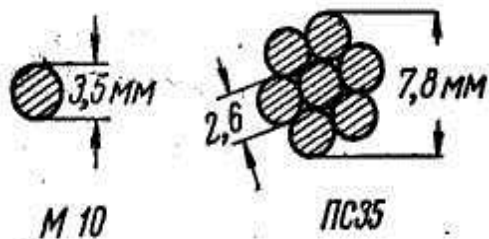
1- jadval

	1kV gacha	1- kV	35 kV undan yuqori	
Simlar	Havo liniyalarni kuchlanishlari asosida simlarni minimal yuzalarini kesmi (mm)			
Alyumin (A)	16	25	35	
Po'lat-alyumin (AS)	10	16	25	
Bimetal (b)	10	ruxsat	etilmaydi	
Ko'p o'ramli po'lat (PS)	25	25	25	
Bir o'ramli po'lat (PSO)	4	ruxsat	etilmaydi	

*Axoli yashamaydigan joy uchun

Binolarda ichki elektr tarmoqlar asosan izolyasiyalangan yumshok mis-simlar yoki alyumin simlar asosida kuriladi.

Izolyasiyalangan alyumin simlarni yuzasi $2,5 \text{ mm}^2$ va undan yukori bulishi kerak. Kuvvat va yoritish zanjirlarda ochiq tortiladi, po'lat trubalarda yoki egiluvchan trubalarda.



7-rasm. Ochiq simlarning ko'ndalang kesimi

Bir o'ramli izolyasiyalangan simlarni kesim yuzasi $1 \div 10 \text{ mm}^2$ bo'ladi. Ularni kamchiligidan biri bu kattikligi, montaj qilishda va ekspluatatsiyada ancha-muncha kiyinchilikka olib keladi. Ko'p o'ramli simlarni yuzasi $1-500 \text{ mm}^2$ va undan yuqori qilinadi. Simni yuzasiga qarab ular oddiy va egiluvchan bo'ladi. Egiluvchan simlarni har birini diametri alohida simni diametridan kichik bo'ladi, lekin ularni umumiy sonlari ko'p bo'ladi.

Ikki ta egiluvchan izolyasiyalangan simlarni bir-biri bilan eshilgani-shnur deyiladi.

Simlarni izolyasiyasi uni konstruksiyasiga va uni ishlatish kuchlanishiga bog'liq bo'ladi. Odatda izolyasiyalangan PR simlar 500 va 1000 V. Kuchlanishga tayyorlangan bo'ladi. Izolyasiyalangan simlar quyidagicha belgilanadi PR500-16 har bir simni markasini, birinchi raqami uni mo'ljallangan kuchlanishi keyingisi –uni ko'ndalang kesimni yuzasi, millimetrni ikkinchi darajasi (mm^2).

Kabel elektr tarmoqlarini, havo tarmoqlarga qaraganda qo'yidagi afzaliklari bor.

- a) Ekspluatatsiya qilish muddatini ko'pligi va tayanch oporalarga muxtojlik bo'lmasligi.
 - b) Ekspluatatsiya davrida katta ishonchlikka egaligi, chunki ularga muxitdan kelib chiqadigan yuqori kuchlanishlar ta'sir qilmaydi.
 - v) Ko'cha va dalalarga ta'sir keltiradigan simlari va tayanchlarni yo'qligi.
 - g) Kabel liniyalar avariya paytlarda odamlarga hamda xayvonlarga kam zarar keltirishi.
- SHu bilan birgalikda kabel liniyalarni qo'yidagi kamchiliklari bor.
- A) ularni ko'rish va ekspluatatsiya qilishda yuqori malakaga ega bo'lgan xodimlarni talab qilishi.

B) havo liniyalariga nisbatan kabel liniyalarni ko'p mablag' (2-3 marta) ishlatilishi. Oddiy konstruksiyali kabellarda rangli metallar va ko'rg'oshin ko'p talab qilishi.

V) kabel liniyalar shikastlansa, uni topish ancha murakkabligi.

Eng ko'p ishlatiladigan uch va turt tolali kabellar. Kuchlanishi 10 kV gacha bo'lgan kabellarni har bir tolasi mintaqaviy izolyasiyalandi va xamma tolalarini ustidan qo'rg'oshinli qovuq yotkaziladi. Kuchlanishi 35 kV li kabellarni har bir tolasi alohida ko'rg'oshinlangan kovukli qilinadi. 110 kV va undan yuqori kuchlanishlar uchun bir tolali kabellar qilinadi. Tolalar mis simdan qilingan bo'ladi. Kabelni ichida spiral shakilda o'ralgan lenta joylashtiriladi. Uni kovug'ini ichiga $2-3 \text{ kGs/sm}^2$ bosimda inertli gaz bilan yoki moy to'ldiriladi. Ular tolalarning izolyasiyasini oshiradi va tolalarni sovitib turadi.

Kabellarni qobig'i rezinadan qilingan bo'lsa, ularni markasiga R, vinilli V, qo'rg'oshin S va alyumin A xarflar qo'shiladi.

Kabellarni markasi izolyasiyalangan simlarga o'xshash bo'ladi. Misol uchun SB3x70 – uch tolali, har bir tolasini ko'ndalang kesim yuzasi 70 mm^2 , har bir tolasi elektrotexnik qog'oz bilan izolyasiyalangan umumiy qo'rg'oshinli qobiqli, metal lenta bilan zirhlantirilgan va saqlagich iplar bilan eshilgan bo'lgan kabel.

Kabellarni nominal toklari ularni sovish xususiyatiga bog'liq bo'ladi. Sovutish xususiyati kabellarni ekspluatatsiya qilinadigan sharoitiga bog'liq bo'ladi.

§3.3. Simlarni aktiv va reaktiv qarshiligi

Havo liniyadagi simlar o'zgaruvchan tokka nisbatan aktiv qarshilikka ega bo'ladi. Uni aktiv qarshiliklari uncha muncha boshqacha bo'ladi, o'zgaruvchan tokni aktiv qarshiligiga qaraganda.

Mis va alyumin simlarni aktiv qarshiliklari havoni issiqligi va ulardan o'tayotgan tokni hajmiga qarab o'zini aktiv qarshiliklari o'zgaradi. Lekin bu o'zgarishlar kam miqdorda bo'ladi, shuning uchun simlarni qarshiligini hisoblash paytida o'zgaruvchan deb qabul qilinadi.

Simlarni 1 km uzunligiga (ya'ni 1000 m) aktiv qarshiligi quyidagi ifoda orqali topiladi.

$$r_0 = \frac{\rho}{F} = \frac{1000}{\gamma \cdot F} \quad (7)$$

bu erda: r_0 - 1 km simni aktiv qarshiligi (Om/km); ρ - sim materialini solishtirma qarshiligi (Om mm²/km); γ - simni solishtirma o'tkazuvchanligi m /Om mm²)

$$\gamma = \frac{1000}{\rho}$$

bu erda: F- simni kesim yuzasi (mm²); Elektr tarmoqlarni xisoblashda γ va ρ ni qiymati mis sim uchun; $\gamma_m = 55 \text{ m / (Om mm}^2\text{)}$; $\rho_m = 18,9 \text{ m / (Om mm}^2\text{/km)}$;

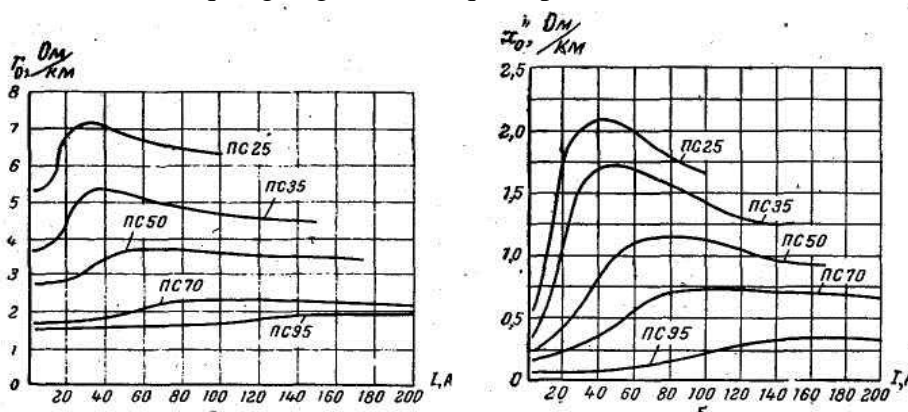
Alyumin sim uchun $\gamma_a = 32 \text{ m / (Om mm}^2\text{)}$; $\rho_a = 31,2 \text{ m / (Om mm}^2\text{/km)}$;

Bir kilometr simni aktiv qarshiligi topilganidan keyin tarmoqni to'liq aktiv qarshiligi topiladi.

$$\tau = \tau_0 \cdot l \quad (8)$$

bu erda: l- elektr liniyasining to'liq uzunligi.

Po'lat simni aktiv qarshiligi undan o'tayotgan tokka bog'liq. SHuning uchun xisoblash paytida solishtirma o'tkazuvchaklikdan foydalanish mumkin emas. Po'lat simni aktiv qarshiliklarini jadvallardan yoki katalogdan olamiz, mis simlarni yuzasiga va undan o'tayotgan tokga asoslangan shaklida, shu qarshiliklar asosida qurilgan grafiklar orqali topamiz (7-rasm).



7-rasm. Ko'p o'ramli po'lat simlardan o'tayotgan tokka nisbatan qarshiliklarini o'zgarishi egri chiziklar.

a) aktiv qarshiligi (r_0); b) ichki induktiv qarshiligi (X_0)

Simlarni induktiv qarshiliklari, ulardan o'zgaruvchan tok o'tganda xosil bo'lgan sirtqi va ichki elektromagnit maydoniga bog'liq.

Elektrotexnika asoslaridan simni induktiv qarshiligi, simdagi toklarni yig'indisi nolga teng bo'lganda va erga tok o'tmaganlf.

$$X_0 = W \left(4,6 \lg \frac{D_{cp}}{\tau} + 0,5 \mu \right) \cdot 10^{-4} \quad (9)$$

bu erda: X_0 - induktiv qarshilik, Om/km; W_0 - burchak chastotasi; D_{sr} - simlar orasidagi urtacha masofa (mm); r - simni radiusi, mm; μ - po'lat simni solishtirma magnit o'tkazuvchanligi.

O'zgaruvchan tokni chastotasi $f = 50 \text{ Gs}$ ga teng bo'lsa, burchak chastotasi $\omega = 2\pi f = 314$ va simni radiusini $r = d / 2$ deb qabul qilinsa induktiv qarshilikni qo'yidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$X_0 = 0,145 \lg \frac{2 D_{cp}}{d} + 0,015 \mu$$

SHu tenglamani birinchi qismi simning atrofidagi magnit maydoniga bog'liq, shuning uchun $X_0 = 0,145 \lg \frac{2D_{cp}}{d} + 0,015 \mu$ uni simning sirtqi induktiv qarshiligi deb ataladi.

Tenglamani ikkinchi qismini simning ichki induktiv qarshiligi deb aytiladi, ya'ni

$$X_0 = X_0^I + X_0^{II}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki sirtqi induktiv qarshiligi, simni materialiga bog'liq emas, simlar orasidagi masofasiga va uni diametriga bog'liq ekan.

Havo liniyasida simlar orasidagi masofalar 400 mm past kuchlanish liniyalari uchun, va 7000 mm yuqori kuchlanish liniyalari (220 kV), bundan simlarni sirtqi induktiv qarshiligilari liniyalarni kuchlanishiga bog'liqligi ko'rinib turibdi.

Simlar orasidagi o'rtacha masofa

$$D_{cp} = \sqrt[3]{D_{1,2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{3-1}} \quad (10)$$

bu erda D_{1-2} ; D_{2-3} ; D_{3-1} - faza simlar orasidagi masofalar.

Agar faza simlar tugri uch burchakni cho'qqisida joylashgan bo'lsa

$$D_{1-2} = D_{2-3} = D_{3-1} = D_{cp}$$

Agar simlar bir tekislikda joylashgan bo'lsa

$$D_{cp} = \sqrt[3]{D_{1,2} \cdot D_{2-3} \cdot 2D_{12}} = D_{1-2} \sqrt[3]{2} = 1,26 \cdot D_{1-2} \quad (11)$$

Simlarni ichki induktiv qarshiliklar teng, ya'ni:

$$X_0^{II} = 0,015 \mu_0$$

Rangli materiallardan qilingan simlarning solishtirma magnit o'tkazuvchanligi birga teng. SHuning uchun ichki induktiv qarshiliklar, sirtqi induktivga qaraganda, juda kichik sonni tashqil qiladi. Simni to'liq induktiv qarshiligi sirtqi induktiv qarshiligiga teng deb qabul qilamiz.

$$X_0 = X_0^I$$

Nazorat uchun savollar.

1. Energotizimning tuzilishini aytib bering.
2. Taqsimlovchi va ta'minlovchi liniyalarga qaysilari kiradi?
3. Elektr energiyasini uzatish liniyalarida qanday (nechta fazali) kuchlanish ishlatiladi?
4. Elektr ta'minot tarmoqlarida qanday sim va kabellar ishlatiladi?
5. Sim va kabellarni belgilanishlarini ayting.

4-Bob. Iqtisodiy ko'rsatmalar asosida elektr tarmoqlarni hisoblash

§4.1 Elektr energiyani uzatish tannarxi va keltirilgan sarflar

Elektr energiyasini uzatish tannarxi, bir necha tarkiblardan tashkil qilinadi. Elektr energiyasini uzatish narxi dastlab, elektr ta'minot liniyalarning simlarida va transformatorida isrof qilingan energiyasini narxidir. SHubxasiz, bu kiyamat yil davomidagi energiyani ΔA isrofi va elektr energiyasini isrofini yagona narxi β -ga bog'liq.

Qurilmalarni amortizatsiya qilish uchun ajratma asosiy qismni tashkil qiladi. Bu qism asosan liniyalarni ishlatish muxlati va uni dastlab narxi, yana qurilishga sarf qilingan mablag'dan kelib chiqadi.

Amortizatsiyaga protsent hisobida ajratilgan qismi, shuncha bo'lish kerakki, liniyalarni ishlash mudatini oxirida unga sarf qilingan mablag' to'liq qaytarilgan bo'lishi kerak.

Dastlabki sarf qilingan mablag'dan (KI), amortizatsion ajratma $-2 \div 3\%$ tashkil qiladi.

$$P_a = \frac{K_n}{T} \cdot \frac{100}{K_n} = \frac{100}{T}$$

bu erda: T-liniyani ishlash yilini muddati.

Liniyalarni kundalik ta'mirlashga ajratilgan mablag' ($R_{t,r}$) odatda ko'p emas, xo'ujalik tarmoqlarda dastlabki mablag'dan bir necha protsentni tashqil qiladi (0,8 %-1,1%).

Yana energiyani uzatish narxiga, xizmat narxi xam kiradi, ya'ni tarmoq nazoratchilari, podstansiyaning navbatchi xodimlari, muxandis-texnik xodimlar. Bu qiymat «z» bilan belgilanadi va – 25% *Kl ni tashkil etadi.

SHubxasiz, yil davomida elektr energiyasini uzatishdagi ekspluatatsiya sarfi «S»

$$C = \beta \cdot \Delta A + \frac{P_a}{100} \cdot K_n + \frac{P_{T.P.}}{100} \cdot K_n + z \quad (12)$$

Xozirgi paytida har xil variantlari iqtisodiy jixotdan foydalanishni (samadorligini) baholashda xarajatlarni keltirilgan sarflari.

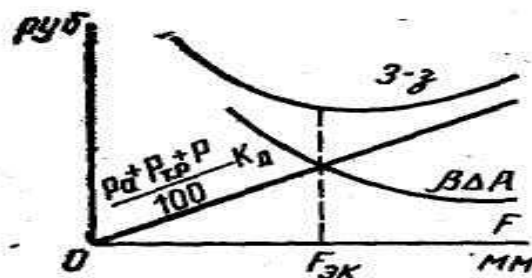
$$z = C_n + \frac{P}{100} \cdot K_n \quad (13)$$

bu erda: R - normativ effektivli koeffitsienti, energetikada 12 % qabul qilingan.

Liniyalarni loyihalashda shunday sharoit yaratish kerak, hisoblashdagi sarflar eng kam miqdorda bo'lish kerak. Asosan bu esa liniyada qabul qilingan simni yuzasiga bog'liq. CHunki isrof bo'lgan elektr-energiyasini «ΔA» qiymati, va unga sarf qilingan narxi xam kamayib boradi. Giperbola egri chiziq qonuniga asosan, simni kesim yuzasi oshib borishi bilan isrof bo'lgan energiyaga sarf qilingan mablag' kamayib boradi.

Liniyalarga dastlab sarf qilinadigan mablag' simni kesim yuzasi oshib borishi bilan to'g'ri chiziq qonuni asosida oshib boradi (10-rasm). SHubxasiz shu qonun asosida ajratmalar xam oshib boradi.

$$\text{to'g'ri chiziq } \left(\frac{P_a + P_{T.P.} + P}{100} \cdot K_n \right)$$



9-rasm. Simni ko'ndalang kesimi bilan energiyani uzatish narxini bog'liqlik grafigi

Liniyani, ekspluatatsiya qilishdagi xizmat xaqi, simlarni kesim yuzasiga bog'liq bo'lmagan tufayli, uni umumiy sarflaridan chiqarib tashlangan.

Grafikda keltirilgan $\left(\frac{P_a + P_{m.p.} + P}{100} \cdot K_n \right)$ ifodalangan to'g'ri chiziq va $\beta \cdot \Delta A$

xosil qilingan egri chiziqlarni yig'indisi U-shakldagi egri chiziqni beradi, bu esa elektr energiyasini uzatishiga sarf qilingan mablag'ni ko'rsatadi, liniyani foydalanishga sarf qilingan mablag'ni inobatga olmaganda. 3-deb atalgan egri chiziqni eng past nuqtasi simning eng iqtisodli yuzasi deb aytiladi Fek.

Bu chizmadan ko'rinib turibdiki, agar simni iqtisodiy yuzasidan kichik yuza qabul qilsak unda sarf qilingan mablag'lar oshib boradi, agar simni yuzasini xaddan tashqari oshirib yuborsak xam energiyasini uzatish narxi xam oshib boradi.

SHuning uchun elektr uskunalarni tuzilish qoidasi (PUE) simni yuzasini aniqlash paytida erkin zaryadlarni jibsizligi (j_{ek}) orqali topishni tavsiya qiladi, xar xil simlar uchun aktiv quvvatni maksimal ishlash soati orqali jek topiladi. (jek – jadvaldan olinadi)

SHular asosida

$$F_{эк} = \frac{I_n}{j_{эк}} \quad (14)$$

bu erda: I_n liniyadagi nominal tok; j_{ek} –simdagi erkin zaryadlarni jibsizligi ($A\text{-mm}^2$); F_{ek} – simning iqtisodli yuzasi (mm^2)

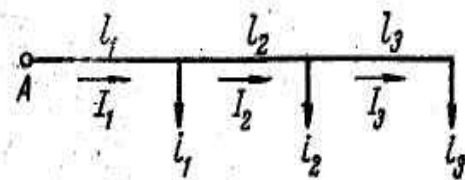
Kuchlanishi 360 V bo'lgan xo'jalik tarmoqda simni yuzasini simdagi tok jibsizli (Iek) orqali emas, kuchlanishni isrofi orqali topish tavsiya qilinadi. Past kuchlanish liniyalardagi kuchlanishni umumiy isrofi nominal kulanishni 7-9% dan oshish kerak emas.

Xo'jalik tarmoqlarda kuchlanishni rostlagich qurilmasi bo'lmasa simlar yuzasidagi tokni jibsizligi asosida aniqlash mumkin emas, chunki simlari iqtisodiy yuzasi tufayli istimolchilar qoshidagi kuchlanishni og'ishi ruhsat etilganidan oshib ketadi.

Faqat tarmoqlarda rostlagichlardan foydalanganda, tokni iqtisodiy jibsizligiga etish mumkin. 2 jadval. Simlarning iqtisodiy jibsizligi

Simlar	Maksimum quvvatdan foydalanish vaqtidan kelib chiqqan iqtisodiy jibsizligi		
	1000-3000 Soatgacha	3000-5000 soatgacha	5000-8760 soatgacha
Ochik simlar va shinalar			
a) mis simlar	2,5	2,1	1,8
b) alyumin simlar	1,3	1,1	1,0
U xam, markaziy Sibir, Qozoqiston va O'rta Osiyoda	1,5	1,4	1,3
Qog'oz qobiqli kabel va rezina yoki polixlorvinil bilan qoplangan simlar uchun :			
a) mis tolali	3,0	2,5	2,0
b) alyumin tolali	1,6	1,4	1,2
Mis tolali, rezina yoki plastmassa qobiqli kabellar uchun	3,5	3,1	2,7

Agar, liniyani bir nechta qismi, iste'molchilar bilan bo'lingan bo'lsa unda har bir qismiga o'ziga mos iqtisodiy simni yuzasi topiladi, ya'ni:



10-rasm. Simlarni, iqtisodiy tok jibsizligi asosida hisoblash uchun.

$$F_{1\text{ЭК}} = \frac{I_1}{j_{\text{ЭК}}}; \quad F_{2\text{ЭК}} = \frac{I_2}{j_{\text{ЭК}}}; \quad F_{3\text{ЭК}} = \frac{I_3}{j_{\text{ЭК}}}$$

Bitta yuklama ulangan liniyadagi quvvatni isrofi

$$\Delta P = 3I^2 \cdot r = \frac{3 \cdot I^2 \cdot \ell}{\gamma \cdot F}$$

Simning og'irligi

$$G = 3F\ell\delta$$

bu erda: F – simni kesmi; L – tormoqni uzunligi; δ – sim materialini jibsizligi

Quvvatni keltirilgan isrofi.

$$\frac{\Delta P}{G} = \frac{3 \cdot I^2 \cdot \ell}{3F^2 \gamma \cdot \ell \cdot \delta} = \frac{j_{\text{ЭК}}^2}{\gamma \cdot \delta}$$

Quvvatni isrofi o'zgarmas yuzali bir nechta yuklamaga ega bo'lgan magistral liniyalarda.

$$\Delta P = 3 \left(\frac{I_1^2}{\gamma \cdot F} + \frac{I_2^2}{\gamma \cdot F} + \frac{I_3^2}{\gamma \cdot F} \right) = \frac{3 \sum_{i=1}^n I_i^2 \cdot \ell}{\gamma \cdot F}$$

Unda quvvatning keltirilgan isrofi

$$\frac{\Delta P}{G} = \frac{\sum_1^n I^2 \cdot \ell}{F^2 \gamma \cdot \delta (\ell_1 + \ell_2 + \ell_3) \cdot \delta} = \frac{I_{\text{эКБ}}^2}{F^2 \cdot \gamma \cdot \delta}$$

SHunday qilib agar simni o'zgarmas yuzasini topish, kerak bo'lsa, unda ekvivalent tokni (J_{ek}) aniqlash kerak

$$I_{\text{эКБ}} = \sqrt{\frac{\Sigma^2 \ell}{\ell_1 + \ell_2 + \ell_3}} \quad (15)$$

Bu tok asosida ekonomik yuzasini aniqlaymiz

$$F_{\text{эК}} = \frac{I_{\text{эК}}}{j_{\text{эК}}} \quad (16)$$

Tarmoqni o'zgarmas yuzali sim bilan qurish oson lekin quvvatni isrofi va simni metali ko'proq sarflanadi, har xil yuzali sim bilan qurilishiga karaganda. YUklamani quvvat koeffitsienti energiyasini isrofiga katta ta'sir qiladi. Bir xil aktiv quvvatli tok, quvvat koeffitsientiga teskari proporsional, quvvatni yoki energiyasini isrofi esa quvvat koeffitsientiga kvadratiga proporsional

$$\Delta A = \frac{1}{\text{Cos}^2 \phi}$$

Tenglamadan kurinib turibdiki energiyani isrofini kamaytirish uchun liniyaning quvvat koeffitsientini oshirish kerak. Buni birdan-bir yo'li elektr-yuritmalarni va transformatorlarni to'liq nominal quvvatda ishlatish yoki yuritmalarning yoniga sig'im batareyalarini paralel ulash lozim bo'ladi.

§4.2. Elektr tarmoqdagi energiya isrofi

Havo va kabel liniyalarda, ichki tarmoqlar va transformatorlarni cho'lg'amidan o'tayotgan elektr toklar, ularda quvvat va energiyasini foydasiz isrofiga, ayrim vaqtda ularni zararli darajada qizishiga olib keladi.

Quvvatlarni va energiyani isroflari, elektr stansiyalardagi generatorlar orqali qoplanishi kerak, bu ularni yuklanishini oshib borishiga olib keladi, shuning uchun yoqilg'ini yoki gidroenergiyasini ko'proq sarflanishni talab qiladi. Elektr tarmoqlarni loyihalash davrida har doim energiyani isrofini kamaytirish chorasi ko'rib boriladi. Lekin, quvvat koeffitsientini o'zgarmasligini inobatga olgan holda unga etish mumkin, faqat simlarni kesim yuzasini oshirish bilan, demak tarmoqni qurilishida ko'p metal sarf qilinadi.

Demak tarmoqlarni loyihalash davrida, elektr energiyasini narxi va simlarni materiallarni narxi va boshqalarni, inobatga olish kerak.

Joul-Lens qonuni asosida hamma simlarda quvvatni isrofi.

$$\Delta P = I^2 \cdot r$$

Agar yil davomida simdagi tok o'zgarmasdan qolsa unda yil davomidagi energiyasini isrofi, o'zgarmas quvvat koeffitsienti tufayli.

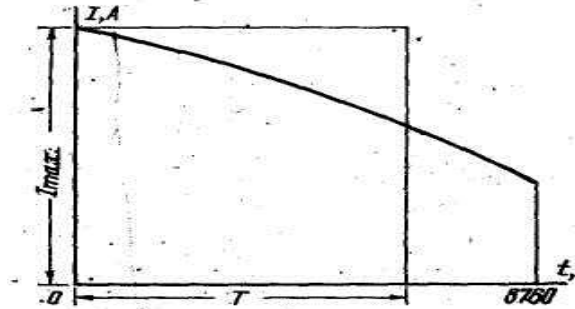
$$\Delta A = \Delta P \cdot 24 \cdot 365 = I^2 \cdot r \cdot 8760 \cdot 10^{-3} \text{ kBm} - \text{coam}$$

Iste'molchilarni ishlash rejimini sutka va yil davomida o'zgarib turish tufayli simdagi tok xam o'zgarib turadi. SHuni uchun energiyasini isrofini keltirilgan ifoda asosida aniqlash mumkin emas, chunki unda aniqlangan energiyasini isrofi bir-necha barovar ortiqcha bo'ladi haqiqiy isroflarga qaraganda. Liniyalarda, o'zgarib turadigan yuklamalarni energiyasini isrofini aniqlash maqsadda, aniq vaqt uchun yaxshisi yil davomida, yuklamani quvvatini o'zgarib turish vaqt asosida grafik tuziladi.

YUklamani davomati asosida grafik berilgan bo'lsa, energiyaning isrofi koordinat o'qlari bilan va grafik bilan chegaralangan joydan jiddat liniyadan yil davomida uzatilgan energiyaga proporsional.

$$A = \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \int_0^t i dt$$

Maksimal yuklama (I_{max}) tok balandligiga teng bo'lgan to'rt burchak qursak uni kordinat o'qlar bilan chegaralagan moydani, yil davomida uzatilgan energiyasini grafigi yuzasini maydoniga teng bo'lsa. Unda qurilgan to'rt burchakni past tomonini maksimal energiyadan foydalanish vaqt deyiladi va T-xarfi bilan belgilanadi.



12-Rasm. Maksimal yuklamadan foydalanish vaqtini davomiylik grafigi asosida aniqlash.

Bu vaqt, liniyadan o'tayotgan I_{max} o'zgarmasdan turganda, yil davomida uzatiladigan energiyani, uzata olishini ko'rsatadi.

$$A = \sqrt{3}U \cdot \cos \varphi \cdot \int_0^t i dt = \sqrt{3}U \cdot \cos \varphi \cdot I_{max} \cdot T$$

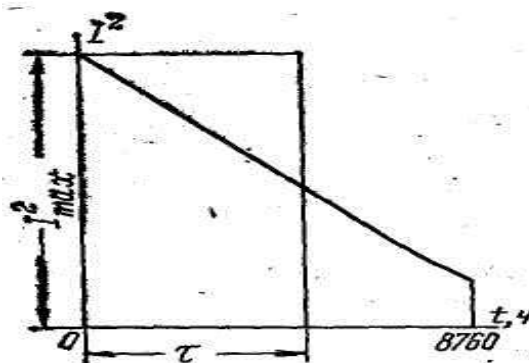
bundan

$$T = \frac{A}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot I_{max}} = \frac{A}{P_{max}} = \frac{\int_0^t i dt}{I_{max}} \quad (17)$$

Liniyadagi, quvvat va energiyani isrofi, undan o'tayotgan tokni kvadratiga proporsional bo'ladi.

SHuning uchun liniyadan o'tayotgan maksimal tokni kvadratiga asoslanib davomat grafigi chiziladi (13-rasmda keltirilgan). Koordinat o'qlar va shu grafik ichidagi maydonni yuzasi, uch fazali liniyalarda yil davomidagi energiyani isrofiga proporsional bo'ladi :

$$\Delta A = 3z S \int_0^t i^2 dt$$



13-rasm. Isrof vaqtini aniqlash

Oldingiday, grafikda to'rtburchak chizamiz, uni balandligi I_{max}^2 teng bo'ladi va moydani, grafikni maydoniga, teng bo'lishi kerak. SHu to'rt burchakni poydevorini, maksimal isrof vaqti yoki isrof vaqti deyiladi va II –deb belgilanadi.

Isrof vaqti-bu shartli vaqt, bu vaqt davomida yuklamani maksimal toki (I_{max}) liniyadan uzatilishida, liniyada hosil bo'lgan energiyani isrofi, yil davomidagi energiyani isrofiga teng

$$\Delta A = 3 \cdot r \int_0^t i^2 dt = 3 \cdot r I_{max}^2 \tau$$

Isrof vaqti

$$\tau = \frac{\Delta A}{3 \cdot r \cdot I_{max}^2} = \frac{\int_0^t i^2 dt}{I_{max}^2} \quad (18)$$

Agar yuklamalar grafiği bo'lmasa unda isrof vaqti, xo'jalik iste'molchilarni maksimum quvvatdan foydalanish vaqti (T) asosida aniqlanadi. Xo'jalik iste'molchilarni maksimum quvvatdan foydalanish vaqti T=2500-4500 soatgacha bo'lsa.

$$\tau = 0,69 \cdot T - 584 \quad (19)$$

O'rtacha kvadrat vaqt toki ($I_{sr.kv.}$) – tushincha kiritish mumkin. SHunaqa o'zgarmas tok, qaysi liniyadan yil davomida uzatilganda energiyasini isrofiga olib keladi, haqiqiy isrofga teng.

Liniyadan uzatilayotgan ikkinchi darajali tok davomiylik asosida tuzilgan grafik bo'lsa.

O'rtacha ikkinchi darajali tok asosida tuzilgan turt burchakni poydevori 8760 soatga, uni balandligi teng bo'lsa, uni moydani yil davomidagi energiyani isrofiga teng bo'ladi.

$$\Delta A = 3 \cdot r \cdot \int_0^t i^2 dt = 3 \cdot r \cdot I_{cp.kv}^2 \cdot 8760$$

Demak

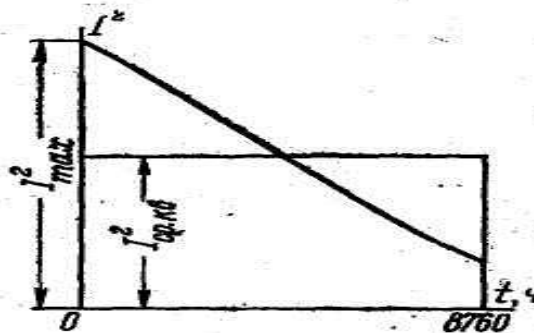
$$I_{cp.kv.} = \sqrt{\frac{\int_0^t i^2 dt}{8760}} \quad (20)$$

Boshqa tomondan (18) ifoda asosida

$$\int_0^t i^2 dt = I_{max}^2 \cdot \tau$$

SHuning uchun

$$I_{cp.kv.} = I_{max} \sqrt{\frac{\tau}{8760}} \quad (21)$$



14-rasm. Ikkinchi darajali tokni aniqlash.

Agar yuklama tokini davom etish grafiği berilgan bo'lsa, liniyani har-bir qismini oxirida ulangan yuklama asosida kelib chiqadigan energiyasini isrofini aniqlash qiyin emas.

Bu xollarda yuklamani ikkinchi darajadagi tokni davomati asosida grafik tuziladi va yuzasi aniqlanadi, planimetriyalash yoki melimetrli setka asosida hisoblash usuli bilan

$$\text{Unda } \Delta A = 3 \cdot r \cdot \int_0^t i^2 dt \quad (22)$$

Agar yuklama tok orqali emas, quvvat orqali ifodalangan bo'lsa. Unda

$$\Delta A = 3 \cdot r \sum_0^t \left(\frac{P}{\sqrt{3} U \cdot \cos \varphi} \right)^2 \cdot dt = \frac{r}{I_H^2 \cos^2 \varphi} \int_0^t P^2 \cdot dt \quad (23)$$

bu erda: R-liniya qismidagi aktiv quvvat; U-tormoqni nominal kuchlanishi; $\cos \varphi$ - yuklamani quvvat koeffitsienti.

Agar istimolchilarni grafigi berilmagan bo'lsa, maksimal yuklama va yil davomida maksimal yuklamadan foydalanish vaqti berilgan bo'lsa, yuqorida keltirilganday, isrofga yo'l qo'yilgan vaqti « τ » egri chiziqlar orqali aniqlanadi. (Rasm).

$$\Delta A = 3 \cdot I_{max}^2 \cdot r \cdot \tau \quad (24)$$

yoki

$$\Delta A = 3 \cdot z \left(\frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \right)^2 \cdot \lambda = \frac{P_{max}^2}{U_H^2 \cos^2 \varphi} \quad (25)$$

Agar, o'rta ikkinchi darajali tok berilgan bulsa

$$\text{Unda} \quad \Delta A = 3 \cdot 2 \cdot I_{cp.kv.}^2 \cdot 8760 \quad (26)$$

Yuklama liniyani oxriga ulangan sxemalarga nisbatan, uni davomi bo'yicha teng yuklanib chiqqan liniyalardagi energiyasini isrofi 3-marta kam bo'ladi.

Transformatorlarda quvvat chulg'amlaini simlarida isrof qilinadi (simlarda yoki qisqa tutashuv vaqtda ΔP_M) va po'lat o'zagida uyurma toklarga va gisterezis (pulatdagi isrof yoki salt xolat isrofi $\Delta P_{x.x.}$.)

Joul- Lens qonuniga asosan chulg'amlar simidan isrof.

$$\Delta P_M = 3 \cdot I^2 \cdot r_T,$$

bu erda Z_T – transformatorni bir fazasini aktiv qarshiligi

Yuklama toklar nominal toklarga, teng bo'lgan simlardagi (LMS) isrof

$$\Delta P_{M_H} = 3 \cdot I_M^2 \cdot r_T$$

birinchi tenglamani, ikkinchiga bo'lamiz

$$\frac{\Delta P_M}{\Delta P_{M.H.}} = \frac{3 \cdot I^2 \cdot r_T}{3 I_H r_T} = \left(\frac{I}{I_H} \right)^2 = \left(\frac{S}{S_H} \right)^2$$

Bundan

$$\Delta P_M = \Delta P_{M.H.} \left(\frac{I}{I_H} \right)^2 = \Delta P_{M.H.} \left(\frac{S}{S_H} \right)^2 \quad (27)$$

Transformatorni po'lat qismidagi isroflar faqat uni birinchi cho'lg'amiga keltirilgan kuchlanishiga bog'liq bo'ladi, bunaqa hisoblarda keltirilgan kuchlanishni qiymati o'zgarmasligi uchun uni isrofi xam o'zgarmas.

Transformatoridagi energiyasini isrofi, quvvatni isrofiga o'xshab transformatorni chulg'amidagi isrofi va po'lat kesimidagi yig'indisidan kelib chiqadi.

Yil davomidagi energiyasini isrofi

$$\Delta A = 3 \cdot I_{max}^2 \cdot r_T \cdot \tau + \Delta P_{xx} \cdot 8760 \quad (28)$$

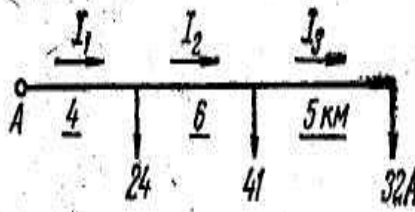
bu erda: τ – isrof vaqti, konkret transformator uchun (grafik asosida aniqlanadi); I_{max} – Transformatorni yuklamani maksimal toki;

Yuqoridagi (27) va (18) tenglamalar asosida transformatorida yo'l qo'yilgan energiyasini isrofi

$$\Delta A = \Delta P_{M.H.} \left(\frac{S_{max}}{S_H} \right)^2 \cdot \tau + \Delta P_{x.x.} \cdot 8760 \quad (29)$$

Masalalar echish na'munalari.

Masala 1. Sxemada keltirilgan xo'jalik liniyasidagi simning iqtisodiy yuzasini aniqlang.



Alyuminiy sim tortilgan havo liniyasining kuchlanishi 35 kV va uzunligi 33 km. Uni oxiridagi istimolchini quvvati $R=2200$ kVt va uni quvvat koeffitsienti $\cos\varphi = 0,8$. Aktiv quvvatdan foydalanish maksimal soati $T=3600$ soat.

Echimi. 2-chi jadvaldan tokni iqtisod jibsizligi

$$j_{\text{ЭК}} = 1,4 \text{ A./m, } ^2$$

Liniyani maksimal toki

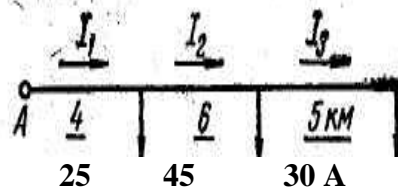
$$I_{\text{max}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{2200}{1,73 \cdot 35 \cdot 0,8} = 45,4 \text{ A}$$

Simni ekonomik yuzasi

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_{\text{max}}}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{45,4}{1,4} = 32,4 \text{ mm}^2$$

Simlarni standarti asosid kabul qilamiz A-50mm²

Misol - 2. Sxemada keltirilgan elektr tarmoqdagi alyumin simni iqtisodiy jibsizligi kesim yuzasini aniqlang.



Tokni iqtisodiy jibsizligi $j_{\text{ЭК}} = 1,3 \text{ A/mm}^2$, iste'molchilarni quvvat o'zgaras bo'lgani Tarmoqdagi qismlaridagi yuzasini topamiz

$$I_3 = 30 \text{ A}; -I_2 = 30 + 45 = 75 \text{ A}$$

$$I_1 = 30 + 45 + 25 = 100 \text{ A}$$

1) Tarmoqni har bir qismidagi simni kesim yuzasi

$$F = \frac{I_3}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{30}{1,3} = 23 \text{ mm}^2 \text{ kabul qilamiz A-35 mm}^2$$

$$F_2 = \frac{I_2}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{75}{1,3} = 57,7 \text{ mm}^2$$

Qabul qilingan simni yuzasi A-70 mm²

$$F_1 = \frac{I_1}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{100}{1,3} = 76,9 \text{ mm}^2$$

Qabul qilamiz A – 95 mm²

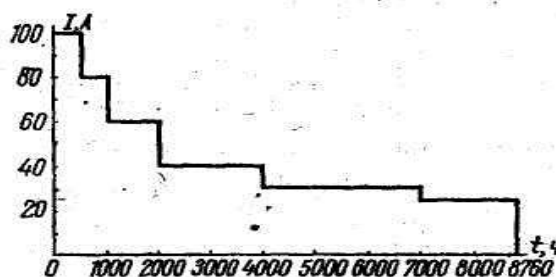
2. Tarmoqni boshidan oxirigacha bir xil simni kesim yuzasini qabul qilishda (15) tenlama asosida

$$J_{\text{ЭКв}} = \sqrt{\frac{\sum I^2 \cdot l}{l_1 + l_2 + l_3}} = \sqrt{\frac{100^2 \cdot 4 + 75^2 \cdot 6 + 30^2 \cdot 5}{4 + 6 + 5}} = 72,2 \text{ A}$$

Liniyani o'zgaras yuzasi.

$$F = \frac{J_{\text{ЭКв}}}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{72,2}{1,3} = 55,5 \text{ mm}^2$$

Qabul qilingan simni kesim yuzasi $A=70 \text{ mm}^2$



15-rasm

3-misol. 15-rasmda keltirilgan grafik asosida, kuchlanishi 10 kV, uzunligi 8 km, A-35 mm^2 sim osilgan, uch fazali havo liniyanidagi inergiyani isrofi ΔA aniqlangan, iste'molchilarni quvvat koeffitsienti $\cos \varphi=0,9$. SHu grafik uchun T, τ va $J_{cr.kv.}$ -Ularni qkiymatlarini toping.

Echim: Liniyaning aktiv qarshiligi

$$\tau = \tau_0 \cdot \ell = 0,89 \cdot 8 = 710 \text{ M}$$

bu erda: $\tau_0 = \frac{1000}{\gamma \cdot F} = \frac{1000}{32 \cdot 35} = 0,890 \text{ M} / \text{km}$

Yil davomidagi elektr energiyasini isrofi

$$\Delta A = 3 \cdot \tau \int_0^{8760} i^2 dt = 3 \cdot 7,1 (100^2 \cdot 500 + 80^2 \cdot 500 + 60^2 \cdot 2000 + 40^2 \cdot 1000 + 30^2 \cdot 3000 + 20^2 \cdot 1760) \cdot 10^{-3} = 434605,2 \text{ kBm}$$

Maksimal quvvatdan foydalanish vaqtini aniqlashda (17) ifodadan foydalanamiz

$$\tau = \frac{\int_0^t i \cdot dt}{I_{max}} = \frac{100 \cdot 500 + 80 \cdot 500 + 60 \cdot 2000 + 40 \cdot 1000 + 30 \cdot 3000 + 20 \cdot 1760}{100} = 3752 - \text{coam}$$

Isrofiga yo'l qo'yilgan vaqti (18) ifoda asosida topamiz

$$\gamma = \frac{\int_0^t i^2 dt}{I_{max}^2} = \frac{100^2 \cdot 500 + 80^2 \cdot 500 + 60^2 \cdot 2000 + 40^2 \cdot 1000 + 30^2 \cdot 3000 + 20^2 \cdot 1760}{100^2} = 2040,4 - \text{coam}$$

ikkinchi darajali tokni (20) ifoda asosida

$$I_{cp.kv.} = \sqrt{\frac{\int_0^t i^2 dt}{8760}} = \sqrt{\frac{20404000}{8760}} = 48,3 \text{ A}$$

yoki (21) ifoda asosida

$$I_{c.kv.} = I_{max} \sqrt{\frac{\tau}{8760}} = 100 \sqrt{\frac{2040,4}{8760}} = 48,3 \text{ A}$$

5-Bob. Sim va kabellarni qizish asosida hisoblash

§5.1. Ochiq simlarni qizishi asosida ruhsat etilgan yuklamalar

Simlardan elektr tok o'tayotganda undan issiqlik chiqadi, bu issiqlikni Joule-Lenz qonuni asosida aniqlash mumkin.

$$Q = I^2 \cdot r \cdot t \quad (30)$$

bu erda: Q - issiqlik qiymati Vt .sek (J); I - tok (A); r - simni aktiv qarshiligi (Om); t - vaqt (sek)

Sim tok o'tayotganda qizib boradi, bir vaqtda simdan chiqayotgan issiqlik uni yuzasidan havoga olib ketayotgan issiqlik bilan tenglashadi. Simni issiqligi oshib borishi sari, uni qizish tezligi kamayib boradi.

Atrofdagi muhit issiqligiga nisbatan berilgan sim uchun belgilangan tok asosida issiqligi oshib borish - o'zgarmas qiymat agar atrofdagi sharoit o'zgarmas bo'lganda (ya'ni shamolni kuchi, yomg'ir va boshqalar).

Havo liniyalaridagi simlarni issiqligi kamayib borishi asosan konveksiya orqali bo'ladi, ya'ni simni atrofdagi havoni issiqligini xarakati tufayli.

Yuqorida aytilgan xodisalar, izolyasiyalangan simlar va kabellarga xam ta'luqli, agar izolyasiya qilingan simlar va kabellar havoda va kabel kanalida, binolarda yoki cherdaklarda o'tkazilgan bo'lsa. Erga yotkizilgan kabellarda yoki izolyasiyalangan simlar shuvak ostida yotqizilgan bo'lsa, sovutilishi er yoki devorni issiqlikni o'tkazuvchanligiga bog'langan bo'ladi. Simni qizishi belgilangan darajasidan oshishi mumkin emas. SHuning uchun xisoblashni maqsadi shundan iboratki, simdan o'tkaziladigan tokni qiymatini aniqlash konkret sharoit uchun. SHu tok o'tayotganda simni qizishi belgilangan miqdoridan oshib ketmasligi kerak.

Havo liniyalardagi ochiq simlari uchun uni maksimal qizish issiqligi $+70^{\circ}S$ oshmasligi kerak. Bu ko'p bo'lmagan xaroratdan oshib ketsa simlarni bir birlari bilan ulangan joyida okislanish protsesi oshib boradi, okis hosil bo'lgan joyini qarshiligi xam oshib boradi, demak okislangan kontaktlar va qismlarni qizishi oshib boradi va simni ulangan joyida simni uzilishiga olib keladi. Binolar ichida ochiq simlar tortilgan bo'lsa xam, uni qizishi $+70^{\circ}S$ oshmasligi kerak emas, undan ortiq qizishi yong'inga olib kelishi mumkin. Undan tashqari simlarga o'tirgan changlarni parchalanish ta'sirida yoqimsiz hidlar hosil bo'ladi.

Simlarni qizishini xisoblash uchun atrofdagi havoni xaroratini bilish kerak. Havoni dastlabki xaroratini $+25^{\circ}S$ deb qabul qilinadi, ichki tarmoqlar uchun o'rtacha xarorat deb $+15^{\circ}S$ qabul qilinadi.

Elektr toki o'tayotganda simdan issiqlik chiqadi, bu issiqlik (30) ifoda asosida topiladi. Qizigan simni yuzasidan bu issiqlik havoga tarqatiladi:

$$Q^l = cS(t - t_0)\tau \quad (31)$$

bu erda: simni yuzasidan issiqlikni tarqatish koeffitsienti, (Vt/sm^2); S - simni yuzasi (sm^2); t - simni yuzasini xarorati, ($^{\circ}S$); t_0 - sim atrofidagi havoni harorati, ($^{\circ}S$); τ - vaqt, (sek).

Agar simni xarorati o'rnatilsa, unda simdan chiqayotgan issiqlik muxitga tarqalayotgan issiqlik bilan tenglashgan bo'ladi.

$$I^2 \cdot r \cdot \tau = s \cdot S(t - t_0) \cdot \tau$$

$$\text{Unda} \quad I^2 = \frac{cS(t - t_0)}{r} \quad (32)$$

Bir tomondan

$$S = \pi d l \tau = \frac{l}{\gamma F} = \frac{4l}{\pi d^2 \lambda}$$

bu erda: d - simni diametri, mm; L - simni uzunligi, m; γ - sim materialini solishtirma o'tkazuvchanligi ($m/Om \cdot mm^2$)

32 - tenglamadagi «S» va «r» o'rniga ularni qiymatlarini qo'ysak

$$I^2 = \frac{c\pi^2 d^3 \lambda (t - t_0)}{4} \quad \text{yoki} \quad I = \frac{\pi}{2} \sqrt{cd^3 \lambda (t - t_0)} \quad (33)$$

Agar (33) tenglamaga kirgan qismlar aniq bo'lsa, unda simdan o'tkazish mumkin bo'lgan tokni qiymatini topish mumkin. Aslida bu tokni tablitsalardan aniqlash mumkin. Bu ifodani simni boshqa konkret sharoitda ishlash tokini aniqlash uchun ishlatilishi mumkin bo'ladi.

Issiqlikni o'zgarishi bilan simni yuzasidan o'tadigan issiqlik koeffitsienti juda kam miqdorda o'zgariladi, taxminan ana shu qiymatini boshqa xarorat uchun xam qabul qilish mumkin, demak.

$$I^1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{cd^3 \gamma(t - t_0)} \quad (34)$$

Agar (35) tenglama (33) ga bo'lsak.

$$\frac{I^1}{I} = \frac{\sqrt{(t^1 - t^0)}}{(t - t_0)} \quad (35)$$

Bu xarorat koeffitsienti kataloglarda keltirilgan bo'ladi. +40° S dan -30° S gacha.

$$k_t = \frac{\sqrt{(t^1 - t^0)}}{(t - t_0)}$$

ifoda asosida konkret sharoitda simdan o'tkazishi mumkin bo'lgan yuklama tokni qiymatini topish mumkin.

$$\frac{I^1}{I} = k_t$$

bu erda: I – simni nominal toki (bu tok simdan o'tayotganda simni issiqligi $t_0 = +25^\circ\text{S}$ dan ochiq simlar uchun ruhsat etilgan $t = +70^\circ\text{S}$ gacha qizitadi), bu tok kataloglardan simni kesim yuzasi asosida beriladi; I^1 – ruhsat etilgan yuklama tok (agar havoni dastlabki issiqlik $t^0 = +25^\circ\text{S}$ teng bo'lmagan sharoitda); K_t – simni xarorat koeffitsienti, (kataloglardan olinadi yoki (35) tenglama asosida aniqlanadi.)

Agar konkret sharoitda uzatiladigan yuklama toki berilgan bo'lsa (36) tenglama asosida, shu sharoitni talabiga moslashgan simni yuzasini aniqlash mumkin, ya'ni $I = I^1 / K_t$ va shu tok asosida katalogdan kerakli simni yuzasini qabul qilamiz.

§5.2. Izolyasiyalangan simlarni qizishi

Izolyasiya qilingan simlarni izolyatorlarda joylashgan ochiq tarmoqlarida, ularni sovishi ochiq simlarga nisbatan ancha muncha murakablanadi, chunki issiqligi oldin izolyasiyani qizitib boradi va undan keyin havoga konveksiya orqali havoga tarkatiladi. Issiqlikka ko'rsatiladigan qarshiligi izolyasiyalangan simni sovutilish protsesiga kam ta'sir keltiradi, shuning uchun issiqlik muvozanat tenglamasi faqat issiqlik o'tkizilish koeffitsientiga o'zgaradi. Simga ruhsat etilgan tok, kuyidagi tenglama asosida ifodalanadi.

$$I = \pi / 2 \sqrt{cd^3 L(t - t_0)}$$

Havoni xaroratini binolarni ichida havoni xaroratini qabul qilinadi. Odatda bu xaroratni +25°S deb qabul qilinadi. Simni tolasini issiqligini t izolyasiya qilingan materialiga bog'liq bo'ladi.

Rezinka yoki xlorvinil bilan koplangan simlar uchun ruhsat etilgan qizishi $t = +55^\circ\text{S}$. Issiqlikka puxtali rezinka bilan koplangan simlar uchun $t = +65^\circ\text{S}$. Maxsus izolyasiyalar uchun (asbest yoki shisha) $t = 100 \div 120^\circ\text{S}$.

Izolyasiyalangan simlarni yuklanishi ularni qurilishiga bog'liq, chunki ularni sovutilish shunga bog'liq.

Agar izolyasiyalangan simlar trubani ichida o'tkizilgan bo'lsa, unda ularni o'tkaziladigan toki kamayadi, qizishga ruhsat etilgan qiymatidan oshib ketmasligi uchun.

Trubani ichidan ikkita sim o'tkazilsa ularni yuklama toki taxmindan 17%, uchta sim –25% va 4-ta sim o'tkazilishida-33% ga kamaytiriladi.

Agar binoni ichidagi issiqlik +25°S, unda xarorat koeffitsientini kiritish kerak.

$$k_t = \frac{\sqrt{(t^1 - t^0)}}{(t - t_0)} = \frac{\sqrt{55 - 25}}{65 - 15} = \frac{\sqrt{30}}{40} = 0,93$$

YOki katalogdan olinadi.

§5.3. Kabellarni qizishi

§5.3.1. Erga yotkizilgan kabellarga uzoq ruhsat etilgan yuklamalari

Erga yotkizilgan kabellarni qizigan tolalarini issiqligi atrofidagi muxitga, issiqlikni o'tkazuvchanligi orqali tarqatiladi. SHuning uchun issiqlikni o'tkazish qonuni ifoda orqali ifodalanadi, Om qonuniga o'xshash va issiqlikni muvozanatlik tenglama shunday ifodalanadi.

$$n \cdot I^2 \cdot \tau = \frac{t - t_0}{R_{uz} + R_{ob} + R_{zem}} \quad (37)$$

bu erda: n – kabel tolasining soni; r – simning aktiv qarshiligi; t_0 – erning issiqligi; t – kabel tolalarini issiqligi; R_{iz} – kabel izolyasiyasini issiqlik qarshiligi; R_{ob} – kabel qobig'ini issiqligiga qarshiligi; R_{zem} – kabeldan erni yuzasigacha bo'lgan qatlamini issiqlikni o'tkazishiga ko'rsatiladigan qarshilik.

Izolyasiyani issiqlikka ko'rsatiladigan qarshilik o'zgarishi juda kam miqdorda bo'lgani uchun, uni o'zgarmas deb qabul qilinadi. Erning issiqlik qarshiligi tuproqni tuzilishiga bog'liq.

Bir xil chuqurlikda tuproq katlamiga yotkizilgan, har-xil yuklangan kabellarni tekshirishiga asoslanib erni issiqlikni o'tkazish qarshiligini xam o'zgarmas deb qabul qilish mumkin.

Unda (37) ifodaga, 1 metr kabel tolalarini qarshiligini, xamda shu uzunlikni issiqlik qarshiligini qo'yib va ularni yagona koeffitsientga S_k keltirilsak, unda kabelga ruhsat etilgan tokni ifodasi kelib chiqadi.

$$I = C_k \sqrt{\gamma \cdot F(t - t_0) / n} \quad (38)$$

Bu ifoda yuklama tokni kabellarda, tolalarini kesim yuzasiga, uni o'tkazuvchanligiga, haroratini farqiga va tolalarini soniga bog'liqligi.

Kabellar tokini qiymati jadvallardan olinadi, ular uzoq ruhsat etilgan yuklamalar uchun aniqlangan va quyidagi shartlar asosida topiladi :

- 1) Atrof muhitni (erni) harorati deb eng issiq oyni o'rtacha maksimal harorati qabul qilinadi. Erga yotkizilgan kabelni chuqurligi 0,7metr bo'lganda, erni o'rtacha issiqligini $+15^0$ deb qabul qilinadi.
- 2) Kabellar tolasini ruhsat etilgan maksimal qizish, ularni kuchlanishiga bog'liq, ya'ni, kabelni kuchlanishi (kV) 3 kV-gacha; 6 kV; 10 kV va 35kV
Tolalarni issiqligi 80^0S ; 65^0S ; 60^0S ; 50^0S
- 3) Erni qatlamidagi namligini 9% deb qumloq erlar uchun va sariq tuproqli erlar uchun 14% deb qabul qilinadi.

SHu shartlar asosida kabellarga uzoq vaqt davrida o'tkaziladigan yuklama toklar aniqlanib kuchlanish 3 kVdan 35 kV gacha bo'lganda, jadvallarda keltirilgan [6].

Amalda, jadvaldagi toklarni aniqlashdagi sharoitlarga nisbatan o'zgarishi mumkin.

- 1) Unda, sharoitga mos keladigan yuklama tokni topish uchun eril xarorat koeffitsienti kiritiladi,

$$K_t = t - t_0 / t - 15^0C$$

- 2) Agar bitta transheyaga bir nechta kabel yotqizilsa, unda ularni issiqlik o'tkazishi og'irlashadi, bu esa yonma yon etkazilgan kabellarni oralig'iga bog'langan bo'ladi. PUE talaba asosida kabellarni oralig'i 100 mm; 200 mm va 300mm, ruhsat etiladi. SHu oroliqlar asosida K_n -kabellarni soniga kiritiladigan koeffitsientni qiymati qabul qilinadi.

Unda kabellarga ruhsat etilgan yuklama tok quyidagicha topiladi

$$I^I = k_H \cdot k_t \cdot I \quad (39)$$

Agar yuklama toklar aniq bo'lsa unda shu tenglama ostida kabelni kerakli tolalarini kesim yuzasini qabul qilish mumkin, ya'ni :

$$I = \frac{I^I}{k_n k_t} \quad (40)$$

SHu tok asosida kabelni kerakli turi katalog orqali qabul qilinadi.

- 1).Havoda o'tkazilgan kabellarni, uzoq ruhsat etilgan yuklama toklar, erga yotkizilgan kabellarga nisbatan, 65-75 % kam bo'ladi. CHunki ularni issiqlikni o'tkazish sharoiti og'irlashish va dastlabki harorati $+25^0S$ tufayli.

2) Suvga dengizlarni va ko‘llarga etkizilgan kabellarni uzoq vaqt davomida ruhsat eilgan yuklama toklarni qiymati jadvalda keltirilgan qiymatiga nisbatan + 30% ko‘proq bo‘ladi. CHunki suvni tegida yotkizilgan kabellarni sovutish sharoitlari ancha yaxshi bo‘ladi; erda yotizilgan kabellarga nisbatan. Birinchidan – erga nisbatan, suvni issiqlik o‘tkazuvchanligi ancha yuqori bo‘ladi, ikkinchidan – suvda, issiqlik konvensiya (suvini qatlamlarini almashinishi) orqali olib ketiladi va uchinchidan tokni aniqlashda kabellarni soniga kiritilgan koeffitsient inobatga olinadi.

Suvini dastlabki issiqligi erni issiqligiga uxshash $+15^{\circ}\text{S}$ deb qabul qilinadi.

§5.3.2. Simlar va kabellarni eruvchan saqlagichlar bilan himoyalash

Agar simdan (kabeldan) o‘tayotgan tokning qiymati ruhsat etilgandan oshib ketsa izolyasiyalar buzilishiga hamda simlarning tolalarini erishiga olib keladi.

Bundayholatlar atrof muhitga katta zarar keltirishi mumkin, ayniqsa yong‘in va portlash xavfi bor xonalarda. SHuning uchun simlarda xavfli toklar hosil bo‘lishida ularni avtomatik xolatda o‘chirish chorasi ko‘rilishi shart. Xo‘jalik tarmoqlarda oddiy uskunalarda qo‘llaniladi, ulardan biri bu eruvchan saqlagichlar, ular past kuchlanish tarmoqlarda ko‘p ishlatiladi.

Saqlagichlarga quyidagi talablar qo‘yiladi.

- 1) Simlarda, xavfli ortiqcha yuklama toklar paydo bo‘lishi bilan o‘chirish.
- 2) Qisqa tutashuv toklar hosil bo‘lishi zahoti simlarni, tarmoqdan uzish.

Ko‘pincha saqlagichlarga ikkinchi talab qo‘yilish mumkin.

Saqlagichlar asosan ikki qismdan iborat bo‘ladi, korpus va eruvchan qismdan. Saqlagichni nominal toki eruvchan qismini maksimal tokiga nisbatan olinadi.

Eruvchan qismi quyidagi me‘yorlardagi tok qiymatlarida bo‘ladi : 6, 10, 15, 20, 25, 35, 60, 80, 100, 125, 150, 160, 180, 200, 225, 250, 260, 280, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 850 va 1000 A.

Eruvchan qismini materialiga qarab, saqlagichlar inersion va inersion bo‘lmagan turlariga bo‘linadi (16-rasm). Inersion toifasiga kiradigan eruvchan qismi katta solishtirma qarshilikka ega bo‘lgan materiallardan qilinadi (ruh, qo‘rg‘oshin va ularni qo‘ymalari). Ularni ortiqcha yuklama toklari o‘tayotganda erish vaqti ko‘proq, ikkinchi turlariga qaraganda, ikkinchi turli eruvchan qismi, kam solishtirma qarshilikka, ega bo‘lgan materiallardan qilinadi (misdan, kumushdan yoki ularni aralashmasidan)

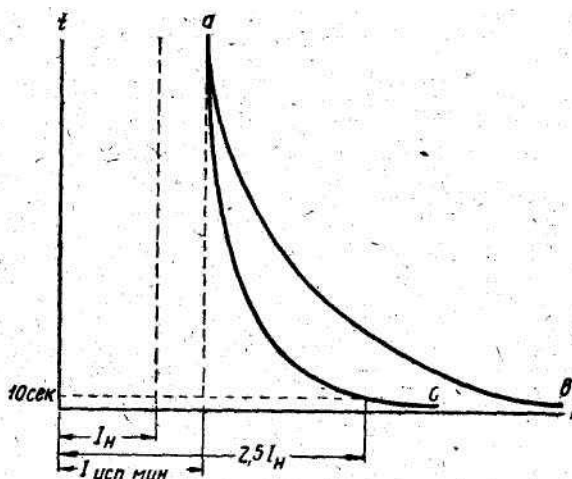
Saqlagichlarni konstruksiyalari har xil bo‘ladi; probkasimon, patronli, trubkasimon, shu bilan birga eruvchan qismi o‘rnatilgan trubkani ichiga kvars qum to‘ldirilgan bo‘ladi (ayrim kollarda to‘ldirilmaydi).

Saqlagichni, eruvchan qismi quyidagi xususiyatlar bilan tasniflanadi:

I_n - nominal tok bu tok ta‘sirida eruvchan qismi uzoq vaqt davomida erimasdan va qizimasdan $60-70^{\circ}\text{S}$ oshmasdan ishlaydi.

$I_{n \text{ min}}$ -sinov o‘tkaziladigan nominal toki, bu tok o‘tayotganda eruvchan quyma 1-2 soat ichida erib tushmaydi.

$I_{n \text{ max}}$ -sinov o‘tkizilishdagi maksimal tok, bu tok o‘tayotganda 1-2 soat ichida eruvchan quymaning elementi erib tushadi.



16 – Rasm. Inersion va inersion bo‘lmagan eruvcha saqlagichlarni tasniflari.

Sinov va nominal toklarni o‘zaro bog‘lanishi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadvali. Sinov va nominal toklarni o‘zaro bog‘lanishi

	Eruvchan elementini nominal toki (A)	Sinov o‘tkaziladigan vaqt (soat)	Sinov toki	
			I _{mun}	I _{max}
Past kuchlanish	6-10	1	1,5 Iv	2,1 Iv
Saqlagich	15 i25	1	1,4 Iv	1,75 Iv
	35-350	1	1,3 Iv	1,6 Iv
	430-1000	2	1,3 Iv	1,6 Iv

Sinov tokini minimal qiymati, bu chegaraviy tok, qaysini ta‘sirida saqlagichni eruvchan elementi (qismi) eriy boshlanadi, uzoq vaqt davomida.

Sinov maksimal tokda oshganda, erish vaqti qisqarib boradi, erish vaqtinini qisqarishi, saqlagichni eruvchan elementini inersionli yoki enersionga oid bo‘lmaganligiga bog‘liq bo‘ladi.

Inersiyaga oid bo‘lmagan eruvchan elementini.

Xarakter istasida nominal tokdan ikki yarim baravar tok nuxtasi bor ($2,5 I_n$) bu nuqtasida eruvchan elementini 10 sekund davomida erib tushadi. SHu xususiyatini asosida ular tayyorlanadi.

Eruvchan saqlagichni tanlashda yuklamalarni turlarini inobatga olish kerak.

- 1) Ulanish va ishlash davomida toklari tembravaydigan yulamalar (yoritish lampalar, faza ratorli elektr motorlar va boshqalar) ishlash tokidan saqlagichni ishlash toki katta yoki teng bo‘lishi kerak.

$$I_e \geq I_{pa\sigma} \quad (41)$$

- 2) Qisqa tutashgan elektr motorlarni ishga (10 sekund ichida) tushirish toklari nominal toklarga nisbatan 5-7,5 borabor, ortiqcha bo‘lishi inobatga olgan xolda

$$I_e \geq \frac{I_{nyc}}{\lambda} \quad (42)$$

bu tenglamada u ishga tushish sharoitini inobatga oladigan koeffitsient xar doim $\lambda > 1$ katta bo‘ladi. Nominal yoki ishga tushirish toklar asosida saqlagichlarni toklarini tanlash.

- 3) Bir nechta elektr motorlar ulangan magistral liniyani himoya qilish uchun eruvchan saqlagich ikkita shart asosida qabul qilinadi.

Birinchidan, saqlagichni eruvchan qismi ulangan elektromotorlarni va botka yuklamalarni yig‘indi toklarni ko‘tara olishi kerak, ya‘ni :

$$I_e \geq \sum_I^n I_{pa\sigma} \quad (43)$$

Ikkinchidan, eng quvvati katta qisqa tutashgan rotorli motorni, qolgan iste‘molchilar ishlab turganda oxirgisini ishga tushirish tokinini ko‘tara olishi kerak.

$$I_e \geq \sum_I^n I_{pa\sigma} + \frac{I_{nyc}}{\lambda} \quad (44)$$

SHu (44) yoki (45) ifoda asosida topilgan toklarni qaysi biri katta bo‘lib chiqsa shuni asosida saqlagich qabul qilinadi.

O‘rnatilgan saqlagichlarga bog‘liq bo‘lgan kabel va simlarni kesim yuzasini aniqlash qiymatlari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval. Saqlagichlarga bog‘liq bo‘lgan kabel va simlarni kesim yuzasini aniqlash.

Ishga tushirish shartlari	Saqlagichlarni nominal toklari (A)
O‘zgarmas tok motorlar va faza rotorli asinxron motorlar	I _v =I _{nom}
a) Uzoq vaqt davomida ishlash	

b) Qisqa vaqtli-qayta ishlash rejimi (P.V=25%)-	$I_v = 1,25 I_{nom}$ (41)
Qisqa tutashgan asinxron rotorli motorlar :	
a) pasaytirilgan kuchlanish orqali ishga tushirish (statorni chulg'amlarni almashtirish, avtotransformatorlar orqali va b.u.)	$I_v = I_{i,t} / 3,5$ (42)
b) salt xolatda yoki kam yuklangan xolda, to'liq kuchlanishda ishga tushirishda	
v) Qisqa vaqtli-qayta ishlash rejimda (P.V.-25%)---	$I_v = I_{i,t} \cdot 2,5$
g) Eng og'ir ishga tushirish sharoitda (to'liq yuklama bilan ishga tushirish sharoit)---	$I_v = I_{i,t} / 2$
	$I_v = I_{i,t} / 1,6$

Simlarni va kabellarni kesim yuzasi bir tomonidan yuklama toklarga javob berishi kerak, simlardan o'tayotgan toklar qizish asosida ruhsat etilgan tokdan (I_{ruh}) oshmasligi uchun, saqlagichlarni toklari bilan moslashgan bo'lishi kerak. Ularni moslashtirishda shuni bilish kerak. Saqlagichlar qisqa tutashuv toklardan himoya qilayaptimi yoki ortiqcha yuklama toklardan himoya qilayaptimi.

Ortiqcha yukladan himoya qilinganda, simni ruhsat etilgan toki

$$I_{ruh} > 1,25 I_v \text{ yoki } I_v < 0,8 I_{ruh} \quad (45)$$

Qisqa tutashuv toklardan himoya qilishda

$$I_{ruh} > 0,33 I_v \text{ yoki } I_v < 3 I_{ruh} \quad (46)$$

Ichki tarmoqlarni himoyasini uchun saqlagichlar o'rniga avtomatlar o'rnatilgan bo'lsa, unda ortiqcha yuklama toklardan himoya qilishda (46) ifoda asosida aniqlanadi.

Agar faqat qisqa tutashuv toklardan himoya qilishda, issiqlik uzgichli avtomatlar uchun $I_{ruh} > I_{avt} / 1,5$

elektromagnit uzgich avtomatlar uchun $I_{ruh} = I_{avt} / 4,5$

Bu erda: I_{avt} - avtomatlarni ishlash toklari.

Masalalar.

1- Masala: AS-50mm² sim osilgan havo liniya ikkita har xil sharoitda foydalanishidagi ruhsat etiladigan maksimal yuklami tokini aniqlang:

- 1) Havoni o'rtacha xarorati +40°S teng bo'lganda.
- 2) Havoni o'rtacha xarorati - 30°S teng bo'lganda.

Echimi: Ruhsat etilgan maksimal yuklama tok $I^1 = I \sqrt{t - t_o^1 / t - t_o}$ ifoda asosida topiladi shuning uchun biz ikki sharoit uchun xarorat koeffitsientini topamiz.

$$1) \text{ SHart uchun } Kt_{+40} = \sqrt{t - t_o^1 / t - t_o} = \sqrt{70 - 40 / 70 - 25} = 0,8$$

$$2) \text{ SHart uchun } Kt_{-30} = \sqrt{70 + 30 / 70 - 25} = 1,49$$

Ruhsat etilgan toklar

- 1) Birinchi sharoit uchun $I^1 = I \cdot Kt_{+40} = 210 \cdot 0,8 = 168A$
- 2) Ikkinchi sharoit uchun $I^1 = I \cdot Kt_{-30} = 210 \cdot 1,5 = 315A$

2-Masala: Alyumin sim osilgan havo liniya o'rtacha xarorati +35°S joyda qurilgan va undan 220A yuklama tok o'tkazilishi kerak bo'lsa. SHu liniyaga osiladigan simni yuzasini toping.

Echimi:

$$1) \text{ Liniyani xarorat koeffitsientini aniqlaymiz } Kt_{+30} = \sqrt{70 - 35 / 70 - 25} = 0,88$$

$$2) \text{ Simni yuzasini aniqlaydigan tokni topamiz } I = I^1 / Kt_{+30} = 220 / 0,88 = 250A.$$

Katalogdan shu tok asosida simni kesim yuzasi A-70 qabul qilamiz uni ruhsat etilgan toki 265A

3-Masala: Kuchlanish 10kV ikkita kabelni kesim yuzasini aniqlang, kabellar erda bitta transheyada joylashgan va ularni oralig'i 100mm, erni xarorati 20°S bo'lsa. Ulardan uzatiladigan yuklamalarni quvvati 3000 kV va quvvat koeffitsienti $\text{Cos}\varphi = 0,8$

Echimi: Bitta kabeldan uzatiladigan tokni topamiz.

$$I^1 = R / 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \text{Cos}\varphi = 3000 / 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,8 = 108,4 \text{ A}$$

Bu tok katalogdagi tokka moslashgan bo'lishi kerak. YA'ni

$$I \geq I^1 / K_t \cdot K_i = 108,4 / 0,90 \cdot 0,88 = 136,8 \text{ A}$$

$$K_{t_{20}} = \sqrt{60-20 / 60-15} = 0,88; K_i = 0,95 \text{ katalogdan.}$$

Katalogdagi eng yaqin tok 140A. Bu tok 30x50mm² alyuminli tolali kabel mos keladi yoki 150A mo'ljallangan mis tolali 3x35mm² kabel mos keladi.

4-Masala: Kuchlanishi 6 kV podstansiyani quvvat transformatorlaridan bo'linish qurilmasigacha uchta 3x95mm² tolali kabellar bitta transheyaga 200mm oraliqda yotkizilgan, erni xarorati 10°S. transformotorni yuklamalarini quvvati 6000 kVt va quvvat koeffitsienti $\text{Cos}\varphi = 0,85$. SHu yuklanishni kabellarni qizishini aniqlang.

Echish: har bir kabeldan o'tadigan tokni topamiz.

$$I^1 = R / 3 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \text{Cos}\varphi = 6000 / 3 \cdot 1,73 \cdot 6 \cdot 0,85 = 227 \text{ A.}$$

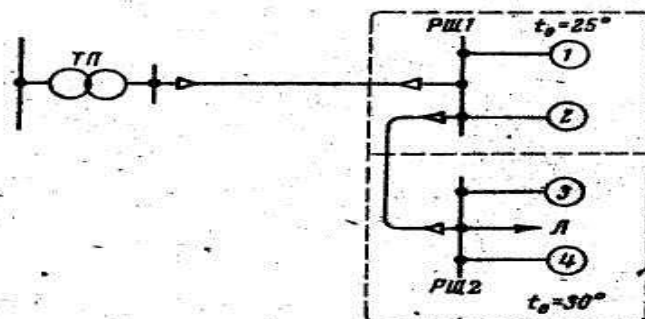
Havo va kabellarni soniga kiritilgan koeffitsientlarni inobatga olgan xoldagi kabelga ruhsat etilgan tok

$$I_{\text{dan}} = K_n \cdot K_t \cdot I = 0,87 \cdot 1,05 \cdot 295 = 269 \text{ A.}$$

Katalog asosida $K_n = 0,87$; $K_{t_{10}} = 1,05$ va 3x95mm² kabel $I_n = 295 \text{ A}$

Kabelni qizish xarorati $I^1 = I \cdot \sqrt{t - 10 / 65 - 15}$ ifoda asosida $t - 10 = (227 / 295) \cdot 65 = 50$ yoki $t = 50 + 10 = 60^\circ\text{S}$ bu qizishi ruhsat etilgan qizishdan ($+65^\circ\text{S}$) kam. Demak bizni qoniqtira oladi.

5-Masala: 15-rasmda keltirilgan ta'mirlash ustaxonasida elektr motorlar va yoritish lampalar o'rnatilgan. Ularga himoyalar o'rnatiladigan joylarini aniqlab chiqilsin va ishlash toklarini toping.



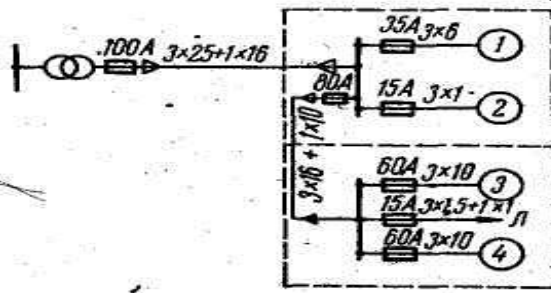
17-rasm. Hisoblash sxemasi

Keltirilgan iste'molchilarni ko'rsatkichlari jadvalda keltirilgan.

5-jadval

Iste'molchilar	Elektr motorlar				Yoritish lampalari
	D1	D2	D3	D4	
Quvvati R-kVt	20	2.8	14	14	8
Turlari	F.r.	K.t.	K.t.	K.t.	-
Ishga tishirish tokni karraligi K_i	1.6	6.0	5.0	5.0	1.0
Foydali ish koefitsienti η	0.88	0.84	0.88	0.88	-
Quvvat koeffitsienti $\text{cos}\varphi$	0.9	0.85	0.88	0.88	1.0
Yuklanish koefitsienti K_{yu}	0.9	1.0	0.95	1.0	1.0

17-rasmdagi iste'molchilarni va magistral liniyalarni himoya qiladigan eruvchan saqlagichlarni joylashtirib chiqamiz (18-rasmga qarang)



18-rasm. Saqlagichlarni oʻrnatish sxemasi

Isteʼmolchilarni nominal, ishchi va ishga tushirish toklari asosida eruvchan saqlagichlarni toklarini topamiz

1) YOritish liniyasini nominal toki. $I_{n,1} = P / \sqrt{3} U_n = 8 / \sqrt{3} * 0,38 = 12,2 \text{ A}$

$I_{n,1} = 12,2 \text{ A}$ qabul qilamiz $I_{e.s.} = 15 \text{ A}$

BSH-2 uchun 3 va 4chi motorlarning toklari

$I_{n,3,4} = R / \sqrt{3} U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta = 14,0 / 1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,88 \cdot 0,88 = 27,4 \text{ A}$

$I_{\text{ishchi } 3} = I_n \cdot K_{\text{yuk } 3} = 27,4 \cdot 0,95 = 26,3 \text{ A}$

$I_{\text{ishchi } 4} = I_n \cdot K_{\text{yuka } 4} = 27,4 \cdot 1 = 27,4 \text{ A}$

$I_{e.s.} > I_n \cdot K_i / \infty = 27,4 \cdot 5 / 2,5 = 60 \text{ A}$

BSH – 1 – Birinchi elektr motorni nominal toki

$I_{n1} = R_1 / 3 \cdot \cos \varphi \cdot \eta = 20 / 1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,9 \cdot 0,88 = 38,4 \text{ A}$

$I_{\text{ishchi tok}} = I_{n1} \cdot K_{\text{yuk } 1} = 38,4 \cdot 0,9 = 34,6 \text{ A}$

Faza rotorli elektromotorlar uchun

$I_{e.s.} > I_{\text{ishchi}} = 34,6 \text{ A}$

Qabul qilamiz $I_{e.s.} = 35 \text{ A}$.

BSH – 1 ikkinchi motor uchun

$I_{n2} = R_2 / 3 I_n \cos \varphi \cdot \eta_2 = 2,8 / 1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,84 \cdot 0,85 = 5,96 \text{ A}$

$I_{\text{ishchi tok } 2} = I_{n2} \cdot K_{\text{yuk } 2} = 5,96 \cdot 1 = 5,96 \text{ A}$

$I_{e.s.} > I_{n2} \cdot K_i / \infty = 5,96 \cdot 6 / 2,5 = 14,3 \text{ A}$.

Qabul qilamiz

$I_{e.s.} = 15 \text{ A}$.

BSH – 1 va BSH – 2 orasidagi eruvchan saqlagichni nominal toki

$$I_{3.c.(max)} = \Sigma 27,4 + \frac{27,4 \cdot 5}{2,5} = 82,2 \text{ A}$$

Qabul qilamiz $I_{e.s.} = 100 \text{ A}$

TP va BSH – 1 oroligʻidagi tarmoqni himoya qilish

$$I_{mar1} = m \left(\Sigma p + \frac{I_{HH}}{\infty} \right) = 0,85 \left(27,4 + 34,6 + 14,3 + \frac{27,4 \cdot 5}{2,5} \right) = 111,4 \text{ A}$$

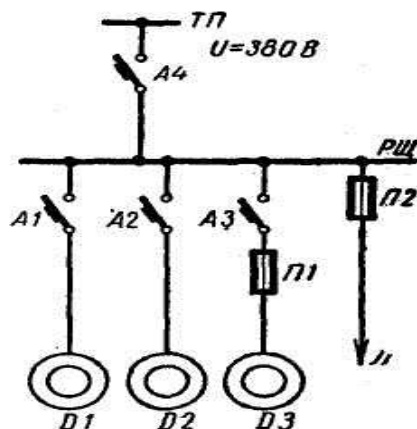
Qabul qilamiz $I_{\text{mag-1}(e.s.)} = 150 \text{ A}$.

Bu erda m – isteʼmolchilarni bir vaqtda ishlash koeffitsienti –0,85.

∞ – K.T. rotorli elektr motorlarni ishga tushirish sharoiti inobatga oladigan koeffitsient.

Masalani shartida koʻrsatilmaganligi uchun biz normal rejimni qabul qilamiz yaʼni, $\alpha = 2,5$.

6-Masala:



19-rasm. 6-masalga oid.

19-rasmda keltirilgan iste'molchilarni himoya qilish uchun avtomatlar va eruvchan saqlagichlarni tanlang. Agar tarmoqni nominal kuchlanishi 0,380 V. elektr motorlarni va yoritish tarmoqlarni ko'rsatkichlari jadvalda keltirilgan.

6 jadval. Elektr motorlarni va yoritish tarmoqlarni ko'rsatkichlari

Iste'molchilarning ko'rsatkichlari	El.motorlar			Yoritish tarmoqlari
	M1	M2	M3	
Quvvati R, kVt	75	55	13	9
Foydalanish koeffitsienti η	0,92	0,9	0,88	—
Quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$	0,92	0,92	0,89	—
Ishga tushirish tokini karaligi Ki	6	7	6	—
YUklanish koeffitsienti Kyu	0,8	0,8	0,8	1

Magistral tarmoqqa iste'molchilarni bir vaqtda ulanish koeffitsienti $m=0,9$

1). El.motorlarni nominal toklarini aniqlaymiz. Quyidagi ifoda asosida

$$I_n = P / \sqrt{3} U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta$$

$$I_{nM1} = 75 / \sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,92 \cdot 0,92 = 135 A$$

$$I_{nM2} = 55 / \sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,92 \cdot 0,92 = 99,0 A$$

$$I_{nM3} = 13 / \sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,88 \cdot 0,89 = 25,2 A$$

El.motorlarni ishchi toklari

$$I_{n.t} = I_n \cdot K_{yu}$$

$$I_{m1(ishch.t)} = 135 \cdot 0,8 = 108 A; I_{m3(ishch.t)} = 25,2 \cdot 0,8 = 20,2 A; I_{m2(ishch.t)} = 99 \cdot 0,8 = 79 A$$

El.motorlarni ishga tushirish toklari.

$$I_{ishga\ tushir} = I_n \cdot K; I_{m1(i.t)} = 135 \cdot 6 = 810 A; I_{m3(ishch.t)} = 25,2 \cdot 6 = 151 A;$$

$$I_{m2(i.t)} = 99 \cdot 7 = 693 A$$

Yoritish tarmog'i uchun

$$I_n = P / \sqrt{3} U_n = 9 / 1,73 \cdot 0,38 = 13,7 A$$

Transformator podstansiya va yuqori kuchlanish shiti (TP – VIII) oralig'idagi magistral liniyani ishchi toklarini topamiz.

$$I_{n.t} = m \sum I_{ishchi} = 0,9 (108 + 79 + 20,2 + 13,7) = 199 A$$

Magistral liniyani maksimal toki.

$$I_{max} = m \sum_{\infty} I_{um.m.1} = 0,9 (79 + 20,2 + 13,7) + \frac{810}{2,5} = 523 A.$$

El. motorlarni himoya qilish uchun avtomatlar tanlaymiz. Quyidagi shartlar asosida

1) $I_{n.avt} > I_{ishlash\ tok}$; 2) $I_{n.rass.} > I_{ishlash}$; 3) $I_{rass.ishlash\ toki} \geq 1,25 I_{max}$

Birinchi el. motor himoyasi uchun A 3134 tipli avtomat qabul qilamiz. (Avt.ko'rsatkichlarga)

$$I_{n \text{ avt}} > 200A > 108A. \quad I_{n \text{ rass}} = 120A > 108A.$$

$$I_{\text{rass.ishlash toki}} = I_{n.\text{rass}} \cdot K_s = 120 \cdot 7 = 840A$$

$$1,25 \cdot I_{\text{max}} = 1,25 \cdot 810 = 1010A > I_{\text{rass.ishlash tok}} = 840A$$

Uchinchi sharti bajarilmadi. SHuning uchun avtomatni rassipitelini nominal tokini

$I_{n.\text{rass}} = 170A$ qabul qilamiz.

Unda rassipitelni ishlash toki

$$I_{\text{rass.ishlash.toki}} = 170 \cdot 7 = 1190A > 1010A.$$

Ikkinchi motorni himoyasi uchun A 3114/1 avtomat qabul qilamiz. Uni nominal toki. 100A va rassepitelni ishlash toki 100A

$$1,25 I_{\text{max}} = 1,25 \cdot 693 = 866A.$$

$$I_{\text{rass.ishlash.toki}} = I_{\text{rass.nomi}} \cdot K_{sr} = 100 \cdot 10 = 1000A$$

$$I_{r.i.t} = 1000A > 1,25 I_{\text{max}} = 866A$$

SHart bajarildi.

Uchinchi motorni himoya qilish uchun AP-50 avtomat qabul qilamiz, uni ishlash toki 40A

$$I_{n \text{ avt}} = 50A > I_{m3 n} = 25A$$

$$1,25 I_{\text{max}} = 1,25 \cdot 151 = 189A$$

$$I_{\text{rass.ishlash.toki}} = I_{\text{rass.nom.t.}} \cdot K_{sr} = 40 \cdot 8 = 320A$$

$$320A > 189A$$

Demak qabul qilingan avtomat shartlarga mos keladi.

Quyidagi shart asosida yoritish liniyasini himoyasi uchun eruvchan saqlagich qabul qilamiz.

$$I_{e.t} \geq I_{\text{ish toki}} = 13,7A.$$

Eruvchan saqlagichni nominal tokini $I_{es} = 15A$ qabul qilamiz.

Magistral liniyani himoyasi uchun A 3144 tipli avtomat qabul qilamiz, uni nominal toki 600A. Avtomat rassepitelining nominal ishlash toki 250A.

$$I_{\text{rass.ishlash.toki}} = I_{n.\text{rass.}} \cdot K_{sr} = 250 \cdot 7 = 1750A$$

$$1,25 \cdot I_{\text{max}} = 1,25 \cdot 911,5 = 1156A.$$

$$17500A > 1156A.$$

Qabul qilingan avtomat talabga javob beradi.

6 Bob. Elektr tarmoqlardagi kuchlanishni isrofini hisoblash

Elektr toki simlardan o'tayotganda ularda kuchlanish isrofiga olib keladi.

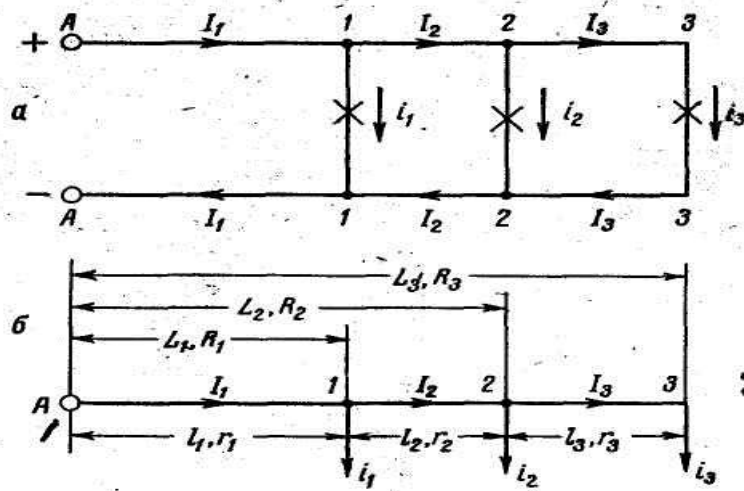
SHuning uchun elektr tarmoqlarni oxiridagi kuchlanish, uni boshlanishidagidan ancha kam bo'ladi. Undan tashqari yuklamani o'zgarishi tufayli, ular ham o'zgaradi.

Elektr tarmoqlarda simlar shunday qabul qilinadiki, unda isrof bo'lgan kuchlanishlar belgilangan qiymatidan oshib ketmasligi kerak, bilyubarik, tarmoqni oxirida iste'molchilarga kerak bo'lgan kuchlanish ta'minlanib turilishi kerak. Simlarni elektr hisobini maqsadi, bu ulardagi kuchlanishni isrofini aniqlash agar simlarni kesim yuzalari berilgan bo'lsa, yoki kuchlanishni ruhsat etilgan isrofi asosida tarmoqdagi simlarni kesim yuzasini topish.

§6.1. Teng yuklangan uch fazali tarmoqlardagi kuchlanish isrofini aniqlash

§6.1.1. O'zgarimas tok liniyalarni hisoblash

20^a-Rasmda. O'zgarimas tok tarmoqqa uchta yuklama ulangan liniya keltirilgan, 20^b Rasmda shu tarmoqni bir chiziqli sxemasi keltirilgan.



20-rasm. Doimiy tok liniyasini hisoblashga doir.

Sxemada iste'molchilarni toklarini i_1 ; i_2 va i_3 –deb belgilansin.

Tarmoqni qismlardagi toklar I_1 ; I_2 va I_3 ; Unda

$$I_1 = i_1 + i_2 + i_3; \quad I_2 = i_2 + i_3 \quad \text{va} \quad I_3 = i_3 \quad \text{teng bo'ladi.}$$

l_1 ; l_2 ; l_3 –Tarmoqni qismlarni uzunligi

CH_1 ; CH_2 va CH_3 –SHu qismlarni qarshiliklari

L_1 ; L_2 va L_3 – Tarmoqni boshlanishidan yuklama ulangan joygacha bo'lgan uzunligi R_1 ; R_2 va R_3 – SHu uzunliklarni qarshiliklari.

CHizmalardan ko'rinib turibdi.

$$L_1 = l_1; \quad L_2 = l_1 + l_2 \quad \text{va} \quad L_3 = l_1 + l_2 + l_3$$

va

$$R_1 = r_1; \quad R_2 = r_1 + r_2 \quad \text{va} \quad R_3 = r_1 + r_2 + r_3$$

Kuchlanishni isrofi ΔU , liniyani boshidagi va oxiridagi kuchlanishlarni ayirmasiga teng bo'ladi, buni Om qoyidasiga asoslanib topsa bo'ladi.

$$\text{YA'ni: } \Delta U = U_A - U_3 = 2I_1 r_1 + 2I_2 r_2 + 2I_3 r_3 = 2(I_1 r_1 + I_2 r_2 + I_3 r_3)$$

Kuchlanishni isrofi ikki marta oshadi, chunki isrof kelish va qaytish simlarda yuborish uchun. Kuchlanishni isrofini quyidagicha ifodalaga bo'ladi.

$$\Delta U = 2 \sum_I^n \Sigma I \cdot r \quad (47)$$

Agar liniya toklarini (I) yuklama toklar bilan almashtirsak, unda :

$$\Delta U = 2[(i_1 + i_2 + i_3) \cdot r_1 + (i_2 + i_3) r_2 + i_3 r_3] = 2(r_1 i_1 + r_1 i_2 + r_1 i_3 + r_2 i_1 + r_2 i_2 + r_2 i_3 + r_3 i_3) = 2[i_1 r_1 + i_2 (r_1 + r_2) + i_3 (r_1 + r_2 + r_3)] = 2(i_1 R_1 + i_2 R_2 + i_3 R_3) - \text{yoki}$$

$$\Delta U = 2 \sum_I^n \Sigma i \cdot R \quad (48)$$

Agar tarmoqni, boshidan oxirigacha bir xil yuzali sim osilgan bo'lsa,

$$r = \frac{l}{\gamma \cdot F} \quad \text{ëku} \quad R = \frac{L}{\gamma \cdot F}$$

bu erda γ -simni materialini solishtirma o'tkazuvchanligi, m./ $(\text{Om} \cdot \text{mm}^2)$

F- simni kesim yuzasi, mm^2

Unda kuchlanishni isrofi

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma \cdot F} \sum_I^n \Sigma I \cdot l \quad (49)$$

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma \cdot F} \sum_I^n \Sigma i \cdot L \quad (50)$$

Agar ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi berilgan bo'lsa simni kesim yuzasi.

$$F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U} \sum_1^n \Sigma I \cdot \ell \quad (51)$$

$$F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U} \sum_1^n \Sigma iL \quad (52)$$

Ko'pincha yuklamalar quvvat bilan ifodalangan bo'lishi mumkin. YUklamalarni quvvatini R- deb belgilasak, liniyadan o'tayotgan quvvatni R- desak.

Unda

$$i_1 = \frac{P_1}{U_n}; \quad i_2 = \frac{P_2}{U_n} \epsilon a - i_3 = \frac{P_3}{U_n}$$

$$\text{yoki } I_1 = \frac{P_1}{U_n}; \quad I_2 = \frac{P_2}{U_n} \epsilon a - I_3 = \frac{P_3}{U_n}$$

Bu erda: U_n tfrmoqni nominal kuchlanishi

Bu qiymatlarni (51) va (52) ifodarga ko'yib chiksak

$$F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U_n} \sum_1^n \Sigma P \cdot \ell \quad (53)$$

Yoki

$$F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U_n} \sum_1^n \Sigma pL \quad (54)$$

Agar kuchlanish isrofi isrof Voltda aniqlanmasdan % orqali tasfirlansa

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U_n} \cdot 100$$

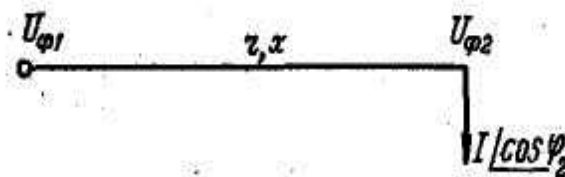
Unda (48) va (49) ifodar quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$F = \frac{200}{\gamma \cdot \Delta U \% \cdot U_n} \sum_1^n \Sigma I \cdot \ell \quad (55)$$

$$F = \frac{200}{\gamma \cdot \Delta U \% \cdot U_n} \sum_1^n \Sigma iL \quad (56)$$

§6.1.2. O'zgaruvchan tok tarmoqlardagi kuchlanishni kamayishi yoki isrofini aniqlash

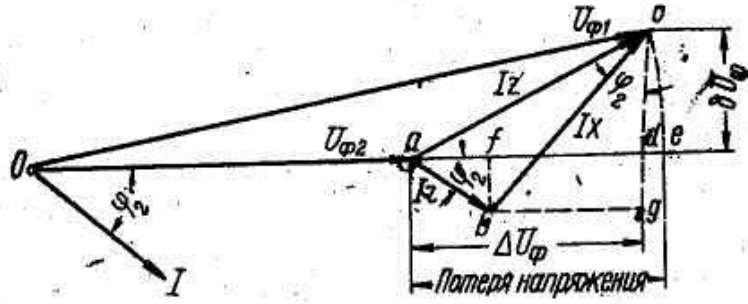
Oxirga yuklama ulangan uch fazali liniyani sxemasi 21 –rasmda keltirilgan.



21-rasm Fazlari bir xil yuklangan uch fazali tok liniyasini bir chiziqli sxemasi:

$U_{\phi 1}$ va $U_{\phi 2}$ – Liniyani boshlanishdagi va oxiridagi kuchlanishlar, V ; I_2 – yuklama tok. A ; $\cos \varphi_2$ – yuklamani quvvat koefitsienti; r – simni aktiv qarshiligi, Ωm ; X – simni induktiv qarshiligi, Ωm .

Liniyani bitta fazasi uchun vektor diagramasini ko'ramiz.



22-rasm. Oxirga yuklama ulangan uch fazali liniyaning bir fazasi uchun vektor diagramasi.

Liniya oxiridagi U_{f2} masshtabdagi vektor qiymati O_{-a1} U_{f2} vektorni boshlanishida φ_2 burchak bilan (I_2) tokni masshtabda vektor qiymatini chizamiz.

Aktiv qarshiligidagi kuchlanishni kamayishini, $O-a$ vektorni «a» nutasidan (I_2)-vektoraga parallel kilib chizamiz ($I\cdot ch$), induktiv qarshiligidagi kuchlanishni kamayish ($I\cdot x$) vektorini, aktiv qarshiligida kamayish vektoroni «v» nuqtasiga perpendikulyar qilib chizamiz.

Liniyani boshlanishidagi kuchlanish U_{f1} , bilan oxiridagi U_{f2} kuchlanishni geometrik ayirmasi liniyadagi kuchlanishni kamayishi deb ataladi $as = Os - Oa = U_{f1} - U_{f2} = I \cdot Z$
Liniyani boshlanishdagi va oxiridagi kuchlanishlarini arifmetik ayirmasini, liniyadagi kuchlanishni isrofi deb aytiladi.

$$Ae = Os - Oa = Oe - Oa = U_{f1} - U_{f2}$$

Iste'molchilarga kuchlanishni absalyut qiymati kerak. SHuning uchun o'zgaruvchan tok elektr tarmoqlarini hisoblash ifodalarda kuchlanishini kamayishini hisoblash ifodalarda kuchlanishni kamayishi qo'llaniladi.

Kuchlanishni kamayishi

$$I \cdot Z = a \cdot c = \sqrt{(ad)^2 + (cd)^2} \text{ kuchlanishni kamayishi bo'ylama tashkil etgan qismi «ad»}, \Delta U_f - \text{deb belgilanadi}$$

CHizilgan vektor diagramasidan quyidagilar kelib chiqadi.

$$\Delta U_f = ad = af + fd = af + vg = I \cdot ch \cos \varphi_2 + U \cdot x \cdot \sin \varphi_2$$

$$b U_f = sd = cg - dg = cd - vf = I \cdot x \cos \varphi_2 - U \cdot ch \cdot \sin \varphi_2$$

Kuchlanishni kamayishi

$$\begin{aligned} ac = U_{\varphi_1} - U_{\varphi_2} &= \sqrt{(U_{\varphi_2} + \Delta U_{\varphi})^2} - U_{\varphi_2} = \\ &= \sqrt{(U_{\varphi_2} + I \cdot z \cos \varphi_2 + I \cdot x \cdot \sin \varphi_2)^2 + (I \cdot x \cdot \cos \varphi_2 - I \cdot ch \cdot \sin \varphi_2)^2} - U_{\varphi_2} \end{aligned} \quad (57)$$

SHu ifoda asosida liniyadagi kuchlanishni isrofini to'liq qiymatini topish mumkin. Lekin bu tenglamani hisoblash murakkab va qulay emas. SHuning uchun amaliy hisoblarda kuchlanishni isrofini aniqlashda, uni yo'nalgan qismiga teng deb qabul qilinadi.

$$al = U_{\varphi_1} - U_{\varphi_2} = \Delta U_{\varphi}$$

Sodalashtirilgan ifoda bilan hisoblanganda (57) ifoda bilan topilganda karaganda xotasi 5%-dan oshmaydi. Liniyadagi kuchlanishni kamayishi, agar $\varphi_2 = \varphi$ teng bo'lsa

$$\Delta U = \sqrt{3} \Delta U_{\varphi} = \sqrt{3} (I \cdot r \cdot \cos \varphi + I \cdot x \cdot \sin \varphi) = \sqrt{3} (I_a \cdot r + I_p \cdot x) \quad (58)$$

Bunda: I_a – tokni aktiv qismi; I_r – tokni reaktiv qismi;

Kuchlanishni kamayishini ko'ndalan qismi

$$\delta U = \sqrt{3} \delta U_{\varphi} = \sqrt{3} (I \cdot x \cdot \cos \varphi - I \cdot r \cdot \sin \varphi) = \sqrt{3} (I_a \cdot x - I_p \cdot r) \quad (59)$$

agar yuklamalarni quvvati berilgan bo'lsa

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} U_n}; -I_p = \frac{Q}{\sqrt{3} U_n}; -I = \frac{S}{\sqrt{3} U_n}$$

Bunda: S – yuklamani to'liq quvvati; R – yuklamani aktiv quvvati; Q – yuklamani reaktiv quvvati
Toklarni qiymatlarini (I , I_a va I_r) (58) va (59)

Ifodaga qo'yib chiqsak, unda

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \left(\frac{S}{\sqrt{3}U_n} \cdot r \cdot \cos \varphi + \frac{S}{\sqrt{3}U_n} \cdot X \cdot \sin \varphi \right) = \\ &= \frac{S}{U_n} (r \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \end{aligned} \quad (60)$$

$$\Delta U_n = \left(\frac{P}{U_n} \cdot r + \frac{Q}{U_n} \cdot X \right) = \frac{P \cdot r + Qx}{U_n} \quad (61)$$

$$\delta U_n = \left(\frac{P}{U_n} \cdot X - \frac{Q}{U_n} \cdot r \right) = \frac{P \cdot x - Qr}{U_n} \quad (62)$$

Agar liniyaga bir nechta yuklama ulangan bo'lsa, unda :

$$\Delta U = \sqrt{3} \sum_I^n (I \cdot r \cos \varphi + I \cdot x \cdot \sin \varphi) \quad (63)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \sum_I^n (iR \cos \varphi + iX \cdot \sin \varphi) \quad (65)$$

bu erda: i – yuklana toki; I – liniyadagi toklar; r, x – liniyalarni qismlardagi aktiv va reaktiv qarshiligi; R, X – yuklama ulangan nuqtadan liniyani boshlanishigacha bo'lgan uzunligini aktiv va induktiv qarshiliklari.

Xususiy xollar. Bazm xollarda (63) ifodalarni soddalashtirish mumkin :

1) Liniyalardagi simlarni, kesim yuzasi va uni materiallar xamda quvvat koeffitsienti bir xil bo'lsa. Unda : $r = r_0 \cdot L$; $X = X_0 \cdot L$; bu erda r_0 va X_0 – simlarni 1 km uzunligini aktiv va induktiv qarshiliklari.

$$\Delta U = \sqrt{3} (r_0 \cdot \cos \varphi + X_0 \sin \varphi) \cdot \sum_I^n i \cdot L \quad (65)$$

2) Elektr tarmoqlar bir xil sim bilan bajarilgan va iste'molchilarni quvvat koeffitsienti ($\cos \varphi$) bir xil bo'lsa, lekin ularni X_0 – induktiv qarshiligi juda kichkina hisoblash xatoligini – 5% cha ruhsat etilgan desak, unda induktiv qarshiligini inobatga olmasa bo'ladi:

a) YUklamalarni quvvat koeffitsienti birga yaqin bo'lsa, ya'ni

$$\cos \varphi > 0,95$$

b) Binolar ichida tarmoqlar, shunur bilan bajarilgan bo'lsa yoki trubalarni ichida o'tkazilgan bo'lsa.

v) Elektr motorlarni ulaydigan simlarni kesim yuzasi 6 mm² kam bo'lsa ;

g) Kuchlanish 10 kV gacha bo'lgan kabel tarmoqlarda, agar kabellarni kesim yuzalari 35 mm² , - gacha va yuklamalarni quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 0,95$ dan kam bo'lmaganda shubxasiz ularni induktiv qarshiligi $X_0 = 0$ bo'ladi

$$\text{unda } \Delta U = 3r_0 \cos \varphi \sum_I^n iL = \frac{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot F} \cdot \sum_I^n iL \quad (66)$$

3) Tarmoq, 1-xoldagiday, yuklamalar faqat aktiv quvvat iste'mol qilsa, unda $\cos \varphi = 1$

$$I \cdot r_0 \cdot \cos \varphi = i_a \cdot r_0 \quad \text{va} \quad i \cdot X_0 \cdot \sin \varphi = 0$$

$$\Delta U = \sqrt{3} r_0 \sum_I^n i \cdot L = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot F} \sum_I^n i \cdot L \quad (67)$$

Undan

$$F = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot \Delta U} \sum_I^n i \cdot L \quad (68)$$

6.1.3. Uch fazali tok magistral liniyalardagi simlarni kesim yuzasini topish

Elektr tarmoqlarni hisobini asosiy maqsadi, bu ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi, asosida simlarni kesim yuzasini aniqlash. O'z navbatida simlarni qiymatlarini aniqlash yuklamalarga keltirilgan kuchlanishlarni ruhsat etilgan og'ishidan kelib chiqadi. O'zgarmas tok liniyalardagi simlarni kesim yuzasi ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi asosida (51); (52); ifodalar orqali topiladi :

$$F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U} \sum_I^n I \cdot \ell - \ddot{e}ku \quad F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U} \Sigma L$$

Lekin uch fazali uzgaruvchan tok liniyalarda keltirilgan ifodalar orqali aniqlash mumkin emas, chunki o'zgaruvchan tok liniyalarda aktiv qarshiligidan tashqari, yana induktiv qarshiliklari bor.

Induktiv qarshiligi, (9) ifodalar asosida, - simni kesim yuzasidan tashkari, faza simlarni oralig'iga va simlarni magnit oqimini o'tkazuvchanligiga bog'liqligi.

Simlarni kesim yuzasini aniqlashda, prof. V.N.Steganov taklif etgan usuli orqali, ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini, quyidagicha ifodalanadi.

$$\Delta U_{gen.} = \sqrt{3} I r \cos \gamma + \sqrt{3} I x \cdot \sin \gamma + \Delta U_a + \Delta U_p. \quad (68)$$

Bunda: ΔU_a - kuchlanishni isrofini, aktiv qarshiligidagi qismi; ΔU_p - kuchlanishni isrofini, reaktiv qarshiligidagi qismi.

Xavo liniyadagi induktiv qarshiligi, (9) ifoda asosida, simlarni oraligi bir xil bo'lsa, simlarni kesim yuzasini uzgarishi ularni induktiv qarshiligiga juda kam o'zgarar ekan.

Alyumin simni kesim yuzasi 16 dan 95 mm² gacha uni aktiv qarshiligi -5,8 marta va induktiv qarshiligi - 1,2 marta uzgaradi.

SHuning uchun simlarni induktiv qarshiligini urtacha $X_0 = 0,4$ Om/km deb qabul qilish mumkin .

SHu shart asosida, ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini reaktiv qismini aniqlash mumkin.

$$\Delta U_p = \sqrt{3} X_0 \sum_I^n I_p \cdot \ell \quad (68^a)$$

SHundan keyin simlarda aktiv qarshiligi ta'siida ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini topamiz

$$\Delta U_a = \Delta U_{gon} - \Delta U_p$$

$$\Delta U_a = \sqrt{3} \sum_I^n I_a \cdot z = \sqrt{3} \cdot r_0 \sum_I^n I_a \cdot \ell \quad (68^b)$$

bunda :

$$r_0 = \frac{1}{\gamma \cdot F}$$

69^b ifodaga r_0 qiymatini kuysak

$$\Delta U_a = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot F} \sum_I^n I_a \cdot \ell \quad (69)$$

bu tenglamada bitta F noaniq, demak

$$F = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot \Delta U_a} \sum_I^n I_a \cdot \ell \quad (70)$$

Echish yuli ;

- 1) Induktiv qarshiligini o'rtacha kimaytini qabul qilamiz $x_0 = 0,4$ Om/ km
- 2) Induktiv qarshiligidagi isrofini ΔU_p topamiz
- 3) Aktiv qarshiligida ruhsat etiladigi kuchlanishni isrofini topamiz.

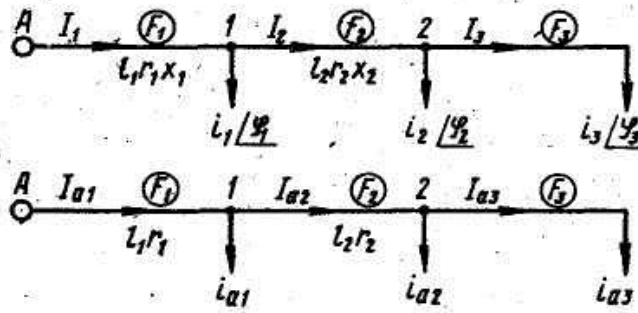
$$\Delta U_a = \Delta U_{\text{dodo}} - \Delta U_p$$

4). (70)- ifoda asosida simni kesim yuzasini topamiz va shu yuzaga eng yakin standart yuzasini qabul qilamiz.

5). Qabul qilingan yuza asosida (69)- ifoda asosida xaqiqiy isrofini topamiz.

§6.1.4. Uch fazali tarmoqlarda, metallarni kam sarf qilish usuli bilan hisoblash

Elektr tarmoqlar kamdan kam paytlarda boshidan oxrigacha yuzasi bir xil bo'lgan sim bilan qurilmaydi. Asosan simlarni yuzasi bir xil bo'lmaydi, liniyalarni oxirgi qismlarida simni yuzasi kamayib boradi.



23. Rasm Tarmoqni kam metal sarf kilish usul bilan hisoblash sxemalari.

Ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi (ΔU_{don}) asosida, bir nechta simlarni kesim yuzasi bo'ladigan variantlar bo'lishi mumkin. Bir xil variantda metal kamroq sarf qilingan bo'ladi, ikkinchi variantda ko'proq sarf qilinishi mumkin. Metalni eng kam sarf qilinadigan variantini aniqlash uchun, bir nechta variant tokoslanishi kerak.

Xozirgi vaktida, birdaniga eng kam metal sarf qiladigan yangi usul ishlab chiqilgan (30)-rasmni «a» sxemasida keltirilgan tarmoqda ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini « ΔU_{dan} » qiymatini liniyani har bir qismiga proporsional xolda bo'lib chiqilishi kerak.

Berilgan elektr tarmoqdagi simlarni kesim yuzalari shunday topilishi kerak «A» nuqtadan «3» nuqtagacha bo'lgan kuchlanishni isrofi, ruhsat etilgan isrofdan oshmasligi kerak, ya'ni

$$\Delta U_{A3} = \Delta U_{gen}$$

Oldin, kayt etilgan metodlardan foydalanib, induktiv qarshiligni qabul qilamiz va induktiv qarshiligida bo'ladigan kuchlanishni isrofini topamiz

$$\Delta U_p = \sqrt{3} X_0 \sum_1^n I_p \cdot \ell$$

Undan keyin aktiv qarshiligida isrof qilinadigan kuchlanishni qiymatini topamiz

$$\Delta U_a = \Delta U_{gon} - \Delta U_p$$

23 – rasmdagi «a» sxemasini «b» sxemasiga o'tkazamiz.

Magistral liniyadagi simni xajmi $V = F \cdot l$ demak, unda uchta yuklamali magistraldagi simni xajmi

$$V = F_1 \ell_1 + F_2 \ell_2 + F_3 \ell_3 \quad (71)$$

Liniyani har bir qismini yuqorida topilgan ifoda orqali ifodalasak.

$$F_1 = \frac{\sqrt{3} I_{a1} \ell_1}{\gamma \Delta U_a}; \quad F_2 = \frac{\sqrt{3} I_{a2} \ell_2}{\gamma \Delta U_{a2}}; \quad F_3 = \frac{\sqrt{3} I_{a3} \ell_3}{\gamma \Delta U_{a3}}$$

(71) – ifodadagi F_1 ; F_2 ; va F_3 yuzalarni o'rniga ularni qiymatini qo'yib chiqamiz.

$$V = \frac{\sqrt{3} I_{a1} \cdot \ell_1^2}{\gamma \cdot \Delta U_{a1}} + \frac{\sqrt{3} I_{a2} \cdot \ell_2^2}{\gamma \cdot \Delta U_{a2}} + \frac{\sqrt{3} \cdot I_{a3} \ell_3^2}{\gamma \cdot \Delta U_{a3}}$$

Bu ifodada liniyalarni qismida, kuchlanishlari, ya'ni ΔU_a ; ΔU_2 va ΔU_3 larni qiymatlari aniq emas, lekin ularni yig'indisi ruhsat etilgan $\Delta U_{p gon}$ teng, ya'ni

$$\Delta U_{a.gon} = \Delta U_{a1} + \Delta U_{a2} + \Delta U_{a3}$$

SHu qismlarni aniqlash uchun

$$\Delta U_{a1} = X - \epsilon a - \Delta U_{a2} = y - y_{hd} a - \Delta U_{a3} = \Delta U_{ag} - x - y$$

Bularni simni xajmini aniqlash ifodasiga qo'yib chiqamiz.

$$V = \frac{\sqrt{3} I_{a1} \ell_1^2}{\gamma \cdot x} + \frac{\sqrt{3} I_{a2} \ell_2^2}{\gamma \cdot y} + \frac{\sqrt{3} I_{a3} \ell_3^2}{\gamma (\Delta U_{a.g. xy})}$$

Ifodada ikkita noaniq «X» va «y» bo'lgani uchun, ularning hosilasini topib nolga tenglaymiz.

$$\frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\sqrt{3}I_{a1}\ell_1^2}{\gamma \cdot x^2} + \frac{\sqrt{3}I_{a3}\ell_3^2}{\gamma(\Delta U_{ag} - x - y)^2} = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial y} = \frac{\sqrt{3}I_{a2} \cdot \ell_2^2}{\gamma \cdot y^2} + \frac{\sqrt{3} \cdot I_{a2} \cdot \ell_3^2}{\gamma(\Delta U_{e,g} - x - y)^2} = 0$$

Ikkita tenglamani birlashtirib umumiy proporsiyaga keltiramiz.

$$\frac{\sqrt{3}I_{a1} \cdot \ell_1^2}{\gamma \cdot x^2} + \frac{\sqrt{3}I_{a2} \cdot \ell_2^2}{\gamma \cdot y^2} + \frac{\sqrt{3}I_{a3} \cdot \ell_3^2}{\gamma(\Delta U_{ag} - x - y)^2} = 0$$

Ikki tenglamada $3/\gamma$ qisqartirib va noma'lum «x» va «y» o'rniga ularni oldingi qiymatlarini ko'yib, va ildiz ostidagi qiymatlarni qisqartirib chiqamiz.

SHunda

$$\frac{\ell_1 \cdot \sqrt{I_{a1}}}{\Delta U_{a1}} = \frac{\ell_2 \cdot \sqrt{I_{a2}}}{\Delta U_{a2}} = \frac{\ell_3 \sqrt{I_{a3}}}{\Delta U_{a3}}$$

SHu tenglama asosida liniyalarni qismlarida, va xamma liniya uchun

$$\frac{\ell_1 \cdot \sqrt{I_{a1}}}{\Delta U_{a1}} = \frac{\ell_{II} \cdot \sqrt{I_{an}}}{\Delta U_{an}} = \frac{\Sigma \ell \sqrt{I_a}}{\Delta U_{a\delta on}}$$

SHu tenglama asosida liniyani har bir qismida isrof qiladigan (ΔU_a) ni qiymatini topamiz.

$$\Delta U_{a1} = \Delta U_{a.gon} \frac{\ell_1 \sqrt{I_{a1}}}{\Sigma \ell \sqrt{I_a}}$$

$$\Delta U_{a2} = \Delta U_{a.gon} \frac{\ell_2 \cdot \sqrt{I_{a2}}}{\Sigma \ell \sqrt{I_a}} \quad (72)$$

$$\Delta U_{a3} = \Delta U_{a.gon} \frac{\ell_3 \cdot \sqrt{I_{a2}}}{\Sigma \ell \sqrt{I_a}}$$

Keltirilgan (70) va (72) ifodar asosida magistral liniyalarni simini yuzalarini aniqlash mumkin. SHahobchalangan xo'jalik tarmoqlarda ancha-muncha soddalashtirilgan metod asosida hisoblash mumkin. Bu metod asosida, ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini, liniyalarni qismlariga proporsional xolda, shu qismlarni momenti orqali bo'lib chiqish mumkin.

Qismlardagi toklar yoki quvvatlarni momentlari

$$M_1 = I_1 \cdot \ell_1 ; M_2 = I_2 \cdot \ell_2 \quad \text{va} \quad M_3 = I_3 \cdot \ell_3$$

ëku (72^a)

$$M_1 = S_1 \cdot \ell_1 ; M_2 = S_2 \cdot \ell_2 \quad \text{va} \quad M_3 = S_3 = S_3^I \cdot \ell_3$$

Uchastkadagi ruhsat etilgan isrofi

$$\Delta U_1 = \Delta U_{gon} \frac{M_1}{\Sigma M};$$

$$\Delta U_2 = \Delta U_{gon} \frac{M_2}{\Sigma M} \quad (73)$$

$$\Delta U_3 = \Delta U_{gon} \frac{M_3}{\Sigma M}$$

Bu ifoda orqali xamma shahobchalangan elektr tarmoqlarni echish mumkin, lekin sarf qilingan simni xajmi eng kam miqdoridan sal ortiqcha chiqishi mumkin.

Echish yo'llari

- 1) YUklamalarni echish momentlarini «M» va uni yig'indi «ΣM» aniqlaymiz
- 2) Elektr tarmoqni qismlarida isrof qiladigan kuchlanishni topamiz.
- 3) Oldin chiqarilgan ifoda asosida har bir qism uchun simlarni kesim yuzasini topish chiqamiz.

Hisoblashda shuni esda tutish kerakki, qabul qilinadigan simlarning turlari ko'payib ketish kerak emas. Simlar tolalarining metallari bir xil bo'lsa, montaj qilish shuncha oson bo'ladi.

§6.2. Fazalari teng yuklanmagan, uch fazali elektr tarmoqlarni hisobi

Uch fazali elektr tarmoqlar har payit teng yuklangan bumaydi. Past kuchlanish tarmoqlarda asosan yorituv yuklamalar va xo'jalik yuklamalar asosan bir fazaga ulanadilar, fazalarga ulangan yuklamalarni quvvatlari teng emas, asosan tarmoqlarni oxirida.

Uch fazali va bir fazali, aralashgan sxemani ishlashtirishi elektroenergiya taqsimlashida yuqori kuchlanish tarmoqlarda xam, tensizlik yuklanishga olib keladi. Uch fazali tarmoqlarni fazalar ora tengsiz yuklanmaganligini hisoblash, ancha murakkab, teng yuklangan tarmoqlarga nisbatan. Bunda xollarda, fazalar orasidagi isrofnani aniqlashga to'g'ri keladi. Faza simlari qarshiliglari bir xil, fakat ko'l simini qarshiligi, agar u bo'lsa, faza simidan farq qiladi deymiz.

Bu xolda, kuchlanishni isrofi tashkil qiluvchi to'g'ri, teskari va nol izchiliklarini isrofi

$$\Delta U_{np} = Z \cdot I_{np}; -\Delta U_{o\delta} = Z I_{o\delta}; -\Delta U_0 = Z_0 \cdot I_0$$

Bunda: Z – to'g'ri va orkaga kaytadigan izchiligi, to'lik qarshiligi; Z_0 nol izchilikni, tulik qarshiligi «A» faza bilan «O» simni oralig'idagi kuchlanishni kamayishi.

$$\begin{aligned} \Delta U_{A O} &= \Delta U_{np} + \Delta U_{o\delta} + \Delta U_0 = (I_{nyzp} + I_{mecn})Z + I_0 \cdot Z_0 = \\ &= (I_{nyz} + I_{mecn} + I_0)Z + I_0(Z_0 - Z) \end{aligned} \quad (74)$$

Fazadagi tok $I_F = I_{tug.} + I_{tesk.} + I_0$

Unda : $\Delta U_{A-o} = I_A \cdot Z + I_0(Z_0 - Z)$

SHu tufayli $\Delta U_{B.O} = I_B \cdot Z + I_0(Z_0 - Z)$

$$\Delta U_{C.O} = I_C \cdot Z + I_0(Z_0 - Z)$$

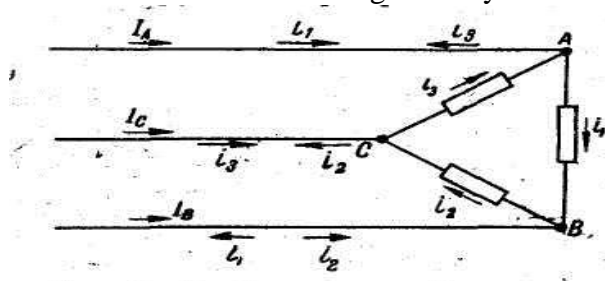
Fazalar orasidagi kuchlanishni isrofi, shu fazalardagi kuchlanishni isroflarini geometrik ayrmasidan kelib chiqadi.

$$\begin{aligned} \Delta U_{AB} &= \Delta U_{AO} - \Delta U_{BO} = (I_A - I_B) \cdot Z \\ \Delta U_{BC} &= \Delta U_{BO} - \Delta U_{CO} = (I_B - I_C) \cdot Z \\ \Delta U_{CA} &= \Delta U_{CO} - \Delta U_{A.O} = (I_C - I_A) \cdot Z \end{aligned} \quad (75)$$

SHu ifodalar asosida, notekis yuklangan uch fazali tarmoqlardagi, kuchlanishni isrofini hisoblash mumkin.

§6.2.1. Bir fazali yuklamalarni uch burchak shaklda ulanishi

Agar uch fazali tarmoqlarda, bir fazali yuklamalar uch burchak shakilda ulangan bo'lsa, unda bu sxemada ko'l izchiligi bulmaydi.



24-Rasm. Bir fazali yuklamalarni uch burchaka o'lanishi sxemasi

24 –rasmdagi sxemani A nuqtasidagi toki

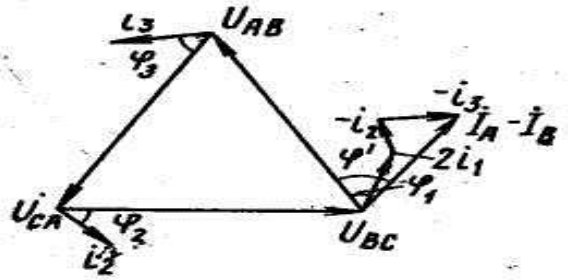
$$I_A = i_1 - i_3 \quad \text{va} \quad I_V = i_2 - i_1$$

Demak $I_A - I_V = i_1 - i_3 - i_2 + i_1 = 2i_1 - i_2 - i_3$, shu toklar uchun vektor diagramasi kuramiz.

A va V faza orasidagi kuchlanishni isrofi (75) ifoda asosida $\Delta U_{AV} = (I_A - I_V) Z$ faza simni qarshiligi esa

Bir tomondan $Z = r \cos \varphi + X \sin \varphi$

Bu erda φ – linyadagi I_A va I_B toklar bilan shu fazalar oralig'idan U_{AV} kuchlanishni, siljilish burchagi



25 –Rasm Kuchlanish va toklarni vektor diagramasi.

YUqorida keltirilgan (75) ifodaga Z qiymatini qo‘ysak, unda

$$\Delta U_{AB} = (I_A \cdot I_B) r \cdot \cos \varphi^1 + (I_A - I_B) x \cdot \sin \varphi^1$$

Toklarni vektorlarini proeksiyasini, U_{AV} kuchlanishni vektoraga, perpendikulyar xolda tushirsak, unda

$$\Delta U_{AB} = [2i_1 \cos \varphi_1 - i_2 \cos(\varphi_2 + 120^\circ) - i_3 \cdot \cos(\varphi + 240^\circ)] \cdot u + [2i_1 \cdot \sin \varphi_1 - i_2 \sin(\varphi + 120^\circ) - i_3 \sin(\varphi + 240^\circ)] \cdot X$$

Trigonometrik funksiyalarni o‘zoro nisbatlari

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\cos(\lambda + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\sin 120^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}; \sin 240^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos 120^\circ = -\frac{1}{2} - \cos 240^\circ = -\frac{1}{2}$$

Sinus va kosinuslarni ikki burchak yig‘indisi o‘rniga ularni qiymatlarini qo‘yib chiqsak, unda kuchlanishni kamayishi.

$$\Delta U_{AB} = (2i_1 \cos \varphi_1 - i_2 \cos \varphi_2 \cos 120^\circ + i_2 \sin \varphi_2 \sin 120^\circ - i_3 \cos \varphi_3 \cdot \cos 240^\circ + i_3 \sin \varphi_3 \sin 240^\circ) \cdot r + (2i_1 \sin \varphi - i_2 \sin \varphi_2 \cos 120^\circ - i_2 \cos \varphi_2 \sin 120^\circ - i_3 \sin \varphi_3 \cos 240^\circ - i_3 \cos \varphi_3 \sin 240^\circ) \cdot x$$

Sinus 120° va 240° kosinus 120° va 240° burchaklarni qiymatlarini qo‘yib chiqsak

$$\Delta U_{AB} = (2i_1 \cos \varphi_1 + \frac{1}{2} i_2 \cos \varphi_2 + \frac{\sqrt{3}}{2} i_2 \sin \varphi_2 + \frac{1}{2} i_3 \cos \varphi_3 - \frac{\sqrt{3}}{2} i_3 \sin \varphi_3) u + (2i_1 \sin \varphi_1 + \frac{1}{2} i_2 \cdot \sin \varphi_2 - \frac{\sqrt{3}}{2} i_2 \cos \varphi_2 + \frac{1}{2} i_3 \cos \varphi_3) \cdot x$$

Agar yuklamalar teng bo‘lganda, $i_1 = i_2 = i_3$ va $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$ unda tenglama oddiy shakliga kelardi, unda fazalar orasidagi kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_{AB} = 3(i \cdot r \cos \varphi + ix \cdot \sin \varphi) = \sqrt{3}(I \cdot r \cos \varphi + Ix \cdot \sin \varphi) \quad (76)$$

Lekin teng yuklanmagan fazalar ora (ΔI_{AV}) kuchlanishni isrofini aniqlash ifodasini hisoblashi murakabligi uchun uni sodalashtiramiz, ya’ni (79) ifodadagi

$$\frac{\sqrt{3}}{2} i_2 \sin \varphi_2 - \frac{\sqrt{3}}{2} i_3 \sin \varphi_3 = 0$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} i_3 \cos \varphi_3 - \frac{\sqrt{3}}{2} i_2 \cos \varphi_2 = 0$$

Deb qabul qilsak, Sos φ koeffitsient burchaklari bir-biriga nisbatan juda kam qklishini inobatga olsak, ko‘l xato qilmagan bo‘ladi.

SHundan kelib chiqan xolda, liniyadagi kuchlanishini isrofini aniqlash ifodasiga ega bulamiz :

Aktiv qarshiligidagi isrof.

$$\Delta U_{AB}^I [2ia_1 + 0,5(i_{2a} + i_{3a})] \cdot r \quad (77)$$

Reaktiv qarshiligidagi isrof

$$\Delta U_{AB}^{II} = [2i_{p1} + 0,5(i_{2p} + i_{3p})] \cdot X \quad (78)$$

Tolik fazalar orasidagi kuchlanishni isrofi.

$$\Delta U_{AB} = \Delta U_{AB}^I + \Delta U_{AB}^{II}$$

Kolgan fazalar orasidagi kuchlanishni isrofini shuni asosida aniqlanadi.

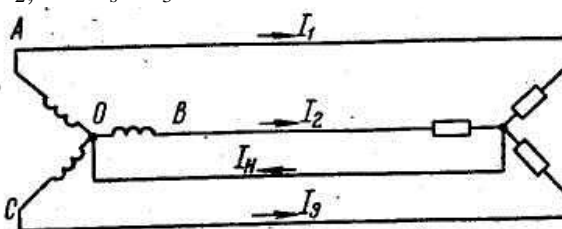
$$\Delta U_{BC}^I = [2i_{2a} + 0,5(i_{a3} + i_{a1})]r - \text{ea} \Delta U_{BC}^{II} = [2i_{p2} + 0,5(i_{p3-} + i_{p1})]X$$

$$\Delta U_{CA}^I = [2i_{3a} + 0,5(i_{a1} + i_{a2})]r \text{ ea} \Delta U_{CA}^{II} = [2i_{p3} + 0,5(i_{p1} + i_{p2})] \cdot X$$

§6.2.2. Bir fazali yuklamalarni yulduz shaklida ulanishi

Yuklamalar yulduz shaklida ulanganda (33 rasm) liniya toklarni bilan faza toklarni teng bo'ladi :

$$I_A = I_1; \quad I_V = I_2; \quad I_S = I_3$$



26-Rasm. Bir fazali yuklamalarni yulduz shaklida ulanish sxemasi.

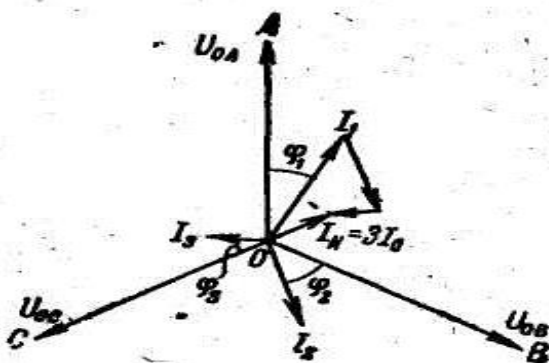
Fazadagi kuchlanish isrof (73) ifoda asosida topiladi.

$$\Delta U_{AO} = \dot{J}z + I_o(Z_o - Z) = \dot{I}_1(u \cdot \cos \varphi_1 + X \cdot \sin \varphi_1) + J_o [(u_o - u) \cos \varphi_{AO} + (X_o - X) \sin \varphi_{AO}]$$

Bu erda φ_{AO} faza kuchlanishi (U_{AO}) bilan tokni nol izchiligi (J_o) orasidagi siljish burchagi. Nol simdagi I_n ; A, V va S fazadagi toklarni nol izchiligini yig'indisiga teng

$$I_n = 3 I_o$$

Bundan kelib chiqqan xolda A-fazadagi kuchlanishni kamayishini quyidagiga yozish mumkin, tok vektoroni geometrik yig'indisini, ularni U_{AO} -vektorga tushirilgan proeksiyasining algebrali yig'indisini topish mumkin.



27 -Rasm. Tok va kuchlanishlar orasidagi vektr diagramasi.

26-Rasmidagi sxema uchun.

$$\Delta U_{AO} = I_1 u \cdot \cos \varphi_1 + I_1 X \sin \varphi_1 + \frac{1}{3} [I_1 \cos \varphi_1 + J_2 \cos(\varphi_2 + 120^\circ) +]$$

$$+ i_3 \cos(\varphi_3 + 240^\circ)] (u_o - u) + \frac{1}{3} [I_1 \sin \varphi_1 + I_2 \sin(\varphi_2 + 120^\circ) + I_3 \sin(\varphi_3 +$$

$$+ 240) \} (X_o - X)$$

Trigonometrik o'zgartirishlardan keyin

$$\begin{aligned} \Delta U_{AO} = & I_1 u \cos \phi_1 + J_1 X \sin \phi_1 + \frac{1}{3} (I_1 \cos \phi_1 - \frac{1}{2} I_2 \cdot \cos \phi_2 - \frac{\sqrt{3}}{2} J_2 \cdot \sin \phi_2 - \\ & \frac{1}{2} I_3 \cos \phi_3 + \frac{\sqrt{3}}{2} I_3 \sin \phi_3) (u_o - u) + \frac{1}{3} (I_1 \sin \phi_1 - \frac{1}{2} J_2 \sin \phi_2 + \frac{\sqrt{3}}{2} I_2 \cos \phi_2 \\ & - \frac{1}{2} I_3 \sin \phi_3 - \frac{\sqrt{3}}{2} I_3 \cos \phi_3) (X_o - X) \end{aligned}$$

Teng bo'lgan yuklamalarda $I_1 = I_2 = I_3$ va $\phi_1 = \phi_2 = \phi_3$

Unda faza bilan nol sim orasidagi kuchlanishni kamayishi.

$$\Delta U_{AO} = J \cdot u \cdot \cos \varphi + Jx \cdot \sin \varphi$$

Tenglamani soddalashtirish uchun, agar faraz qilinca

$$\begin{aligned} \frac{\sqrt{3}}{2} I_2 \sin \phi_2 - \frac{\sqrt{3}}{2} I_3 \sin \phi_3 & \approx 0 \\ \frac{\sqrt{3}}{2} I_3 \sin \phi_3 - \frac{\sqrt{2}}{2} I_3 \cos \phi_2 & \approx 0 \end{aligned}$$

Aktiv qarshiligidagi bo'lgan kuchlanishni kamayishi

$$\Delta U^I_{AO} = I_a u + \frac{1}{3} [I_{a1} - 0,5(I_{a2} + I_{a3})] (u_o - u)$$

Reaktiv qarshiligidagi kuchlanishni kamayishi

$$\Delta U^{II}_{AO} = I_p \cdot X + \frac{1}{3} [I_{p1} - 0,5(I_{p2} + I_{p3})] (X_o - X)$$

Nol izchiligini qarshiliklari CH_o va X_o tarmoqni sxemasiga bog'liq havo liniyalarda nol, to'rtinchi sim bo'lsa, unda nol izchiligini (J_o) umumiy qarshiligi $Z_o = Z + 3Z_n$

Nol simni qarshiligi uch baravar ko'payadi, chunki undan $U_n = 3U_o$ uchta faza tokidagi nol uzunini toki o'tadi.

$$CH_o = CH + 3 ch_n; \quad X_o = X + 3 x_n$$

SHu mazmunlarni yuqorida keltirib chiqarilgan kuchlanishni kamayishini aniqlaydigan tenglamalarga qo'yib chiqqanda, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz.

$$\Delta U^I_{AO} = I_a u + \frac{1}{3} [I_{a1} - 0,5(I_{a2} + I_{a3})] u \quad (79)$$

$$\Delta U^{II}_{AO} = I_p u + \frac{1}{3} [I_{p1} - 0,5(I_{p2} + I_{p3})] X_n \quad (80)$$

YUqorida keltirilgan ifodalarni po'lat simlarni hisoblashida ham foydalansa bo'ladi.

Uch burchak yoki yulduz shaklda ulangan teng yuklanmangan tarmoqlarni echish tartibi.

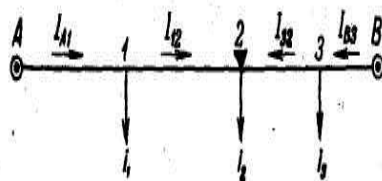
- 1) Fazalar orasidagi yuklamalarni iloji boricha teng bo'lib chiqiladi.
- 2) YUklamalar teng taqsimlangan deb, tarmoqdagi simlarni kesim yuzasini aniqlab chiqamiz.
- 3) Fazalardagi yoki fazalar orasidagi kuchlanishni isrofini (77), (78), (79) va (79) ifodalar asosida aniqlanadi.

Agar fazalar ora yoki faza kuchlanishin isroflari bir biriga nisbatan katta farq qilsa unda qaytadan yuklamalarni taqsimlanadi va yana hisoblab chiqiladi.

§6.3. Murakkab liniyalarni hisoblash

Xo'jaliklarda birinchi va ikkinchi kategoriya iste'molchilar paydo bo'lishi tufayli ularni uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun murakkab liniyalar qurilishi boshlanadi.

Murakkab liniyalarni hisoblash ancha murakkab bo‘ladi. Xozirgi vaqtda ikki manabaga ulangan murakkab tarmoqlar ko‘p..



28-Rasm. Ikki manbaga ulangan liniyada toklarni taqsimlanish sxemasi

Ikki manbaga ulangan liniyani hisoblash sxemasi (30-Rasmda) keltirilgan. A va V nuqtada energiya mambalari joylashkan tarmoqa i_1, i_2 va i_3 iste‘molchilar ulangan.

Liniyani qismlardagi toklarni va qarshiliklarni belgilab chiqiladi. Agar tok manbalarni kuchlanishlari teng bulmaganda $U_A \neq U_B$.

Unda ikkinchi nuqtaga ulangan iste‘molchi ekkala manbadan iste‘mol kilsa. Bunaqa nuqtani bo‘linish nuqta deyiladi v « Δ » belgilanadi

Liniyadagi I_{A-1} va I_{V-3} qismdagi toklarini aniqlaymiz. SHu toklar asosida har bir manbadan bo‘linish nuqttagacha bo‘lgan kuchlanishni kamayishini topamiz.

$$U_A - U_2 = \sqrt{3}(I_{A-1}Z_{A-1} + I_{1-2} \cdot Z_{1-2})$$

$$U_B - U_2 = \sqrt{3}(I_{B-3}Z_{B-3} + I_{3-2} \cdot Z_{3-2})$$

Birinchi ifodadan ikkinchi ifodani ayirsak

$$U_A - U_B = \sqrt{3}(I_{A-1}Z_{A-1} + I_{1-2}Z_{1-2} - I_{B-3}Z_{B-3} - I_{3-2}Z_{3-2})$$

Birinchi va ikkinchi manbadan chiqayotgan toklarni yig‘indisi iste‘molchilarni toklarini yig‘indisiga teng bo‘ladi.

$$I_A + I_B = i_1 + i_2 + i_3$$

SHu tenlama asosida va Kirgafni birinchi qonuniga asoslangan xolda xamma liniyadagi toklarni I_{A-1} va iste‘molchilarni toklari bilan ifodalab chiqamiz :

$$I_{B-3} = i_1 + i_2 + i_3 - I_{A-1}$$

$$I_{3-2} = i_1 + i_2 - I_{A-1}$$

$$I_{1-2} = I_{A-1} - i_1$$

Bu toklarni yuqoridagi tenglamaga qo‘yib chiqamiz.

$$\frac{U_A - U_B}{\sqrt{3}} = I_{A-1}Z_{A-1} + (I_{A-1} - i_1)Z_{1-2} - (i_1 + i_2 + i_3 - I_{A-1})Z_{B-3} - (i_1 + i_2 - I_{A-1})Z_{3-2}$$

$$\frac{U_A - U_B}{\sqrt{3}} = I_{A-1}(Z_{A-1} + Z_{1-2} + Z_{3-2} + Z_{B-3}) - i_1(Z_{1-2} + Z_{3-2} + Z_{B-3}) - i_2(Z_{3-2} + Z_{B-3}) - i_3Z_{B-3}$$

O‘z navbatida

$$Z_{A.1} + Z_{1.2} + Z_{3.2} + Z_{B.2} = Z_{A.B}$$

$$Z_{1.2} + Z_{3.2} + Z_{B.3} = Z_{1.B}$$

$$Z_{3.2} + Z_{B.3} = Z_{2.B}$$

$$Z_{B.3} = Z_{3.B}$$

$$\text{Agar } \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3}} = I_{A.1} Z_{A.B} - i_1 Z_{1.B} - i_2 Z_{2.B} - i_3 Z_{3.B}$$

$$\text{Agar } i_1 Z_{1.B} + i_2 Z_{2.B} + i_3 Z_{3.B} = \sum_I^n i_k Z_{k.B}$$

$$\text{Unda } I_{A-I} = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_{A.B}} + \frac{\sum_I^n i_k Z_{k.B}}{Z_{A.B}} \quad (81)$$

$$\text{SHunga o'xshashlik } I_{B.3} = \frac{U_B - U_A}{\sqrt{3} Z_{B.A}} + \frac{\sum_I^n i_k Z_{k.A}}{Z_{B.A}} \quad (82)$$

(90) va (91) ifodani birinchi qismini tenlatiradigan toklar deyiladi, ikkinchi qismi liniyadagi yuklama toklar qismi deyiladi.

Agar (90) va (91) ifodalarni $\sqrt{3} \cdot U_H$ ko'paytirsak unda har bir manbadan chiqayotkan quvvatini aniqlaymiz

$$S_{A.1} = \frac{U_H (U_A - U_B)}{Z_{AB}} + \frac{\sum_I^n S_k Z_{k.B}}{Z_{AB}} \quad (83)$$

$$S_{B.3} = \frac{U_H (U_B - U_A)}{Z_{A.B}} + \frac{\sum_I^n S_k Z_{k.A}}{Z_{A.B}} \quad (84)$$

bu erda: U_n – tarmoqni nominal kuchlanishi; S_k – «K» nuqtaga ulangan iste'molchini to'liq quvvati.

(90-93) ifodalarni ishlatilishdagi ayrim xodisalari

1) A va V manbalarni bir-biriga teng bo'lsa

$U_A = U_V$, tenlashturuvchi toklar qismi nolga teng bo'ladi

$$I_{A.1} = \frac{\sum_I^n S_k Z_{k.B}}{Z_{A.B}} \quad (85)$$

$$I_{A.1} = \frac{\sum_I^n S_k Z_{k.A}}{Z_{A.B}} \quad (86)$$

$$S_{A.1} = \frac{\sum_I^n S_k Z_{k.B}}{Z_{A.B}} \quad (87)$$

$$S_{B.3} = \frac{\sum_I^n S_k Z_{k.A}}{Z_{A.B}} \quad (88)$$

2) A va V manbalarni kuchlanishi $U_A = U_V$ teng bo'lsa, va tarmoqdagi simlar boshidan oxirigacha kesim yuzasi va ular birxil materialdan qilingan bolganda. Unda ularni to'liq qarshiliklari

$$Z_{A.B} = (r_0 + jx_0) l_{A.B}$$

$$Z_{K.B} = (r_0 + jx_0) l_{K.B}$$

$$Z_{K.A} = (r_0 + jx_0) l_{K.A}$$

(94-97) ifodalarga qarshiliklarini ko'rib chiqib va ularni qisqartirsak, unda yuqorida keltirilgan ifodalarga quyidagi shakilga keladi.

$$I_{A-1} = \frac{\sum I_k \cdot l_{K-A}}{l_{A-B}} \quad (89)$$

$$I_{B-3} = \frac{\sum I_k \cdot l_{K-B}}{l_{A-B}} \quad (90)$$

$$S_{A-1} = \frac{\sum S_k \cdot l_{K-A}}{l_{A-B}} \quad (91)$$

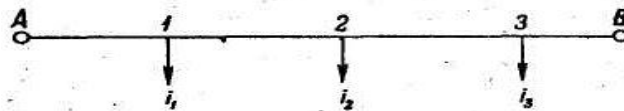
$$S_{B-3} = \frac{\sum S_k \cdot l_{K-B}}{l_{A-B}} \quad (92)$$

Ikki manbaga ulangan liniyalarda simlar rangli metaldan qilingan bo'lsa, unda ularni kesim yuzalari quyidagicha aniqlanadi :

- 1) Ularni kesim yuzasi shartli ravishda qabul qilinadi yoki eng og'ir avariya rejimi asosida aniqlanadi
- 2) Har bir manbadan chiqayotgan toklar yoki quvvatlar (99-102) ifodalalar asosida topiladi
- 3) Aktiv va reaktiv toklar yoki quvvatlarni bo'linish nuqtalari topiladi. Chunki ayrim vaqtlarda ular bir joyda bo'linmasligi mumkin
- 4) Toklarni bo'linish noltasida, murakab liniyalar ajratiladi va bir manbaga ulangan liniyalarga keltirib ulardagi kuchlanishni kamayishi aniqlanadi.
- 5) Avariya xolatdagi eng og'ir vaziyatida (bu manbani yonidagi xolati) kuchlanishni isrofi aniqlanadi, bunda kuchlanishni kamayishi -12,5 % ga ruhsat etiladi.

Agar kuchlanishni kamayishi oshib ketsa, unda simni kesim yuzasini bir yoki ikki pogona oshiriladi va kaytadan xisoblab chiqiladi.

Ikki manbaga ulangan murakab liniyalarni simini, ko'pincha boshidan oxirigacha, kesim yuzasi bir xil qabul qilinadi. Ruhsat etilgan kuchlanishni kamayishi asosida simlarini yuzasini aniqlash quyidagicha topiladi. (91-92) yoki (93-94) ifoda asosida A va B nuqtadagi chiqayotgan toklar topiladi (30-rasm).



30- rasmdagi sxemasiga toklarni joylashtirib chiqiladi va liniyadagi bo'linish nuqta topiladi, taxmindan 2 nuqta desak liniya ikkita liniyaga bo'linadi.

$$J_{A.1} = \frac{\sum i_k l_{K.B}}{l_{A.B}}$$

$$J_{B.3} = \frac{\sum i_k l_{K.A}}{l_{A.B}}$$

Simni kesim yuzasi

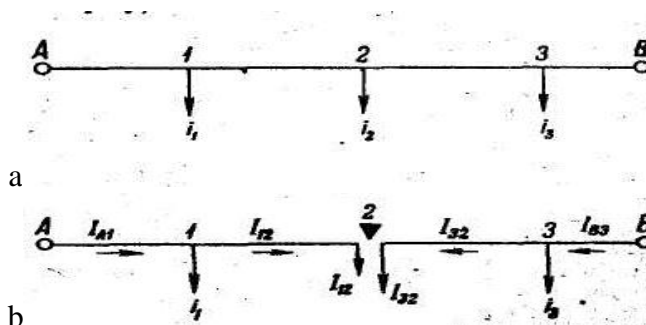
$$F = \frac{\sqrt{3} \sum I_a \cdot l}{\gamma \cdot \Delta U_a}$$

Ikki manbaga ulangan liniyalarda osilgan simni o'zgarmas yuzasini topish uchun (91-92) ifodalardan foydalangan xolda yoki (95-96) ifodalarga asosida Simni o'zgarmas yuzasini aniqlash uchun A yoki B manbadan chiqadigan maksimal tokni aniqlaymiz.

$$I_{Bmax} = I_{Amax} = i_1 + i_2 + i_3$$

Simni o'zgarman yuzasini aniqlash uchun (68^a) ifoda asosida

$$\Delta U_{P_{A-B}} = \sqrt{3} X_0 \sum_I^3 I_{Pmax} \cdot \ell$$



30-rasm. Uzunligi bo'ylab bir xil simlarda bajarilgan, ikki tomonlama ta'minlanuvchi liniya simining kesim yuzasini aniqlash

- Simni o'zgarman yuzasini aniqlash uchun
- Manbadan bo'linish nuqtasigacha bo'lgan simni yuzasini aniqlash uchun.

Aktiv qarshiligida isrofga yo'l quyiladigan qiymatini aniqlaymiz.

$$U_{a_{p.3}} = \Delta U_{p.3_{A-B}} - \Delta U_{P_{A-B}}$$

bu erda $\Delta U_{p.3_{A-B}} = 12,5\% U_H$.

Simni o'zgarman yuzasi (70) ifoda asosida

$$F_{A-B} = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot \Delta U_{a_{p.3}}} \cdot \sum'' J_{a_{max}} \cdot \ell$$

Murakkab liniyalarda simni uchastkadagi toklar asosida aniqlash uchun (30^b) rasmda keltirilganday topiladi, ya'ni A yoki V nuqtadan chiqayotgan tokni topgandan keyin 30-rasmdagi sxemadagi bo'linish nuqtasini, 1-chi Kirxgof qonunidan foydalangan xolda bo'linish nuqtasini topamiz. 30^b-rasmda keltirilganday.

Murakkab liniya ikkita mustaqil liniyaga bo'linadi va yuqorida keltirilgan usul orqali simlarni yuzalarini topiladi.

§6.4. To'rt simli tarmoqlarda teng bo'lmagan fazalardagi aktiv yuklamalar

Teng bo'lmagan fazalardagi aktiv yuklamalar past kuchlanish tarmoqlarda uchray turadi, asosan liniyaga yorituvchi qurilmalar va aholi xonadonlari ulangan bo'lsa, bunday tarmoqlarda reaktiv qarshilikdagi isrof nolga teng bo'ladi. Demak to'liq isrofi, aktiv qarshiligidagi isrofiga teng bo'ladi.

$$\begin{aligned} \Delta U_{AO} &= I_1 \tau + [I_1 - 0,5(I_2 + I_3)] \tau_{1H} \\ \Delta U_{BO} &= I_2 \tau + [I_2 - 0,5(I_3 + I_1)] \tau_{2H} \\ \Delta U_{CO} &= I_3 \tau + [I_3 - 0,5(I_1 + I_2)] \tau_{3H} \end{aligned} \quad (93)$$

YUklamalar teng bo'lsa. $I_1 = I_2 = I_3$ unda tenglamani ikkinchi qismi nolga teng bo'ladi. Unda (84) tenglama, fazalari teng yuklangan aktiv quvvatli tarmoqlarga o'xshab qoladi.

Fazalarni simlari va ularni qarshiliglari bir xil qabul qilinadi, faqat nol simni yuzasi faza simini yuzasiga qaraganda 50% kam qabul qilinadi.

Agar liniyaga bir nechta yuklama ulangan bo'lsa, unda :

$$\Delta U_{AO} = \sum_1^n I_1 \tau + \sum_1^n \left((I_1 - \frac{I_2 + I_3}{2}) \tau_H \right)$$

$$\Delta U_{BO} = \sum_1^n I_2 \tau + \sum_1^n \left((I_2 \frac{I_3 + I_1}{2}) \tau_H \right)$$

$$\Delta U_{CO} = \sum_1^n I_3 \tau + \sum_1^n \left((I_3 \frac{I_1 + I_2}{2}) \tau_H \right) \quad (94)$$

Bu erda: I_1, I_2, I_3 - fazalardagi liniya toklar; τ - faz simlarini qismlarini aktiv qarshiligi; τ_n - nol simni qismlaridagi aktiv qarshiligi.

Agar fazalar va nol simlar rangli metallardan qilingan bo'lsa, unda

$$\tau = \frac{l}{\gamma F} \quad \text{va} \quad \tau_n = \frac{l}{\gamma F_n}$$

bu erda; l - simlarni uzunligi Δ ; γ - simni materialini solishtirma o'tkazuvchanligi; F - simni kesim yuzasi.

Unda (85) tenglama qo'yidagi ko'rinishiga ega bo'ladi

$$\Delta M_{AO} = \frac{\sum_1^n I_1 l_1}{\gamma F_1} + \left(\frac{\sum [I_1 - 0,5(I_2 + I_3)] \cdot l_n}{\gamma F_n} \right)$$

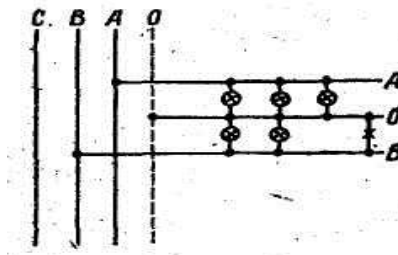
$$\Delta M_{BO} = \frac{\sum_1^n I_2 l_2}{\gamma F_2} + \left(\frac{\sum [I_2 - 0,5(I_3 + I_1)] \cdot l_n}{\gamma F_n} \right)$$

$$\Delta M_{CO} = \frac{\sum_1^n I_3 l_3}{\gamma F_3} + \left(\frac{\sum [I_3 - 0,5(I_1 + I_2)] \cdot l_n}{\gamma F_n} \right) \quad (95)$$

To'rt simli tarmoqlardan ikki fazali simni ajrab chiqish (ikki faza va nol) sxemasi 31-rasmda keltirilgan bo'lib, undagi kuchlanish yo'qotishlar

$$\Delta M_{BO} = I_2 \tau_2 + (I_2 - 0,5 I_3) \tau_n$$

$$\Delta M_{CO} = I_3 \tau_3 + (I_3 - 0,5 I_2) \tau_n$$



31-rasm. To'rt simli tarmoqdan ikki fazali shahoblanish (ikki faza va nol)

Teng yuklangan fazalardagi simlarni yuzalari xam bir xil bulsa,

$$I_2 = I_3 = I \quad \tau_2 = \tau_3 = \tau_n = \tau$$

Unda xar bir fazadagi kuchlanishni kamayishi

$$\Delta M_{BO} = I_2 \tau_2 + (I_2 - 0,5 I_3) \tau = 1,5 I \tau \quad (96)$$

Bir nechta yuklama ulangan tarmoklarda

$$\Delta M_{BO} = \sum_1^n I_2 \tau + \sum_1^n (I_2 - 0,5 I_3) \tau$$

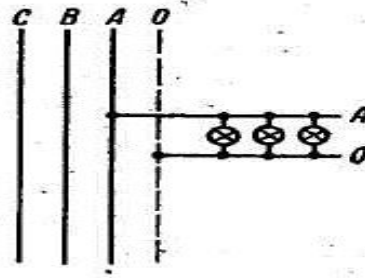
$$\Delta M_{CO} = \sum_1^n I_3 \tau + \sum_1^n (I_3 - 0,5 I_2) \tau \quad (97)$$

Agar simlar rangli metallardan kilingan bo'lsa

$$\Delta M_{BO} = \frac{\sum_1^n I_2 l_2}{\gamma F_2} + \left(\frac{\sum (I_2 - 0,5 \cdot I_3) l}{\gamma F_n} \right)$$

$$\Delta M_{CO} = \frac{\sum_1^n I_3 l_3}{\gamma F_3} + \left(\frac{\sum (I_3 - 0,5 \cdot I_2) l}{\gamma F_n} \right) \quad (98)$$

To'rt simli tarmoqlardan bir faza va nol simlarni ajrab chikishi 32-rasmda ko'rsatilgan.



32-Rasm. Turt simli tarmoklardan ikki simni ajrab chikish sxemasi.

Xo'jalik tarmoqlarda ulangan ko'p yuklamalar bir fazali bo'ladi. Bunday yuklamalarda asosan aktiv kuvvatli bo'ladi. SHuning uchun faza va no'l simlarini yuzasi bir xil qabul kilinadi.

$$\Delta M_{AO} = I_1 \tau + I_1 \tau = 2I_1 \cdot \tau$$

Agar bir nechta yuklama bo'lsa

$$\Delta M_{AO} = 2 \sum I \cdot \tau \quad (99)$$

$$\Delta M_{AO} = \frac{2 \sum I \cdot l}{\gamma \cdot F} \quad (100)$$

Fazadagi kuchlanishni kamayishini fazadagi nominal kuchlanishga nisbatan protsent orkali ifodalash mumkin

§6.5. Elektr tarmoqlarda ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini aniqlash

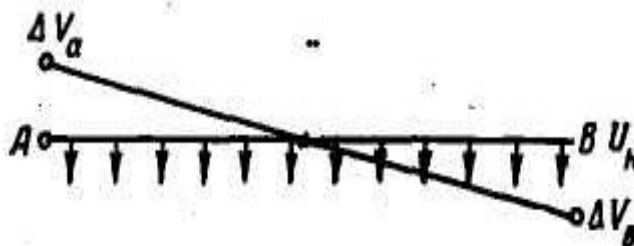
Oldingi boblarda keltirilganday havo liniyadagi simlarni kesim yuzasini aniqlashda kuchlanishni ruhsat etilgan isrofiga nisbatan topiladi. Ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi bo'lmasa simlarni kerakli yuzasini topish ancha murakkab bo'ladi. SHu bandda kuchlanishni ruhsat etilgan isrofi aniqlash usillari keltirilgan. SHuning uchun kuchlanishni isrofini aniqlash katta ahamiyatga ega.

Kuchlanishni og'ishini elektr energiya iste'molchilarni ishlashiga ko'rsatiladigan ta'siri sutkali va yil davomida elektr energiya iste'mol qiladigan yuklamalar doimo o'zgarib turadi.

Elektr tarmoqqa ulanga iste'molchilarni yuklamalari o'zgarib turishi tufayli, kuchlanishni isrofi xam o'zgaradi, bioparin liniyadagi kuchlanish xam o'zgaradi.

Kuchlanishni asta sekin, sutka yoki yil davomidagi, uzgarib borishi-kuchlanishni og'ishi deyiladi, qisqa vaqt ichida o'zgarishini (qisqa tutashgan rotorli motorlarni ishga tushishidagi) – kuchlanishni tebranishi deyiladi.

Tarmoqni nominal kuchlanishi bilan berilgan nuqtadagi kuchlanishni algebraik ayirmasini kuchlanishni og'ishi deyiladi. Kuchlanishni og'ishi Voltda aniqlanadi yoki eng qulayi nominal kuchlanishga nisbatan % protsenta



33-Rasm. YUklamalar taqsimlangan liniyadagi kuchlanishni og'ishi.

33-Rasmda keltirilgan yuklamalar taksimlangan liniya uzgarmas yuzali sim bilan tuzilgan bo'lsa.

Kuchlanish liniya bo'ylab to'g'ri chiziq shaklida kamayib boradi. Liniyani boshlanishida «A» nuqtada, nominal kuchlanishdan ancha ortiqcha bo'ladi, liniyani oxirida «B» nuqtada esa nominal kuchlanishdan kam bo'ladi. Liniya boshida kuchlanishni og'ishi

$$V_A = U_A - U_H$$

Liniyani oxirida esa

$$V_B = U_B - U_H$$

Elektr energiya iste'molchilarini ishlashiga kuchlanishni og'ishi ancha ta'sir qiladi. Cho'g'lanma lampalar kuchlanishini og'ishiga juda ta'sirchan bo'ladi.

Cho'g'lanma lampalarni asosiy ko'rsatkichlari; lampani quvvati (Vt), yorug'lik oqimi, Im, yoritish xususiyati (Im/Vt) va ishlash muddati (s). Agar shu qiymatlar tarmoqni nominal kuchlanishida 100% qabul qilinsa, unda kuchlanish + 1% og'sa, cho'g'lanma lampani quvvati + 1,5% o'zgaradi, yorug'lik oqimi + 3,5%, yoritish xususiyati + 1,8% va ishlash muddati + 13 %.

SHunday qilib, kuchlanishini oshib borishi yoritish oqimi bilan yoritish xususiyati oshib boradi. Kuchlanish 5% dan oshganda cho'g'lanish lampalarni ishlash muddati uch marta kamayadi, ya'ni 1000 soatni o'rniga 350 soatni tashkil qiladi.

Kuchlanish kamayib borsa uni ishlash vaqti oshib boradi, lekin yoritish xususiyati kamayadi, ya'ni 5% cha kamaysa unda lampani yorug'lik oqimini 82,5% tashkil qiladi.

Kuchlanishni o'zgarishi, lyuminescent lampalarga ancha ta'sir qilmaydi, tarmoq kuchlanishi nominal qiymatiga nisbatan + 1% og'ishi, ularning yorug'lik oqimini $\pm 1\%$, va yoritilganligini $\pm 0,5\%$ o'zgartiradi, lekin nominal kuchlanishi 93- 94 % bo'lsa, lyuminescent lampalar yonmaydi, agar shu foizdan oshib ketsa ularni ishga tushirish apparatlari tez qizib ketadi.

Maishiy qizitish asboblari kuchlanishni og'ishi kam ta'sir qiladi. Lekin ularni quvvati kuchlanishni ikkinchi darajasiga to'g'ri proporsional o'zgaradi. Bu degani nominal kuchlanishdan 90% da, 400 Vt dazmollarni quvvati 324 Vt tashkil qiladi.

Asinxron elektr motorlarni ishlashiga xam kuchlanishni og'ishni ta'sir qiladi «Ularni aylanish momenti, kuchlanishni ikkinchi darajasiga to'g'ri proporsional, shuning uchun kuchayishini pasayishi ta'sirida normal yuklangan motorlar to'xtab qolishadi, undan tashqari morlarni izolyasiyalari tezroq ishdan chiqadi.

YUqorida keltirilganlardan xo'losa qilish mumkin, elektr liniyalarni loyixalash davrida, kuchlanishni og'ishi ruhsat etilgan mixdoridan oshib ketmasliklari katta oximiyatga egaligi.

Xozirgi payta ko'lanayotgan talablar asosida yirik nasos stansiyalardagi kuchlanishni og'ishi, nominal kuchlanishga nisbatan + 5% dan va xo'jalik iste'molchilarda, esa + 7,5 % oshib ketmasligi kerak. Agar elektr tarmoqlarga faqat elektr matorlar ulangan bo'lsa, bunaqa liniyalarda kuchlanishni oshib borishi + 10% cha ruhsat etiladi.

Liniyalardagi kuchlanishni isrofi, bevosita liniyadagi kuchlanishni og'ishi bilan bog'liqligi ko'rinib turibdi. Keltirilgan 32-rasmdagi ko'rinib turibdi kuchlanishni og'ishi liniyani «A» va «V» nuqtalarda $V_A = U_A - U_H$ va $V_B = U_B - U_H$ bularni ayirmasi esa

$$V_A - V_B = U_A - U_B = \Delta U_{AB} \quad (101)$$

YUqorida aytib o'tilganidek liniyalarga ulangan elektr yuklamalar yil davomida o'zgarib turadi, ularni maksimal quvvat bilan ishlash vaqti deyarli ko'p vaqttni tashkil qilmaydi.

Uzoq vaqt davomida kuzatishlar shuni ko'rsatdiki, xo'jalik tarmog'idagi yuklamalarni kamayishi nominal yuklamalarni 25 % dan kamaymas ekan, ya'ni

$$S_{min} \geq 0,25 S_{max}$$

SHuning uchun kuchlanishni og'ishini aniqlash ikkita rejim uchun olib boriladi: liniyalarni 100% yuklanganligida va ularni 25 % yuklanganligida. SHubhasiz 100 % yuklanishda, liniyadagi kuchlanishni isrof maksimal qiymatiga ega bo'ladi, iste'molchilarga etkazilgan kuchlanish esa o'zini minimal qiymatiga ega bo'ladi. Liniyani xisoblashda kuchlanishni ochishi -7,5 % dan kam bo'lishi kerak

$$V^{100} \geq -7,5 U_n$$

25 % yuklangan liniyalarda esa kuchlanishni og'ishi manbaga yaqin joylangan iste'molchilar uchun 7,5 % oshib ketmasligi kerak, agar bundan oshib

$$V^{25} \geq +7,5 U_n$$

ketgan xolda uni kamaytirishi chorasini ko'rish kerak.

§6.5.1. Kuchlanishni og'ishiga elektr qurilmalardagi elementlarini ta'sirlari

Elektr qurilmalari quyidagi elementlardan tashkil topadi: generatorlar, transformatorlar, liniyadagi simlar va boshqalar, bular kuchlanishni og‘ishiga har xil ta’sir qiladi. Kuchlanishni og‘ishini aniqlashda, ularni har birini ta’sirini inobatga olinish kerak.

§6.5.1.1. Elektr stansiyalardagi generatorlar

Generatorlarni kuchlanishini rostdlash ikki ish rejimida olib boriladi.

1. Kuchlanishni o‘zgarmas xolati. Bu rejimda, generatorlar, elektr tarmoqlardan foydalanishiga qaramay, har doim ularni nominal kuchlanishidan 5% ortiqcha ishlab turadi.

$$V_{r}^{100} = V_{r}^{25} = +5\%$$

YA’ni generatorni kuchlanishini og‘ishi bir xil ularni yuklanishiga qaramasdan.

2. Qarama qarshi rostdlash rejimi. Bu rejimda yuklamalarni oshishi bilan generatorlarni kuchlanishi xam oshib boradi. Elektr tarmoqlarini nominal kuchlanishiga nisbatan generatorlar ishlab chiqadigan kuchlanishni og‘ishi, quyidachiga bo‘ladi.

$$V_{r}^{100} = +10\% \quad \text{va} \quad V_{r}^{25} = +0\%$$

Qarama qarshi rostdlash qurilmasidan foydalanish usuli, liniyadagi kuchlanishni isrofini oshirishga imkoni beradi.

Taminlovchi podstansiyalardagi shinalari. Ko‘pincha xo‘jalik iste’molchilar, tumanlararo elektr tizim korxonalar podstansiyalarining shinalariga ulangan bo‘ladi. SHu tufayli ular 35/10 kV podstansiyaga yoki 110/6-10 kV, podstansiyani shinasiga bog‘lanadi. PUE asosida 110 va 35 kV podstansiyalarini ikkinchi cho‘lg‘amlarini kuchlanishi, qarama qarshi rostdlashda Odan + 5 % gacha, tarmoqni nominal kuchlanishidan ortiq bo‘lishi kerak, ya’ni

$$V_{p/st}^{100} = +5\% \quad \text{va} \quad V_{p/st}^{25} = 0\%$$

Podstansiyani shinalaridagi kuchlanishni og‘ishi har doim javobga talab qilinadi. Bu xol xo‘jalik yuklamalarni maksimal va minimal qiymatlari energosistemalarini qiymatlari bilan moslashmaganidan kelib chiqadi. SHuning uchun elektrtarmoqlarini loyixalashda, elektr ta’minlovchi korxonalardan, shu shinadagi kuchlanishni og‘ishini sutka va yil davomidagi qiymatini talab qilishadi. Agar kuchlanishni og‘ishi ko‘p farq qilgan xolda, loyixalash davrida kerakli choralar ko‘rishga to‘g‘ri keladi.

Havo liniyalarni simlari. Havo liniyalar 100 % yuklanganda kuchlanishni isrofini aniqlash, oldin keltirilgan ifodalar asosida topiladi. Kuchlanishni isrofi liniyadagi yuklamalarga to‘g‘ri proporsional bo‘lganligi uchun, minimal yuklangan liniyalardagi kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_{np}^2 = 0,25 \Delta U_{np}^{100}$$

Transformatorlar. Ikki cho‘lg‘amli transformatorni bitta faza uchun, echim sxemasi 34-rasimda keltirilgan.

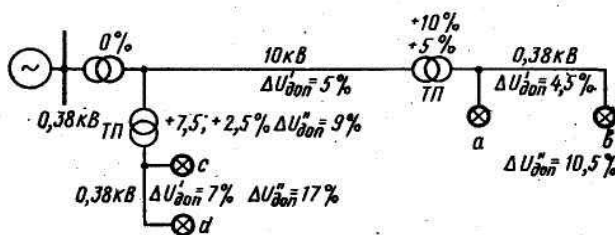


Рис. 78. Сеть электростанции с повышением напряжения.

34-rasm. Kuchlanish oshadigan elektrostansiyaning tarmog‘i.

Transformatorni cho‘lg‘amlaridan o‘tayotgan tokni ta’siridan kelib chiqadigan kuchlanishni isrofi, quyidagi ifoda orqali topiladi.

$$\Delta U_T = \sqrt{3} I_{max} (r_o \cos \phi + X_o \sin \phi) \quad (102)$$

bu erda I_{max} – transformatorni nominal ishlash toki.

Transformatorni asosi parametrlarini keltirgan jadvalida ularni qarshiliglari keltirilmaydi. U erda faqat transformatorni qisqa tutashuvdagi kuchlanishi U_k %, va salt xolatidagi I_x %, salt xolatdagi isrofi ΔR_{xx} va qisqa tutashuvni ΔR_m . Transformatorlarni cho‘lg‘amlarini qarshiliklarini, shu qiymatlar bilan ifodalaymiz.

Transformatorni qisqa tutashuvdagi aktiv qarshiligini tashkil qilishi

$$U_a \% = \frac{\sqrt{3} I_n \cdot r_T}{U_n}$$

bu erda I_n va U_n – transformatorni nominal toki va kuchlanishi
SHu tenglamadan kelib chiqqan xolda.

$$q_T = \frac{U_k \%}{100} \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3} I_n} = \frac{U_a \%}{100} \cdot \frac{U_n \cdot U_n}{\sqrt{3} I_n \cdot U_n} = \frac{U_a \%}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} \quad (103)$$

Uz navbatda, transformatorni qisqa tutashuvni aktiv qarshiligini qismi

$$U_a \% = \frac{\sqrt{3} I_n \cdot q_T}{U_n} \cdot 100 = \frac{\sqrt{3} I_n \cdot q_T \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{3} \cdot I_n \cdot U_n} \cdot 100 = \frac{\Delta P_M}{S_n} \cdot 100 = \Delta P_M \% \quad (104)$$

Bu tenglamadan kelib chiqqan xolda shuni aytish mumkinki, transformatorni qisqa tutashuvni aktiv qarshiligi uni protsentagi quvvatini isrofi bir biriga teng bo‘ladi.

Transformatorni cho‘lg‘amlarini induktiv qarshiligi

$$X_T = \frac{U_p \%}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} \quad (105)$$

O‘z navbatida, qisqa tutashuvni kuchlanishini induktiv qarshiligini qismi

$$U_p \% = \sqrt{(U_k \%)^2 - (U_a \%)^2}$$

(95)-ifodaga r_t va X_t qiymatlarini qo‘yib chiqib transformatorni isrofi

$$\Delta U_T = \sqrt{3} I_{max} \left(\frac{U_a \%}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} \cdot \cos \phi + \frac{U_p \%}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} \cdot \sin \phi \right)$$

agar $\frac{U_n^2}{S_n}$ - qovus ichidan chiqqan xolda

$$\Delta U_T = U_n \frac{S_{max}}{S_n} \left(\frac{U_a \%}{100} \cdot \cos \phi + \frac{U_p \%}{100} \cdot \sin \phi \right) \quad (106)$$

Tarmoqni nominal kuchlanishiga nisbatan, transformatorni kuchlanishini isrofi protsent xisobida

$$\Delta U_T \% = \frac{\Delta U_T}{U_n} \cdot 100 = \frac{S_{max}}{S_n} (U_a \% \cos \phi + U_p \% \sin \phi) \quad (107)$$

bunda S_{max} – yuklamalarni maksimal quvvati.

Transformatorlarni, odatdagi yuklanishida va quvvat koeffitsientida, odatda kuchlanishni isrofini $\Delta I_t^{100} = (4-5) \%$ deb qabul qilishadi.

Transformatorlarda faqat kuchlanish isrof bo‘lmaydi, xam uni oshiriladi – kuchlanishni qo‘shilishi.

Transformatorlar standart asosida qurilganda uni birinchi cho‘lg‘ami 100% yuklanganida, uni salt xolatda ishlashida uni ikkinchi cho‘lg‘amidagi kuchlanishi 105 % tashkil qiladi. Undan tashqari, yuqori kuchlanish cho‘lg‘amidagi o‘ramidan har bir 2,5 %, beshta shaxobcha chiqarilgan. SHaxobchalarni eng oxirgi o‘ramlariga ulanganida kuchlanish +5% oshadi yoki -5% kamayadi.

Ularni o‘zgarimas va o‘zgarilgan kuchlanishi oshishi + 10% ; +7,5% ; +5% ; +2,5% va 0% tashkil qiladi.

Transformatorni ishlash rejimiga qarab montaj qilishda kerakli shaxobchaga o‘rnatiladi.

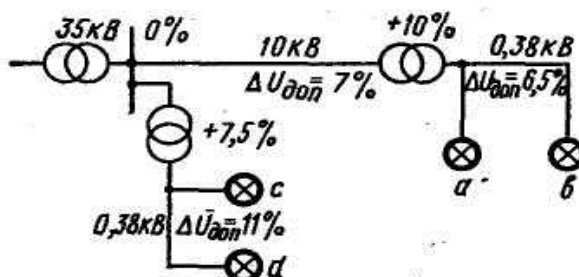
Kuchlanishni kamaytiruvchi transformatorlarni, kuchlani oshirish uchun foydalanishda, birinchi cho‘lg‘amiga 105 % kuchlanish keltirilsa unda uni ikkinchi cho‘lg‘amida 100 % kuchlanishga ega bulamiz, agar 100 % kuchlanish keltirilsa unda ikkinchi cho‘lg‘amida 95 % kuchlanishga ega bo‘linadi.

SHunday qilib, bunda kuchlanishni qo‘shilishi (-5%) teng bo‘ladi. Demak, bu xolda transformatorni o‘zgaruvchan shaxobchalangan o‘ramlarini qiymatlari 0 %, -2,5% ; -5% ; -7,5%.

Kamaytirilgan kuchlanishlar kerak bo‘lmaganligi uchun ulardan foydalanmaydi.

§6.6. Ruhsat etilgan kuchlanish isrofini aniqlash

35/10 podstansiyani 10 kV shinasiga ulangan liniyadagi ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini aniqlash.



35-rasm. 35\10 kV li podstansiya tarmog'i

Kuchlanish ruhsat etilgan isrofini aniqlash uchun energiya ta'milovchi korxonadan 35/10 kV podstansiyasini (35-rasm) 10 kV shinasiga tomonidagi kuchlanishi og'ishi kerak, agar

$$V_{n/CT}^{100} = V_{n/c}^{25} = 0\%$$

Podstansiyani 10 kV shinasiga ulangan eng yaqin joylashgan TP va eng uzoq joylashgan TP-lar uchun kuchlanishni og'ishini aniqlash jadvali tuzamiz va unga aniq qiymatlarni qo'yib chiqamiz va ular asosida ruhsat etilgan kuchlanishini isrofini topamiz.

7-jadval. Transformator podstansiyalari uchun kuchlanish og'ishi

Uskunalarni elementlari	Kuchlanishni og'ishi (%) 10 kV shinaga ulanishda			
	Uzoqda joylashgan TP		Eng yaqinda joylashgan TP	
	YUklamalar %			
	100	25	100	25
10 kV shinada	0	0	0	0
10 kV tarmoqda	-7	-1,75	0	0
10/0,38 kV transformatorida				
a) qo'shilishi	+10	+10	+7,5	+7,5
b) isrof	-4	-1	-4	-1
0,38 tarmoqda	6,5	0	-11	0
Iste'molchida	-7,5	+7,25	-7,5	+6,5

Eng uzoqda joylashgan TP-da kuchlanishni qo'shish + 10% qabul qilsak. Unda 10 va 0,38 kV liniyalardagi yig'indi kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_e^{100} = +10 - 4 - (-7,5) = 13,5\%$$

YUklama minimal qiymatiga teng bo'lganda

$$\Delta U_a^{25} = +10 - 1 - 1,75 = +7,25\% < 7,5\%$$

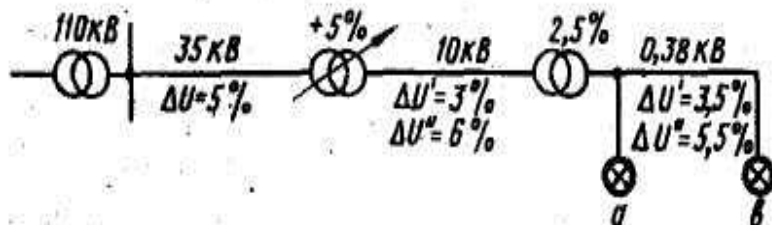
Eng yaqin joylashgan TP-transformatorni kuchlanishni qo'shilishini + 7,5 % qabul qilsak.

$$\Delta U_d^{100} = +7,5 - 4 - (-7,5) = 11\%$$

$$\Delta U_c^{25} = +7,5 - 1 = \pm 6,5\% < +7,5\%$$

110/35 kV podstansiyani shinasidan yoki 35 kV tarmoqdan ajrab chiqqa liniyalardagi ruhsat etilgan isrofini aniqlash.

YUqorida aytilganday ulanadigan nuqtadagi kuchlanishni og'ishini elektr ta'minlovchi korxondan olinadi va ularni asosida loyixalash boshlandi.



35-Rasm. 110/35 kV podstansiyaga ulangan tarmoqlar sxemasi
Tarmoq ulangan joyda, ya'ni 110/35 kV shinasida kuchlanishni og'ishi PUE talaba asosida

$$V_{n/c}^{100} = \pm 5\% \text{ va } V_{n/c}^{25} = 0\%$$

Elektr tarmoqni 35, 10 va 0,38 kv kisimlarida kuchlanishni ruhsat etiladigan qiymatini aniqlaymiz, kuchlanishni ruyxat etilgan og'ishi asosida. SHuning uchun jadval tuzamiz va elementlarni aniq qiymatlarini kuyib chiqamiz.

8-jadval. Tarmoqdagi kuchlanish og'ishi

Qurilmalarni elementlari	35 kV shinaga ulangan tarmoqdagi kuchlanish og'ishi			
	Uzoqda joylashgan TP-uchun		YAqinda joylashgan TP-uchun	
	YUklanishi %			
	100	25	100	25
35 kV shinasida	+ 5	0	+ 5	0
35 kV tarmoqda	- 5	- 1,25	- 5	-1,25
35/10 kV transformatorida				
	a) qo'shilishi	+ 5	+ 5	+ 5
b) isrofi	- 4	- 1	- 4	- 1
10 kV tarmoq	- 5	- 1,25	- 0	- 0
10/0,38 kV transformatorida				
	a) kushilishi	+ 5	+ 5	+ 5
b) isrofi	- 4	- 1	- 4	- 1
0,38 kV tarmoqda	- 4,5	0	- 9,5	0
	-7,5	+5,5	-7,5	+6,75

Transformatorlarni kuchlanishini saralash asosida olib boriladi, shuni uchun 35/10 va 10/0,38 kV transformatorlar uchun + 5 % qabul qilamiz, unda

$$\Delta U_e^{100} = 5 + 5 \quad 4 + 5 \quad 4 \quad (7,5) = 14,5\%$$

SHu ruhsat etilgan isrofn 35,10 va 0,38 kV liniyalarga bo'lib chiqamiz va jadvalga kiritamiz 35 kV - $\Delta U^{100} = 5\%$; 10 kV - $\Delta U^{100} = 5\%$ va 0,38 kV - $\Delta U^{100} = 4,5\%$

Ko'pincha 35 kV havo liniyalardagi simlarni yuzasini tokni jibsizligi asosida topishadi, undan keyin haqiqiy kuchlanishni isrofi topiladi.

Minimal yuklanishdagi kuchlanishni og'ishini topamiz

$$\Delta V_a^{25} = -1,25 + 5 - 1 - 1,25 + 5 - 1 = +5,5\% < +7,5\%$$

Eng yakin joylashkan transformatorni punktidagi transformatoridagi kuchlanishni ko'shilishi + 5 %, uni past kuchlanish tomonidagi isrofn aniqlaymiz

$$\Delta U_d^{100} = +5 \quad 5 + 5 \quad 4 + 5 \quad 4(7,5) = +9,5\%$$

$$\Delta V_a^{25} = 12,5 + 5 \quad 1 \quad +5 - 1 = +6,75\% < +7,5\%$$

PUE –ni ishlash rejimiga karab kuchlanishni, ruhsat etilgan og‘ishiga nisbatan, aniqlangan kuchlanishni isrofi asosida qurilgan liniyalarda eng kam metalni xajmi sarflanadi.

Eng yirik elektromotorlarni ishga tushirishdagi tarmoqdagi kuchlanishni tebranishini aniqlash.

Agar elektr tarmoqda qisqa tutashgan rotorli yirik elektrmotorlari ishlaydigan bo‘lsa, tarmoqlarni kuchlanishni ruhsat etilgan og‘ishi asosida xisoblab chiqilgandan keyin xam, ularni ishga tushirishdagi qisqa vaqt ichidagi kuchlanishni tebralanishiga tekshiriladi.

CHunki qisqa tutashkan rotorli elektr motorlar ishga tushish payita 5,5-7,5 marta nominal tokiga nisbatan ortiqcha tok iste’mol qiladi. SHuning uchun tarmoqdagi kuchlanishni isrofi ishga tushish vaqta oshib boradi, shu tufayli kuchlanish xam kamayadi. Odatda bunaqa elektrmotorlarni ishga tushish vaqti 10 sekundan oshmaydi.

Normal rejimga qaraganda, ishga tushirish vaqti ancha-muncha ko‘proq kuchlanishni kamayishi ruhsat etiladi, lekin motorlarni aylantirish momenti, qarshilik momentidan kam bo‘lmasligi kerak.

PUE – ni talabi asosida, qisqa tutashgan rotorli motorlar ishga tushirishida, kuchlanishni tebranishi $V_t > 30\% U_m$, ruhsat etiladi.

Bu shartlar xamma turdagi yuritmalar orkali ulangan elektrmotorlar javob beradi – markazdan kochiradigan nasoslar, ventilyatorlar va unga o‘xshashlarga.

Yirik motorlar ishga tushirish vaqtda, boshqa ishlab turgan motorlarni kuchlanishi 20 %, nominal kuchlanishga nisbatan ortiq kamaymasligi kerak.

Transformator yoki sinxron generatorlar bilan havo liniya orqali bog‘langan elektromotorga ishga tushirishdagi kuchlanishni isrofi taxminan

$$\Delta U\% = \frac{Z_c}{Z_c + Z_{3.n}} 100 V_t\% \quad (108)$$

bu erda $Z_{3.n}$ – qisqa tutashgan rotorli asinxron motorni to‘liq qarshiligi

$$Z_{3.n} = \frac{I_n}{\sqrt{3} R I_n} \quad (109)$$

bu erda: U_n – elektr motorni nominal kuchlanishni; I_n – elektr motorni nominal toki; R – elektr motorni ishga tushish oralig‘i; Z_s – transformator orqali ishga tushiriladigan motorni orolig‘idagi tarmoqni to‘liq qarshiligi

$$Z_c = Z_n + Z_T \quad (110)$$

bu erda: Z_l – liniyani to‘lik qarshiligi (jadvalda olinadi); Z_t – transformatorni qisqa tutashuvdagi to‘liq qarshiligi

$$Z_T = \frac{U_k\%}{100} \frac{I_n}{\sqrt{3} I_n} \quad (111)$$

bu erda: $U_k\%$ - transformatorni qisqa tutashuvdagi kuchlanishi; I_n – transformatorni nominal toki.

Transformatorni qisqa tutashuvdagi qarshiliklari 9 va 10-jadvallarda keltirilgan.

9 jadval. Transformatorni qisqa tutashuvdagi to‘liq qarshiligi

Simlarni markalari	Havo liniyalarni to‘liq qarshiligi Z_{ol} , Om/km	Simlarni markalari	Xavo liniyani to‘liq qarshiligi Z_{ol} , Om/km
M-10	1,88	A-35	1,00
M-16	1,27	PS-05	12,00
M-25	0,84	PS-25	6,70
A-16	2,00	PS-35	5,40
A-25	1,34	PS-50	3,90

10-jadval. Transformatorni qisqa tutashuvdagi qarshiligi

Transformatorni quvvati S_t - kVA	380 V-ga keltirilgan transformatorni qisqa tutashuvdagi qarshiligi Z_t (Om)	Transformatorni quvvati S_t , kVA	380 V-ga keltirilgan transformatorni qisqa tutashuvdagi qarshiligi Z_t (Om)
10	0,65	40	0,163
16	0,41	63	0,103
25	0,26	100	0,065

Elektr motorlarni sinxron generatorlar orqali ishga tushirishdagi to'liq qarshilik qo'yidagicha aniqlanadi

$$Z_c = Z_n + Z_T,$$

bunda Z_g generatorlarni to'liq qarshiligi

$$Z_T = \frac{U_n}{\sqrt{3} I_n O.K.Z.}$$

bu erda: U_n – generatorni to'liq qarshiligi; I_n – generatorni nominal toki; O.K.Z. – generatorni qisqa tutashuvga nisbatan

Sinxron generatorlari kompaniyalashda ularni to'liq qarshiligini nolga teng deyish mumkin, ya'ni $Z_1 = 0$. Demak kompaudlash – generatorlar orqali elektr motorlarni ishga, tushirishdagi kuchlanishni tebranishini kamayisha olib keladi.

$$I_{o-e} = \frac{S_{o-e}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{760}{1,73 \cdot 10} = 43,9 A$$

$$I_{a-e} = \frac{S_{a-e}}{\sqrt{3} U_n} = \frac{710}{17,3} = 41 A$$

$$I_{e-c} = \frac{310}{17,3} = 17,9 A \quad I_{e-g} = \frac{300}{17,3} = 17,3 A \quad I_{g-\pi} = \frac{240}{17,3} = 13,9 A$$

$$I_{c-e} = \frac{100}{17,3} = 5,8 A$$

$$I_{e-f} = \frac{50}{17,3} = 2,9 A \quad I_{n-m} = \frac{80}{17,3} = 4,6 A \quad J_{c-d} = I_{n-k} = \frac{60}{17,3} = 3,5 A$$

Tarmoqni har qismi uchun momentlarini aniqlab chiqamiz (75^a) ifoda asosida

$$M_1 = \Sigma I \cdot l = I_1 l_1 + I_2 l_2 = 43,9 \cdot 2,4 + 41 \cdot 2,2 = 195,6$$

$$M_2 = 13,9 \cdot 3,8 = 68,02 \quad M_3 = 3,5 \cdot 3,2 = 11,2 \quad M_4 = 5,8 \cdot 1,5 = 8,7 \text{ A}\cdot\text{km}$$

$$M_5 = 2,9 \cdot 2 = 5,8 \quad M_6 = 17,3 \cdot 3 = 51,9 \quad M_7 = 13,9 \cdot 2,8 = 38,9$$

$$M_8 = 3,5 \cdot 2,5 = 8,8 \quad M_9 = 4,6 \cdot 2,7 = 12,4$$

$$\Sigma I^{10} M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7 + M_8 + M_9 = 401,3$$

Ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_{gon} = \frac{10\%}{100} U_n = \frac{10 \cdot 10000}{100} = 1000 B$$

Birinchi qismida ruhsat etiladigan kuchlanishni qiymatini (75) ifoda orkali topiladi.

$$\Delta U_{dons} = \Delta U_d \frac{M_1}{\Sigma M} = 1000 \frac{195,6}{401,3} = 487,4 B$$

Birinchi uchastkasidagi simni yuzasi (68^a) ifoda asosida

$$F = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot \Delta U_{\text{donc}}} \Sigma_1^n II = \frac{1,73 \cdot 10^3 \cdot 195,6}{32 \cdot 487,4} = 21,7 \text{ мм}^2$$

qabul qilamiz AS- 25

$$\Delta U_{c-e} = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot F_{np}} \Sigma_1^n II = \frac{1,73 \cdot 10^3 \cdot 195,6}{32 \cdot 25} = 423 \text{ B}$$

Ruhsat etilgan ΔU_{gon} qolgan kuchlanishni topamiz

$$\Delta U_{\delta.o cm} = 1000 - 423 = 577 \text{ B}$$

Ikkinchi uchastkadagi ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_{\delta e-c} = \Delta U_{\delta on.o cm} \frac{M_{e-c}}{\Sigma_1^n M} = 577,7 \frac{68,02}{93,82} = 418 \text{ B}$$

SHu uchastkaning simini kesim yuzasi

$$F_2 = \frac{\sqrt{3} \Sigma_1^n II}{\gamma \cdot \Delta U_{\delta-com}} = \frac{1,73 \cdot 10^3 \cdot 68,02}{32 \cdot 418} = 8,8 \text{ мм}^2$$

Simning kesim yuzasini AS – 16 qabul qilamiz

Haqiqiy isrofi

$$\Delta U_{c-e} = \frac{\sqrt{3}}{32} \cdot \frac{10^3 \cdot 68,02}{16} = 230,4 \text{ B}$$

Qolgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_{\delta.o cm}^{II} = \Delta U_{\delta.o cm} - \Delta U_{e-c} = 577 - 230 = 347$$

Qolgan 3 va 4 uchastkadagi simlarni shu ruhsat etilgan $\Delta U_{g.jcn} = 347 \text{ B}$ asosida aniqlaymiz

$$F_3 = \frac{\sqrt{3} \cdot 1000 \cdot 11,2}{32 \cdot 347} = 1,74 \text{ мм}^2 \quad \text{qabul qilamiz AS-16}$$

$$F_4 = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot 16,97}{32 \cdot 294,7} = 3,1 \text{ мм}^2 \quad \text{qabul qilamiz AS-16}$$

Tarmoqni 5-chi uchastkasida yo‘q qilinadigan kuchlanishni isrofini aniqlaymiz

$$\Delta U_{\delta e-n} = \Delta U_{o cm \delta} \frac{M_{e-n}}{\Sigma M} = 577 \frac{90,8}{90,8 + 8,8 + 12,4} = 467,6 \text{ B}$$

SHu uchastkani simini yuzasi

$$F = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \cdot \Delta U_{\delta}} \Sigma_1^n II = \frac{1,73 \cdot 10^3 \cdot 90,8}{32 \cdot 467,6} = 10,5 \text{ мм}^2$$

AS-16 qabul qilamiz.

Haqiqiy kuchlanishni isrofi $\Delta U_{e-n} = \frac{1,73 \cdot 10^3 \cdot 90,8}{32 \cdot 16} = 306,8 \text{ B}$

Qolgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_{\delta o cm}^I = \Delta U_{\delta.o cm} - \Delta U_{e-n} = 577 - 306,8 = 270,2 \text{ B}$$

SHu ΔU_{donost} , qiymati asosida 6 va 7 uchaskani simlarini isrofini aniqlaymiz.

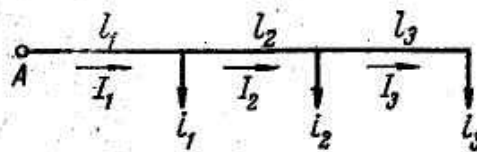
$$F_6 = \frac{1,73 \cdot 10^3 \cdot 8,8}{32 \cdot 270,2} = 1,8 \text{ мм}^2, \quad \text{AS-10 qabul qilamiz}$$

$$F_7 = \frac{1,73 \cdot 10^3 \cdot 12,4}{32 \cdot 270,2} = 2,59 \text{ мм}^2, \quad \text{AS-10 qabul qilamiz}$$

CHunki havo liniyalarga AS markali simlar bo‘lganda kesim yuzasi -10 mm² dan kam bo‘lgan simlar o‘rnatilishi mumkin emas.

1-Masala. 36-rasmda keltirilgan o'zgaras tok liniya uchun osiladigan simni kesim yuzasini toping. Liniyani kuchlanishi 220 V. YUklamalarni quvvat kVt-da berilgan masofasi – metrda. Liniyada ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$\Delta U \% = 2\%$. Liniya boshidan oxirigacha kesim yuzasini bir xil alyumin sim tortilgan bo'lsa



36-rasm 1-masala uchun

Ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini aniqlaymiz

$$\Delta U_{\text{doH}} = \frac{2}{100} \cdot 220 = 4,4 \text{ B}$$

(54) ifodadan foydalanib simni o'zgaras yuzasini topamiz

$$F = \frac{2 \sum_{I=1}^3 P \ell}{\gamma_a \cdot U_n \cdot \Delta U_{\text{doH}}} = \frac{2 \cdot 1000}{32 \cdot 4,4 \cdot 220} (2,1 \cdot 60 + 1,3 \cdot 80 + 0,6 \cdot 50) = 16,8_{\text{mm}}^2$$

Standart asosida A-25 sim qabul qilamiz

2-Masala. 36-Rasmda keltirilgan, uch fazali o'zgaruvchan tok liniyadagi kuchlanishni isrofini ΔU –toping. Liniyalardagi toklar ΔU -toping. Liniya nominal kuchlanishi $U_n=380$ V. Nominal yuklamalar Amperda, masofalari metrda berilgan. Faza simlarini o'rtacha oraliq masofasi $D_{\text{or}} = 500$ mm.

Echimi. 1 Berilgan toklarni aktiv va reaktiv kisimlariga bo'lib chikamiz

$$I_{1a} = I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 30 \cdot 0,8 = 24 \text{ A}$$

$$I_{1p} = I_1 \cdot \sin \varphi_1 = 30 \cdot 0,6 = 18 \text{ A}$$

$$I_{2a} = I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 25 \cdot 1,0 = 25 \text{ A}$$

$$I_{2p} = I_2 \cdot \sin \varphi = 25 \cdot 0 = 0$$

$$I_{3a} = 15 \cdot 0,7 = 10,5 \text{ A}$$

$$I_{3p} = 15 \cdot 0,74 = 11,1 \text{ A}$$

Liniyalardagi tok

$$I_{A-1} = (i_1 + i_2 + i_3) = 24 - j18 + 25 - j0 + 10,5 - j11,1 = 59,5 - j29,1 \text{ (A)}$$

$$I_{1-2} = (i_2 + i_3) = 35,5 - j11,1 \text{ (A)}$$

$$I_{2-3} = i_3 = 10,5 - j11,1 \text{ (A)}$$

Simlarni aktiv qarshiliklarini ilovadagi jadvaldan olamiz

$$r_{050} = 0,640 \text{ M} / \text{km}; \quad r_{035} = 0,920 \text{ M} / \text{km} \quad \text{va} \quad r_{025} = 1,280 \text{ M} / \text{km}$$

Simlarni reaktiv qarshiliklari $D_{\text{or}} = 500$ mm uchun ilovadagi jadvaldan olamiz.

$$X_{050} = 0,310 \text{ M} / \text{km}; \quad X_{035} = 0,320 \text{ M} / \text{km} \quad \text{va} \quad X_{025} = 0,330 \text{ M} / \text{km}$$

(59) ifoda asosida

$$\Delta U = \sqrt{3} \sum (I_r \cdot \cos \varphi + I_X \sin \varphi) = \sqrt{3} \sum (I_a r + I_p X) = \sqrt{3} [(59,5 \cdot 0,64 + 29,1 \cdot 0,31) \cdot 0,3 + (35,5 \cdot 0,92 + 11,1 \cdot 0,32) \cdot 0,2 + (10,5 \cdot 1,28 + 11,1 \cdot 0,33) \cdot 0,15] = 41,9 \text{ B}$$

$$\Delta U \% = \frac{41,94}{380} \cdot 100 = 11\%$$

Simlarni ruhsat etilgan toklarini jibsligi asosida tekshirib chiqamiz

$$I_1 = \sqrt{I_a^2 + I_p^2} = \sqrt{59,5^2 + 29,1^2} = 66,2 \text{ A}$$

$$I_2 = \sqrt{35,5^2 + 11,1^2} = 37,2 \text{ A}$$

$$I_3 = \sqrt{10,5^2 + 11,1^2} = 15,3 \text{ A}$$

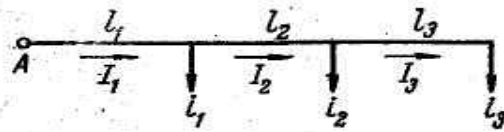
$$I_{50} = 215 \text{ A} > 66,2 \text{ A}$$

$$I_{35} = 170 \text{ A} > 37,2 \text{ A}$$

$$I_{25} = 135 \text{ A} > 15,3 \text{ A}$$

Havo liniyalarni simlarini kuchlanishini isrofini aniqlash echimlarida ularni toklarini jibsizligi, bir necha marta kamroq bo'ladi, simlarni ruhsat etilgan qizishdagi toklarni jibsizligiga nisbatan.

3-Masala. Kuchlanishi 10 kV havo liniyadagi alyumin simlarni o'zgarmas kesim yuzalari aniqlangan, agar simlarni oralig'i 1000 mm bo'lsa. YUklamalarni quvvati va quvvat koeffitsientlari xamda ulanish masofalari (37-rasmda) keltirilgan. Ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi $\Delta U_g = 8,5 \%$



37-Rasm. Havo liniyasini sxemasi

YUklamalarni aktiv va reaktiv quvvatlarga bo'lib chiqamiz

$$P_1 = S_1 \cdot \cos \varphi_1 = 1000 \cdot 0,9 = 900 \text{ kBm}$$

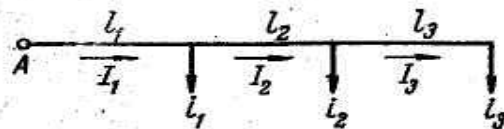
$$P_2 = 460 \cdot 0,8 = 368 \text{ kBm}$$

$$P_3 = 240 \cdot 0,8 = 192 \text{ kBm}$$

$$Q_1 = S_1 \cdot \sin \varphi_1 = 1000 \cdot 0,44 = 440 \text{ kBap}$$

$$Q_2 = 460 \cdot 0,6 = 276 \text{ kBap}$$

$$Q_3 = 240 \cdot 0,6 = 144 \text{ kBap}.$$



38-rasm. 10kV havo liniyani echim sxemasi

Liniyadagi quvvatlar

$$P_{A-1} - jQ_{A-1} = (P_1 + P_2 + P_3) - j(Q_1 + Q_2 + Q_3) = 1460 - j860$$

$$P_{1-2} - jQ_{1-2} = (P_2 + P_3) - j(Q_2 + Q_3) = 560 - j420$$

$$P_{2-3} - jQ_{2-3} = P_3 - jQ_3 = 192 - j144$$

Liniyadagi ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_{\text{doH}} = \frac{10000 \cdot 8,5}{100} = 850 \text{ B}$$

Liniyadagi kuchlanish to'liq isrofi ifoda asosida

$$\Delta U_{\text{doH}} = \Delta U_a + \Delta U_p = \frac{Pr}{U_n} + \frac{Qx}{U_n} = \frac{Pr_o \ell}{U_n} + \frac{Qx_o \ell}{U_n}$$

Liniyani induktiv karshiligini $X_0 = 0,40 \text{ m/km}$ qabul qilgan xolda, liniyadagi reaktiv qismidagi isrofini aniqlaymiz

$$\Delta U_p = \frac{X_0 \sum Q \cdot \ell}{U_n} = \frac{0,4 \cdot (860 \cdot 8 + 420 \cdot 10 + 144 \cdot 5)}{10} = 472 \text{ B}$$

Aktiv qismida ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_a = 850 - 472 = 378 \text{ B}$$

Simni o'zgarmas yuzasi

$$F = \frac{\sum P \cdot \ell}{\gamma \cdot U_n \cdot \Delta U_a} = \frac{(1460 \cdot 8 + 560 \cdot 10 + 192 \cdot 5)}{32 \cdot 10 \cdot 378} = 150 \text{ mm}^2$$

Liniyadagi haqiqiy kuchlanishni isrofi simni yuzasini A-150 mm²

$$\Delta U = \frac{\sum (Pr_o + QX_o) \cdot \ell}{U_n} = \frac{(1460 \cdot 0,21 + 860 \cdot 0,31) \cdot 8 + (560 \cdot 0,21 + 420 \cdot 0,31) \cdot 10}{10} + \frac{(192 \cdot 0,21 + 144 \cdot 0,31) \cdot 5}{10} = 748,8 \text{ B} < 850 \text{ B}$$

4-Masala. 36-Rasmda keltirilgan sxema uchun simlarni metallari xajmini kam sarf qilish usuli bilan liniyani qismlarida simlarni kesim yuzasini aniqlang.

Echish. Liniyadagi induktiv qarshiligidagi isrofi

$$\Delta U_p = \frac{X_o \sum Q \ell}{U_n} = \frac{0,4(860 \cdot 8 + 420 \cdot 10 + 144 \cdot 5)}{10} = 472 \text{ B}$$

Aktiv qarshiligida ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi.

$$\Delta U_a = \Delta U_g - \Delta U_p = \frac{8,5 \cdot 10000}{100} - 472 = 378 \text{ B}$$

SHu isrofnii liniyani qismlariga proporsional xolda (74) ifoda asosida bo'lib chiqamiz

$$\Delta U_{A-1} = \Delta U_{ag} \frac{\ell \cdot \sqrt{P_1}}{\sum \ell \sqrt{P_2}} = 378 \frac{8 \cdot \sqrt{1460}}{23 \sqrt{1460}} = 131,5 \text{ B}$$

$$\Delta U_{1-2} = 378 \cdot \frac{10 \sqrt{560}}{23 \sqrt{1460}} = 101,76 \text{ B}$$

$$\Delta U_{2-3} = 378 \cdot \frac{5 \sqrt{192}}{23 \sqrt{1460}} = 29,8 \text{ B}$$

Simlarni yuzasi

$$F_1 = \frac{\sum P_1 \cdot \ell_1}{\gamma \cdot U_n \cdot \Delta U_{a1}} = \frac{1460 \cdot 8}{32 \cdot 10 \cdot 0,131} = 278 \text{ mm}^2, \quad \text{A-185 qabul qilamiz}$$

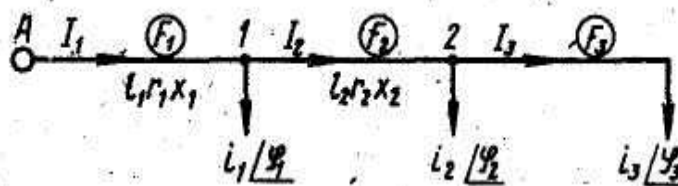
$$F_2 = \frac{10 \cdot 560}{32 \cdot 10 \cdot 0,1} = 175 \text{ mm}^2, \quad \text{A-150 qabul qilamiz}$$

$$F_3 = \frac{5 \cdot 192}{32 \cdot 10 \cdot 0,03} = 100 \text{ mm}^2, \quad \text{A-95 qabul qilamiz}$$

Liniyadagi haqiqiy isrofi

$$\Delta U_a = \frac{\sum Pr_o \ell}{U_n} = \frac{1460 \cdot 8 \cdot 0,17 + 560 \cdot 10 \cdot 0,21 + 192 \cdot 5 \cdot 0,34}{10} = 349 \text{ B} < 378 \text{ B}$$

5-Masala. Keltirilgan (39-Rasimdagi) shaxobchalangan liniyadagi kuchlanishni isrofini toping. YUklamalar quvvatda masofalari kilometrda berilgan. Iste'molchilarni quvvat koeffitsienti Sosp=0,8. Liniyani maksimal kuchlanishi 110 kv. liniyalarda simlarni yuzasi A-70 mm²



39-Rasm 110 kv havoli liniyani sxemasi

1). Simlarni aktiv va reaktiv qarshiliklari

$$r_o = \frac{1000}{\gamma \cdot F} = \frac{1000}{32 \cdot 70} = 0,44 \text{ Om/km}$$

$X_0 = 0,4 \text{ Om/km}$ - qabul qilinadi, chunki simlarni oralig'i D_{sr} berilmaganligi uchun

2). SHu shaxobchalangan tarmoqlardagi magistral liniyalardagi kuchlanishni isrofini topamiz (61) ifoda asosida

$$\Delta U_{A-3} = \frac{\sum S}{U_n} (r_0 \ell \cos \varphi + X_0 \ell \sin \varphi) =$$

$$\frac{24500 \cdot 20 \cdot 0,44 \cdot 0,8 + 24500 \cdot 0,4 \cdot 20 \cdot 0,6 + 7700 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 30 + 7700 \cdot 0,6 \cdot 0,430 + 4000 + 0,8 \cdot 0,44 \cdot 25 + 4000 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 25}{110}$$

$$\Delta M_{A-5} = \frac{24500 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 20 + 24500 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 20}{110} +$$

$$+ \frac{10300 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 25 + 10300 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 25 + 4000 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 35 + 4000 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 35}{110} = 4775,6 B$$

$$\Delta M_{A-B} = \frac{24500 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 40 + 24500 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 20}{110} +$$

$$+ \frac{6500 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 40 + 6500 + 0,6 \cdot 0,4 \cdot 40 + 5500 \cdot 0,6 \cdot 0,44 \cdot 20 + 5500 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 20 + 4100 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 25 + 550 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 25}{110} = 5166,4 B$$

$$\Delta U_{A-3} \% = \frac{\Delta U_{A-3}}{U_n} \cdot 100 = \frac{4418,5}{110000} \cdot 100 = 4\%$$

$$\Delta U_{A-5} \% = \frac{\Delta U_{A-5}}{U_n} \cdot 100 = \frac{4775,6}{110000} \cdot 100 = 4,34\%$$

$$\Delta U_{A-8} \% = \frac{\Delta U_{A-8}}{U_n} \cdot 100 = \frac{5166,40}{110000} \cdot 100 = 4,69\%$$

$$\Delta U_{A-9} \% = \frac{\Delta U_{A-9}}{U_n} \cdot 100 = \frac{4154,7}{110000} \cdot 100 = 3,78\%$$

6-Masala. Uch faza tokli shaxobchalangan havo liniya po'lat-alyumin (AS) simlar asosida kurilish ko'zda tutilgan shaxobchalangan liniyalarda kuchlanishni isrofi 10 % nominal kuchlanish 10 kVga nisbatan ruhsat etilgan tarmoqdagi simlarni kesim yuzasini toping.

SHaxobchalangan tarmoqni sxemasi 40-rasmda keltirilgan. Iste'molchilar podstansiyalarini quvvatlari (kVA) va uzunligi (kilometrda) km berilgan. Xamma iste'molchilarni quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 0,85$

Xamma transformatorlar maksimal quvvat bilan ishlash sharoitida xisob olib boramiz. Ularni quvvat koeffitsienti bir bo'lganligi uchun liniyani uchaskalardagi quvvatni odiy qo'shish asosida aniqlaymiz, ya'ni liniya «s-e» kismida

$$S_{c-f} = S_f + S_e = 50 + 50 = 100 \text{ kBA}$$

$$S_{g-c} = S_{c-f} + S_{c-d} + S_c = 100 + 60 + 150 = 310 \text{ kBA}$$

$$S_{n-r} = S_k = 60 \text{ kBA}$$

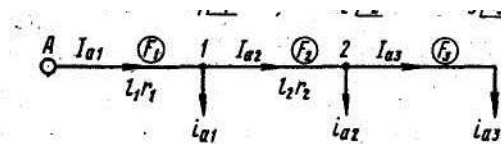
$$S_{n-m} = S_m = 80 \text{ kBA}$$

$$S_{d-n} = S_{n-k} + S_{n-m} + S_n = 60 + 80 + 100 = 240 \text{ kBA}$$

$$S_{g-d} = S_{d-n} + S_d = 240 + 60 = 300 \text{ kBA}$$

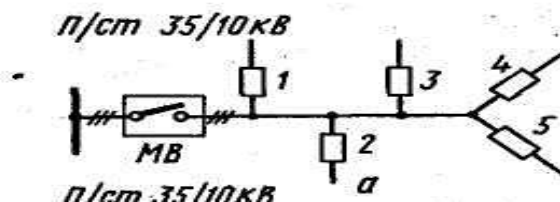
$$S_{a-e} = S_{e-d} + S_{e-c} + S_e = 300 + 310 + 100 = 710 \text{ kVA}$$

$$S_{e-a} = S_{a-e} + S_a = 710 + 50 = 760 \text{ kVA}$$



40-rasm. SHaxobchalan 10 kV elektr tarmoqi sxemasi

7-Masala. AS-25 sim osilgan 10 kv havo liniyaga quvvatlari teng bo'lmagan yuklamalar ulangan, ularni quvvat koeffitsientlar $\text{Cos}\varphi=0,8$, yuklamalarni quvvatlari kVt-da, oralig'leri – km berilgan. Ulanish sxemasi 41-rasmda keltirilgan. SHu liniyadagi fazalar orasidagi kuchlanishni isrofini toping.



41-rasm 10 kv. Elektr liniyaga iste'molchilarni ulanish sxemasi

1. Faza toklarni topamiz va ularni aktiv va reaktiv qismlariga bo'lib chiqamiz. SHu liniyadagi fazalar orasidagi kuchlanishni isrofini toping.

$$i_1 = \frac{40}{0,8 \cdot 10} = 5 \text{ A} \quad i_{1a} = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ A} \quad i_{p1} = 5 \cdot 0,6 = 3 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{35}{0,8 \cdot 10} = 4,375 \text{ A} \quad i_{2a} = 4,375 \cdot 0,8 = 3,5 \text{ A} \quad i_{p2} = 4,375 \cdot 0,6 = 2,6 \text{ A}$$

$$i_3 = \frac{25}{0,8 \cdot 10} = 3,125 \text{ A} \quad i_{3a} = 3,125 \cdot 0,8 = 2,5 \text{ A} \quad i_{p3} = 3,125 \cdot 0,6 = 1,87 \text{ A}$$

2. Liniyadan o'tadigan tokni topamiz

$$\text{A-fazadagi 0-1 qismidagi tok: } I_{A0-1} = i_2 \quad i_1;$$

$$I_{A0-1} = \sqrt{i_2^2 + i_1^2 - 2i_2i_1\text{Cos}120^\circ} = \sqrt{i_2^2 + i_1^2 + i_2 \cdot i_1} = \\ = \sqrt{4,375^2 + 5^2 + 4,375 \cdot 5} = 8,12 \text{ A}$$

$$I_{B0-1} = \sqrt{i_2^2 + i_3^2 + i_3 \cdot i_2} = \sqrt{4,375^2 + 3,125^2 + 4,375 \cdot 3,125} = 6,53 \text{ A}$$

$$I_{C0-1} = \sqrt{i_1^2 + i_3^2 + i_1 \cdot i_3} = \sqrt{5^2 + 3,125^2 + 5 \cdot 3,125} = 7,1 \text{ A}$$

Liniya 1-2 qismida

$$I_{A1-2} = \sqrt{i_2^2 + 0 + i_2 \cdot 0} = \sqrt{4,375^2} = 4,375 \text{ A}$$

$$I_{B1-2} = \sqrt{i_3^2 + i_2^2 + i_3 \cdot i_2} = \sqrt{3,125^2 + 4,375^2 + 3,125 \cdot 4,375} = 6,53 \text{ A}$$

$$I_{C1-2} = \sqrt{i_3^2 + i_1^2 + i_3 \cdot i_1} = \sqrt{3,125^2 + 0 + 3,125 \cdot 0} = 3,125 \text{ A}$$

AS-25 simni aktiv va induktiv qarshiligini katalogdan olamiz

$$r_o = \frac{1000}{32 \cdot 25} = 1,25 \text{ Om / km}$$

$$X_o = 0,37 \text{ Om / km}$$

Liniyalarni, qismlardagi tok va qarshiligidagi qiymatlarni jadvalga tishiramiz
8-jadval. Qarshiliklar qiymati

Qismlar	FAZALAR								
	A			V			S		
	I	r	X	I	r	X	I	r	X
0-1	8,12	6,25	1,85	6,53	6,25	1,85	7,1	6,25	1,85
1-2	4,37 5	7,5	2,22	6,53	7,5	2,22	3,125	7,5	2,22

Fazalararo kuchlanishni isrofini aniqlaymiz (80) va (81) ifodalar asosida

$$\begin{aligned}\Delta U_{A-B}^I &= (2i_{a2} + 0,5i_{a3})u_{1-2} + [2i_{a2} + 0,5(i_{a3} + i_{a1})]u_{0-1} = \\ &= (2 \cdot 3,5 + 0,5 \cdot 2,5)7,5 + [2 \cdot 3,5 + 0,5(2,5 + 4)] \cdot 6,25 = \\ &= 61,87 + 64,06 = 125,93 B\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{A-B}^{II} &= (2i_{p2} + 0,5i_{p3}) \cdot X_{1-2} + [2i_{p2} + 0,5(i_{p3} + i_{p1})]X_{0-1} = \\ &= (2 \cdot 2,6 + 0,5 \cdot 1,87) \cdot 2,22 + [2 \cdot 2,6 + 0,5(1,87 + 3)] \cdot 1,85 = \\ &= 13,62 + 14,12 = 27,74 B\end{aligned}$$

$$\Delta U_{AB} = \Delta U_{A-B}^I + \Delta U_{A-B}^{II} = 125,93 + 27,74 = 153,67 B$$

$$\Delta U_{AB} \% = \frac{\Delta U_{AB}}{U_H} \cdot 100 = \frac{153,67}{10000} \cdot 100 = 1,54\%$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{B-C}^I &= (2i_{a3} + 0,5i_{a2}) \cdot r_{1-2} + [2i_{a3} + 0,5(i_{a2} + i_{a1})] \cdot r_{0-1} = \\ &= (2 \cdot 2,5 + 0,5 \cdot 3,5) \cdot 7,5 + [2 \cdot 2,5 + 0,5(3,5 + 4)] \cdot 6,25 = \\ &= 50,62 + 54,68 = 105,3 B\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{B-C}^{II} &= (2 \cdot 1,87 + 0,5 \cdot 2,6) \cdot 2,22 + [2 \cdot 1,87 + 0,5(2,6 + 3)] \cdot 1,85 = \\ &= 11,19 + 12,1 = 23,3 B\end{aligned}$$

$$\Delta U_{BC} = \Delta U_{B-C}^I + \Delta U_{B-C}^{II} = 128,6 B$$

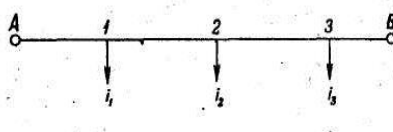
yoki
$$\Delta U_{BC} \% = \frac{128,6}{10000} \cdot 100 = 1,29\%$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{CA}^I &= (0,5i_{a2} + 0,5 \cdot i_{a3}) \cdot r_{1-2} + [2i_{a1} + 0,5(i_{a1} + i_{a3})] \cdot r_{0-1} = \\ &= (0,5 \cdot 3,5 + 0,5 \cdot 2,5) \cdot 7,5 + [2 \cdot 3,5 + 0,5(4 + 2,5)] \cdot 6,25 = 86,56 B\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{CA}^{II} &= (0,5i_{p2} + 0,5i_{p3}) \cdot X_{1-2} + [2i_{p1} + 0,5(i_{p1} + i_{p3})]X_{0-1} = \\ &= (0,5 \cdot 2,6 + 0,5 \cdot 1,87) \cdot 2,22 + [2 \cdot 2,6 + 0,5(1,87 + 3)] \cdot 1,85 = 19,1 B\end{aligned}$$

$$\Delta U_{C-A} = \Delta U_{CA}^I + \Delta U_{CA}^{II} = 86,6 + 19,1 = 105,7 B \quad \text{yoki} \quad \Delta U_{CA} \% = 1,06\%$$

8-Masala kuchlanishlar $U_A = U_B = 10000 B$, havo liniyadagi alyumin simni o'zgarmas kesim yuzasini aniqlang. Liniyada ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi 5% liniyani induktiv qarshiligi $X_0 = 0,40$ m/km qabul qilingan. YUklamalari Volt-Amperda, masofalari kilometrda 42-rasmda keltirilgan



42-Rasm Ikki manbaga ulangan murakab liniyalar

1. YUklamalarni toklari

$$i_1 = \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 10} = 17,34 A; \quad i_2 = \frac{450}{\sqrt{3} \cdot 10} = 26 A; \quad i_3 = \frac{240}{\sqrt{3} \cdot 10} = 13,8 A;$$

$$i_1 = 12,1 - j12,8; \quad i_2 = 20,8 - j15,6 A; \quad i_3 = 12,4 - j6,05.$$

2. «A» nuqtadan chiqayotgan tokni aktiv qismini topamiz

$$I_{A-1(a)} = \frac{\sum_{k=1}^{11} i_k \ell_k}{\ell_{A-B}} = \frac{12,1 \cdot 19 + 20,8 \cdot 13 + 12,4 \cdot 5}{23} = 24,4 A$$

Reaktiv toki

$$I_{(p)A-1} = \frac{\sum_{k=1}^{11} i_k \ell_k - e}{\ell_{A-B}} = \frac{12,8 - 19 + 15,6 \cdot 13 + 6,05 \cdot 5}{23} = 20,7 A$$

$$I_{A-1} = I_{A-1(a)} + I_{A-1(p)} = 24,4 - j20,7$$

Kirgof birinchi konuni asosida.

$$I_{1-2} = I_{A-1} - i_1 = 24,4 - j20,7 - 12,1 + j12,8 = 12,3 - j7,9$$

Liniyani chap tomonidagi, induktiv qarshiligidagi reaktiv isrofi

$$\Delta U_p^I = \sqrt{3} X_o \sum_{I} I_p \cdot \ell = 1,73 \cdot 0,4 (20,7 \cdot 4 + 7,9 \cdot 6) = 90 B$$

Aktiv qarshiligida isrof qiladigan kuchlanish

$$\Delta U_{a\partial(a.p)} = \Delta U_{\partial} - \Delta U_p = 500 - 90 = 410 B$$

$$\Delta U_{\partial(p.\partial)} = \frac{5}{100} \cdot 10000 = 500 B$$

CHap tomonidagi simni yuzasi

$$F_{A-2} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^3 (I_{a1} \cdot \ell_1 + I_{a12} \cdot \ell_2)}{\gamma \cdot 410} = \frac{1,73 \cdot 10^3 (24,4 \cdot 4 + 12,3 \cdot 6)}{32 \cdot 410} = 22,6 \text{ mm}^2$$

Qabul qilamiz AS-25

CHap tomonidagi induktiv qarshiligidagi kuchlanishni isrofi.

$$\Delta U_{p\partial-2}^I = \sqrt{3} \cdot 0,4 (7,7 \cdot 8 + 13,75 \cdot 5) = 90,2 B$$

$$\Delta U_{a\partial-2} = 500 - 90,2 = 409,8 B$$

CHap tomonidagi simni yuzasi

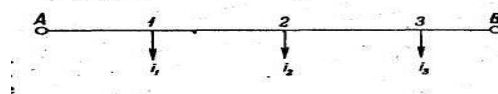
$$F_{\partial-2} = \frac{\sqrt{3} \sum_{I} I_a \cdot \ell}{\gamma \cdot \Delta U_{a\partial-2}} = \frac{1,73 (8,5 \cdot 8 + 20,9 \cdot 5) \cdot 10^3}{32 \cdot 409,8} = 22,7 \text{ mm}^2$$

Qabul qilamiz AS - 25

Demak «A» – «V» nuqttagacha havo liniyani o'zgarmas yuzasi AS-25

9-Masala. Ikki manbaga ulangan havo liniyani kuchlanishni teng bo'lmagan liniyadagi kuchlanishni isrofini aniqlang. Liniyani elektr sxemasi 43-rasmda keltirilgan yuklamalar amperda, mosofalari-

kilometrda Manbalarni kuchlanishi $U_A = 6,3 \text{ kV}$ va $U_B = 6 \text{ kV}$



43-Rasm. Ikki manbaga ulangan havo liniyani bir chiziqli sxemasi

«A» nuqtadan chiqayotgan tokni aniqlaymiz

$$I_{A-1} = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3}Z_{AB}} + \frac{\sum_{k=1}^{11} i_k Z_{k \epsilon}}{Z_{A-B}} = \frac{(r_0 + jx_0)(U_A - U_B)}{\sqrt{3}l_{A-B}} + \frac{\sum_{k=1}^n i_k l_{k.B}}{l_{A.B}} =$$

$$= \frac{(0,62 - j0,4)(6,3 - 6)}{\sqrt{3} \cdot 30} + \frac{(20 - j17) \cdot 25 + (22 - j11) \cdot 21 + (23 - j19) \cdot 14 + (18 - j12) \cdot 8}{30} = 3,58 - j2,31 + 16,67 - j14,16 + 15,4 - j7,7 + 10,73 - j8,86 + 4,8 - j3,2 = (51,18 - j36,23)A$$

Kirgofni birinchi qonuni asosida bo‘linish nuqtasini topamiz

$$I_{1-2} = I_{A-1} - i_1 = 51,18 - j36,23 - 20 + j17 = (31,18 - j19,23)A$$

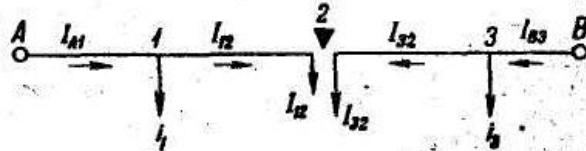
$$I_{2-3} = I_{1-2} - i_2 = 31,18 - j19,23 - 22 + j11 = (9,18 - j8,23)A$$

$$I_{3-4} = I_{2-3} - i_3 = 9,18 - j8,23 - 29 + j19 = -19,82 + j10,77A$$

Uchinchi nuqtadan iste‘molchi ikki manbadan energiyasida ulangan (Δ bo‘linish nuqtasi).

$$I_{B-4} = I_{4-3} + i_4 = 19,82 - j10,77 + 18 - j12 = (37,82 - j22,77)A$$

Kuchlanishni isrofi.

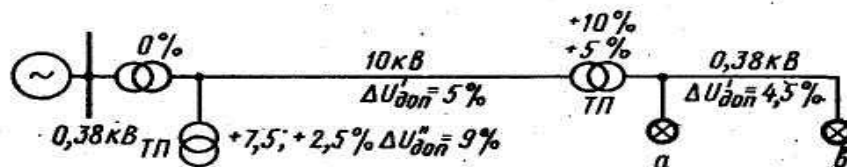


$$\Delta U_{a-3} = \sqrt{3} \sum_{k=1}^{11} (I_a r + I_p X) = \sqrt{3} (51,18 \cdot 0,44 \cdot 5 + 36,23 \cdot 0,4 \cdot 5 + 31,18 \cdot$$

$$\cdot 0,44 \cdot 4 + 19,23 \cdot 0,4 \cdot 4 + 9,18 \cdot 0,44 \cdot 7 + 8,23 \cdot 0,4 \cdot 7) = 557B \quad \text{yoki } 8,8\%$$

$$\Delta U_{b-3} = \sqrt{3} (37,82 \cdot 0,44 \cdot 8 + 22,77 \cdot 0,4 \cdot 8 + 19,82 \cdot 0,44 \cdot 6 + 10,77 \cdot 0,4 \cdot 6) = 491,6B \quad \text{ëku } -7,8\%$$

10-Masala. Rasmda keltirilgan tarmoq uchun ruhsat etiladigan kuchlanishni aniqlang. Agar 35/10 kV transformatorida kuchlanish rostlagich qurilmasi bo‘lmasa, undan foydalanishda 35 kV shinasida kuchlanishni og‘ishi $V^{100} = +2\%$ va $V^{25} = 0\%$ liniyadagi kuchlanishni isrofi -5%



44-Rasm. Kuchlagichni rostlagich o‘rnatilgan tarmoqni sxemasi.

Kuchlanishni og‘ish jadvalini tuzamiz va unga aniq ko‘rsatkichlarini kiritib chiqamiz.

9-jadval. kuchlanishni og‘ishi

Uskunalarni elementi	% yuklanishda; kuchlanishni og‘ishi %			
	100	25	100	25
	Rostlagich yo‘q		Rostlagich urnatilgan	
35 kV shinasi	+2	0	+2	0
35 kV tarmoq	-5	-1,25	-5	-1,25
35/10 kV transformator				
a) Qo‘shish				
b) Isrof	+5	+5	+5	0
Rostlagich	-4	-1	-4	-1

	-	-	+7,5	+5
Jami 10 kV shinada	-2	+2,75	+5,5	+2,75
10 kV tarmoqda	-3	-0,75	-8	-2
10 kV transformatorida				
a) qo'shish				
b) isrof	+5	+5	+5	+5
	-4	-1	-4	-1
0,38 tarmoqda	-3,5	0	-6	0
Iste'molchilar	-7,5	+6	-7,5	+4,75

10 kV tarmoqda kuchlanishni isrof -3% , va 0,38 kV do $-3,5\%$ ya'ni bu juda kam.
 $V^{25} = -1,25 + 5 - 1 - 0,75 + 5 - 4 = +6\% < +7,5\%$

Kuchlanishni rostlagichdan foydalanganda uzoqdagi 10/0,58 kV transformatorida $+2,5\%$ va 10 kV shinasi kuchlanishni rejimida $+5 + 1,5\%$

10 va 0,38 kV tarmoqdagi ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_e^{100} = +1,5 + 5 - 4 - 7,5 = 14\%$$

Agar kuchlanishni isrofini 10 kV tarmoqda $\Delta U_g = 8\%$ va 0,38 kV tarmoqda $\Delta U = 6\%$, unda

$$\Delta U_a^{25} = +2,75 - 2 + 5 - 1 - 0 = +4,75\% < +7,5\%$$

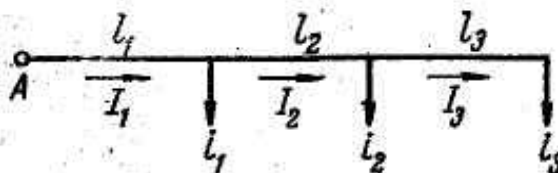
Kuchlanishni rostlagich qurilmasidan foydalanilganda tarmoqdagi kuchlanishni ruhsat etilgan isrofi 2,5 marta oshadi, demak tarmoqlarda sarf qilinadigan metal 2,5 marta kamayadi.

Nazorat uchun savollar.

1. Elektr tarmoqlaridagi kuchlanish isrofi qanday bo'lishi kerak?
2. Simlarning

1-Masala. 36-rasmda keltirilgan o'zgarmas tok liniya uchun osiladigan simni kesim yuzasini toping. Liniyani kuchlanishi 220 V. YUklamalarni quvvat kVt-da berilgan masofasi – metrda. Liniyada ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$\Delta U \% = 2\%$. Liniya boshidan oxirigacha kesim yuzasini bir xil alyumin sim tortilgan bo'lsa



36-rasm 1-masala uchun

Ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini aniqlaymiz

$$\Delta U_{\text{don}} = \frac{2}{100} \cdot 220 = 4,4B$$

(54) ifodadan foydalanib simni o'zgarmas yuzasini topamiz

$$F = \frac{2 \sum_{I=1}^{II} P \ell}{\gamma_a \cdot U_n \cdot \Delta U_{\text{don}}} = \frac{2 \cdot 1000}{32 \cdot 4,4 \cdot 220} (2,1 \cdot 60 + 1,3 \cdot 80 + 0,6 \cdot 50) = 16,8_{\text{mm}}^2$$

Standart asosida A-25 sim qabul qilamiz

2-Masala. 36-Rasmda keltirilgan, uch fazali o'zgaruvchan tok liniyadagi kuchlanishni isrofini ΔU –toping. Liniyalardagi toklar ΔU -toping. Liniya nominal kuchlanishi $U_n=380$ V. Nominal yuklamalar Amperda, masofalari metrda berilgan. Faza simlarini o'rtacha oraliq masofasi $D_{\text{or}} = 500$ mm.

Echimi. 1 Berilgan toklarni aktiv va reaktiv kisimlariga bo'lib chikamiz

$$I_{1a} = I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 30 \cdot 0,8 = 24 A$$

$$I_{1p} = I_1 \cdot \sin \varphi_1 = 30 \cdot 0,6 = 18 A$$

$$I_{2a} = I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 25 \cdot 1,0 = 25 A$$

$$I_{2p} = I_2 \cdot \sin \varphi = 25 \cdot 0 = 0$$

$$I_{3a} = 15 \cdot 0,7 = 10,5 A$$

$$I_{3p} = 15 \cdot 0,74 = 11,1 A$$

Liniyalardagi tok

$$I_{A-1} = (i_1 + i_2 + i_3) = 24 - j18 + 25 - j0 + 10,5 - j11,1 = 59,5 - j29,1 (A)$$

$$I_{1-2} = (i_2 + i_3) = 35,5 - j11,1 (A)$$

$$I_{2-3} = i_3 = 10,5 - j11,1 (A)$$

Simlarni aktiv qarshiliklarini ilovadagi jadvaldan olamiz

$$r_{050} = 0,64 \text{ } \Omega / \text{km}; \quad r_{035} = 0,92 \text{ } \Omega / \text{km} \quad \text{va} \quad r_{025} = 1,28 \text{ } \Omega / \text{km}$$

Simlarni reaktiv qarshiliklari $D_{0r} = 500 \text{ mm}$ uchun ilovadagi jadvaldan olamiz.

$$X_{050} = 0,31 \text{ } \Omega / \text{km}; \quad X_{035} = 0,32 \text{ } \Omega / \text{km} \quad \text{va} \quad X_{025} = 0,33 \text{ } \Omega / \text{km}$$

(59) ifoda asosida

$$\Delta U = \sqrt{3} \sum (I_r \cdot \cos \varphi + I X \sin \varphi) = \sqrt{3} \sum (I_a r + I_p X) = \sqrt{3} [(59,5 \cdot 0,64 + 29,1 \cdot 0,31) \cdot 0,3 + (35,5 \cdot 0,92 + 11,1 \cdot 0,32) \cdot 0,2 + (10,5 \cdot 1,28 + 11,1 \cdot 0,33) \cdot 0,15] = 41,9 B$$

$$\Delta U \% = \frac{41,94}{380} \cdot 100 = 11 \%$$

Simlarni ruhsat etilgan toklarini jibsliigi asosida tekshirib chiqamiz

$$I_1 = \sqrt{I_a^2 + I_p^2} = \sqrt{59,5^2 + 29,1^2} = 66,2 A$$

$$I_2 = \sqrt{35,5^2 + 11,1^2} = 37,2 A$$

$$I_3 = \sqrt{10,5^2 + 11,1^2} = 15,3 A$$

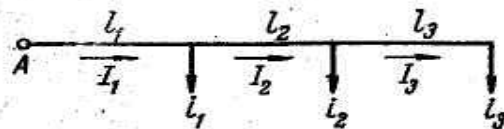
$$I_{50} = 215_A > 66,2_A$$

$$I_{35} = 170_A > 37,2_A$$

$$I_{25} = 135_A > 15,3_A$$

Havo liniyalarni simlarini kuchlanishini isrofini aniqlash echimlarida ularni toklarini jibsliigi, bir necha marta kamroq bo'ladi, simlarni ruhsat etilgan qizishdagi toklarni jibsizligiga nisbatan.

3-Masala. Kuchlanishi 10 kV havo liniyadagi alyumin simlarni o'zgaras kesim yuzalari aniqlangan, agar simlarni oralig'i 1000 mm bo'lsa. YUklamalarni quvvati va quvvat koeffitsientlari xamda ulanish masofalari (37-rasmda) keltirilgan. Ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi $\Delta U_g = 8,5 \%$



37-Rasm. Havo liniyasini sxemasi

YUklamalarni aktiv va reaktiv quvvatlarga bo'lib chiqamiz

$$P_1 = S_1 \cdot \cos \varphi_1 = 1000 \cdot 0,9 = 900 \text{ } \kappa B m$$

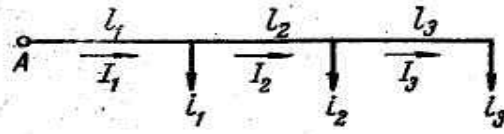
$$P_2 = 460 \cdot 0,8 = 368 \text{ } \kappa B m$$

$$P_3 = 240 \cdot 0,8 = 192 \text{ } \kappa B m$$

$$Q_1 = S_1 \cdot \sin \varphi_1 = 1000 \cdot 0,44 = 440 \text{ kVar}$$

$$Q_2 = 460 \cdot 0,6 = 276 \text{ kVar}$$

$$Q_3 = 240 \cdot 0,6 = 144 \text{ kVar}$$



38-rasm. 10kV havo liniyani echim sxemasi

Liniyadagi quvvatlar

$$P_{A-1} - jQ_{A-1} = (P_1 + P_2 + P_3) - j(Q_1 + Q_2 + Q_3) = 1460 - j860$$

$$P_{1-2} - jQ_{1-2} = (P_2 + P_3) - j(Q_2 + Q_3) = 560 - j420$$

$$P_{2-3} - jQ_{2-3} = P_3 - jQ_3 = 192 - j144$$

Liniyadagi ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_{\text{doH}} = \frac{10000 \cdot 8,5}{100} = 850 \text{ B}$$

Liniyadagi kuchlanish to'liq isrofi ifoda asosida

$$\Delta U_{\text{doH}} = \Delta U_a + \Delta U_p = \frac{Pr}{U_n} + \frac{Qx}{U_n} = \frac{Pr_o \ell}{U_n} + \frac{Qx_o \ell}{U_n}$$

Liniyani induktiv qarshiligini $X_0 = 0,40$ m/km qabul qilgan xolda, liniyadagi reaktiv qismidagi isrofini aniqlaymiz

$$\Delta U_p = \frac{X_0 \sum Q \cdot \ell}{U_n} = \frac{0,4 \cdot (860 \cdot 8 + 420 \cdot 10 + 144 \cdot 5)}{10} = 472 \text{ B}$$

Aktiv qismida ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_a = 850 - 472 = 378 \text{ B}$$

Simni o'zgarimas yuzasi

$$F = \frac{\sum P \cdot \ell}{\gamma \cdot U_n \cdot \Delta U_a} = \frac{(1460 \cdot 8 + 560 \cdot 10 + 192 \cdot 5)}{32 \cdot 10 \cdot 378} = 150 \text{ mm}^2$$

Liniyadagi haqiqi kuchlanishni isrofi simni yuzasini A-150 mm²

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sum (Pr_o + QX_o) \cdot \ell}{U_n} = \frac{(1460 \cdot 0,21 + 860 \cdot 0,31) \cdot 8 + (560 \cdot 0,21 + 420 \cdot 0,31) \cdot 10}{10} + \\ &+ \frac{(192 \cdot 0,21 + 144 \cdot 0,31) \cdot 5}{10} = 748,8 \text{ B} < 850 \text{ B} \end{aligned}$$

4-Masala. 36-Rasmda keltirilgan sxema uchun simlarni metallari xajmini kam sarf qilish usuli bilan liniyani qismlarida simlarni kesim yuzasini aniqlang.

Echish. Liniyadagi induktiv qarshiligidagi isrofi

$$\Delta U_p = \frac{X_0 \sum Q \ell}{U_n} = \frac{0,4(860 \cdot 8 + 420 \cdot 10 + 144 \cdot 5)}{10} = 472 \text{ B}$$

Aktiv qarshiligida ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi.

$$\Delta U_a = \Delta U_g - \Delta U_p = \frac{8,5 \cdot 10000}{100} - 472 = 378 \text{ B}$$

SHu isrofnı liniyani qismlariga proporsional xolda (74) ifoda asosida bo'lib chiqamiz

$$\Delta U_{A-1} = \Delta U_{ag} \frac{\ell \cdot \sqrt{P_1}}{\sum \ell \sqrt{2}} = 378 \frac{8 \cdot \sqrt{1460}}{23 \sqrt{1460}} = 131,5 \text{ B}$$

$$\Delta U_{1-2} = 378 \cdot \frac{10 \sqrt{560}}{23 \sqrt{1460}} = 101,76 \text{ B}$$

$$\Delta U_{2-3} = 378 \cdot \frac{5\sqrt{192}}{23\sqrt{1460}} = 29,8 B$$

Simlarni yuzasi

$$F_1 = \frac{\sum P_1 \cdot \ell_1}{\gamma \cdot U_n \cdot \Delta U_{a1}} = \frac{1460 \cdot 8}{32 \cdot 10 \cdot 0,131} = 278 \text{ mm}^2, \quad \text{A-185 qabul qilamiz}$$

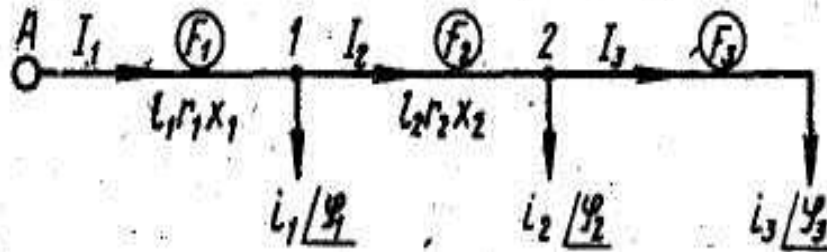
$$F_2 = \frac{10 \cdot 560}{32 \cdot 10 \cdot 0,1} = 175 \text{ mm}^2, \quad \text{A-150 qabul qilamiz}$$

$$F_2 = \frac{5 \cdot 192}{32 \cdot 10 \cdot 0,03} = 100 \text{ mm}^2, \quad \text{A-95 qabul qilamiz}$$

Liniyadagi haqiqiy isrofi

$$\Delta U_a = \frac{\sum Pr_o \ell}{U_n} = \frac{1460 \cdot 8 \cdot 0,17 + 560 \cdot 10 \cdot 0,21 + 192 \cdot 5 \cdot 0,34}{10} = 349 B < 378 B$$

5-Masala. Keltirilgan (39-Rasimdagi) shaxobchalangan liniyadagi kuchlanishni isrofini toping. YUklamalar quvvatda masofalari kilometrda berilgan. Iste'molchilarni quvvat koeffitsienti $\text{Sos}\varphi=0,8$. Liniyani maksimal kuchlanishi 110 kV. liniyalarda simlarni yuzasi A-70 mm²



39-Rasm 110 kv havo liniyani sxemasi

1). Simlarni aktiv va reaktiv qarshiliklari

$$r_o = \frac{1000}{\gamma \cdot F} = \frac{1000}{32 \cdot 70} = 0,44 \text{ Om} / \text{km}$$

$X_o = 0,4 \text{ Om/km}$ - qabul qilinadi, chunki simlarni oralig'i D_{sr} berilmaganligi uchun

2). SHu shaxobchalangan tarmoqlardagi magistral liniyalardagi kuchlanishni isrofini topamiz (61) ifoda asosida

$$\begin{aligned} \Delta U_{A-3} &= \frac{\sum S}{U_n} (r_o \ell \text{Cos}\varphi + X_o \ell \text{Sin}\varphi) = \\ &= \frac{24500 \cdot 20 \cdot 0,44 \cdot 0,8 + 24500 \cdot 0,4 \cdot 20 \cdot 0,6 + 7700 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 30 + 7700 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 30 + 4000 + 0,8 \cdot 0,44 \cdot 25 + 4000 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 25}{110} \\ \Delta U_{A-5} &= \frac{24500 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 20 + 24500 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 20}{110} + \\ &+ \frac{10300 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 25 + 10300 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 25 + 4000 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 35 + 4000 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 35}{110} = 4775,6 B \end{aligned}$$

$$\Delta U_{A-B} = \frac{24500 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 40 + 24500 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 20}{110} +$$

$$+ \frac{6500 \cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 40 + 6500 + 0,6 \cdot 0,4 \cdot 40 + 5500 \cdot 0,6 \cdot 0,44 \cdot 20 + 5500 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 20 + 4100 \cdot$$

$$\cdot 0,8 \cdot 0,44 \cdot 25 + 550 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 25}{110} = 5166,4B$$

$$\Delta U_{A-3} \% = \frac{\Delta U_{A-3}}{U_H} \cdot 100 = \frac{4418,5}{110000} \cdot 100 = 4\%$$

$$\Delta U_{A-5} \% = \frac{\Delta U_{A-5}}{U_H} \cdot 100 = \frac{4775,6}{110000} \cdot 100 = 4,34\%$$

$$\Delta U_{A-8} \% = \frac{\Delta U_{A-8}}{U_H} \cdot 100 = \frac{5166,40}{110000} \cdot 100 = 4,69\%$$

$$\Delta U_{A-9} \% = \frac{\Delta U_{A-9}}{U_H} \cdot 100 = \frac{4154,7}{110000} \cdot 100 = 3,78\%$$

6-Masala. Uch faza tokli shaxobchalangan havo liniya po‘lat-alyumin (AS) simlar asosida kurilish ko‘zda tutilgan shaxobchalangan liniyalarda kuchlanishni isrofi 10 % nominal kuchlanish 10 kVga nisbatan ruhsat etilgan tarmoqdagi simlarni kesim yuzasini toping. SHaxobchalangan tarmoqni sxemasi 40-rasmda keltirilgan. Iste‘molchilar podstansiyalarini quvvatlari (kVA) va uzunligi (kilometrda) km berilgan. Xamma iste‘molchilarni quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 0,85$

Xamma transformatorlar maksimal quvvat bilan ishlash sharoitida xisob olib boramiz. Ularni quvvat koeffitsienti bir bo‘lganligi uchun liniyani uchaskalardagi quvvatni odiy qo‘shish asosida aniqlaymiz, ya‘ni liniya «s-e» kismida

$$S_{c-f} = S_f + S_e = 50 + 50 = 100 \text{ kBA}$$

$$S_{e-c} = S_{c-f} + S_{c-d} + S_c = 100 + 60 + 150 = 310 \text{ kBA}$$

$$S_{n-r} = S_k = 60 \text{ kBA}$$

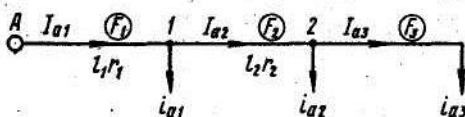
$$S_{n-m} = S_m = 80 \text{ kBA}$$

$$S_{d-n} = S_{n-k} + S_{n-m} + S_n = 60 + 80 + 100 = 240 \text{ kBA}$$

$$S_{e-d} = S_{d-n} + S_d = 240 + 60 = 300 \text{ kBA}$$

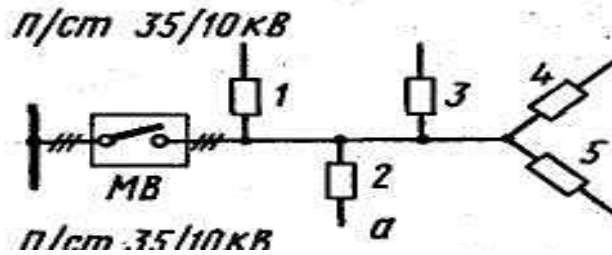
$$S_{a-e} = S_{e-d} + S_{e-c} + S_e = 300 + 310 + 100 = 710 \text{ kBA}$$

$$S_{e-a} = S_{a-e} + S_a = 710 + 50 = 760 \text{ kBA}$$



40-rasm. SHaxobchalangan 10 kV elektr tarmoqni sxemasi

7-Masala. AS-25 sim osilgan 10 kv havo liniyaga quvvatlari teng bo‘lmagan yuklamalar ulangan, ularni quvvat koeffitsientlar $\cos \varphi = 0,8$, yuklamalarni quvvatlari kVt-da, oraliqlari – km berilgan. Ulanish sxemasi 41-rasmda keltirilgan. SHu liniyadagi fazalar orasidagi kuchlanishni isrofini toping.



41-rasm 10 kv. Elektr liniyaga iste'molchilarni ulanish sxemasi

1. Faza toklarni topamiz va ularni aktiv va reaktiv qismlariga bo'lib chiqamiz. SHu liniyadagi fazalar orasidagi kuchlanishni isrofini toping.

$$i_1 = \frac{40}{0,8 \cdot 10} = 5A \quad i_{1a} = 5 \cdot 0,8 = 4A \quad i_{p1} = 5 \cdot 0,6 = 3A$$

$$i_2 = \frac{35}{0,8 \cdot 10} = 4,375A \quad i_{a2} = 4,375 \cdot 0,8 = 3,5A \quad i_{p2} = 4,375 \cdot 0,6 = 2,6A$$

$$i_3 = \frac{25}{0,8 \cdot 10} = 3,125A \quad i_{a3} = 3,125 \cdot 0,8 = 2,5A \quad i_{p3} = 3,125 \cdot 0,6 = 1,87A$$

2. Liniyadan o'tadigan tokni topamiz

A-fazadagi 0-1 qismidagi tok: $I_{A0-1} = i_2 \quad i_1$;

$$I_{A0-1} = \sqrt{i_2^2 + i_1^2 - 2i_2i_1\cos 120^\circ} = \sqrt{i_2^2 + i_1^2 + i_2 \cdot i_1} = \sqrt{4,375^2 + 5^2 + 4,375 \cdot 5} = 8,12A$$

$$I_{B0-1} = \sqrt{i_2^2 + i_3^2 + i_3 \cdot i_2} = \sqrt{4,375^2 + 3,125^2 + 4,375 \cdot 3,125} = 6,53A$$

$$I_{C0-1} = \sqrt{i_1^2 + i_3^2 + i_1 \cdot i_3} = \sqrt{5^2 + 3,125^2 + 5 \cdot 3,125} = 7,1A$$

Liniya 1-2 qismida

$$I_{A1-2} = \sqrt{i_2^2 + 0 + i_2 \cdot 0} = \sqrt{4,375^2} = 4,375A$$

$$I_{B1-2} = \sqrt{i_3^2 + i_2^2 + i_3 \cdot i_2} = \sqrt{3,125^2 + 4,375^2 + 3,125 \cdot 4,375} = 6,53A$$

$$I_{C1-2} = \sqrt{i_3^2 + i_1^2 + i_3 \cdot i_1} = \sqrt{3,125^2 + 0 + 3,125 \cdot 0} = 3,125A$$

AS-25 simni aktiv va induktiv qarshiligini katalogdan olamiz

$$r_o = \frac{1000}{32 \cdot 25} = 1,25 \text{ Ом} / \text{ км} \quad X_o = 0,37 \text{ Ом} / \text{ км}$$

Liniyalarni, qismlardagi tok va qarshiligidagi qiymatlarni jadvalga tishiramiz

8-jadval. Qarshiliklar qiymati

Qismlar	FAZALAR								
	A			V			S		
	I	r	X	I	r	X	I	r	X
0-1	8,12	6,25	1,85	6,53	6,25	1,85	7,1	6,25	1,85
1-2	4,37 5	7,5	2,22	6,53	7,5	2,22	3,125	7,5	2,22

Fazalararo kuchlanishni isrofini aniqlaymiz (80) va (81) ifodalar asosida

$$\begin{aligned} \Delta U_{A-B}^1 &= (2i_{a2} + 0,5i_{a3})u_{1-2} + [2i_{a2} + 0,5(i_{a3} + i_{a1})]u_{0-1} = \\ &= (2 \cdot 3,5 + 0,5 \cdot 2,5)7,5 + [2 \cdot 3,5 + 0,5(2,5 + 4)] \cdot 6,25 = \\ &= 61,87 + 64,06 = 125,93B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{A-B}^{II} &= (2i_{p2} + 0,5i_{p3}) \cdot X_{I-2} + [2i_{p2} + 0,5(i_{p3} + i_{p1})] X_{0-1} = \\ &= (2 \cdot 2,6 + 0,5 \cdot 1,87) \cdot 2,22 + [2 \cdot 2,6 + 0,5(1,87 + 3)] \cdot 1,85 = \\ &= 13,62 + 14,12 = 27,74 B\end{aligned}$$

$$\Delta U_{AB} = \Delta U_{A-B}^I + \Delta U_{AB}^{II} = 125,93 + 27,74 = 153,67 B$$

$$\Delta U_{AB} \% = \frac{\Delta U_{AB}}{U_n} \cdot 100 = \frac{153,67}{10000} \cdot 100 = 1,54\%$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{B-C}^I &= (2i_{a3} + 0,5i_{a2}) \cdot r_{1-2} + [2i_{a3} + 0,5(i_{a2} + i_{a1})] \cdot r_{0-1} = \\ &= (2 \cdot 2,5 + 0,5 \cdot 3,5) \cdot 7,5 + [2 \cdot 2,5 + 0,5(3,5 + 4)] \cdot 6,25 = \\ &= 50,62 + 54,68 = 105,3 B\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{B-C}^{II} &= (2 \cdot 1,87 + 0,5 \cdot 2,6) \cdot 2,22 + [2 \cdot 1,87 + 0,5(2,6 + 3)] \cdot 1,85 = \\ &= 11,19 + 12,1 = 23,3 B\end{aligned}$$

$$\Delta U_{BC} = \Delta U_{B-C}^I + \Delta U_{B-C}^{II} = 128,6 B$$

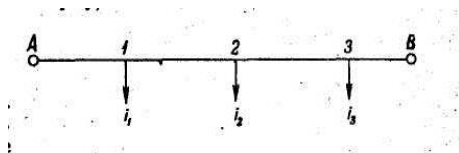
$$\text{yoki} \quad \Delta U_{BC} \% = \frac{128,6}{10000} \cdot 100 = 1,29\%$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{CA}^I &= (0,5i_{a2} + 0,5 \cdot i_{a3}) \cdot r_{1-2} + [2i_{a1} + 0,5(i_{a1} + i_{a3})] \cdot r_{0-1} = \\ &= (0,5 \cdot 3,5 + 0,5 \cdot 2,5) \cdot 7,5 + [2 \cdot 3,5 + 0,5(4 + 2,5)] \cdot 6,25 = 86,56 B\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{CA}^{II} &= (0,5i_{p2} + 0,5i_{p3}) \cdot X_{I-2} + [2i_{p1} + 0,5(i_{p1} + i_{p3})] X_{0-1} = \\ &= (0,5 \cdot 2,6 + 0,5 \cdot 1,87) \cdot 2,22 + [2 \cdot 2,6 + 0,5(1,87 + 3)] \cdot 1,85 = 19,1 B\end{aligned}$$

$$\Delta U_{C-A} = \Delta U_{CA}^I + \Delta U_{CA}^{II} = 86,6 + 19,1 = 105,7 B \quad \text{yoki} \quad \Delta U_{CA} \% = 1,06\%$$

8-Masala kuchlanishlar $U_A = U_B = 10000 B$, havo liniyadagi alyumin simni o'zgarimas kesim yuzasini aniqlang. Liniyada ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi 5% liniyani induktiv qarshiligi $X_0 = 0,40$ m/km qabul qilingan. YUklamalari Volt-Amperda, masofalari kilometrda 42-rasmda keltirilgan



42-Rasm Ikki manbaga ulangan murakab liniyalar

3. YUklamalarni toklari

$$i_1 = \frac{300}{\sqrt{3} \cdot 10} = 17,34 A; \quad i_2 = \frac{450}{\sqrt{3} \cdot 10} = 26 A; \quad i_3 = \frac{240}{\sqrt{3} \cdot 10} = 13,8 A;$$

$$i_1 = 12,1 - j12,8; \quad i_2 = 20,8 - j15,6 A; \quad i_3 = 12,4 - j6,05.$$

4. «A» nuqtadan chiqayotgan tokni aktiv qismini topamiz

$$I_{A-1(a)} = \frac{\sum_{k=1}^n i_k \ell_k}{\ell_{A-B}} = \frac{12,1 \cdot 19 + 20,8 \cdot 13 + 12,4 \cdot 5}{23} = 24,4 A$$

Reaktiv toki

$$I_{(p)A-1} = \frac{\sum_{k=1}^n i_k \ell_k - \sigma}{\ell_{A-B}} = \frac{12,8 \cdot 19 + 15,6 \cdot 13 + 6,05 \cdot 5}{23} = 20,7 A$$

$$I_{A-1} = I_{A-1(a)} + I_{A-1(p)} = 24,4 - j20,7$$

Kirgof birinchi konuni asosida.

$$I_{1-2} = I_{A-1} - i_1 = 24,4 - j20,7 - 12,1 + j12,8 = 12,3 - j7,9$$

Liniyani chap tomonidagi, induktiv qarshiligidagi reaktiv isrofi

$$\Delta U_p^1 = \sqrt{3} X_o \sum_1^{11} I_p \cdot \ell = 1,73 \cdot 0,4(20,7 \cdot 4 + 7,9 \cdot 6) = 90B$$

Aktiv qarshiligida isrof qiladigan kuchlanish

$$\Delta U_{a\partial(a.p)} = \Delta U_\partial - \Delta U_p = 500 - 90 = 410B$$

$$\Delta U_{\partial(p.a)} = \frac{5}{100} \cdot 10000 = 500B$$

CHap tomonidagi simni yuzasi

$$F_{A-2} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^3 (I_{a1} \cdot \ell_1 + I_{a12} \cdot \ell_2)}{\gamma \cdot 410} = \frac{1,73 \cdot 10^3 (24,4 \cdot 4 + 12,3 \cdot 6)}{32 \cdot 410} = 22,6 \text{ мм}^2$$

Qabul qilamiz AS-25

CHap tomonidagi induktiv qarshiligidagi kuchlanishni isrofi.

$$\Delta U_{p\partial-2}^1 = \sqrt{3} \cdot 0,4(7,7 \cdot 8 + 13,75 \cdot 5) = 90,2B$$

$$\Delta U_{a\partial-2} = 500 - 90,2 = 409,8B$$

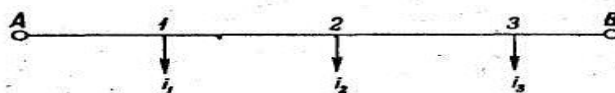
CHap tomonidagi simni yuzasi

$$F_{\partial-2} = \frac{\sqrt{3} \sum_1^{11} I_a \cdot \ell}{\gamma \cdot \Delta U_{a\partial-2}} = \frac{1,73(8,5 \cdot 8 + 20,9 \cdot 5) \cdot 10^3}{32 \cdot 409,8} = 22,7 \text{ мм}^2$$

Qabul qilamiz AS - 25

Demak «A» – «V» nuqttagacha havo liniyani o'zgaras yuzasi AS-25

9-Masala. Ikki manbaga ulangan havo liniyani kuchlanishni teng bo'lmagan liniyadagi kuchlanishni isrofini aniqlang. Liniyani elektr sxemasi 43-rasmda keltirilgan yuklamalar amperda, mosofalari-kilometrda Manbalarni kuchlanishi $U_A = 6,3 \text{ kV}$ va $U_B = 6 \text{ kV}$



43-Rasm. Ikki manbaga ulangan havo liniyani bir chiziqli sxemasi «A» nuqtadan chiqayotgan tokni aniqlaymiz

$$I_{A1} = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_{AB}} + \frac{\sum_1^{11} i_k Z_{k\partial}}{Z_{A\partial}} = \frac{(r_o j x_o)(U_A - U_B)}{\sqrt{3} \ell_{A-B}} + \frac{\sum_1^n i_k \ell_{k.B}}{\ell_{A.B}} =$$

$$= \frac{(0,62 - j0,4)(6,3 - 6)}{\sqrt{3} \cdot 30} + \frac{(20 - j17) \cdot 25 + (22 - j11) \cdot 21 + (23 - j19) \cdot 14 + (18 - j12) \cdot 8}{30} = 3,58 - j2,31 + 16,67 - j14,16 + 15,4 - j7,7 + 10,73 - j8,86 + 4,8 - j3,2 = (51,18 - j36,23)A$$

Kirgofni birinchi qonuni asosida bo'linish nuqtasini topamiz

$$I_{1-2} = I_{A-1} - i_1 = 51,18 - j36,23 - 20 + j17 = (31,18 - j19,23)A$$

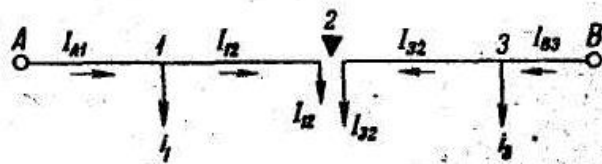
$$I_{2-3} = I_{1-2} - i_2 = 31,18 - j19,23 - 22 + j11 = (9,18 - j8,23)A$$

$$I_{3-4} = I_{2-3} - i_3 = 9,18 - j8,23 - 29 + j19 = -19,82 + j10,77A$$

Uchinchi nuqtadan iste'molchi ikki manbadan energiyasida ulangan (-Δbo'linish nuqtasi).

$$I_{B-4} = I_{4-3} + i_4 = 19,82 - j10,77 + 18 - j12 = (37,82 - j22,77)A$$

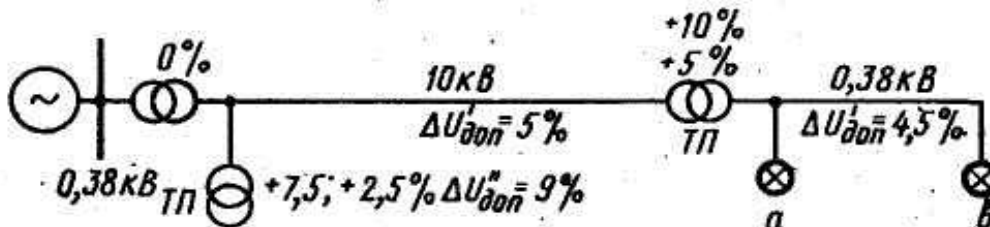
Kuchlanishni isrofi.



$$\Delta U_{a-3} = \sqrt{3} \sum \frac{I I}{I} (I_a r + I_p X) = \sqrt{3} (51,18 \cdot 0,44 \cdot 5 + 36,23 \cdot 0,4 \cdot 5 + 31,18 \cdot 0,44 \cdot 4 + 19,23 \cdot 0,4 \cdot 4 + 9,18 \cdot 0,44 \cdot 7 + 8,23 \cdot 0,4 \cdot 7) = 557 B \quad \text{yoki } 8,8\%$$

$$\Delta U_{a-3} = \sqrt{3} (37,82 \cdot 0,44 \cdot 8 + 22,77 \cdot 0,4 \cdot 8 + 19,82 \cdot 0,44 \cdot 6 + 10,77 \cdot 0,4 \cdot 6) = 491,6 B \quad \text{ëku } -7,8\%$$

10-Masala. Rasmda keltirilgan tarmoq uchun ruhsat etiladigan kuchlanishni aniqlang. Agar 35/10 kV transformatorida kuchlanish rostlagich qurilmasi bo‘lmasa, undan foydalanishda 35 kV shinasida kuchlanishni og‘ishi $V^{100} = +2\%$ va $V^{25} = 0\%$ liniyadagi kuchlanishni isrofi – 5%



44-Rasm. Kuchlagichni rostlagich o‘rnatilgan tarmoqni sxemasi.

Kuchlanishni og‘ish jadvalini tuzamiz va unga aniq ko‘rsatkichlarini kiritib chiqamiz.

9-jadval. kuchlanishni og‘ishi

Uskunalarni elementi	% yuklanishda; kuchlanishni og‘ishi %			
	100	25	100	25
	Rostlagich yo‘q		Rostlagich urnatilgan	
35 kV shinasida	+2	0	+2	0
35 kV tarmoq	-5	-1,25	-5	-1,25
35/10 kV transformator				
a) Qo‘shish				
b) Isrof	+5	+5	+5	0
Rostlagich	-4	-1	-4	-1
	-	-	+7,5	+5
Jami 10 kV shinada	-2	+2,75	+5,5	+2,75
10 kV tarmoqda	-3	-0,75	-8	-2
10 kV transformatorida				
a) qo‘shish				
b) isrof	+5	+5	+5	+5
	-4	-1	-4	-1
0,38 tarmoqda	-3,5	0	-6	0
Iste‘molchilar	-7,5	+6	-7,5	+4,75

10 kV tarmoqda kuchlanishni isrof – 3 %, va 0,38 kV do – 3,5 % ya’ni bu juda kam.
 $V^{25} = -1,25 + 5 - 1 - 0,75 + 5 - 4 = +6\% < +7,5\%$

Kuchlanishni roslagichdan foydalanganda uzoqdagi 10/0,58 kV transformatorida + 2,5 % va 10 kV shinasida kuchlanishni rejimida + 5 + 1,5 %

10 va 0,38 kV tarmoqdagi ruhsat etilgan kuchlanishni isrofi

$$\Delta U_e^{100} = +1,5 + 5 + 4 (7,5) = 14\%$$

Agar kuchlanishni isrofini 10 kV tarmoqda $\Delta U_g = 8\%$ va 0,38 kV tarmoqda $\Delta U = 6\%$, unda

$$\Delta U_a^{25} = +2,75 + 5 + 1 - 0 = +4,75\% < +7,5\%$$

Kuchlanishni roslagich qurilmasidan foydalanilganda tarmoqdagi kuchlanishni ruhsat etilgan isrofi 2,5 marta oshadi, demak tarmoqlarda sarf qilinadigan metal 2,5 marta kamayadi.

Nazorat uchun savollar.

3. Elektr tarmoqlaridagi kuchlanish isrofi qanday bo'lishi kerak?
4. Simlarningt

Kritik haroratini t_{kr} , uzatkichni salqilanishi

$$f = \frac{\ell^2 q_1}{8G_1}$$

Keltirilgan shartlar asosida, uzatkichni salqilanishi ikki xolda xam bir xil, demak

$$\frac{\ell^2 q_3}{8\delta_3} = \frac{\ell^2 q_1}{8\delta_1}$$

$$\text{Unda } \delta_1 = \delta_3 \frac{q_1}{q_3}$$

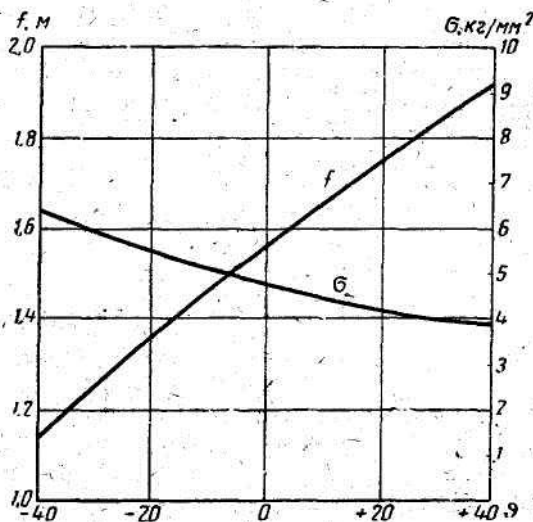
YUqoridagilarni (133) ifodaga qo'yamiz va quyidagilarni olamiz:

$$\delta = \delta_3; -q = q_1; -t = t_{kp}; -\delta_m = \delta_3; -q_m = q_3; -t_m = 5^\circ C$$

$$\text{Unda } \delta_3 \frac{q_1}{q_3} - \frac{\ell^2 \cdot q_1^2 \cdot q_3^2}{24\beta\delta_3^2 q_1^2} = \delta_3 - \frac{\ell^2 q_3^2}{24 \cdot \beta \cdot \delta_3^2} - \frac{\alpha}{\beta} [t_{kp} - (5)]$$

$$\text{bu erda } t_{kp} = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \delta_3 \left(1 - \frac{q_1}{q_3}\right) - 5 \quad (112)$$

Havo liniyalarni qurish vaqtida, kuruvchilarga havoni haroratiga qarab uzatgichlarni (simlarni) maksimal salqilanishini bilishlari kerak. SHuning uchun maksimal haroratdan, minimal haroratgacha xar $10^\circ S$ oralig'ida G aniqlanadi va ular asosida f – simlarni salqilanishlari aniqlanadi va ko'rilish egri chiziqlar ko'rib chiqiladi.



45-rasm. Montaj egri chiziqlari

1-Masala. II – chi muz qoplanish zonasida joylashgan 10kV havo liniyasiga osilagan A-25 simni solishtirma mexanik yuklamalarini aniqlang.

Agar simni echim diametri $d=6,4\text{mm}$, echim yuzasi $F=24,7\text{mm}^2$, og'irligi $G=68\text{kGs/km}$

O'z og'irligidan kelib chiqqan solishtirma yuklanishi

$$q_1 = \frac{G}{F \cdot 10^3} = \frac{68}{1000 \cdot 25} = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ kGc / (m.mm}^2 \text{)}$$

Muzni qalinligi II-rayon uchun $b=10\text{mm}$

$$q_2 = 0,00283 \frac{10(6,4 + 10)}{24,7} = 18,7 \cdot 10^{-3} \text{ kGc / (m \cdot mm}^2 \text{)}$$

Yig'indi yuklama,

$$q_3 = q_1 + q_2 = 2,75 \cdot 10^{-3} + 18,7 \cdot 10^{-3} = 21,45 \cdot 10^{-3} \text{ kGc / (m.mm}^2 \text{)}$$

SHamolni bosimi 50 kGs / m^2 , muz qoplamagan simdagi solishtirma mexanik yuklama

$$q_4 = \frac{\alpha \cdot C_x \cdot d \cdot g^2}{10^3 F \cdot 16} = \frac{0,82 \cdot 1,2 \cdot 6,4 \cdot 50}{10^3 \cdot 24,7} = 12,8 \cdot 10^{-3} \text{ kGc / (m.mm}^2 \text{)}$$

14-jadval. (127) ifodani hisoblash uchun simlarni parametrlari.

Simlarni turlari va yuzalari	Tros va simlarni fizika-mexanik xarakteristikalari			
	O'z og'irligidan kelib chiqqan yuklanishlar kGs/(m.mm ²)	Elastiklik moduli E. kGs/mm ²	Xarakat koeffitsienti bo'yi bo'yicha uzanish L, gradus ⁻¹	Uzilishga ko'rsatadigan sim va troslarni vaqtincha qarshiligi G va kGs/mm ²
Alyumin simlar	$2,75 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^3$	$23 \cdot 10^{-6}$	15-16
Po'lat simlar PSO	$7,85 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^3$	$12 \cdot 10^{-6}$	55
PS va PMS	$8,0 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^3$	$12 \cdot 10^{-6}$	65 yoki 70
Tros (kanat)	$8,0 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^3$	$12 \cdot 10^{-6}$	120
Po'lat alyumin simlar AS-10 yuzasi 10mm ²	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$7,65 \cdot 10^3$	$20,1 \cdot 10^{-6}$	24
AS-16 dan AS-95 gacha	$3,47 \cdot 10^{-3}$	$8,25 \cdot 10^3$	$19,2 \cdot 10^{-6}$	25
AS-120 va undan yuqorisiga	$3,56 \cdot 10^{-3}$	$8,45 \cdot 10^3$	$18,9 \cdot 10^{-6}$	29
ASO-xamma yuzalarga	$3,39 \cdot 10^{-3}$	$7,85 \cdot 10^3$	$19,8 \cdot 10^{-6}$	27
ASU – xamma yuzalari uchun	$3,73 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^3$	$18,3 \cdot 10^{-6}$	31

SHamolni tezligidan kelib chiqqan bosim, muz bilan qoplangan sim uchun mexanik yuklamalar

$$q_5 = \frac{\alpha C_x (2 + 26) \cdot 9^2 \cdot 0,25}{10^3 \cdot F \cdot 16} = \frac{1 \cdot 1,2(6,4 + 2 \cdot 10) \cdot 12,5}{10^3 \cdot 24,7} = 16,1 \cdot 10^{-3} \text{ кГс / (м} \cdot \text{мм}^2 \text{)}$$

Muz qoplamagan simda yig'indi solishtirma mexanik yuklama

$$q_6 = \sqrt{q_1^2 + q_4^2} = \sqrt{(2,75 \cdot 10^{-3})^2 + (12,8 \cdot 10^{-3})^2} = 13,1 \cdot 10^{-3} \text{ кГс / (м} \cdot \text{мм}^2 \text{)}$$

Muz qoplamagan simda yig'indi solishtirma mexanik yuklama

2 misol. Aholi yashaydigan joyda qurilgan 10 kV kuchlanishda havo liniyasini mexanik xisobini qiling, agar tayanchlarni oralig'i $L=80\text{m}$, va osilgan simni kesim yuzasi A-35 xamda kurilish jadvalini tuzing havoni harorati -20°S dan $+40^{\circ}\text{S}$ o'zgaradigan bo'lsa.

Agar metrologik stansiyasi bergan ma'lumotiga qaraganda, shu rayon uchun: $t_{\max} = +40^{\circ}\text{C}$; $t_{\min} = -35^{\circ}\text{C}$ va $t_e = +5^{\circ}\text{S}$ tashkil qilsa.

1. Simdagi solishtirma yuklamalarni aniqlab chiqamiz.

$$q_1 = \frac{G}{F \cdot 10^3} = \frac{95}{1000 \cdot 35} = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ кГс [(м} \cdot \text{мм}^2 \text{)]}$$

$$q_2 = 0,00283 \frac{10(7,5 + 10)}{34,5} = 14,35 \text{ кГс / (м} \cdot \text{мм}^2 \text{)} \cdot 10^{-3}$$

$$q_3 = q_1 + q_2 = 17,2 \cdot 10^{-3} \text{ кГс / (м} \cdot \text{мм}^2 \text{)}$$

$$q_4 = \frac{\alpha C_x d 9^2}{10^3 \cdot F} = \frac{0,82 \cdot 1,2 \cdot 7,5 \cdot 50}{10^3 \cdot 34,5} = 10,7 \text{ кГс / (м} \cdot \text{мм}^2 \text{)} \cdot 10^{-3}$$

$$q_5 = \frac{\alpha \cdot C_x \cdot (2 + 26) 9^2 \cdot 0,25}{10^3 \cdot F} = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot (7,5 + 2 \cdot 10) \cdot 12,5}{10^3 \cdot 34,5} = 13,2 \cdot 10^{-3} \text{ кГс / (м} \cdot \text{мм}^2 \text{)}$$

$$q_6 = \sqrt{q_1^2 + q_4^2} = \sqrt{(2,75 \cdot 10^{-3})^2 + (10,7 \cdot 10^{-3})^2} = 11,09 \cdot 10^{-3} \text{ кГс / (м} \cdot \text{мм}^2 \text{)}$$

$$q_7 = \sqrt{q_3^2 + q_5^2} = \sqrt{(17,2 \cdot 10^{-3})^2 + (13,2 \cdot 10^{-3})^2} = 21,6 \cdot 10^{-3} \text{ кГс / (м} \cdot \text{мм}^2 \text{)}$$

Simdagi ruhsat etilgan kuchlanishlarni topamiz.

Simni uzilishiga vaqtincha qarshiligi.

$$G_{ep} = 16 \text{ кГс / мм}^2 \quad (\text{F} \dots 21 \text{ jadval})$$

Simdagi ruhsat etilgan mexanik kuchlanish eng past haroratda va eng yuqori sirtqi yuklanishda

$$G_m = G_{m\text{y}3} = 0,5 G_{ep} = 0,5 \cdot 16 = 8 \text{ кГс / мм}^2$$

O'rtacha yillik haroratda ruhsat etilgan kuchlanish.

$$G_y = 0,3 \cdot 16 = 4,8 \text{ кГс / мм}^2$$

Kritik oraliq

$$l_{kp} = G_{max} \sqrt{\frac{24\alpha(-5 - t_{min})}{g_7^2 - g_1^2}} = 8 \sqrt{\frac{24 \cdot 23 \cdot 10^{-6} (-5 + 35)}{(21,6 \cdot 10^{-3})^2 - (2,75 \cdot 10^{-3})^2}} = 48,0 \text{ м}$$

bu erda $\alpha = 23 \cdot 10^{-6} \text{ } \text{град}^{-1}$ (A- 21 jadval)

Berilgan oraliq, kritik oraliqdan katta

$$l_6 = 80 \text{ м} > l_{kp} = 48 \text{ м}$$

SHuning uchun simdagi eng yuqori kuchlanish -5°S haroratda va uni muz qoplagan rejimda bo'ladi.

7-Bob Elektr tarmoqlarni hisoblash

§7.1. Havo tarmoqlarini mexanik echimi

Havo liniyalar simlariga o'zining og'irligidan kelib chiqqan yuklanishdan tashqari, yana qo'shimcha kuchlar ta'sir qiladi (havoni (shamolni) bosimi, simlarni qoplagan muzlarni og'irligi va boshqalar).

Mexanik yuklamalarga bardosh bera olish uchun havo liniyalari deyarli mustahkam bo'lishi kerak. Simlarni ishonchli ishlashi uchun, tayanchlar va boshqa konstruktiv elementlarning mexanik mustaxkamligini tekshirish kerak (yoki qisqacha mexanik echim). Havo tarmoqlarini mexanik echimi «Materiallar qarshiligi» fanining ayrim hollaridan foydalanish va PUE ni («1000 Voltgacha va undan yuqori elektr energiyani uzatish havo tarmoqlari» bo'limi) hamda qurilish normalari va qoidalari (SNiP).

Mexanik hisoblash, elektrotexnika savollariga bog'liq bo'lmasa xam, har bir elektrik uni bilishi shart, chunki buni bilmasdan elektrotarmoqlarni to'g'ri loyihalash mumkin emas.

Xozirgi vaqtda har bir iqlim zonalari va kuchlanishlar uchun tipaviy tayanchlarni konstruksiyalari ishlab chiqilgan. Agar tipaviy konstruksiyalarida bo'lmagan holda ularni hisoblash zarur.

§7.2. Simlardagi mexanik yuklamalarini aniqlash.

Havo tarmog'idagi simlarga vertikal kuchlar ta'sir qiladi (simni og'irligi, simni qoplagan muzlarni og'irligi) va garizontal yuklamalar (shamolni bosimi). Bu bosimlarni inobatga olishda bir nechta taxmin qilinadi, simni uzunasi bo'yicha yuklamalarni statik yuklamalar deyiladi, uni qiymati o'zgarmas deyiladi.

Mexanik yuklamalarni ta'sirida simlarni materiallarida cho'ziltiradigan mexanik kuchlar hosil bo'ladi.

Havoni harorati kamayishi bilan simlarni uzunligi kamayadi, ya'ni taranglanadi, bu ham simdagi kuchlanishni qiymatini oshiradi.

Simdagi yuklanishlarni aniqlashda va ulardagi mexanik kuchlanishlarini aniqlashda, tarmoqlar quriladigan joylardagi klimatik sharoitlarini bilishimiz kerak (qoplanadigan muzni qalinligini, shamolni tezligini, maksimal, minimal va o'rtacha haroratni qiymatini).

Eng yuqori normativ qiymatlar qoplangan muzni kalini va shamolni tezligidan kelib chiqadigan bosimini ($\frac{V}{16}$, bunda V-shamolni tezligi, m/sek) 10 yilda bir qaytariladigan qiymati asosida 110 kV va undan past havo liniyalar uchun 5 yilda bir qaytariladigan qiymati asosida aniqlanadi.

Lekin oxirgi vaqtlarda havo liniyalarni mexanik mustaxkamligini oshirish uchun ularni kuchlanishidan qat'iy nazar, 10 yilda bir qaytariladigan maksimal qiymatlari asosida hisoblanadi.

Havo liniyalari muz bilan qoplanadigan beshta rayonga bo'linadi, ularning ko'rsatkichlari 10 – jadvalda keltirilgan.

Simlardagi mexanik yuklamalarni odatda kuchlar birligida, yuzasini birligi va uzunlik birligida (kGs Kmm²/m) aniqlanadi.

10-jadval. Muz bilan qoplanadigan rayonlar kursatkichlari

Muz bilan qoplanish rayonlar	Erdan 10 metr balandlikdagi simni qoplagan muzning qalinligi (mm)	
	1 marta 5-yil davomida	1 marta 10-yil davomida
I	5	5
II	5	10
III	10	15
IV	15	20
Maxsus	20 va undan ortiq	22 dan ortiq

SHamolni tezligi asosida ettita rayonga bo'linadi (11- jadvalga qarang).

11-jadval.

SHamolli rayonlar turlari	SHamolni tezligi (kgs/m ²), 10 metr balandlikda (shamolni tezligi m/sek).		1000 V-gacha bo'lgan havo liniyalarda.
	1 marta 5 yilda	1 marta 10 yilda	
I	27 (21)	40 (25)	16 (16)
II	35 (24)	40 (25)	21 (18)
III	45 (27)	50 (29)	27 (21)
IV	55 (30)	65 (32)	35 (24)
V	70 (33)	80(36)	45 (27)
VI	85 (37)	100 (39)	55 (30)
VII	100 (40)	115 (43)	70 (33)

Simni og'irligidan kelib chiqadigan yuklanish, - g₁. Bu yuklanish faqat simni materialini og'irligidan kelib chiqadi, simlarni kesim yuzasiga bog'liq bo'lmaydi.

$$g_1 = \frac{G}{1000 \cdot F} \quad (113)$$

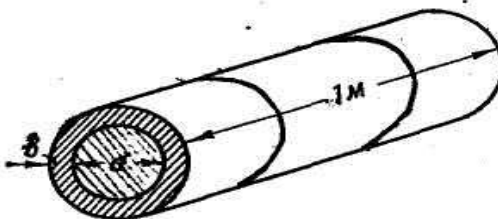
bu erda G – 1km simni og'irligi, kGs; F – simni kesim yuzasi, mm².

Lekin $G = F \cdot \gamma$

γ – sim qilingan materialni o'rtacha og'irligi G–qiymatiga ko'ysak

$$g_1 = \frac{\gamma \cdot F}{1000 \cdot F} = \frac{\gamma}{1000} \quad (114)$$

Ko'p o'ramli simlar uchun o'ramini inobatga olish uchun uni uzunligini 2-3% oshirib olamiz. 1,02÷1,03 ko'paytiramiz.



45-Rasm. Muz bilan qoplangan sim

Muzdan kelib chiqqan yuklanish – g₂ havoni harorati 0°S yaqinlashganda va undan - 5°S gacha kamayishida tashqaridagi joylashgan uskunalar va havo tarmog'idagi simlarni ustida yuklama xosil bo'ladi. Muz shaklida. Ularni xosil bo'lishini jadalligi bir nechta sharoitlarga bog'liq bo'ladi.

Ular dengizga nisbatan baland joylashganligi, muzlamaydigan suv omborlarni yonidan o'tishligi, ayrim joylarda muzni kalinaligi 5 santimetr gacha bo'ladi. Bular o'z navbatida havo liniyalarda simlarni uzilishiga, tayanchlarni sinishiga olib keladi. SHuning uchun bunaka joylarda liniyalarni xonaki sharoiti asosida hisoblanadi.

Agar simni diametri (45-rasmdagi) "d" bo'lsa qoplangan muzni qalinligi "b" teng desak, unda 1 metr simni qoplangan muzni og'irligi

$$G_1 = \frac{\pi}{4} [(d + 2\epsilon)^2 - d^2] \cdot \gamma_0 = \pi \epsilon (d + \epsilon) \gamma_0$$

bunda $X_0 = 0,000 \text{ kGs/sm}^3$ – muzni o'rtacha og'irligi. Muzni og'irligidan kelib chiqadigan yuklanish

$$g_2 = \frac{G_m}{F} = \frac{\pi \cdot \epsilon (d + \epsilon) \gamma_0}{F} = 0,00283 \frac{\epsilon (d + \epsilon)}{F} \text{ KFc / (mm}^2 \text{ m)} \quad (115)$$

Simni og'irligi va muzni og'irligidan kelib chiqadigan yig'indi kuch bir tomonga ulanganligi uchun –g₃.

$$g_3 = g_1 + g_2 \quad (116)$$

SHamolni ta'siri – g₄. Havo liniyalarni mexanik hisobida, shamol to'g'ri gorizontal xolatda esadi deb qabul qilinadi.

Ayrodinamik qonunlari asosida, havoni oqimini bosimida joylashgan selindrni o'qi oqimga perpendikulyar bo'lganda

$$P = \alpha C_x F \frac{\omega^2}{16}$$

bunda $V^2 / 16$ – shamolni tezligini bosimi Q kGs/m². α – havo oqimini teng emasligini inobatga o'lchaydigan koeffitsienti, havo oqimi 27 kGs/m² – $\alpha = 1$; 40 kGs/m² – $\alpha = 0,85$, 55 kGs/m² – $\alpha = 0,75$ deb qabul qilinadi.

C_x – Sini shamolga ko'rsatadigan qarshilik koeffitsienti, simlar va trosarlarni d=20 mm va undan ortiq bo'lsa-1,1, diametri 20mm va undan kam bo'lsa va muz bilan qoplangan bo'lsa -1,2.

F^1 – simni diametri bo'yicha kesim maydoni –m²

Uzunligi 1 metrli simdagi bosim

$$P = \frac{\alpha C_x \cdot \Re d}{16 \cdot 10^3}$$

bunda d – simni diametri, mm.

SHamolni bosimidan kelib chiqqan kuchlanish

$$q_4 = \frac{\alpha \cdot C_x \cdot d \cdot \vartheta^2}{16 \cdot F \cdot 10^3} \quad (117)$$

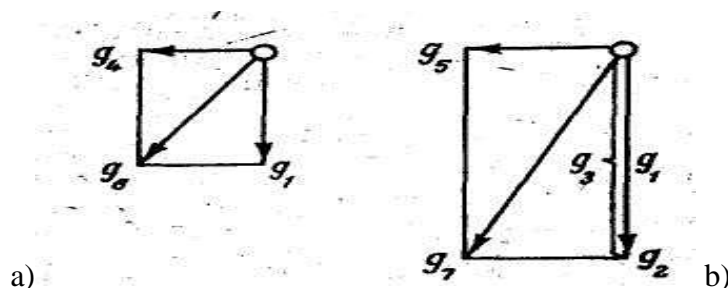
Muz qoplangan simdagi shamolni bosimidan kelib chiqadigan kuchlanish.

$$q_5 = \frac{\alpha \cdot C_x (d + 2\epsilon) \cdot \vartheta^2}{16 \cdot F \cdot 10^3} \quad (118)$$

SHamolni tezlik bosimi 0,25 Qmax, lekin buni qiymati 14 kGs/m² kam bo'lmasligi kerak, muzni qalinligi 15mm bo'lganda.

Simni oraligi va shamolni bosimidan kelib chiqqan yig'indi kuchlar. (46^a rasm)

$$q_6 = \sqrt{q_1^2 + q_4^2} \quad (119)$$



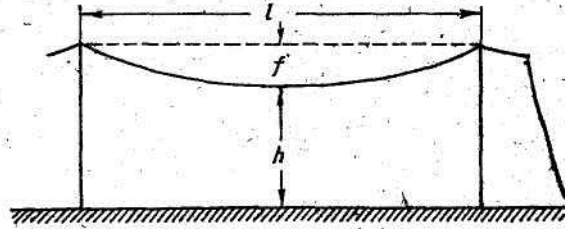
46-rasm. Umumiy solishtirma yuklamalar

Muz bilan qoplangan simni og'irligi va ularga shamolni bosimidan kelib chiqqan yig'indi kuchlar. (46^b-rasm)

$$q_7 = \sqrt{q_3^2 + q_5^2} \quad (120)$$

§7.3. Simlarni mexanik hisobi.

47-Rasmda tekislik joyda qurilgan havo liniya keltirilgan. Bu erda ikki tyanch joylashgan masofa keltirilgan. Prolet oraligi «L» yoki oraliq deyiladi.



47-rasm. Havo liniyasining oralig'i

Ma'lumki, egiluvchan ip o'z og'irligiga ega bo'ladi, uni ikki nuqta orasida tortganda o'zini og'irligini ostida osiladi. SHu osilishini «uzatgich simni salkishi» deb aytilishi. – «f» simni silkinishi – «h» deb simni eng ko'p silqingan nuqtasidan ergacha, temir yo'llarni relesini yuzasigacha yoki avtomobil yo'llarni asfaltini yuzasigacha bo'lgan vertikal masofasi.

Nazariy mexanikadan ma'lumki, egiluvchan iplar ikki nuqta orasida osilgan bo'lsa, matematika qonuniga bo'ysunadi. SHu fanda simlarni salkinishi va oraliqdagi simni uzunligi.

Simni salkinishi

$$f = \frac{l^2 q}{8G} + \frac{e^4 q^3}{384 \cdot G^3} + \dots$$

oraliqdagi simni uzunligi

$$L = l + \frac{l^3 g^2}{24 \cdot G^2} + \frac{l^5 g^4}{384 \cdot G^4} + \dots$$

bunda g – o'rtacha yuklanish, kGs/(m.mm²)

G – simlarni cho'zilishidagi kuchlanish, kGs/m.mm²

O'z navbatida

$$G = \frac{T}{F}$$

Bunda T – simdagi cho'zilish kuchi, kGs/m.mm²; F – simni kesim yuzasi, mm²

Keltirilgan tenglamalar xamma oralig'lar uchun mos keladi. Ko'riladigan havo liniyalarni oralig'lar uchun keltirilgan tenglamalarni o'ng tomonidagi ikkinchi kuchlarini olib tashlansa.

Unda simlarni salkinishi uchun

$$f = \frac{l^2 \cdot g}{8G} \quad (121).$$

Oralig'idagi simlar uchun

$$L = l + \frac{l^3 \cdot g^2}{24G^2} \quad (122).$$

(131) ifodani o'zgartirilgan xolda

$$f = l + \frac{8 \cdot l}{8l} \cdot \frac{l^3 g^2}{24G^2} = l + \frac{8}{3l} \left(\frac{l^2 g}{8G} \right)^2 \quad ;$$

$$L = l + \frac{8 \cdot f^2}{3l} \quad (123)$$

Oraliq'dagi simlarni cho'zilishdagi kuchlanishlar uzunligi bo'yicha bir xil bo'lmaydi, eng ko'p kuchlanish simlarni tayanch tayanchlarga ulanish joyida bo'ladi.

Qandaydir sharoit uchun "m" deb belgilasak, unda havoni haroratini t_m , simni o'rtacha yuklanishi g_m va simni cho'zilish kuchlanishi G_m . SHaroit o'zgargan xolda shu qiymatlarni t , g , G .

Ko'pincha yuklangan simni uzunligi L_0 , ya'ni $G_0=0$, havoni harorati $t_0=0^0$, L_m – deb simni uzunligini, sinaladigan kuchlanish G_m , unda harorat t_m .

Yuklanmagan simlarni qizitishida O^0S dan t_m – gacha uni uzunligi o'zgaradi va

$$L_0(1 + \alpha \cdot t_m)$$

bunda α – simni harorat koeffitsienti, simni harorat ta'sirida bo'yi bo'yicha uzayishi 1^0S .i

Endi simga keltirilgan yuklanish $T_m = G_m \cdot F$, unda simni uzunligi

$$L_m = L_0(1 + \alpha t_m) (1 + \beta G_m)$$

bunda $\beta = \frac{1}{E}$ – koeffitsient simni cho'zilishiga ko'rsatiladigan qarshilik (mm^2/kGs).

Boshqa tomondan qaraganda (125) – tenglama asosida simni uzunligi L_m va g_m uchun

$$L_m = l + \frac{l^3 g_m^2}{24G^2}$$

L_m uchun topilgan qiymatni oldingi qiymat bilan tenglashtirilganda

$$1 + l^3 g_m^2 / 24G_m^2 = L_0(1 + \alpha t_m)(1 + \beta G_m) = L_0(1 + \alpha t_m + \beta G_m L \beta t_m \cdot G_m)$$

Oddiy sharoitda simni uzunligi kam farq qiladi. Oraliqdagi simni uzunligidan,

$$L_0 \approx 1$$

α va β kichkina qiymatga ega. Ularni ko'paytmasi yana xam kam bo'ladi va uni inobatga olmasligi mumkin.

$$\alpha \cdot \beta \cdot t_m \cdot G_m \approx 0$$

Tenglamani ikki tomoni «l» kiskartirsak

$$1 + l^2 g_m^2 / 24G_m^2 = 1 + \alpha t_m + \beta G_m$$

Ikki tomondagi «1» inobatga olmagan xolda va ularni β bo'lib chiqsak

$$\frac{l^2 g_m^2}{24 \cdot G_m^2} = \frac{\alpha}{\beta} t_m + G_{max}$$

$$G_m = \frac{l^2 g_m^2}{24 \cdot G_m^2} - \frac{\alpha}{\beta} t_m$$

Extimol, shu tenglama boshqa sharoitlar uchun xam to'g'ri keladi, ya'ni t , q va G uchun. SHu shoritda

$$G - \frac{l^2 g^2}{24 \cdot \beta G^2} = -\frac{\alpha}{\beta} \cdot t$$

Ikkinchi tenglamadan, birinchi tenglamani ayrsak

$$\delta - \frac{l^2 q^2}{24 \beta \delta^2} = \delta_{max} \frac{l^2 q_m^2}{24 \beta \cdot \delta_m^2} - \frac{\alpha}{\beta} (t - t_{max}) \quad (124)$$

SHu tenglamani, oraliqdagi simlarni xolatini aniqlash tenglamasi deyiladi. Aniq G_{max} , t_m va g_m aniq qiymatlari, ya'ni G , t va g aniqlash imkoniyatini beradi.

Buni echishda

$$G - \frac{B}{G^2} = A$$

unda $G^3 - A \cdot G^2 = B$ yoki $G^2(G - A) = B$

Bu kub darajadagi tenglamani G – ni aralash usulida echish mumkin.

(118) – tenglamani echish uchun asosiy deb simlarni materialini ruhsat etilgan maksimal kuchlanishni qiymatini bilishimiz kerak, bu qiymatni jadvaldan olinadi, protsent hisobida uzilishga ko'rsatiladigan vaqtincha qarshiligi.

12 – jadval

Tros va simlarni kesimi va markasi	Tros va simlardagi ruhsat etilgan kuchlanishi % ularni vaqtinchalik qarshiligi		
	Katta bo'lmagan sirtqi yuklanish	Past haroratda	O'rta yillik haroratda
Alyuminiy simlar	50	50	30
Po'lat simlar PSO xamma yuzasi uchun	40	40	35
PS, PMS va xamma troslar uchun	50	50	35
Po'lat – alyumin simlar uchun AS, ASO va ASU	42	37	25

Simlardagi kuchlanishni eng yuqori kuchlanishni qiymati G_{max} ikki xolda bo'ladi: Muz qoplamagan simlarda – g_7 va havoni harorati $-5^{\circ}S$ yoki muz qoplamagan simlarda, ya'ni – g_1 , xamda havoni harorati eng kam bo'lmaganda shamolni ta'siri etkazilmaganda.

(127) – ifodani echish vaqtida oraliqdagi simni xolatini eng og'ir sharoitini aniqlash uchun, $G_m = G_{max}$, $t_m = -5^{\circ}C$, $g_m = g_7$, $t = t_{min}$, $g = g_1$ ko'yiladi va G qiymati aniqlanadi. Agar $G < G_{max}$ unda bizni taxmin kilganimiz to'g'ri bo'ladi. Agar $G > G_{max}$ demak, qabul qilingan taxminimiz noto'g'ri bo'ladi, demak hisoblash minimal harorat rejimida olib borilishi kerak $g = g_1$, ya'ni muz qoplanmagan xolda.

Oraliqdagi simlarni xolatini aniqlash rejimidagi G -ni topishini bir necha marta aniqlash uchun kritik oraliq tushuncha kiritiladi. Kritik oraliq – bu shunaqa oraliq, qaysida shu sim uchun va klimatik rayon uchun simni uzilish kuchlanishi bir xil bo'ladi, muz qoplanishidagi $-5^{\circ}S$, xamda muz qoplanmaganda lekin minimal haroratda.

Kritik harorat uchun tenglamani topamiz. Mayli liniyadagi oralig'lar juda katta bo'lsin va cheksizlikka intilsin $l \rightarrow \infty$. Unda (127) tenglamani « l^2 » qisqartirib

$$\frac{G}{l^2} - \frac{q^2}{24\beta\delta^2} = \frac{G_{max}}{l^2} - \frac{q_m^2}{24\beta\delta_m^2} - \frac{\alpha}{\beta l^2}(t - t_m)$$

Maxrajda « l^2 » qismlari nolga intiladi desak, unda

$$\frac{q^2}{24\beta G^2} = \frac{q_m^2}{24 \cdot \beta G_m^2}$$

Demak, juda katta oraliqlar uchun simdagi kuchlanishlar, o'rtacha yuklanishlarni funksiyasi bo'ladi. Lekkin aniqki eng katta o'rtacha yuklama g_2 , muz bilan qoplangan simlarda bo'lishi. SHundan kelib chiqib aytish mumkin eng katta kuchlanishlar muz bilan qoplangan simlarda yoki havoni harorati $-5^{\circ}S$ bo'ladi. Endi taxmin qilsak, oraliqlar $l \rightarrow 0$, eng kichik bo'lsa, unda (118) tenglama quyidagi ko'rinishda yoziladi.

$$G = G_{max} - \frac{\alpha}{\beta}(t - t_m)$$

Bu sharoitda simlardagi kuchlanishlar faqat havoni haroratiga bog'liqligi, kichik oraliqlarda eng katta kuchlar minimal haroratda va muz qoplanmagan simlarda xosil bo'ladi. SHu chegaraviy sharoitlarda extimol shunaqa oraliq borki, qaysida simdagi kuchlanishlar muz qoplaganda va harorat $-5^{\circ}S$ va muz qoplamaganda va minimal haroratda bir xil bo'ladi. YUqorida aytib o'tilganday bunaqa oraliqlarni kritik oraliqlar deyiladi.

Kritik oraliqlar aniq bo'lsa, uni hisoblaash oraliq bilan solishtiriladi. Agar berilgan oraliq kritik oraliqdan katta bo'lsa eng katta sim dagi kuchlar muz qoplanganda va harorat $-5^{\circ}S$; agar berilgan oraliq kritik oraliqdan kichik bo'lsa unda simdagi kuchlar eng ko'pligi minimal haroratda va muz bilan qoplanmagan simlarda bo'ladi.

Kritik oraliqni l_{kr} , aniqlash uchun (127) formuladan foydalanamiz. Mayli « m » indeks bilan belgilangan qiymatlar – muz qoplangan va harorati $-5^{\circ}S$ rejimini ifodalasa va

indeksis qiymatlar minimal harorat va muz bilan qoplanmagan simlar rejimini ifodalasin. Unda kritik oraligida l_{kr} , ikkala rejimda xam simlardagi kuchlar maksimal qiymatiga ega bo'ladi, ya'ni

$$G_m = G = G_{max}$$

yoki

$g_m = g_7$; $t_m = -5^0S$; $g = g$; $t = t_{min}$
 SHu qiymatlarni (127) tenglamaga qo'yib chiqsak

$$G_{max} - \frac{\ell_{kp}^2 q_1^2}{24 \beta G_{max}^2} = G_{max} - \frac{\ell_{kp}^2 \cdot q_7^2}{24 \beta G_{max}^2} - \frac{\alpha}{\beta} (t - t_{min})$$

Tenglamani ikki tomonini $1/\beta$ qisqartirsak

$$\frac{\ell_{kp}^2 q_1^2}{24 \cdot G_{max}^2} = \frac{\ell_{kp}^2 q_7^2}{24 G_{max}^2} - \alpha (5 - t_{min});$$

$$\frac{\ell_{kp}^2}{24 G_{max}^2} (q_7^2 - q_1^2) = \alpha (5 - t_{min});$$

$$\ell_{kp} = G_{max} \sqrt{\frac{24 \alpha (5 - 5 t_{min})}{q_7^2 - q_1^2}} \quad (125)$$

Eng qiyin hisoblash rejimi aniqlangandan keyin, oraliqdagi simni xolatini xamma haroratlar uchun aniqlash mumkin bo'ladi.

Mexanik hisobi asosida aniqlanadigan ikkinchi qiymat, bu simlari maksimal salkinishini topish. Simni f_{max} , bu xol muz qoplagan simda va 5^0S yoki maksimal issiqligida bo'ladi.

Simni maksimal silkinishini, (127) ifoda asosida kuchlanishida bu ikki rejim uchun topamiz va simlarni salkishi xar bir rejim uchun (121) ifoda asosida aniqlaymiz.

Ikki sharoit uchun uzatkichni maksimal salkinishini aniqlash uchun, kritik harorat tushuncha kiritiladi.

Kritik harorat deb, shunaqa harorat aytiladi qaysida simni salkinishi, muz qoplangan simni va -5^0S dagi simni salkinishiga teng bo'ladi. Agar bir sharoitda kritik harorati, haqiqiy haroratdan katta bo'lsa, maksimal uzatkichni salkinlanishi, yaxvonlikda va -5^0S . bo'ladi agar kritik harorat, maksimal haroratdan kam bo'lsa, unda uzatkichni maksimal salkinishi havoni maksimal issiqligida bo'ladi.

Kritik haroratni aniqlash uchun (121) ifodadan foydalanamiz.

$$f = \frac{\ell^2 q_3}{8 G_3}$$

Kritik haroratini t_{kr} , uzatkichni salqilanishi

$$f = \frac{\ell^2 q_1}{8 G_1}$$

Keltirilgan shartlar asosida, uzatkichni salqilanishi ikki xolda xam bir xil, demak

$$\frac{\ell^2 q_3}{8 \delta_3} = \frac{\ell^2 q_1}{8 \delta_1}$$

$$\text{Unda } \delta_1 = \delta_3 \frac{q_1}{q_3}$$

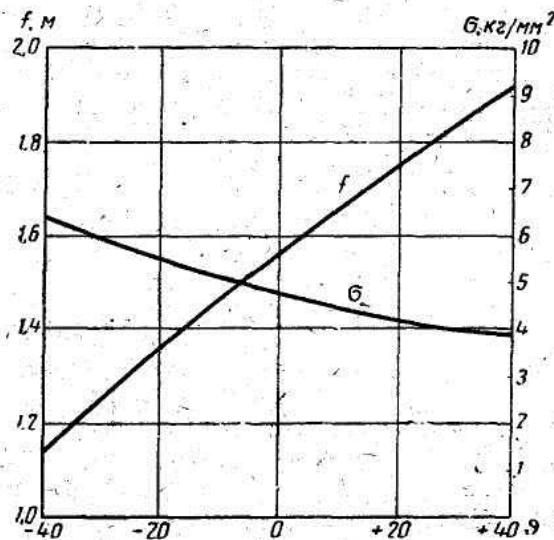
YUqoridagilarni (133) ifodaga qo'yamiz va quyidagilarni olamiz:

$$\delta = \delta_3; -q = q_1; -t = t_{kp}; -\delta_m = \delta_3; -q_m = q_3; -t_m = 5^0 C$$

$$\text{Unda } \delta_3 \frac{q_1}{q_3} - \frac{\ell^2 \cdot q_1^2 \cdot q_3^2}{24 \beta \delta_3^2 q_1^2} = \delta_3 - \frac{\ell^2 q_3^2}{24 \cdot \beta \cdot \delta_3^2} - \frac{\alpha}{\beta} [t_{kp} - (5)]$$

$$\text{bu erda } t_{kp} = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \delta_3 \left(1 - \frac{q_1}{q_3}\right) - 5 \quad (126)$$

Havo liniyalarni qurish vaqtida, kuruvchilarga havoni haroratiga qarab uzatgichlarni (simlarni) maksimal salqilanishini bilishlari kerak. SHuning uchun maksimal haroratdan, minimal haroratgacha xar 10°S oralig'ida G aniqlanadi va ular asosida f – simlarni salqilanishlari aniqlanadi va ko'rilish egri chiziqlar ko'rib chiqiladi.



48-rasm. Montaj egri chiziqlari

Nazorat uchun savollar.

1. Havo liniyalariga qanday kuchlar ta'sir etadi?
2. Simlarni ishonchli ishlashi uchun, nimalarni tekshirish kerak?
3. Mexanik yuklamalarni ta'sirida simlarni cho'ziltiradigan qanday kuchlar hosil bo'ladi?
4. Havoni harorati kamayishi bilan simlar qanday o'zgaradi?

1-Masala. II – chi muz qoplanish zonasi va III – shamol zonasida joylashgan 10kV havo liniyasiga osilagan A-25 simni solishtirma mexanik yuklamalarini aniqlang.

Agar simni echim diametri $d=6,4\text{mm}$, echim yuzasi $F=24,7\text{mm}^2$, og'irligi $G=68\text{kGs/km}$

O'z og'irligidan kelib chiqqan solishtirma yuklanishi

$$q_1 = \frac{G}{F \cdot 10^3} = \frac{68}{1000 \cdot 25} = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ kGc / (m} \cdot \text{mm}^2 \text{)}$$

Muzni qalinligi II-rayon uchun $b=10\text{mm}$

$$q_2 = 0,00283 \frac{10(6,4 + 10)}{24,7} = 18,7 \cdot 10^{-3} \text{ kGc / (m} \cdot \text{mm}^2 \text{)}$$

Yig'indi yuklama,

$$q_3 = q_1 + q_2 = 2,75 \cdot 10^{-3} + 18,7 \cdot 10^{-3} = 21,45 \cdot 10^{-3} \text{ kGc / (m} \cdot \text{mm}^2 \text{)}$$

SHamolni bosimi 50 kGs / m^2 , muz qoplamagan simdagi solishtirma mexanik yuklama

$$q_4 = \frac{\alpha \cdot C_x \cdot d \cdot g^2}{10^3 F \cdot 16} = \frac{0,82 \cdot 1,2 \cdot 6,4 \cdot 50}{10^3 \cdot 24,7} = 12,8 \cdot 10^3 \text{ kГc / (м.мм}^2 \text{)}$$

14-jadval. (127) ifodani hisoblash uchun simlarni parametrlari.

Simlarni turlari va yuzalari	Tros va simlarni fizika-mexanik xarakteristikalari			
	O'z og'irligidan kelib chiqqan yuklanishlar kGs/(m.мм ²)	Elastiklik moduli E. kGs/mm ²	Xarajat ko'effitsienti bo'yicha uzanish L, gradus ⁻¹	Uzilishga ko'rsatadigan sim va troslarni vaqtincha qarshiligi G va kGs/mm ²
Alyumin simlar	2,75 · 10 ⁻³	6,3 · 10 ³	23 · 10 ⁻⁶	15-16
Po'lat simlar PSO	7,85 · 10 ⁻³	20 · 10 ³	12 · 10 ⁻⁶	55
PS va PMS	8,0 · 10 ⁻³	20 · 10 ³	12 · 10 ⁻⁶	65 yoki 70
Tros (kanat)	8,0 · 10 ⁻³	20 · 10 ³	12 · 10 ⁻⁶	120
Po'lat alyumin simlar AS-10 yuzasi 10mm ²	3,2 · 10 ⁻³	7,65 · 10 ³	20,1 · 10 ⁻⁶	24
AS-16 dan AS-95 gacha	3,47 · 10 ⁻³	8,25 · 10 ³	19,2 · 10 ⁻⁶	25
AS-120 va undan yuqorisiga	3,56 · 10 ⁻³	8,45 · 10 ³	18,9 · 10 ⁻⁶	29
ASO-xamma yuzalarga	3,39 · 10 ⁻³	7,85 · 10 ³	19,8 · 10 ⁻⁶	27
ASU – xamma yuzalari uchun	3,73 · 10 ⁻³	8,9 · 10 ³	18,3 · 10 ⁻⁶	31

SHamolni tezligidan kelib chiqqan bosim, muz bilan qoplangan sim uchun mexanik yuklamalar

$$q_5 = \frac{\alpha C_x (2 + 26) \cdot g^2 \cdot 0,25}{10^3 \cdot F \cdot 16} = \frac{1 \cdot 1,2 (6,4 + 2 \cdot 10) \cdot 12,5}{10^3 \cdot 24,7} = 16,1 \cdot 10^3 \text{ kГc / (м.мм}^2 \text{)}$$

Muz qoplamagan simda yig'indi solishtirma mexanik yuklama

$$q_6 = \sqrt{q_1^2 + q_4^2} = \sqrt{(2,75 \cdot 10^3)^2 + (12,8 \cdot 10^3)^2} = 13,1 \cdot 10^3 \text{ kГc / (м.мм}^2 \text{)}$$

Muz qoplamagan simda yig'indi solishtirma mexanik yuklama

2 misol. Aholi yashaydigan joyda qurilgan 10 kV kuchlanishda havo liniyasini mexanik xisobini qiling, agar tayanchlarni oralig'i L=80m, va osilgan simni kesim yuzasi A-35 xamda kurilish jadvalini tuzing havoni harorati – 20⁰S dan +40⁰S o'zgaradigan bo'lsa.

Agar metrologik stansiyasi bergan ma'lumotiga qaraganda, shu rayon uchun: t_{max} = +40⁰C; t_{min} = - 35⁰C va t_e = +5⁰S tashkil qilsa.

2. Simdagi solishtirma yuklamalarni aniqlab chiqamiz.

$$q_1 = \frac{G}{F \cdot 10^3} = \frac{95}{1000 \cdot 35} = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ kГc [(м.мм}^2 \text{)]}$$

$$q_2 = 0,00283 \frac{10(7,5 + 10)}{34,5} = 14,35 \text{ kГc / (м.мм}^2 \text{)} \cdot 10^{-3}$$

$$q_3 = q_1 + q_2 = 17,2 \cdot 10^{-3} \text{ kГc / (м.мм}^2 \text{)}$$

$$q_4 = \frac{\alpha C_x d \vartheta^2}{10^3 \cdot F} = \frac{0,82 \cdot 1,2 \cdot 7,5 \cdot 50}{10^3 \cdot 34,5} = 10,7 \kappa \Gamma c / (m \cdot mm^2) \cdot 10^{-3}$$

$$q_5 = \frac{\alpha \cdot C_x \cdot (2 + 2\epsilon) \vartheta^2 \cdot 0,25}{10^3 \cdot F} = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot (7,5 + 2 \cdot 10) \cdot 12,5}{10^3 \cdot 34,5} = 13,2 \cdot 10^{-3} \kappa \Gamma c / (m \cdot mm^2)$$

$$q_6 = \sqrt{q_1^2 + q_4^2} = \sqrt{(2,75 \cdot 10^{-3})^2 + (10,7 \cdot 10^{-3})^2} = 11,09 \cdot 10^{-3} \kappa \Gamma c / (m \cdot mm^2)$$

$$q_7 = \sqrt{q_3^2 + q_5^2} = \sqrt{(17,2 \cdot 10^{-3})^2 + (13,2 \cdot 10^{-3})^2} = 21,6 \cdot 10^{-3} \kappa \Gamma c / (m \cdot mm^2)$$

Simdagi ruhsat etilgan kuchlanishlarni topamiz.

Simni uzilishiga vaqtincha qarshiligi.

$$G_{ep} = 16 \kappa \Gamma c / mm^2 \quad (F \dots 21 \text{ jadval})$$

Simdagi ruhsat etilgan mexanik kuchlanish eng past haroratda va eng yuqori sirtqi yuklanishda

$$G_m = G_{m\gamma z} = 0,5 G_{ep} = 0,5 \cdot 16 = 8 \kappa \Gamma c / mm^2$$

O'rtacha yillik haroratda ruhsat etilgan kuchlanish.

$$G_y = 0,3 \cdot 16 = 4,8 \kappa \Gamma c / mm^2$$

Kritik oraliq

$$l_{kp} = G_{max} \sqrt{\frac{24\alpha(-5 - t_{min})}{g_7^2 - g_1^2}} = 8 \sqrt{\frac{24 \cdot 23 \cdot 10^{-6} (-5 + 35)}{(21,6 \cdot 10^{-3})^2 - (2,75 \cdot 10^{-3})^2}} = 48,0 m$$

bu erda $\alpha = 23 \cdot 10^{-6} \text{ } \varphi \text{rad}^{-1}$ (A- 21 jadval)

Berilgan oraliq, kritik oraliqdan katta

$$l_{\sigma} = 80, m > l_{kp} = 48, m$$

SHuning uchun simdagi eng yuqori kuchlanish -5° s haroratda va uni muz qoplagan rejimda bo'ladi.

8-Bob. Xo'jalik tarmoqlardagi kuchlanishni rostlash

Xo'jalik tarmoqlarda kuchlanishni rostlash juda samarali texnikaviy tadbir hisoblanadi. Bundan foydalanilganda uzatilayotgan elektr energiyasining sifatini oshirishiladi va iste'molchilardagi kuchlanish holati yaxshilanadi. Boshqa tomondan kuchlanishni rostlash tarmoqlardagi ruhsat etilgan isrofni iqtisodiy maqsadga muvofiqlik darajasigacha oshiriladi, shu tufayli liniyalarda uzatgichlarga sarf qilingan metalni hajmini kamayishiga olib keladi.

Xozirgi vaqtda xo'jalik tarmoqlarda kuchlanishni rostlash keng qo'llana boshlangan, maslan: xo'jalik elektr stansiyalarida o'rnatilgan generatorlar kuchlanishini rostlash, tarmoqlarda o'rnatiladigan kuchlanishni rostlaydigan uskunalarni har xil turdagi sig'implari bilan liniyalarga ketma-ket ulanish.

Kuchlanishi 110kV va undan yuqori kuchlanish tarmoqlarda kuchlanishni rostlagich sifatida sinxron kompesatorlar keng ko'llaniladi.

§8.1. Xo'jalik elektr stansiyalardagi generatorlarni kuchlanishini rostlagich

Qarama qarshi rostlashda yuklamalar oshib borishi tufayli generator ishlab chiqarayotgan kuchlanish oshib boradi, shu sababli liniyadagi kuchlanishni isrofi qisman qoplanadi.

Mavjud GOST asosida generatorlar nominal yuklanish bilan ishlashi mumkin bo'ladi, agar kuchlanishni ochishi +5% nominaldan tashkil qilsa. Generatorni nominal kuchlanishi tarmoqni

nominal kuchlanishidan 5% ga ortiq bo'lgani uchun generatorni kuchlanishi oshishi tarmoqdagiga nisbatan +10 - 0%. Qarama qarshi rostlash bajariladi shu yoki undan kam bo'lganda.

Tarmoqdagi kuchlanishni isrofini 5-10% ko'paytirish, qarama qarshi rostlash avtomatik xolatda bajarilishi mumkin yoki navbatchilar tomonidan qilinishi mumkin. Generatorni yuklamalari oshib borishi bilan navbatchilar tomonidan kuchlanishni rostlab boriladi.

Kuchlanishni rostlash, generatorni yuklanishi uzoq vaqt davomida oshib turganda bajarilishi uchun uni navbatchilarga uncha qiyinchilik tug'dirmaydi.

Bir xil yuklamalar ulangan xo'jalik elektr stansiyalarda avtomatik kuchlanishni qarama qarshi rostlagichlarni ishlatish qulay bo'ladi. Agar maksimal va minimal yuklanish vaqtlari to'g'ri kelmasa qarama qarshi rostlagichlardan foydalanish murakkab va maqsadga muvofiq emas, tarmoqlarda undan foydalanish solishtirma hisobidan kelib chiqiladi.

Qarama qarshi rostlagichlar shu vaqtda ishlatiladi, agar generatorlar ishlatilmagan quvvatga ega bo'lsa, ya'ni kuchlanishni oshirishdan kelib chiqadigan qo'shimcha yuklamani qoplay olmasa.

Bir nechta xo'jalik stansiyalar energotizimga ulangan bo'lsa, unda ham qarama qarshi rostlagichdan foydalanish mumkin, lekin ularni bir vaqtda ishlashini ta'minlay olish kerak, aks holda tarmoqlarda tenglashtirilgan reaktiv quvvatlarni paydo bo'lishiga olib keladi, ular esa o'z navbatida liniyalarda ortiqcha energiyani isrofiga olib keladi.

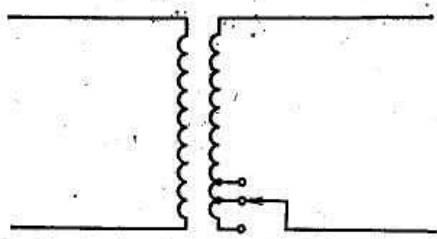
Yirik elektr stansiyalar, rayon sistemasini tashkil qilsa, ularda normal holatda ishlatganda qarama qarshi rostlagichlar ishlatilmaydi. Generatorlardagi kuchlanishlar o'zgarmas holda ishlab turiladi.

§8.2. Tarmoqlardagi kuchlanish rostlagichlar

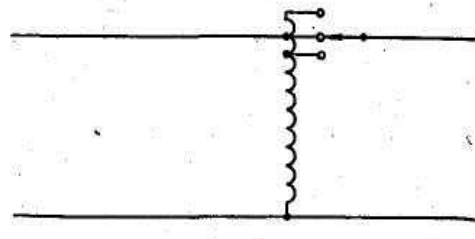
Tarmoqlarda o'rnatiladigan kuchlanish rostlagichlarni tarmoqning hoxlagan joyiga o'rnatish mumkin.

Iste'molchilarni yaqiniga o'rnatilsa yaxshi foyda beradi, lekin bu holda rostlagichlar oshib boradi va shu sababli ularning narhlari ham oshib boradi.

Xozirgi paytda rostlagichlar hisobidan avtomatik holatda kuchlanishni rostlaydigan kurilma o'rnatilgan. Transformator yoki avtotransformatorlaridan foydalaniladi.



46-rasm. Transformatorni bitta fazasi kuchlanishini yuklama ostida rostlash sxemasi



47-rasm. Avtoransformatorni bitta fazasi kuchlanishini rostlash uchun sxema

46 va 47 rasmlarda transformator va avtotransformatorlarning bir fazali sxemasida keltirilgan cho'lg'aming o'ramlari sonini o'zgartirish odatda yuqori kuchlanish cho'lg'amlarida qilinadi. Ko'rinib turibdiki bu sxemalardan foydalanish uchun maxsus transformatorlar kerak bo'ladi. Ko'pincha oddiy transformatorlardan foydalanish mumkin, lekin kuchlanishni rostlash uchun qo'shimcha avtotransformatorlaridan foydalaniladi.

Dastlab 100 kVA bo'lgan transformatorlarni kuchlanishini rostlash podstansiyadagi navbatchi orqali foydalaniladi.

Xozirgi, ya'ni 60 yillardan keyingi elektrotexnik korxonalarda quvvati 2500 kVA va undan yuqori transformatorlarda avtomatik holda rostlagich kurilmalari o'rnatiladi, TMN markali. Quvvatlari 1000, 2500, 4000 va 6300 kVA va undan yuqori transformatorlar kuchlanishini $\pm 10\%$ ($\pm 6 \times 1,5\%$) nominal kuchlanishga nisbatan, oshirish yoki kamaytirish mumkin.

TMN turidagi transformatorlar aktiv qarshilikka ega bo'lgan tez o'zgartiruvchan o'zgartkichlar bilan ta'minlangan. O'zgartkichlar oltita pog'onaga ega.

YUqorida aytib o'tganday bu o'zgartirgichlar transformatorlarning ikkilamchi cho'lg'amidagi kuchlanish har doim 105% U_n , bu esa transformatorlar tarmog'idagi kuchlanishlarni to'liq qoplay oladi. Demak texnikaviy jihatdan qarama qarshi rostlagichlar keng chegarada bajarilishi mumkin. Lekin qarama qarshi rostlashda faqat yuklamalarni maksimal quvvatidan foydalanish vaqti bir paytda foydali bo'ladi. Boshqa vaqtlarda qarama qarshi rostlash faqat +5% gacha qilinadi. Agar undan oshib ketsa ayrim iste'molchilarni ishlashi yomonlashadi.

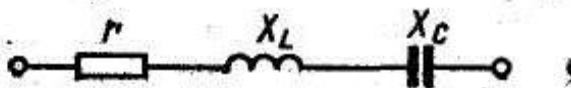
Avtotransformatorlar kuchlanishni rostlash uchun yoki Volt qo'shadigan avtotransformatorlar bir pog'onali bo'ladi. VDT-transformatorlar 6 kV havo liniyalardan uzatiladigan quvvati 660 kVA, DM bitta 7,5% U_n pog'onali bo'ladi, ular kuchlanishi oshishi kam bo'lgan tarmoqlarda o'rnatiladi. Bunday transformatorlar uzatiladigan 400 kV·A li, 10 kV va 630 kVA li - 35 kV li har bir pog'onasi 2,5%, +5 dan - 10% olti pog'onali transformatorlar ishlab chiqiladi. Ularni ishlash vaqti 40 sekundan – 240 sekundgacha bo'ladi.

Xozirgi vaqtda kuchlanishi 10/0,38 yoki 6/0,38kV li quvvati 100 kV·A avtomatik holatda rostlagich transformatorlar energetika sanoatida chiqarilayapti. Ularni konstruksiyalari oddiy transformatorlardan farq qilmaydi, lekin yuqori cho'lg'amidagi o'ramlar sonini +5%, 0: - 5% o'zgartirish avtomatik holatda bajariladi. SHunday qilib bunday transformatorlar bir pog'onaga o'zgartiriladi, ya'ni 5%.

Transformatorni cho'lg'amlarini o'ramini o'zgartirishi maxsus o'zgartirish yordamida zanjirni uzmay bajariladigan qurilmaga ega bo'ladi. Uni murakkabligi va qimmatligiga qarshi 35/10 kV yoki 110/10 kV transformatorlar o'rnatish katta iqtisodiy yutuqlarga olib keladi. Bunday transformatorlarni ko'p quvvatli, uzoq masofada joylashgan iste'molchilarni energiya bilan ta'minlovchi transformatorlarda o'rnatish iqtisodi qulaylikka olib keladi.

Kuchlanishni isrofini liniyalarda qoplash uchun ketma-ket ulangan sig'implardan foydalaniladi (48-rasm). Sig'implar ulangan liniyalardagi kuchlanishni isrofi

$$\Delta U = \sqrt{3} I [r \cdot \cos \varphi + (X_L - X_C) \sin \varphi] \quad (127)$$



48-Rasm. Sig'implarni liniyaga ketma-ket ulanish sxemasi.

Liniyadagi kuchlanishni isrofini kamayishi yuklamani quvvat koeffitsientiga bog'liqligi tenglamadan ko'rinib turibdi. Agar quvvat koeffitsienti birga qancha yaqin bo'lsa, unda sig'imni liniyadagi qoplash hususiyati nolga yaqinlashib boradi.

Xo'jalik elektr tarmoqlarni kuzatish shuni ko'rsatdiki, ularni quvvat koeffitsientlari maksimal yuklanishida 0,7-0,9 tashkil qiladi, shuning uchun sig'implarni tarmoqqa ketma - ket ulanishi katta ahamiyatga ega bo'ladi.

Ketma-ket ulangan sig'implarni asosiy yaxshi sifati uning qoplash darajasini tokka bog'liqligi. SHuning uchun yuklamalarni oshib borishi bilan kuchlanishni isrofini qoplash ham oshib boradi.

Sig'implar tarmoqni normal holatda ishlashida ularni nominal kuchlanishini 5-20% tashkil qiladi, tarmoqni nominal kuchlanishidan ancha kam standart kuchlanish asosida qabul qilishadi. Ammo qisqa tutashuvdagi hamma tarmoqlardagi kuchlanishlar, sig'imga keltirilgan bo'ladi. Ular ortiqcha yuklamalarga bardosh beradigan bo'ladi va 3,5 qirrali ortiqcha kuchlanishlarni 2,0 sekund davomida chidab bera oladi, 2,5 karrali yuqori kuchlanishlarni 30 sekund davomida chidab bera oladi. SHuning uchun ko'p holatlarda himoyasiz ishlay oladi.

Undan ortiq yuqori kuchlanishlarda sig'imni himoya qilish kerak bo'ladi.

Ketma-ket ulangan sig'implarni uchqun oralig'i bilan himoya qilish mumkin. Ular sig'implarni kuchlanishlari oshib borishi bilan havo oralig'i orqali himoya qila oladi.

Kuchlanishi 35kV gacha bo'lgan tarmoqlarda ketma-ket ulangan sig'implarda kuchlanishlar odatda 1-3kV ni tashkil qiladi. SHuning uchun barqaror ishlaydigan uchqun oraliqlarni tuzishi qiyinlashadi.

Agar qisqa tutashuv toklari katta bo'lmasa, unda havo oraliqlar gaz to'ldirilgan razryadniklar bilan almashtiriladi.

Ketma ket ulangan sig'implarni quvvatini aniqlash quyidagicha bajariladi.

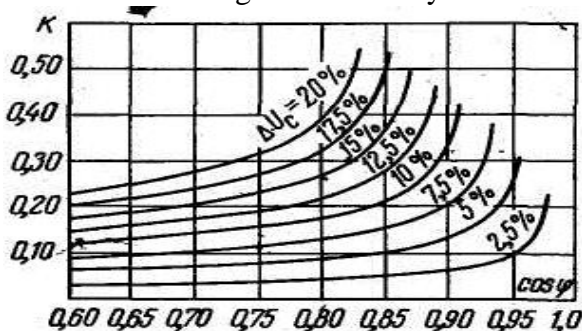
$$Q_c = K \cdot S \quad (128)$$

bunda: S – sig'im o'rnatilgan liniyadan o'tayotgan quvvat; K - bu koeffitsient quyidagi ifoda asosida aniqlanadi. .

$$K = \sin \varphi - \sqrt{\frac{1}{(1 + \Delta U_c)^2} - \cos^2 \varphi} \quad (129)$$

bu erda: ΔU_s – kuchlanishni ko'shilish kiymatini tarmoqdagi nominal kuchlanishni nisbatan; φ – maksimal holatiga nisbatan yuklamani fazasini siljish burchagi.

Hisoblash ishlarini soddalashtirish uchun grafiklardan foydalanish mumkin (49-rasm).



49-rasm. Ketma-ket ulanadigan sig'implarning nisbiy quvvatini yuklamani quvvat koeffitsientiga bog'liqligi

bunda $K=f(\cos \varphi)$ har xil ΔU_s .

Sig'implarni tanlash uchun, ularni reaktiv qarshiligini topish kerak.

$$X_c = \frac{Q_c}{3I^2} \quad (130)$$

bunda: $I = \frac{S}{\sqrt{3}U}$

Sig'im shunday tanlanadi, ularni qarshiligi hisoblangan qarshilikka yaqin bo'lishi kerak, lekin hisoblangan qarshilikdan kam bo'lmasligi kerak.

Haqiqiy kuchlanishni qo'shilishi qabul qilingan sig'im uchun

$$\Delta U_c^1 = \lambda \sin \varphi - \frac{1}{2} \lambda^2 \cos^2 \varphi$$

bu erda: $\lambda = \lambda = \frac{\sqrt{3}U_{cc} \cdot I}{U_e \cdot I_c}$

bunda: U_s va I_s – sig'imni nominal kuchlanishi va toki; U_{vx} va I – sig'imga kirishdagi kuchlanish va tarmoqdagi tok.

Bir manbaaga yagona iste'molchi ulangan tarmoqlarda sig'imni ketma-ket ulanish joyini ahamiyati bo'lmaydi, lekin ularni liniyani oxirida ulash ancha yaxshi bo'ladi. CHunki bunday hollarda qisqa tutashuvlar ko'pincha sig'im o'rnatilgan joygacha yuz beradi. SHu tufayli yuqori kuchlanishlar kamrok ta'sir qiladi.

Agar yuklanishlar liniya bo'yicha taqsimlangan bo'lsa, unda sig'implarni o'rnatish joylari shunday tanlanishi kerak, u erdagi kuchlanishni oshish darajasidan oshmasligi kerak.

Sig'implarni paralel yoki ketma-ket ulanishida ham liniyadagi kuchlanishni isrofini qoplay oladi, bu ifodadan ko'rinib turibdi.

$$\Delta U = \frac{P \cdot u + (Q_L - Q_C) \cdot X}{U_H} \quad (131)$$

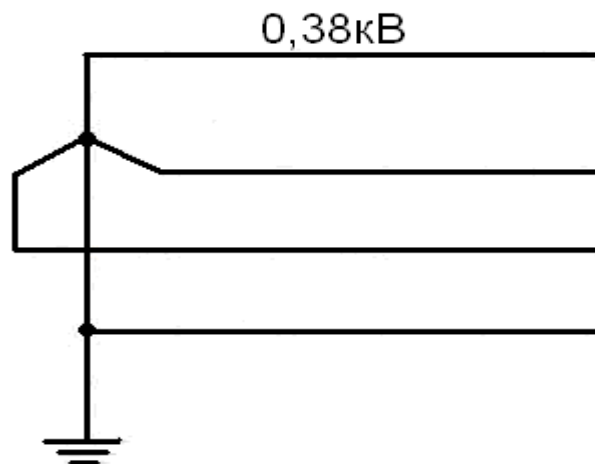
bu erda: R – yuklamani aktiv quvvati; Q_L – yuklamani reaktiv quvvati; Q_s – sig‘imni quvvati
Ko‘pincha ketma-ket ulanishda sig‘imni reaktiv quvvati, ularni paralel ulanishiga qaraganda, kamroq kerak bo‘ladi. Undan tashkari ketma-ket ulanganda ularni qoplashni samarasi ham oshib boradi, yuklamalar oshib borishi bilan bu hol ularni paralel ulanishi kuzatilmaydi. SHu hususiyatlari qarab sig‘imlarni ketma-ket ulanishlari tavsiya qilinadi. Sig‘imlarni ketma –ket ulanishi ko‘p chet- el davlatlarida ham ishlatiladi.

Nazorat uchun savollar.

1. Xo‘jalik tarmoqlaridagi kuchlanishni rostlashdan maqsad nima?
2. Tarmoqdagi kuchlanishni isrofini 5-10% ko‘paytirish kimlar tomonidan amalga oshiriladi?
3. Tarmoqlarda o‘rnatiladigan kuchlanish rostlagichlarini qaerga o‘rnatish mumkin?
4. Kuchlanishni isrofini liniyalarda qoplash uchun nimalardan foydalaniladi?

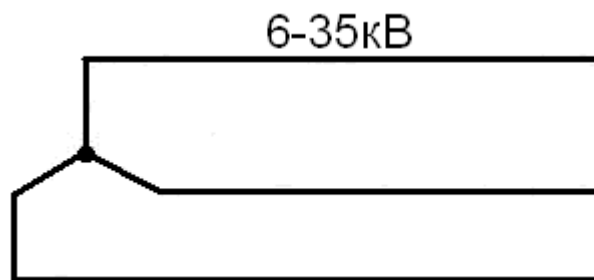
9-Bob. Qisqa tutashuv toklar va erga ulanish. Umumiy tushunchalar

Uch fazali elektr tarmoqlari izolyasiyalangan va (erlashgan) neytrallarda ishlashi mumkin. Elektr tarmoqlaridagi neytralni tanlash uning nominal kuchlanishiga bog‘liq ravishda olinadi. 380 V kuchlanishli 3 kator faza simlar bo‘lgan tarmoqlarga 4-simni, ya’ni nulaviy sim joylashtiriladi. Nulaviy sim liniya boshi va oxirini va oraliq nuqtalarni erga tutashtirish vazifasini bajaradi. SHu jumladan 380V kuchlanishda bevosita erlangan neytrali tarmoq quriladi.



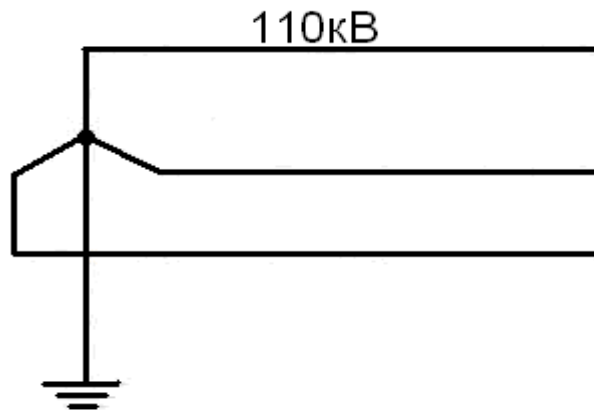
50-Rasm. 0,38 kV. Xavo tarmog‘ini sxemasi

6,10,20 va 35kV kuchlanishli tarmoqlarda teskarisi, ya’ni neytral erdan izolyasiya qilingan va liniya faqat 3ta faza simlariga ega bo‘ladi



51-Rasm. 6-35kV.Xavo tarmoqlarini sxemasi

110kV kuchlanishli tarmoqlar va undan kattalarida 3 ta faza simlari tortilsada, lekin transformatorning neytral qismi erga tutashtiriladi:



52-Rasm. 110kV.Xavo tarmoqlarini sxemasi

Elektr uskunalarning normal ishlashini buzadigan sabab-ularidagi qisqa tutashuvlar.

Qisqa tutashuv deb normal sharoit bo'lmaganda fazalar orasidagi tutashuvi (zamlanie) yoki bitta va undan ortiq fazalarning er yoki nulaviy sim bilan tutashib qolishi aytiladi.

Izolyasiyali neytral tizimlarda fazalardan birining erga tutashuvi qisqa tutashuv hisoblanmaydi. Lekin bir vaqtning ichida ikkita fazaning er bilan tutashuvini vujudga keltiradi. Buning natijasida tarmoqdagi tok kuchi birdaniga oshib ketadi.

Qisqa tutashuv sabablari turli xil bulishi mumkin. Birinchidan izolyasiyaning atmosfera ta'siri tufayli buzilishi yoki yukori kuchlanishli tarmoqlarda yukori kuchlanishlar ta'sirida bulishi mumkin. Bundan tashkari mexanik buzilish xolatlarida qisqa tutashuv bo'ladi.

Qisqa tutashuv vaktida katta tok tufayli simlarning kizishi ortib ketib, simlarning izolyasiyalarini buzilishiga olib keladi.

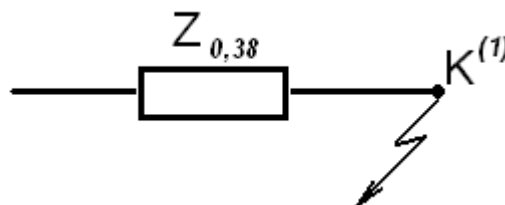
YOmon xolatlarni kamaytirish uchun, shu xolatlardagi hosil bo'ladigan toklarni aniqlash va qisqa tutashuv tokini hisoblashni bilish kerak.

Qisqa tutashuv tokining maksimal qiymatini topish uchun quyidagi shartlarga rioya qilamiz:

1. Xamma iste'molchilar ishga tushirilgan va nominal yuklama bilan ishlamoqda.
2. Elektr stansiyalarining xamma sinxron generatorlari RAU ga ega o'yg'atish forsirovkasi bor.
3. Tarmoqning xar bir pog'onasidagi hisobiy kuchlanish nominal kuchlanishdan 5% ortiq.
4. Magnit tizimlari to'yingan.
5. Tizimdagi xamma elementlarning induktiv qarshiligi hisobga olinadi. Aktiv qarshilik induktiv qarshilikdan 0,33 marta ko'p bo'lsa shundagina hisobga olinadi. SHuning uchun u kichik yuzali simlarda hisobga olinadi.
6. «Magnitlangan» toklarni xam induktiv qarshilik sifatida qabul qilinadi.
7. Qisqa tutashuv joyidagi qarshilikni nolga teng deb olinadi.
8. Qisqa tutashuv vaktida elektrostansiya yaqinidagi generatorlarning aylanish chastotasi o'zgarmas bo'lib koladi.

§ 9.1. Hisobiy sxemalarni tuzish.

Qisqa tutashuv tokini hisoblash uchun xar kandy elektr tarmogining sxemasini uning eng sodda ko'rinishiga keltirish kerak:



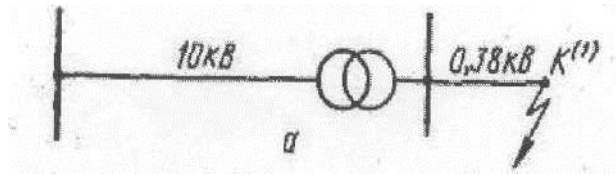
53-Rasm. Tarmoqni echim sxemasi.

U xolda qisqa tutashuv toki:

$$I_{km} = \frac{E_s}{\sqrt{3Z_s}} \quad (132)$$

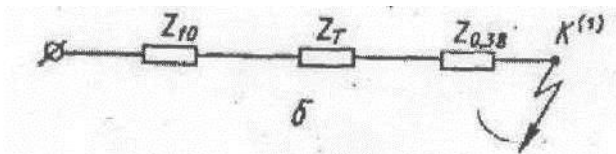
Bu erda E_e va Z_e - EYUK va qarshilikning ekvivalent qiymatlari.

Qo'yidagi qisqa tutashgan zanjirli sxemani ko'rib chiqamiz, sxema generator, ikkita transformator va ikki liniya uchastkasidan iborat: (a-rasm).



54-Rasm. Elektr tarmoqni sxemasi.

Zanjirdagi har bir element (unsur) o'zining qarshiligi Z bilan ifodalanish mumkin, (b-rasm)



55-Rasm. Tarmoqni echish sxemasi.

Ekvivalent qarshilikni topish uchun, xamma qarshiliklarni bitta "bazis" deb ataluvchi kuchlanishga keltirishi kerak. Bazis kuchlanish U_b deb shunday nominal kuchlanishi tushuniladiki u qo'yidagi qiymatlarga 1,05 (6,3; 10,5; 21; 37kV va xokazo) ko'paytirilgan bo'ladi.

Keltirilgan qiymatlar qo'yidagi ifodalarda bilan topiladi:

$$\dot{E} = E \frac{U_\delta}{U_n} \quad (133)$$

$$\dot{I} = I \frac{U_n}{U_\delta} \quad (134)$$

$$\dot{Z} = \frac{\dot{E}}{\sqrt{3}\dot{I}} = \frac{U_\delta U_\delta E}{U_n U_n \sqrt{3}I} = Z \left(\frac{U_\delta}{U_n} \right)^2 \quad (135)$$

Bu ifodalarda U_n – nominal kuchlanish, 1,05 ga ko'paytirilgan. Sxemaning keltirilgan ekvivalent qarshiligi:

$$\dot{Z}_s = \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + \dot{Z}_3 + \dot{Z}_4 + \dot{Z}_5$$

Bu xollarda kattaliklar nisbiy birliklar nisbiy birliklarda ifodalanadi. Bazis birligi sifatida bazisli quvvat S_b qabul qilingan. Ikkinchi birlik etib U_b bazisli kuchlanishi qabul qilingan, odatda bazis qilib nominal kuchlanishni 1,05 ga ko'paytirilgan qiymati qabul qilingan.

Bazisli quvvat $S_\delta = \sqrt{3}U_\delta I_\delta \quad (136)$

Bazisli tok $I_\delta = \frac{S_\delta}{\sqrt{3}U_\delta} \quad (137)$

Bazisli qarshilik $Z_\delta = \frac{U_\delta}{\sqrt{3}I_\delta} = \frac{U_\delta^2}{\sqrt{3}U_\delta I_\delta} = \frac{U_\delta^2}{S_\delta} \quad (138)$

Nisbiy kattaliklarning qiymatlari qo'yidagi ifodalarda bilan topiladi:

$$E_{*(\delta)} = \frac{E}{E_{\delta}} \quad (139)$$

$$U_{*(\delta)} = \frac{U}{U_{\delta}} \quad (140)$$

$$I_{*(\delta)} = \frac{I}{I_{\delta}} \quad (141)$$

$$S_{*(\delta)} = \frac{S}{S_{\delta}} = \frac{\sqrt{3}UI}{\sqrt{3}U_{\delta}I_{\delta}} = U_{*(\delta)}I_{*(\delta)} \quad (142)$$

$$Z_{*(\delta)} = \frac{Z}{Z_{\delta}} = \frac{\sqrt{3}I_{\delta}}{U_{\delta}} Z = \frac{S_{\delta}}{U_{\delta}^2} Z = \frac{\sqrt{3}I_{\delta}}{U_{\delta}} \frac{U}{\sqrt{3}I} = \frac{U}{\sqrt{3}I} = \frac{U_{*(\delta)}}{I_{*(\delta)}} \quad (143)$$

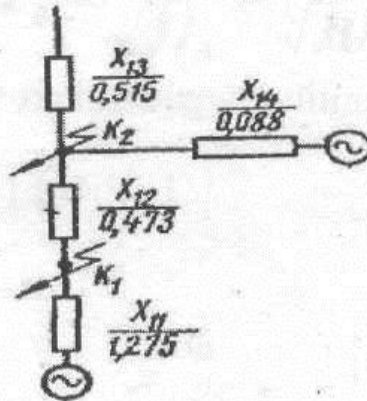
Elektr mashinalar va apparatlar uchun pasportidagi qarshilik nisbiy birliklarda beriladi:

$$Z_{*(H)} = \frac{Z}{Z_H} = \frac{Z\sqrt{3}I_H}{U_H} = Z \frac{S_H}{U_H} \quad (144)$$

bundan, $Z = Z_{*(H)} \frac{U}{\sqrt{3}I_H} = Z_{*(H)} \frac{U_H^2}{S_H}$ (145)

$$Z_{*(\delta)} = \frac{Z}{Z_{\delta}} = Z_{*(H)} \frac{I_{\delta}}{I_H} \frac{U_H}{U_{\delta}} = Z_{*(H)} \frac{S_H}{S_{\delta}} \frac{U_H^2}{U_{\delta}^2} \quad (146)$$

Qo‘yidagi berilgan sxemada EYUK ning ekvivalent qiymatini topish kerak.



56-Rasm. Ekvivalent E.YU.K. aniqlash sxemasi

“TOE” dan biz o‘rganganimizki, manba bir xil EYUK ga ega bo‘lsa $E_1=E_2=E_3$, u holda $E_e=E_1=E_2=E_3$ deyilgan. Lekin ko‘pgina holda $E_1 \neq E_2 \neq E_3$, u holda ekvivalent EYUK E_e ni qo‘yidagicha topish mumkin. Sxemadagi ekvivalent o‘tkazuvchanlik quyidagicha.

$$\frac{1}{Z_e} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} \quad \gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 \quad (147)$$

ekvivalent tok

$$I_3 = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{E_3 - U_A}{Z_3} = \frac{E_1 - U_A}{Z_1} + \frac{E_2 - U_A}{Z_2} + \frac{E_3 - U_A}{Z_3} \quad (148)$$

yoki, umumlashtirib, shunga ega bo‘lamiz.

$$E_3 \frac{1}{Z_3} = U_A \left(\frac{1}{Z_3} - \frac{1}{Z_1} - \frac{1}{Z_2} - \frac{1}{Z_3} \right) + E_1 \frac{1}{Z_1} + E_2 \frac{1}{Z_2} + E_3 \frac{1}{Z_3} \quad (149)$$

qavs ichida ifoda nolga teng va u holda ekvivalent EYUK qo‘yidagicha teng:

$$E_3 = \frac{E_1 \frac{1}{Z_1} + E_2 \frac{1}{Z_2} + E_3 \frac{1}{Z_3}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}} = \frac{E_1 Y_1 + E_2 Y_2 + E_3 Y_3}{Y_3} \quad (150)$$

Transformatorni umumiy qarshiligi nisbatan birligida uni nominal quvvatiga karaganda.

$$Z^{*(n)} = \frac{U_{\kappa} \%}{100} \quad (151)$$

bunda U_{κ} – Transformatorni qisqa tutashuvdagi kuchlanishi qiymati protsent hisobida.

Transformatorlarni aktiv qarshiligi “ch” uni induktiv qarshiligiga karaganda, kam miqdorini tashkil qilishini inobatga olganda, uni qarshiligini teng deyish mumkin.

$$X^{*(n)} \equiv Z^{*(n)} = \frac{U_{\kappa} \%}{100} \quad (152)$$

Transformatorni qarshiligi, nisbatan birligida bazis quvvatiga keltirilgani.

$$X^{*(b)} = X^{*(n)} \frac{S_{\delta}}{S_H} \cdot \frac{U_H^2}{U_{\delta}^2} \quad (153)$$

Xavo va kabel tarmoqlarini induktiv qarshiligi X_0 simlarni yuzasiga bog‘liq bo‘lmaydi, shuning uchun 0,38kV liniyalarni bir kilometr uzunlik qarshiligini 0,35 Om/km. 6-220kV uchun – 0,40 Om/km, 6-10kV kuchlanishli kabel liniyalarini ch_0 – simlarni kesim yuzasi va ularni

materiallari asosida aniqlanadi, ya’ni $ch_0 = \frac{\ell}{8 \cdot F}$.

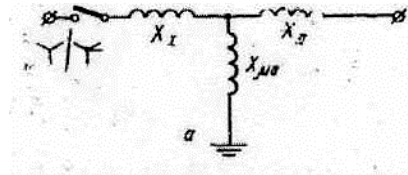
Umumiy qarshiliklarni xavo liniya va kabel tarmoqlari uchun bazis quvvatga keltirilgani

$$Z^{*(b)} = Z_0 \ell \frac{S_{\delta}}{U_{\delta}^2} \quad (154)$$

Reaktorlarni induktiv qarshiligi odatda nisbat qiymatda beriladi (yoki protsent %) uni nominal quvvatiga yoki nominal tokiga. Bu qiymat nisbatan birligidagi, bazis quvvatga keltirilganda

$$X_{x(\delta)} = X_{x(H)} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_H} \cdot \frac{U_H^2}{U_{\delta}^2} = X_{x(H)} \frac{J_{\delta}}{J_H} \cdot \frac{U_H}{U_{\delta}} \quad (155)$$

Qisqa tutashuv zanjirlarida generatorlardan tashqari 3 xil element bo‘lishi mumkin: transformator, xavo va kabel liniyalarning simlari va reaktorlar. Ularning qarshiligi quyidagicha topiladi.



57-Rasm. Ikki chulgamlittransformatorni hisoblash sxemasi

Ikki o‘ramli transformator, nisbatan echmidagi qarshiligi uni nominal quvvatiga keltirilganda

$$Z^{*(H)} = \frac{U_{\kappa} \%}{100}$$

$$x^{*(H)} = Z^{*(H)} = \frac{U_{\kappa} \%}{100}$$

$$x^{*(\delta)} = x^{*(H)} \frac{S_{\delta}}{S_{HH}} \frac{U_H^2}{U_{\delta}^2}$$

$$Z^{*(\delta)} = Z_0 L \frac{S_{\delta}}{U_{\delta}^2}$$

§ 9.2. Kisqa tutashuvning boshlanrich davri.

Elektrotexnika kursidan ma'lumki, quyidagi differensial tenglama o'rinli:

$$U = i_r + L \frac{di}{dt}$$

bu erda; i va U - tok va kuchlanishning bir damdagi (oniy) qiymati;
 t - zanjirga kuchlanish berilgandagi vaqt.

Bu tenglamani echish zanjiridagi i_k qisqa tutashuv tokini topishga qulaylik yaratadi:

$$i_k = \frac{U_{\max}}{Z} \varpi \sin(\omega t + a - \varphi_k) + K_e e^{-\frac{r}{L}t} =$$

$$= I_{n \max} \sin(\omega t + a - \varphi_k) + K_e e^{-\frac{r}{L}t} = i_g + i_a \quad (156)$$

bu erda; i U - tok va kuchlanishning bir damdagi (oniy) qiymati;
 t - zanjirga kuchlanish berilgandagi vaqt.

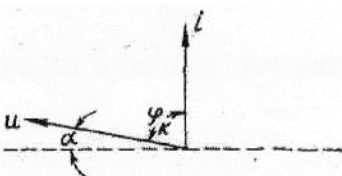
Bu tenglamani echish zanjirdagi i_k qisqa tutashuv tokini topishga qulaylik yaratadi :
 bu erda :

U_{\max} - zanjirga berilgan sinusoidal kuchlanishning maksimal qiymati ;

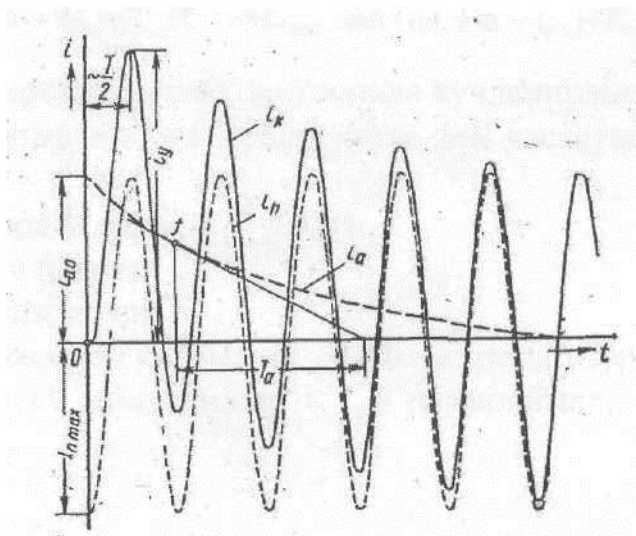
Z - zanjir qarshiligi;

$\omega - 2\pi f$ - o'zgaruvchan tok chastotasi;

a - U kuchlanishdagi faza burchagi;



58-Rasm. Qisqa tutashuvni boshlangich davridagi qisqa tutashuv tokini periodik qismini maksimal qiymatiga ega bo'lish sharti.



59-Rasm. Qisqa tutashuv toklarni, aperiodik qismini maksimal qiymatidagi ko'shimchalari.

φ_k $q90^0$ - i_k va U orasidagi siljish burchagi;

K - doimiy, sharoitga bog'liq;

E - natural logarifmining asosn;

$I_{n \max}$ k.t. tokinig maksimal kiymagi(7.20) dan kurinib turibdunki, -nkki qismdan tashkil topgan-davriy sinusoidal i_n va (aperiodik) so'navchi eksponetsial qismlaridan iborat.

“K” kattalikni topish uchun (7.20) tenglamani $t \geq 0$ bo‘lgan moment vaqtida ko‘rib chiqamiz;

$$i_{ko} = i_{no} = i_{po} + i_{AO} = I_{p \max} \sin(a - \varphi_k) + K \quad (157)$$

bu erda, i_{ns} - $t \geq 0$ dagi qisqa tutashuv bo‘lmagandagi yuklama toki.
Bundan doimiylik,

$$Kq_{ias} q_{ino} - i_{po} \quad (158)$$

boshqa tomonidan, L/r nisbati (aperiodicheski) s.t. toki ekponetsial egri chizig‘ining vaqt doimiysi T_a

$$T_a = \frac{L}{r} = \frac{x}{\omega \omega r} \quad (159)$$

oxirgi natijalovchi tenglama quyidagicha:

$$i_k = i_p + i_A = I_{p \max} \sin(\omega t + a - \varphi_k) + i_{ao} e^{-t/T_a} \quad (160)$$

(7.21) dan ko‘rinib turibdiki, agar $i_{no} = 0$ bo‘lsa,

$$i_{ao} = -i_{po}$$

agar zanjirda tok yuklamasi bo‘lsa, i_{no} kamayadi.

$t \geq 0$ dagi davriy yig‘indining qiymatining eng kattasi quyidagicha bo‘ladi:

$$i_{ao} = I_{n \max}$$

bu rasmdagi diagrammadan ko‘rinib turibdiki, $\varphi_k = 90^\circ$ deganidagi λ_{q0} deb xisoblanib, qisqa tutashuv toki quyidagicha teng:

$$i_{ko} = I_{p \max} \sin(-90) + I_{p \max} = 0$$

qisqa tutashuv davrida qisqa tutashuv tokning bir damdagi eng katta (oly) qiymati - zarba toki (udarnim) deb ataladi. U $t = 0,01$ C bo‘lgan vaqtda kuzatiladi. Unda (7.23) tenglamadan

$$i_u = I_{n \max} \sin(180^\circ + 0 - 90^\circ) + I_{n \max} e^{-0,01/T_a} = I_{n \max} (1 + e^{-1,01/T_a}) + K_u I_{n \max} \quad (161)$$

zarba koeffitsenti k_y - zarba tokini qanchalik katta maksimal qiymatiga egaligini ko‘rsatadi. Uning qiymati faqat T_a vaqt doimiysiga bog‘liq, o‘z navbatida T_a uzinduksiya koeffitsenti L va aktiv qarshilik r nisbatiga bog‘liq. L/r ga nisbati nazariy jixatidan 0 - ga teng deyilasa, $L = 0$ deb olinadi, agar ∞ cheksiz bo‘lsa, $r = 0$ deyiladi. Bu xollarda zarba koeffitsenti birdan ikkigacha o‘zgaradi. Ko‘pgina real tarmoqlarda zarba koeffitsenti $k_y = 1,8$ deb olinadi.

Qishloq xo‘jalik elektr tarmoqlari uchun xam $k_y = 1,8$ kuchlanish 110 kV va undan ham ko‘p bo‘lganda. 35 kV va 10 kV shinalarda qisqa tutashuv bo‘lganda $k_y = 1,5$; 10kV va 0,38 lilarida $k_y = 1$ deb olinadi.

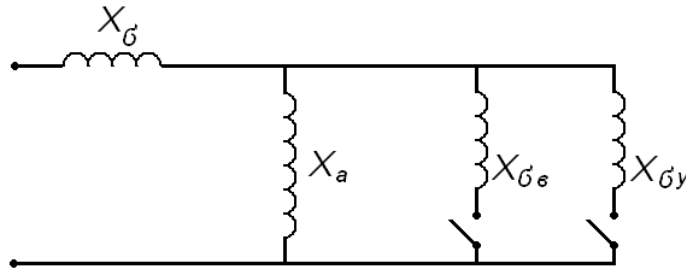
Bu xollardagi kiska tutashuv toki I_y qiymati:

$$I_y = I_n \sqrt{1 + 2(k_y - 1)^2} \quad (162)$$

bu erda: I_n - davriy kiska tutashuv toki ta’sir etuvchi qiymati. Agar $k_y < 2$ bo‘lsa, u xolda

$$1 < I_y / I_n < \sqrt{3} \quad \text{bo‘ladi.}$$

Keltirilgan xamma fikrlar qisqa tutashuv vaqtida kuchlanish o‘zgarishsiz bo‘lgan xoldagina ta’luqli. Bu qishloq xo‘jalik elektr tarmoqlari uchun ko‘proq tegishli. Agar qisqa tutashuv elektr stansiya yaqinida sodir bo‘lsa, sinxron generatorlar va chulramlariga qisqa tutashuv toki ta’siri natijasida uning qismlarida kuchlanish o‘zgarib ketadi. Sinxron generatorning bitta fazasini soddalashatirilgan sxema asosida ko‘rib chiqamiz.



60-Rasm. Sinxrongeneratorni 1 ta fazasini soddalashtirilgan sxemasi.

bu sxemada quyidagi qarshiliklar berilgan:

X_b - stator chulramining (rasiyaniya) reaktivligi.

X_a -stator chulramining reaksiya reaktivligi

X_{ba} - uyrotish chulgaminging (rasiyaniya) reaktivligi.

X_{bu} - tinchlantiruvchi chulgam (rasiyaniya) reaktivligi.

Qisqa tutashuvni boshlang'ich davrida generatorni hamma cho'lg'amlarida magnit oqimlari hosil bo'ladi. Agar sxemada keltirilgan uzgichlarni ikkalasi ham o'lgan bo'lsa, unda umumiy induktiv qarshiliglarini aniqlanish mumkin. Bu qarshilik, o'ta o'tish qarshiligi deyiladi.

$$X^{11}_d = X_G + \frac{1}{\frac{1}{X_a} + \frac{1}{X_{Gb}} + \frac{1}{G_y}} \quad (163)$$

Tinchitish cho'lg'amidagi magnit oqimlari, juda qisqa vaqt ichida ya'ni bir necha soniya ichida so'ndiriladi. Bu reaktiv zanjiridagi X_{ay} uzgichni uzilishidan muvofiq bo'ladi. Unda generatorni qarshiligini o'tish qarshiligi deb ataladi

$$X^1_d = X_G + \frac{1}{\frac{1}{X_a} + \frac{1}{X_{Gb}}} \quad (164)$$

Magnit oqimi 2-5 soniya ichida so'nadi o'ygatish cho'lg'amida, shu bilan generator statsionar rejimiga o'tadi va uni qarshiligi sinxron qarshilikka tenglashadi:

$$X_d = X_G + X_a \quad (165)$$

Bundan ko'rinib turibdiki sinxron generatorni o'ta-o'tish qarshiligi, o'tkich qarshiligidan ham u esa sinxron qarshiligidan kam bo'ladi, ya'ni

$$X^{11}_d < X^1_d < X_d.$$

Quvvati 50-100 MV·A li trubageneratorlar uchun qarshiliklarni o'zaro munosabatlari
 $0,125 < 0,21 < 1,72$.

Tinchitish cho'lg'amga ega bo'lgan generatorlar, qisqa tutashuv davrida, o'ta-o'tkich qarshilikka va o'ta-o'tkich (E^{11}_d) elektr yurituvchi kuchga ega bo'ladi. Demak qisqa tutashuvni boshlang'ich davrida o'ta-o'tkich tok hosil bo'ladi.

$$I^{11}_{*d} =$$

ΣX^{11}_{*d} - qisqa tutashuvgacha bo'lgan yigindi o'ta-o'tkazgich induktivligi oldin keltirilgan tenglamalarga I_n o'rniga I^{11} ko'rsak. Unda zarba tok

$$I_y = I^{11}_{\max} K_y = I^{11}_{\max} \left(1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}} \right) \quad (166)$$

Qisqa tutashuvni eng katta ta'sir etuvchi toki.

$$I_y = I^{11} \sqrt{1 + 2(K_y - 1)^2} \quad (167)$$

§ 9.3. 1 kV dan yuqori kuchlanish bo'lgan qishloq xo'jaligi tarmoqlarida qisqa tutashuv tokini topish.

Agar yuqori kuchlanishli qishloq xo'jaligi tarmog'i qishloq elektr stansiyasidan ta'minlansa, u xolda qisqa tutashuv tokining kuchi gidroelektrostansiyalar uchun belgilangan hisobiy egri chiziqlar orqali topish mumkin. qoidaga asosan liniya simlarining aktiv qarshilgini hisobga olish kerak, shu bilan birga zanjirdagi umumiy qarshilikning modul qiymatini topish kerak.

Deyarli xamma qishloq tarmoqlarini quvvati davlat elektrostansiya generatorlaridan qisqa tutashuv nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar nisbiy birlikda bir necha marta ko'p. SHuning uchun hisobiy egri chiziqlar bu erda qo'llanilmaydi, qisqa tutashuv qiymati Om qonuni asosida topiladi.:

$$I^{11} = I^1 = I_{\infty} = I_{\kappa} = \frac{U}{\sqrt{3Z_{\Sigma}}} \quad (168)$$

bu erda U - shinalardagi kuchlanish
Nisbiy birliklarda qisqa tutashuv toki.

$$I^{*k(b)} = \frac{1}{Z^{*\Sigma(\delta)}} \quad (169)$$

Agar $I_{k.s}$ yoki $S_{k.s}$ qisqa tutashuv qiymatlari berilgan bo'lsa unda qisqa tutashuv tokini aniqroq topish mumkin. Unda tizimni qarshiligini.

$$X_c = \frac{U}{\sqrt{3I_{k.c.}}} = \frac{U^2}{S_{k.c.}} \quad (170)$$

A nisbiy qarshilikni $X_{c(\delta)} = \frac{1}{I_{k.c.(\delta)}^*} = \frac{1}{S_{k.c.(\delta)}^*}$ tizim qarshiligini orqat

induktiv qarshilik deb qabul qilinadi.

Unda qisqa tutashuv toki

$$I_{k.(\delta)}^* = \frac{1}{X_{c(\delta)}^* + Z_{k.(\delta)}^*} \quad (171)$$

Agar energotizimga ulangan nuqtadagi qisqa tutashuv tokini qiymati noaniq bo'lsa, unda moy yoki havo uzgichlarini turini aniqlab, katalogdan ularni uzish tokini yoku uzish quvvatini aniqlaymiz, va ularni ulanish nuqtada qisqa tutashuvni quvvati yoki toki deb qabul qilinadi.

YUkorida aytilgandek, tarmoqlardagi qisqa tutashuvni qiymatiga xavo liniyani qarshiligi ko'p ta'sir qiladi. Rangli metallardan qilingan simlarni yuzasiga karab aktiv qarshilglarni xam inobatga olish kerak bo'ladi, va umumiy qarshiligi aniqlanadi.

Ko'pchilik xolda xo'jalik tarmoqlarida po'lat simlar ishlatiladi. SHuni uchun bunday liniyalarda aktiv va asosan ichki induktiv qarshiliklar ulardan o'tayotkan toklarga bog'liq bo'ladi.

Bu bog'liq uchinchi bobda (-rasmida keltirilgan o'tayotgan toklar asosida rasmlarda keltirilgan grafiklar asosida «ch» aktiv va X_0 – induktiv qarshiliglar, aniqlanadi va sirtki induktiv qarshiligini $X_0^1=0,4$ Om/km deb qabul qilingan xolda simni to'lik qarshiligi topiladi.

$$Z_0 = \sqrt{z_0^2 + (x_0^2 + (x_0^1 + x_0^{11})^2)}$$

va shu qarshiligi asosida qisqa tutashuv tok aniqlanadi

$$I_{k-1} = \frac{U}{\sqrt{3 \bullet \ell \bullet \sqrt{z_0^2 + x_0^{11}}}} = \frac{U}{\sqrt{3Z_{\Sigma 1}}} \quad (172)$$

Qisqa tutashuv tokni ya'na grafo-analitik usuli bilan aniqlash mumkin.

Buni uchun «U» tokni qiymatini bir necha marta o'zgartirib, ularni xar bir qiymati uchun Z_{Σ} qarshilik topiladi va shular asosida $\sqrt{3I \bullet Z_{\Sigma}} = f(J)$ grafigi ko'riladi.

Tarmoqni nominal kuchlanishi bilan tuzilgan grafikni kesilish nuqtasi tarmoqdagi qisqa tutashuv tokini qiymatiga teng bo'ladi.

Po'lat simlarni turlarini 1km uzunligini aktiv – Z_0 va ichki induktiv – X_0^{11} qarshiliklari quyidagi jadvalda keltirilgan

Simlarni markasi	Po'lat simlarni o'rtacha aktiv va ichki induktiv qarshiliglarini qiymatlari Om/km	
	Z_0	X_0^{11}
Ps 04	13.0	5.6
Ps 05	11.0	5.6
J 6	9.0	4.6
Ps 25	6.2	1.4
Ps 35	4.5	1.2
Ps 50	3.4	0.8
Ps 70	2.1	0.5
Ps 95	1.7	0.2

§ 9.4. Nosimmetrik qisqa tutashuv .

Elektr tarmoqlarida ko'pincha no'simmetrik qisqa tutashuv bo'lib turadi , ikki fazali va bir fazali nosimmetrik qisqa tutashuvlarga ko'proq e'tibor qaratiladi .380 220 V kuchlanishli uch fazali qishloq xo'jaligi tarmoqlarida xam uchrab turadi.

Tarmoq uchun to'g'ri qarshilik qaytish va nulaviy ketma-ketlik bulsin. U xolda tarmoqdagi kuchlanish tushuvi xar xil ketma-ketlik uchun quyidagicha bo'ladi

$$\begin{aligned}\Delta \overset{0}{U}_{np} &= I_{np} Z_{np} \\ \Delta \overset{0}{U}_{o\bar{o}} &= I_{o\bar{o}} Z_{o\bar{o}} \\ \Delta \overset{0}{U}_0 &= I_0 Z_0\end{aligned}\quad (173)$$

Kuchlanishni simmetrik tashkil etuvchisi

$$\begin{aligned}\overset{0}{U}_{\kappa,np.} &= E_{\Sigma} - \overset{\cdot}{I}_{\kappa,np.} \bullet Z_{np,\Sigma} \\ \overset{0}{U}_{\kappa,o\bar{o}} &= 0 - \overset{\cdot}{I}_{\kappa,o\bar{o}} \bullet Z_{o\bar{o},\Sigma} \\ \overset{0}{U}_{\kappa o} &= 0 - \overset{\cdot}{I}_{\kappa o} \bullet Z_{o,\Sigma}\end{aligned}\quad (174)$$

bunda E_{Σ} - EYUK generatoriniki;

$\overset{\cdot}{I}_{\kappa,np.}, \overset{\cdot}{I}_{\kappa,o\bar{o}}, \overset{\cdot}{I}_{\kappa o}$ -- k.t. tokining simmetrik tashkil etuvchilari .

$Z_{np,\Sigma}, Z_{o\bar{o},\Sigma}, Z_{o,\Sigma}$ -xar xil ketma-ketlik sxemalari uchun summa qarshiliklari Hisoblarda shunga qaraladi, xar qanday qisqa tutashuvda generator EYUK si simmetrik bo'ladi, shuningdek u qaytish va nollik ketma-ketlik tashkil etuvchilariga ega emas.

Xar xil ketma-ketliklar tarmoqlarining qarshiliklarni aniqlashda shunga etibor berish kerakki, to'g'ri ketma-ketlikdagi Z_{pr} qarshilik tarmoq elementlaridagi odatdagi qarshilikdir.

Transformatorlar va simlardagi qaytish ketma-ketligi qarshiligi to'g'ri ketma-ketlik qarshiligiga teng. $Z_{ob} = Z_{pr}$;

Generatorlardgi qaytish ketma-ketligi qarshiligi quyidagi qiymatiga teng olinadi:

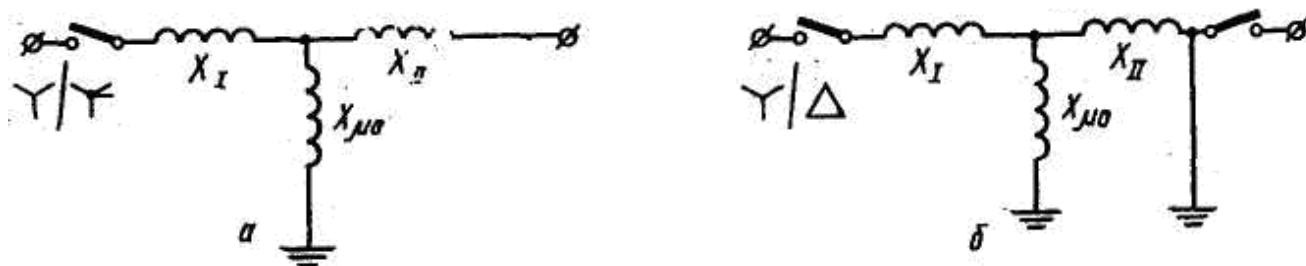
$$x_{ob} \approx 1,45 x^1$$

Tinchlantirilgan cho'lg'amli mashinalari uchun:

$$x_{ob} \approx 1,22 x^{11}$$

Tarmoq elementlaridagi nulaviy ketma-ketlik qarshiligi to'g'ri ketma - ketlik qarshiligidan katta farq qiladi, masalan, ikki cho'lg'amlı transformatorlarda ulash sxemasiga bog'liq.

Kishloq xo'jaligi tarmoqlarida ko'p tarqalgan ulash sxemasi «yulduz-yulduz nol bilan», «yulduz-uchburchak». Ulash sxemasi quyidagi rasmda ko'rsatilgan:



61-rasm. Uch fazali, uch o'zagli transformatorlarda toklarning nol ketma-ketlikda ulanish sxemasi

Uch fazali, uch o'zagli transformatorlarda nol ketma-ketligi magnit oqimi transformatorlarni kojuxi va xavo orqali tutashadi. SHuning uchun nol ketma-ketlikni qarshiligi, to'g'ri ketma-ketlik qarshiligiga qaraganda ancha kam bo'ladi. Standart transformatorlar uchun

$$X_{*m(n)}=0,3\div 1,0$$

«YUlduz-uchburchak» shaklda ulangan transformatorlarni

$$X_o=\infty$$

Xavo liniyalar uchun nol ketma-ketligini qarshiligi jadvalda keltirilgan.

16-jadval

Xavo liniyalar	Xavo liniyalarni nol ketma ketligini qarshiliklari	
	Trossiz	Po'lat tros osilganda
Bir zanjirli	3,5 X_{pr}	3 _{pr}
Ikki zanjirli	5,5 X_{pr}	4,7 _{pr}

Uch tolali kabellarning nol ketma-ketlik qarshiliklarini taxminan qabul kilish mumkin

$$X_o=(3,5-4,6)X_{pr} \quad (169)$$

SHunday qilib sinxron generatorlarni qarshiligi

$$X_o=(0,15-0,16)X^{11} \quad (186)$$

(----) tenglamada e.yu.k. E_Σ onik bo'lishi va sxemani yig'indi qarshiligi xar-xil ketma-ketligi $Z_{pr\Sigma}$, $Z_{ob\Sigma}$ va $Z_{o\Sigma}$. Lekin uchta tenglamadagi oltita noaniq sonli tenglamani echish uchun etarli emas. SHunga ko'ra xar bir qisqa tutashuv uchun alohida echiladi, ular uchun o'zaro bog'langan qiymatlar kiritiladi. SHu tufayli xar bir qisqa tutashuvga tegishli umumiy ifodalanish tenglamasi kelib chiqadi.

$$i_k^{(n)} = m^{(n)} \bullet I_{\kappa.np}^{(n)} = m^{(n)} \frac{E_\Sigma}{Z_{np} + Z_\Delta^{(n)}} \quad (175)$$

Xar xil qisqa tutashuvlar uchun « $m^{(n)}$ » va « $Z_\Delta^{(n)}$ » qiymatlari jadvalda keltirilgan.

Qisqa tutashuvni turlari	Echim koeffitsientlarni qiymati	
	$M^{(n)}$	$Z_\Delta^{(n)}$
Uch fazali	1	0
Ikki fazali	$\sqrt{3}$	$Z_{ob\Sigma}$
Bir fazali	3	$Z_{ob\Sigma} + Z_{o\Sigma}$

Generatorlardan tashqari xamma tarmoqdagi uskunalar uchun teskari yo'nalish ketma-ketligini qarshiligi, to'g'ri ketma-ket yunalishni qarshiligiga teng bo'ladi. SHuning uchun, energotizimga, ulangan tarmoqlarda qisqa tutashuv bo'lganda generatorlarni qarshiligini inobatga olmasligimiz

mumkin va $Z_{pr\Sigma} = Z_{ob\Sigma}$ deymiz. Unda ikki fazali qisqa tutashuv tokini uch fazali qisqa tutashuv tokiga nisbatan aniqlaymiz:

$$\frac{I_k^{(2)}}{I_k^{(3)}} = \frac{\sqrt{3}E_\Sigma}{Z_{np\Sigma} + Z_{o\delta\Sigma}} : \frac{E_\Sigma}{Z_{np\Sigma}} = \frac{\sqrt{3}Z_{np\Sigma}}{Z_{np\Sigma} + Z_{o\delta\Sigma}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,87$$

Demak uch fazali tok aniq bo'lsa unda ikki fazali qisqa tutashuv tokini, oddiy aniqlash mumkin, ya'ni

$$I_k^{(2)} = 0,87 \cdot I_k^{(3)} \quad (176)$$

SHu shaklda bir fazali qisqa tutashuvni xam aniqlash mumkin..

$$\frac{I_k^{(1)}}{I_k^{(3)}} = \frac{3E_\Sigma}{Z_{np\Sigma} + Z_{o\delta\Sigma} + Z_{o\Sigma}} = \frac{3}{2 + \frac{Z_{o\Sigma}}{Z_{np\Sigma}}}$$

Bir fazali qisqa tutashuv toki, nol ketma-ketlik qarshiliga bog'liq bo'ladi.

$$\begin{array}{l} \text{Agar } Z_{0\Sigma} \rightarrow 0 \\ Z_{0\Sigma} > Z_{pr\Sigma} \\ Z_{0\Sigma} = Z_{pr\Sigma} \\ Z_{0\Sigma} \rightarrow \infty \end{array} \quad \begin{array}{l} I_k^{(1)} = 0 \\ I_k^{(1)} < I_k^{(3)} \\ I_k^{(1)} = I_k^{(3)} \\ I_k^{(1)} \rightarrow 1,5 I_k^{(3)} \end{array} \quad (177)$$

Qisqa tutashuv tokni to'liq qiymatiga ega bo'lish uchun, aniqlangan to'g'ri ketma-ketlikni $m^{(n)}$ koeffitsientga ko'paytirish kerak, ya'ni ikki fazali qisqa tutashuvda $\sqrt{3}...$, va bir fazali qisqa tutashuvda 3-ga

YrY ketma-ketlik qarshiligi:

$$x_0 = x'' + x_{n.o.} = \frac{x_{np}}{2} + x_{no} \quad (178)$$

x'' - ikkinchi cho'lg'am qarshiligi

x_{no} - nolli ketma-ketlik magnitlanish qarshiligi.

YrY - sxemasida x q ∞

§ 9.5. 380 V kuchlanishli qishloq tarmoqlaridagi qisqa tutashuv tokini aniqlash.

380 V kuchlanishli qishloq elektr tamirlari "chuqur erga ulangan neytralli" (gluxozazemlennoy neytralyu) bajariladi. SHuning uchun ularda ikki fazali va uch fazali qisqa tutashuv xodisasi ro'y beradi.

Uch fazali va ikki fazali tutashuvlardagi qisqa tutashuv tokini aniqlashdan oldin ko'rib o'tgan usullar bilan aniqlanadi, bundan tashqari rele himoyasi ishonchligini ta'minlash kerak. qisqa tutashuv toki aniqlansa, avtomat g'altagi va eruvchan qo'yma himoyalarini tanlash kerak.

Bir fazali qisqa tutashuv bo'lgan 380r220 V kuchlanishli qishloq tarmoqlarida qisqa tutashuv tokini aniqlash quyidagicha ko'rsatilgan:

$$I_k = \frac{3U_\phi}{Z_{np,m} + Z_{o\delta,m} + Z_{o,m} + Z_{np,0,98} + Z_{o\delta,0,38} + Z_{0,0,38}}$$

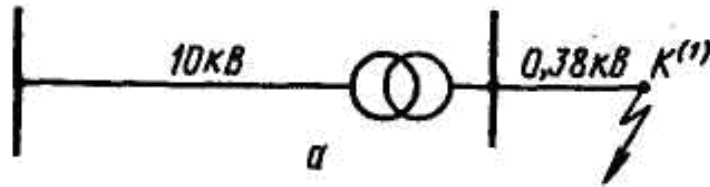
«fazali sim-nol sim» qarshiligi qo'yidagiga teng :

$$Z = \frac{Z_{np,0,98} + Z_{o\delta,0,38} + Z_{0,0,38}}{3}$$

SHuning uchun bir fazali k.t. dagi tok qo'yidagi formula orqali topiladi :

$$I_{\kappa} = \frac{3U_{\phi}}{Z_m + 3Z_{\Pi}} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_{\Pi}} \quad (179)$$

Z_T – transformatorni tulik qarshiligi Z_T – ning qiymati transformator quvvatiga va cho‘lg‘am sxemasiga bog‘liq. Katalogdan olinadi.



62-Rasm. 380 V kuchlanishli tarmokdagi bir fazali qisqa tutashuv sxemasi

Rangli metaldan yasalgan simlar uchun induktiv qarshilik 0,6 Omrkm qabul qilingan. Po‘lat simlar uchun aktiv va ichki induktiv qarshilikni qisqa tutashuv tokiga nisbatan aniqlanadi va tashqi induktiv qarshiligi 0,6 Omrkm deb olinadi.

Avariya xolatidagi uchashtkani ishonchli avtomatik uchirish uchun bir fazali qisqa tutashuv tok eruvchi ximoyalagichni nomial tokidan 3 marta ortiq bo‘lishi kerak.

Agar faza va nol simlar yuzasi xar xil bo‘lsa, u xolda to‘liq qarshilik quyidagicha teng bo‘ladi.

$$Z_n = I \sqrt{(r_{o\phi} + r_{on})^2 + (x''_{o\phi} + x''_{on} + 2x''_0)^2} \quad (180)$$

bunda, $r_{o\phi}$ $x_{o\phi}$ - faza simining qarshiligi:

r_{on} x_{on} - nol simning qarshilishi:

Agar qisqa tutashuv toki ximoya ishlashiga etmasa, u xolda simning yuzasining ko‘paytirish kerak, yoki yuqori quvvatli transformator olinadi.

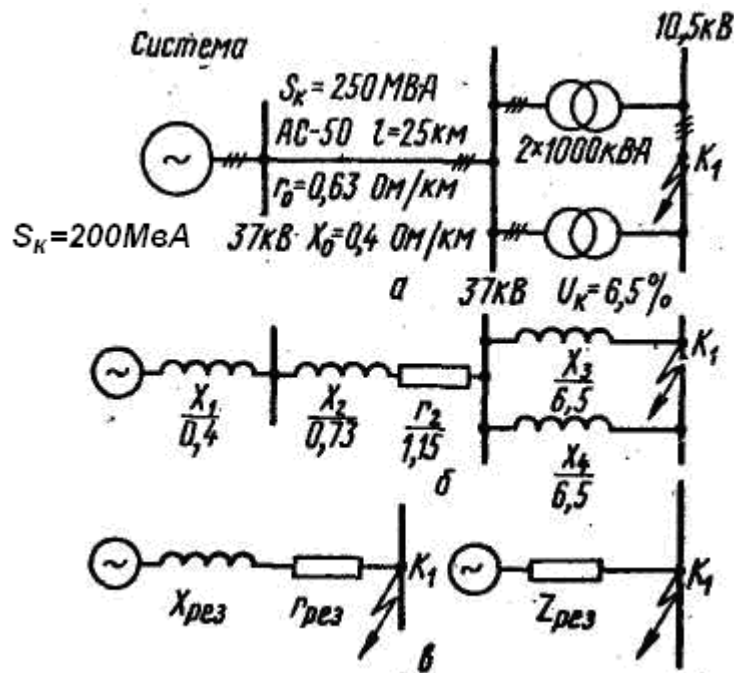
§ 9.6. Izolyasiyali neytralli tarmoqlarda erga tutashuv.

6 dan 35 kV gacha kuchlanishli elektr tarmoqlarida neytral erdan izolyasyaiyalangan. bunday tarmoqlarda faza simining er bilan ulanishi qisqa tutashuv deyilmaydi, balki izolyasiyasi buzilgan deyiladi. Erga tutashuv vaqtida, o‘tkazuvchi qarshilik tutashgan joyda nolga teng bo‘lsa, lekin qolgan fazalarda $\sqrt{3}$ baravar oshib ketadi va fazalar orasidagi kuchlanishga teng bo‘lib qoladi.

Xavo liniyalar simlari erga nisbatan sirimiga ega va u orqali erga tutashuv sirim toki o‘tadi. Bu tokning kuchi katta emas, lekin ayrim xollarda aksincha bo‘lishi xam mumkin. SHuning uchun erga ketuvchi tutashuv toki kuchini aniqlay bilish kerak.

Izolyasiyali neytrali bo‘lgan sxemaga ega bo‘laylik. Faza simlarining erga nisbatan sirimlari bir - biriga deyarli teng:

S_A q S_V q S_S , u xolda sirimdan oaqayotgan toklar xam teng: I_A q I_V q I_S va bir-biridan 120° burchakga farq qiladi.



64-Rasm. a) tarmoqni sxemasi
 b) tarmoqni echim sxemasi
 v) tarmoqni sodalashirilgan sxemasi.

Bazis quvvatini $S_b=100$ M-V-A, shu quvvatka xamma qarshiliklarni keltiramiz.

1. Tizimni qarshiligi

$$X_{1^{*(\delta)}} = \frac{100}{250} = 0,4$$

2. 35 kV xavo liniyani induktiv qarshiligi

$$X_{\Sigma} = X_0 \cdot \ell \cdot \frac{S_{\delta}}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 25 \frac{100}{37^2} = 0,73$$

3. Transformatorni induktiv qarshiligi

$$X_{3^{(\delta)}} = X_4 = \frac{U_k \%}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{m\Sigma}} = \frac{6,5}{100} \cdot \frac{100}{1000} = 6,5$$

4. 35 kV xavo liniyani aktiv qarshiligi

$$z_{0^{(\delta)}} = z_0 \cdot \ell \cdot \frac{U_{\delta}}{U_{cp}^2} = 0,63 \cdot 25 \frac{100}{37^2} = 1,16$$

5. Yigindi qarshiligini aniqlaymiz.

$$X_{\Sigma^{(\delta)}} = X_1 + X_2 + \frac{X_3 \cdot X_4}{X_3 + X_4} = 0,4 + 0,73 + \frac{6,5 \cdot 6,5}{6,5 + 6,5} = 4,38$$

$$Z_{\Sigma^{(\delta)}} = \sqrt{x_{\Sigma}^2 + z^2} = \sqrt{4,38^2 + 1,16^2} = 4,54$$

$$\frac{z_{\Sigma}}{X_{\Sigma}^1} < \frac{1}{3} \quad \text{bo'lgani uchun}$$

6. Baza toki

$$I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3}U_{cp}} = \frac{100000}{1,73 \cdot 10,5} = 5500 A$$

7. Kiska tutashgan tok

$$I^{11} = I_{0,2} = I_{\infty} = \frac{I_{\delta}}{Z_{pes^{(\delta)}}} = \frac{5500}{4,54} = 1210 A$$

9. Zarba toki (ku-zarba koeffitsienti 1000kVA transformatoridan keyin b-1,5)

$$i_y = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I^{11} = 1,5 \cdot 1,41 \cdot 1210 = 2559 A.$$

Masala-2. Rasmda keltirilgan sxemani K_1 , K_2 va K_3 nuqtalari uchun kiska tutashuv toklar va kuchvatlarini aniklang. Echimni ikki shart uchun bajaring:

- 1) YUKori kuvvatli energosistema bilan boglanmaganda.
- 2) Kuchlanishi 35kV, uzunligi 30km, xavo liniya orkali yukori kuvvatli energosistemaga boglangan liniyani induktiv karshiligi $X_0=0,4\text{Om/km}$. SHu liniyadagi K_1 , K_2 nuqtalar uchun kiska tutashuv tokini aniklang.

1). Elementlarni karshiliglarini topamiz.

Generatorni karshiligi

$$X_1 = X_2 = X^{11}_d \frac{S_{\sigma}}{S_n} = 0,2 \cdot \frac{10}{1} = 0,2$$

1000kVA-TR-rni karshiligi

$$X_3 = X_4 = \frac{U_{\kappa} \%}{100} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_n} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{10}{1} = 0,56$$

1600kV.A transformatorni karshiligi

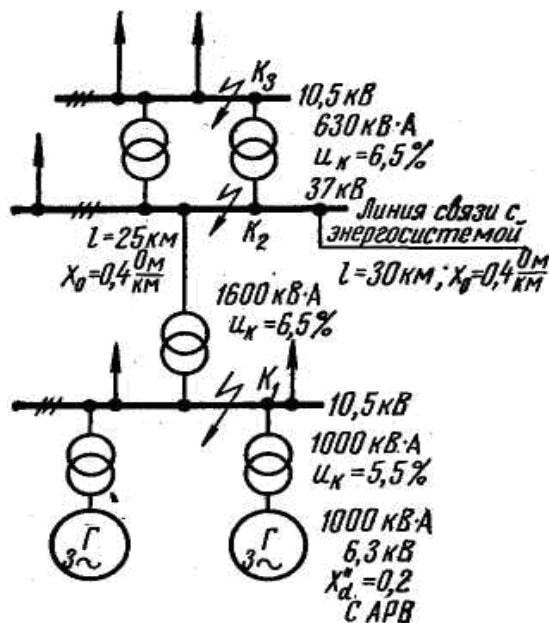
$$X_5 = \frac{U_{\kappa} \%}{100} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_n} = \frac{6,6}{100} \cdot \frac{10}{1,6} = 0,4$$

630 kV.A transformatorni karshiligi.

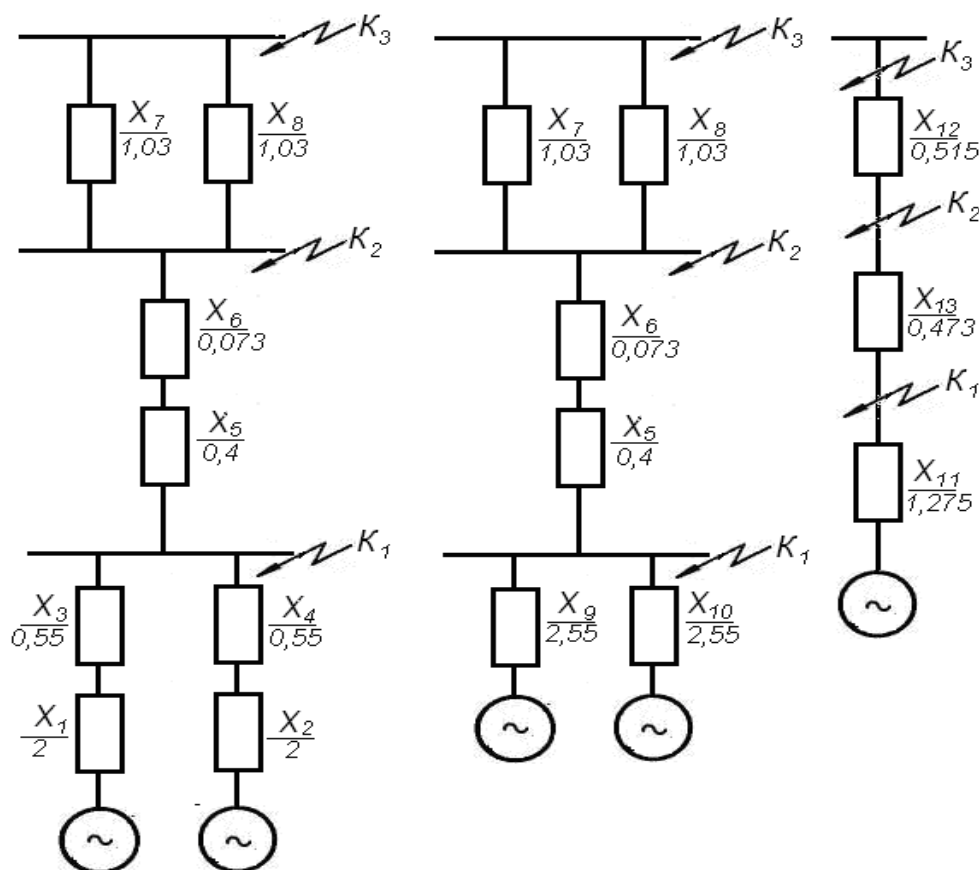
$$X_7 = X_8 = \frac{U_{\kappa} \%}{100} \cdot \frac{10}{0,63} = \frac{6,5}{100} \cdot \frac{10}{0,63} = 1,03$$

Xavo liniyani karshiligi.

$$X_6 = X_0 \cdot \ell \frac{S_{\sigma}}{U^2_{cp}} = 0,4 \cdot 25 \frac{10}{37^2} = 0,073$$



Masalani birinchi sharti uchun echim sxemani tuzamiz



66-Rasmni echimi sxemasi 1-chi sharti uchun.

3. Elementlarning karshiligini aniklaymiz

$$X_9 = X_{10} = X_1 + X_3 = X_2 + X_4 = 2 + 0,55 = 2,55$$

$$X_{11} = \frac{X_9 \cdot X_{10}}{X_9 + X_{10}} = \frac{2,55 \cdot 2,55}{2,55 + 2,55} = 1,275$$

$$X_{12} = X_5 + X_6 = 0,4 + 0,073 = 0,473$$

$$X_{13} = \frac{X_7 \cdot X_8}{X_7 + X_8} = \frac{1,03 \cdot 1,03}{1,03 + 1,03} = 0,515$$

$$X_{\text{pez.k.1}} = X_{11} = 1,275$$

Echim karshiligi

$$X_{\text{расч}} = X_{\text{pez}} \cdot \frac{S_{\Sigma}}{S_s} = 1,275 \cdot \frac{2}{10} = 0,255$$

Generatorni nominal toki

$$I_{\Sigma} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}} = \frac{2}{1,73 \cdot 10,5} = 110 A$$

Katalogdan egri chiziklar orkali ARV bilan ta'minlangan generatorlar uchun K.T.T. perodik kismini topamiz $I_*^{11} = 4,3$; $I_{0,2s} = 2,7$; $I_{*\infty} = 2,55$

SHu vaaxlar uchun toklarni topamiz

$$I_0^{11} = I_*^{11} \cdot I_{\Sigma} = 4,3 \cdot 110 = 473 A$$

$$I_{0,2} = I_{*0,2}^{11} \cdot I_{\Sigma} = 2,7 \cdot 110 = 300A$$

$$I_{\infty} = I_{*\infty}^{11} \cdot I_{\Sigma} = 2,55 \cdot 110 = 280A$$

Ku = 1,5 kobil kilib zarba tokni topamiz

$$I_y = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I^{11} = 1,5 \cdot 1,41 \cdot 473 = 1000,4A$$

Kiska tutashuv kuvvatlari

$$W_0 = I_*^{11} \cdot S_{\Sigma} = 4,3 \cdot 2000 = 8,600\kappa B \cdot A$$

$$W_{0,2} = I_{0,2}^{11} \cdot S_{\Sigma} = 2,7 \cdot 2000 = 5400\kappa B \cdot A$$

$$W_{\infty} = I_{\infty}^{11} \cdot S_{\Sigma} = 2,55 \cdot 2000 = 5100\kappa B \cdot A$$

5. K-2 nuxta uchun kiska tutashuv toklarni va kuvvatlarini aniklaymiz

$$X_{e3} = X_{11} + X_{12} = 1,275 + 0,473 = 1,748$$

$$X_{pac4\Sigma} = X_{pez\Sigma} \frac{S_{\Sigma}}{S_{\sigma}} = 1,748 \cdot \frac{2}{10} = 0,35$$

$$I_{\Sigma} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}} = \frac{2000}{1,73 \cdot 37} = 31,2A$$

$$I_{*0}^{11} = 3,1; I_{*0,2} = 2,2; I_{*\infty} = 2,2;$$

$$I^{11} = I_*^{11} \cdot 31,2 = 3,1 \cdot 31,2 = 94,5A$$

$$I- = I_{0,2} = I_{0,2} \cdot I_{\Sigma} = 2,2 \cdot 31,2 = 69A$$

$$L_{y\sigma} = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I_*^{11} = 1,5 \cdot 1,41 \cdot 94,5 = 198,5A$$

$$S_{\sigma} = 3,1 \cdot 2000 = 6200\kappa B \cdot A \quad S_{0,2} = 2,2 \cdot 2000 = 4400\kappa B \cdot A$$

$$S_{\infty} = 2,2 \cdot 2000 = 4400\kappa B \cdot A$$

6. K₃ – nuxta uchun

$$X_{rez\Sigma} = X_{11} + X_{12} + X_{13} = 1,275 + 0,473 + 0,515 = 2,363.$$

$$X_{pac4} = 2,363 \cdot \frac{2}{10} = 0,453$$

$$I^{11*} = 2,32; \quad I_{*0,2} = 1,8; \quad I_{*\infty} = 1,95$$

$$I^{11} = 2,32 \cdot 110 = 256 A; \quad I_{0,2} = 1,8 \cdot 110 = 198A$$

$$I_{\infty} = 1,95 \cdot 110 = 215A$$

$$L_{yg} = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I^{11} = 1,5 \cdot 1,41 \cdot 256 = 538A$$

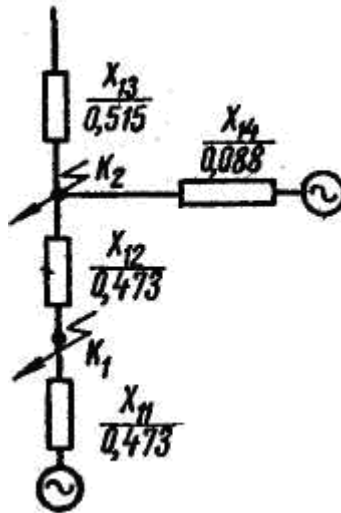
$$S_0 = 2,32 \cdot 2000 = 4640\kappa BA; \quad S_{0,2} = 1,8 \cdot 2000 = 3600\kappa B \cdot A$$

$$S_{\infty} = 1,95 \cdot 2000 = 3900\kappa B \cdot A$$

II. Endi masalani ikkinchi sharti asosida echamiz, ya'ni sistemaga ulanganida. Bunda oldingi sodashtirilgan echim sxemasiga yana sistema bilan boglaydigan 35 kV xavo liniyani karshiligi.

35 kV xavo liniyani $S_b = 10 \text{ mV-A}$ keltirilgan karshiligi.

$$X_{14} = Z_0 \cdot \ell \frac{S_{\sigma}}{U_{cp}^2} = 0,64 \cdot 30 \frac{10}{372} = 0,088$$



67-Rasm 2chi sharti uchun echim sxemasi.

Bizga energosistemani malumotlari masalada berilmagani uchun, ularni karshiligini $X_s = 0$ va kuvvati $S_c = \dots$ desak, unda kiska tutashuv tokini perodik kismini soʻnmidi deymiz. Demak unda

$$I_c^{11} = I_{0,2c} = I_{\infty c} = \frac{I_c}{X_{pez.c.}} \quad (184)$$

1. Kt 1 nuxtadagi kiska tutashuv toklarni va kuvvatini aniklaymiz. K-1 nuxtaga elektr stansiyadan keladigan kiska tutashuv toklar bizga anik.

$$I_c^{11} = 473A; \quad I_{0,22} = 300A - ea - I - = 280A$$

Sistemadan keladigan tok

$$I_c^{11} = I_{0,2c} = I_{-c} = \frac{I_{\sigma}}{X_{pacu.c}}$$

$$\text{Unda } I_{\sigma} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}} = \frac{10000}{1,73 \cdot 10,5} = 550A$$

$$X_{pez} = X_{14} + X_{12} = 0,088 + 0,473 = 0,561$$

$$I_c^{11} = I_{02c} = I - I_c = \frac{550}{0,561} = 980A$$

$$I^{11} = I^{11}_o + I^{11}_c = 473 + 980 = 1453A$$

$$\text{Yigindi } I_{02} = I_{02o} + I_{0,2c} = 300 + 980 = 1280A$$

$$I_{\infty} = I_{\infty o} + I_{\infty c} = 280 + 980 = 1260A$$

Zarba toki

$$i_y = \kappa_y \cdot \sqrt{2} \cdot I^{11} = 1,5 \cdot 1,41 \cdot 1453 = 3051A$$

Kiska tutashuvni kuvvati.

$$S_o = \sqrt{3}U_{cp} \cdot I^{11} = 1,73 \cdot 10,5 \cdot 1453 = 26300\kappa B \cdot A = 26,3MBA$$

$$S_{o2} = \sqrt{3}U_{cp} \cdot I_{02} = 1,73 \cdot 10,5 \cdot 1280 = 23300\kappa B \cdot A = 23,3MBA$$

$$S_{\infty} = \sqrt{3}U_{cp} \cdot I = 1,73 \cdot 10,5 \cdot 1260 = 23000\kappa BA = 23MBA$$

2. K-2 nuxta uchun kiska tutashuv toklarni va kuvvatlarini aniklaymiz.

Elektr stansiyadan kelayotkan toklar

$$I_3^{11} = 94,5A; \quad I_{02o} = 69A - ea - I - = 69A$$

Bazis toki :

$$I_{\sigma} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3}U_{cp}} = \frac{10000}{1,73 \cdot 37} = 153A$$

$$X_{pez.c.} = 0,088$$

Unda :

$$I_c^{11} = I_{02.c} = I_{\infty c} = \frac{I_{\sigma}}{X_{pez.c.}} = \frac{153}{0,088} = 1773A$$

Umumiy toklar :

$$I^{11} = I_s^{11} = 94,5 + 1773 = 1867A$$

$$I_{02} = I_{02.s} + I_{02.c} = 69 + 1773 = 1842A$$

$$I_{\infty} = I_{-s} + I_{-c} = 69 + 1773 = 1842A$$

Zarba toki :

$$I_y = K_y \cdot \sqrt{2}I^{11} = 2,1 \cdot 1867 = 3920A$$

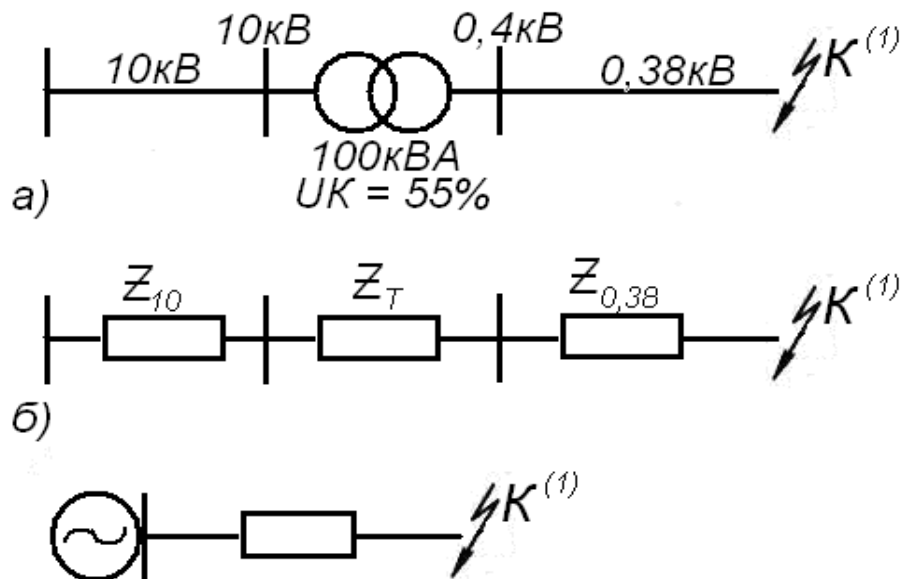
Kuvvatlar

$$S_0 = \sqrt{3}U_{cp} \cdot I^{11} = 1,73 \cdot 37 \cdot 1867 = 119000kBA = 119MBA$$

$$S_{02} = S_{02} = 1,73 \cdot 37 \cdot 1842 = 118000kBA = 118MBA$$

Bundan ko‘rinib turibdiki energosistemaga ulaganda xamma nuxtadagi kiska tutashuv toklar va ularni kuvvatlari ancha oshib ketadi.

Masala 3. 380/220 kV tormokdagi uz fazali va bir fazali kiska tutashuv toklarni aniklash tormokdagi elektr uskunalari parametrlari sxemada keltirilgan.



68-Rasm . 0,38 kV xavo liniyani echim sxemasi..

10/0,4 Transformatorga bulgan liniyalarni elementlarini karshiligini olmasa bo‘ladi, chunki podstansiyani manba tomonidagi kuchlanishni o‘zgarmas deb kobil kilinadi, kiska tutashuv davomida.

380/220 kV liniyalardagi kiska tutashuv tokini aniklashda elementlari (transformator va liniyalarni) aktiv va reaktiv karshiliglarni inobatka olishni kerak.

Xisoblash uchun bazis kuchlanishni 10,5 kV kobil kilamiz va karshiliklarni nomli sonda olib beramiz .

Transformatorni to‘lik karshiligi.

$$Z_1 = \frac{U_{\kappa \%}}{100} \cdot \frac{U_{\sigma}^2}{S_{\mu}} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{10,5^2}{0,1} = 60,5OM$$

Transformatorni aktiv karshiligi

$$Q_{11} = \frac{2,4}{100} \cdot \frac{10,5^2}{0,1} = 26,4 \text{ OM}$$

Unda

$$X_{1T} = \sqrt{Z_{11}^2 - Q_{1T}^2} = \sqrt{60,5^2 - 26,4^2} = 54,3 \text{ OM}$$

PS – 25 simni karshiliglarni 15 jadvaldan olamiz

$$Q_{0,25} = 6,2 \text{ OM} / \kappa \text{M} - X_{0,25}^1 = 0,3 \text{ OM} / \kappa \text{M} - \omega a - X_{0,25}^{11} = 1,4 \text{ OM} / \kappa \text{M}$$

Umumiy induktiv karshilik

$$X_0 = X_0^{11} + X_0^1 = 1,4 + 0,3 = 1,7 \text{ OM} / \kappa \text{M}$$

Liniyani karshiliglarini kobil kilingan bazis kuchlanishga 10,5 kV keltiramiz

$$Q_2 = Q_0 \cdot \ell \frac{U_{\delta}^2}{U_H^2} = 6,2 \cdot 0,5 \left(\frac{10,5}{0,4} \right)^2 = 2130 \text{ OM} \quad X_2 = X_0 \cdot \ell \frac{U_{\delta}^2}{U_H^2} = 1,7 \cdot 0,5 \left(\frac{10,5}{0,4} \right)^2 = 584 \text{ OM}$$

To'lik yigindi karshiligni topamiz

$$Z_{pe3} = \sqrt{(u_{11} + u_{2,n})^2 + (X_{1T} + X_{2,n})^2} = \sqrt{(26,4 + 2130)^2 + (54,3 + 584)^2} \\ = 2244 \text{ OM}$$

Kiska tutashuv toki 10,5kV keltirilganda

$$I_{\kappa-1}^{(3)} = \frac{U_{\delta}}{\sqrt{3} Z_{pe3}} = \frac{10,500}{1,73 \cdot 2244} = 2,7 \text{ A}$$

«K» nuxtadagi k.t.toki

$$I_{\kappa-1}^{(1)} = I_{\kappa-1}^{(3)} \frac{U_{\delta}}{U_{cp}} = 2,7 \cdot \frac{10,5}{0,4} = 70 \text{ A}$$

K nuxtadagi kiska tutashuv tokni 220 V. kuchlanish uchun topamiz. Unda (100) formuladan foydalanamiz.

$$I_{\kappa}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_n}$$

bunda Z_T – transformatorni to'lik karshiligi 100 kVA

transformatorni karshiligi $Z_{tr} = 1,07 \text{ Om}$

Z_n – xalkani to'lik karshiligi, faza,- no'l, simni yuzasi bir bulganda. (191) formula asosida.

$$Z_n = \ell \sqrt{(u_{o\phi} + u_n)^2 + (X_{o\phi}^{11} + X_0^{11} + 2X_0^1)^2} = \\ = 0,5 \sqrt{(6,2 + 6,2)^2 + (1,4 + 1,4 + 2 \cdot 0,3)^2} = 6,45 \text{ OM}$$

$$I_{\kappa}^{(1)} = \frac{230}{\frac{1,07}{3} + 6,45} = 34 \text{ A}$$

Agar aniklangan tok ximoyani koniktirmasi unda po'lat simni urniga alyumin sim osamiz shu bilan tokni qiymati kerakli darajaga kutariladi.

10-bob. Xo‘jalik podstansiyalar

§ 1. Umumiy tushunchalar

Elektr stansiyalardan uzoqda joylashgan iste'molchilarni elektr ta'minotida, elektr stansiyadagi generatorlar ishlab chiqqan kuchlanish asosida uzatish iktisodiy noqulaylikka olib keladi. SHuning uchun zamonaviy elektr stansiya bilan iste'molchilar orasida energiya uzatish qurilmalaridan foydalanadilar, ya'ni transformator podstansiyalar, havo liniyalar yoki kabel liniyalardan iborat topadi. Iste'molchilar qancha uzoq joylashgan bo'lsa, elektr stansiyaning yonida kuchlanishni oshiradigan va elektr uzatish liniyaning oxirida kuchlanishni pasaytiruvchi podstansiyalar o'rnatiladi.

Uzatiladigan elektr energiyani bitta kuchlanishdan boshqa kuchlanishga ovdaradigan qurilmalarni, transformator podstansiyasi deb ataladi. Har bir transformator podstansiyani asosiy elektr uskunasi bu quvvat transformatori. Xozirgi vaqtda podstansiyalarda bir nechta paralel ishlaydigan transformator o'rnatiladi. Markaz tuman podstansiyalarda ko'pincha uch chulg'amli transformatorlar o'rnatiladi. Uch chulg'amli transformatorlarda bitta kuchlanish yana ikkita kuchlanishga ag'dariladi, ya'ni 110/35/6-10 kV va 35/10/6 kV ga.

Podstansiyalarda quvvat transformatorlardan tashqari uzgichlar, tok uzgichlar, moy yoki havo uzgichlar, tok va kuchlanish transformatorlar o'rnatiladi.

YUqorida aytilganday elektr stansiyada o'rnatilgan generatorlar 0,380 V, 0,4kV, 6kV va 10kV kuchlanish ishlab chiqariladi, shuning uchun ularni yuqori kuchlanishga ag'dariladi, ya'ni 0,380V dan 6-10 kV, 6-10 kV dan 35-110 kV cha.

Uzatish liniyalarni oxirida 10 kV dan 0,38 kV. ayrim vaqtda chuqirlashgan uzatishda 35/0,4 kV va 10 kV/04 kV gacha hamda 110/6-10 kV va 35/6-110 kv podstansiyalar quriladi.

Bunaqa podstansiyalarda nazorat qiladigan o'lchov priborlar, relelar va avtomatik himoyalar tok va kuchlanish o'lchov transformatorini ikkinchi chulg'amlariga ulanish sxemalari xam keltiriladi.

§ 2. Tuman transformator podstansiyalarni yuqori kuchlanishi taqsimlash qurilmalarni konstruksiyalari.

110 va 35 kV dan 6-10 kV ga pasaytirish podstansiyalar xozirgi vaqtda davlat energosistemaga ulangan bo'lib katta doiradagi tuman iste'molchilarni energiya bilan ta'minlay oladi.

YUqori kuchlanishga ag'daradigan podstansiyalarda taqsimlash qurilmalar, statsionar qurilmalar xisoblanadi.

Ochiq podstansiyalarda havoni elektr mustaxkamligi va kerak bo'lgan qo'shimcha koeffitsientini inobatga olgan holda, faza toklarini o'tkizgichlar oraliqlarini kuchlanishini inobatga olgan holda normalanib chiqiladi ular jadvalda keltirilgan.

19-jadval

Masofalar	Nominal kuchlanishga nisbatan faza simlarini ruxsat etilgan minimal oralig'i (sm)			
	6 kV	10 kV	35 kV	110kV
Fazalar tok o'tkazgichlarni oralig'i	22	33	44	1000
Erlangan konstruksiyalar va tok o'tkazgichlarni oralig'i	20	30	40	90
To'siqlanmagan tok o'tkazgich qismlar yo'nalish bo'yicha oralig'i	220	230	240	290
Taqsimlash punktni maydonida olib o'tilayotgan uskunalarni sirtqi gabariti bilan to'siqlanmagan tok o'tkazuvchi qismigacha bo'lgan masofa	95	105	115	165
Panjara yo'qligida erni yuzasida tok o'tkazadigan qismlargacha	290	300	310	360
Podstansiyani panjarasidan tok o'tadigan qismigacha	95	105	115	165

Bu jadvalda keltirilgan masofalar kattik (trubalardan) qilingan tok o'tkizgichlar uchun keltirilgan. Agar podstansiyada tok o'tkizgich xisobida elastik simlardan foydalangan bo'lsa, unda jadvaldan keltirilgan masofalar 40% ko'paytiriladi.

Ochiq joylashgan podstansiyalarda xamma elektr uskunalar havoni ta'sirini ko'radi, (ya'ni chang, yomg'ir, qor va boshqalar). Tok o'tadigan qismlar, izolyator yoki stalbalardan o'rnatiladi. Ochiq havoda quriladigan podstansiyani qurilish ishlarini xajmi, yopiq podstansiyani qurilish ishlarini xajmiga qaraganda ancha kam bo'ladi, aksincha 110 kV va undan yuqori kuchlanish podstansiyalarida, shuni uchun ularni qurishiga kam vaqt talab qilinadi.

Undan tashqari ochiq taqsimlash qurilmalarda yopiq podstansiyalarga qaraganda ancha muncha kamchiliklarga ega bo'ladi: birinchidan ko'p maydonga ega bo'ladi, ikkinchidan podstansiyani kundalik ta'mirlashni ochiq havoda har xil sharoitda olib borish to'g'ri keladi. Undan tashqari elektr uskunalar qor, yomg'ir, changlarda va havodagi kimyoviy va boshqa kushilmalarni ta'siriga uchraydi. SHuning uchun ochiq havoda ishlaydigan uskunalar murakkab va puxta ishlangan bo'lishi kerak, shuning uchun narxi yuqori bo'ladi.

Yig'ma shinalar asosan elastik simlardan qilinadi, ular uncha baland bo'lmagan temir beton tayanch apparatlarda o'rnatilgan izolyatorlarda qotiriladi.

Ochiq taqsimlash qurilmalarda shinalar elastik ko'p o'ramli simlardan va yolpoq alyumin yoki trubalardan. Elastik simdan tuzilgan shinalar tayanch oporalarga osma izolyatorlardan tuzilgan girlyandalar bilan tortiladi. Qattiq shinalar oporalarga tayanch izolyatorlar orqali qotiriladi.

Moy uzgichlar va quvvat transformatorlar qo'yilgan temir betonlarga yoki ularni ustiga yotkizilayotgan relslarga o'rnatiladi.

Moy uzgichlarni va quvvat transformator o'rnatiladigan maydonni tegiga 25sm shag'al yotqiziladi, ular uzgich va transformatorlarini gabaritlaridan 1 metr har tomonidan chiqib turadi. Bu choralar baklar buzilganida yog'lar yoyilib ketmasligi uchun qilinadi. Kam xajimli moy uzgichlar, havo uzgichlar, uzgichlar va o'lchov transformatorlar maxsus temir beton konstruksiyalarda o'rnatiladi.

SHinalar o'rnatiladigan konstruksiyani balandligi, ularni tegidan xodimlarni bemalol o'tib yurishini ta'minla olishi kerak.

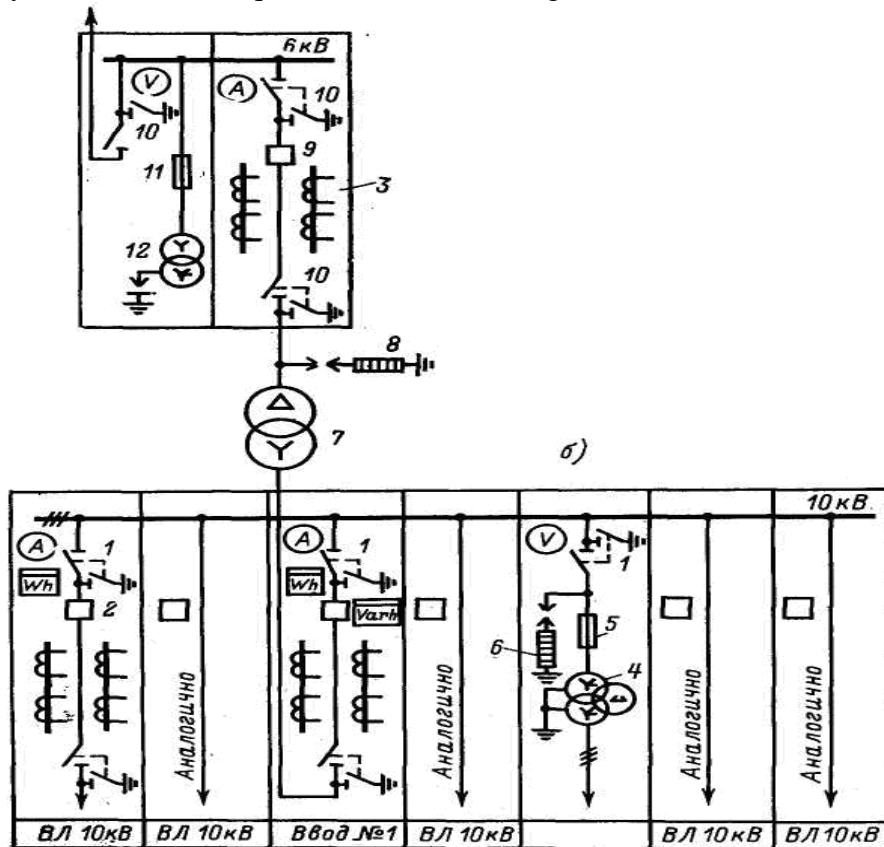
Uzgichlarni kul yuritmalarini bandi podstansiyani eridan 120-150sm balandligida temir beton stolbada joylashadi.

YUqori kuchlanishlardan himoya qilish zaryadsizlagichlar xam temir beton stulchalarda yoki fundamentlarda o'rnatiladi. Zaryadsizlagichlar (razryadniklar) atrofida maxsus to'sqinlar

qilinadi. YAshin qaytargichlar podstansiyani partalarida yoki maxsus oʻrnatilgan stalbalarda joylashtiriladi.

Ular poʻlat trubalardan yoki maxsus quyilmadan qilingan sterjendan qilinadi.

Podstansiyalarda quvvat kabellar xamda signal va oʻlchov nazorat kabellar, taqsimlash qurilmalardan kabel kanallarda oʻtkiziladi va ularni usti plitka bilan yopilib chiqiladi yoki tunellarda oʻtkiziladi. Tok oʻtadigan qismlarni masofasi yoki balandliklari normativda keltirilgan masofalardan kam boʻlgan xolda, yaʼni 2,5 metrdan kam boʻlsa, unda ular maxsus setkali devor bilan chegaralanadi. Podstansiya joylashgan maydon umumiy devor bilan oʻrab chiqiladi, devor temir betondan yoki setkali devor qilinadi, ularni balandligi 2,4 metrdan kam boʻlmasligi kerak.



69-rasm. 35/10kV podstansiyani bir chiziqli elektr sxemasi.

- 1-Kirish shkafi (yacheykasi).
- 2-Moy uzgich VMG-10.
- 3-Oʻlchov tok transformatori TVT-35.
- 4-Oʻlchov kuchlanish transformator NTMI-10.
- 5-Eruvchan saqlagich PKT-10.
- 6-RVP-10 zaryadsizlagich.
- 7-Quvvat transformatori.
- 8-RVS-35 zaryadsizlagich.
- 9-Moy uzgich MV-35.
- 10-Oddiy uzgich.
- 11-PK-35 eruvchan saqlagich.
- 12-TSN-35/0,4 –ixtiyof transformator.
- 13-CHiqish shkafi.
- 14-NTMI-10 oʻlchov kuchlanish oʻlchov transformator shkafi.

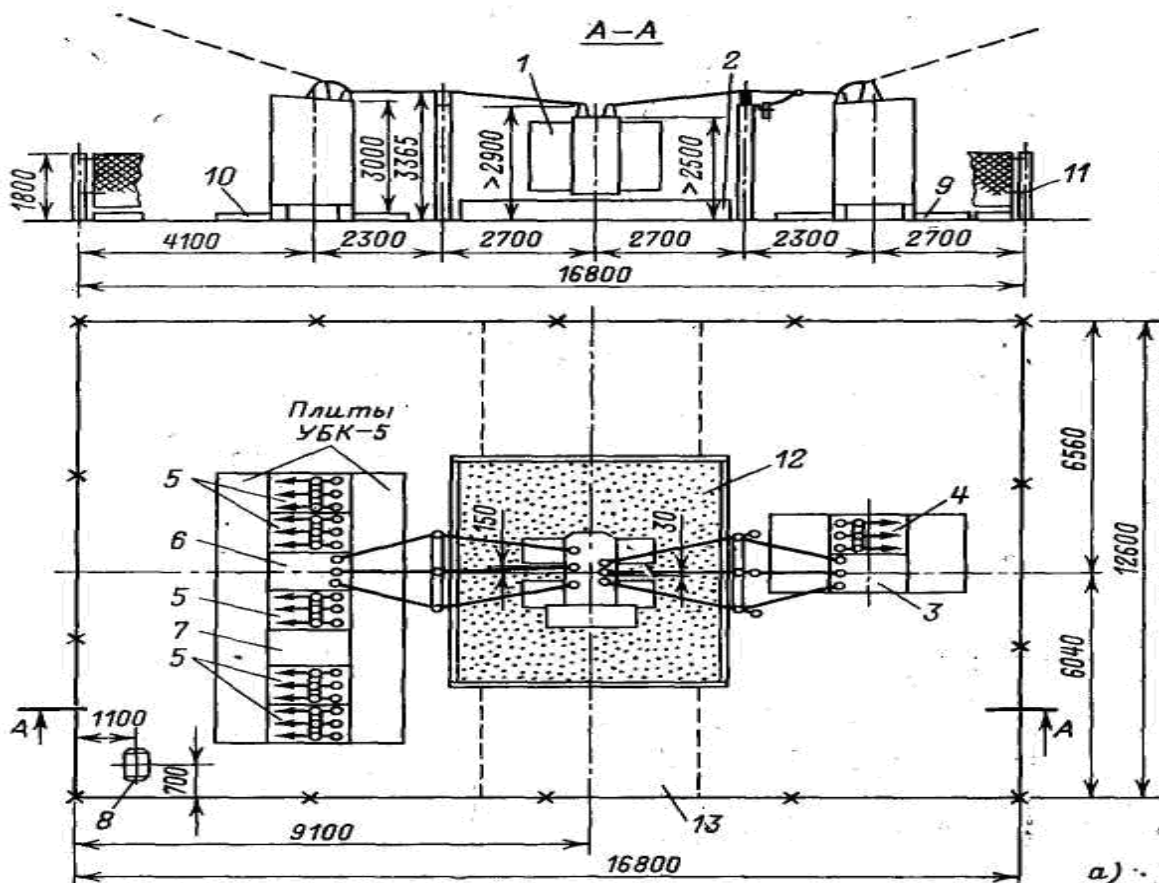
Maxsus temir beton konstruksiyalarda oʻrnatiladi. SHinalar oʻrnatiladigan konstruksiyani balandligi, ularni tegidan xodimlarni bemalol oʻtib yurishini taʼminlay olishi kerak.

Uzgichlarni qoʻl yuritmalarini bandi podstansiyani eridan 120-150 sm balandligida temir beton stalbada joylashadi.

YUqori kuchlanishlardan himoya qilish zaryadsizlagichlar xam temir beton stulchalarda yoki fundamentlarda oʻrnatiladi. Zaryadsizlagichlar (zaryadniklar) atrofida maxsus toʻsquinlar qilinadi.

YAshin qaytargichlar podstansiyaning partalarida yoki maxsus oʻrnatilgan stalbalarda joylashtiriladi. Ular poʻlat trubalardan yoki maxsus quyilmadan qilingan sterjendan qilinadi.

Podstansiyalarda quvvat kabellar xamda signal va oʻlchov nazorat kabellar, taqsimlash qurilmalardan kabel kanallarda oʻtkiziladi va ularni usti plitka bilan yopilib chiqiladi yoki tunellarda oʻtkaziladi. Tok oʻtadigan qismlarini masofasi yoki balandliklari normativda keltirilgan masofalardan kam boʻlgan xolda, yaʼni 2,5 metrdan kam boʻlsa, unda ular maxsus setkali devor bilan chegaralanadi. Podstansiya joylashgan maydon umumiy devor bilan oʻrab chiqiladi, devor temir betondan yoki setkali devor qilinadi, ularni balandligi 2,4 metrdan kam boʻlmasligi kerak.



70-Rasm. Kompleks transformator podstansiyaning K.T.P.-35/6-10kV plani va umumiy koʻrinishi. a) kundalang «A-A» kesim koʻrinishi. b) tepadan koʻrinishi.

- 1-quvvat transformatori.
- 2-KRUN-10kV.
- 3-izolyator oʻrnatiladigan temir beton stalbolar.
- 4-RLND-35 uzgich.
- 5-uzgichni qoʻl yuritmasi.
- 6-VMP-35 moy uzgich.
- 7-moy uzgichni PP-61 yuritmasi.
- 8-tayanch izolyator.
- 9-fundament.
- 10-35kV havo liniyani anker oporasi
- 11-setkali devori.
- 12-shagal yotkizilgan maydon.
- 13-RVS-35 (zaryadsizlagich).
- 14-elastik shina.
- 15-truba yoki yalpoq qattiq shinasini.
- 16-anker oporaga oʻrnatilgan yashil kaytargich.
- 17-kirish shkafi.
- 18-chiqish shkafi.
- 19-ixtiyoy transformator shkafi TSN-10kV.
- 20-oʻlchov kuchlanish transformatori NTMI-10 shkafi.

Xo'jalik podstansiyalar odatda ikki xil qilinadi, ya'ni machtada o'rnatiladigan podstansiya va tomir beton stalbada joylashgan podstansiya.

Odatda machtada 35/0,4kV podstansiyalar joylashtiriladi. 10/0,4kV podstansiyalar odatda ikkala usul bilan quriladi, oxirgi vaqtlarda axoli yashash punktlari va ta'mirlash ustaxonalari va boshqa ishlab chiqarish korxonalarida tamir beton oporalari joylashtiriladi.

Podstansiya o'rnatiladigan temir beton oporalarni balandligi shunday bulishi kerakki 6-10kV tok o'tkazgichlar xavf xatarsiz balandlikda bo'lishi kerak.

Boshi berk podstansiyalarda transformator podstansiyaning qoshiga ankor opora o'rnatiladi, bu opora havo liniyadagi simlardagi kuchlanishlarni o'ziga qabul qiladi va undagi kronshteyiliga uzgich o'rnatiladi, uzgichdan transformatorni yuqori kuchlanish izolyatori egilgan simlar bilan bog'lanadi.

6-10/0,38kV podstansiyaning 0,380/220 V tomonidan podstansiyaning yuqori tomonida maxsus kronshteyplarda joylashgan, uchta fider chiqilgan, bu kronshteypdagi izolyatorlar transformatorni ikkinchi chulg'ami bilan ulanadi, izolyatorlarga past kuchlanish havo liniyalar ulanadi. Faza simlar orasidagi kuchlanish 380 V tashkil qiladi va faza va nol simlar oralig'idagi kuchlanishlar 220 V.

3§.O'lchov transformatorlar.

Podstansiyada o'rnatiladigan o'lchov – nazorat qiluvchi priborlar va himoya qiluvchi relelar odatda o'lchov transformatorlar orqali o'rnatiladi.

O'lchov tok va kuchlanish transformatorlarini ishlatilishi ancha imkoniyat beradi:

- 1) Xavsizlik o'lchov, xamda rele va priborlarni nazorat qilishini ta'minlaydi.
- 2) Rele va o'lchov priborlarini, chulg'amlarini standartlashtirilgan nominal 5A tokka, xamda 100 Volt kuchlanishga moslashtirishga keltiriladi.
- 3) Nazorat qilinayotgan zanjirlarni qisqa tutashuv toklarni ta'siridan ketma-ket ulangan chulg'amlarni himoya qiladi.
- 4) Nazorat tarmoqlarini ancha qulaylashtiradi

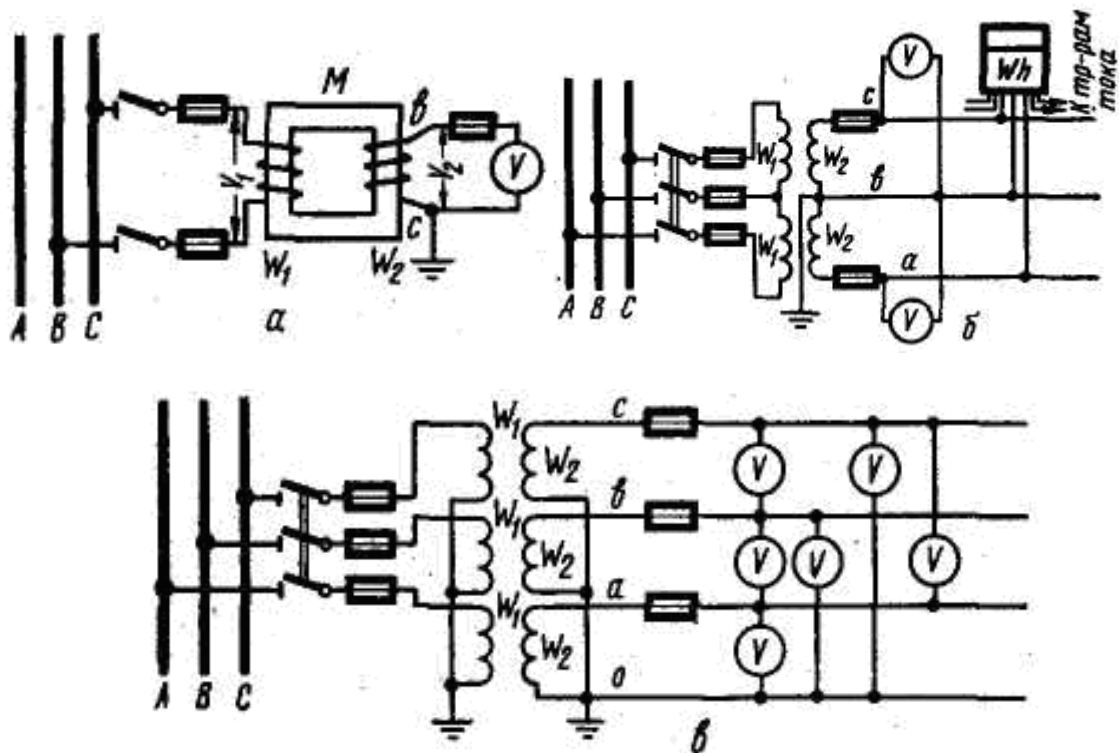
Xodimlarni o'lchov priborlar va relelardan foydalanish davrida xavsizligini oshirish uchun, o'lchov transformatorini ikkilamchi zanjirini bir nuqtasi erlanadi. Bu nazorat qiluvchi tarmoqlarni favqulotdan erga nisbatan katta potentsialga ega bo'lgan elektr uskunalarni qismlari bilan yoki transformatorni izolyasiyasini teshilishida xavsizlikni ta'minlaydi.

O'lchov transformatorlar belgilangan ishonchlik doirasida ishlash kerak, ya'ni birlamchi kuchlanish yoki tokini o'zgarish ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanishni va tokni o'zgarishini ta'minlay oladigan bo'lishi kerak. O'lchov transformatorlarni ishonchlik koeffitsientlari ularni pasportlarida keltirilgan bo'ladi, bular shu vaqtda ta'minlanadi, agar iste'mol qilinayotgan quvvati belgilangan qiymatidan oshib ketmagan xolda. Bizni elektrotexnika sanoatimiz, taqsimlash qurilmalar uchun tok transformatorlar-beshta ishonchli klassda (sinfda) va kuchlanish transformatorlar to'rtta ishonchli klassda (sinfda) chiqariladi odatda kuchlanish transformatorlarni ikkilamchi chulg'amini kuchlanishi 100Volt va tok transformatorlarni ikkinchi chulg'amini nominal toki 5A.

O'lchov tok transformatorlar nominal kuchlanishi (U_n) va nominal tok (I_n), o'rnatilish sharoiti va ishonchli ishlash ikkilamchi chulg'amiga ulanadigan iste'molchilarni quvvatlari asosida qabul qilinadi. Tok transformatorlar o'rnatilgan joyda yuz beradigan qisqa tutashuv toklarini ta'siridagi termik va dinamik turg'unligiga qo'shimcha tekshiriladi.

Kuchlanish o'lchov transformatorlarini tuzilishi tarmoqqa ulanish sxemalari, quvvat transformatorlaridan uncha farq qilmaydi, faqat ularning quvvatlari ancha kam bo'ladi. Bu transformatorlar yuqori kuchlanish tarmoqlarda o'rnatiladi

Ularni ulanish sxemalari rasmda keltirilgan.



71-Rasm. Bir fazali transformatorlarni ulanish sxemalari.

- a) Bitta liniyalar aro kuchlanishni o'lash sxemasi.
- b) Liniyalar aro kuchlanishni o'lash sxemasi.
- v) Xamma fazalar kuchlanishini va fazalar aro kuchlanishlarni o'lash sxemalari.

Rasmdagi «a» qismidagi transformatorlarni «M» umumiy magnet o'zagida ikkilamchi chulg'amidagi «W₂» paralel ulangan nazorat priborlar va relelar ulanadi.

W₂ chulg'amidagi o'ramlar har doim W₁ chulg'amidagi o'ramlardan kam bo'ladi. chulg'amdand utadigan tok ikkinchi chulg'amga ulangan yuklamalarni yig'indi tokiga mos bo'ladi.

Quvvat transformatorlarga o'xshab kuchlanish transformatorlar xam ortiqcha yuklanmasligi kerak va qisqa tutashuvlardan xoli bulishi kerak. SHuninig uchun ular har doim saqlagichlar orqali ulanadi.

Kuchlanish transformator nominal o'zgarish koeffitsienti bilan ifodalanadi.

Nominal uzgarish koeffitsienti taxminan birlamchi kuchlanishini kkilamchi kuchlanishni nisbati bilan yoki birlamchi chulg'amini o'rami W₁ bilan ikkilamchi chulg'amni o'rami W₂ nisbati orqali topiladi.

$$n_u = \frac{U_{1H}}{U_{2H}} \cong \frac{W_1}{W_2} \quad (185)$$

Kuchlanish transformator orqali o'lashda ikki xil noaniqlik xosil bo'ladi: o'zgartirish koeffitsientidan yoki kuchlanishni burchagini o'zgartirishadi.

Birinchi noaniqlik quyidagicha topiladi.

$$\Delta U\% = \frac{n_u U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100\% \quad (186)$$

Bu o'lchovdagi noaniqlar, hamma o'lchov priborlarni; ikkilamchi chulg'amiga ulanganligida yuz beradi.

Burchak noaniqliklar «b» faqat voltmetrlarga o'xshagan priborlarga ta'sir qiladi (fazometr, schetchiklar, quvvat relelar va shunga o'xshashlar). Bu noaniqliklar U₁ kuchlanish bilan ikkilamchi chulg'amidagi bilan siljish burchakidan kelib chiqadi, ya'ni 180° ga ag'darilganda.

Transformatorni kuchlanishini xatoligi, ularni salt xolatdagi toklariga, chulg'amlarni qarshiligi, ikkilamchi yuklamalarni qiymatlari, uni Cosφ₂ va birlamchi kuchlanishni tebranishiga.

Kuchlanish transformatorlarni to'rtta aniqlik klassini, uni xato ishlashi bilan ifodalanadi, ular jadvalda keltirilgan

20-jadval

Kuchlanish transformatorni aniqlik klassi	Noaniqlik kattaligi		Cosφ ₂	Birlamchi kuchlanish protsent xisobida % uni nominal qiymatidan
	Kuchlanishni noaniqligi ΔU ₁ %	Burchak δ ₁ min.		
0,2	±0,2	±10	0,8-1	50-120
0,5	±0,5	±20	0,8-1	80-120
1,0	±1,0	±40	-	90-110
3,0	±3,0	Normallanmagan	-	90-110

Bu normallangan xatoliklarni qiymatlari ruxsat etilgan sharoitda transformatorlarni yuklamalari 25% dan 100% gacha uzgarib turadi.

Tok transformatorlari – xamma kuchlanish elektr uskunalarda ishlatiladi, xamma o'lchash priborlarni va rele himoyalarni tok chulg'amlarini energiya bilan ta'minlash uchun. YUqorida aytib utilganlardan tashqari tok transformatori o'rnatilgan joydan ancha uzoq joylarga relelarni va priborlarni o'rnatish mumkin bo'ladi. Birinchi chulg'amli tarmoqqa ketma-ket ulanadi. Ikkinchi chulg'amiga o'lchov va relelarni tok chulg'amlari ketma-ket ulanadi.

Tok transformatorni birinchi chulg'amidagi tok uni ikkilamchi chulg'amini yuklamalariga bog'liq bo'lmaydi. Qisqa tutashuvga yaqin bo'lgan normal xolatda ishlashadi. SHunday qilib ortiqcha yuklanish va ikkilamchi chulg'amdagi qisqa tutashuvlar tok transformatorlarga havoli emas, shuning uchun ularni saqlagichlar bilan himoya qilinishni xo'jati bo'lmaydi. O'lchov tok transformatorni ikkilamchi chulg'amini uzilishi ular uchun katta xavfli keltiradi. CHunki bu xolda ikkilamchi chulg'amni magnitsizlash xususiyati yo'q bo'ladi va uzagidagi magnit oqimi oshib ketadi, bu magnit o'zagini qizib ketishiga olib keladi va chulg'amlarni ochiq joyida katta E.YU.K xosil qiladi va xizmat qiluvchi xodimlarga katta xavfsizlik tug'diradi. SHuning uchun yuklamalar ulanmagan tok transformatorlarni ikkilamchi chulg'amlari qisqartirib qo'yilishi shart.

SHuning uchun tok transformatorlarni ikkinchi chulg'amini o'rami W₂ birinchi chulg'amini o'rami W₁ nisbatan ko'p bo'ladi.

Tok transformatorini o'zgartirish nominal koeffitsienti

$$n_y = \frac{J_{n1}}{J_{n2}} \cong \frac{W_2}{W_1} \quad (187)$$

Tok buyicha xatoligi

$$\Delta J\% = \frac{n_y J_2 - J_1}{J_1} \cdot 100 \quad (189)$$

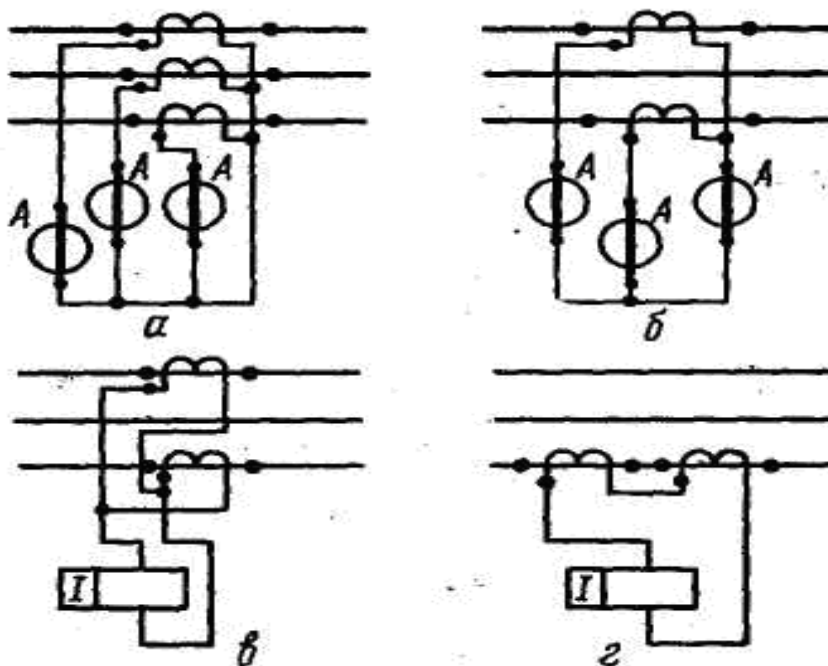
Bu xatolik xamma priborlar va relelar ishlashiga ta'sir qiladi.

O'lchov tok transformatorlarini xatoliklari jadvalda keltirilgan

21-jadval

Ishonchli klassi	Birinchi chulg'amni toki % nominal toka nisbatan I _{n1}	Xatoliklar	
		Toklar ΔI, %	Burchak bo'yicha «b» min.
0,2	100-120	±0,20	±10
	20	±0,35	±15
	10	±0,50	±20
0,5	100-120	±0,50	±40
	20	±0,75	±50
	10	±1,00	±60
1,0	100-120	±1,00	±80
	20	±1,50	±100
	10	±2,00	±120
3,0	50-120	±3,00	normalanmagan
10,0	50-120	±10,00	normalanmagan

Voltmetrlar turiga o'xshagan priborlar va relelar 1,0 ishonchli klassga ega bo'lgan tok transformatorlarga ulanadi, 0,5 ishonchli klassga ega bo'lgan transformatorlarga schyotchiklar ulanadi; 3-chi ishonchli klass transformatorga tok relesi va ampermetrlar, agar ularni ko'rsatuvlari asosida quvvatlar yoki quvvat koeffitsientlari $\cos\phi$ aniqlanmasa, 0,2 ishonchli klass transformatorlar tajriba laboratoriyalarda ishlatiladi, 10 ishonchli klass transformatorlar 1,0 va 3,00 klass ikkilamchi to'g'ri ulanadigan relelar va operativ zanjirlar uchun.



72-Rasm. Tok transformatorlarni ulanish sxemalari.

- a) ikkilamchi chulg'amlarni va priborlarni yulduz shaklida ulanish sxemasi.
 - b) to'liq bo'lmagan yulduz shaklda ulanish sxemasi.
 - v) releni faza toklarini ayirmasiga ulanish sxemasi.
 - g) ikkinchi chulg'amlarni ketma-ket ulanish sxemasi.
- Rasmdagi a) va b) sxemalar asosida nazorat qiluvchi priborlar va relelar ulanadi, v) va g) sxemalar asosida faqat relelar ulanadi.

§4. Taqsimlangan tizimlarni (TT) tok o'tkazuvchi qismlar va apparatlar

Elektr zanjirlarni ulash va o'chirish vaqtlarda elektr yoy xosil bo'ladi. YOyni xosil bo'lishi uchun kontaktlardagi kuchlanishlar 10-20 Voltgacha xamda zanjirdagi tok 0,1 A bo'lsa kifoya, elektr yoy past kuchlanish va 1000 V dan yuqori bo'lgan tuzilmalarda xosil bo'lishi mumkin.

Lampochkalarni yoki elektroplitkalarni ulash va uchirish paytida elektr iskralarni ko'ramiz, bu esa kichik tokli elektr yoyni kelib chiqish.

Kichik kuchlanishlar va toklarda yoyni noto'g'riligi bo'ladi, tez o'chadi va tok o'tkazuvchi qismlarga xamda apparatlarga katta xavfsizlik keltiradi. Lekin, ko'p quvvatli elektr zanjirlarda yoy katta xavfsizlik keltiradi. Chunki yoyni ichidagi issiqlik 10- 15 ming S-ga bo'ladi, bu esa tok o'tkazuvchi qismlar va kontaktlarni eritib yuborish mumkin. Ayrim vaqtlarda yoyni issiqligi ta'sirida uzgichlarni misdan qilingan izolyatorlar erib ketgan.

110 kV va undan yuqori kuchlanishlarda yoyni uzunligi bir necha martgacha yotadi va havoda uni yo'nalishi o'zgarib turishi ta'sirida ko'pincha qisqa tutashuvlar kelib chiqishiga sababa bo'ladi. SHuning uchun past va yuqori kuchlanish tuzilmalarda xosil bo'lgan yoyni tez uchirish harakati qilinadi.

YOy simvoli deb ionlantirilgan kanali aytadi, shu kanal ichida yoy ionlanadi, bu erda uzilmas zaryadlangan zarrachalari harakati mavjud.

YOyda ikki rotsess bir vaqtda bo'lib turadi: YOy yonayotgan muxitni atom va molekularini ionlantirish va ionlansizlantirish.

YOyni yondirishida ionizatsiyalash protsess ustunligi, yoyni turgunligi yonishida ionlanish va ionsizlanish protsesi bir xil intensivligi yoyni so'nish davrida ionsizlanish ionlashga qaraganda ustunli bo'ladi.

YOydagi zaryadlangan zarrachalar kelib chiqish bir necha ionlanish turlaridan kelib chiqadi: Issiqlik ta'siridagi ionlanish, ya'ni yuqori variantda issiqlikni va katta tezlikni ta'sirida zaryadlangan zarrachalar neytral atom va molekulariga bo'linadi. YOyni yonishini boshlang'ich davrida avtoelektrik emissi katta ahamiyatga ega bo'ladi. Bunda yuqori kuchlanishli elektr maydonini ta'sirida elektrodni yuzasidan elektronlar ajaratiladi, ular elektr maydonida tezligini oshirib boradi zarba va issiqlik ionlashtirishni amalga oshiradi. Asosiy yoyni konsullanishi diffuziya orqali yuz beradi.

- ya'ni zaryadlangan zarrachalari borasidagi muxitga o'tkazish va rekombinatsiya qilishini, musbat zaryadlangan zarrachalar elektron bilan qo'shiladi.

- ionsizlanish protsessi yoyni sovish paytida kamayadi, shu bilan birga ionlanish protsessini tezligi ham kamayadi.

SHunday qilib yoyni yonish protsessiga bir necha sharoitlar ta'sir qiladi ekan:

- yoyni atrofidagi muxit;

- sirtqi sharoitlar, ya'ni yoyni sovitishga ta'sir qiladigan muxit.

Issiqlik sig'imi va utkazuvchanligi katta bo'lgan gazlarda ionsizlanish protsessi ancha tezlik bilan o'tadi, shu bilan birgalikda bunaqa gazlar yuqori yoy uchirish xususiyatiga ega bo'ladi. Masalan, havoga qaraganda vodorodni yoy uchirish gazni bosimi ham ta'sir qiladi. Bosimni oshib borishi bilan ionlantirish zudlik bilan kamayadi, lekin diffuziya va issiqlikni o'tkazuvchanligi oshib boradi.

YOyni plazmasini o'tkazuvchanligi yoyni darajadagi ionlangan gaz moddasi yoyda plazma bo'ladi, metallarni o'tkazuvchanligiga yaqinlashadi. shuning uchun kuchlanishni kamayishi yoy buyicha kam miqdorda bo'ladi, qurilmani kuchlanishidan qa'tiy nazar bir necha Omlik voltini tashkil qiladi.

Kuchlanishni kamayishi yoy uzunligi bo'yicha noteks bo'ladi. Elektrodni yonida ko'proq va boshqa qismlarida kam bo'ladi. 10 - 12 Voltgacha bu xodisa katod yonidagi kuchlanishni kamayishi deb ataladi. Buning sababi shundaki, katod atrofida har doim musbat zaryadli zarrachalar yig'iladi, ular esa o'tkazuvchanligi kam bo'lgan bulut xosil qiladi.

YOyni yonish va so'nish protsesslari, o'zgarmas va o'zgaruvchan toklar butunlay har xil bo'ladi.

O'zgarmas tok zanjirlarida ionlanish va ionsizlanishlar tenglanqshganda yoyni bir xolatda bo'ladi. O'zgaruvchan tok zanjirida xosil bo'lgan yoy har doim tokni sinusoidasi nuldan o'tishida uchib, undan keyin qaytadan yonadi. shuning uchun katta ahamiyatga ega bo'ladi. YOy oralig'ida elektr chidamligini (puxtaligi) tiklanishi tokni sinusoidasi nuldan o'tgandan so'ng. YOy uchgandan keyin yoy oralig'ida jadallik bilan ionsizlanish protsessi davom etadi va uni o'tkazuvchanligi keskin kamayadi. SHundan keyin o'zgaruvchan tokni tiklanayotgan kuchlanishni ionsizlangan oraliqni puxtaligini teshib o'tsa unda yoy to'liq uchadi.

Elektr puxtaligini tiklashiga yordam berish mumkin, kontaktlarni bir-biridan uzaytirish yo'li bilan yoki qolgan yoy daraxini sovuq va tok o'tkazmaydigan muxit havosi bilan aralashtirish natijasida.

YUklama toklari o'tayotgan elektr zanjirlarini uzib- ulaydigan elektr uskunalarni ajraydigan kontaktlarini maxsus yoy uchirgich qurilmalarga (kameraga) joylashtiriladi, ya'ni yoyni uzunligiga bir necha kameraga bo'linadi, yoyni sovitish kameralarga bo'lish, yoyni cho'zish; yoyni uchirish uchun moydan foydalanish: yoyni uchirish uchun katta bosimli havodan foydalanish va yoy uchirish usullardan foydalanish bilan etiladi.

YOyni uzunligini bir necha qisqa yoyga bo'lish.

Bu usul 1000 V gacha bo'lgan kuchlanishlarda keng ishlatiladi. Bu usulda yoyni bir necha qisqa yoylarga bulishadi, shu tufayli har bir bo'linish joyida o'z qotadi va aondga ega bo'ladi va bularni atorofida kam o'tkazuvchanlik mintaqasi xosil bo'ladi va yoyni tiklaydigan kuchlanish etarli

bo'lmaydi, bir necha yoyni oraliqlarini teshib o'tishga. SHu tufayli yoy kuchlanishi sinusiodasi nuldand utishi bilan uchadi. 1- chi rasmda ko'rsatilgan.

YOyni sovitish tirqitishlariga bo'lish. Agar yoyni kichik tirqishlarga srvuq tok o'tkazmaydigan devorlar orasiga tortqiziladi, sovuq devorlar bilan tutashidan, yoy soviydi va deformatsiyalanadi, bu esa yoyni tez uchishiga ko'maklashadi. 2- chi rasmda ko'rsatilgan. Tirqishlar yoyni tortadigan maydon maxsus elektromagnitlar orqali xosil qilinadi Bu usul asosan kuchlanishlar 1000 V dan kam va yuqori bo'lgan elektr tarmoqlarda ishlatiladi.

YOyni cho'zish. Kontaktlarni tez ajaralishi tufayli yoy oralgi cho'zilib boradi, uni yuzasini uzayishi, yoyni tanasini sovitishini engillashtiridi, yoy oralig'idagi kuchlanishini kamayishi oshib boradi. YOyni uzilishi xamma (kommutatsion) uzib-ulaydigan elektr uskunalarida yuz beradi, chunki uzish vaqti kontaktlar bir-biridan uzoqlashadi. Past kuchlanish apparatlarda yoyni uchirish uchun, uni uzayishini o'zi kifoya. YUqori kuchlanish apparatlarida (1000 V dan yoyni uzunlashi va yuqorida ko'rsatilgan o'sishlar bilan xamkorlikda o'chiriladi.

YOyni uchirishda moyni ishlatish. Moy ichida kontaktlar orasida xosil bo'lgan yoy, moyni jaddalik bilan parchalaydi va bukchaytiradi. Katta issiqlik ta'sirida. SHu tufayli yoyni atrofida gaz - bo'shlik puffak bo'ladi, asosan (70-80%) vodorod tashkil qiladi, shuning uchun yoyni tez uchishiga olib keladi. Bundan tashqari zudlik bilan xosil bo'lgan pufakda bosim oshib boradi va uni ichida gaz va burchaklarni uzilmas harakati yoy oralig'ida ionsizlanishni tezlatadi. Bu usul kuchlanishni 1000 V dan yuqori bo'lgan uzish uskunalarida ishlatiladi.

YOy uchirish uchun yukori bosimli havodan foydalanish.

Agar yoyni yuqori bosimli havo bilan puflansa, unda u intensiv xolatda sovitiladi, katta bosimli havo yoyni tez uchirishga olib keladi.

Havoni o'rniga ko'pincha kattiq gaz ajratadigan materiallardan masalan fibra, viniplast va boshqalar. Bunda esa yoyni o'zi gaz ajaratadigan materiallarni parchalaydi, yoyni kuchi qancha katta bo'lsa shuncha ko'p ajrab chiqadi.

YOyni boshqa usullar bilan uchirish. Oxirgi vaqtlarda eng keng tarqatilgan usuldand biri elegaz ta'siridand yoyni o'chirish (altiptorli sulfat), elegaz havoga yoki vodorodga qaragand katta elektr chidamlikka ega yoy o'chirish xususiyatlari ancha yaxshi.

Bundand tashqari yoyni uchirishda vakuum moslalamlar ishlatiladi. (vakuumni chuqurligi 10^{-6} 10^{-8} Nsm²). Bunday uzgichlarda yoy tokni sinusoida nuldand birinchi o'tishdayoq uchadi, chunki yuqorida aytilgan darajada siyraklashgan gaz, katta elektr chidamlikka ega.

Kuch zajrlaridagi tok o'tkazuvchi qismlar va elektr kontaktlar. Taqsimlash tizimlariga barcha elektr energiya elektr uskunalariga shinalar orqali kelitiriladi. SHinalardan tashqari, tok o'tkazuvchi qismlarga elektr zanjirlaridagi apparatlarda o'rnatilgan tok o'tkazuvchi konstruksiyalar xam kiradi.

O'rnatish joylariga qarab shinalar egiluvchan va qattiq bo'ladi. qattiq (egilmas) shinalar asosiy yopiq taqsimlash tuzilmalarida yoki binolarni ichida ishlatiladi. Qattiq (bukir) har xil fazalarni oralig'i ruxsat etilgan minimal masofa qabul qilinadi. Bikir shinalar odatda alyumin, po'lat yoki misdand qilingan to'rt burchak poloscha shaklida yasaladi.

Kontaktli ulanishlar. Elektr stansiya va podstansiyalarda o'rnatilgan kommutatsiya (tok zanjirini ulab-uchiradigan apparatlarida, har xil ulanish kontaktlar uchraydi, lekin asosiy bu ajraydigan kontaktlar. Xamma bunday kontaktlar siljiydigan va siljimas qismlardan iborat bo'ladi. Siljish kontaktlar konstruktiv tuzilishi har xil bo'ladi, ya'ni pichoq shaklida, rozetka shaklida, va yapoloq to'rtburchak shaklida. Siljimas kontaktlar esa: egiluvchan plastina shaklida, rozetka shaklida va shyotka shaklida, xamma kontaktlar ulanish joylarda maxsus prujinalar ta'sirida qo'shimcha qisilish xosil qilinadi, yoki siljimas kontaktlarni tarangligi xisoblanadi.

Kontaktlarni yoyga turg'anligi bo'lishlari kerak, chunki bir necha barobar uzib - ulanishlarida yoyni termik va dinamik ta'sirlarida shikatlanmasligi lozim. SHuning uchun kontaktlar yasaydigan material xisobida mis, kumush, volfrom va metalkeramiklar (mexanik qo'shilmalar), shu yuqoridagi aytilgan metallarni poroshogi asosida katta bosimda qilinadi.

Izolyator va izolyasion konstruksiyalar. Taqsimlash tuzilmalarda ishonchli izolyasiyaga ega bulish kerak, chunki shinalar va apparatlarni tok o'tkazuvchi qismlari har xil potensialga ega bo'lishi mumkin. Fazalar orasidagi havo oraliqlar, faza va er o'rtasida, xamda erlangan konstruksiyalar orasidagi havo oraliqlar ishonchli izolyasiyani tashkil qiladi, agar ular to'g'ri topilgan bo'lsa. Tok

o'tkazadigan qismlar, shinlar va simlar taqsimlash tuzilmalarga ishonchli qotirilgan bo'lishi shart. Qotirish joylarida tayanch izolyatorlar, o'tish izolyatorlar, osilgan izolyatorlar va apparat izolyasiyasi deb ataladigan har xil izolyasion konstruksiyalar. Asosan izolyatorlar chini va maxsus shishadan qilinadi. Bularni bari mexanik va elektr puxtalagiga ega bo'lishlari kerak, chunki ular xir xil muxit ta'siriga bardosh bera olishi kerak: yomg'irga, qorga, muzlashga, chang bo'ronga va boshqalarga. Ular o'rnatilish joyiga qarab ichki va sirtqi izolyatorlarga bo'linadi.

Sirtida o'rnatiladigan izolyatorlar yirik qilinadi va yirik qanotli bo'ladi, ichki izolyatorlar tekis yoki mayda kanatli bo'ladi. Xamma izolyatorlarni konstruksiyalarni teshib o'tadigan kuchlanishi, uni ustidan o'tadigan kuchlanishidan yuqori bo'lishi kerak.

Har bir izolyator armatura bilan ta'minlangan bo'ladi, ularga sim, shina va tok o'tadigan qismlarni qotirish uchun, ikkinchi tomonidan o'zini konstruksiyalarga qotirish uchun.

§5. YUqori kuchlanishli apparatlar.

Kuchlanish 1000 V dan yuqori bo'lgan elektr zanjirlari o'rnatiladigan apparatlar yuqori kuchlanish apparatlar deb ataladi.

Ularni kommutatsiyalaydigan qismlari o'rnatilgan yuqori quvvatli elektr yoyni uchirishga qodir bo'lishi va izolyasiyasi yuqori elektr puxtaligiga ega bo'lishi kerak.

Elektr stansiyalar va podstansiyalarda quyidagi elektr apparatlar ishlatiladi: uzgichlar; yuklama tok o'chirgichlar; yuqori kuchlanish saqlagichlar; moy uzgichlar.

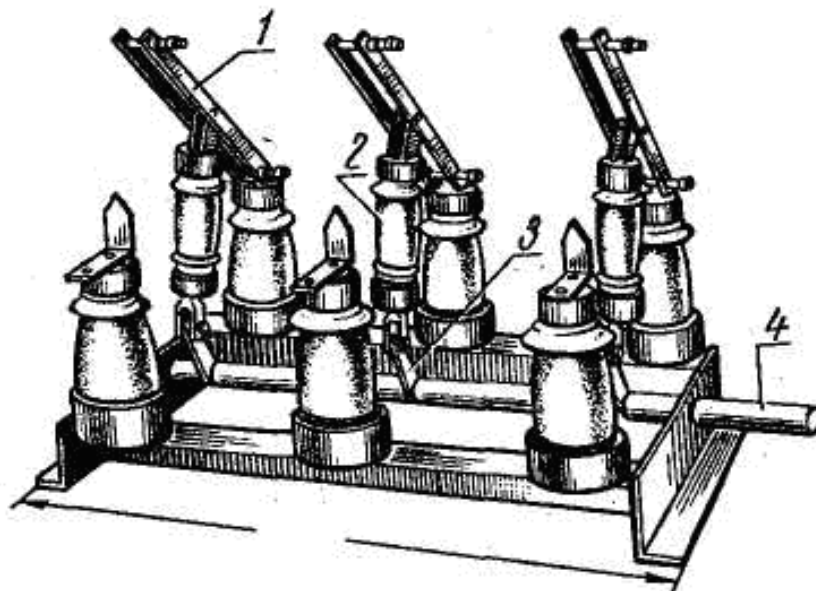
Uzgichlarni yuritmasi bo'lib PRBA va PP -67 lar xizmat qiladi.

1. Uzgichlar - bu elektr apparatlar elektr zanjirida tok bo'lmagan xolatda uzish va ulashga mo'ljallangan uskuna.

Uzgichlar ishlashida siljish kontakti bilan siljimas kontakti orasidagi havo, elektr zanjirini uzilganligini yaqqol ko'rsatib turadi. Bunday ajratkichlar xavfsiz ta'mirlash ishlarini olib borishga zamin beradi.

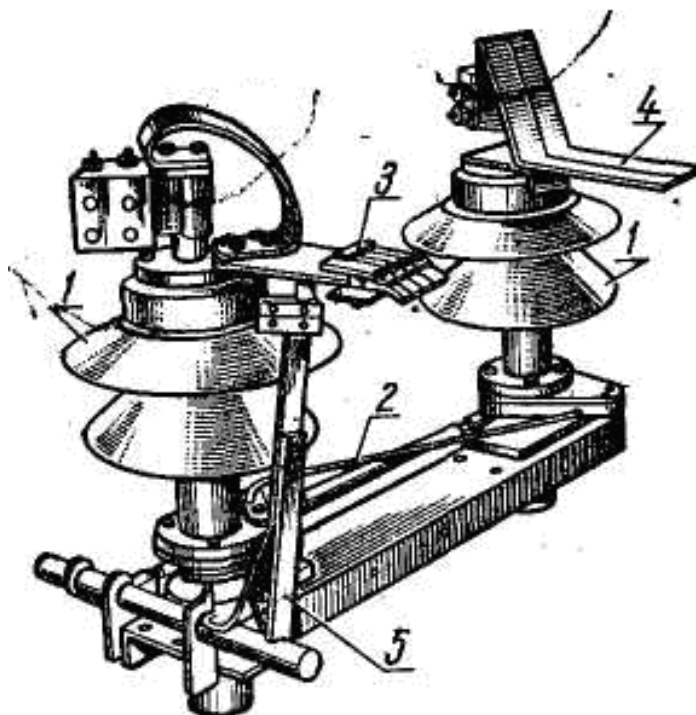
Oddiy uzgichlar ichki va sirtqi o'rnatish uchi bajarilgan bo'ladi, ular uch fazali va bir fazali qilinadi.

Bunday uzgichlarda yoy o'chiradigan qismlari bo'lmaganligi uchun faqat tarmoqlarni salt xolatida o'chirish mumkin, chunki bu xolatda siljish va siljimas kontaktlar orasida elektr yoy xosil bo'lmaydi.



73 - rasmda yopiq xonada 10 kV tuzilmalarda o'rnatiladigan uch fazali pichoqlari vertikal xolatda ulanadigan uzgichlar ko'rsatilgan.

Ulashishi pichoqlari -(1), umumiy shina tushiradigan valiga (4), ba'zan (3), richakka ulangan (2) izolyator orqali bog'lanadi.



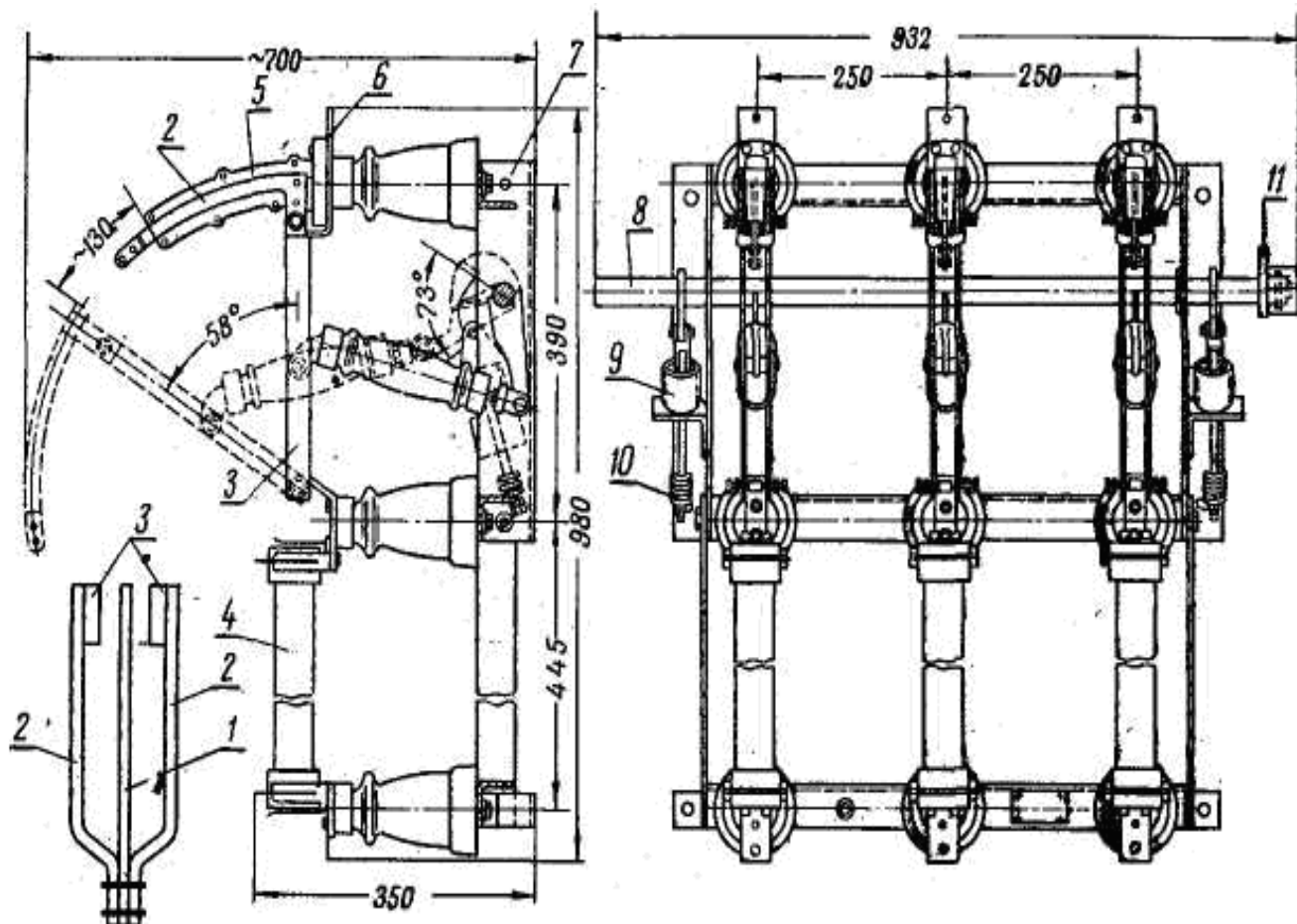
74 - rasmda 35 kV - li tuzilmalarda ochiq havoda oʻrnatiladigan uzgichlar keltirilgan. Bunday uzgichlar bir fazali qilinadi, lekin (taʼmirlash) montaj paytida ular 3 fazali qilib yigʻiladi va umumiy yuritma orqali ishga tushiriladi.

Bunday uzgichlarga oʻng tomondagi izolyatori (5) elektr yuritma bilan bogʻlangan va aylanadigan oʻqni richagi (8) bilan. SHu izolyatorida gorizontal ulanish pichogʻi (7) xam joylashgan, bu pichoq izolyator aylangandi siljimas plastinkalardan qilingan kontakti (6) bilan biriktirladi. Uzgichni unday oʻrnatib erlagich pichogʻi (9) shunday qilinganki, asosiy pichoq (7) ajralgandan keyin ulanadi. Bunaqa uzgichlarda 2 ta erlagich pichogʻi boʻlishi mumkin.

Uzgichlar 6 kV li va undan yuqori kuchlanishga moʻljallangan boʻladi, a nominal toklari 200 A va undan katta toklarga xam moʻljallangan.

Uzgichlarni turlari RV -6/400, RV-10/600, RNDZ -1-35/630, va ularni modifikatsiyalari bor. Bularda: R - uzgich (razʼedinitel); V - ichki (vnutrennaya ustanovka); N - ochiq havoda (narujnoy) oʻrnatiladigan; D - ikki (dvuxkolonkoviy) kolonnali 3 - erlagich pichoqlarga (zazemlyayushiy noji) ega; 3 - harfdan keyingi raqamlar erlagich pichoqlarni sonini koʻrsatadi, 4 dan keyingi raqamlar suratda qaysi kuchlanishga moslashganligini, maxraждан uni nomianl toki berilgan.

Agar uzgichlarni konstruksiyasini sal oʻzgartirib, ularni kontaktlariga yoy oʻchiradigan qismlar kiritilib va ajratadigan prujinalar bilan taʼminlansa, oddiy uzgichlar yuklama toklarni oʻchiradigan qurilmaga aylanadi, shunday qurilmalarni tuzilishi 74 - rasmda keltirilgan.



75 – Uzgichlarni konstruksiyasi o'zgartirilib, ularni kontaktlariga yoy o'chiradigan qismlar kiritilib va ajratadigan prujinalar bilan ta'minlangan, oddiy uzgichlar yuklama toklarni o'chiradigan qurilma.

Yuklama tok o'chirgichlarda yoy o'chiradigan qurilmasi tirqish kamerga (2) ega bo'lib, siljimas kontaktlarga o'rnatiladi. Uni oxirida 2 ta kayishuvchi ustuncha puxtalagi kontaktlar (11). YOy o'chiruvchi pichoq (9) ulanishida ustunchalar orasidan asosiy ishchi kontaktlar ulanishidan oldin o'tadi: siljimas 10 va yupqa parallel pichoqlarsimon siljish kontakti (8), uzilish vaqtida esa ustunchalardan keyinroq chiqadi. Plastmassadan qilingan kamerni ichida organik shishadan qilingan almashtiriladigan plastinalar joylashgan.

Uchirish vaqtida yoy uchradigan pichoq elektr yoyni shu vkladishlar orasiga tortib boradi, yoyni issiqligi ta'sirida organik shishadan gazlar xosil bo'ladi. Pichoq kameradan chiqqancha gazlar bilan bosim xosil bo'ladi, pichoq kameradan chiqqan vaqtida gazlarni oqimi yoyni deformatsiyalaydi xamda sovutadi va o'chirishga olib keladi. SHu prinsipda VNP -16 va VNP – 17 seriyali o'chirgichlar tuzilgan. Oxirgi vaqtlarda erlagich pichoqli uchirgichlar ishlab chiqarilgan ularni, VNPa-16 yoki VNPa – 17, deb belgilangan.

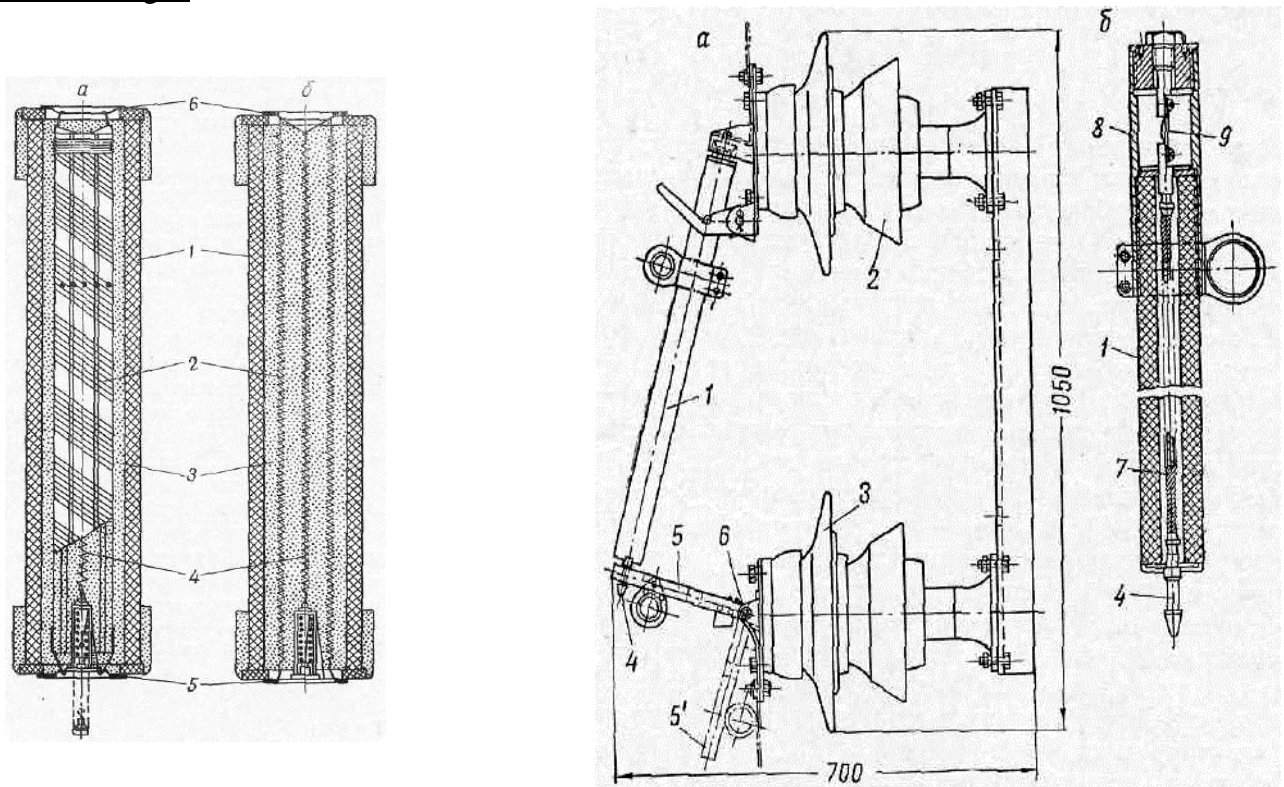
YUqori kuchlanish saqlagichlar. Saqlagichlar 200 kV kuchlanishlargacha ishlatiladi. 35 kV bo'lgan kuchlanish tuzilmalarda PK saqlagichlar ishlatiladi. Bu saqlagichlar qisqa tutashuv toklardan saqlash uchun qilingan, saqlagichlar ichida kvarts (qumlar) bilan to'ldirilgan bo'ladi. Saqlagichlarni kundalang qismi 76 – rasmda ko'rsatilgan. Saqlagichni patroni bilan yoki maxsus shishadan qilingan trubkadan (1) tashkil bo'ladi. Uni ikki tomonida latun xalqa (2) o'rnatiladi, uni ustidan qopqoq (3) o'rnatilgan. Trubkani ichi kvarts qum (4) bilan to'ldirilgan. Uni eruvchan qismi kumushlangan bilan simidan qilinadi (5) yoki chinidan qilingan ustunchaga o'ralgan bo'ladi yoki spiral shaklida ulangan bo'lib, trubkani ichida erkin joylashtiriladi. Saqlagichni bir tomonida ishlaganini ko'rsatadigan sterjen o'rnatiladi (6), qizil bilan bo'yalgan. Saqlagichni eruvchan qismi (7) erib tushganda sterjen bo'shatiladi va o'z qopqog'idan chiqib ketadi. Misni erish harorati 1000°S

ni tashkil etadi, agar 0,25 mm diametrli simga qo'rg'oshin va qalay quyulma sharik quyilsa, u 650 S issiqlikda 4 – minutda erib tushadi, agar 350 S issiqligi 40 mintuda eriydi.

Qo'rg'oshin, qalay quyulmani erish xarorati 180 S, shu haroratda shirik erish ta'sirida bilan simni ham eritib yuboradi, bu xodisa metallurgiya effekti deb ataladi. Bu effekt saqlagichlarda keng ishlatiladi, agar eruvchan qismi issiqlikni turg'unligi metaldan yasalgan bo'lsa, saqlagichlar toklarni chegaralaydigan effektga ega bo'lishadi. Qisqa tutashuv tokini uchirish vaqti ko'pincha yarim davrasidan kam bo'ladi.

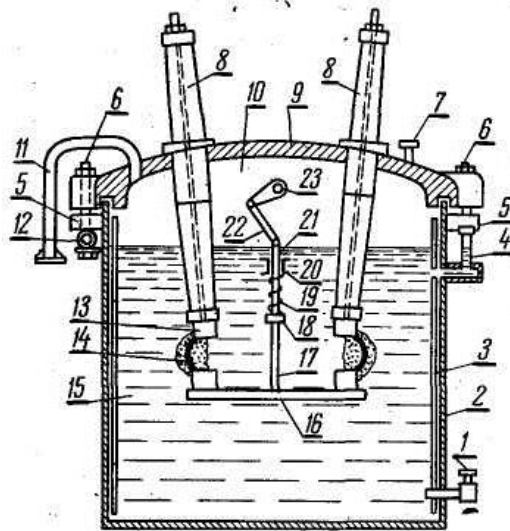
O'lchov kuchlanish trasformator zanjirida PKT – seriyali saqlagichlar o'rnatiladi. Bu saqlagichlar yuqorida keltirilgan saqlagichlardan eruvchan qismi bilan farq qiladi. Bunday saqlagichlarda eruvchan qismi kontakt qismidan yasaladi. PKT – 10, bu erda P – (predoxranitel) saqlagich; K (kvarsem zapolnen) Kvars bilan to'ldirilgan; T – (transformatorniy) o'lchov kuchlanish transformatori uchun – chiziqdan keyingi raqam (10 kV) mo'ljallangan kuchlanishni ko'rsatadi, Ochiq havoda o'rnatilishi uchun PKU va PKTU saqlagichlar o'rnatiladi, ya'ni U – murakkablashgan (usileniy).

Podstansiyalarda PSN – 10, PSN -35 saqlagichlardan foydalaniladi. Bu saqlagichlar 6 – rasmda keltirilgan.



76 – Rasm. YUqori kuchlanish saqlagichlar

Saqlagichlarni patroni (3) gaz chiqaradigan vinniplast trubkadan qilinadi, uni ichida eruvchan qismi (5) joylashgan, uni bir tomoni patronni metal qolpoq tomoniga qotirilgan, 2 chi tomoni egiluvchan simga (2) biriktirilgan. Eruvchan qismi eriganda gaz inersiyalaydigan turbkasida qalpoq (1) jilovini tortib chiqadi, uning ketidan elektr yoy, trubkani ichida ko'p gaz ajaraladi va shu tufayli trubkani ichida katta bosim xosil bo'ladi, shu bosim ta'sirida yoy ionsizlanadi, jilovi trubkadan chiqishi bilan katta bosimli ko'ndalang gaz oqimini ta'sirida yoy sovitiladi va deformatsiyalanib uchadi.



77-Rasm. Moy uzgich

Moy uzgichlar. Qishloq xo'jalik podstansiyalardi asosan ko'p va kam xajmli moy uzgichlar ishlatiladi. Bu uzgichlarda tok o'rnatiladigan qismlarini izolyasiyalash va kontaktlar ajrashida xosil bo'ladigan elektr yoyni uchirish uchun maxsus transformator moylari ishlatiladi.

6-10 kV li uzgichlarda 3 ta fazasi 1 ta bakni ichida o'rnatiladi, undan yuqori kuchlanishlarda moy uzgichlar har bir fazaga aloxida qilinadi va montaj qilishda 3 ta moy uzgichni umumiy yuritma bilan ishga tushiriladigan qilib yig'iladi. Oxirgi vaqtlarda 6-10 kV li moy uzgichlar kam xajmli qilib chiqariladi, ya'ni VMP - 10 seriyali 8 - rasmda ko'rsatilgan. Kam xajmli moy uzgichlarda transformator moyi faqat yoy o'chirish uchun xizmat qiladi.

Uzgichlar

Podstansiyada o'rnatiladigan uzgichlar ikki xil bo'ladi:

- 1) yuklanma toklar utmayotgan yoki kam mikdorga ega bulgan zanjirlarni ajratish va ulash uchun ishlatiladigan uzgichlar.
- 2) To'liq yuklangan yoki qisqa tutashgan tarmoqlarni yoki podstansiyalarni qismlarini uzish uchun ishlatiladigan murakkab uzgichlar (moy uzgichlar. Havo uzgichlar va elegaz uzgichlar).

Oddiy uzgichlar podstansiya va liniyalarda ta'mirlash ishlar yoki elektr uskunalarni reviziya qilish vaqtlarda xavfsizlikni ta'minlash maqsadida ishlatiladi.

CHunki ularni uzish pichoqlari bir biridan ko'rinar darajada ochilib turadi.

Oddiy uzgichlarni kam yuklama tok bilan liniyalardagi erlanish toklari 5A gacha bo'lgan 35kV li liniyalarni .

Erlanish toki 10 A gacha bo'lgan 6-10kV liniyalarni, uzunligi 10 km ga bo'lgan yuklanmagan 10 kV kabellarni, xamda yuklanmagan 35kv havo liniyani uzunligi 30 km cha bo'lgan liniyalardagi transformatorlarni uzagidagi netralini uzishga va ulashga ruxsat etiladi.

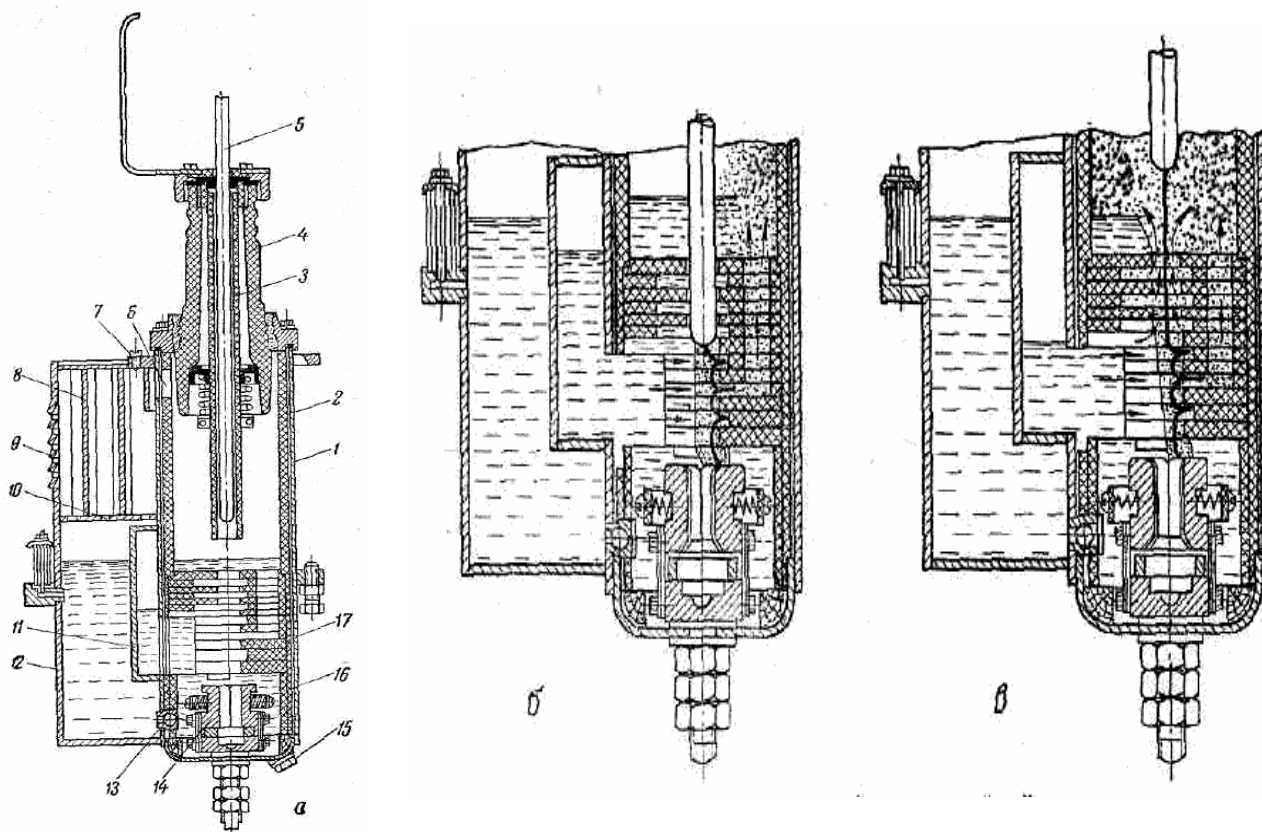
Uzgichlarni kontaktlarda ajralish paytida ularni oralig'i elektr yoy xosil bo'ladi. Uni o'chirishi ancha murakkab bo'ladi. SHuning uchun maksimal yuklama toklar va qisqa tutashuv toklar o'tayotgan vaqtda uzgichlardan foydalanish mumkin emas. CHunki uzilish vaqtda yoy xosil bo'ladi va fazalar orasini qoplab oladi va elektr uskunalarga katta shikast etkazadi.

Uzgichlar boshqa uskunalarday qisqa tutashuv davrida katta elektrodinamik va elektrotermik bardoshlikka ega bo'lishi kerak. Undan tashqari ko'p uzish va ulashlarga bardosh berish uchun katta mustaxkamlikka ega bo'lishi kerak.

Uzgichlar yopiq binolar ichida o'rnatiladigan va ochiq havoda ishlash uchun chiqariladi. YOpiq bino yoki qurilmalarga RV, RVL, RV3 turlar va ochiq havoda o'rnatish uchun RNL, RAND, RLND3-1^b va RLND3-2^b turlar chiqariladi.

Ularni pichoqlari tik ulanadigan va garizontal (ploskostda) xolda o'z o'qida aylanadigan bo'ladi.

Uzgichlar bir fazali va uch fazali chiqariladi, ularni nominal toklari 200 A va undan yuqori, kuchlanishlari 6kV va yuqori kuchlanishlarga qilinadi.



§ 6. Elektr apparatlarni tanlash.

PUE ni talabi asosida elektr apparatlarni katalogdan tanlanishi kerak, ularni normal ishlash sharoitini inobatga olgan xolda. Elektr apparatlar yoki boshqa uskunalar oʻrnatilgan joyda yuz bergan qisqa tutashuvni maksimal toki asosida tanlangan apparatlar tekshirilishi kerak.

Atrofdagi muxitni harorati standart asosida qabul qilingan (348K), oʻzgacha boʻlsa, unda ruxsat etilgan yuklama tokini (I_{dun}) standart asosida qabul qilingan nominal qiymati I_n ga nisbatan topiladi.

$$I_{dun} = I_n \sqrt{\frac{348 - t_{cp}}{40}} \quad (190)$$

bu erda t_{sr} -muxitni urtacha harorati K.

bu xolda apparatni tokini I ber. bilan solishtirish kerak. Taqsimlash qurilmalarni turiga qarab apparatni yopiq binolarda yoki ochiq havoda oʻrnatiladigan turlari tanlanadi.

Uzadigan apparatlar (uzgichlar, eruvchan saqlagichlar, avtomatlar va b.a.) oʻchiradigan tok va quvvatlar asosida qabul qilinadi. Bu parametrlar uskunalarni nominal kuchlanishlari asosida (katalogda) berilgan qiymatlar, tarmoqlardagi oʻchiriladigan tok va quvvatlardan katta yoki teng boʻlishi kerak.

Elektr apparatlar oʻrnatiladigan joylardagi qisqa tutashuvdagi maksimal toklardan kelib chiqadigan elektrotormik va elektrodinamik kuchlarni taʼsirigan qabul qilingan apparatlarni katalogda berilgan elektrodinamik va elektrotermik qiymatlar bardosh beriladimi yoki yoʻqmi deb tekshiriladi.

Apparatlarni elektrodinamik bardoshligi katalogda « i_{max} » maksimal ruxsat etilgan tok bilan ifodalanadi. Bu tok quyidagi talablarga javob bera olishi kerak.

$$i_{max} \geq i_y^{(3)} \quad (191)$$

bunda $I_y^{(3)}$ –apparat oʻrnatilgan joydagi uch fazali qisqa tutashuvni zarba toki.

Qisqa tutashuv davrida apparatlarni elektrotermik bardoshligini aniqlash shartlari

$$I_m^2 \cdot t_{\phi} \geq I_{ypr} \cdot t_{np} \quad (192)$$

bunda I_T -qisqa tutashuv davridagi apparatlarni termik bardosh beradigan toki

t -qisqa tutashuv davomini vaqti (katalogda beriladi)

$I_{o'm}$ - qisqa tutashuv tokini o'ratilgan tokini qiymati.

t_{pr} - qisqa tutashuvni (fiktiv) keltirilgan vaqt. Bu vaqt maxsus fanda keltirilgan egri chiziqlar asosida topiladi. Bu vaqt asosan uzgichlarni va saqlagichlarni, qisqa tutashuv toklarni uzish vaqtiga bog'liq.

Kataloglarda moy uzgichlar, havo uzgichlar va oddiy uzgichlarga odatda (I_{10}) yoki (I_5) termik turg'unlik tok beriladi, tok transformatorlariga – bir sekundli (I_1).

Unda uzgichlar uchun

$$I_{10} \geq I_{ycm} \sqrt{\frac{t_{np}}{10}}$$

yoki

$$I_5 \geq I_{ycm} \sqrt{\frac{t_{np}}{5}} \quad (193)$$

Tok transformatorlar uchun.

$$I_2 = K_1 \cdot I_n \geq I_{ycm} \sqrt{t_{np}}. \quad (194)$$

bunda

K_1 – termik turg'unlik bir sekundlik tokni karraligi tok transformatorni birlamchi nominal tokiga nisbatan (I_n).

O'lchov transformatorlari qo'shimcha yanada ishonchli klassi asosida, ularni ikkilamchi chulg'amlarini yuklamasiga nisbatan.

O'lchov tok va kuchlanish transformatorlar katalogda ko'rsatilgan aniqlik klassida ishlashlari uchun ularni ikkilamchi chulg'amidagi yuklamalar, kataloglardagi keltirilgandan oshib ketmasligi shart bo'ladi.

O'lchov transformatorlarni ikkilamchi yuklamalari, uni ikkinchi chulg'amiga ulanadigan o'lchov priborlarni va relelarni iste'mol qiladigan quvvatlarni yig'indisidan kelib chiqadi. Bu quvvatlar har bir pribor va releni pasportlarida keltirilgan, agar pasportlari yo'q bo'lsa unda katalogdan olinadi.

SHuni inobatga olish kerak, ularni ikkilamchi chulg'amlar har bir fazasida yuklamalar teng bo'lmaydi. SHuning uchun ularni tekshirishida eng ko'p yuklangan faza asosida tekshiriladi.

O'lchov tok transformatoridagi ikkilamchi chulg'amidagi yuklamalarni aniqlashda ulangan pribor va relelarni quvvatidan tashqari yana ularni bir biri bilan bog'lashtiradigan simlarni va kaltaklarni qarshiligini inobatga olish kerak bo'ladi. SHunday qilib tok transformatorni ikkilamchi chulg'amiga ulanadigan to'liq quvvati.

$$S = \Sigma S_{np} + I_2^2 (R_{k,np} + R_{kont.}) \quad (195)$$

bu erda

ΣS_{pr} – rele va priborlarni iste'mol qiladigan yig'indi quvvati;

I_2 – ikkinchi chulg'amdagi tok.

$R_{k,pr}$ – pribor va relelarni bog'laydigan simlarni qarshiligi.

R_{kont} – kontaktlarni qarshiligi (0,01 Om deb qabul qilinadi).

Belgilangan ishonchli klassda transformatorni ishlash sharti

$$S_{2n} \geq S \quad (196)$$

bunda S_{2n} – shu transformator uchun katalogda keltirilgan nominal quvvati

S – ikkinchi chulg'amiga ulanadigan quvvat.

Podstansiyada o'ratiladigan tayanch izolyatorlarga ta'sir qiladigan, qisqa tutashuv tokni maksimal qiymatidagi kuchlar (kGc) xisobida

$$F_{pacu.on} = \frac{1,77 [i^{(3)}_{y\phi}]^2}{a} \cdot \ell \cdot 10^{-2} \quad (197)$$

bunda $I_u^{(3)}$ – uch fazali qisqa tutashuv toki

ℓ - izolyatorlar orasidagi masofa

a - izolyatorlarda joylashtirilgan oralig'i.

O'tkaziladigan (devordan, transformatorni dan) izolyatorlar uchun

$$F_{pacu,np} = 0,5F_{pacu,on}. \quad (198)$$

Izolyatorlarni ishonchli ishlash sharti

$$F_{pazp} \geq 1,6F_{pacu}. \quad (199)$$

bunda F_{razr} – izolyatorlarni sinish kuchi (katalogdan olinadi).

Xo'jalik elektr tarmoqlaridagi avariya toklar uncha katta bo'lmasligi uchun elektrosanoatida chiqariladigan apparat va izolyatorlar, elektrodinamik va elektrotermik ta'siriga nisbatan qo'shimcha mustaxkamlik bilan chiqariladi. SHu tufayli ularni turg'unlikka kamdan kam tekshiriladi.

Masala. YOpiq 10 kV podstansiyani shinasidan chiqib ketayotgan liniyaga o'rnatiladigan tok transformatori, uzgichlar va uzgichlarni tanlang. Liniyani nominal toki 50A. Liniyadagi o'rnatilgan maksimal tok himoyasini ishlash vaqti 1,5s. liniyadagi qisqa tutashuv toklari qiymatlari:

$$I_{ust}^{(3)}=9kA, I^{1(3)}=19kA, I_u^{(3)}=42,5kA.$$

$$I_{ust}^{(2)}=8kA, I^{1(2)}=17,8kA.$$

Tok transformatorni ikkilamchi chulg'amiga ampermetr EA-2, voltmeter FDVA-2 va aktiv energiyani o'lchaydigan NT schyotchigi ulanadi. Kontrol simlarni qarshiligi 0,5Om. Rele himoyasi ikkilamchi chulg'amini ikkinchi uzagiga ishonchli ishlash klassi – 3 dan kam bo'lgan g'altagiga ulanadi.

Keltirilgan sharoitlar uchun ikki xil o'chirgichlar o'rnatilishi mumkin, ya'ni VMB-10M yoki VMG-133-II.

YUqorida etilganday $t_{pr}^{(3)}=1,37$ va $t_{pr}^{(2)}=1,48$ katalogda keltirilgan qiymatlardan olindi.

$$\text{Unda } \frac{I^{1(2)}}{I_{ycm}^{(2)}} = \frac{17,8}{8} = 2,22 \quad \text{va} \quad t = 1,5c \quad t_{np}^{(2)} = 2,22c.$$

$$\frac{I^{u(3)}}{I_{ycm}^{(3)}} = \frac{19}{9} = 2,11 \quad \text{va} \quad t = 1,5c \cdot t_{np}^{(3)} = 2,06c.$$

Jadvaldan ko'rinib turibdiki eng katta termik ta'siri uch fazali qisqa tutashuv davridan kelib chiqadi, termik ta'siriga VMB-10M va VMG-133-II bardosh bera oladi, lekin o'chirish toki va quvvati tomonidan VMB-10M qoniqtirmaydi. Xamda elektrodinamik ta'siri bo'yicha xam. SHuning uchun o'rnatish uchun VMG-133-II qabul qilinadi, bu o'chirgich xamma parametrlarga javob bera oladi.

22-jadval.

Echim raqamlari.		O'chirgichlarni xarakteristikasi		
		parametrlari	VMB-10M	VMG-133-II
U_n	10 kV	U_n	10 kV	10 kV
I_n	50 A	I_n	200 A	600 A
$I^{(3)}$	19 kA	Uchirish toki	5,8 kA	20 kA
$S^{(3)}$	330 MVA	Uchirish quvvati	100 MV·A	350 MV·A
$I_{ud}^{(3)}$	42,5	I max	25 kA	52 kA
$[I_{ust}^{(2)}]^2 \cdot t_{pr}^{(2)}$	$8^2 \cdot 2,22=142$	$I^{(2)}_{10} \cdot 10$	$10^2 \cdot 10=1000$	$14^2 \cdot 10=1960$
$[I_{ust}^{(3)}]^2 \cdot t_{pr}^{(3)}$	$9^2 \cdot 2,06=167$			

Uzgichlar berilgan sharoitlar uchun katalog asosidat RV-10/400 to'g'ri keladi. Parametrlarini jadvalga keltirib solishtiramiz.

23-jadval.

Xislangan parametrlar		Katalogda berilgan RV-10/400 uzgichni parametrlari	
U_n	10 kV	U_n	10 kV
I_n	50 A	I_n	200 A

$i_u^{(3)}$	42,5 kA	I max	50 kA
$[I_{ust}^{(3)}]^2 \cdot t_{pr}$	$9^2 \cdot 2,06 = 167$	$I_{10}^{(2)} \cdot 10$	$10^2 \cdot 10 = 1000$

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki RV-10/400 uzgich xamma talabalarga javob beriladi.

Tok transformatorlarini kabi qilishda tarmoqdagi nominal tokiga nisbatan qabul qilinadi. Tarmoqni nominal toki 50A bo‘lganligi uchun biz TPFU-10-75/5 turli transformator qabul qilamiz va ularni tekshirib chiqamiz.

24-jadval.

Xisoblangan qiymatlar		TPFMU-10-75/5 tok transformatorni katalogdagi qiymatlari	
U_n	10 kV	U_n	10 kV
I_n	50 A	I_n	75 A
$i_u^{(3)}$	42,5 kA	K_{din}	500
$[I_{ust}^{(3)}]^2 \cdot t_{pr}^{(3)}$	$9^2 \cdot 2,06 = 167$	$K_{dun} \cdot \sqrt{2} I_n$	$500 \cdot \sqrt{2} \cdot 75 = 52,8 \text{ kA}$
		K	240
		$(K_1 \cdot I_n)^2 \cdot 1$	$(240 \cdot 75)^2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 324$

Qabul qilingan tok transformator bizni qoniqtiradi. U ikki o‘zagli quvvati 15 V·A birinchi ishonchli klassi uchun va 40 V·A: 3-chi ishonchli klassi uchun. O‘rnatilgan liniyadagi schyotchiklar nazorat apparatlari uchun, ular 1,0 ishonchli klass tok transformatorlarga ulanishi mumkin.

Tok transformatorni ikkinchi chulg‘amga ulanadigan yuklamalarni tekshiramiz.

EA-2 iste‘mol qiladigan quvvati – 1,73 V·A, Vatmetrni tok chulg‘amini iste‘mol qiladigan quvvati–1,4 V·A. Liniya to‘liq yuklanganda, transformatorni ikkinchi chulg‘amidagi tok $I_2=3,34\text{A}$.

$$S=3,655+3,34^2(0,5+0,01)=9,335 \text{ V}\cdot\text{A} < 15\text{V}\cdot\text{A}$$

Talabga javob beradi. Rele ulanadigan chulg‘amni tekshirmaymiz, rele iste‘mol qiladigan quvvat va nazorat simlari qiladigan quvvat ancha kam bo‘ladi, 3-chi ishonchli klassni quvvatiga qaraganda.

11-Bob. YUqori kuchlanishlar va ulardan himoya.

§1. YUqori kuchlanishlar va ularni klassifikatsiyalari.

Qisqa vaqtli kuchlanishlarni oshib ketishi, elektr uskunalarni avariya olib keladigan asosiy sababalaridan biri xisoblanadi.

Elektr uskunalarni izolyasiyalarini tanlashda, axamiyatga muvofiq bo‘ladigan tebranishi bilan qiymati qaysi 15% gacha bo‘lgan tebranishi bilan uzoq vaqt davomida izolyasiyaga ta’sir qilib turadi. Ayrim izolyasion materiallar, amalda ishlatilishida, ancha elektr mustahkamlikka ega bo‘ladi, shuning uchun ancha vaqt ichida izolyasiyasi teshilmay ishlaydi, shuning uchun izolyasiyalarni nominal kuchlanishini tanlashda izolyasiyani inobatga olish kerak. Biroq, izolyasiyani tanlashda asosan uncha uzoq vaqt davomida ta’sir ko‘rsatadigan nominal kuchlanish emas, qisqa vaqt ichida xosil bo‘ladigan kuchlanishni oshishi asosida qabul qilinadi, chunki

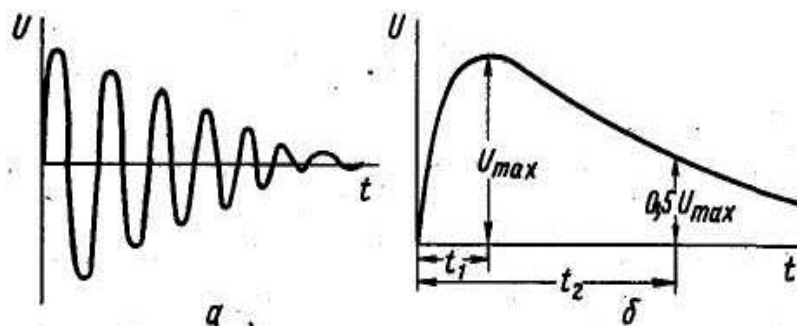
ko'pincha shu kuchlanishlar izolyasiyani ishdan chiqaradi, bu kuchlanishni qisqa davrda ochib turish, elektr uskunalarni ekspluatatsiya qilishda har xil sababalar asosida kelab chiqishi mumkin.

Elektr uskunalarda qisqa vaqt ichida kuchlanishni oshib ketishini yuqori kuchlanishlar deyiladi. Elektr uskunalarni ishlash davridagi yuqori kuchlanishlarni ikki asosiy kategoriyalarga bo'linishi mumkin: ya'ni ichki yuqori kuchlanishlarga, bo'lar elektr uskunalarni bir jarayonidan ikkinchi jarayoniga o'tishda xosil bo'ladigan yuqori kuchlanishlar va sirtqi ta'mirlardan kelib chiqadigan yuqori kuchlanishlar, bular elektr uskunalarga atmosferadagi elektr zaryadlarni ta'siridan kelib chiqadigan yuqori kuchlanishlar.

Ichki yuqori kuchlanishlar ko'pincha, kommutatsion kuchlanishlar deyiladi. Elektr uskunalarni har xil jarayonlaridan kelib chiqqan qisqa vaqtli kuchlanishni tebranishi, nomianl kuchlanigsha nisbatan ko'payishi yoki kerakligi.

Sirtqi yuqori kuchlanishlar yoki atmosferani ta'sirdan kelib chiqqan yuqori kuchlanishlar, asosan yashin bulutlarni yoki yashinlarni ta'sirida, ular uskunalarni normal rejimiga bog'liq bo'lmaydi. Ularni ta'siri voltlar qiymatida ifodalaniladi.

Ichki yuqori kuchlanishlar asosan tez so'nadigan yuqori tebranishdan iborat bo'ladi, ularni tebarinish chastotasi, bir necha marta normal xolatdagi chastotasiga qaraganda.



79. rasm. YUqori kuchlanishni turlari
 a) ichki jarayondan kelib chiqqan.
 b) sirtqi (muxitni) ta'siridan kelib chiqqan

Sirtqi (atmosfera) ta'siridan kelib chiqadigan yuqori kuchlanishlar aperiadik impuls (to'liqin) shakilda bo'ladi. Kaysini ta'sirda elektr uskunalardagi potensial tez nominal qiymatidan qandaydir maksimal qiymatigacha bu qiymatini yuqori kuchlanishni ampletudasi U_{max} deb ataladi. Undan keyin asta- sekin normal qiymatigacha kamayib boradi.

(77 rasm b kurinishda ko'rsatilgan). Potnetsial nominal qiymatidan amplituda qiymatigacha oshib borishi vaqtini t_1 - to'liqin fronti yoki impuls deb ataladi. t_2 vaqt esa protsessni boshlanishidan ampletudani maksimal qiymatidan 50% gacha kamayishigacha bo'lgan vaqtni to'liqin uzunligi deyiladi.

Impuls ampletudasi har doim nominal kuchlanishga nisbatan noldan boshlanishiga qaramay ancha katta bo'ladi. Xo'jalik elektr uskunalarni izolyasiyalariga ko'pincha ichki yuqori kuchlanishlar uncha xavfsizlik keltirmaydi.

Bunaqa yuqori kuchlanishlar, elektr uskunalardagi normal xolatda kommutatsion ishlar bajarishdagi o'tish jarayonlardan kelib chiqadi (elektr mashinalarni uzish yoki ulanishda, transformatorlarni, uzatish liniyalarni) va avariya xolatlarda (fazalararo qisqa tutashuvlarda, er bilan tutashganda, simlar uzilganda). Ichki yuqori kuchlanishlarga nosinusiodal qisqa tutashuvlar ta'sirida kelib chiqadigan rezonanslarda yoki erlanishda xosil bo'lgan yoyni yonishidan. Bo'lar xam xo'jalik tarmoqlar uchun uncha xavfli emas, lekin yoylarni uzoq vaqt davomida qaytarilib turishini inobatga olgan xolda ulardan xam chora ko'rish to'g'ri keladi.

Sirtqi (atmosfera) yuqori kuchlanishlar elektr uskunalarga yashinlarni to'g'ri urilishlaridan kelib chiqadi. Ular yashin bulutlaridagi elektrostatik maydonini ta'sirida induksiyalanishdan, yashin bulutlarini o'zaro razryadlanishida yoki elektr uskunalarni o'rnatilgan joyni yaqinida yashin bulutlar bilan er orasidagi razryadlanish ta'sirida. Sirtqi yuqori kuchlanishlar asosan havo liniyalarni shikastlantiradi, chunki ularni uzunligi yashinlarni ta'sirini extimoligini oshiradi. Elektro

uskunalarga yashin razryalanishidan kelib chiqqan yuqori kuchlanishlar ayrim vaqtlarda milion voltini tashkil qiladi. Bu esa elektr uskunalarni izolyasiyasiga katta xavfliq keltiradi. Elektrostatik induksiyalarni ta'siri ancha kamroq bo'ladi, yashinlarni chaqmoqlaridan kelib chiqqan elektromagnit maydoni ta'sirida induksiyalangan yuqori kuchlanishlar undan xam kam bo'ladi.

Elektr uskunalarni ekspluatatsiyalash va loyixalash tajribalar shuni ko'rsatadiki, agar ularni izolyasiyalari sirtqi (atmosfera) yuqori kuchlanishlarni inobatga olgan xolda tanlansa va kerakli himoyalash choralari ko'rilganda, ishonchli va uzluksiz elektr ta'minotga ega bo'lishi mumkin.

SHuni aytish kerak, yuqori kuchlanish elektr uskunalarni bir elementida xosil bo'lib qolmasdan, u boshqa elementlarga xam tarqalib boradi va qaysi bir elementni izolyasiyasi kamaygan bo'lsa unga zarar keltiradi. Ko'pincha transformator yoki generatorlarni chulg'amini ishdan chiqaradi. SHu tufayli iste'molchilar uzoq vaqt davomida energiya bilan ta'minlanmay qoladi.

§2. Atmosfera (sirtqi) yuqori kuchlanishlar.

Liniyaviy shinalar, elektr uskunalarda sirtqi yuqori kuchlanishlar kelib chiqadi, tez-tez kaytariladigan kiska vaqtli razryadlanishlar, yashin bulutlarni utkazuvchanlik xususiyatiga bogliq bo'ladi. Elektr zaryadlarni kondensatsiyalashda uzlashtirilgan suv tomchilari kam harakatli bo'ladi. SHuning uchun bulutlarni bir kismi razryadlangandan so'ng bulutlar ichidagi mayda razryadlar ta'sirida o'zini zaryadini tiklab olish uchun ancha muncha vaqt kerak bo'ladi.

Taxmindan xamma yashinlarni 50% kayta razryadlanishdan kelib chiqadi, taxmindan ularni soni 3-4 va maksimal soni 40 gacha etadi. Razryadlarni uzaro intervali taxminan 10^{-1} sekundan 10^{-3} sekundni, har bir razryadlanish vaqti esa bir necha mikrosekundni tashkil qiladi.

Har bir razryadlanish oldidagi va asosiy razryadlanishdan tashkil bo'ladi. Birinchi razryadlanishni, razryadlanish oldidagi jarayon ko'pincha iskra oralig'ini pog'onali teshib o'tishicha o'xshaydi, ketma-ket bulut bilan er oralig'idagi atmosferani izolyasiyalash yoki ikki yashin bulutlar orasida. Har bir razryadlanish oldidagi jaryonni ionizatsiyalash pog'ona oralig'i 50-100m tashkil qiladi. Undan keyin razryadlanish jarayonini 10dan 100mikrosekund orasida tuxtatiladi. Pog'onali razryadlanitirish jarayoni oralig'ini tezligi taxminan 1000 kmsek. tashkil qiladi.

Razryadlanish oldidagi jarayonni yasovchi kanal erga yakinlashib borganda biror erdan kutarilgan erlangan narsada (truba, daraxt, stalba yoki elektr uskunalarda), qarama qarshi kanal erdan bulutga qarab xosil bo'lishi mumkin, ular xam pog'onama-pog'ona rivojlanib boradi. Razryadlanish oldidagi jarayon erga etganda yoki bulut bilan va erdan xosil bo'layotgan razryadlanish oldidagi jarayon kanallari uchrashganda asosiy razryadlanish kanal xosil qiladi, erdan bulutga qarab yunaladi. Birinchi razryadlanish katta amplituda tokiga ega bo'ladi.

Asosiy razryadni tezligi 50 dan 150 ming. km/S. Razryadlanish jarayon odatda bulutdan erga qarab boshlanadi, chunki uni kattaligi erni yuzasiga qaraganda ancha kichik, shuning uchun er bilan bulutni iyna bilan plaskost oralig'iday tassavur qilish mumkin. SHu tufayli bulutni elektr maydonini kuchlanishi erga qaraganda ancha ko'p bo'ladi. Havoni bosimi kamligi uchun uni elektr mustaxkamligi xam kam bo'ladi.

YAshinli bulutlarni erga razryadlanish balandligi bir necha yuz metrdan – bir necha kilometrgacha bo'ladi. Ikki bulutlar orasidagi razryadlanish (chaqmoqlanish) masofasi 10 va undan bir necha marta ko'proq kilometr bo'ladi.

Ko'p xolatlarda razryadlanish oldidagi jarayondagi asosiy razryad boshlanganda bulutdan erga qarab shikastlangan (zarbalangan) ob'ektdan o'tayotgan tok tez oshib boradi, to'lqin frontini (uzunligi) bir necha o'nlik mikrosekund bo'ladi. O'rtacha 20 dan 40 kA gacha oshib boradi va undan keyin tez kamaya boshlanadi va 10-100 MK.S ichida to'liq so'nadi. YAshin erlangan ob'ektga yashini asosi razryadlanish asosi kanali urganda, undan o'tayotgan tokni o'lchalgan qiymati yuz kilometrdan ko'proq bo'ladi.

YAshinni to'g'ri urinishidagi tok shikastlangan ob'ektrda, yashin bulutlardagi elektrstatik maydonini ta'sirida induksiyalangan zaryadlarni neytrallantiradi va shikastlangan ob'ektga juda katta potensial o'tkaziladi, ularni zaryadi va bulutni zaryadi bir xil bo'ladi. Kuchlanishni oshib borishi shikastlangan ob'ektda va undan keyingi kamayishni xarakteri asosiy razryadni tokini o'zgarishiga o'xshagan bo'ladi.

SHunday qilib atmosfera yuqori kuchlanishni, yashinni to'g'ri urinishidagi ampletudasi taxmindan milion voltgacha bo'ladi.

Havo liniyadagi induksiyanishdan kelib chiqqan yuqori kuchlanishni o'lchovi ko'rsatadi, ularni amplitudalari ancha kam bo'ladi, yashin to'g'ri urilgandagi yuqori kuchlanish ampletudasiga qaraganda ularni qiymati 300-400 kV.

(YAshin bulutlarni kelib chiqishi, zaryadlanishi yashinlarni turlari va ular ta'sirida kelib chiqadigan masalalari «YUqori kuchlanish texnikasi» fanida o'tiladi.)

§3. Muxitni ta'siridan kelib chiqqan yuqori kuchlanishdan saqlash.

Elektr uskunalardagi yuqori kuchlanishlar va ularning klassifikatsiyasi.

Ta'minlovchi elektr motorlarda o'rnatilgan elektr uskunalarni izolyasiyalar har doim nominal kuchlanishni yoki 15% ortiqcha kuchlanish ta'sirida bo'ladi. SHu tufayli izolyasiyani himoyaviy va mexanik strukturasi o'zgarib boradi, uni himoya qilish xususiyati kamayadi. Elektrotexnik uskunalarni ta'minlashida, uzoq vaqt davomida ularni izolyasiyalariga kuchlanishni elektr maydoni ta'siri, ishlash sharoitlari inobatga olgan xolda tayyorlanadi.

Lekin ulardan foydalanish vaqtida nominal kuchlanishga qaraganda bir necha barovar ortiqcha kuchlanishlar ta'sir qiladi. Nonormal yoki elektr uskunalarni avariya rejimida ishlashidan kelib chiqqan yuqori kuchlanishlarni, ichki kuchlanishlar deyiladi. Elektr uskunalarga yashin urishidan yoki elektr uskunalarni yonida chaqmoqlarni ta'siridan kelib chiqqan yuqori kuchlanishlar, chunki chaqmoqlar ta'siridan kelib chiqqan kuchlanishlar bir necha ming kilovoltni tashkil qiladi.

YAshin maksimal toki 10 kA dan bir necha yuz kiloampergacha bo'ladi. Tokni ta'siri mikrosekund bo'ladi. Jalali bulutlar manfiy zaryadlangan bo'ladi va erni betida musbat zaryadlar to'plana boshlaydi, shu tufayli bir yirik kondensator xosil bo'ladi. SHu bilan birga erni elektr maydoni kuchlanishi 300 Vsm tashkil qiladi, bulutli kuchlanishi $E < 10 \text{ kVsm}$, o'rtacha kuchlanishi kamdan kam 10 kV/sm dan oshadi. Lekin bir xil joylarda baland o'tkir qirrali binolarni kuchlanishi 25:30 kVsm etadi, bu esa yashin rivojlanishi sharoitini yaratib beradi.

Jala bulutlarida zaryadlarni taqsimlanishi asosida bulut er oralig'ida manfiy qutubli elektrlanish xosil bo'ladi (60 -90) yashin shaklida, bir xil paytlarda zaryadlangan shar shaklida yoki nurlangan vista rivojlanayotgan elektrlantirish yuz beradi.

Elektrsizlashdan oldin jala bulutlardan erga qarab odatda to'xtovsiz zaryadlarni oqimi strimer xosil bo'ladi. CHunki zaryadlangan bulut erni yuzasiga qaraganda kondensatorli yassilik yuzasi bilan elektrodni uchiga o'xshash. Agar bulutni balandligi uncha yuqori bo'lmasa unda baland binoni qirralari elektrod vazifasini bajaradi.

Bulutni balandliginida erga nisbatan uzoq bo'lsa, yashinlanish strimerni erga qaratilishi pofkilota bo'lib kelishi mumkin. Faqat binolarni yoki yashin qaytargichlarni balandligidan 20 barovar bo'lgan jala bulutlarida xosil bo'lgan yashin strimerlari erga qaratilgan bo'lishi mumkin.

Binolarni baladlagi 30 metrdan baland bo'lgan xolda strimer orientirlanishi mumkin, ya'ni N 600m.

YAshinni toki uskunalardan o'tishida, ularga issiqlik mexanik va elektromagnit ta'sirini beradi.

Issiqlik ta'siri, tokni kuchi juda yuqori bo'lishiga qaramay, unga katta emas, chunki tokni ta'sir qilish vaqti nixoyatda kam bo'lganligi uchun.

Mexanik ta'siri asosida tosh va g'ishtdan qilingan binolarni buzib ketadi, daraxt stolbalarni va traverzalarni parchalab yuboradi, akustik zarbasi ta'sirida va namchiliklarni bug'lanishi ta'sirida.

Eng katta zarba ta'siri darz bergan joydan yashinni toki o'tayotganda bo'ladi.

Elektromagnit ta'siri eng xavfli bo'ladi, chunki yashin urgan joyda potensiali million voltgaach bo'ladi, shuning uchun erlangan konstruksiyalarda yoki binolarni ichida ikkilamchi elektrsizlanish yuz beradi, bu esa odamlarni va xayvonlarni hayotiga katta xavfsizlik keltiradi. YAshinni erga kirish joyida uni tepasida yuqori potensiallar xosil bo'ladi, bu daraxtlarda,

stolbalarda, binolarda va boshqa qurilishlarda. Bu potensial erga urilgan joydan uzaklanib borishi bilan kamayib boradi, shuning uchun qadam kuchlanish xosil bo‘ladi. Bu esa odamlar va xayvonlar xayotiga xavfsizlik tug‘diradi.

Ayniqsa elektr havo liniyalarni, radio, telefon simlariga yashinni elektrsizlanishi urilganda katta xavfsizlik kelib chiqadiki, agar ular kerakli darajada himoya kila olmasa. SHu yuqori kuchlanishlar ta’sirida elektr uskunalarni izolyasiyasi buziladi va elektr uskunalarni avariya olib keladi, agar havo liniyalar orqali yuqori kuchlanish to‘lqinlari xonadonlarga, ishlab chiqarish binolariga o‘tib ketganda odamlarni, xayvonlarni shikastlanishiga olib keladi.

YAshinlarni elektrsizlanishi havo liniyalarni yonida yuz bergan xolda elektrostatik va elektromagnit induksiyalari ta’sirida havo liniyasida xosil bo‘lgan yuqori kuchlanishlar yuqorida aytilgan oqibatlarga olib keladi.

§ 4. YAshin qaytargichni himoya maydoni.

Bir yashin qaytargichni himoya maydoni to‘g‘ri konusni tashkil qiladi. Himoya qilish maydonini radiusi quyidagi tenglama asosida topiladi.

83 ,84, 85-Rasmlarni chizish kerak

$$r_x = \frac{1,6ha}{1 + \frac{h_x}{h} P} \quad (200)$$

YOki

$$r_x = 1,6h \frac{h - h_x}{h + h_x} P$$

bu erda: R - yashni qaytargichga urishini va zaryadsizlanishini rivojlanishi, uni baladligiga bog‘liqligini inobatga oladigan koeffitsent. Agar yashin qaytargichni balandligi 30 metrdan kam bo‘lsa ($h < 30$) unda $R=1$ va balandligi 30 metrdan oshiq bo‘lsa $P = 5,5 / \sqrt{h}$ qabul qilinadi.

- himoya qilinadigan elektr uskunani balandligi (h_x) himoya qilinadigan maydonning radiusi.

Himoya qiladigan elektr uskunani balandligida: himoya qilinadigan maydonga teng bo‘lgan doriani yuzasini tashkil qiladi. Erni yuzasida esa bu radius 1,6 h ga teng bo‘ladi (rasm 1).

Agar yashin qaytargichni balandligi $h > 30m$. baland bo‘lsa uni himoya qilish radiusi himoya qilinadigan uskunani balandligi h_x qaraganda

$$r_x = 8,8\sqrt{h} \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (201)$$

bu erda:

r_x - YAshin qaytargichni himoya qilish zonasi

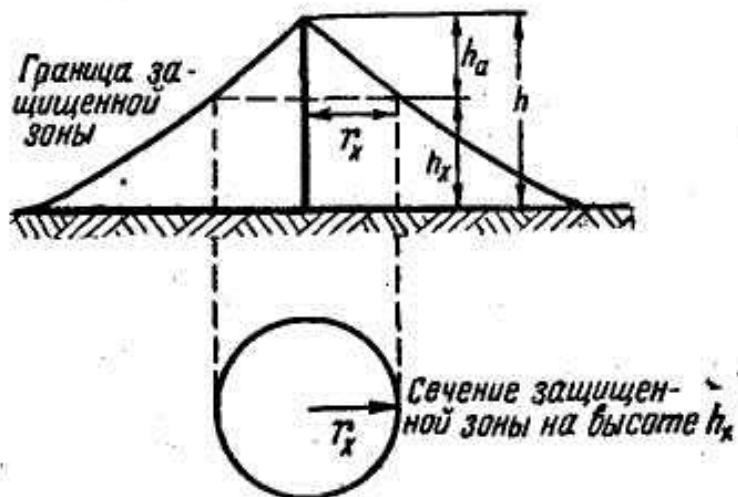
h - YAshin qaytargichni to‘liq balandligi

h_x - Himoya qilinadigan uskunani (yoki ob’ektni) balandligi.

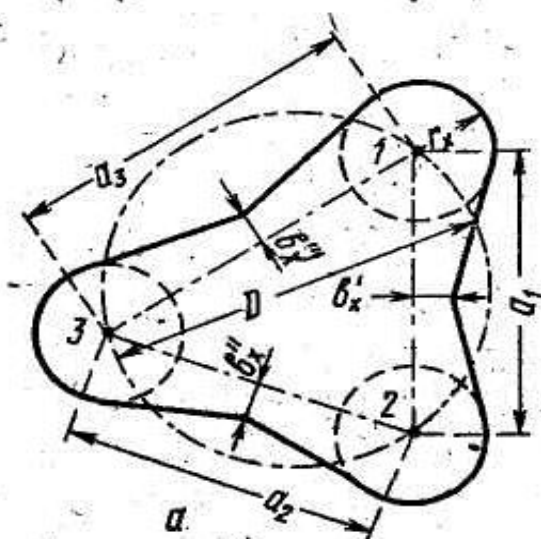
Erni yuzasidagi himoya qilish zonasini eng katta radiusi $8,8\sqrt{h}$ teng bo‘ladi.

3-220 kV gacha bo‘lgan o‘zgaruvchi tok elektrotexnik uskunalarni yuqori kuchlanishdan saqlash qurilmalarini bitta yashin kaytargich bilan himoyalashdagi baholash koeffitsienti

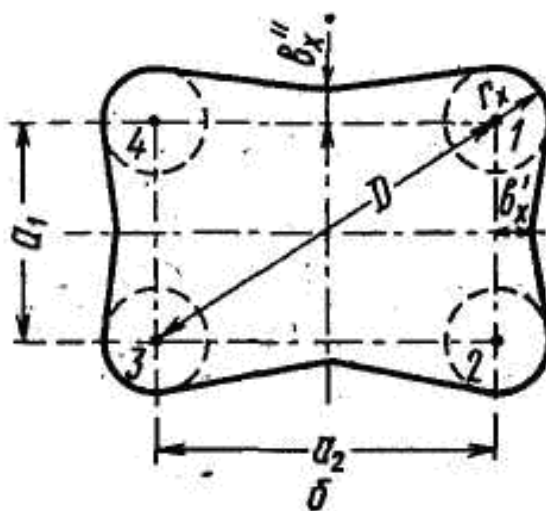
$$R_x = \frac{r_x}{h_a} \quad (202)$$



80-rasm. 1-ta yashin qaytargichni ximoya qilish maydoni



81-rasm. 2-ta yashin qaytargichni ximoya qilish maydoni



82-rasm. 3-ta va undan ortiq bo'lgan yashin qaytargichlarni ximoya qilish maydoni
 bu erda h_a - himoya qilinadigan ob'ektni balandligidan, yashin qaytargichni ortiqcha balandligini, ya'ni aktiv balandligi.

$$h_a = h - h_x$$

SHu tushuncha kiritilgandan sung (209) va (210) tenglamalarni quyidagicha ko‘rinishda yozsak bo‘ladi.

$$r_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad \text{va} \quad R_x = \frac{8,8}{\left(1 + \frac{h_x}{h}\right) \cdot \sqrt{h}} \quad (203)$$

Asosan podstansiyalarda ORU partallarida yoki (oporalarda) tayanchlarda o‘rnatiladi. Agar podstansiyani maydonida joylashgan elektr uskunalarni bitta yashin qaytargich himoya qila olmasa, unda ikkita yashin qaytargich o‘rnatiladi. Ikkita yashin qaytargichni himoya qilish maydoni har doim, ikkita alohida ishlaydigan yashin qaytargichlarni yig‘indi maydonidan katta, agar ularni oralig‘i 7h ga teng bo‘lsa. Ularni er yuzasidagi korpusi bir-biri bilan qushilgan bo‘ladi. O‘rnatilgan ikkita yashin qaytargichni o‘rtasidagi (a/2) qo‘shilish kengligini topamiz.

$$b_x = 4r_x \frac{7h_a - a}{14h_a - a} P \quad (204)$$

bu erda: a- yashin qaytargichlarni oralig‘idagi masofa, a/2 masofada perpendikulyar chiziq o‘tkazamiz, shu perpendikulyarni har tomonga «v_x» belgilab chiqiladi. SHu belgilangan nuqtadan har bir yashin qaytargichni himoya doirasiga o‘rilma to‘g‘ri chiziq o‘tkaziladi. (2-rasmda ko‘rsatilgandek) va uskunani balandligidagi himoya qilinadigan maydon aniqlanadi. Himoya qilinidagan baladlikni eng past nuqtasi ikki yashin qaytargichni o‘rtasida bo‘ladi bu nuqtani aniqlash uchun shu oraliqni o‘rtasidan a/7 teng nuqtani topamiz. Topilgan nuqta bilan ikki yashin qaytargichlarni chuqqilariga tegishli doira o‘tkazamiz shu doirani chizig‘ini tagidagi elektr uskunalar yashin va chaqmoqlarni ta’siridan himoya qilinadi. Agar elektr uskunalar himoya doirasidan mintaqasidan chiqib qolsa, unda yashin qaytargichlarni balandligini kutaramiz yoki sonini oshiramiz.

Agar podstansiyani maydoni katta bo‘lsa unda podstansiyada o‘rnatilgan elektr uskunalarni himoya qilish uchun bir nechta yashin qaytargichlar o‘rnatiladi. ularni himoya qilish doiralari aniqlanadi har bittasi uchun, undan keyin umumiy himoya mintaqasi topiladi. (2 -rasmda ko‘rsatilgandek).

YAshin kaytargichlarni ichki himoya mintaqasini aniqlashda ularni balandligini inobatga olgan xolda joylashish nuqtalari quyidagi talablarga javob berishlari kerak (rasm 30).

a) Agar yashin qaytargichlarni balandligi 30 metrdan kam bo‘lsa (h<30 metr).

$$D = 8 h_a \quad (205)$$

b) Agar yashin qaytargichni balandligi 30 metrdan oshiq bo‘lsa (h 30 metr) unda

$$D < 8 \frac{5,5}{\sqrt{h}} h_a \quad (206)$$

bu erda 3 ta yashin qaytargichni cho‘qqilaridan o‘tkazilgan doirani diametri, yoki ko‘p burchak shaklida joylashgan yashin qaytargichlarni eng katta diagonal.

Havo liniyalarni yashindan va chaqmoqlarni ta’siridan himoya qilishdan trostli yashin qaytargichlar ishlatiladi.

Trosli yashin qaytargichlar 4 rasmda ko‘rsatilgan. Bunaqa himoyani himoya qilish doirasini radiusi himoyani foydalanish koeffitsenti havo liniyalarni tros bilan himoya qilganda uni foydaligi himoya burchagi α -orqali ifodalanadi. Tros yashin qaytargichlarni himoya qilish zonasi, bitta yashin qaytargich zonasiga o‘xshash topiladi. Himoya qilinadigan ob’ektni himoya qilish radiusi.

$$\tau_x = 0,8h \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (207)$$

Bu tenglama asosida tros osilish badlandligi 30 m oshmaganda trosni himoya qilish koeffitsenti

$$R_x = \frac{r}{h_a} = \frac{0,8}{1 + \frac{h_x}{h}} = \text{tg}x \quad (208)$$

Qancha burchak kam bo'lsa yashinni faza simlariga ta'sir qilish imkoniyati kam bo'ladi. Lekin tajribalar shuni ko'rsatadiki $\alpha = 20 - 24$ oralig'idagi bo'lishi kerak. 35 kV havo liniyalarda dastlabki sarf qilinadigan mablag'ni kamaytirish maqsadida, q35 bo'lsa maqsadga muvofiq deyiladi. PUE asosida 110-35 kV li havo liniyalarda chaqmoqni yig'indi vaqti 1 yil davomida 20 soatdan kam bo'lsa tros liniyani boshlanishida va liniyani oxirida 4-5 tayanchlar oralig'iga osiladi. 6 - 10 kV li liniyalarda tros umuman osilmaydi. Podstansiyalarda xam yashin qaytargichlar o'rnatilmaydi.

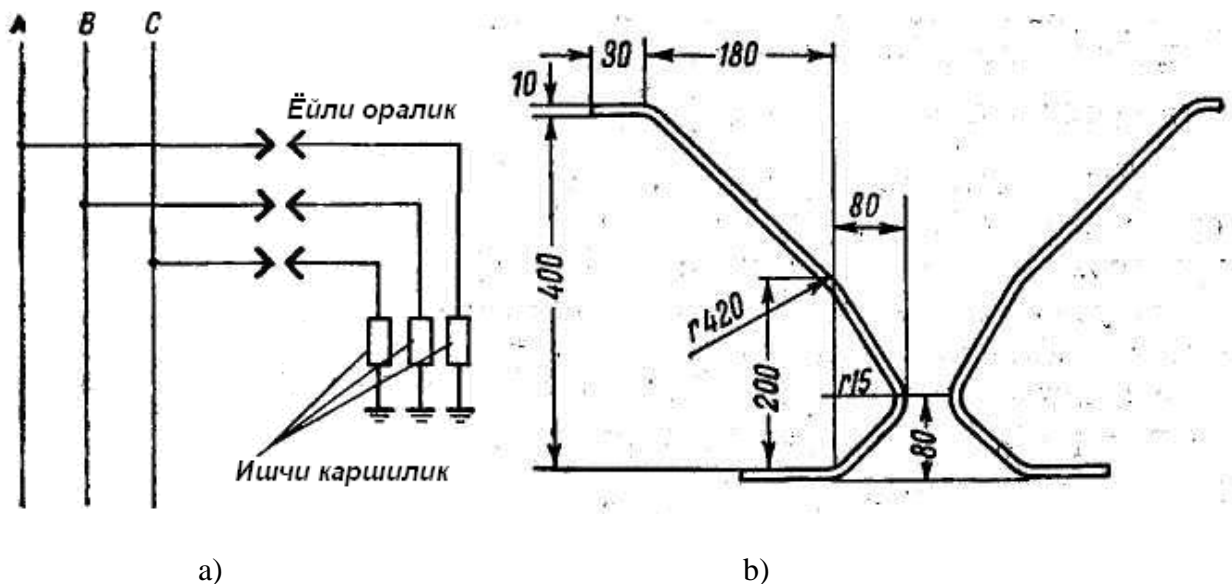
Agar yil davomida chaqmoq chaqish vaqti 20 soatdan oshgan xolda bo'lsa, unda 35-110 kV liniyalarda havo liniyalarni boshidan oxirigacha tros osilishi shart.

§ 5. Muxitning ta'siridan kelib chiqqan yuqori kuchlanish to'liqlaridan himoya.

Induksiyalangan yuqori kuchlanishlar. YAshin bulutlar yaqinlashganda havo liniya simlarida katta zichlangan zaryadlar xosil bo'ladi. YAshinlar elektrsizlanish vaqtida simlardagi zaryadlar bilan aloqasi uzaladi va elektrotoliqlar ta'sirida potentsiali kam tomonga tarqaladi. Liniyadagi tok, elektromagnit to'liqini boshlanish nuqtasidagi kuchlanishi va liniyani to'liq qarshiliklari asosida qarshilanadi. Liniyadagi aktiv qarshiliklari rasmlardagi toklanish ta'sirida yuqori kuchlanish to'liqlarini amplitudasi o'zilishi tufayli kamayib boradi va to'liqinni fronti keskinlashib boradi. Lekin kuchlanish to'liqinni o'rtacha qiymati 220 kV tashkil qiladi. Quvvat transformatorlarini va boshqa elektr uskunalarini xamda 6-35 kV li liniyalardagi izolyasiyalarni bu yuqori kuchlanishlarga bardosh bera olmaydi. SHuning uchun liniyalarda va potstansiyalarda havo liniya zaryadsizlash uskunalariga va havo liniyalarga yoy zaryadsizlagichlar o'rnatiladi.

YUqori kuchlanishlardan izolyasiyani himoya qiluvchi (apparatlar) uskunalar.

Havo liniyalarda o'rnatiladigan himoya qiladigan apparatlaridan biri bu iskra oralig'i (I.O.)



83-rasm. Iskra oraliqlar a) igna shimol, b) shoq shimol

Uchqun oraliqlari (UO) - bu eng sodda, mamqaldiroqdagi himoya qiladigan uskuna. Ularni asosan himoya qiluvchi ob'ektni yaqinida o'rnatiladi. Ko'pincha uchqun oraliqlar 10-12 mm po'lat simdan shoq shimol qilinadi. Bitta elektrodni simga ulaydi, ikkinchi elektrodni esa erlangan traversaga.

Uchqun oraliqni yuqori kuchlanish to'liqini kesib o'tganda so'ng ionizatsiyalangan kanaldan impuls tokidan keyin keltirilgan ishchi kuchlanish ta'sirida kelib chiqqan sanoat tebranish toki o'tadi- kuzatuvchi tok.

Bu esa qisqa tutashuv toki bo'ladi. chunki uchqun oraliqni erlagich simi xamma faza uchun bitta. UO shoq shaklida qilinishi oraliqda xosil bo'lgan yoyni uchirish sharoitini yaxshilaydi, chunki u elektrodinamik kuch va havoni issiqlik oqimi ta'sirida yuqoriga ko'tariladi, uchiriladi, agar yoyni toki 300 amperdan oshmagan xolda.

Asosiy uchqun oralig'idan (f) tashqari, yoy kuchlanishi va voltsekund karakteristikasi, ikkinchi uchqun oralig'ida uchiriladi. (2). Bu oraliq agar birinchi asosiy oraliq parandalar ta'sirida ulanib qolganda nominal kuchlanish ta'sirida ishga tushab ketmasligi uchun.

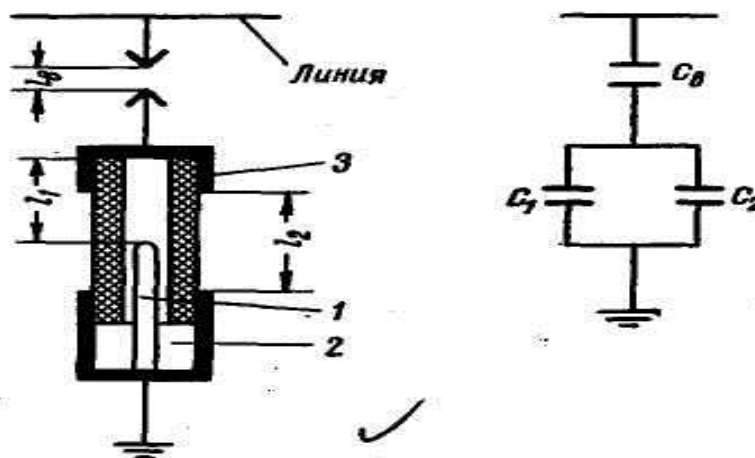
(S₁) Birinchi va ikkinchi (S₂) uchqun oraliqlar masafolari liniyalarini nominal kuchlanishga qarab jadvalda berilgan.

25-jadval

Tarmoqni nominal kuchlanish kV	Uchqun oraliqlari, mm			Uchqun oralig'ida elektrsizlanishdagi kuchlanish. kV		
	(S ₁)		(S ₂)	50 Gs.dagi to'liq qiymati	Impuls har-xil qarama-qarshiligida	
	himoya qiluvchi uskuna o'rda	himoya qiluvchi uskuna o'rna-a	Har bir xolatda		Musbat	Manfiy
6	40	20	10	34	51	53
10	60	30	15	45	66	68
20	140	80	20	70	121	134
35	250	140	30	105	195	220

Uchqun oraliqlari, o'zini soddaligi va arozonligi tufayli 6-35 kV elektr tarmoqlarida keng tarqatilgan himoya xisobida ishlatiladi.

Bundan tashqari havo liniyalarda yuqori kuchlanish to'liqlarini kesish uchun trubkali yashin elektrsizlagichlar ikki xilga bo'linadi: Ular bir-biridan gazlanish materialidan farq qilinadi, ya'ni RTF - fibrokalitli turi; RTV - viniplastli turi. Gazlanish materiallari har xil bo'lgani uchun trubkali yashin elektr sozlagichlani konstruksiyalari va razmetrlari bir-biriga to'g'ri kelmaydi, lekin ularni ishlash prinsiplari bir xil bo'ladi.



84-rasm. RTF – razryadniklar.

RTF - yashin elektrsizlantirish quyidagi asosiy qismlardan tuzilgan: fibradan qilingan truba ichida yoy yonishi tufayli, katta issiqlikka kelib chiqadi, shu issiqlik ta'sirida fibra kun miqdorda

gaz ishlab chiqadi, sirtqi bakilit trubkasi 2, havo esish kamerasi - 4, trubkani ikki tomondagi oboymani biridan tashkil topgan; sterjenni elektrod - 5, xalqa shaklidagi plastinkali elektrod 7 bilan ikkinchi oboymani ichiga payvandlangan bo'lib, birgalikda uchqun orlagini tashkil qiladi; ishlaganligini kursatkich 1, bu ingichka tarang pulat plastinkadan; qotirish xalqa -6.

Sirtqi uchqun oraliq trubkali yashin elektrsizlash va erlagich simni orasida erlanish toki o'tayotganda fibrani kuyib ketishiga yo'l qo'ymaslik uchun, xamda kuchlanishlarga moslash uchun qilinadi. Trubkani ichidagi uchqun foli rostlanmaydi. Sirtqi uchqun oraliq tarmoqdagi kuchlanishlar asosida qabul qilinadi.

26-jadval

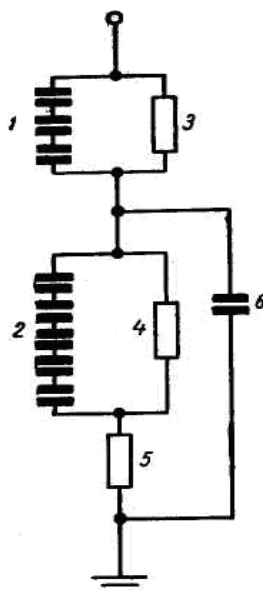
Tarmoqni nominal kuchlanish kV	Postansiyadagi uchqun oraliqlarni uzilishi (mm)	
	YAshin himoya apparatlar o'rnatilgan podstansiyalarda.	YAshin himoyalar o'rnatilmagan podstansiyalarda
6	15	10
10	20	15
20	80	40
35	120	60

Ichki va sirtqi uchqun oraliqlarni impuls toki teshib o'tgandan so'ng erlagich yashin orqali erga o'tkazilib yuboriladi. YOyni ta'sirida fibra parchalanadi va ko'p miqdorda gaz chiqaradi: shuning uchun trubkani o'zgaruvchan tokli sinusoidasi noldan o'tayotgan vaqtda yoy uchadi va ionlantirilgan gazlar havo chiqaradigan teshigidan katta bosim ta'sirida kameradan chiqib ketadi. Sanoat chastotasini 1-3 periodidan son yoy to'liq uchadi.

Trubkani ichida xosil bo'lgan yoy ta'sirida uni ichki diametri ko'paya boradi: shu kengayishi 20-25% oshganda so'ng RTF qurilmasini foydalanishdan chiqarib tashlanadi. (ya'ni o'z xizmatidan bajara olmaydi). RTV - yashin elektrsizlantirgichlar RTF - ga qaraganda mexanik xususiyati ko'proq bo'ladi.

Ular tayanch ustunlarda o'rnatilishida uni ochiq tomoni pastga 15-20° qaragatilgan bo'lishi kerak, aks xolda uni ichiga havo yig'ilib qolishi mumkin. Sirtqi uchqun oraliqlari gorizontaldagi yoki 5-6 burchakka siljigan bo'ladi. Aks xolda yomg'ir yog'ayotganda bu oraliq yomg'ir ta'sirida ulashib qolishi mumkin.

Podstansiyada o'rnatilgan elektr uskunalarni yuqori kuchlanish to'lqinlardan himoya qilish uchun ventil yashin elektrsizlantiruvchi qurilmalardan foydalanadilar. Ularni turlari: RS; RV11 va RVS. Bo'larni tuzilishi va ishlash prinsiplari bir xil bo'ladi.



85-rasm. 6-10 kV kuchlanish podstansiyalarda oʻrnatiladigan RPV elektrsizlagich. a) tuzilish sxemasi. a) elektr sxemasi.

Koʻndalang kesmi 3- chi rasmda koʻrsatilgan. Xamma ventil razryadniklarni asosiy qismlari:

- 1- faza simiga ulanadigan kontakt bolti.
- 2- kontaktli chinni korpusi.
- 3- korpusni ichida joylashtirilgan bir nechta ketma-ket ulangan uchqun oraliqlar.
- 4 - uchqun oraliq bilan ulangan ishchi qarshilik disklari, bu disklar vilitdan qilgan, vilit esa noteks qarshilikka ega.
- 5- chinni korpusni ichida joylashgan asosiy qismiga namlik oʻtmasligi uchun girimetizatsiyalaydigan rezinali prokladka.
- 6 - erlagich sim bilan ulanish bolti.
- 7 - konstruksiyaga kotiradigan xomut.
- 8- shuntlikdagi yapoloq latundan qilangan folga, chunki impuls toklar uchun poʻlat prujina katta induktiv qarshilik xisoblanadi.
- 9 - vilit disklar bilan uchqun orlaqilar orasidagi qarshilikni kamaytiruvchi prujina.

RVP va RVS larda urnati lgan velit diskarga ruxsat etilgan impuls toklar 10 KA-ga muljallangan . Iskra oraligʻi impuls kuchlanish taʼsirida teshib oʻtilganda, u notekis qarshilikka duch keladi, bu qarshilikdan yuqori impuls toklar oʻtadi, lekin qarshilikni notekisligi tufayli qoldiq kuchlanish U_{ost} , uchqun oraligʻini yorib oʻtish uchun keltirilgan kuchlanishdan kam farq qiladi, bu esa yashin elektrsizlantirilishini asosiy xususiyatlaridan biri deb xisoblanadi .

Razryadniklarning ishlashini samaradorligini koeffitsienti «K» orqali ifodalanadi .

$$K = \frac{U_{ocm}}{\sqrt{2}U_{max}} \quad (209)$$

bu erda U_{tash} -iskra oraligʻidan oʻtayoatgan impuls tokni yoyini oʻchirilayotganda I_{chap} qiymatini kuchlanishi.

Qancha K- kam boʻlsa, shuncha razryadnikni himoya xususiyati yaxshi boʻladi .

12 bob. Elektr tarmoq tizimlarini rele himoyasi va avtomatikasi

“Rele himoyasi va avtomatlashtirish” fani qishloq xo‘jaligida ishlatiladigan 6-10-35 kV li liniyalarni va 110-35-10 kV li podstansiyalarni himoya qilish, avtomatlashtirish qurilmalarni va shu qurilmalarda foydalaniladigan relelar va ularni ishlash prinsiplarni o‘rganish masalalariga bag‘ishlandi.

Rele himoyasini asosiy vazifalaridan biri bu:

1). Elektr stansiyalarda, podstansiyada o‘rnatilgan elektr uskunlarni qismlarida yoki elektr liniyalarda yuz beradigan nonormal xolatlarni sezish va ogoxlantirish signalini beradi.

2). Nonormal xolatlarni sezib ogoxlantirish signal berishdan keyin belgilangan vaqtdan so‘ng buzilgan qismini avtomatik xolatda buzilmagan qismlaridan ajratib ishdan chiqarish.

SHu vazifalarni bajara olishi uchun rele himoyasi quyidagi talablar qo‘yiladi.

1. *Himoya tez ishlaydigan bo‘lishi kerak.* YUqorida aytilganidek agar himoya qisqa vaqt ichida elektr uskunlarni buzilgan qismini aniqlash.

2. *Sezgirli bo‘lishi kerak.* Agar himoyamiz sezgirli bo‘lmasa unda u qisqa vaqt ichida avariya yuz beradigan qismini aniqlay olmaydi va avariya rivojlanishiga imkon beradi.

3. *Himoya ketama-ket ishlashi kerak.* CHunki energosistemada o‘rnatilgan himoyalarni bari yuz bergan avariyaning sezishi kerak, lekin avariya bo‘lgan qismiga eng yaqin o‘rnatilgan himoyani vaqti tugamasdan, undan keyin o‘rnatilgan himoya ishlamasdan kutib turishi kerak va nonormal xolat tugamasa belgilangan Δt vaqtdan keyin ishlashi kerak.

4. *Himoya ishonchli bo‘lishi kerak.* Agar ishonchli bo‘lmasa liniyada yuz bergan avariya rivojlana boradi va eng og‘ir shikastga olib kelishi mumkin.

SHuning uchun rele himoya qurilmasini belgilangan vaqtda profilaktika ishlarini bajarilishi shart va iloji boricha qurilmadagi relelarni sonini kamaytirish kerak.

§1. Relelarni klassifikatsiyasi.

Rele himoya qurilmalarida ishlatiladigan relelar bajaradigan vazifasiga qarab uchta guruxga bo‘linadi:

1. Asosiy relelar guruxi – liniya va podstansiyalardagi asosiy parametrlarini uzgarishini sezadigan relelar, masalan: tok, kuchlanish, qarshilik, quvvat, chastota va boshqa asosiy parametrlarni.

2. Yordamchi relelar guruxi- asosiy relelar tomonidan boshqariladigan relelar. Ularni bajaradigan vazifasi: Signallarni ko‘paytirish, kuchaytirish, berilgan signallarni belgilangan vaqtgacha to‘xtatib turish va olingan komdani uzgichlarni yuritmalariga etkazib berish.

3. Ogoxlantirish relelar guruxi – Bu guruxdagi relelarni vazifasi himoyalarni ishga tushganini va liniya yoki podstansiyani buzilgan qismlarini ajratganligi to‘g‘risida yoritish lampalar orqali navbatchilarni ogoxlantirish.

YUqorida ko‘rsatib o‘tilgan relelarni xammasi ikkita asosiy organga ega:

- Informatsiyani qabul qiluvchi organ – liniyalardagi informatsiyasini qabul qiluvchi organ (relelar g‘altaklari) va ularni o‘zgarish qiymatiga qarab relelarni boshqa qismlarini ishga tushiruvchi.

2. Bajaruvchi organ – ya’ni relelarni kontaktlari, bo‘lar ishga tushib operativ tok zanjirlarini yordamchi va ogoxlantirish relelarni ishga tushiradigan organ, undan tashqari bir xil relelar xayollash vaqt organiga ega bo‘ladi.

Bundan tashqari relelarni asosiy argonlari qaysi informatsiyani parametriga moslanishiga qarab quyidagi turlarga bo‘linadi : tok, kuchlanish, quvvat ,chastota qarshilikni ko‘payishi yoki kamayishiga qarab maksimal yoki minimal relilarga bo‘linadi

Relelarni g‘altaklarini tarmoqlarga ulanishiga qarab birlamchi relelar va iqilamchi relelarga bo‘linadi .

Asosiy organlarni uzgichlarga ta’sir qilishi :

- Tug‘ri ta’sir qiladigan relelar – bunaqa relelarni ish bajaruvchi organlar, mexanik ta’sir ko‘rsatgan xolda uzgichlarni ishga tushiradi.

- Bevosita ishlaydigan relelar – bunaqa relelarni ish bajaruvchi organlari uzgichlarni yuritmalariga operativ tok orqali ta'sir qiladi.

Amalda quyidagi uch gurux relelardan foydalaniladi:

1). To'g'ridan –to'g'ri ta'sir qiladigan birlamchi relelar. Bu guruxga maksimal va minimal tok relelari kiradi.

Xamma relelarni ishlash prinsiplari bir xil bo'ladi. Releni g'altagidan tok o'tganda magnit o'zagida elektromagnit oqimi xosil bo'ladi. SHu magnit o'zagidan F oqim siljish o'zagini siljimas o'zagi bilan biriktiradi shu tufayli siljish kontakti siljimas kontakti bilan qo'shiladi va operativ tok zanjirini ulaydi.

Elektromagnit relelarni siljish kontaktiga ta'sir qiladigan kuch,

$$F_s = K \frac{I^2 W^2}{t^2} \quad (210)$$

formula asosida topiladi.

Bu erda

I - releni g'altakdan o'tayotgan tok.

W - releni g'altagini chulg'amlar soni.

I - siljish o'zagi bilan asosiy o'zagini oraligini masofasi .

K - proporsional koeffitsenti.

Releni qaytish tokini uni ishlash tokiga bo'linmasi - releni qaytish koeffitsenti deb ataladi.

SHu prinsipda ishlaydigan relelarni maksimal tok (yoki kuchlanish) relesi deb ataladi.

Bunaqa relelarni "Kv" qaytish koeffitsenti har doim 1 dan kam bo'ladi, ya'ni $I_{sr} > I_{vr}$.

Bunaqa konstruksiyaga ega bo'lgan relelar yakorli normal xolatda $F_e > F_m$ shunda ularni kontaktlari ochiq bo'ladi. $F_e < F_m$ kamayib borsa rele ishga tushadi.

SHu xolatdagi eng yuqori tok - ishlash toki deyiladi. Rele o'z konataklarini ajratgan payitdagi eng kam tok - releni qaytish toki deb ataladi.

Bunday relelarni qaytish koeffitsenti har doim 1 dan yuqori bo'ladi. shuning uchun bunday relelar - minimal tok relesi deb ataladiyu.

§2. Induksion prinsipda ishlaydigan rele

Releni g'altagidan o'tayotgan tok ta'sirida xosil bo'lgan magnit oqimi, releni siljish diskidan kesib o'tish ta'sirida xosil bo'lgan toklar ta'sirida ishlaydigan relelar - induksion prinsipda ishlaydigan rele deyiladi. SHuning uchun induksion relelar faqat o'zgaruvchan tokda ishlaydi.

Aylanish momenti xosil bo'lashi uchun induksion releni siljish qismida eng kami ikkita magnit oqimi bo'lishi kerak, shu oqimlar bir-biriga qaraganda siljish burchakka ega bo'lishi kerak.

Ko'pincha induksion relelar ikkita magnit oqimiga ega sistemali qilinadi, bunaqa sistemalarida siljiydigan qismida aylanish momenti, shu qismida magnit oqimini ta'sirida xosil bo'lgan tok bilan ikkinchi magnit oqimini toklarini bir-biriga ta'siridan kelib chiqadi.

Releni quyidagi asosiy qisimlardan tuzilgan alyuminiydan qilingan disk 1, uni uqiga qotirilgan kontaktlari bilan 2 va pulat plastinkalardan yigilgan magnit uzagi 4, magnit uzagiga o'rnatilgan tok g'altak 3. Asosiy magnit uzagini chuqilari ikkiga bo'lingan va bittasiga qisqa tutashgan xalqa kiyiltirilgan 5.

Releni g'altagini chulg'amlaridan tok utganda magnit oqimi xosil bo'ladi

F bu oqim asosida magnit o'zagini ekran va ekranlanmagan chuqilardan o'tadi. F_1 va F_2 bo'lingan xoldi. SHu tufayli ekranlangan cho'qqisida F ta'sirida EYUK xosil bo'ladi va qiska tutashgan xalqada tok xosil bo'ladi, bu tok o'z magnit oqimiga ega bo'ladi va asosiy magnit oqimiga to'sqinlik qiladi.

Demak F_1 ekranlamagan qismidan to'siqsiz o'tadi, F_2 - esa xalqada xosil bo'lgan magnit oqimini engib undan keyin o'tadi. SHu tufayli F_1 va F_2 magnit oqimlari orasida ψ siljish burchagi xosil bo'ladi. SHuning asosida releni induksion qismida ishlashga sharoit kelib chiqadi. SHu F_1 va F_2 magnit oqimlari alyumin diskni kesib o'tayotganda I_{D1} va I_{D2} tok xosil qiladi, xosil bo'lgan

toklar va kesib o'tayotgan magnit oqimlari bilan xamkorlikda alyumin diskda ikkita kuch xosil bo'ladi, ya'ni

$$F_1 = KF_1 I_{D2} \text{ va } F_2 = KF_2 I_{D1} \quad (211)$$

Bu kuchlarni yig'indisi $F_e = F_1 + F_2$ har doim alyumin diskni ekanlanlangan cho'qqisidan ekanlanmagan cho'qqisiga qarab siljitadi va aylanish momentini xosil qiladi va kontaktlarini biriktiradi. Demak, aylanish momenti

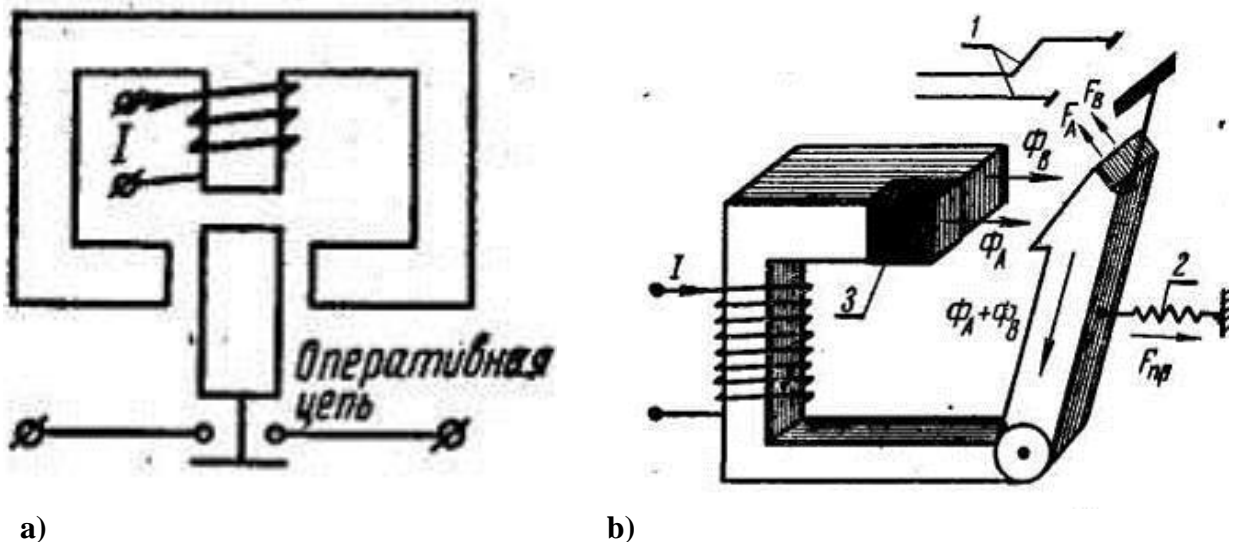
$$M_{vr} = KF_1 F_2 \sin \psi \quad (212)$$

Bu erda: K - proporsional koeffitsenti

F_1 va F_2 - releni aylanadigan qismiga ta'sir qiladigan magnit oqimlar.

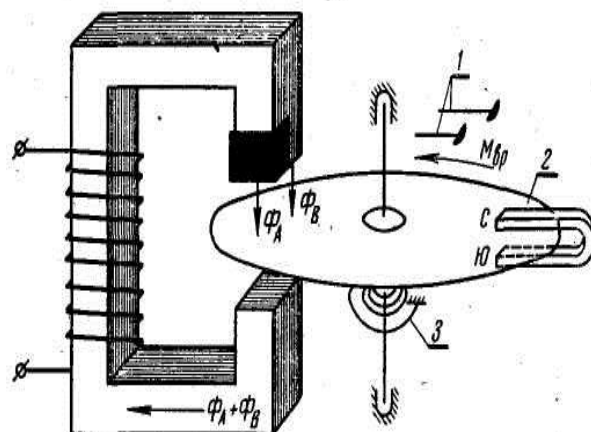
ψ - magnit oqimlari orasidagi burchak.

Keltirilgan tenglamadan ko'rinib turibdiki, F_1 va F_2 ni fazalari bir xil bo'lsa, ya'ni $\psi = 0$ unda aylantirish momenti $M_{vr} = 0$ agar $\psi = 90^\circ$ teng bo'lsa unda $\sin \psi = 1$ demak M_{vr} maksimal tezlikka ega bo'ladi.



86-Rasm. Elektromagnit prinsipda ishlaydigan releni sxemalari.

1-Kontakt. 2- Purjina. 3-Qisqa tutashgan g'altak.

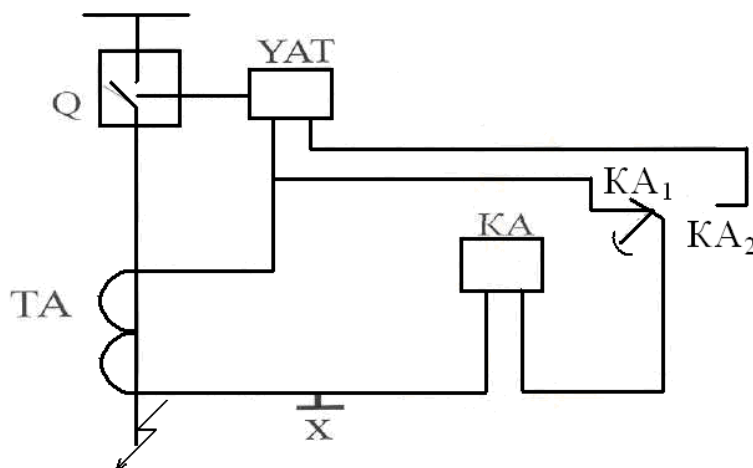


87-Rasm. Induksion prinsipda ishlaydigan RT-80 releni tuzilish sxemasi.

Operativ doimiy o'zgarmas tokda ishlaydigan K.T.X. ni sxemasi ko'rsatilgan. Sxema to'liq ishga tushgandan keyin ko'rsatuvchi reledan moy uzgichni ishga tushiradigan «UAT» elektromagnitni ishlatadi.

§5. O'zgaruvchan operativ tokda ishlaydigan katta tok himoyasini o'ziga xos xususiyati.

O'zgaruvchan operati tok himoyalarda manbani vazifasini o'lchov tok transformatorlar bajaradi. Bunday sxemada o'lchov tok transformatorlari fakat o'lchov uchun xizmat qilmaydi yani bu sxemada uzgichni elektromagnit uzgichni tok manbasi vazifasini xam bajaradi. Sxema shuday yig'ilganki uzgichni o'tkazadigan elektromagnit UAT, o'lchov tok transformatorlariga faqat himoya ishlagandan keyin ulunadi.



89-rasm. MTX shuntlangan sxemasi.

O'lchov transformatorga ulangan KA rele ishlaganda transformator tokni g'altagi uzilib qolmaslik uchun uzilmasdan kontaktlarini ulashi kerak masala RT-85 relelar. Kontaktlarini almashtirish payti oldin Q uzgichni UATE elektromagnit uzgichi, tok transformatoriga ulanadi (uning kontakti KA releni) undan keyin esa uchinchi shunt dan ochadi. Uzgich «Q» liniyani uzadi, agar uzgichni elektromagnitdan o'tayotgan tok uni ishga solishga etarli bo'lsa.

SHunday qilib, tok transformatori, bunaqa sxemalarda ikki rejimda ishlaydi: releni ishlashidan oldin tok manbasi rejimida; tok transformatorini yuklamalari bo'lib, releni g'altagini va ulaydigan simlarni qarshliklari xisoblanadi, shuning uchun himoyani ishlashida tok transformatoridan releni ishga tushirish uchun zarur quvvatdan foydalanadi, bunaqa payitda tok transformatorlarni to'liq xatosi 10% oshib ketishi kerak emas, rele ishlaganidan keyin – maksimal quvvati ish rejimida, uzgichni elektromagnit yuritmasini ishlashi natijasida tok transformatorini yuklamasi birdaniga oshib ketadi va uni ikkinchi g'altagidagi tok kamayib ketadi; lekin tok transformatori uzgichni elektromagnit ishlashiga kerakli quvvat bilan ta'minlashi shart; shu tafayli kamaygan reledagi tok, releni ishlab turishini ta'minlab turish kerak, bu esa reledagi tok uni qaytish tokidan ortiqcha bo'lganda maqsadga etiladi.

Uzgichni elektromagnit ishonchli ishlashi shunda ta'minlanadi, agar himoyani ishlash toki $I_{s.z.}$ uzgichni elektromagnitini $I_{e.o.}$ tokidan ancha ortiqcha bo'lishi kerak, faqat shundagina uzgichni elektromagnitidan ishlatish uchun kerakli tok o'tadi.

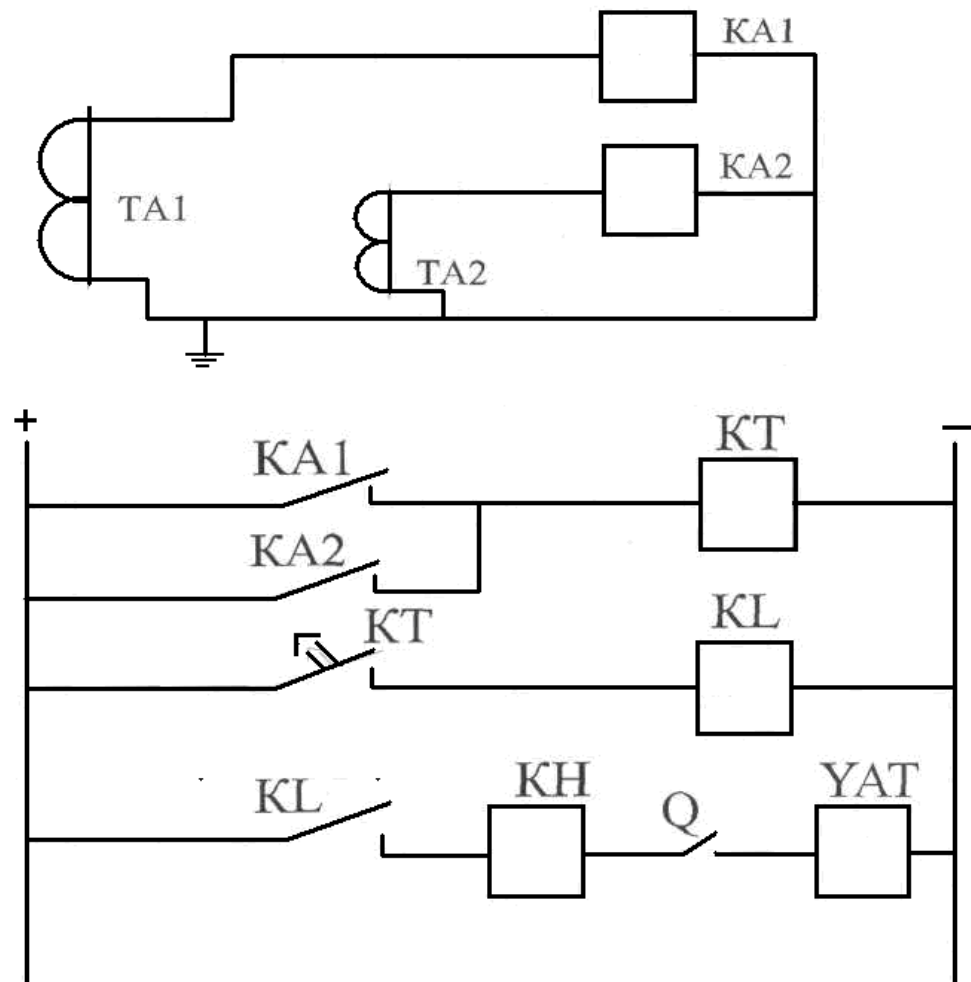
$$I_{c.z.} > I_{I_{z.o.}} \quad (213)$$

Himoyadagi o'lchov relesi uzgichni elektromagnitni ulangandan keyin oldingi xolatni kaytmasligi uchun quyidagi shart bajarilishi kerak.

$$I_2 = K_{zan} \cdot I_{e.p.} \quad (214)$$

bu erda $K_{zap} > 1,2$ SHuntlangan himoyani sxemalarni ishlatilishini mumkinligini quyidagi formula orqali tekshiriladi.

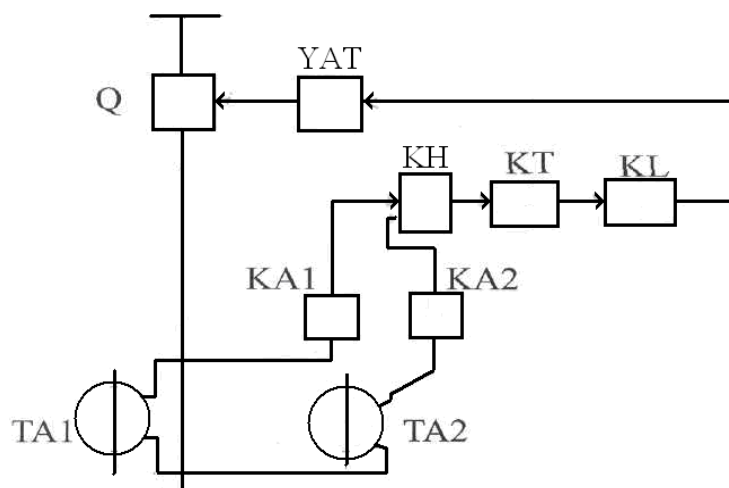
$$I_{k.max} / K_1 = 50A \quad (215)$$



91- Rasm. MTX elektr sxemasi.

Bu sxemada. Relelarni tok g'altaklari alohida yig'ilgan, ularni kontaktlari esa o'zgarmas operativ tok zanjirlarida joylashgan.

Strukturali sxemalarida himoyani tuzilish, alohida turt burchak shaklda ko'rsatiladi va belgilanib chiqiladi, lekin bu sxema har bir qismlarni ishlash prinsiplarini ko'rsatmaydi, joylanishi tufayli bir-biri bilan bog'lanishini tavsiya etadi. Funktsional sxemalar, strukturali sxemalarni rivojlangan bir turi. Har bir sxemadagi elementlarni bir-biri bilan bog'lanishi ko'rsatiladi. Katta tok himoyasini funktsional sxemasi quyidagicha chiziladi.



92- Rasm. MTZ struktura sxemasi.

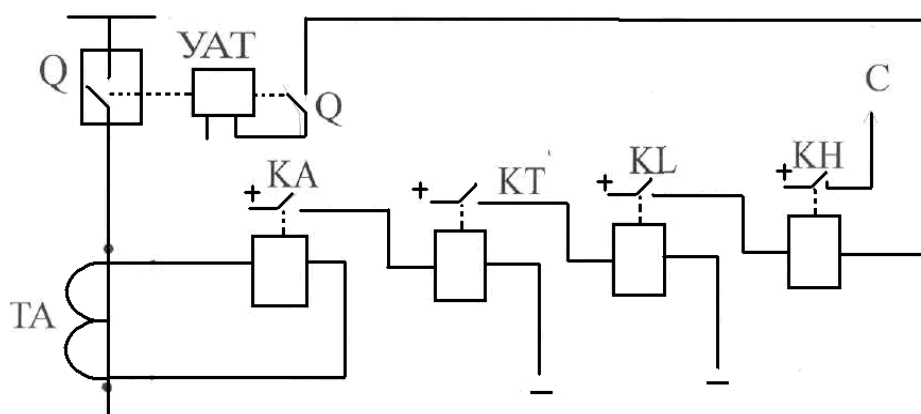
YUqorida ko‘rsatilgan sxemalarda vaqtga bog‘liq bo‘lmagan katta tok himoyasi. Bu himoya to‘liq bo‘lmagan yulduz sxema doimiy operativ tok asosida tuzilgan.

A va S fazalariga o‘lchov tok transformatorlari TA1 va TA2, Q- moy uzgichdan keyin o‘rnatilgan. Hayot faoliyati xavfsizligi asosida o‘lchov tok transformatorini ikkinchi chulg‘amlari erga ulangan. Himoyani o‘lchov organlari ikkita maksimal tok relesi orqali bajarilgan (RT-40), xayallash vaqtga ega bo‘lish uchun vaqt relesi KT (EV-314 tipli rele asosida bajarilgan), undan tashqari oraliq relesi KL (RP-23 turli rele asosida) va ko‘rsatuvchi sxemaga kiritilishi vaqt relolari kontaktlarini ishonchligidan kelib chiqadi.

§8. Liniyalardagi katta tok himoyasi.

Katta tok himoyasi bitta manbaga ulangan liniyalarda asosiy himoya deb xisoblanadi. Bu himoya quyidagi relalardan iborat bo‘ladi. TA - o‘lchov tok transformatori, KA - tok relesi, KT - vaqt pelesi, KL - oraliq relesi, KN -ko‘rsatuvchi rele, YAT - moy uzatgichi (e. uzatmasi) uzatmasini g‘altagi, Q - moy uzatgich.

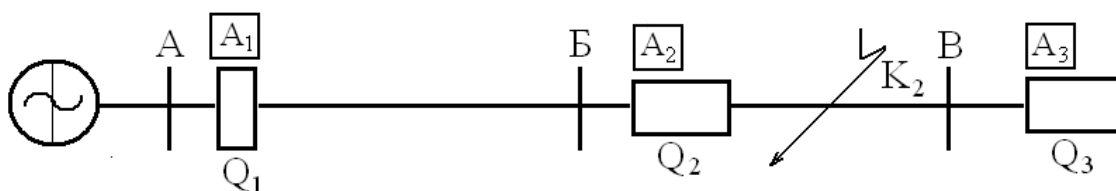
Ishlash prinsiplari, liniyada qisqa tutash toklari xosil bo‘lsa, yoki belgilangandan ortiqcha yuklama toklar xosil bo‘lganda (KA) tok relesi kontaktini ulaydi va vaqt pelesini (KT) g‘altagini o‘zgarmas tok zanjiriga ulaydi, bundan keyin vaqt relesi belgilangan vaqtdan keyin o‘zini kontaktini yopadi (qo‘shadi), shu bilan birga oraliq relesini (KL) ishga soladi. Oraliq relesi o‘z kontaktini qo‘shgandan keyin ko‘rsatuvchi rele va moy uzgichni o‘zatmasini tok g‘altagini o‘zgarmas tok zanjiriga bog‘laydi va ishga soladi. Moy uzgichni uzatmasi ishlab uni uzadi.



93 – Rasm. Liniyalardagi katta tok himoyasining sxemasi

§9. KTX himoyasini ishlash tokini aniqlash.

KTX ishlash tokini aniqlashda $I_{s.z.}$ (ish tar) shu himoyani dastlabki xolatiga qaytish tokini inobatga olish kerak.



94-Rasm. MTX – ni joylashish sxemasi.

Xaqiqatdan K_2 nuqtada qisqa tutashuv yuz bersa shu nuqtaga yaqin bo‘lgan A_2 himoyasi ishlashi kerak va A_1 himoya xam sezib ishlashga boshlaydi. Lekin A_2 tezroq, A_1 birga qaraganda ishlab Q_2 uzgichni ishga solib qisqa tutatish yuz bergan qismini uzib tashlaydi, chunki uni ishlash vaqti A_1 himoyani ishlash vaqtidan kamroq bo‘lgani uchun. Demak A_2 himoyasi ishlab Q_2 uzgichni ishlatgandan keiyn A_1 oldingi xolatiga qaytadi. Bu qaytish liniyadagi qisqa tutashgan qismini

ajratgandan keyin, bo'lishi kerak. SHuning uchun himoyani qaytish toki, qisqa tutashuvni ajratib tashlashga kerak.

Kisqa tutashgan qismini ajratib tashlagandan keyingi liniyadagi maksimal tokdan yuqori bo'lishi kerak. Demak,

$$I_{VZ(XKT)} \geq I_{e,max} \quad (216)$$

Liniyadagi $I_{e,max}$ tokni aniqlash paytida, himoya qiliyotgan liniyada qisqa tutashtirilgan rotorli elektromashinalar ishga tushirish paytidagi toklarni inobatga olishimiz shart, chunki bu toklar normal xolatda ishlash (o'zragmas) tokidan bir necha marta yuqori bo'lganligi sababli. SHuning uchun

$I_{r,max} > K_{k.z.} \cdot I_{rabmaz}$ bo'lishi kerak. $K_{s.z.} = 2,5 - 3 - K_{k.z.} \cdot K.T.R.$ elektr yuritmani ishga tushirish koeffitsentiga ko'paytirsak K_3 unda himoyani qaytish toki kelib chiqadi.

$$I_{VZ} = K_{zap} \cdot K_{k.z.} \cdot I_{rabmaz} \quad (217)$$

bu erda $K_{zap} = 1,1-1,2$

Lekin himoyani qaytish tokini uni ishlash tokiga bo'lsak $\frac{I_{e.3}}{I_{c.3}} = K_6$ unda qaytish ko'ffitsenti kelib chiqadi. Bu koeffitsent relelarni ishlatish faoliyatni ko'rsatadi. $K_v = 0,8-0,85$

$$I_{c3} \frac{K_3 \cdot K_{c3}}{K_6} I_{pab,max} \quad (218)$$

Demak

$I_{s.z.}$ - himoyani ishlash toki.

Simmetrik rejim paytida releni g'altigidan o'tayotgan tok I_p va o'lchov transformator tokini ikkinchi chulg'amida (I_2) tokni solishtirmasi, K_{sx} ulanish koeffitsentiga bog'liq.

$$\text{Demak } I_p = K_{sx} \cdot I_{2f} \text{ yoki } I_p = (K_{sx} \cdot I_{1f}) / K_1 \quad (219)$$

bundan K_1 - o'lchov tok transformatorini koeffitsenti.

Bundan kelib chiqadiki

$$I_{p.H} = K_{cx} \cdot I_{x.H} / K_I \quad (220)$$

va

$$I_{c.p} = K_{cx} \cdot I_{e.3} / K_I \quad (221)$$

bu erda K_{sx} $I_{b.z}$ rele himoyasini ishlash va qaytish toklari.

Agar transformator toklar Y- chi shaklda ulangan bo'lsa $K_{sx} = 1$, agar Δ -k shaklda ulangan bo'lsa $K_{sx} = \sqrt{3}$ teng.

KTX - tok himoyasi (KTX)tanlovchan (selektiv) ishlashi uchun tok manbasiga yaqinlashgan sari himoyani ishlash toki osha borishi kerak. Demak, A_1 himoyani ishlash toki ($I_{s,z1}$) A_2 himoyani ishlash tokida ($I_{s,z2}$) yuqori bo'lishi shart.

$$I_{s,z1} > I_{s,z2} \quad (222)$$

KTX sezgirligi esa K_{ch} - sezgirlik koeffitsenti orqali ta'svirlanadi. Uch fazali qisqa tutashuv liniyani oxirida bo'lganda, releni chulg'amidagi tokni I_p releni ishlash tokiga bo'linishi ($I_{s,z}$) orqali aniqlanadi.

$$K_u = \frac{I_p}{I_{c3}} \quad (223)$$

Himoyani sezgirligini tekshirishi liniyadagi qisqa tutashuvni eng kichik $I_{k,zmin}$ qiymatini, himoyani ishlash tokini bo'linmasidan kelib chiqadi.

$$K_{u3} = \frac{I_{k3min}^{(3)}}{I_{c3}} \quad (224)$$

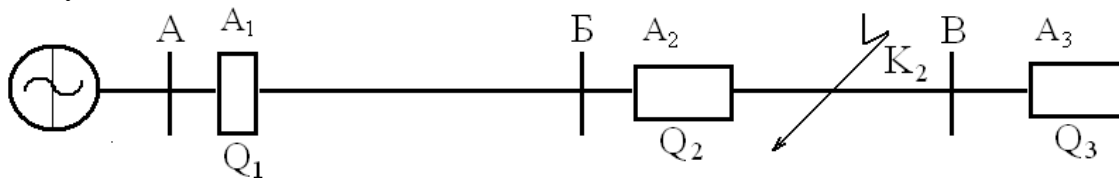
KTX sezgirligini koniqli deymiz Agar $K_r \geq 1,5$ yuqori bo'lsa, agar 1,5 kam bo'lsa unda KTX sezgirsiz deb topiladi. U paytga biz sezgirligini ko'tarish uchun liniyani uzunligini

kamaytirishimiz (qisqartirishimiz) kerak, agar buni qilish iloji bo'lmasa demak biz rele himoyasini boshqa turini qabul qilishimiz shart.

Rele himoyamiz rezerv himoya xisoblansa, unda uni sezgirliги $K_r \geq 1,2$ bo'lishi shart yoki undan yuqori.

§10. KTX ishlash vaqtini aniqlash.

Yuqorida aytib o'tilganidek KTX vaqtga bog'liq bo'lgan va bog'liq bo'lmagan xolda ishlaydi.



95-Rasm. KTX ishlash vaqtini aniqlash sxemasi

KTX qaysi xolda bo'lmasin ketma-ket ishlashi shart. Misol uchun : agar K_r nuqtasida qisqa tutashuv yuz bergan bo'lsa u xolda A_1 himoyani ishlash vaqti t_1 A_2 himoyani ishlash vaqtidan t_2 ko'proq bo'lishi kerak. Bo'larni farqi Δt - vaqt pog'onasi deb ataladi.

$$\text{Demak} \quad t_1 = t_2 + \Delta t \quad (225)$$

Agar KTX elektromagnit relelar (RT-40) asosida tuzilgan bo'lsa $\Delta t = 0,3 - 0,6$ sek. Agar KTX induksion prinsipda ishlaydigan rele asosida (RT-80) tuzilgan bo'lsa $0,6 - 1,0$ sek. Chunki bunaqa relelarda ishlash vaqtiga releni inersiyasiga oid xatosi inobatga olinadi.

Vaqt pog'onasi KTX (RT-40) elektr magnit prinsipida ishlaydigan rele asosida tuzilgan bo'lsa

$$\Delta t = t_{Q2} + \Delta t_{KT2} + \Delta t_{KT1} + \Delta t_{ip} + t_{zap} \quad (226)$$

bu erda t_{Q2} - ikkinchi himoya o'rnatilgan joyni o'zagini ishlash vaqti. $0,05 - 0,3$ sek.

Δt_{KT1} - birinchi himoyadagi vaqt relesini xato ishlash vaqti $0,05 - 1$ sek.

Δt_{KT2} - ikkinchi himoyadagi vaqt relesini xato ishlash vaqti

$\Delta t_{KT2} = 0,8 - 1,0$ s

Δt_{ip} - induksion prinsipda ishlaydigan tok relesini inersiyaga yo'l qo'ygan vaqti.

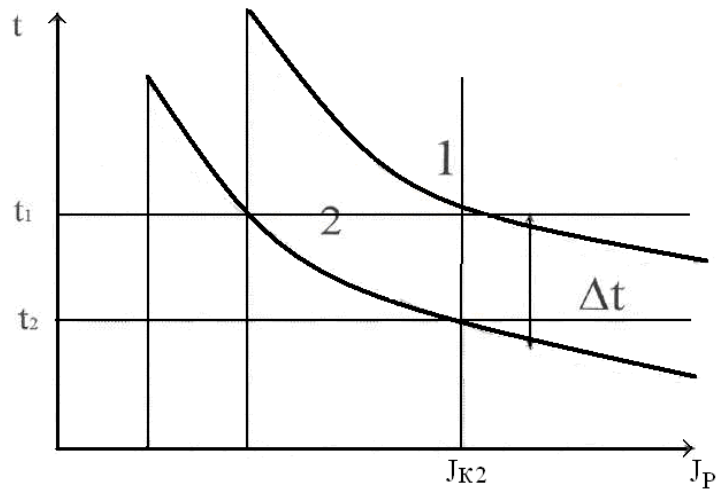
t_{zap} - extiyoj vaqti - $0,15$ sek.

KTX ishlash vaqtini xamma vaqti tok manбайдan eng uzoq joylashgan himoyadan boshlanadi. Uni vaqti.

$$t_{s,z} = t_{ov} + t_{kat} \quad (227)$$

undan keyingilar $t_2 = t_3 + \Delta t$ va $t_1 = t_2 + \Delta t$ demak keyingilarni vaqtini Δt vaqt pog'onasiga oshib boradi.

Agar A_1 va A_2 nuqtaga himoyalarni ishlash vaqtini grafik asosida tasvir etsak quyidacha kelib chiqadi.

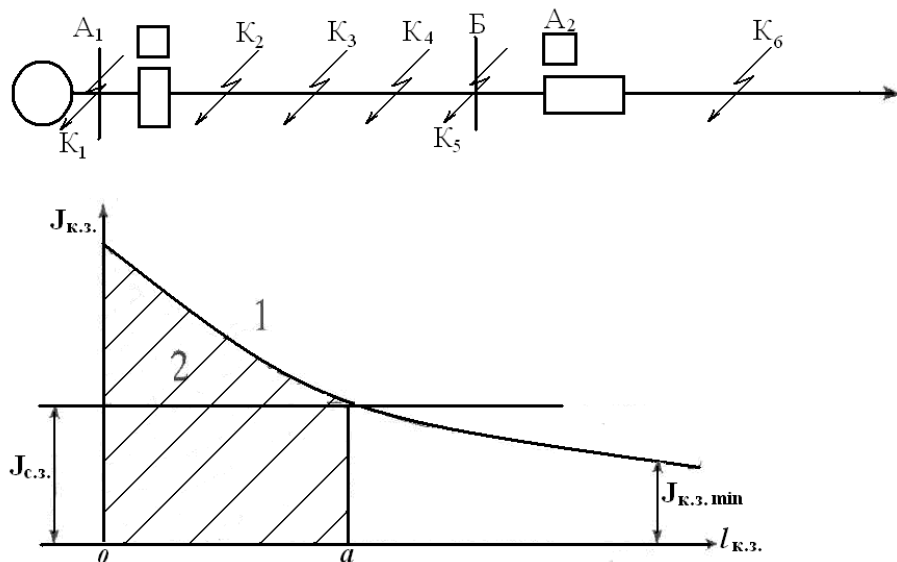


96-Rasm. MTX ishash vakt grafigi

Demak qancha reledan o'tayotgan tok oshib borsa shuncha rele himoyasini ishlash vaqti kamayib boradi va qancha kam tok o'tsa uni ishlash vaqti oshib boradi.

§11. Vaqtsiz ishlaydigan katta tok keskich himoyasi.

Agar KTX belgilangan masofani to'liq himoya qilaolmasa, hamda belgilangan vaqtsiz ishlasa – bunday himoyani katta tok keskich himoyasi deb aytiladi.



97-Rasm. K.T.X. ishlash zonasini aniqlash grafigi.

Katta tok keskich himoyasining ishlash tokini $I_{sz(i)}$ aniqlash uchun himoya qiladigan masofani 4 ta teng qismga bo'lib chiqamiz, hamda shu nuqtalardagi qisqa tutashuv toklarini aniqlaymiz. Toklarni aniqlangandan keyin katta tok keskich himoyasining ishlash toki quyidagi formula orqali topiladi

$$I_{c.z} = K_{zap(n)} \cdot I_{kzmin} \quad \text{yoki} \quad I_{c.p} = K_n \cdot K_{cx} \cdot I_{kz.min} / K_I \quad (228)$$

Bu erda $K_{n(zap)} = 1,2 - 1,3$ el.magnit RT-40 relesi uchun

$K_{n(zap)} = 1,5 - 1,6$ induksion RT-80 relesi uchun

$K_{n(zap)} = 1,8 - 2,0$ el.magnit RTM relesi uchun

$I_{kz.min}$ – himoya qilinayotgan masofadagi qisqa tutashuv tokining eng kam qiymati

K_{cx} – tok transformatorining ulanish sxemasining koeffitsienti

K_I – tok transformatorining kamaytirish koeffitsienti.

SHunday kilib, himoyaning ishlash tokini topganimizdan keyin uning qiymatini Ordinat o'qiga masshtab orqali belgilaymiz va Abssis o'qiga parallel to'g'ri chiziq o'tkazamiz. Bu ikki chiziqning kesishib o'tgan nuqtasiga qadar katta tok keskich himoyasining ishlash zonasi kelib

chiqadi. Demak «O-A» gacha bo'lgan masofada qisqa tutashuv yuz bersa himoya ishlaydi, agar qisqa tutashuv «A» nuqtadan keyin yuz bersa himoya ishlamaydi. SHuning uchun «A» nuqtadan «B» podstansiyasigacha bo'lgan masofani «himoya sezmaydigan zona» deb ataladi.

Katta tok keskich himoyasining ishlamaydigan zonasi 20-25% dan oshmasligi kerak. Agar bu zona oshib ketganda, boshqa himoyalar ishlatilishi kerak, yoki bu himoyaning ishlash tokini kamaytirish kerak. Buning uchun qisqa tutashuvni tashqari zonada – «B» podstansiyasidagi kuch transformatorining past kuchlanish chulg'amidan keyin qabul qilishimiz kerak (K_6 nuqtada). U xolda katta tok keskich himoyasining ishlash toki

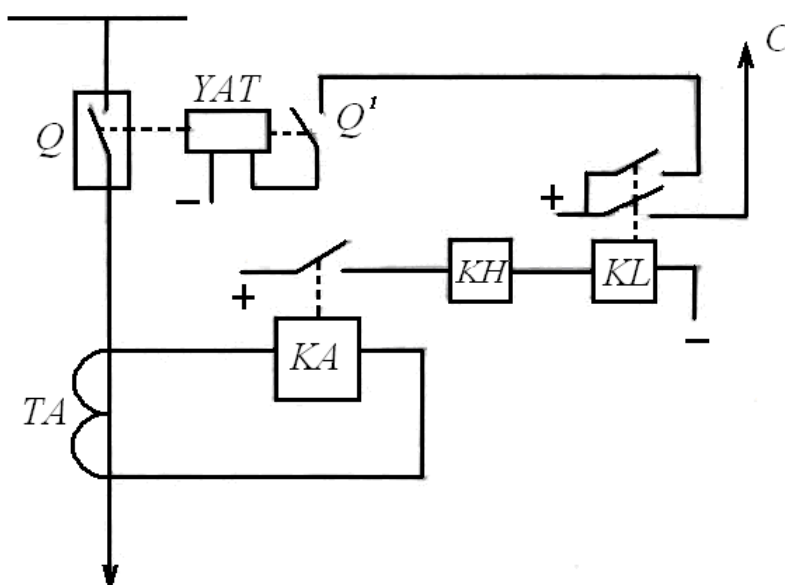
$$I_{c.z} = K_n(\text{zap}) \cdot I_{kz.vamax}, \text{ yoki } I_{c.p} = K_c \cdot K_n \cdot I_{kz.min} / K_I \quad (229)$$

bu erda $I_{kz.vamax}$ – «B» podstansiyasidan keyingi qisqa tutashuv tokining eng katta qiymati. Himoya qilinadigan uchastkaning sezgirligining katta tok keskich himoyasi

$$K_{sez.} = (I_{k.z \max} / I_{s.z}) \geq 2 \quad (230)$$

Agar qisqa tutashuv «B» podstansiyasidan keyin bo'lsa unda

$$K_{ch} = (I_{sez. \max} / I_{s.z}) \geq 1,2 \quad (231)$$



98- Rasm. Katta tok keskich himoyani bir chiziqli sxemasi.

§12. Kuchlanish relesi bilan blokirovka qilingan maksimal tok himoyasi.

Bunaqa himoyalar, maksimal tok himoyani sezgirligi 1,5 kam bo'lganda, elektr tarmoqlarni, generator va sinxron kompesatorlarni himoya qilish uchun ishlatiladi. Bu himoya faqat elektr tarmoqda, generatorlar elektr matorlarni qisqa tutashuv toklaridan himoya qilishga mo'ljallangan.

Himoya quyidagicha ishlaydi. (Rasm)

Tarmoqda qisqa tutashuv yuz bersa, tarmoqda bir necha marta (I_n) nomianl tokka qaraganda oshib ketadi, shu tufayli tarmoqdagi kuchlanish kamayib ketadi. SHuni natijasida KA tok relesi va KV kuchlanish relelar bir vaqtda ishlab o'z kontaktlarini ulaydi.

Kuchlanish rele KV operativ tok zanjirini KT vaqt relesini ishga tushiradi, tok relesi kontakti operativ tok zanjirini tayyorlab turadi KL oraliq releni ishga tushirish uchun vaqt relesini (KT) kontakti ulangan zaxoti KL oraliq rele ishga tushib uz kontaktini ulaydi va operativ tok zanjirini yuritmasini (YAT) galtagini va ogoxlantirish serenani ishga tushiradi. YAT g'altak Q uzgichni ishga tushirib elektr tarmog'ini ajratadi, serena esa himoya ishlaganligi to'g'risida navbatchiga xabar beradi.

Agar tarmoqdan ortiqcha yuklama toki o'tganda KA tok relesi ishlab operativ tok zanjirini ishga tushirishga tayyorlab turadi, lekin bunaqa vaqtlarda tarmoqdagi kuchlanish $U_{\min rab}$ kuchlanishdan ko'proq bo'ladi, shuning uchun (KV) kuchlanish rele ishlamaydi. shuning uchun himoya ishlamaydi.

§13. Himoya parametrlari.

Himoyani ishlash toki, ortiqcha yuklama toklarni inobatga olmagan xolda, nominal tokka nisbatan aniqlanadi.

$$I_{c3} = \frac{K_b}{K_a} I_H \quad (232)$$

Himoyani ishlash parametrlari ikkita shart asosida tanlanadi:

1) Foydalanish sharoitidan kelib chiqqan, eng past kuchlanishga moslashtiriladi.

$$U_{sr} < U_{rabmin} \text{ yoki } U_{cz} = U_{rabmin} / K_n \quad (233)$$

2) Sirtqi qisqa tutashuvlardan keyin past kuchlanish relesini oldingi xolatiga qaytishi (kontaktlarini ajratish).

Qisqa tutashuvni o'chirgandan keyin U_{rabmin} kam kuchlanishda himoyani qaytishi ta'minlanishi kerak.

$$U_{e.3} = \frac{U_{\text{rab.min}}}{K_H} = \frac{U_H}{K_H K_{3an.H}} \quad (234)$$

Himoyani ishga tushirish kuchlanishni qaytish koeffitsentini

$$K_6 = U_{e.3} / U_c \quad (235)$$

inobatga olgan xolda quyidagi tenglama asosida topamiz

$$U_{e.3} = \frac{U_H}{K_H K_6 K_{3an.H}} \quad (236)$$

Keltirilgan tenglamalarda:

U_{cE} va U_{vz} – himoyani ishga tushirish va qaytish kuchlanishlar.

I_{se} – himoyani ishga tushirish toki

$U_{rab.min}$ – himoyani qaytish kuchlanishi

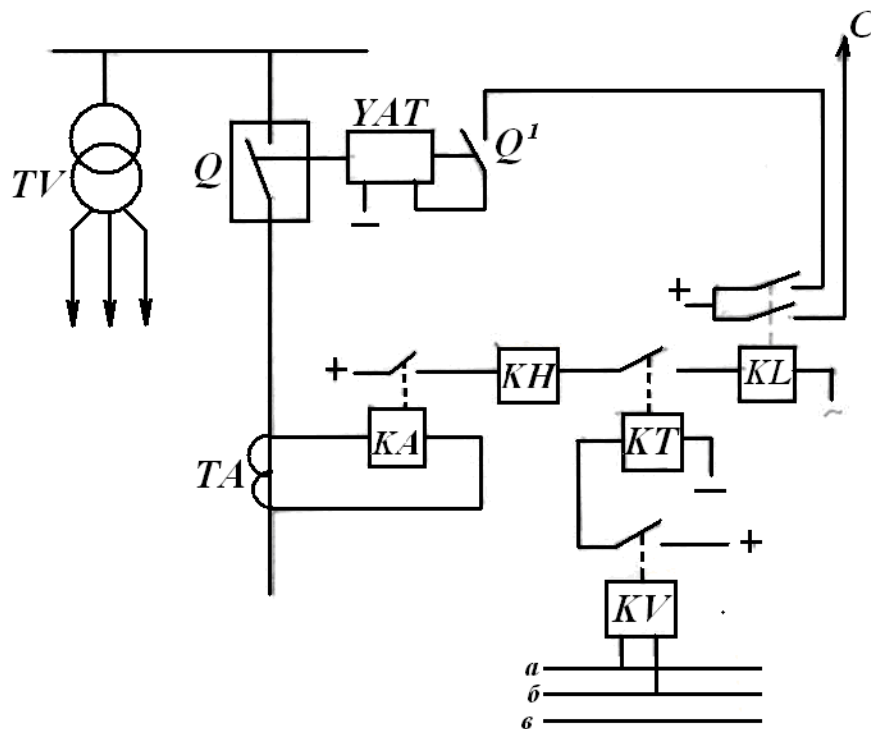
K_n – himoyani ishonchi ishlash koeffitsenti.

$K_{zap.i}$ – qisqa tutashgan asinxron mashinalarni ishga tushish vaqtidagi kuchlanishini kamayish koeffitsenti.

K_v – himoyani oldingi xolatiga qaytish koeffitsenti tenglamadagi koeffitsentlar $K_n = 1,2$; $K_{zap.i} = 1.6$

$K_v = 1,15$ deb qabul qilsak unda $U_{sz} = 0,7 U_n$

bunday himoyalar generatorlarni himoya qilish uchun xisoblashda, samasinxronizatsiyalash qismi bilan ulashidan kelib chiqadigan kuchlanishini kamayishini inobatga olish kerak.



99- Rasm. Kuchlanish rele bilan blokirovka qilingan maksimal tok himoyasini sxemasi.

Ximoya sezgirligi.

Past kuchlanish rele bilan ishga tushadigan maksimal tok ximoyasini sezgirligini tekshirishda, avval ximoyali tok kismini sezgirligi oddiy maksimal tok ximoyasini sezgirligini aniklashday topamiz

$$K_{r(c)} = \frac{I_{K\zeta \min}}{I_{c\zeta}} \quad (237)$$

Undan keyin ximoyani kuchlanish kismidagi sezgirligini aniklaymiz.

Ximoyani kuchlanish kesimini sezgirligi quyidagilarga boglikliklarini inobatga olish kerak:

- 1) Kuchlanish transformatorlar urnatilgan joydan.
- 2) Past kuchlanish relelarni ulanish sxemalaridan
- 3) Kuvvat transformatorlarni birinchi va ikkinchi galtaklarini ulanish sxemalariga boglik, agar ximoya transformatoridan keyin yuz bergan kiska tutashuvdan saklaydigan bulsa.

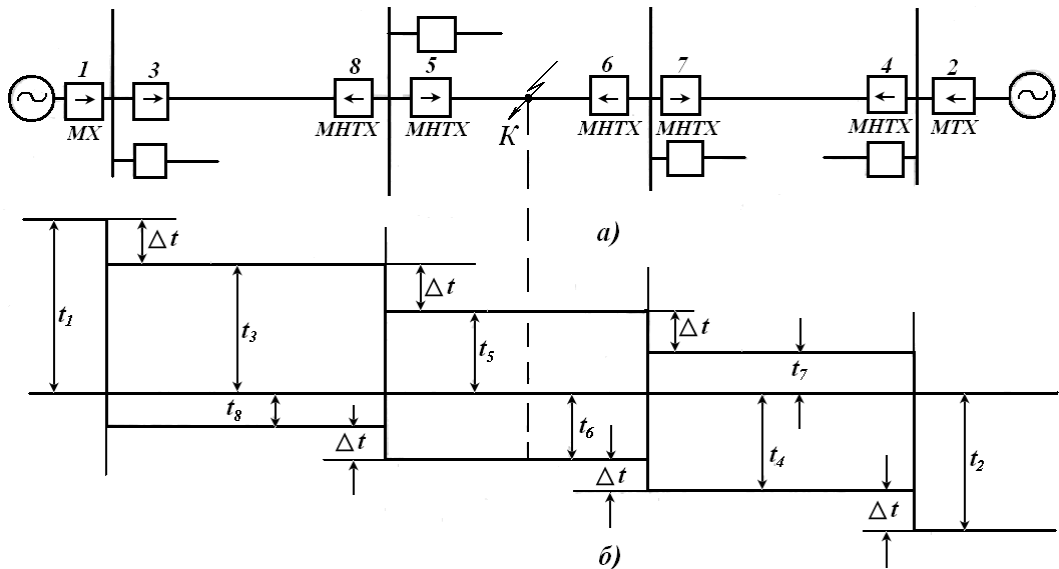
Ximoyani sezgirlik koeffitsienta, fazada osi liniya kuchlanishlariga ulangan relelar uchun

$$K_{(c)ru} = \frac{U_{c3}}{U_{H \max}} \quad (238)$$

bu erda $U_{n \max}$ - Ximoyani oxirida yuz bergan 3 fazali kiska tugashuvni rejimida minimal ximoya urnatilgan joydagi maksimal kuchlanish.

§14. Yo‘nalgan katta tok himoya.

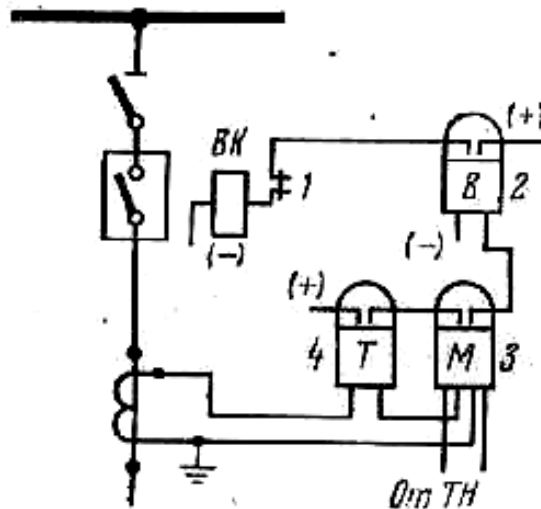
Katta tok himoyalar murakkab yoki ikki manbaga ulangan liniyalarda o‘z vazifasini bajara olmay qoladi. Chunki har manbadan yo‘nalishda o‘rnatilgan himoyalarni ishlash vaqti har xil bo‘lib qoladi. Sxemada keltirilganday



100-rasm. Murakkab liniyalardagi MTX oʻrnatishi va vaqt grafiqi.

Agar K nuqtada qisqa tutashuv yuz bersa, shu nuqtaga qisqa tutashuv toki 1 va 2 manbadan keladi. "K" nuqtadagi qisqa tutashuvni uzish uchun 4 va 10 himoyalar ishlashi kerak. Lekin ularni oʻrniga 5 va 8 himoyalar ishlaydi, chunki boʻlarni ishlash vaqti boshqa himoyalarni vaqtdan kam boʻlgani uchun KTX - ni kamchiligini yoʻqotish uchun murakkab liniyalarda asosan yoʻnalgan katta tok himoyasi ishlatiladi.

Katta tok himoyasini sxemasiga quvvat rele qoʻshimcha oʻrnatilsa unda bu yoʻnalgan katta tok himoyaga ega boʻlamiz.



101 – rasm. Yoʻnalgan MTX prinsipal ulanish sxemasi.

Endi "K" nuqta qisqa tutashuv yuz bersa birinchi manbadan shu nuqtagacha qisqa tutashuv toki (I_{k1}) Q_9 va Q_4 oʻtadi. Umumiy shinada oʻrnatilgan tok transformatori orqali kamaytirilgan tok KA reledan oʻtib KW releni tok gʻaltigidan oʻtgan xolda ularni ishga tushiradi va operativ tok zanjirini KN_4 orqali KT_4 vaqt relelariga oʻlaydi. KT_4 vaqt relesini xayallash vaqti oʻtgandan soʻng u oʻzini kontaktini ulaydi va KL_4 oraliq relesini ishga tushiradi. KL_4 oʻz kontaktlari orqali ogoxlantirish signal beradi shu bilan birga YAT_4 yuritmani ishga soladi va Q_4 uzgichni uzadi.

Endi qisqa tutashuv K_1 nuqtada yuz bersa unda qisqa tutashuv toki (I_{k2}) ikkinchi manbadan keladi. Demak releni gʻaltigidan oʻtadigan tok oʻz yoʻnalishini oʻzgartirilgan boʻladi va KW rele orqali KA reledan oʻtadi. SHu tufayli KW rele 1 chi kontaktini ulab KN_9 va KT_9 relelarni ishga tushiradi. KT_5 oʻxz xayollash vaqti tomom boʻlgandan keyin KL_9 ishga tushadi va kontaktlarini ulab YAT_9 moy uzgichni yuritmasini ishga tushirib Q_9 uchini uzadi.

§15. IMB va RMB seriyali yoʻnalgan quvvat relesi.

Yoʻnalgan quvvat relesi, asosan murakkab tarmoqlarda ishlatiladi, quvvat relelarida ikki xil gʻaltaklar oʻrnatilgan. Releni tok gʻaltagiga oʻlchov tok transformatorlarni ikkinchi gʻaltagiga ulanadi va undan (U_p) kuchlanishga moslangan tok oʻtadi. Har bir gʻaltakdan oʻtayotgan toklar oʻziga mos magnit oqimini xosil qiladi.

CHunki birinchi gʻaltagida xosil boʻlgan magnit oqimi ($F_i = I_p$) reledagi tokka proporsional, ikkinchi gʻaltakdagi magnit oqimi kuchlanishga proporsional ($F_i = U_p$). Releni siljiydigan qismida aylanish momenti xosil boʻladi, bu (M_{vr}) moment reledagi oʻtayotgan quvvatiga proporsional, xosil boʻlgan momentni yoʻnalishi, relega keltirilgan quvvatni yoʻnalishiga bogʻliq.

Rele himoyasi sxemalarida asosan bir fazali induksion quvvat relelari ishlatiladi, IMB - 170, RBM - 170 va RBM-270 bu relelar bir - biridan faqat ulanadigan kontaktlar soni bilan farq qiladi.

§16. IMB -170 va RBM - 170 seriyali quvvat relelarni tuzilishi va ishlash prinsiplari.

1. Asosiy magnit oʻzagi 2 - tok gʻaltagi 3, 4, 6, 7 - magnit oʻzagini choʻqqilari. 5-kuchlanish gʻaltaklari, 8-poʻlatdan qilingan rotor, 9 - alyumindan qilingan stakan. 10, 11-rotorni oʻqi. 12, 13-rotorni oʻqini oʻrnatadigan ramma, 14 - siljish kontakti, 15, 16 - siljimas kontaktlar, 17 - oʻralgan purjina.

Tok gʻaltagidan tok oʻtayotganda releni poʻlat oʻzagini 3-4 choʻqqilaridan magnit oqimi (F_t) xosil boʻladi, asosiy magnit oʻzagida joylashgan kuchlanish gʻaltaklari bir-biri bilan chap qoʻl qoidasi asosida ketma-ket ulangan. SHu gʻaltaklarda xosil boʻlgan (F_i) magnit oqimlarini yigʻindisi magnit oʻzagini 6 va 7 choʻqqilaridan oʻtadi. (101 rasm «a»)

SHunday qilib F_t va F_i magnit oqimlari fazoda bir -biridan 90° siljigan. F_t va F_i magnit oqimlari releni rotorida xosil qilingan toklari bilan oʻzaro taʼsiridan, rotorda aylanish momentini xosil qiladi. Bu aylanish momentini quyidagi formula asosdan topamiz:

$$M_{vr} = k F_t F_i \sin\psi \quad (239)$$

bu erda F_t - releni tok gʻaltagidagi magnit oqimi.

F_i - releni kuchlanish gʻaltagidagi magnit oqimi

ψ - F_t va F_i magnit oqimlarini orasidagi siljish burchak.

Releni vektor diagrammasini chizamiz. (102-rasm «b»)

Diagrammada U_p va I_p releni kuchlanish va tok vektorlari, gʻaltaklariga keltirilgan kuchlanish va tokni vektorlari; φ_r - releni ulanish sxemasi va tarmoqni parametrlaridan U_p va I_p orasidagi siljish burchagi; I_i - releni kuchlanish chastotasidan oʻtayotgan tok; γ_n - relega keltilgan U_p va I_p orasidagi burchak, bu burchakni qiymati kuchlanish gʻaltagini \otimes aktiv va (x) induktiv qarshiliklarni xamda shu gʻaltakka ulangan qarshilik va kondensatorlarni nisbatiga bogʻliq. F_t va F_i oʻrniga shu magnit oqimlariga proporsional boʻlsa, (I_p) va kuchlanish (U_p) va φ - burchagini $\gamma_n - \varphi_r$ burchaklarni ayirmasiga teng desak, unda releni rotorini aylantish momentini yangi koʻrinishiga ega boʻlamiz.

$$M_{vr} = k U_p I_p \sin(\gamma_n - \varphi_r) \quad (240)$$

Bu erda:

$$U_p I_p \sin(\gamma_n - \varphi_r) = S_p \quad (241)$$

Demak, $M_{vr} = k S_p$

SHunday qilib bunday relelar maksimal quvvat relesi deyiladi.

Agar $\gamma_n = 0$

$$M_{vr} = k U_p I_p \sin \quad (242)$$

bu erda $U_p I_p \sin\varphi = Q_p$ - relega reaktiv quvvat keltirilgan

$$M_{vr} = k Q_p$$

Bunday relelar reaktiv quvvat relesi deb ataladi yoki sinusli rele deyiladi. Bunday relelar faqat reaktiv quvvatni sezadi.

Agar $\gamma = 90^\circ$

$$M_{vr} = k U_p I_p \sin(90^\circ - \varphi_r) \quad (243)$$

yoki

$$M_{vr} = k U_p I_p \cos\varphi_r$$

bu erda

$$U_p I_p \cos\varphi_r = R_r$$

Demak, $M_{vr} = k R_r$ - aktiv quvvat yoki kosinusli rele deyiladi va faqat aktiv quvvatni sezadi.

Agar releni γ - sijish burchagi ($0 < \gamma < 90^\circ$) noldan katta va 90° - dan kam bo'lsa, unda quvvat relesi aktiv va reaktiv quvvatlarni sezadi.

§17. Quvvat relesini asosiy harakteristikalari.

Rele ishga tushgan vaqtda g'altaklaridan o'tayotgan eng kam quvvatni releni ishlash quvvati deb atymiz.

Xozirgi vaqtda ishlayotgan relelarni iste'mol qiliyotgan quvvati 0,2 dan 0,4 VA tashkil qiladi. Releni sezgirligi va burchak harakteristikalari uni iste'mol qiladigan quvvati, tok g'altagidagi (I_p) va shu tok bilan releni kuchlanishini orasidagi siljish burchagi (φ_r) orqali baholanadi.

Sezgirlik harakteristikasi, φ_r o'zgarishidagi $U_p = f(I_p)$ o'zaro bo'lishini ko'rsatadi.

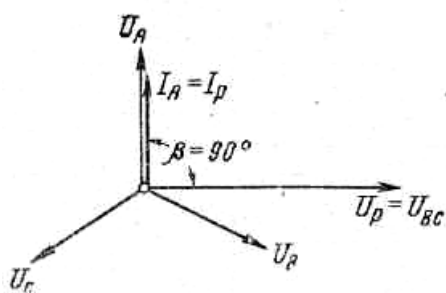
Bu erda U_{cr} - releni ishlashi uchun kerak bo'lgan eng kam kuchlanish (I_p va φ_r berilgan qiymatlarda)

Burchak harakteristikasi.

1) φ_r burchakni har xil o'zgarishida releni (U_{cp}) sezgirligi va o'zgaradi.

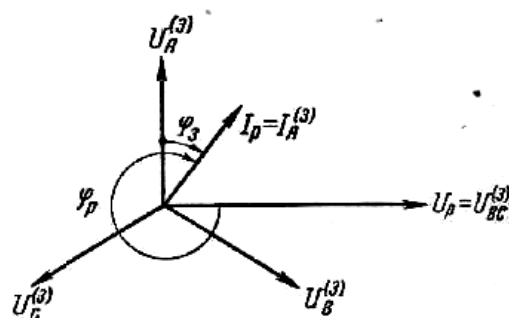
2) U_{cp} minimal qiymati va φ_r burchakni eng abzal zonasi, oraligida ishlaydigan kuchlanish U_{cpmin} - ga yaqinlashganda.

3) φ_r burchak manfiy va musbat bo'lishiga qarab, aylanish momenti M_e ta'siri xam



o'zgaradi.

a)



b)

102-Rasm. Quvvat relesi tuzilishi va vektor diagrammasi. A) Releni tuzilishi, a) musbat φ_r burchak uchun grafigi, b) manfiy φ_r burchak uchun grafik.

§18. Ortiqcha yuklamadan saqlaydigan tok himoyasi.

Ortiqcha yuklamalardan saqlaydigan tok himoyalar. Xayallash vaqtiga ega bo'lishi kerak.

Simmetrik ortiqcha yuklamalardan saqlaydigan tok himoyalar, odatda bitta faza ulangan tok relesi va vaqt rele asosida tuziladi yoki bitta rele (tok va vaqt elementlariga ega bo'lgan RT-80 tipli rele) asosida tuziladi.

Himoyani ishlash toki quyidagi tenglama asosida topiladi:

$$I_{c.p} = \frac{K_H}{K_B} \cdot I_H \quad (244)$$

Ishonchlilik koeffitsienti K_n eng kam qiymati olinadi, sezgirlikni oshirishi uchun $K_v = 0,9$ va $K_n = 1,05$ deb qabul qilinsa, unda rele $I_{sr} = 1,1 I_n$ da ishlaydi. Qisqa tutashuv himoyalarga ogohlantirish signal berishdan saqlash uchun, uni ishlash vaqtini ikki pog'ona ortiq qabul qilinadi.

YUqorida aytilganday, agar navbatchi xodimlar bo'lsa, himoya ogoxlantirish signalini berish uchun o'rnatiladi. Operativ tok zanjirlari manbasi xisobida ko'pincha kuchlanish transformatori yoki extiyoj transformatorlarga ulanadi. Vaqt relesini uzoq vaqt davomida ishlashi tufayli qizishga turg'unligini oshirish uchun g'altagiga qo'shimcha qarshilik ulanadi.

Undan tashqari, ortiqcha yuklama tok himoyasi (AVR) avtomatik xolatda rezervni yoki yuklamalarni o'chirish qurilmalarini xamda xavfsizlik xolatlarda o'chirgichlarni ishga tushirishga ta'sir qiladi.

Generator, transformator, sinxron kompesatorlarni va elektr dvigatellarni ortiqcha yuklama toklardan himoya qilish uchun, ortiqcha yuklamadan saqlaydigan tok himoyasi ishlatiladi. Bundan tashqari, turbogeneratorlarni himoyalari uyg'otish chulg'amarini kuchlanishini kamayishini inobatga olgan xolda sozlanadi, chunki bunaqa paytlarda turogeneratorlar birdaniga to'xtab qolishi kerak emas.

(PUE) Elektr uskunalarni ulanish qoydasi asosida tuobogeneratorlar uchun xiomyani ishlash kuchlanishi $U_{sz} = (0,5-0,6)U_n$ va gidrogeneratorlar uchun taxmindan $0,7 U_n$ qabul qilish tavsiya etiladi.

Himoyani ishlash vaqti esa, tarmoqdagi maksimal tok himoyasi ishlash vaqtiga o'xshab topiladi.

§19. Himoyani sezgirligi.

Past kuchlanish rele bilan ishga tushadigan maksimal tok himoyasini sezgirligini tekshirishda, avval himoyali tok qismini sezgirligi oddiy maksimal tok himoyasini sezgirligini aniqlashday topamiz.

$$K_{r(c)} = \frac{I_{kq \min}}{I_{cq}} \quad (245)$$

Unday keyin himoyani kuchlanish qismidagi sezgirligini aniqlaymiz.

Himoyani kuchlanish kesmini sezgirligi quyidagilarga bog'liqliklarini inobatga olish kerak:

- 1) Kuchlanish transformatorlar o'rnatilgan joydan.
- 2) past kuchlanish relelarni ulanish sxemalaridan.
- 3) Quvvat transformatorlarni birinchi va ikkinchi g'altaklarini ulanish sxemalariga bog'liq, agar himoya transformatoridan keyin yuz bergan qisqa tutashuvdan saqlaydigan bo'lsa.

Himoyani sezgirlik koeffitsenti, fazada yoki liniya kuchlanishlariga ulangan relelar uchun

$$K_{(c)} = \frac{U_{k.3.}}{U_{H.max}} \quad (246)$$

bu erda U_{nmax} - himoyani oxirida yuz bergan 3 fazali qisqa tutashuvni rejimida minimal himoya o'rnatilgan joydagi maksimal kuchlanish.

§20. Differensial himoya

Differensial himoyani ikki xil tuzilish sxemasi bor.

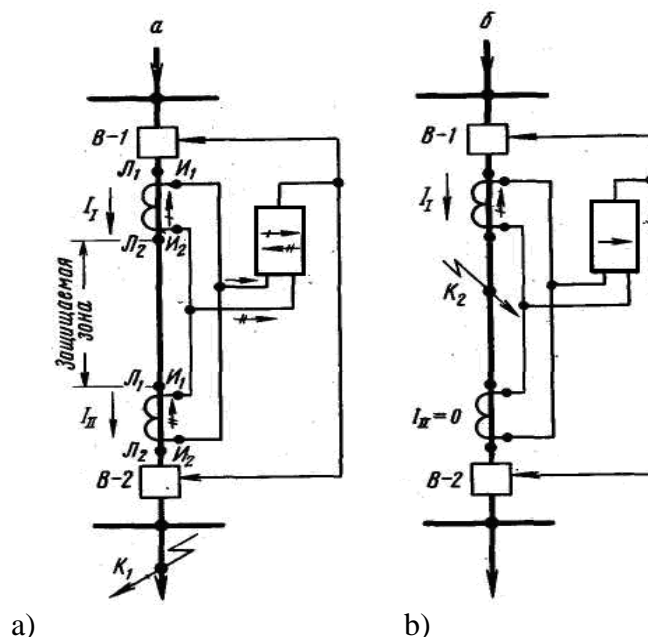
- 1) Sirkuluyasiya (aylanib yuradigan) tok asosida va
- 2) Tenglashtirilgan kuchlanish asosida.

Bunaka himoyani tuzish uchun himoya qiladigan uskuna yoki liniyani boshlanishida va oxirida bir xil paysatirish koeffitsentli tok transformator o'rnatiladi ularni ikkinchi chulg'amlarini o'zaro ketma-ket ulaydi va paralel ulanadigan simlarga bironda ishlaydigan tok relasi ulanadi. Agar sig'im toklarini va sizib kamayish toklarni inobatga olmagan xolda, unda boshlanishidagi va oxiridagi toklar himoya qilinayotgan elementga bir-biriga teng bo'ladi. Normal xolatda ishlashida hamda sirtqi qisqa tutashuv o'rnatilgan tok transformatorlardan keyin yuz berganda. Himoya uchun

oʻrnatilgan tok transformatorlar bir xil karakteristikaga ega boʻlsa, unda $I_{2.I}$ va $I_{2.II}$ toklarini qiymatlari va fazalari xam mos keladi.

Unda reledagi tok shu toklarni ayirmasidan kelib chiqadi.

$$I_p = I_{2.I} - I_{2.II} = 0 \quad (247)$$



103-rasm. Aylanib yuradigan toklar asosida ishlaydigan differensial himoyani sxemasi.

SHunday qilib, qisqa tutashuv himoya qilish zonasidan keyin yuz berganda sezmaydi va ishlamaydi. Agar qisqa tutashuv himoya zonasida yuz bersa, yaʼni ikki tok transformatorlarni oraligʻida unda ayrim tokni qiymati ikqilamchi chulgʻamda nolga teng boʻlmaydi. (b rasmda)

$$I_p = I_{2.I} - I_{2.II}$$

Agar $I_p > I_{p.H}$ unda himoya ishlaydi va yukori xamda past tomondagi uzgichlarni ajaratadi. Bitta manbaga ulangan tarmoqlarda rasmda kursatilgandek ikkinchi tok transformatoridagi tok $I_{2.II} = 0$ va releni toki $I_p = I_{2.I}$ teng boʻladi.

Nazariy tomondan qaraganda qisqa tutashuv himoya zonasidan tashqari yuz berganda reledagi tok nolga teng boʻlishi kerak, lekin amalda reledan qandaydir tok oʻtib turadi u tokni nebalans toki deyiladi. (I_{nb}), bu tok transformatorni xatolik koeffitsentiga va tokni burchagiga taʼsir qiladi. SHuning uchun bu tokni himoyani ishlash tokini aniqlashda inobatga olishimiz kerak.

Liniya normal rejimda ishlayotganda $I_{nb.tok}$ juda kam qiymatga ega boʻladi, lekin sirtqi qisqa tutashuvlarda tokni bir necha karra oshishida $I_{nb.tok}$ ancha oshib ketadi va defferensial himoyani xato ishlashiga olib keladi.

Asosan $I_{nb.tok}$ oshib ketishi, qisqa tutashuv tokni birinchi davrasida yuz beradi, yaʼni tok transformatorlardan qisqa tutashuvni apereadik va pereodik qismlarini bir vaqtda oʻtiladi, magnit uzagini xaddan ortiq toyishiga olib keladi.

SHuning uchun releni ishlash tokini aniqlashda, $I_{nb.tok}$ inobatga olgan xolda aniqladi.

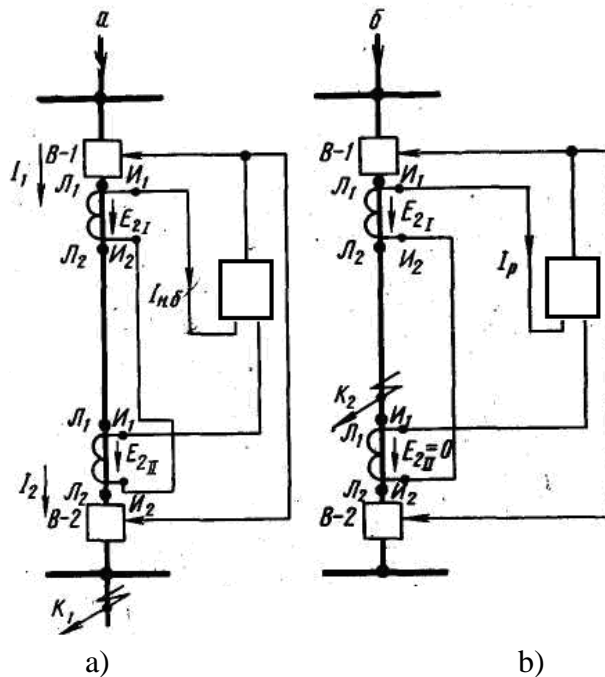
$$I_{p.u.} = K_n \cdot I_{nb.max} \quad (248)$$

bunda

$I_{nb.max}$ – sirtqi qisqa tutashuvdagi nobalans tokini maksimal qiymati.

K_n – ishonchli koeffitsenti, uni qiymati har doim 1 dan koʻp boʻladi.

Kuchlanishlarni tenglashtirilgan differensial himoyada oʻlchov tok transformatorlarni ikkinchi chulgʻamdagi. Kuchlanishlarini solishtir yoki ularni ayirmasi asosida ishlaydi. Ularni ikqilamchi chulgʻamlari ($U_{1.I}$ va $U_{2.II}$) ketma-ket ulanadi kuchlanish rele orqali rasmda koʻrsatilgandek.



104-rasm. Kuchlanishi tenglashtirilgan differensial himoyani prinsipial sxemasi.

a) qisqa tutashuv himoya zonasidan tashqarisida yuz berganda

b) qisqa tushashuv himoya zonasida yuz berganda.

«a» sxemada keltirilgan toklar boshida va oxirida oʻrnatilgan transformatorlarda bir xil boʻlganda. Ularni ikqilamchi chulgʻamdagi EYUK xam bir xil boʻlishi kerak qiymati boʻyicha va fazalar boʻyicha. Demak releni chulgʻamidagi tokni

$$I_p = \frac{E_{2.I} - E_{2.II}}{Z} \quad (249)$$

bunda Z – konturni qarshiligini nolga yaqin boʻladi.

Demak tok transformatorlarni xarakteristikalari bir-biriga toʻliq mos kelmasligi tufayli, releda nobalans toki xosil boʻladi. Himoyani ishlash tokini aniqlashda, shu I_{nb} tokini inobatga olish kerak.

Differensial himoyani sezgirligini, uni sezgirlik koeffitsenti orqali baholanadi.

$$K_r = \frac{I_{k3.min}}{I_{c3}} \quad (250)$$

bu erda: I_{kzmin} – himoya zonasidagi qisqa tutashuvni minimal qiymati.

$I_{s.z}$ – himoyani ishlash toki.

Keltirilgan differensial himoya faqat liniyalarni himoya qilishda emas, bu himoya podstansiyada oʻrnatiladigan quvvat transformatorni ichki qisqa tutashuv toklaridan himoya qilishda asosiy himoyasi xisobida oʻrnatiladi.

Differensial himoyani ishonchli ishlashi uchun differensial himoya ulanadigan tok transformatorlarni xato ishlash klassidan chiqib ketmasligi uchun ularni termik va elektr dinamik turgʻunligiga tekshirib chiqiladi. Tekshirib chiqish usullari «Rele himoyasi» fanida batafsil keltiriladi.

§21. Elektr motorlarni himoyasi va avtomatlashtirish

Elektr motorlarni ishlash vaqtida yuz beradigan nonormal xolatlari va buzilish turlari.

- Buzilish turlari.- Oʻzgaruvchan tokda ishlaydigan motorlarni stator chulgʻamlarida yuz beradigan buzilishlar quyidagilardan iborat boʻladi: koʻp fazali qisqa tutashuvlar, bir faza erga tutashuvchi va faza chulgʻamlarini oʻzaro tutashuvlari.

- Sinxron elektr motorlar va oʻzgarmas tok motorlarni uygʻotish chulgʻamlar zanjirlarni uzilishi.

Ko'p fazali qisqa tutashuv xolatlarida shikastlangan motorlarda tok osha boradi. Ta'minlovchi tarmoqda kuchlanish pasayib boradi. Bunday buzilishlar katta xavfsizlik tug'diradi. SHikastlangan motorlarga, xamda normal xolatda ishlayotgan elektr uskunalarga xam.

Kommutatsion apparatlar bilan ulanishida va motorlarni chulg'amida KP fazali qisqa tutashuvlardan saqlash uchun tez ishlaydigan himoya o'rnatildi.

Bir fazali erga tutashish stator chulg'amida, ta'minlovchi tarmoqda neytralli erlanish rejimi orqali aniqlanadi. Agar neytral erlangan bo'lsa, uni shikastlangan elektr motorga bir fazali erga tutashuvchi toki ancha xavfli. SHuning uchun shikastlangan elektromotor zudlik bilan uchirilishi kerak.

Neytral erlanmagan yoki yoy uchraydigan reaktor orqali erlangan tarmoqlarda bir fazani erga tutashuv rejimi elektr tarmoqlar sistemasiga va shikastlangan elektr motorga katta xavfsizlik keltirmaydi. SHuning uchun erga tutashgan himoya qilmaydi. Lekin quvvati $R_m < 2 \text{ mVt}$ motorlarga himoya qabul qilinadi, agar erga tutashuv toklar 10A dan ko'p bo'lsa ($I_{z(er)} > 10 \text{ (A)}$) motorlarni quvvati 2 mVt dan yuqori bo'lsa va tok 5 A dan ($I_z > 5 \text{ (A)}$) ko'p bo'lgan elektr motorlarga shartli ravishda himoya o'rnatiladi.

CHulg'amli uramlar orasidagi qisqa tutashuvlar- xavfliligi shundaki, uramlar orasidagi qisqa tutashuv toklar nominal toklardan bir necha barobar oshib ketadi. SHu qisqa tutashuv toklar ta'sirida magnit uzagi xaddan tashqari qizib ketadi. CHulg'amni shikastlanmagan o'ramlarida tok deyarli uzgarmaydi, shuning uchun to'liq faza toklariga mo'ljallangan himoyalardan foydalanilmaydi. Himoya o'rnatiladigan bo'lsa unda tok (saralash) filtr himoyasi tavsiya qilinadi.

Uyg'otish zanjiridagi uzilish sinxron motorlarda kamdan-kam bo'ladi. SHuning uchun himoya qilmaydi, ayrim katta quvvatni motorlarida o'rnatilishi mumkin. O'zgarmas tok motorlar zanjirida tez uchrab turadi.

Uyg'otish zanjiri uzilishida motorlar yuklangan bo'lsa tormozlashadi yoki xaddan tashqari aylanish chastotasi oshib ketadi. Bo'lar (tormozlanishi yoki aylanish chastotani oshishi) biz uchun kerak emas, chunki tormozlanishida yuqori toki ancha oshib ketadi, katta tezlik bilan aylansa motorni buzlishiga olib keladi.

Nonormal ishlash rejimi. Xamma inobatga olinadigan nonormal rejimida motorlar yuqori toklar bilan ishlaydi. Bunda yuqori tokdan kelib chiqqan issiqlikni ta'siri xavflik keltiradi. Bu xavflik yuqori toklarni ruxsat etilgan qiymatiga va o'tish vaqtiga bog'liq. YUqori yuklama tokni qiymati, nominal tokni qiymatidan necha karra («K») ortiq bo'lsa, uni o'tishga ruxsat etilgan vaqt kamayib boradi, ya'ni

$$t_{p3} = \frac{A}{K^2 - 1} \quad (251)$$

bu erda

A- motorlarni turlari va tuzilishini inobatga oladigan koeffitsent. Katta massali yopiq elektr motorlar uchun $A \approx 250$; ochiq motorlar uchun $A = 50$.

Sinxron elektr motorlar, asinxron rejimda ishlashi yuqori toklar kelib chiqishiga sabab bo'ladi.

1000 V dan kam kuchlanishda ishlaydigan motorlarni himoyasi va avtomatikasi

Xalq xo'jaligini xamma ishlab chiqarishda eng ko'p qo'llaniladigan elenkr motorlardan biri bu asinxron motorlar. SHuning uchun bo'lar himoyalarini ta'mirlashda kam mehnat talab qiladigan foydaliligi va ishonchliligi foydalanish soddaligi bilan farq qilishi kerak. Issiqlik uzgichga egali magnit ishga tushirshgichlar, saqlagichlar va avtomatik uzgichlar yuqorida aytilgan talablarga to'liq javob beradi.

Eruvchan saqlagichlar himoyasi har bir elektro motorlarga alohida o'rnatiladi. Saqlagichni eruvchan simi quyidagi shartlar asosida topiladi.

$$U_{c.ном} = U_{нор} \quad \text{va} \quad I_{c.узил} > I_{к.мах} \quad (252)$$

Eruvchan simni toklari quyidagiday:

$$I_{\text{эp.ном}} \succ K_{\text{зан}} I_{\text{uu}} \cdot \text{max} \quad (\text{birinchi sharti}) \quad (253)$$

$$I_{\text{эp.ном}} \succ I_{\text{uu}} \cdot \text{myu} / K_{\text{неp}} \quad (\text{ikkinchi sharti}) \quad (254)$$

$$I_{\text{эp.ном}} \prec I_{\text{кmin}} (10 - 15) \quad (\text{uchinchi sharti}) \quad (255)$$

bu erda

$$I_{\text{раб.мах}} = I_{\text{M}} \cdot \text{ном} (\text{моторноминалтоки})$$

$$I_{\text{uu}} \cdot \text{myu} = I_{\text{нyск} \cdot \text{м}} \quad (\text{KT rotorli motorni ishga tushirish toki})$$

$K_{\text{don}}=1,1-1,25$ extiyoj koeffitsenti

Saklagich sezgirligi

$$I_{\text{э.э.ном}} \prec \frac{I_{\text{к.э.мин}}}{3} \quad (256)$$

Avtomatik uzgichlar- Elektr motor va iste'molchilarni qisqa tutashuv va o'ta yuklanish toklaridan, kuchlanishning yo'l qo'yilgandan xam pasayishidan avtomatik ravishda himoya qilish uchun foydalaniladi. Avtomatik uzgichlar quyidagi shartlar asosida tanlanadi.

1) avtomatik uzgichni nominal kuchlanishi $U_{\text{на}}$, tarmoqni kuchlanishga U_{s} nisbatan

$$U_{\text{на}} \succ U_{\text{с. (мор)}} \quad (257)$$

2) avtomatni issiklik uzgichini nominal toki $I_{\text{n.uz}}$ elektr motorni yuklama tokiga I_{nag} nisbatan

$$I_{\text{назр}} = \frac{I_{\text{n.д}}}{K_{\text{n}}} \quad (258)$$

Bu erda K_{n} –ishonchli koeffitsenti. Agar motorlarni ishga tushish vaqti 10 sek.dan oshmasa yoki ulash rejimini 1 s ichida 15 martadan oshmasa unda $K=1$ qabul qilinadi, boshqa vaqtlarda $K=1,25$.

3) avtomatni maksimal uchirish toki, qisqa tutashuv tokni maksimal tokiga nisbatan

$$I_{\text{p / max}} = \frac{400}{\sqrt{3} (Z_{\text{np}} + Z)} \quad (259)$$

Avtomatlarni uzgichli avtomatlarni issiklik uzgichlari sovuk vaqtlarda ishlamaydigan xolda, ularni elektromagnit uzgichlarini ishlash toklari faza orasidagi qisqa tutashuvlarda

$$I_{\text{np}} = K_{\text{n}} \cdot I_{\text{H.max}} \quad (260)$$

bu erda K_{n} - ishonchli koeffitsenti, $K=1,25$

$I_{\text{r.sh}}$ - elektromagnit uzgichni ishlash toki.

§23. Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan elektromatorlarni himoyasi

Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan elektr motorlarda quyidagi nonormal rejimda himoyalar o'rnatiladi. Elektr motorni stator chulg'amidagi va chiqishidagi ko'p fazali qisqa tutashuvlardan; texnologik sababalar tufayli ishga tushish vaqti oshib ketishidan kelib chiqqan yuqori yuklama toklardan; kuchlanishni yo'qolishdan yoki uzaq vaqtga kamayib ketishidan.

Kerakli shart sharoitlarda, bir fazali erga tutashishlardan xam himoya qilinadi. Ko'pincha bunday himoyalar ikqilamchi yoki bevosita o'zgaruvchan tokda ishlaydigan relelar asosida bajariladi.

Ko'p fazali qisqa tutashuvlardan himoya. Bunday qisqa tutashuvlardan asosan saqlagich, vaqtsiz ishlaydigan yuqori tok keskich himoya yoki differensial himoyalari o'rnatiladi.

§24. Elektr motorlarni ortiqcha yuklamadan himoya qilish.

Elektr motorlar ortiqcha yuklama bilan ishlasa, ularni chulg'amlarida yuqori tok o'tadi va ularni qizitadi. SHu toklardan motorlarni saqlash uchun yuklama toklardan, tok himoyasi yoki issiqlik himoya ishlatilishi mumkin.

Ortiqcha yuklama toklardan himoya qilishda qisqa vaqt ichida toklarni ochishidan himoya ishlamasligi kerak emas. SHuning uchun ularni xayollash vaqtidan keyin uzgichni ishga tushiradi va ogoxlantirish signalini beradi yoki mexanizmlarni yuklamalarini kamaytiradi.

Texnologik jarayonda mexanizmlar ortiqcha yuklama bilan ishlashi yoki ishga tushirish tokini davomini chegaralash kerak bo'lganda yoki past kuchlanish rejimida ishga tushirishda ortiqcha yuklama tok himoyasi o'rnatiladi.

Ortiqcha yuklama tok himoyasi asosan elektromagnit tok prinsipida ishlaydigan rele asosida tuziladi. SHu himoyaning tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan.

Himoyani ishlash prinsipi - yuklama oshib borsa «KA-4» rele ishga tushadi va o'z kontaktlarini ulaydi, shu bilan KT- vaqt relesini ishga tushiradi va belgilangan vaqtdan keyin KM kontaktlarni zanjirlarini uzadi va motorni tarmoqdan ajratadi. Agar motorni bir fazasini uzilishidan himoya qilinsa, unda ikki fazali himoya qo'llaniladi.

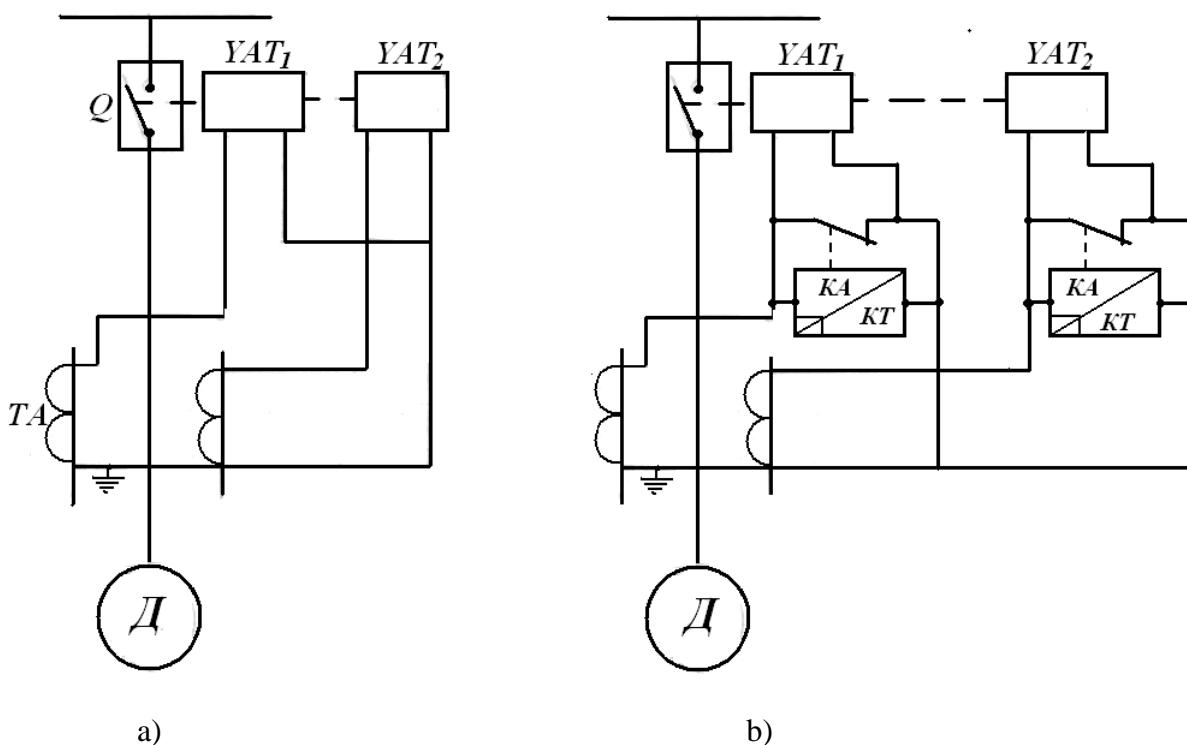
Himoyani sezgiriligini oshirish uchun, ortiqcha yuklama tokdan saqlaydigan himoya ikqilamchi relelar asosida tuziladi.

$$I_{cp} > K_{3an} K_{cx} I_{d.nom} / K_g K_i \quad (254)$$

Agar elektr motor ishga tushish vaqtida rele ishlashi kerak bo'lsa, ya'ni

$$I_{x.u.(c3)} = \frac{K_{3an}}{K_g} \cdot I_{n.\phi} \quad (255)$$

Elektr motor normal xolatda ishga tushishida himoyani ishlamasligi KT vaqt relesini xayallash vaqti, motorni ishga tushirish vaqti kattaligidan kelib chiqadi, ya'ni $t_p=3$ sek.

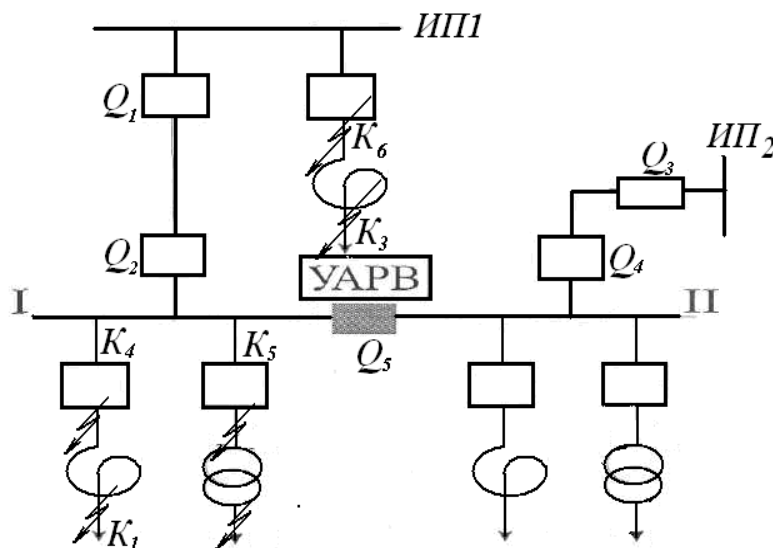


105-rasm. Ortiqcha yuklamalardan elektromatorlarni himoya qilish sxemasi.
 a) birlamchi RTV rele asosida b) ikqilamchi RT-81 yoki RT-85 rele asosida.
 Issiqlik himoya
 Vaqtsiz ishlaydigan yuqori tok keskich himoya.

§25. Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan bir manba'li elektr tarmoqlarning avtomatikasi.

Agar bir manba'ga ulangan tarmoqlarga birinchi kategoriyali yuklamalar ulangan bo'lsa, unda bunday yuklamalar rezerv tarmoqlar bilan ta'minlanishi kerak. Chunki bunday yuklamalarning elektr ta'minotni faqat avtomat xolatda buzilgan tarmoqni uchirib sog'lom liniyaga ulanish vaqtiga yoki navbatchi elektrik bir tarmoqni o'chirib ikkinchi tarmoqqa ulash vaqtiga ruxsat beriladi.

SHuning uchun, oxirgi paytlarda KX elektrtarmoqlarida UAVR sistemalari qo'llaniladi. (UAVR - avtomatik xolatda rezerv liniyani ulash qurilmasi).



106- rasm. Energosistemani sxemasi.

Berilgan sxemdagi UAVR qurilmasini ishlashi quyidagiday bo'ladi: Agar $K_1 - K_3$ nuqtalarda qisqa tutashuv yuz bersa AVR birinchi Q_2 uzgichni uzadi, I - shinada kuchlanish yo'qoladi, chunki UAVR qurilmasiga minimal kuchlanish relesi kiritilgan. I - shinadagi kuchlanish $U_{ost.k}$ gacha kamayguncha bu relening ishga tushirish g'altagi ishlamasligi kerak.

$$U_{cp I(p.m)} = \frac{U_{ocm.k}}{K_{san} \cdot K_u} \quad (256)$$

$$U_{cp I(p.m)} = \frac{U_{ocm.c3}}{K_6 K_{san} \cdot K_u} \quad (257)$$

bu erda $K_V = 1,25$ - past kuchlanishli relesini qaytish koeffitsenti.

$$K_{zap} = 1,2: 1,3$$

Ikkala tenglamdan kelib chiqqan eng past kuchlanish qabul qilinadi.

Kuchlanish transformatorlarning zanjiriga eruvchan saqlagichlar qo'yilganda ishga tushirish organi ishlash kerak emas, shuning uchun AVR qurilmasini sxemasiga past kuchlanishli rele kiritiladi. Bu rele ta'minlovchi liniyaga o'lchov tok transformatori orqali ulanadi. Bu sxema orqali tuzilgan AVR qurilmasi I - shinada kuchlanish yo'qolishi va ta'minlovchi liniyada tok yo'qolishi bilan bir vaqtda bo'lgandagina ishlaydi. Past tok relesinig ishlash toki formulasidan aniqlanadi.

$$U_{cp} = \frac{I_{pa6.min}}{K_1 \cdot K_{sun}} \quad \text{formulasidan aniqlanadi} \quad (258)$$

bu erda: $K_{zap} = 1,5$.

SHinalarda kuchlanish yo'qotilgandan keyin kam kuchlanishda ishlaydigan rele xayallash vaqtidan keyin ishga tushadi, bu vaqt $t_{sr} = 1$ sek, yoki undan ko'proq bo'lishi mumkin. Bu esa elektroyuritmalardagi va sinxron kompensatorlardagi yig'ilib qolgan qoldicha kuchlanishga bog'liq. Ko'pincha AVR qurilmasini ishga solish organining vazifasini bajarish uchun, chastotani kamayishini sezadigan relelar qo'llaniladi, chunki kuchlanish chastotasi tez kamayib ketadi. Bu paytda bunaqa qurilmalarda xayallash vaqti $t_{sr} = 0,1 : 0,2$ sek. dan oshmaydi. AVR qurilmasining ishlashi rezerv liniyada kuchlanish bo'lgandagina maqsadga ega bo'ladi. SHuning uchun AVR qurilmasini ishga tushirish organiga rezerv shinadagi kuchlanishni tekshirib turuvchi maskimal kuchlanish relesini kiritish maqsadga egadir. Bu releni ishlash kuchlanishini quyidagi formula orqali topamiz.

$$U_{cp2} = \frac{U_{ppa.min}}{K_6 \cdot K_{sun} \cdot K_u} \quad (259)$$

bu erda $K_a = 0,8$ - maksimal kuchlanish relesini qaytish koeffitsenti.

$K_{zap} = 1,1 : 1,2$ - zapas koeffitsenti.

Agar elektra'tminot sxemalarida asosiy va rezerv elementlar bir manbadan ta'minlansa, unda minimal kuchlanishda AVR ni ishga tushiridagina element o'rnatilmaydi, chunki bu xolatda asosiy va rezerv elementlarda kuchlanish bir paytda yo'qoladi. AVR qurilmiasi kam xayallash vaqt bilan ishlaydi. agar $K_4 - K_6$ nuqtalarda yuz bergan buzilishda himoyaning ishlash vaqtiga asoslanib sozlaydi, shu orqali qoldiq kuchlanish kamayadi va uni qiymati past kuchlanish relesining ishlash kuchlanishidan kamroq bo'ladi.

$$t_{AVPI} = t_{szmax} = \Delta t$$

AVR qurilmasining sxemalarida ayrim xollarda kuchlanish relesini ishga tushirish organi va xayallash vaqti organi bitta relede o'rnatiladi. Agar rezerv liniyada APV qurilmasi bo'lsa, unda t_{AVPI} ishlash vaqti bilan moslashtirilgan bo'lishi kerak, chunki AVR qurilmasi APV qurilmasidan keyin ishga tushish kerak. Bir martali AVR, rezerv liniyadagi o'chirgichni ishga solish vaqtini $t_{AVPI} = t_{v.v} + t_{zap}$ deb qabul qilsak, talabga javob bergan bo'ladi.

Bu erda $t_{v.v}$ - uzgichni ulanish vaqti

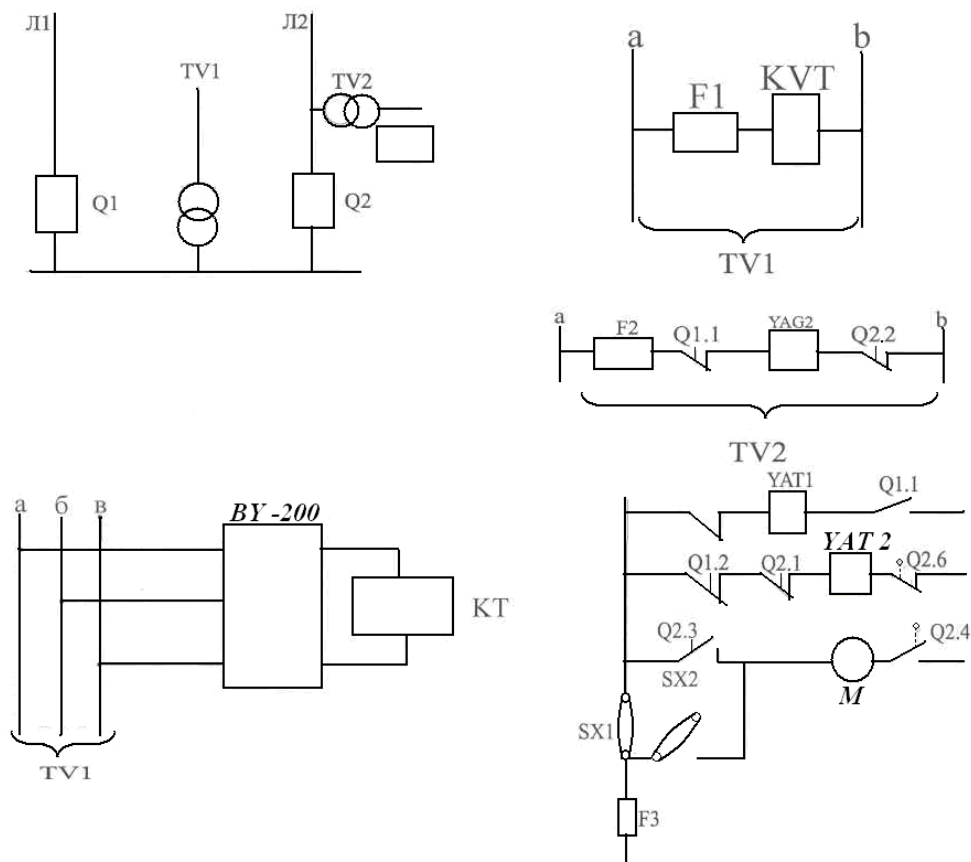
$t_{zap} = 0,3 : 0,5$ s qo'shimcha vaqt

AVR qurilmasi orqali ishga tushgan uzgich tezlatish himoyaga ega bo'lishi kerak. AVR qurilmasi rezerv manbani ulangandan keyin u ortiqcha yuklama bilan ishlasa elektroyuritmalar ishga tushmagan xolda bir necha yuklamlarni himoya orqali uchiriladi.

§26. Rezerv liniyalarni avtomatik xolatda ulash qurilmasining sxemalari.

O'zaruvchan operativ tokda ishlaydigan AVR qurilmasi prujinali yoki yukli yuritmalar o'rnatilgan o'zgich sxemalarda qo'llaniladi. Quyida ko'rsatilgan 7.2 - rasmda podstansiya ko'rsatilgan. Bu podstansiya asosiy tok manbasiga Q_1 uzgich orqali rezerv manbaga bog'langan. Normal xolatda Q_1 uzgich ulangan, Q_2 uzgich esa ochiq xolatda. AVR qurilmasini ishga tushirish organi deb kuchlanish KVT relesi qabul qilingan. Podstansiyaning shinalarida kuchlanish yo'qotilganda shu (KVT) relesi ishga tushadi va xayallash vaqtidan keyin Q_1 kontakti Q_2 uzgichni (YAG₂) ulaydigan elektromagnitning zanjirini ulaydi. Agar rezerv liniyada kuchlanish bo'lsa shu paytda Q_2 uzgichni uzatmasini avtomatlashtirilgan motorli reduktor bilan jixozlantirish mumkin. AVR qurilmasida ishga tushirish organi uchun xayallash vaqti bilan ishlaydigan KT vaqt relesi (EV-235 I turli relelar) ko'llanilishi mumkin, bu rele o'lchov kuchlanish transformatori TV ga VU - 200 to'g'irlagich qurilma orqali ulanadi. Vaqt relesi KT podstansiyadagi shinalarda kuchlanish yo'qolganda ishga tushadi va belgilangan xayallash vaqtidan keyin Q_1 uzgichni uzadigan YAT₁

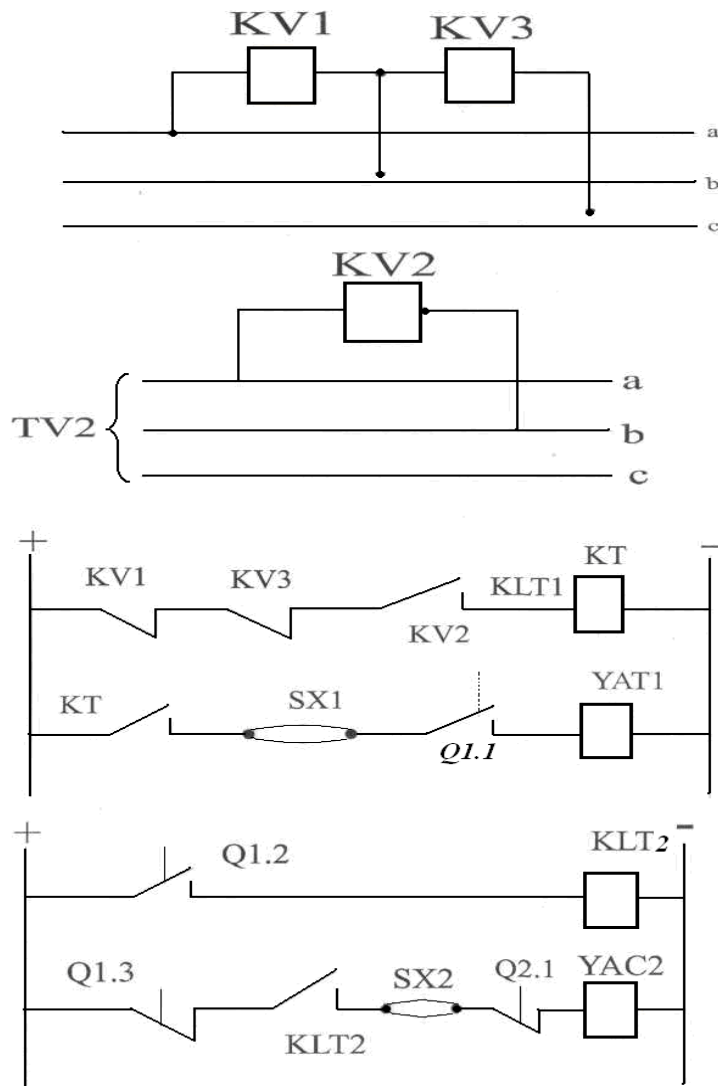
elektr magnitning zanjirini ulaydi. Uzgichni uzilishi bilan uzgichni yordamchi kontakti Q_1 ochiladi, lekin Q_2 uzgichni YAG_2 elektromagnitning zanjirida o'rnatilgan Q_1 kontakti esa ulanadi. Rezerv manbada kuchlanish bo'lganidagina va uzgichni uzatmasi ishga tayyor bo'lganda (yordamchi kontakt $Q_{2.6}$ yopiq) Q_2 uzgich ulanadi. Ikkinchi uzgich Q_2 o'rnatilgan tarmoqda murakkab qisqa tutashuv bo'lib qolganda, yordamchi kontakt $Q_{2.3}$ esa AVR qurilmasini ketma-ket ishlashidan saqlaydi.



107-rasm.AVR qurilmani tuzilish va ishlash sxemasi.

Agar AVR qurilmasi uzgichni ulagandan keyin qayta uzilsa, unda "M" elektruritma uzgichning prujinasini yurgiza olmaydi, chunki uning zanjiri yordamchi $Q_{2.3}$ kontakt orqali uzib qo'yilgan. Uzatmani ishga tayyorlash uchun SX_1 nakladkani olib tashlanadi (AVR qurilmasi ishdan chiqariladi), so'ngra SX_2 nakladka bilan elektruritmani zanjiri ulanadi, u esa ishlay boshlaydi va prujinani bura boshlaydi, toki yordamchi $Q_{2.4}$ kontakt ishlab uni zanjirini uzmaguncha. Prujinani burab bo'lgandan keyin SX_2 nakladka ochiladi va SX_1 nakladka ulanib qo'yiladi (ya'ni oldingi xolatga qaytarib qo'yiladi). Agar rezerv liniyaga ulangan TV2 transformator bo'lmasa, unda AVR qurilmasining sxemasini zaryadlangan kondensator orqali yig'ish mumkin.

O'zgarmas operativ tokda ishlaydigan AVR qurilmasiga elektromagnitli uzatma bilan o'chiriladigan yoki ulaydigan uzgichlar o'rnatilgan bo'lsa, bu xolda ulaydigan elektromagnitning uzatmasi katta quvvat talab qiladi. SHunday paytlarda rele himoyasi va avtomatika sxemalari o'zgarmas yoki to'g'rilangan operativ tokda bajariladi, bu tok to'g'rilagich qurilma yoki energiya ta'minlov bloki orqali olinadi. (7.3. rasmda ko'rsatilgan)



108-rasm. ARLK ni elektr sxemasi.

§27. Elektromagnit uzatmali uzgichli sxemalardagi AVR qurilmasi.

AVR qurilmasini ishga tushirish organini KV_1 , KV_3 past kuchlanishli relelar va KV_2 yuqori kuchlanishli relelar bajaradi. Bu sxemada t_{AVR1} xayallash vaqtini KT relesi bajaradi. KLT oraliq rele orqali t_{AVR2} xayallash vaqtining qaytish paytida bir marta ishlash imkoniyatiga ega bo'lamiz. Normal xolda Q_1 uzgich esa uzilgan podstansiyaning shakillarida va L_2 liniyada kuchlanish bor. Past kuchlanishli KV_1 va KV_3 relelarning kontakti ochiq. Q_1 - uzgichning yordamchi kontaktlari Q_1 va Q_{12} ulangan. Q_{13} yordamchi kontakt esa uzilgan (ochiq). Bu vaqt KLT relesi uzilgan va uning KLT_1 va KLT_2 kontaktlari ulangan xolatda bo'ladi. Q_2 uzgichning yordamchi Q_{12} kontakti ulangan ulaydigan elektromagnit YAC_2 tayyor xolatda.

AVR qurilmasi quyidagicha ishlaydi: podstansiyaning shinasi kuchlanish yo'qolganda KV_1 va KV_3 relelar ishlaydi va ularning kontaktlari KT vaqt relesining zanjirini ulaydi. Agar L_2 liniyada kuchlanish bo'lsa KV_2 rele ishlab turgan bo'ladi, ya'ni uni kontakti ulangan. Vaqt relesi KT ishga tushadi va o'rnatilgan t_{AVR1} xayallash vaqtdan keyin o'zining Q_1 uzgich orqali YAT_1 o'chirish elektromagnitining zanjirini ulaydi va uni uzadi. SHuning bilan uni $Q_{1.1}$ va $Q_{1.2}$ yordamchi kontaktlari uziladi, Q_{13} kontakti YAC_2 ulaydigan elektromagnitning zanjirini va Q_2 uzgichini ulaydi.

Agar L_2 rezerv liniyani jixozlangan liniyaga ulansa, unda uzgichdagi himoya AVR qurilmasi ishlagandan keyin, tezlik bilan bu liniyani uzib tashlaydi va undan keyin qayta ulanmaydi, chunki KLT rele bu vaqtda o'zining KLT_1 va KLT_2 kontaktlarini uzib qo'ygan bo'ladi.

§28. Avtomatik qayta ulash qurilmasiga qo‘yilgan talablar va ularning parametrlarini topish.

Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo‘lgan havo, kabel liniyalarda kerakli kommutatsiya apparatlari o‘rnatilgan bo‘lsa, APV (AKU) qurilmasi o‘rnatiladi. Ishlatish paytida (ekspluatatsiya qilishda) quyidagi asosiy belgilar bilan farq qiladigan AVP qurilmalaridan foydalaniladi: APV qurilmasi ulaydigan uzgichlarning fazalari soni bilan-uchfazali (TAPV) va bir fazali (OAPV); ikki manbaga ulangan liniyalarda – APV yordamida sinxronizmni tekshirish usuli bilan; uzgichni uzatmasiga qiladigan ta’siri bilan-mexanik va elektrik APV qurilmasi; ishlash karrasi bilan-bir karrali va bir necha karrali APV.

APV qurilmasini sxemalari bir – biridan ishga tushish usuli bilan, qayta ishga tushish tayyorligi usuli bilan, elektro ta’minot sxemalarida APV qurilmasini jixozlangan elementlarining turi bilan farq qiladi.

Ko‘rsatilgan farqlarga qaramasdan, xamma APV qurilmalar quyidagi asosiy talablarga javob berishi kerak:

1. Har doim ular ishga tushishga tayyor bo‘lib turishlari va uzgichlari avtomatik xolatda ishlagandan keyin ishga tushishlari kerak, shu bilan birga agar navbatchi xodim rele himoyasini ishga tushirib uzgichni uzganda, xamda navbatchi xodim AVP qurilmasini ishga solib uzgichni uzganda ishlamasligi kerak.

2. AVP qurilmasi eng kam xayallash vaqtga t_{ARV1} ega bo‘lishi kerak, chunki iste’molchilar energiyasining uzilishi vaqtini iloji boricha kamaytirish kerak. Amalda APV qurilmasini xayallash vaqtisiz kirish mumkin, lekin bu imkoniyatlar bir necha shartlar bilan chegaralanadi: APV ning muvofaqiyatli ishlashi uchun t_{ARV1} xayallash vaqti $t_{g,p}$ – ning vaqtidan, ya’ni uzatmani qayta ishga tushirish vaqtidan ko‘proq bo‘lishi lozim (qo‘llaniladigan uzatmalarning turlarini, ishlashlarini inobatga olgan xolda $t_{g,p}=0.2:0,3$ s); shikastlangan nuqtadagi muxitni dispozitsiya qilinishiga kerakli vaqt $t_{d,s}$ (kuchlanishi 220 kV-gacha bo‘lgan kuchlanishlar uchun ($t_{d,s} = 0,2$ s); $t_{v,z}$ – vaqt, APV qurilmasi o‘rnatilgan uzgichni qaraganda manbaga yaqinroq o‘rnatilgan uzgichga o‘rnatilgan rele himoyani oldingi xolatga qaytishga kerakli vaqt, (RT-80 tipli relelar maksimal qaytish vaqtiga bo‘lish mumkin ($t_{v,z}=0,2:0,3$ s)

Ko‘pincha aniqlanadigan shartlardan biri bu $t_{APV1}=t_{k.n}$. SHu tufayli $t_{zap} = 0,4:0,5$ s qo‘shimcha vaqtни inobatga olganda, bir manbaga ulangan liniyalardagi APV qurilmasini ishlash vaqti.

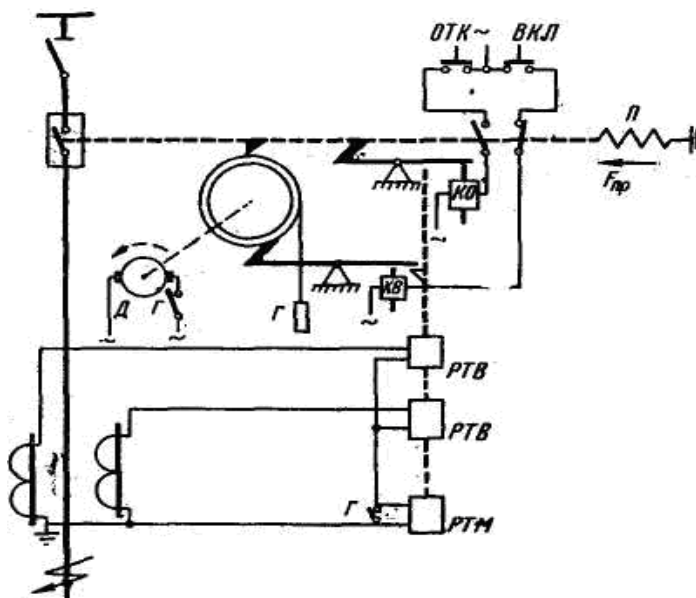
$$t_{AIB} = t_{III} + t_{zan} = 0,5 \div 0,7 \text{ cek} \quad (260)$$

Ayrim xollarda 35÷110 kV havo liniyalarda daraxtlarning yiqilishi yoki boshqa sababalar orqali buzilib turishlarini inobatga olgan xolda APV effektivli ishlashi uchun, uni ishlash vaqtini ko‘proq qabul qilinadi (bir necha sekundgacha). Har doym APV qurilmasini ishlash vaqti shunday bo‘lishi kerakki, bu vaqt ichida uzgichlar to‘liq ulanib bo‘lishi shart.

3. Uzgichni to‘liq ulab bo‘lgandan keyin, APV qurilmasi avtomat xolatda belgilangan vaqtdan oldingi xolatga qayta olishi kerak.

Bir manbaga ulangan 6-35 kV liniyalardagi asosan (APV) avtomatik qayta ulash qurilmasini 2-turidan foydalanadi: 1) APV (AKU) mexanik qurilmasi va 2) APV (AKU) qurilmani elektr sxemasi. Elektr sxemani AKU qurilma ikki xili bor: bir karrali AKU qurilma RPV-58 rele asosida tuziladi; ikki karrali AKU qurilma RPV-258 rele asosida tuziladi.

Elektr tarmoqlarni ishonchligini oshirishda A.K.U qurilmalardan foydalanish katta ahamiyatga ega bo‘ladi, chunki tarmoqlarda yuz bergan qisqa tutashuvlarni 70-80% vaqtinchali bo‘ladi, agar shu liniyalarga qisqa vaqt davomida katta termik yoki elektrodinamik ta’siri berilsa, ular qayta normal xolatda ishlab ketadi. Agar shundan keyin xam ishga tushmasa unda liniyalarda murakkab qisqa tutashuv yuz berganligi aniqlanadi. 6-10 va 35 kV liniyalarda asosan bir karralik mexanik usulidagi A.K.U qurilmalardan foydalanadi. Mexanik AKU qurilmalar uzgichlarni PP-61 va PP-67 yuritmalari asosida tuziladi uni tuzalish sxemasi.



109-Rasm. Mexanik A.K.U. qurilmasini sxemasi.

Moy uzgichlarni PP-61 yuritmasida joylashgan A.K.U qurilmasini ishlash prinsipini ko'rib chiqamiz.

PP-61 va uni modifikatsiyalarida 5-ta g'altak o'rnatilgan. «KV» ko'tarilib turgan yukni zashyolkasiga ta'sir qiladi. Ulanish signalini berganda «KV» ishga tushadi va o'z o'zagi bilan yukni ko'tarilgan xolda ishlab turgan zashyolkani bo'shatadi, yuk pastga tushadi va uzgichni ulaydi. KO katushka esa ulanib turgan uzgichni masofadan turib ajratish uchun foydalaniladi, ya'ni dispecher OTKL knopkani bosib «KO» katushkani ishga tushirganda u o'z o'zangi (yakorni) bilan qisilib turgan purjinani zashyolkasini bo'shatadi, bo'shalgan purjina moy uzgichni ajratadi.

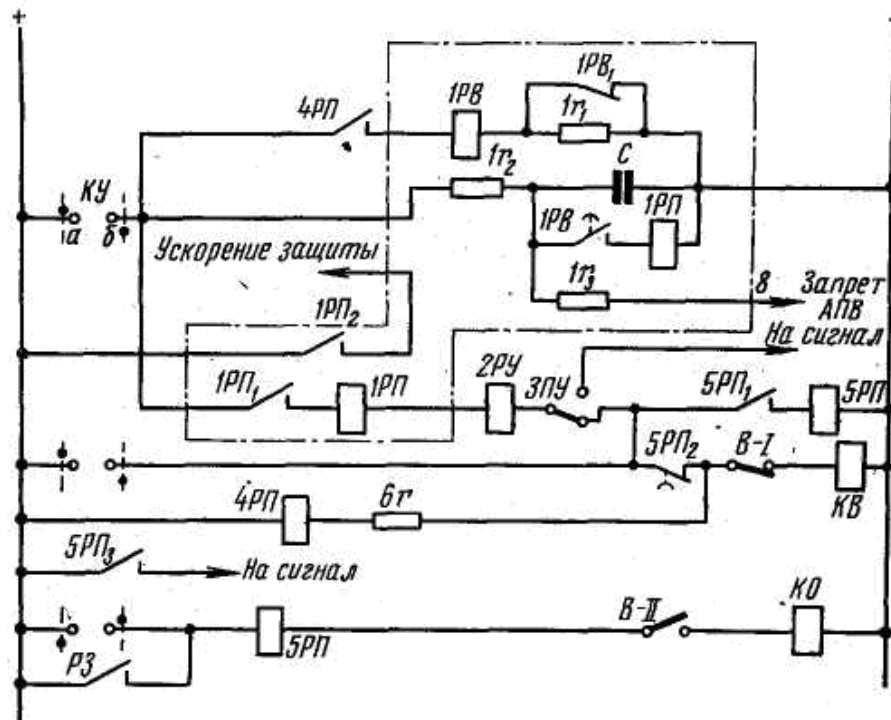
Agar liniyada qisqa tutashuv yuz bersa, bu tok ta'sirida AKU qurilmasidagi RTM rele ishga tushadi va bir vaqtda o'zini o'zagi (yakori) bilan yukni ishlab turgan zashyolka bilan xamda purjinani qisilgan xolatda ishlab turgan zashyolkalarni bo'shatadi.

Purjina moy uzgichni ajratadi, shu vaqtda bo'shatilgan yuk esa RTM releni kontaktini shuntlaydi va elektr motorni zanjiridagi kontakti ulaydi. Elektr motor yukni kutaradi xamda purjinani qisib moy uzgichni ulaydi. YUK tepaga ko'tarilganda yuqori konechniki orqali motorni zanjirini uzadi va motor ishdan chiqariladi. SHu protsess davrida liniya normal rejimga qaytmasa RTV-relesi belgilangan vaqtdan keyin moy uzgichni ajratiladi.

§29. Aku elektr sxemasi

Bir karrali AKU elektr sxemasi RPV-58 rele asosida tuziladi. Rasmda rele puntir chiziq bilan cheklab chiqilgan. Liniya ishlab turganda «av» kontaktlar KU kalit orqali ulangan.

$$Z_n = I \sqrt{(r_{o\phi} + r_{on})^2 + (x''_{o\phi} + x''_{on} + 2x''_0)^2}$$



110-Рasm. Bir karra ishga tushirish AKU qurilmani elektr sxemasi.

Liniya shikastlanganda himoya o'zini «R3» kontaktini qo'shadi va uzgichni uzadi. 4KL oraliq releni ishga tushiradi va 4KL kontaktini qo'shadi, shu bilan «1KT» vaqt rele si uzun 1KT ajratib, 1r qarshilikni ishga tushiradi. Vaqt releni ikkinchi kontakti belgilangan vaqtdan keyin ulanadi. «S» kondensatorni razryadlanish, zanjirini 1KL PR relesiga ulaydi va 1KL rele ishga tushib, uzgichni yuritmasidagi YAG ulash g'altagini ishlatadi va uzgichni kontaktlarini ajratadi. SHu bilan 4KL rele undan keyin 1KT releni oldingi xolatiga qaytaradi.

Avtomatik kuchlanishni rostlagich kurilmasi (AKRK)

Kuchlanishni ko'payib ketishi yoki kamayib ketishi belgilangan miqdoridan, elektr energiya iste'molchilarga salbiy ta'sir ko'rsatadi, ishlash vaqtida. Ma'lumki assinxron dvigatellarni aylanish momenti kuchlanishni kamayib boradi, kuchlanishni kvadratiga (ikkinchi darajasiga) proporsional xolda. Oldingi aylanish momenti saqlab qolish uchun, uni sirg'anishi oshishi kerak. Bu esa motorni tokini oshishiga oolib keladi, va elektr motorlarni cho'lg'amlarini ortiqcha qizishga olib keladi, va elektr motorlarni cho'lg'amlarini ortiqcha qizishga olib keladi. Aylanish tezligini kamayishi, mexanizmlarni fydaligini kamaytiradi, birxil hollarda ishlab chiqariladigan maxsulotni sifati kamayadi yoki brak bo'ladi.

Yoritish lampalarda kuchlanishni o'zgariish 1%ga kamaysa, taxminan lampalarni yoritish xususiyati 4%ga kamayadi, va ishlash vaqti (kuchlanish oshganda) 10 – 12%ga kamayadi. Masalan kuchlanish nominal qiymatidan 5%ga oshganda lampochkani ishlash vaqti 2 martaga kamayadi. PUE talabi bo'yicha energosistemadagi kuchlanishni og'ishi $\pm 5\%$ dan oshmasligi kerak, sanoat iste'molchilari uchun.

Qishloq xo'jalik qurilmalarida kuchlanishni og'ishi $-10 \div +7,5\%$ dan oshmasligi kerak. SHuning uchun kuchlanishni og'ishi kata axamiyatga ega bo'ladi. Kuchlanishni belgilangan miqdorida ishlab turish uchun, xo'jalik podstansiyalarda kuchlanishni avtomatik xolatda rostlaydigan qurilma (AKRK) bilan jihozlangan transformatorlar o'rnatiladi.

Nimstansiyalarda, xamda ta'minlovchi liniyalarda, kuchlanishni rostlash uchun xozirgi vaqtda maxsus transformatorlar, kuchlanishni oshiradigan avtotransformatorlar vako'ndalang va yo'nalgan sig'im kompensatsiya qilish va boshqalardan foydalaniladi.

Qishloq xo'jalik elektrta'minot tizimlarida asosan (AKR) qurilmalaridan foydalaniladi, ularni tuzilish sxemasi 111 - rasmda keltirilgan.

AKR qurilmasini avtomatik xolatda ishlashni maxsus sxema ta'minlaydi, u nazorat o'lchov organidan, boshqarish sxema va bajaruvchi organi RNT - 13A turli reledan tashkil qiladi.

Avtomatik boshqarishni bajarish uchun 1K kalitni «avtomatik» xolatiga o'tkaziladi. SHunda KV kuchlanish rele, rostlanadigan kuchlanish keltiriladi. Agar u o'rnatilgan kuchlanishga teng bo'lsa, unda uch pozitsiyali rele (EN - 146) neytral xolatga turadi va o'zini 1-9 kontaktini uzadi. Kuchlanish kamayganda rele 1-9 kontaktini ulaydi, kuchlanish oshganda 9-1 kontaktini ulaydi.

Masalan, kuchlanish kamayganda rele KV 1-9 kontakti zanjirini ulaydi va ulangan kontaktlar orqali KVM – past kuchlanish rele, KL – oraliq relesining g'altagini ulaydi. Oraliq rele ishlab, vaqt releniishga tushiradi. Vaqt relesi belgilangan vaqtdan keyin o'z kontaktlari orqali 1KL oraliq releni ishga tushiradiva KR – kontralyor orqali ishlab turadi. SHu bilan birgalikda elektr motorni zanjiridagi 1KL kontaktlarini ulaydi va A, V, S fazalarga. Elektr motor, kontralyorni barabanini va o'zgvrtirish qurilmani, kamaytirish tomonga, ya'ni transformatorni koefitsientini kamaytiradi, shu bilan iste'molchilar ulanadigan tomonida kuchlanish Osha boradi (Rasmda – soatni strelkasini teskari aylantiradi). Kontralyor KR bir to'liq aylanishida va o'zini 5-4 blok – kontaktlari 1KL ishga tushirish g'altaini tarmoqdan uzadi, shuni ta'sirida (agar kuchlanish tiklansa, 1-9 kontaktlar uzilad) motor o'chiriladi va RKS, tezlikni nazorat qiladigan releni yordamida tormozlanadi.

Tormozlanish jarayon quyidagicha bajariladi.

Elektrmotor ishga tushish vaqtida, tezlikni nazorat qiluvchi (RKS 1-9) releni kontaktlarini ulaydi, 2KL ishga tushirish g'altagini, 1KL uzilgandan keyin, 2KL ishga tushadi, shu bilan qarama – qarshi ulanish ta'sirida elektr motorni tormozlanishi ta'minlanadi.

Kuchlanish oshganda, RN releni 9-1 kontakti ulanadi. SHu bilan 2KL ishga tushirgich elektrmotorni tarmoqqa ulaydi, shu bilan birgalikda motor soat strelkasi bo'yicha aylanadi. Kontaktlarni ishonchli ulanishi uchun kuchlanish rele RN ishlab turadigan NT g'altagidan foydalaniladi .

Quvvat transformatorni birinchi zanjiri bir pog'onadan ikkinchi pog'onaga o'tishida uzliksiz ishlashi uchun, o'tkazgich ikkita shyotkaga va «R» - tokni chegaralaydigan reaktorga ega.

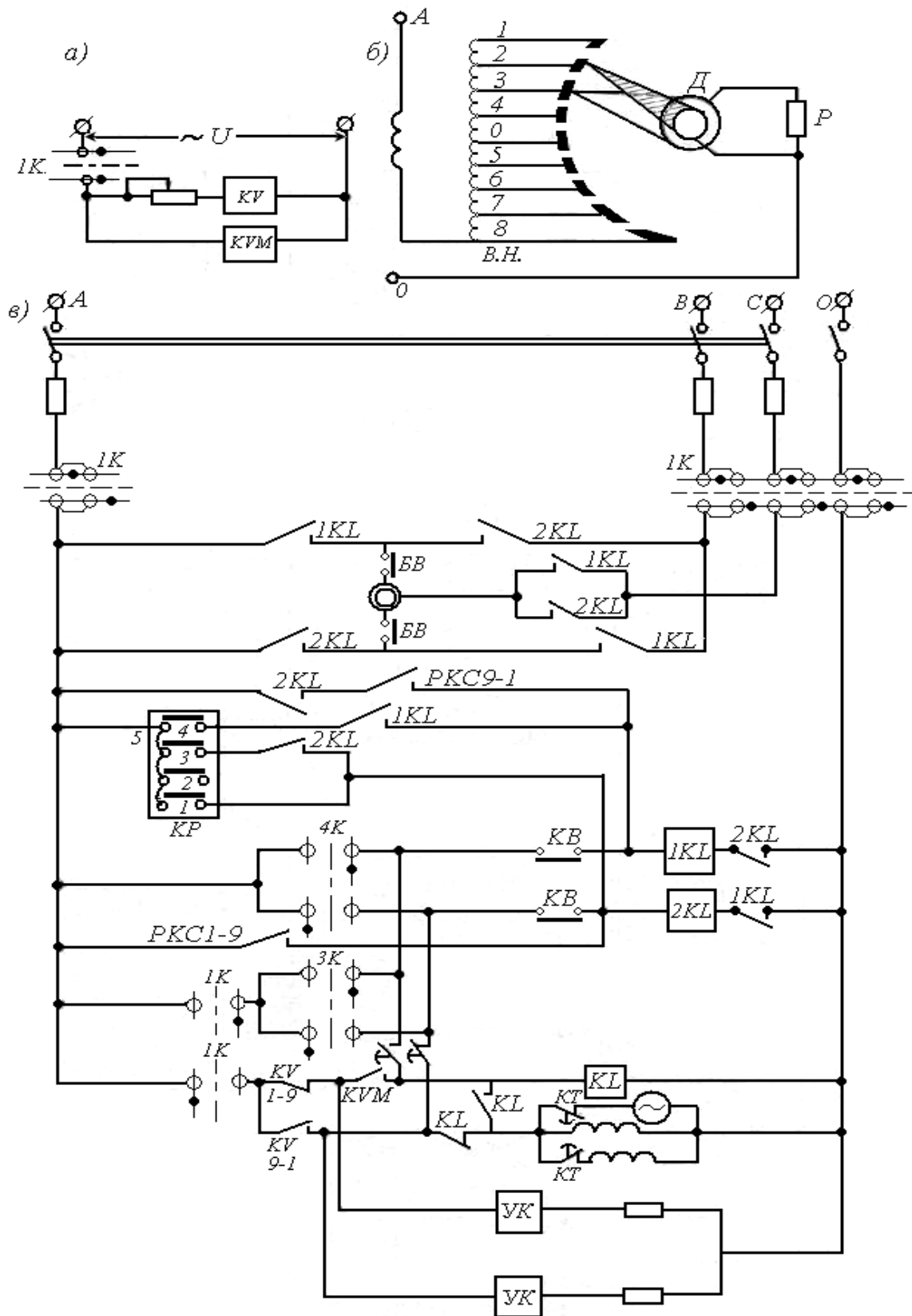
Шyotka bita pog'onadan ikkinchi pog'onaga o'tish jarayoni, quyidagicha amalga oshiriladi, ya'ni dastlab bita шyotkasi o'tadi va ikki шyotkani orasidagi o'ramlarini reaktorni qarshiligiga ulaydi. SHundan keyin ikkinchi шyotka o'tkaziladi, agar kuchlanish shu bilan belgilangan qiymatiga etsa, unda jarayon shu bilan to'xtatiladi. Gar kuchlanish belgilangan darajaga etmasa unda o'zgartirish jarayoni davom etiladi.

Шyotka oxirgi pog'onaga etkanda, chegarolovchi (konechniy) uzgich (PV) boshqarish zanjirini uzadi va elektryuritma to'xtatiladi.

Kuchlanishni tebranishida boshqarish sxema ishga tushib ketmasligi uchun, vaqt relesida o'rnatilgan. Xayallash vaqtireleda 10 sekunddan birnecha minutggacha bo'ladi. Hato ishlashdan saqlash uchun, kuchlanishni cheksiz kamayib ketishidan, masalan qisqa tutashuvlarda, sxemaga blakirovka qilish uchun past kuchlanish RMN kiritilgan, qaysi kuchlanishni ko'p kamayib ketishida boshqarish zanjirini uzadi.

AKR qurilmada masofadan turib boshqarish 3K va 4K kalitlar orqali amalga oshiriladi.

Elektrmotorni boshqarishdan tashqari, qo'l bilan boshqarishda, o'zgartirgichni ishga tushirish kalitni tutkichi orqali bajariladi. Bunday xollarda xavfsizlik maqsadida elektrmotor, BK bilan kontaktlari bilan o'chiriladi.



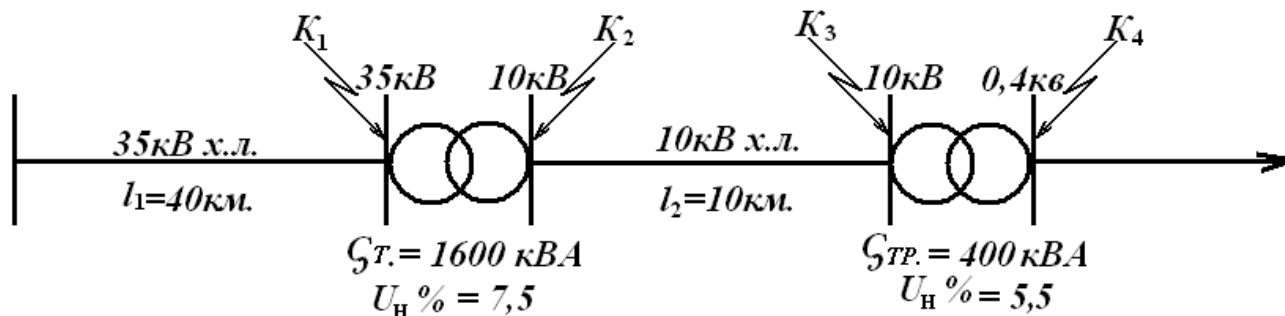
111-Rasm. O'zgaruvchan operativ tokida yuklama ostida shaxobchalarni ulash boshqaruvining pritsipial sxemasi

a) - nazorat o'lchov organi, b) - bajaruvchi organi, v) – boshqarish sxema

Bir karra ishlash vazifasini kondensator «S» bajaradi. U razryadlangandan keyin ancha vaqt ichida zaryadlanib turadi. Uzgichni ulanganidan

keyin. Kondensatorni zaryadlanish vaqti $1r_2$ qarshilikka bog'liq bo'ladi, a AKU kurilmani ishlash vaqti 1KL relega o'rnatilgan vaqtga bog'liq bo'ladi.

Masala-1. Keltirilgan qishloq xo'jalik tuman elektr tarmog'iga qarashli elektr ta'minot sxemasi uchun maksimal tok himoyalarni joylashtirib chiqing va ularni parametrlarini aniqlang.



112-rasm.

Keltirilgan elektr sxemada ko'rsatilgan nuqtalardagi qisqa tutashuv toklarini aniqlab chiqishimiz kerak. SHuning uchun elekt sxemani echim sxemaga aylantiramiz (ya'ni sxemadagi elementlarni ularni qarshiliklari bilan ifodalab chiqamiz).

Qisqa tutashuv toklarni aniqlash 2-usul bilan topiladi, ya'ni: 1) Sonli usul va

2) Nisbat usul.

I. Biz masalani birinchi (sonli) usul asosida xisoblaymiz. SHuning uchun asosiy kuchlanish $U_{asos}=10,5$ kV sxemadagi elementlarni qarshiliklari:

a) Sistemani qarshiligi.

$$X_c = \frac{U_{acoc}^2}{S_k} = \frac{10,5^2}{350} = 0,310 \text{ M}$$

b) 35 kV Havо liniyani qarshiligi.

$$X_2 = X_0 \cdot l \left(\frac{U_{acoc}}{U_H} \right)^2 = 0,4 \cdot 40 \left(\frac{10,5}{35} \right)^2 = 1,230 \text{ M}$$

v) (T-1) 35/10 kV transformatorni qarshiligi.

$$X_{mp} = \frac{U_H \%}{100} \cdot \frac{U_{acoc}^2}{S_{mp}} = \frac{7,5}{100} \cdot \frac{10,5^2}{1,6} = 5,150 \text{ M}$$

g) 10 kV Havо liniyasini qarshiligi.

$$X_4 = X_0 \cdot l = 0,4 \cdot 10 = 40 \text{ M}$$

(T-2) 10/0,4 kV transformatorning qarshiligi.

$$X_{mp} = \frac{U_H \%}{100} \cdot \frac{U_{acoc}^2}{S_{mp2}} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{10,5^2}{0,4} = 15,10 \text{ M}$$

II. Qisqa tutashgan nuqtalar uchun $\sum_1^n X_{\text{uu2}}$ qarshiliklarni topamiz.

K -echim qarshiligi.

ΣX echim $X_s = 0,31$ Om.

K-1 ΣX echim $= X_s + X_{1xl} = 0,31 + 1,23 = 1,54$ Om.

K-2 ΣX echim $= X_s + X_{1xl} + X_{t1} = 0,31 + 1,23 + 5,15 = 6,7$ Om.

K-3 ΣX echim $= X_s + X_{1xl} + X_{t1} + X_{2xl} = 0,31 + 1,23 + 5,15 + 4 = 10,7$ Om.

K-4 ΣX echim = $X_s + X_{1x1} + X_{t-1}Q + 2x1 + X_{t-2} = 0,31 + 1,23 + 5,15 + 4 + 15,1 = 25,8$ Om.

III. Sistemaga ulangan joyda qisqa tutashuv yuz berganda kuchlanish o'zgarishini inobatga olib har bir nuqta uchun qisqa tutashuv tokini quyidagi tenglama asosida

$$I_{\kappa}^{(3)} = \frac{I_{\delta}}{\sqrt{3} \sum X_{e_{\mu}}}$$

Qabul qilingan U asosiy = 10,5 kV uchun aniqlab chiqamiz.

$$I_{\kappa}^{(3)} = \frac{I_{acoc}}{\sqrt{3} \sum X_{e_{\mu}}} = \frac{10,5}{1,73 \cdot 0,31} = 19,6 \kappa A$$

$$I_{\kappa-1}^{(3)} = \frac{10,5}{1,73 \cdot 1,54} = 3,9 \kappa A$$

$$I_{\kappa 2}^{(3)} = \frac{10,5}{1,73 \cdot 6,7} = 0,9 \kappa A$$

$$I_{\kappa 3}^{(3)} = \frac{10,5}{1,73 \cdot 10,7} = 0,56 \kappa A$$

$$I_{\kappa 4}^{(3)} = \frac{10,5}{1,73 \cdot 25,8} = 0,235 \kappa A$$

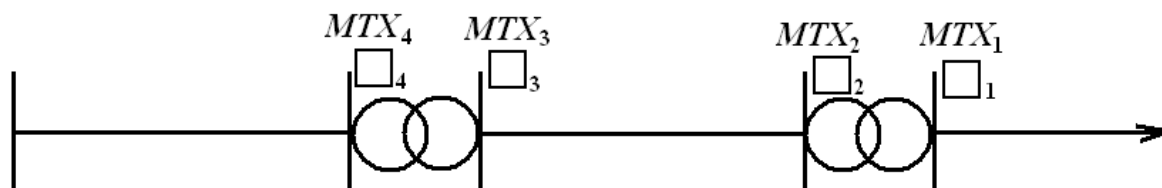
K va K₋₁ nuqtadagi qisqa tutashuv toklarni 37 kV va K₋₄ tokni 0,4 kuchlanishlarga (37 va 0,4 kV-cha) keltiramiz.

$$I_{\kappa}^{(3)} = \frac{I_k}{K_c} \cdot \frac{19,6}{37/10,5} = 5,56 \kappa A$$

$$I_{\kappa-1}^{(3)} = \frac{I_{k-1}}{37/10,5} = \frac{3,9}{37/10,5} = 1,1 \kappa A$$

$$I_{\kappa-4}^{(3)} = \frac{I_{k-4}}{0,4/10,5} = \frac{0,235}{0,4/10,5} = 6,17 \kappa A$$

IV. Qisqa tutashuv toklar aniqlangan nuqtalarga maksimal tok himoyasi o'rnatib chiqamiz. Rasmda ko'rsatilgandek



113 –rasm.

MTX o'rnatilgan nuqtalardagi nominal toklarni; himoyani ishlash toklarini; releni ishlash toklarini va sezgirligini topamiz.

Himoya ishlash tokini quyidagi formula asosida aniqlaymiz.

$$I_{x.h.m} \geq \frac{K_n \cdot K_{zap}}{K_g} \cdot I_{rab.max}$$

bu erda K_n - himoyani ishonchli ishlash koeffitsienti 1,2

K_{zap} - qisqa tutashgan rotorli elektr motorlarni ishga tushirish tokini inobatga oladigan koeffitsient – 1,2

K_v - RTV releni qaytish koeffitsienti – 0,65

$I_{rab.maks.}$ - X liniya yoki transformatorni nominal yuklama bilan ishlayotgandagi toki.

$$I_{n.mp} = I_{n1.xn} = \frac{\sum S_{mp.u}}{\sqrt{3}I_n} = \frac{1600}{1,73 \cdot 35} = 26,4 A$$

$$I_{x.n.m} \geq \frac{1,2 \cdot 1,2 \cdot 26,4}{0,65} = 58,5 A$$

2) RTV-1 releni ishlash tokini $I_{p.y.m} = \frac{I_{x.um} \cdot K_{cx}^{(3)}}{K_{m.m.}}$ (formula) formula asosida topish uchun shu nuqtaga o'ratiladigan o'lchov tok transformator qabul qilamiz, ya'ni $K_{t,t}=75/5A$

$$I_{p.km} = \frac{I_{x.um} \cdot K_{cx}^{(3)}}{K_{m.m.}} = \frac{58,5 \cdot 1}{75 / 5} = 3,9 A$$

RTV-1 releni eng yaqin ishlash toki 5A, bu ishlash toki uchun, himoyani ishlash toki

$$I = \frac{I_{x.y.m} \cdot K_{mm}}{K_{cx}} = \frac{5 \cdot 75 / 5}{1} = 75 A$$

Himoyani sezgirligini topamiz.

$$K_{sez.k}^{(2)} = \frac{I_{k.min}^{(2)}}{I_{xnm}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1100}{2 \cdot 75} = 12,7 > 1,5$$

Himoyani sezgirligini K_2 nuqtada qisqa tutashuv toki asosida tekshiramiz.

$$K_{sez.k_2}^{(2)} = \frac{0,87 \cdot 900}{75} = 10,4 > 1,2$$

K_2 nuqtadagi M.T.X. parametrlarini topamiz

$$I_{n.mp} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = \frac{400}{1,73 \cdot 10,5} = 22 A$$

$$I_{x.n.m.} = \frac{1,2 \cdot 1,2 \cdot 22}{0,65} = 48,8 A$$

Bu erda 50/5A o'lchov tok transformator qabul qilamiz

$$I_{p.y.m.} = \frac{48,8 \cdot 1}{50 / 5} = 4,8 A$$

RTV-1 eng yaqin ishlash toki 5A.

Himoyani haqiqiy ishlash toki.

$$I_{x.n.m.} = \frac{5 \cdot 50 / 5}{1} = 50 A$$

Himoyani sezgirligi

$$K_{\text{cez.k}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 560}{50} = 9,7 > 1,5$$

Qabul qilingan maksimal tok himoyasini ishlash vaqtini 400 kVA transformatorni 10 kV tomonida oʻrnatilgan eruvchan saqlagichni nominal toki 50 A. Transformatorda yoki undan keyin qisqa tutashuv yuz berganda eruvchan saqlagichni ishlash vaqti 0,5 sekund. Unda 10 kV havo liniyani ishlash vaqti

$$t_2 = t_{\text{pk}} + \Delta t = 0,5 + 0,7 = 1,2 \text{ sek}$$

bu erda: Δt – qoʻshimcha vaqt RTV-1 relelar uchun 0,7 sek. kam vaqt ruxsat etilmaydi. 3-chi himoyani ishlash vaqti

$$t_3 = t_2 + \Delta t = 1,2 + 0,7 = 1,9 \text{ sek}$$

1-chi quvvat transformatorini 35 kV tomonidagi 4-chi himoyani ishlash vaqti.

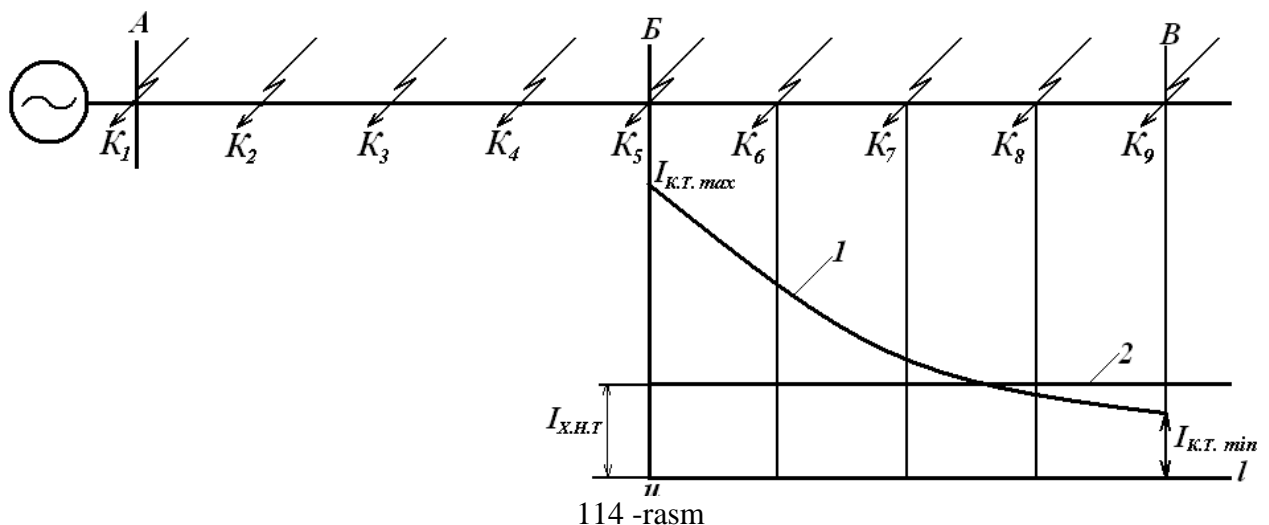
$$t_4 = t_3 + \Delta t = 1,9 + 0,7 = 2,6 \text{ sek}$$

va 35 kV havo liniyani sistemaga ulanish joyda oʻrnatilgan 5-chi himoyani ishlash vaqti.

$$t_5 = t_4 + \Delta t = 2,6 + 0,5 = 3,1 \text{ sek.}$$

Bu erda Δt - 0,5 sekund qabul qilinish sistemadan chiqish joyida maksimal tok himoyasi RT-40 rele asosida qabul qilish uchun.

Masala-2.



Keltirilgan magistral havo liniyada A va B nuqtalarda katta tok keskich himoyani parametrlarini aniqlang.

Echim:

- 1) Birinchi va ikkinchi liniyalardagi yuklama toklarini va havo liniyani K₁ dan K-9 ni nuqtalarini qarshiligini aniqlaymiz.

$$I_{\text{h.t.1}} = \frac{6300}{\sqrt{3} \cdot 35} = 107,3 \text{ A}$$

$$I_{\text{h.t.2}} = \frac{4000}{1,73 \cdot 35} = 66 \text{ A}$$

$$K - I \sum X_{k-1} = X_c = 0,30 \text{ M}$$

$$K-2 \sum X_{\kappa-2} = X_c + X_0 I_{A-1} = 0,3 + 0,4 \cdot 10 = 4,3 OM$$

$$K-3 \sum X_{\kappa-3} = \sum X_{\kappa-2} + X_0 I_{1-2} = 4,3 + 4 = 8,3 OM$$

$$K-4 \sum X_{\kappa-4} = 12,3 OM$$

$$K-5 \sum X_{\kappa-5} = 16,3 OM$$

$$K-6 \sum X_{\kappa-6} = X_{\kappa-5} + X_0 I_{5-6} = 16,3 + 0,4 \cdot 7,5 = 19,3 OM$$

$$K-7 \sum X_{\kappa-7} = 19,3 + 3 = 22,3 OM$$

$$K-8 \sum X_8 = 25,3 OM$$

$$K-9 \sum X_{\kappa-9} = 28,3 OM$$

2) K1 – K9 nuqtalar uchun qisqa tutashuv toklarni qiymatini aniqlaymiz.

$$I_k^{(3)} = \frac{I_\delta}{\sqrt{3} \cdot \sum X_{pe3}}$$

$$I_{k-1}^{(3)} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 0,3} = 71,3 \kappa A$$

$$I_{k-2}^{(3)} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 4,3} = 4,98 \kappa A$$

$$I_{k-3}^{(3)} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 8,3} = 2,58 \kappa A$$

$$I_{k-4}^{(3)} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 12,3} = 1,74 \kappa A$$

$$I_{k-5}^{(3)} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 16,3} = 1,31 \kappa A$$

$$I_{k-6}^{(3)} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 19,3} = 1,1 \kappa A$$

$$I_{k-7}^{(3)} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 22,3} = 0,96 \kappa A$$

$$I_{k-8}^{(3)} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 25,3} = 0,85 \kappa A$$

$$I_{k-9}^{(3)} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 28,3} = 0,76 \kappa A$$

3) Aniqlangan qisqa tutashuv toklar asosida berilgan sxema uchun vektor diagrammalarni tuzib 1-chi va 2-chi katta tok kesgich himoyalarni himoya qilish zonasini aniqlaymiz.

a) Himoyani ishlash toklarini

$$I_{(ktk)n.t} \geq K_n \cdot I_{k-min}^{(3)}$$

Bu erda K_n – himoyani ishonchli koeffitsienti (RT-40=1,25; RT-80=1,3 ÷ 1,4 va RTV+1,5)
 $I_{k-min}^{(3)}$ – himoya qilayotgan havo liniyani oxiridagi k.t.t.

$$I_{1.H.m(\kappa n.\kappa.x)\delta} = K_n \cdot I_{\kappa/min}^{(3)} = 1,5 \cdot 0,75 = 1,13 \kappa A$$

$$I_{1.H.m(\kappa n.\kappa.x)\delta} = 1,5 \cdot 1,31 = 1,97 \kappa A$$

b) Himoyani ishlash zonasini aniqlaymiz.

4) Himoyani sezgirligi

$$K_{ce32} = \frac{I_{\kappa3}^{(3)} \max}{I_{c.o}(HM)} = \frac{I_{\kappa3m1}^{(3)}}{I_{c.o}(HM)} = \frac{71,3}{1,97} = 36,1 > 2$$

$$K_{ce31} = \frac{1,31}{1,1} = 1,2 > 2$$

1-chi K.T.K.Himoya 2-chi havo liniyadagiga o'rnatish shart emas, chunki uni sezgirligi 2-dan kam bo'lganligi uchun. Bu liniyaga maksimal tok himoyasini o'rnatish u ishonchli himoya qila oladi.

13-bob. Rezerv elektrstansiya

§ 1. Qishloq xo'jaligi iste'molchilarini elektr ta'minoti ishonchligi.

Qishloq xo'jaligini ishlab chikarishni texnologig jarayoni elektr energiya bilan bog'langanligi tufayli elektr ta'minotini ishonchligiga qo'yilgan talablar yildan – yilga oshib borayapti. Xozirgi paytda qishloq xo'jaligidagi iste'molchilari uchta kategoriyaga bo'linadi ya'ni:

1. Ob'ekt va jarayonlar, qaysilar uchun sutka yoki yilni bir vaqtda elektr ta'minotni uzilishi ishlab chiqariladigan maxsulotni yoki xom ashyoni to'liq yoki qisman buzilishiga olib keladi va ishlab chiqarishni ish jarayonini jiddiy ravishda buzadi.
2. Ob'ekt va jarayonlar, qaysilar uchun elektr ta'minotni uzilishi, mexnatni unumdorligini kamayishiga yoki mashinalarni to'xtab qolishiga olib keladi, uzoq vaqt uzilishi mavsum (fasl) qishloq xo'jalik ishlarini o'z vaqtida bajarilmaslikka olib keladi.
3. Ob'ekt va jarayonlar, qaysilar uchun elektr ta'minotni uzilishi uncha-muncha jiddiy oqibatga (natijaga) olib keladi.

Birinchi kategoriyalarga quyidagilar kiradi; parrandachilik fermalarida jo'jalarni xonasini isitish va ventilyasiya orqali qizitish qurilmalari, inkubator qurilmalar; tiplitsiyalarni qizitish va tiplitsani issiq suv orqali isitish elektromotorlar; qoramolchilik fermalarda elektr sut sog'ish, em va xashaklar elektromexanizmlar orqali tarqatish va suv ta'minoti.

Ikkinchi kategoriya iste'molchilarga, kombayin bilan yig'ib olingan g'allani (quritishi, tozalash va yanchishini) elektromexanizatsiyalashi qo'ylarni junini olish, silos tayyorlash, nasos stansiyada o'rnatilgan elektromotorlar, pilorammadagi elektromotorlar, temirchilik ishxonalar, g'isht va ta'mirlash zavodlar.

Uchinchi kategoriyalar va maishiy xonalar, ishlab chiqarishda molxonalarda axlat tozalash, otxonalarni em bilan ta'minlash.

Asosan qishloq xo'jalik iste'molchilar elektr energiya bilan markazlashgan podstansiyalardan 6-10 kV liniyalar orqali ta'minlanadi. SHuning uchun birinchi kategoriya iste'molchisi bor podstansiyalarni rezerv podstansiyalarga ulash ko'zda tutiladi havu liniyalarni qo'shni podstansiyadan kelayotgan liniyalarga seksion ulagichlar orqali qo'shiladi. Agar rezerv liniyalarga ulash imkoniyati bo'lmagan xolda, shu iste'molchilarni quvvatiga ega bo'lgan dizel elektr stansiyalar ko'rish ko'zda tutiladi.

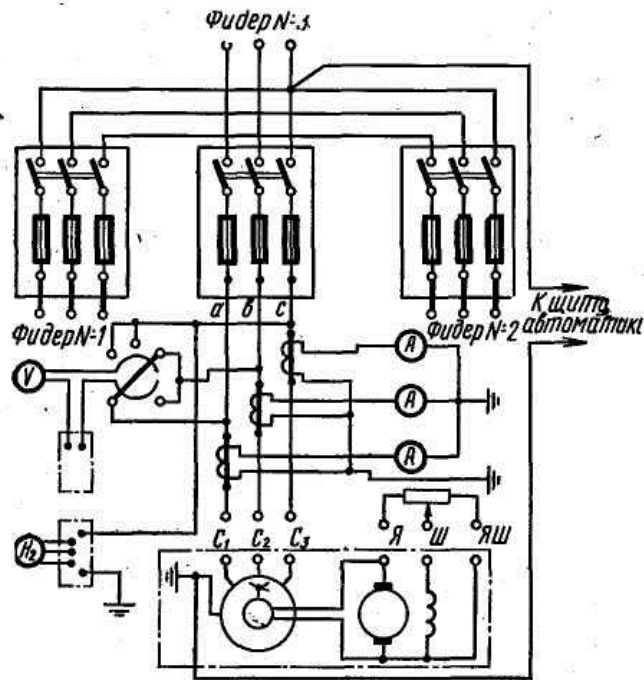
§ 2. Rezerv elektrostansiyalarni quvvatini aniqlash va ularni joylashtirish.

Rezerv elektrostansiyalarni kuchlanishi 400 Volt bo'lishi kerak, bir xil xollarda 230 Volt, agar inkubatorlarda o'rnatilgan elektromotorlar 220/127 Voltga mo'ljallangan bo'lsa.

Xozirgi vaqtda energetika sanoat korxonalar bir necha xil benzinda ishlatiladigan kompleks elektrostansiyalar va dizel-elektrostansiyalar ishlab chiqarilyapti. Ularni turlari va parametrlari 26-chi jadvalda keltirilgan. JES-30 va JES-60. SHu stansiyalari tanlashda asosan quvvatlarini to'g'ri tanlash katta ahamiyatga ega bo'ladi. SHuning uchun har xil ob'ektlar uchun yoritish va ulanadigan elektromotorlarni quvvatlari qishloq xo'jaligini elektrlashtirish instituti (NESX) xisoblab chiqish usulini ishlab chiqqan.

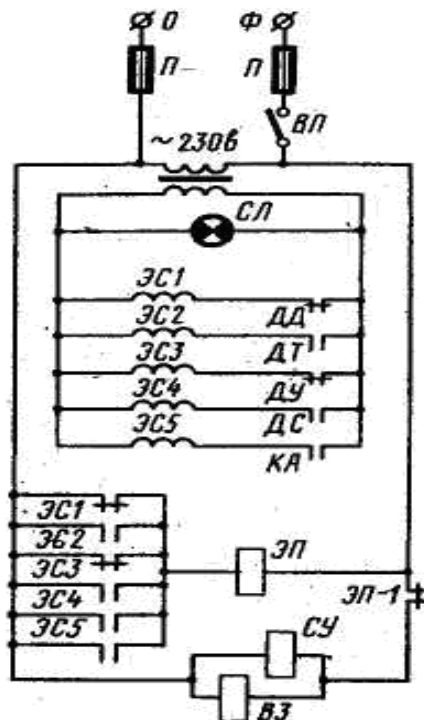
Rezerv elektr stansiyalarni quvvatni shu xisoblar asosida qabul qilinadi, agar bir necha ob'ektlar bir-biriga yaqin joylashgan bo'lsa unda ularni umumiy quvvati asosida bitta rezerv stansiya o'rnatilsa bo'ladi. Bunday stansiyalarga asosiy qo'yilgan talablardan biri bu uni narxi, ya'ni kam mablag' sarf qilishligi.

Qabul qilingan avtomatlashtirilgan dizel-elektrostansiyalar ob'ektlarni maydonida maxsus qurilgan binolarda joylashtiriladi. Bu binolarda qizitish sitemalari ko'zda tutilmaydi, chunki dizel-stansiya ishlaganda o'zidan chiqqan issiqlik etarli bo'ladi. CHunki bunday binoni issiqligi 10° S oshmasligi kerak.



115-Rasm. Rezerv elektr stansiyani ulanish elektr sxemalari.

Keltirilgan elektr sxemada JES-30 va JES-60 rezerv birinchi darajali avtomatlashtirilgan stansiyalarni elektr sxemasi ko'rsatilgan. Boshqarish shitidan avtomatika shitiga generatorlarda ishlab chiqarilgan o'zgaruvchan tok keltiriladi. Boshqarishni osonlashtirish maqsadida avtomatik va boshqarish shitlar yonma yon o'rnatiladi, bu esa elektr stansiyani boshqarish operatsiyalarini bir joydan olib borishga imkon yaratadi.



116-Rasm. JES-30 va JES-60 stansiyani avtomatik sxemasi.

Mexanik agregatni ishga tushirish uchun tayyorlab bo'lgandan keyin, dizalni ishga tushiradi va uni kerakli darajagacha qizdiradi. Undan keyin generatorni uyg'otish chulg'amlaridagi kuchlanishni nominal darajaga ko'taradi, shundan keyin asosiy avtomatni ulab kuchlanishni avtomatik shitga va asinxron matorni markazdan qochiradigan relesiga ulaydi.

Paket ulagich bilan avtomatik sxemasiga ulanish vaqtida dizelni moylash sistemasidagi bosim minimal ruxsat bosimida bo'lishi kerak. Bo'lmasa avtomatik sxemasiga ulanishi bilan bosim

datchik o'chirgichi, avtomatik sxemasiga ulashdan oldin, ulangan bo'lishi kerak. Bo'lmasa markazdan qochirma rele ulanishi bilan agregat avariya xolatidagi to'xtashga tushib qoladi, chunki shu releni normal xolatda ulangan kontaktlari ishlamaydi. «Elektr valda» yopiq xolatga keladi va kerakli komandani berib yuboradi.

Moylash sistemasidagi moyni bosimi minimal bosimdan oshganda, keyin markazdan qochirish tezlik releni kontakti ulangandan keyin, avtomatik sxema manbaga ulanadi va SA lampasi yonadi.

Elektromagnit stop-qurilmasi SU va havo zaslonkasi V3 ochiladigan kontakti orqali chiqarish rele EP manbaga ulanadi va ushlanib turadi, shu bilan elektromatorni normal xolatda ishlashi ta'minlanadi. Sistemada moyni bosimini kamayishi bosim datchikini DD kontaktini ajratadi, shu tufayli ogoxlantirish rele ES1 zanjirini uzadi, uni bayroqchasi tushib himoyani ishlaganini ko'rsatadi, kontaktlar ulanib chiqish EP releni g'altagi manbaga (keltiradi) ulanadi.

EP esa manba zanjirini elektromagnit stol qurilma va havo zaslonkasidan uzadi, ular esa kerakli purjinalar orqali matorni silindiriga boradigan havo va yoqilg'i kanallarini yopadi.

Elektromator ortiqcha yuklama bilan ishlaganda, matorni sovutadigan suvni issiqligi ruxsat etilgan xaraoratdan oshganda DT datchik ishlaydi. U o'z kontaktini ulab ogoxlantirishi ES2 releni ishga tushiradi. ES2 kontaktlarini ulab chiqish relesini ishga tushiradi va elektromator to'xtatiladi.

Sovuq suvi kamayib ketsa DU datchik ishga tushadi va ESZ ogoxlantirish rele zanjiridagi kontaktni uzadi. ES3 uz kontaktlari orqali chiqish relesiga ta'sir qiladi va elektromator to'xtatiladi.

Agar elektromator aylanish chastotasi oshib ketsa DS markazga qochirish relesi ishlaydi va ES4 ogoxlantirish relesi zanjirni ulaydi xamda EP himoyani chiqish relesini ishga tushiradi. Agar u uchirilsa bu KA blok kontaktlar ulanadi, ES5 rele himoyani chiqish relesi ishlatiladi, generatorni yuklamalari uchirilganda agregatni tezligi chegaradan oshishini oldini olish maqsadida.

Himoyani chiqish relelarni kontaktlaridan tashqari, markazdan kochirish relesini DSo ochiladigan kontaktni kiritilgan. Agar aylanish chastotasi markazdan qochiradigan rele kamayib borsa yoki «Elektr valni» nosozligidan to'xtab qolsa, himoya ishlaydi. YUklamalar oshib ketganda va qisqa tutashuv, generatorni asosiy zanjirida yuz bersa, asosiy avtomat ishlaydi va avtomatik sxemada manba uziladi va agregat to'xtatiladi.

Stansiyadan foydalanish vaqtida avtomatik xolatda kuchlanishni belgilangan miqdorda ishlab turish uchun kompaundlash qurilmadan foydalaniladi.

14-bob. Elektr tarmoqlarni loyixalash asoslari

Umumiy xabarlar. Elektr ta'minotni loyixalashtirish majmua (kompleks) masala, buni echish uchun yagona texnikaviy siyosat olib borish kerak, bu siyosat bir konkret zonadagi xalq xo'jaligini rivojlantirishdan kelib chiqadi.

SHuning uchun loyixalashtirish vaqtida, xamma direktiv ko'rsatmalar bajarishi shart, ya'ni: elektr uskunalarini qurilma qoidalari (PUE), texnikani foydalanish qoidalari (PTE), texnik xavfsizligi qoidalari (PTB) va boshqalar.

Loyixalarni ishlarini engillashtirish maqsadida «Qishloq xo'jaligini elektrlashtirish» loyixa instituti tomonidan, dizel elektr stansiyalar va qishloq xo'jaliklariga tegishli elektr motorlar va podstansiyalarni loyixalash texnologik normalari (NTPS) ishlab chiqilgan. Bu norma loyixalashda yagona yo'l o'rnatadi va texnikaviy loyixa tuzishda bir xilligini ta'minlaydi.

§ 1. Elektr ta'minot sxemalarni aniqlashdagi dastlabki xabarlar

Har bir ob'ekti elektr ta'minoti loyixalash asosiy buyurtmachi bergan buyurtma xisoblanadi.

Agar buyurtmachi xisobida jamoa xo'jaligi yoki agrosanoat korporatsiya bo'lsa, ular loyixalash uchun umumiy dastlabki ma'lumotlar beradi, shu ma'lumotlar asosida loyixalash institutlar konkret xo'jalikda energoiktisodiy tekshirishlar asosida qolgan kerakli ma'lumotlarni to'plab oladi, ya'ni: shu xo'jalikdagi iste'molchilarni kerakli elektr quvvatini aniqlaydi, iste'molchilarni kategoriyasiga qarab elektr ta'minotga qo'yilgan talablarni aniqlaydi, xo'jalikni joylashgan, quvvatini aniqlaydi. Qaysi podstansiyaga (bog'lanishi) ulanishini, axoli punktini 1:5000 masshtabni kartaga asosiy va topografik planini tushiradi, xo'jalik tomorqaliklarini kamida 1:2000 masshtabdagi kartaga belgilab chiqadi.

Topografik planda axolini tomorqalini alohida belgilanadi, ma'muriy binolar alohida belgilanadi, maktab binolari alohida belgilanadi. SHundan keyin energota'minlovchi korxonadan har bir ko'rsatilgan binolar uchun xozirgi vaqtda iste'mol qilinayotgan energiyani quvvatini aniqlab olinadi va 5 yoki 10 yildan keyin qancha oshish mumkinligini aniqlab oladi va bu olingan ma'lumotlarini shu korxonani muxri bilan muxirlanib oladi.

SHundan keyin nechta TP o'rnatilishi va ularni joylashtirish joyi aniqlanadi va qaysi punktda joylashgan podstansiyalarga yoki liniyaga ulanish joyini aniqlaydi va (RES) rayon elektr tarmoqlar korxonasi bilan kelishiladi va muxirlanadi.

SHundan keyin shu ma'lumotlar asosida trassani aniqlaydi, haqiqiy quvvatlarni kelajak 5 yoki 10 yil asosida aniqlanadi va ulanadigan liniyadagi isroflar aniqlanadi, sifatli energota'minotga ega buladimi yoki yukmi qurib chikiladi. Agar liniyada kuchlanishni isrofi belgilangan miqdordan oshib ketsa, unda alohida 35/10 yoki 110/10 kV-li podstansiya qurilishi tavsiya etiladi. Buninig uchun axoli yashaydigan punktni yoki qishloq xo'jalik tumanini elektr ta'minot prinsipial sxemasini asoslanib chiqish kerak: podstansiyaning joylashish joyini ularni sonini aniqlash, shu podstansiyaga ulanadigan iste'molchilarni joylashgan iste'molchilarni joylashgan raudisini, quriladigan elektr tarmoqlarini aniqlash. Bu masalalar o'zidan o'zi qabul qilinmaydi, buni bari texnik-iqtisodiy dalillar bilan asoslanadi.

Axoli yashash punktlarni yoki tumani elektr ta'minoti uchun sarf qilinadigan eng kam mablag' optimal qabul qilingan transformator podstansiyalarini soniga bog'liq. Elektr ta'minot uchun umumiy xisoblangan sarflar.

$$3=A+V+S+D+E \quad (261)$$

bu erda : axoli yashaydigan punkt uchun :

A-axoli yashaydigan punktdagi yuqori kuchlanish liniyaga sarf qilingan mablag', yillik ajratmalar.

V-10,0,38 kV podstansiya qurishga sarf qilinadigan mablag'dan yillik ajratma.

S- 10/0,38 kV transformatorida isrofga yo'l qo'yilgan energiyani narxi.

D- 0,38/0,22 kV liniya qurishga sarf qilingan mablag'dan yillik ajratma.

E- 0,38/0,22 kV liniyada yil davomida isrof qilingan energiyani narxi.

Qishloq xo'jalik tumani uchun

A-tumandagi 35/10 kV podstansiyaning energiya bilan ta'minlaydigan 35 kV liniyasiga sarf qilingan mablag'dan, yillik ajratmasi.

V- Podstansiyaning narxidan yillik ajratma.

S- 35/10 kV podstansiyadagi transformatoridagi yil davomida isrof qilingan energiyani narxi.

D- 10 kV liniyadan narxidan, yiliga ajratma.

E- 10 kV liniyada yil davomida isrof qilingan energiyani narxi.

SHu tenglamadagi birinchi 3-ta ajratmalar 10/0,38 kV yoki 35/10 va 110/10 kV podstansiyalarini soniga to'g'ri proporsional. Oxirgi ikkita ajratma podstansiyalarni soniga teskari proporsional. Bundan kelib chiqqan xolda tenglamamizni quyidagiday yozishimiz mumkin.

$$3=M-n + N(1/n) \quad (261)$$

bu erda $M=A + V+S$; $N = D + E$

Podstansiyaning optimal soni (Popt), podstansiyalarini sonining uzgarishida eng kam sarf qilingan mablag'dan kelib chiqadi.

$$\frac{d3}{dn} = M \frac{N}{n^2} = o \quad (262)$$

Xamonni $d^23/dn^2 > 0$ bulgani uchun :

$$N_{opt} = \sqrt{N/M} \quad (263)$$

N va M – koeffitsientlar har bir axoli yashash punktlar va tumanlar uchun aniqlanadi.

§ 2. Qishloq va suv xo‘jaligi elektr ta‘minotini texnik – iqtisodiy ko‘rsatmalari

Qishloq xo‘jaligini elektr ta‘minotini o‘ziga xos xususiyatlari quyidagilardan iborat: iste‘molchilarni katta maydonda joylashganligini, taqsimlaydigan yuklailarni kamligi va ularni liniya bo‘yi bo‘yyucha kam ulanish bir kvadrat kilometr maydonga keltirilgan energiyani quvvatini kamligi va boshqalari. SHuning uchun sanoat yoki shaxarlar elektr ta‘minotga sarf qilingan mablag‘larga qaraganda qishloq xo‘jaligini elektr ta‘minoti uchun sarf qilingan mablag‘lar ko‘proq bo‘ladi va uzatilgan energiyani narxi xam ortiqcha bo‘ladi.

Texnik - iqtisodiy xisobini maqsadi xam shundan iborat bo‘ladi, bir nechta variantlarni ichidan eng texnikaviy jixozlangan xamda eng kam mablag‘ sarf qilinadigan variantini tanlash.

Solishtirilayotgan variantlarni baholash asosan ikkita iqtisodiy ko‘rsatmalar asosida olib boriladi : elektrota‘minot sistemalarni qurishiga sarf qilingan mablag‘ orqali va yillik ekspluatatsion xarajatlar orqali.

Dastlabki sarf qilingan xarajatlar «K» aniqlash uchun spetsifikatsiya tuzib chiqiladi.

Bu spetsifikatsiyada qurilayotgan elektr tarmoqni uzilishidan kelib chiqqan xolda nechta tayanch stolbalar kerak bo‘ladi, shu stolbalarga nechta izolyator, zajimlar, qancha sim kerakligini aniqlab chiqiladi.

Senniklar orqali har birini narxlarni aniqlanadi va montaj narxlarini qo‘yib chiqiladi. SHularni yig‘indisi elektr tarmoqni qurish uchun dastlabki sarf qilingan mablag‘ni (K_I) beradi.

Qishloq xo‘jalik elektr ta‘minot sistemasi uchun dastlabki qurilish uchun sarf qilingan mablag‘.

$$K = \sum K_n + \sum K_{n/CT} + K_{\pi} + K_D \quad (264)$$

bu erda $\sum K_I$ – elektr tarmoqlarni qurish uchun sarf qilingan mablag‘larni yigindisi.

$\sum K_{p/st}$ – qurilayotgan podstansiyalarga sarf qilingan mablag‘larni yig‘indisi.

K_{ya} – Energosistemaga ulanayotgan joydagi 35 – 110 kV ochiq yacheykani qurilish narxi.

K_d – Energosistemadagi elektr stansiyalarni quvvatini oshishiga va qishloq xo‘jalik elektr tarmoqlardagi elektr energiyani isrofi bilan bog‘langan qo‘shimcha sarf qilinadigan mablag‘.

Qishloq xo‘jaligi iste‘molchilarni maksimal quvvatdan foydalanish vaqti, energosistemani maksimal quvvatdan foydalanish vaqtiga to‘g‘ri kelib qolgan xolda K_D inobatga olinadi. Ularni aniqlashda xisoblangan quvvatlardan tashqari, energosistemadagi har bir qismlarida kelib chiqadigan quvvatlarni isrofini inobatga olish kerak. Bu isroflar quyidagi formula asosda topiladi.

$$\Delta P = \sum \Delta P_n + \sum \Delta P_{D/CT} \quad (265)$$

bu erda ΔR_I – elektr tarmoqda isrof qilingan quvvat, kVt,

$\Delta R_{I/st}$ – podstansiyada o‘rnatilgan transformatoridagi isrof qilingan quvvat kVt.

Elektr tarmoqlarda isrof qilingan quvvat quyidagi formula asosida topiladi.

$$\Delta P_{II} = 31^2_{max} * r\tau * 10^{-3} \quad (266)$$

Transformatoridagi quvvatni isrofi

$$\Delta P_{II/cm} = \Delta P_{\kappa} (S_{max}/S_n)^2 \tau + \Delta P_{xx} * 8760 \quad (267)$$

Qo‘shimcha sarflar K_D quyidagiday topiladi

$$K_D = \alpha (\sum \Delta P_n + \sum \Delta P_{II/CT} + P_{расч}) \quad (268)$$

bu erda $R_{расч}$ – iste‘molchilarni maksimal quvvati, sistemani maksimal quvvatiga bir vaqtda qo‘shiladigan.

α – raqamli koeffitsient, bu koeffitsient har bir davlatda har xil bo‘ladi, ya‘ni elektr stansiyalarni qurilishiga sarf qilingan mablag‘dan kelib chiqadi, bu koeffitsientni energetika vazirligi belgilaydi.

Yillik ekspluatatsion sarflar, quyidagilardan kelib chiqadi :a) Elektr tarmoqlarda va transformatorlarda isrof qilingan energiyani narxidan ;

B) Elektr uskunalarni amortizatsiya uchun ajratilgan yillik mablag'lar :

V) Kundalik ta'mirlash va ishchilarni maoshiga ajratiladigan yillik mablag'lar.

SHularni inobatga olgan xolda ekspluatatsion sarflar

$$C_n = C_{a_n} + C_{mp_n} + C_3 + C_{A4} \quad (269)$$

bu erda K_{p1} – elektr tarmoqqa sarf qilingan mablag'.

R_{ai} va R_{tri} – SHu liniyani amortizatsiyasiga va kundalik ta'mirlash uchun ajratiladigan mablag' % xisobida.

$K_{p/sti}$ – Podstansiyaning qurish uchun sarflangan mablag'.

R'_{ai} va R'_{tri} – Podstansiyaning amortizatsiyaga va kundalik ta'mirlashiga ajratilgan mablag' % xisobida.

K_2 – davlat energosistemasiga 35-110 kV liniyalarni ulanadigan joyda o'rnatiladigan ochiq yacheykani qurilishiga sarf qilingan mablag'.

R''_{ai} va R''_{tri} yacheykani amortizatsiya va kundalik ta'mirlash uchun ajratiladigan mablag' % xisobida.

β - shu energosistemadagi 1 kVt soat elektr energiyani narxi.

$\Sigma \Delta A_n$ - elektr tarmoqlardagi elektr energiyani yig'indi isrofi,

$$\Sigma \Delta A_n = \Sigma (3I_{max}^2 * r \tau * 10^{-3}) \quad (270)$$

bu formula I_{max} – liniyadagi maksimal tok,

r – liniyani aktiv qarshiligi.

τ – isrofga yo'l qo'yiladigan vaqt, bu vaqt grafikdan olinadi.

$\Sigma \Delta A_{n/cm}$ -- transformatorlarda isrof qilingan energiyani yig'indisi, ya'ni

$$\Sigma \Delta A_{n/cm} = \Sigma [\Delta P_{\kappa} (S_{max}/S_n)^2 \tau + \Delta P_{xx} * 8760] \quad (271)$$

$\Delta P_{\kappa} - \delta a - \Delta P_{xx}$ - transformatorni qisqa tutashuv va salt xolatda ishlash vaqtidagi nominal isroflarini quvvatlari bular katalogdan olinadi.

A_{sn} – podstansiyaning uz ixtiyoz uchun sarf qilingan energiyani quvvati.

SZ – podstansiyaning foydalanishda katnashadigan ishchilarni moyishiga sarf qilinadigan mablag'.

Bu sarf qilingan mablag' minimal oyilikni shartli ishchilar soniga kupatmasidan kelib chiqadi.

$$S_Z = n.z \quad (272)$$

N - har bir liniya va podstansiya ularni kuchlanishi va transformatorlarni sonidan kelib chiqqan xolda katalogdan olinadi.

SHundan keyin umumiy sarf qilingan mablag' topiladi.

$$C = \frac{a_{\kappa} + a_{mp_n} + C_3}{100} \cdot K_n + \frac{a_{\kappa} + a + a_{m.p} + a_3}{100} \cdot K_{n/CT} + \Delta S \cdot \beta \quad (273)$$

bu erda $(1/Tn) = R$ – mablag'dan samarali foydalanish koeffitsienti.

T_n – Davlat tomonidan o'rnatilgan normativ yil. (Sarf qilingan mablag'ni qoplash yili O'zbekiston uchun 6 yil qabul qilingan).

Z_i – Umumiy sarflar (konkret bir variant uchun) dastlabki sarf qilingan K_i mablag' va yillik foydalanish sarflar S_i kelib chiqadi.

$$Z = \beta \cdot K + C \quad (274)$$

Umumiy sarflari yil davomida iste'molchilarga uzatilgan energiya bo'linmasidan 1 kVt soat energiyani narxi kelib chiqadi, ya'ni :

$$\delta = \frac{Z_i}{A_n} (cyM / \kappa Bm - coam) \quad (275)$$

Ilova – 1.

Alyumin simlarni xisoblash uchun ma'lumotlar.

Nominal kesmi va markasi	Simni diametri va soni (mm)	Simlarni xisoblash diametri (mm)	Xarorat 25° va ortik bo'lgandagi aktiv qarshiligi	Simni ogirligi (kg/km)
A – 16	7 x 1,7	5,1	1,98	44
A – 25	7 x 2,12	6,4	1,28	68
A – 35	7 x 2,5	7,5	0,92	95
A – 50	7 x 3,0	9,0	0,64	135
A – 70	7 x 3,55	10,7	0,45	191
A – 95	7 x 4,12	12,4	0,34	257
A – 120	19 x 2,8	14,0	0,27	322
A – 150	19 x 3,15	15,8	0,21	407
A – 185	19 x 3,5	17,5	0,17	503

Ilova – 2.

Po'lat – alyumin simlarni xisoblash uchun ma'lumotlar.

Nominal kesmi va markasi (mm ²)	Simni soni va diametri		Simni xisoblash diametri (mm)	Xarorati +25°S va ortik bo'lgandagi aktiv qarshiligi (Om/km)	Simni ogirligi (kG/km)
	adyuminli	Po'lat kesim			
AS – 10	5 x 1,6	1 x 1,2	4,4	3,12	36
AS – 16	6 x 1,8	1 x 1,8	5,4	2,06	62
AS – 25	6 x 2,2	1 x 2,2	6,6	1,38	92
AS – 35	6 x 2,8	1 x 2,8	8,4	0,85	150
AS – 50	6 x 3,2	1 x 3,2	9,6	0,65	196
AS – 70	6 x 3,8	1 x 3,8	11,4	0,46	275
AS – 95	6 x 4,5	1 x 4,5	13,5	0,33	386
AS – 120	28 x 2,29	7 x 2,0	15,2	0,27	492
AS – 150	28 x 2,59	7 x 2,2	17,0	0,21	617
ASO – 150	24 x 2,8	7 x 1,8	16,6	0,21	559
ASO – 185	24 x 3,1	7 x 2,0	18,4	0,17	687
ASO – 240	24 x 3,5	7 x 2,4	21,6	0,13	937
ASU – 120	30 x 2,22	7 x 2,2	15,5	0,28	530
ASU – 150	30 x 2,5	7 x 2,5	17,5	0,21	678
ASU – 185	30 x 2,8	7 x 2,8	19,6	0,17	850
ASU – 240	30 x 3,2	7 x 3,2	22,4	0,131	1111

Ilova – 3.

Havo liniyadagi alyumin simni induktiv qarshiligi. (Omyuyu.km).

Simlarni fazalar oraligi (mm)	Simni markasi								
	A-16	A-25	A-35	A - 50	A-70	A - 95	A-120	A-150	A-185
600	0,358	0,345	0,336	0,325	0,315	0,303	0,296	0,288	0,279
800	0,377	0,363	0,352	0,341	0,331	0,319	0,313	0,305	0,298
1000	0,391	0,377	0,366	0,355	0,345	0,334	0,327	0,319	0,311
1250	0,405	0,391	0,380	0,369	0,359	0,347	0,341	0,333	0,328
1500	–	0,402	0,391	0,380	0,370	0,358	0,352	0,344	0,339
2000	–	0,421	0,410	0,398	0,388	0,377	0,371	0,363	0,355

Ilova – 4.

Havo liniyalarda osilgan po‘lat-alyumin simlarni induktiv qarshiligi. (Om/km)

Simlarni fazalar oraligi (mm)	Simni markasi							
	AS-35	AS-50	AS-70	AS-95	AS-120	AS-150	AS-185	AS-240
2000	0,403	0,392	0,382	0,317	0,365	0,358	-	-
2500	0,417	0,406	0,396	0,385	0,379	0,372	-	-
3000	0,429	0,418	0,408	0,397	0,391	0,384	0,377	0,369
3500	0,438	0,427	0,417	0,406	0,400	0,398	0,386	0,378
4000	0,446	0,435	0,425	0,414	0,408	0,401	0,394	0,386
4500	-	-	0,433	0,422	0,416	0,409	0,402	0,391
5000	-	-	0,440	0,429	0,423	0,416	0,409	0,401
5500	-	-	-	-	0,429	0,422	0,415	0,407
6000	-	-	-	-	-	-	-	0,413

Ilova – 5.

Po‘lat simlarni xisoblash uchun ma’lumotlar.

Simlarni markasi	Simlarni soni va diametrlari (mm)	Simni ko‘ndalang kesim yuzasini maydoni (mm ²)	Simlarni xisoblash diametri (mm)	Simni ogirligi (kg/m m)
PSO 4	1 x 4	12,6	4	90
PSO 5	1 x 5	19,6	5	154
PS 25, PMS 25	5 x 2,5	24,6	5,6	194,3
PS 35, PMS 35	7 x 2,5	37,2	7,8	295,7
PS 50, PMS 50	12 x 2,3	49,8	9,2	395,0

Ilova – 6.

Bir tolali po‘lat simlarni aktiv va ichki induktiv qarshiligi. (Om/km)

Tok (A)	Simlarni markasi.			
	PSO 4		PSO 5	
	CH _o	X _o ^{II}	CH _o	X _o ^{II}
1	11,8	1,54	-	-

2	12,5	4,38	8,35	3,58
3	13,4	7,9	9,5	6,45
4	14,3	9,7	10,8	8,1
5	15,5	11,5	12,3	9,7
6	16,5	12,5	13,8	11,2
7	17,3	13,2	15,0	12,3
8	18,0	14,2	15,4	13,3
9	18,1	14,3	15,2	13,1
10	18,1	14,3	14,6	12,4

Ilova – 7.

Ko'p tolali po'lat simlarni aktiv va ichki induktiv qarshiligi.

Tok (A)	Simni markasi					
	PS 25, PMS 25		PS 35, PMS 35		PS 50, PMS 50	
	CH ₀	X ₀ ^{II}	CH ₀	X ₀ ^{II}	CH ₀	X ₀ ^{II}
1	5,25	0,54	3,66	0,33	2,75	0,23
2	5,27	0,55	3,66	0,35	2,75	0,24
3	5,28	0,56	3,67	0,36	2,75	0,25
4	4,30	0,59	3,69	0,37	2,75	0,25
5	5,32	0,63	3,70	0,40	2,75	0,26
6	5,35	0,67	3,71	0,42	2,75	0,27
7	5,37	0,70	3,73	0,45	2,75	0,27
8	5,40	0,77	3,75	0,48	2,76	0,28
9	5,45	0,84	3,77	0,51	2,77	0,29
10	5,50	0,93	3,80	0,55	2,78	0,30
15	5,97	1,33	4,02	0,75	2,80	0,35
20	6,70	1,63	4,40	1,04	2,85	0,42
25	6,97	1,91	4,89	1,32	2,95	0,49
30	7,10	2,01	5,21	1,56	3,10	0,59
35	7,10	2,06	5,36	1,64	3,25	0,69
40	7,02	2,09	5,35	1,69	3,40	0,80

Ilova – 8.

Po'lat sim osilgan havo liniyalarni sirtqi induktiv qarshiligi.

O'rtacha geometrik masofasi simlar orasi (mm)	Simni markasi				
	PSO 4	PSO 5	PS-25 PMS 25	PS 35 PMS 35	PSO 50 PMS 50
	Sirtqi induktiv qarshiligi X ₀ ^I (Om/km)				
400	0,332	0,315	0,311	0,290	0,281
600	0,350	0,345	0,336	0,317	0,308
800	0,375	0,361	0,354	0,333	0,324
1000	0,380	0,375	0,368	0,347	0,338
1250	0,403	0,380	0,381	0,361	0,352
1500	0,414	0,400	0,393	0,372	0,363

2000	-	-	0,412	0,391	0,382
------	---	---	-------	-------	-------

Ilova – 9

Mis simdan qilingan 3-fazali kabellarni aktiv va induktiv qarshiliklari.

Tolali kesim yuzasi (mm ²)	Aktiv qarshiligi (Om/km)	Kabelni induktiv qarshiligi (Om/km)		
		6	10	35
10	2,100	0,100	0,113	-
16	1,320	0,094	0,104	-
25	0,840	0,085	0,094	-
35	0,600	0,078	0,088	-
50	0,420	0,075	0,082	-
70	0,300	0,072	0,078	0,138
95	0,220	0,069	0,076	0,126
120	0,175	0,068	0,075	0,119
150	0,140	0,066	0,072	0,116
185	0,114	0,065	0,069	0,113

Ilova – 10.

Muxitni xarorati +25°S va ruxsat etilgan kizishi +70°S bo'lganda ochiq simlarda uzoq vaqt davomida ruxsat etilgan tok (A).

Mis simlar			Alyumin simlar			Po'lat alyumin simlar			
YUzasi (mm ²)	Ochik xavoda osilgan simlar	Binolarni ichidagi osilgan simlar	Simni yuzasi (mm ²)	Ochik xavoda osilgan simlar	Binolarni ichidagi osilgan simlar	Simni va markasi ularni yuzasi	Ochik xavoda osilgan	Simni va markasi ularni yuzasi	Ochik xavoda osilgan
4	50	25	10	75	55	AS 10	8	ASO-150	450
6	70	35	16	105	75	AS 16	105	ASO-185	505
10	95	60	25	135	105	AS 25	130	ASO-240	605
16	130	100	35	170	130	AS 35	175	ASO-300	690
25	180	135	50	215	165	AS 50	210	ASO-400	825
35	220	170	70	265	210	AS 70	265	ASU-120	375
50	270	215	95	320	255	AS 95	330	ASU-150	450
70	340	270	120	375	300	AS 120	380	ASU-185	515
95	415	330	150	440	355	AS 150	445	ASU-240	610
120	485	395	185	500	410	AS 185	510	ASU-300	705
150	570	465	240	590	490	AS 240	610	ASU-400	850

Ilova – 11.

Mis va alyumin tolali rezina va polixlar vinil bilan izolyasiya qilingan simlarga uzoq vaqt davomida ruxsat etilgan toklar (A).

Tok uzatadigan tolasini yuzasi (mm ²)	Ochik yotkizilgan simlar	Tok yuklamalari (A).		
		Bitta trubada o'tkazilgan simlar		
		Ikkita bir tolali simlar	Uchta bir tolali	To'rtta bir tolali
1,0	17/ -	16/ -	15/ -	14/ -
1,5	23/ -	19/ -	17/ -	16/ -
2,5	30/24	27/20	25/19	25/19
4	41/32	38/28	35/28	30/23
6	50/39	46/36	42/32	40/30
10	80/55	70/50	60/47	50/39

16	100/80	85/60	80/60	75/55
25	140/105	115/85	100/80	90/70
35	170/130	135/100	125/95	115/85
50	215/165	185/140	170/130	150/120
70	270/210	225/175	210/165	185/140
95	330/255	275/215	255/200	225/175
120	385/295	315/245	290/220	260/200
150	440/340	360/275	330/255	-

Sur'atda – mis simlar uchun maxrajda alyumin simlar uchun ruxsat etilgan toklar.

Ilova – 12.

Mis tolali rezina bilan xamda metal lenta bilan himoyalangan simlar, mis va alyumin tolali rezina bilan izolyasiyalangan ko'rg'oshin, xlovinilitli va yonmaydigan rezina qobug'li, ronlangan va bronlanmagan kabellarga ruxsat etilgan toklar.

Tok o'tadigan tolasini yuzasi (mm ²)	Simlar va kabellar				
	Bir tolali	Ikki tolali		Uch tolali	
	Yotkizilish				
	Havoda	Havoda	Erda	Havoda	Erda
1,5	23/ -	19/ -	33/ -	19/ -	27/ -
2,5	30/23	27/21	44/34	25/19	38/29
4	41/31	38/29	55/42	35/27	49/38
6	50/38	50/38	70/55	42/32	60/46
10	80/60	70/55	105/80	55/42	90/72
16	100/75	90/70	135/105	75/60	115/90
25	140/105	115/90	175/135	95/75	150/115
35	170/130	140/105	210/160	120/90	180/140
50	215/165	175/135	265/205	145/110	225/175
70	270/210	215/165	320/245	180/140	275/210
95	325/250	260/200	385/295	220/170	330/255
120	385/295	300/230	445/340	260/200	385/295
150	440/340	350/270	505/390	305/235	435/335
185	510/395	405/310	570/440	350/270	500/385
240	605/465	-	-	-	-

Sur'atda mis simlar uchun maxrajda alyumin simlar uchun.

Ilova – 13

Erda yotkizilgan kabellar soniga kiritilgan to'g'irlash koeffitsientlar.

Oraliq masofasi (mm)	Kabellar soni					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,71
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,80	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Ilova – 14.

Erga yotkizilgan mis va alyumin tolali moy kanifolga simdirilgan kog'oz bilan zolyasiyalangan ko'rg'oshin yoki alyumin kobig'li kabellarga ruxsat etilgan yuklamalar.

Kabellarni tolasini yuzasi (mm ²)	1kV-gacha o'zgar-mas tok uchun bir tolali kabellar	Uch tolali kabellar			To'rt tolali kabellar 1kV-cha
		35 kV-cha	6 kV	10 kV	
		Tolalarga ruxsat etilgan xarorat			
		80°	65°	60°	80°

2,5	-	40/31	-	-	-
4	80/60	55/42	-	-	50/38
6	105/80	70/55	-	-	60/45
10	140/110	95/75	80/60	-	85/65
16	175/135	120/90	105/80	95/75	115/90
25	235/180	160/125	135/105	120/90	150/115
35	285/220	190/145	160/125	150/115	175/135
50	360/275	235/180	200/155	180/140	215/165
70	440/340	285/220	245/190	215/165	265/200
95	520/400	340/260	295/225	265/205	310/240
120	595/460	390/300	340/265	310/240	350/270
150	675/520	435/335	390/300	355/275	395/305
185	755/580	490/380	440/340	400/310	450/345
240	880/675	570/440	510/390	460/355	-

Ilova – 15.

Ochiq havoda joylashgan mis va alyumin tolali moykanifolga simdirilgan kog'oz bilan izolyasiyalangan ko'rg'oshin yoki alyumin kobig'li kabellarga ruxsat etilgan yuklamalar

Kabel tolasini yuzasi (mm ²)	Bir tolali kabellar	Uch tolali kabellar			To'rt tolali kabellar
	1 kV gacha	3 kV gacha	6 kV	10 kV	1 kV
	Tolalarni xarorati				
	80°	80°	65°	60°	80°
2,5	40/31	28/22	-	-	-
4	55/44	37/29	-	-	-
6	75/55	45/35	-	-	45/35
10	95/75	60/45	55/43	-	60/45
16	120/90	80/60	65/50	60/46	80/60
25	160/125	105/80	90/70	85/65	100/75
35	200/155	125/95	110/85	105/80	120/95
50	245/190	155/120	145/110	135/105	145/110
70	305/235	200/155	175/135	165/130	185/140
95	360/275	245/190	215/165	200/155	215/165
120	415/320	285/220	250/190	240/185	260/ -
150	470/360	330/255	290/225	270/210	300/ -
185	520/405	375/290	325/250	365/235	340/ -
240	610/470	430/330	375/290	350/270	-

Ilova –16 .

O'rta xarorat +15°S bo'lgan suv ostiga yotkizilgan mis va alyumin tolali moykanifolga simdirilgan kog'oz bilan izolyasiyalangan ko'rg'oshin yoki alyumin kobig'langan kabellarga ruxsat etilgan yuklamalar.

Kabelni tolarini yuzasi (mm ²)	Uch tolali kabellar			To'rt tolali kabellar
	3kV-gacha	6 kV	10 kV	1 kV-gacha
	Kabelni tolarini xarorati			
	80°	65°	60°	80°
10	-	-	-	-
16	-	135/105	120/9-	-
25	210/160	170/130	150/115	195/150

35	250/190	205/160	180/140	230/175
50	305/235	255/195	220/170	285/220
70	375/290	310/240	275/210	350/270
95	440/340	375/290	340/260	410/315
120	505/390	430/330	395/305	470/360
150	565/435	500/385	450/345	-
185	615/475	545/420	510/390	-
240	715/550	625/480	585/450	-

Ilova – 17.

Maksimal qizish +50°S cha bo‘lgan erda, suv ostida va havoda o‘tkaziladigan mis va alyumin tolali moykonifolga simdirilgan kog‘oz bilan izolyasiyalangan uch tolali kabellarga ruxsat etilgan yuklamalar.

Tok o‘tkazadigan tolalarni yuzasi (mm ²)	10 kV			35 kV		
	erda	suvda	havoda	erda	suvda	havoda
25	110/85	120/90	85/65	-	-	-
35	135/105	145/110	100/75	-	-	-
50	165/120	180/140	120/90	-	-	-
70	200/155	225/175	150/115	195/150	210/160	145/110
95	240/185	275/210	180/140	235/180	255/195	180/140
120	275/210	315/245	205/160	270/210	290/255	205/160
150	315/240	350/270	230/175	310/240	-	-
185	355/275	390/300	265/205	-	-	-

Ilova – 18.

Maksimal qizishi +65°S bo‘lgan erda, suvda va havoda o‘tiladigan mis yoki alyumin tolali alohida va umumiy izolyasiyalangan va ko‘rg‘oshin kobig‘li, uch fazali kabellarga ruxsat etilgan yuklamalar.

Tok o‘tkizadigan tolalarni yuzasi (mm ²)	erda	suvda	havoda
16	90/70	100/75	65/50
25	120/90	140/110	90/70
35	145/110	175/135	110/85
50	180/140	220/170	140/110
70	220/170	275/210	170/130
95	265/205	335/260	210/160
120	310/240	385/295	245/190
150	355/275	450/345	290/225

Ilova – 19.

Ochiq izolyasiyalangan va kabellarni erda, suvda va havoda xarorati oshishida ishlatilishida ruxsat etilgan toklarga kiritiladigan moslashtirish koeffitsienti.

Xavoni xisoblangan xarorati (gra)	Normallangan xarorat (gra)°	Havoni haqiqiy xarorati (gradus)											
		-5	0	+5	+10	+15	20+	+25	+30	+35	+40	+45	+50

15} 25	80	1,14 1,24	1,11 1,20	1,08 1,17	1,04 1,13	1,00 1,09	0,96 1,04	0,92 1,00	0,88 0,95	0,83 0,90	0,78 0,85	0,73 0,80	0,68 0,74
+15 25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15} 25	65	1,18 1,32	1,14 1,27	1,10 1,22	1,05 1,17	1,00 1,12	0,95 1,06	0,89 1,00	0,84 0,94	0,77 0,87	0,71 0,79	0,63 0,71	0,65 0,61
15} 25	60	1,20 ,36	1,15 1,31	1,12 1,25	1,06 1,23	1,00 1,15	0,94 1,08	0,88 1,00	0,82 0,92	0,75 0,82	0,67 0,71	0,57 0,58	0,47 0,41
15} 25	55	1,22 1,41	1,17 1,35	1,12 1,29	1,07 1,23	1,00 1,15	0,93 1,08	0,86 1,00	0,79 0,91	0,71 0,82	0,61 0,71	0,50 0,58	0,36 0,41
15} 25	50	1,25 1,48	1,20 1,41	1,14 1,34	1,07 1,26	1,00 1,18	0,93 1,09	0,84 1,00	0,76 0,89	0,66 0,78	0,54 0,63	0,57 0,45	- -

Ilova – 20.

Po'lat alyumin sim osilgan havo liniyalarda sig'im o'tkazuvchanligi.

Simlarni o'rtasidagi o'rtacha masofasi (mm)	Simlarni markalari					
	AS - 70	AS - 95	AS - 120	AS - 150	AS - 185	AS - 240
	Sig'imni o'tkazuvchanligi $10^{-6} \frac{I}{OM \cdot KM}$					
3000	2,79	2,87	2,92	2,97	3,03	3,10
3500	2,78	2,81	2,85	2,90	3,96	3,02
4000	2,68	2,75	2,79	2,85	2,90	2,96
4500	2,62	2,69	2,74	2,79	2,84	2,89
5000	2,58	2,65	2,69	2,74	2,82	2,85
5500	-	-	2,67	2,70	2,74	2,80
6000	-	-	-	-	-	2,76

Ilova – 21.

Mis tolali uch fazali kabellarni sig'im o'tkazuvchanligi.

Tolalarni yuzasi (mm ²)	Kabellarni nominal kuchlanishi (kV)		
	6	10	35
10	$60 \cdot 10^{-6}$	$50 \cdot 10^{-6}$	-
16	$69 \cdot 10^{-6}$	$57 \cdot 10^{-6}$	-
25	$91 \cdot 10^{-6}$	$72 \cdot 10^{-6}$	-
35	$104 \cdot 10^{-6}$	$82 \cdot 10^{-6}$	-
50	$119 \cdot 10^{-6}$	$94 \cdot 10^{-6}$	-
70	$141 \cdot 10^{-6}$	$100 \cdot 10^{-6}$	$63 \cdot 10^{-6}$
95	$163 \cdot 10^{-6}$	$119 \cdot 10^{-6}$	$68 \cdot 10^{-6}$
120	$179 \cdot 10^{-6}$	$132 \cdot 10^{-6}$	$72 \cdot 10^{-6}$
150	$202 \cdot 10^{-6}$	$144 \cdot 10^{-6}$	$79 \cdot 10^{-6}$
185	$229 \cdot 10^{-6}$	$163 \cdot 10^{-6}$	$85 \cdot 10^{-6}$

Ilova – 22.

Moy bilan sovitiladigan ikki chulg'amli uch fazali quvvat transformatorni asosiy parametrlari.

Turi	Kuvvati (kV.A)	YUkori kuchlanish (kV)	Kiska kuchlanishi Ik %	Salt xolat toki (U %)	Isrof		Og'irligi (kG.)		
					Salt xolat (vm.)	Kiska tutashuv (Vm.)	CHikariladigan kismi.	Moy	Tolik.
TM-10/6	10	6,3	5,5	10,0	105	335	125	130	345

TM-30/6	30	6,3	5,5	9,0	180	600	150	125	365
TM-30/10	30	10,5	5,5	10,0	220	600	250	175	525
TM-63/6	63	6,3	5,5	7,0	350	1325	260	240	640
TM-63/10	63	10,5	5,5	8,0	440	1325	340	265	700
TM-100/6	100	6,3	5,5	6,5	600	2400	450	280	890
TM-100/10	100	10,5	5,5	7,5	730	2400	475	345	1000
TM-100/35	100	36,5	6,5	8,0	900	2400	640	600	1500
TM-180/6	180	6,3	5,5	6,0	1000	4000	605	345	1280
TM-180/10	180	10	5,5	7,0	1200	4100	660	430	1360
TM-180/35	180	35	6,5	8,0	1500	4100	920	790	2100
TM-250/6	250	6,3	5,5	6,0	1600	6070	880	480	1730
TM-250/10	250	10,5	5,5	7,0	1900	6200	860	520	1780
TM-250/35	250	35	6,5	7,5	2300	6200	1230	970	2730
TM-560/10	560	10,5	5,5	6,0	2500	9400	1460	1000	3040
TM-560/35	560	35	6,5	6,5	3350	9400	1900	1310	3930
TM-751/10	750	10,5	5,5	6,0	4100	11000	2060	1615	4690
TM-1000/10	1000	10,5	5,5	5,0	4900	15000	2380	1680	4980
TM-1000/35	1000	35	6,5	5,5	5100	15000	2850	2170	6380
TM-2500/10	2500	10,5	5,5	4,5	8000	24000	3680	3190	8910
TM-2500/35	2500	35	6,5	5,0	8300	24000	3900	3130	9070
TM-4000/10	4000	10,5	5,5	4,0	11000	37000	5200	5070	13170
TM-4000/35	4000	35	7,0	4,5	11500	37000	5530	4970	13500
TM-6300/10	6300	10,5	5,5	4,0	18000	56000	8000	6370	19460
TM-6300/35	6300	35	7,5	4,5	18500	57000	8400	6270	19400
TM-10000/10	10000	10,5	10,5	3,5	38500	97500	14300	15000	40100
TM-10000/35	10000	37	7,5	4,5	18500	56700	8000	6470	20460
TM-10000/110	10000	110	10,5	3,5	38500	97500	14300	15000	42000
TM-16000/110	16000	110	10,5	3,5	50000	133000	21300	16500	50300
TM-20000/110	20000	110	10,5	3,5	60000	163000	26700	17500	59000
TM-25000/110	25000	110	10,7	3,0	63000	165000	27000	17500	59500
TM-40000/110	40000	110	10,5	2,7	86000	200000	3250	21500	72000

Ilova – 23.

Uch fazali, uch chulg'amli transformatorni texnikaviy parametrlari.

Transformatori turi	Nominal quvvati M V . A	Kuchlanishni boglanishi			Isrofi kV			Kiska tutashuv kuchlanishi Ik %			Salt xolatdagi tok %	Kuchlanishni rostdash chegarasi	Gabaritlarni parametrlari (MM)				To'lik ogirligi (tonnada)
		V.N.	S.N.	N.N.	Salt xolati		Kiska tutashuv	V.N. – S.N	V.N.– N.N	S.N.– N.N			To'lik balandligi.	Kop kochigacha bo'lgan balandligi	Uzunligi	Kengligi	
					Saviyasi A	Saviyasi V											

TMTN	6,3	35,0	10,5	6,3	10	12	55	7,5	7,5	16	12		4500	2800	5200	4300	26,5
TDT M	10,0	36,75	13,8		16	19	75	8 _(16,5)	16,5 ₍₈₎	7,0	1,0		5200	3050	6000	4300	35,0
TMT N	10,0	36,75	13,8		16	19	75	8 _(16,5)	16,5 ₍₈₎	7,0	1,0		5200	3050	6000	4300	35,0
TDT N	16,0	36,75	15,75		23	28	115	8 _(16,5)	16,5 ₍₈₎	7	0,95		5500	3480	6500	4300	47,0
TMT N	16,0	36,75	15,75		23	28	115	8 _(16,5)	16,5 ₍₈₎	7	0,95		5500	3480	6500	4300	47,0

Qovusni ichida berilgan raqamlardan foydalanadi, agar VN. – N.N. bilan SN – NN., chulgʻamlar joyi bilan almashgan xolda.

Ilova – 24.

Kuchlanish 6 – 10 kV liniyalarga ketma-ket ulangan kondensatorlar.

Turalari	Kuchlanishi (kV)	Kuvvati (kVAr)	Toki (A.)	Sigʻimi (MKF)	Qarshiligi (Om) 50gs uchun
KPM – 1 – 50	1,0	50	50,0	160	20,0
KPM- 0,6–50–1	0,6	50	83,5	442	7,2
KPM- 0,6–25–1	0,6	25	41,7	221	14,4
KPM-0,6–12,5–1	0,6	12,5	20,9	110	28,8
KM 2– 1,05	1,05	25	23,8	72	44,2
KM – 1,05	1,06	10	9,55	29	110,0

Ilova – 25.

Sinxron kompensatorlarni asosiy parametrlari.

Uzib ketadigan toklardagi nominal quvvati (kVA)	Nominal kuchlanish (V)	Nominal rejimda isrofi (kVt.)
5000	3150	160
7500	6300	235
6500	6600	195
10000	11000	235
9000	6600	230
15000	11000	340
13500	6600	325
20000	11000	440
30000	11000	600
50000	11000	900

Ilova – 26.

Simlarni fizika – mexanik xususiyati.

Fizikaviy qiymatlar	Simlarni materiali					
	Mis simlar	Alyumin simlar	Poʻlat			Poʻlat alyumin simlar
			Bir tolali simlar	Koʻp tolali simlarni, ularni diametrlari (mm)		
				>2	<2	
Vaqtinchalik qarshiliklar Gvr(kG/mm ²)	30	15-16	44	65	70	120
Metalni oquvchanlikni chegarasi (kG/mm ²)	28	11	20	40	50	85
Elastiklik moduli E (kG/mm ²)	13000	6300	20000	20000	20000	20000
CHOʻzilish elastik koeffitsienti β (mm ² /kG)	77·10 ⁻⁶	16·10 ⁻⁶	50·10 ⁻⁶	50·10 ⁻⁶	50·10 ⁻⁶	50·10 ⁻⁶
Xarorat taʼsirida boylab choʻzilish	17·10 ⁻⁶	23·10 ⁻⁶	12·10 ⁻⁶	12·10 ⁻⁶	12·10 ⁻⁶	12·10 ⁻⁶

koeffitsienti L(1/1°)						
Ob'em xajmi V (kG/dm ²)	8,9	2,7	7,85	7,85	7,85	7,85

Ilova – 27.

Berilgan Cos φ uchun Sin φ va tg φ uchun «φ» burchaklarni qiymatlari.

Cos φ	φ	Sin φ	tg φ	Cos φ	φ	Sin φ	tg φ
1	0	0	0	0,72	43°57 ¹	0,6937	0,9635
0,99	8°06 ¹	0,1412	0,1425	0,71	44°46 ¹	0,7042	0,9918
0,98	11°29 ¹	0,1990	0,2031	0,70	45°34 ¹	0,7140	1,020
0,97	14°04 ¹	0,2430	0,2505	0,69	46°22 ¹	0,7238	1,049
0,96	16°16 ¹	0,2800	0,2917	0,68	47°09 ¹	0,7330	1,078
0,95	18°12 ¹	0,3123	0,3287	0,67	47°56 ¹	0,7424	1,108
0,94	19°57 ¹	0,3412	0,3630	0,66	48°42 ¹	0,7511	1,138
0,93	21°34 ¹	0,3676	0,3953	0,65	49°27 ¹	0,7592	1,169
0,92	23°04 ¹	0,3919	0,4260	0,64	50°12 ¹	0,7686	1,201
0,91	24°30 ¹	0,4146	0,4556	0,63	50°57 ¹	0,7768	1,233
0,90	25°51 ¹	0,4360	0,4844	0,62	51°41 ¹	0,7845	1,265
0,89	27°08 ¹	0,4560	0,5124	0,60	52°25 ¹	0,7924	1,299
0,88	28°21 ¹	0,4750	0,5398	0,61	53°08 ¹	0,8000	1,334
0,87	29°32 ¹	0,4931	0,5668	0,59	53°51 ¹	0,8071	1,368
0,86	30°41 ¹	0,5103	0,5934	0,58	54°33 ¹	0,8145	1,403
0,85	31°47 ¹	0,5267	0,6197	0,57	55°15 ¹	0,8214	1,441
0,84	32°52 ¹	0,5426	0,6459	0,56	56°57 ¹	0,8282	1,482
0,83	33°54 ¹	0,5578	0,6720	0,55	56°38 ¹	0,8350	1,520
0,82	34°55 ¹	0,5724	0,6980	0,54	57°19 ¹	0,8419	1,559
0,81	35°54 ¹	0,5864	0,7240	0,53	58°00 ¹	0,8480	1,600
0,80	36°52 ¹	0,6000	0,7500	0,52	58°40 ¹	0,8544	1,648
0,79	37°11 ¹	0,6131	0,7761	0,51	59°20 ¹	0,8599	1,686
0,78	38°44 ¹	0,6257	0,8023	0,5	60°00 ¹	0,8660	1,732
0,77	39°39 ¹	0,6380	0,8286	0,45	63°15 ¹	0,8930	1,984
0,76	40°32 ¹	0,6499	0,8551	0,4	66°25 ¹	0,9164	2,290
0,75	41°25 ¹	0,6614	0,8819	0,35	69°31 ¹	0,9366	2,674
0,74	42°16 ¹	0,6726	0,9089	0,3	72°32 ¹	0,9539	3,180
0,73	43°07 ¹	0,6834	0,9362	0,25	75°31 ¹	0,9680	3,867

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Karimov I.A. Po puti bezopasnosti i stabilnogo razvitiya: T.6.: «Uzbekistan», 1998, 413s.
2. Karimov I.A. «E'rishilgan yutuqlarni mustaxkamlab, yangi marralar sari izchil xarakat qilishimiz zarur». Qishloq xayoti, 2006 yil 14 fevral, № 20-21 (7.014)
3. Stekolnikov I.S., Fizika molnii i grozozamita, izdanie «Energoatomizdat» 1998, 234 s.
4. Arxipova E.P., KartI geograficheskogo raspredeleniya chisla dney s grozoy na territorii SNG, TrudI Glavnoy geofizicheskoy observatorii imeni A.I. Voeykova, gidrometeizdat, 1999, 327 s.
5. Korsunsev A.V., Merxalev S.K., ProtsessI v zemle pri impulsnIx tokax i raschet impulsnIx karakteristik odinochnIx zazzemleniy, Izvestiya NIIPT, 1998, 456 s.
6. Vayner A.L., SHerensis A.N., Zazemlyayuyemie ustroystva na liniyax elektroperedachi 110-500 kV, «Elektricheskie stansii», 1999, №1, 16-19 s.
7. Babikov M.A., Sergeev A.S., Komarov N.S., Texnika vIsokix napryajeniy, Gosenergoizdat, 2000, 245 s.
8. Burgsdorf V.V., Issledovanie grozozamitI energosistem, «Elektrichestvo», 1998g, №2.
9. Buchinskiy V.E., Gololed i borba s nim, Gidrometreorizdat, 1999, 46 s.
10. Norinder, Issledovanie grozovIx razryadov, seriya «Energetika zarubejom», Gosenergoizdat, 1998, 421 s.
11. Djonson, SHuls, KommutatsionnIe perenapryajeniya na podstansiyax vIsokogo napryajeniya, sbornik statey «PerexodnIe protsessI v elektricheskix setyax», Gosenergoizdat, 1998, 125 s.
12. Belyakov N.N., Issledovaniya perenapryajenii pri dugovIx zamlkaniya na zemlyu v setyax 6-10 kV s izolirovannoy neytralyu, «Elektrichestvo», 1998. №5, 12-14 s.
13. Berger i Pixard, Perenapryajeniya pri odnofaznIx dugovIx zamlkaniyax, Gosenergoizdat, 1999, 265 s.
14. Lixachev F.A., Vosstanovlenie napryajeniya na povrejdennoy faze posle gasheniya zazemlyayuyemy dugi, «Elektricheskie stansii» 2000g, №8, 14-19.
15. Gribov A.P., Kravets YU., VInujdannaya sostavlyayuyayaya kommutatsionnIx perenapryajenie v dalnix elektroperedachax i sposobI ee ogranicheniya, «Energetika» 2001 g, №11, 12 s.
16. Dolginov A.I., CHastnIy metod rascheta zatuxaniya i iskajeniya voln, Izvestiya VUZov, «Energetika», 2001, №2, 23-24 s.
17. Kostenko M.V., «Deformatsiya voln v mnogoprovodnoy linii vsledstvie soprotivleniya zemlii provodov», «Elektrichestvo», 2000 g, №6, 34-35 s.
18. Astanin L.P., Blagosklonov K.N. Oxrana prirodi, -M.: Energiya,, 2004 g, 364 s.
19. Anisnenko V.A. Effektivnost v elektroenergetike, Elektropotreblenie, energosnabjenie, elektrooborudovanie: Tez. Dokl. Vserossiyskoy nauchno-texnicheskoy konferensii.- Orenburg. 1999. 416 s.
20. Barinov V.A. i dr. Rejim energosistem: metodI analiza i upravleniya. M. Energiya, 2001, 90-438 s.
21. Burguchev S.A. «Elektricheskie stansii, podstansiya i sistema» M.: «Kolos» PUE- 1984 g.
22. Budzko I.A. i Stepanov V.N. «Elektricheskaya linii i seti selxoznaznacheniya». M. «Kolos», 1997, 231 s.
23. Soldotkita A.A. «Elektricheskie seti i sistemI» M. «Energiya», 2001, 345 s.
24. Eremin L.M. Ocherki ob elektroenergetike YAponii: zarubejnIy opIt // energetik. 2000. M.: 21-23 s.
25. Zamkov O.O., Tolstopyatenko A.V., CheremIx YU.N. Matematicheskie metodI v ekonomike, -M.: 1997. 197 s.
26. Kontrovich L.V. Ekonomicheskij raschet nailuchshego ispolzovaniya resursov. M.: Nauka. 1960. 207 s.
27. Novgorodirov B.P. «Konstruksii i mexanicheskij raschet linii operedach» - M.: Nauka. 1999. 316 s.

28. Kratkiy spravochnik. Osnovnye tekhniko-ekonomicheskix pokazateley Uzbekskoy energosistemI. Tashkent, 1997. 23 s.
29. Ob osnovnyx polozheniyax Energeticheskoy strategii Rossii na period do 2002 g.// Energetik – 2000. №9. 2-5 s.
30. Posobie k kursovomu i diplomnomu proektirovaniyu dlya elektroenergeticheskix spetsialnostey. M.: 1981. 304 s.
31. Pyastolov A.A., Eroshenko G.P. Eksploatatsiya elektrooborudovaniya. –M.: Agropromizdat, 1990, 287 s.
32. Razvitiya elektroenergetiki soyuznyx respublik / Informenergo. –M.: Energoatomizdat. 1988. 272 s.
33. Razvitiye energetiki stran SNG 7/ Informenergo-M.: Energiya 1999. 24-28 s.
34. Avtomatika elektroenergeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya vuzov/ O.P.Alekseev, V.E.Kazanskiy, V.L.Kozis i dr. ; Pod red. V.L.Kozisa i N.I.Ovcharenko –M.: Energoizdat, 1981. 480., il.
35. Svedeniya iz saytov interneta: [http://: www/transformator1/ru](http://www/transformator1/ru) i www/kztt/ru

Mundarija

1	I – Bob. Kirish	5
	§1. O‘zbekistonda elektr energiyani rivojlanishi.	5
	§2. Elektr energiyani ishlab chikarish.	6
	§3. Xo‘jalik elektr ta‘minoti.	7
2	II- Bob Suv xo‘jalik elektr ta‘minot vazifasi.	10
	§1. Elektr energiyani vazifalari.	10
	§2. Xo‘jalik iste‘molchilarni elektr ta‘minotini ishonchligi	
	§3. Suv xo‘jaligi elektr ta‘minotini ishonchligini oshirish choralari.	11
		12
3	III- Bob	14
	§ 1. Sirtki elektr tarmoklarni tuzilishi.	14
	§ 2. Elektr ta‘minot tarmoklardagi simlar va kabellar.	15
	§ 3. Simlarni aktiv va reaktiv karshiligi	18
4	IV- Bob Iktisodiy ko‘rsatmalar asosida elektr tarmoklarni xisobi.	
	§ 1. Elektr energiyani uzatish tannarxi va keltirilgan sarflar.	20
	§ 2. Elektr tarmokdagi energiyani isrofi.	
	Masalalar.	20
		23
		26
5	V- Bob Simlar va kabellar asosida xisoblash.	29
	§1. Ochik simlarni kizishi asosida ruxsat etilgan yuklamalar.	
	§ 2. Izolyasiyalangan simlarni kizishi.	29
	§ 3. Kabellarni kizishi.	30
	§5.3.1. Erga yotkizilgan kabellarga uzoq ruhsat etilgan yuklamalari	31
	5.3.2. Simlar va kabellarni eruvchan saqlagichlar bilan ximoyalash	31
	Masalalar.	32
		35
6	VI- Bob Elektr tarmoklardagi kuchlanishni isrofini xisoblash.	
	§ 1. Teng yuklangan uch fazali tarmoklardagi kuchlanishni isrofini aniklash.	40
	1.1. O‘zgarimas tok tarmoklarni xisoblash.	40
	1.2. O‘zgaruvchan uch fazali tarmoklarni xisoblash.	40
	1.3. Uch fazali magistral liniyalardagi o‘zgarimas kesim yuzali simlarni xisoblash.	42
	1.4. Uch fazali tarmoklarni metal xajmini kam sarf kilish usuli asosida xisoblash.	44
		45
	§ 2. Teng yuklanmagan uch fazali tarmoklarni xisoblanishi.	
	2.1. Uch burchak shaklida ulangan bir fazali yuklamalarni xisoblash.	47
	2.2. Bir fazali yuklamalarni yulduz shaklida ulanishi	48
	§ 3. Murakkab liniyalarni hisoblash.	50
	§ 4. To‘rt simli tarmoqlarda teng bo‘lmagan fazalardagi aktiv yuklamalar	52
	§5. Elektr tarmoqlarda ruhsat etilgan kuchlanishni isrofini aniqlash	55
	5.1. Kuchlanishni og‘ishiga elektr qurilmalardagi elementlarini ta‘sirlari	57
	5.1.1. Elektr stansiyalardagi generatorlar	59

	§6. Ruhsat etilgan kuchlanish isrofini aniqlash	59
	Masalalar.	61
		66
7	VII- Bob. Elektr tarmoqlarni hisoblash.	88
	§1. Havo tarmoqlarini mexanik echimi	88
	§ 2. Simlardagi mexanik yuklamalarni aniklash.	88
	§ 3. Simlarni mexanik echimi.	90
	Masalalar.	95
8	VIII- Bob. Xujalik tarmoklaridagi kuchlanishni rostdash.	98
	§ 1. Xo'jalik elektr stansiyalaridagi generatorlarni qo'llanilishini rostdagich	103
	§ 2. Tarmoqlardagi kuchlanish rostdagichlar	98
9	IX- Bob. Kiska tutashuv toklari va erga ulanish. Umumiy tushunchalar.	102
	§ 1.Hisoblash sxemalarini tuzish	103
	§ 2. Qisqa tutashuvni boshlang'ich davri	107
	§ 3. 1kV dan yuqori kuchlanish bo'lgan qishloq xo'jaligi tarmoqlarida qisqa tutashuv tokini topish	110
	§ 4. Nosimmetrik qisqa tutashuv	111
	§ 5. 380 V kuchlanishli tarmoqlardagi qisqa tutashuv tokini aniqlash	114
	§ 6. Izolyasiyali neytralli tarmoqlarda erga tutashuv	115
	§ 7. Izolyasiyali neytralli tarmoqlarda erga tutashuv.	115
	Masalalar.	116
10	X- Bob Xo'jalik podstansiyalar.	124
	§ 1. Umumiy tushunchalar	129
	§ 2.Tuman transformator podstansiyalarni yuqori kuchlanishi taksimlash qurilmalari konstruk-siyalari	124
	§ 3. O'lchov transformatorlari	128
	§ 4. Taqsimlangan tizimlarni (TT) tok o'tkazuvchi qismlari va apparatlari	131
	§ 5. YUqori kuchlanish apparatlari	134
	§ 6. Elektr apparatlarni tanlash.	140
11	XI- Bob. YUqori kuchlanishlar va ulardan ximoya	144
	§ 1. YUqori kuchlanishlar va ularni klassifi-katsiyalari	144
	§ 2. Atmosferadagi (sirtki) yuqori kuchlanishlar	145
	§ 3. Muhitni ta'siridan kelib chiqqan yuqori kuchlanishdan saqlash. Elektr uskunalardagi yuqori kuchlanishlar va ularning klassifikatsiyasi.	146
	§ 4. YAshin qaytargichini ximoya maydoni	147
	§ 5. Muhitning ta'siridan kelib chiqqan yuqori kuchlanish to'liqlaridan ximoya	151
12	X11- Bob. Elektr tarmoq tizimlarini rele ximoyasi va avtomatikasi.	154
	§ 1. Relelarni klassifikatsiyasi	154
	§ 2. Induksion prinsipda ishlaydigan rele	156
	Relelarni ishlash prinsiplari va klasifikatsiyasi. Relelarni operativ tok manbalari.	163
	§ 3. Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan elektr tarmoqlarni rele ximoyasi. Ko'llaniladigan ximoyalarni prinsiplari.	
	§ 4. Tok ximoyasini asosi (organlari). Kismlari	158
	§ 5. O'zgaruvchan operativ tokda ishlaydigan katta tok	158

	ximoyasini o‘ziga xos xususiyati.	
	§ 6. Katta tok ximoyasini sxemalari va umumiy baxolanishi.	159
	§ 7. Ximoyani tuzilish sxemalari	160
	§ 8. Liniyalardagi katta tok ximoyasi	160
	§ 9. Katta tok ximoyasini ishlash tokini aniqlash	162
	§ 10. Katta tok ximoyasini ishlash vaktini aniqlash	163
	§ 11. Vaqtsiz ishlaydigan katta tok keskich ximoyasi	164
	§ 12. Kuchlanish relesi bilan blokirovka qilingan maksimal tok ximoyasi	165
	§ 13. Ximoya parametrlari	167
	§ 14. Yo‘nalgan katta tok ximoyasi	167
	§ 15. IMB va RMB seriyali yo‘nalgan quvvat relesi	169
	§ 16. IMB-170 va RMB-170 seriyali quvvat relelarini tuzilishi va ishlash prinsiplari	170
	§ 17. Quvvat relesini asosiy xarakteristikalari	170
	§ 18. Ortiqcha yuklamadan saqlaydigan tok ximoyasi	171
	§ 19. Ximoyani sezgirligi	172
	§ 20. Differensial ximoya	172
	§ 21. Elektr motorlarni ximoyasi va avtomatlashtirish	173
	§ 22. 1000 V dan kam kuchlanishda ishlaydigan motorlarni ximoyasi va avtomatikasi	175 179
	§ 23. Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo‘lgan elektr motorlarni ximoyasi va avtomatikasi	180
	§ 24. Elektr motorlarni ortiqcha yuklamadan ximoya qilish	177
	§ 25. Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo‘lgan bir manbali elektr tarmoqlarning avtomatikasi	177
	§ 26. Rezerv liniyalarni avtomatik xolatda ulash qurilmasining sxemalari	179
	§ 27. Elektromagnit uzatmali uzgichli sxemalardagi AVR qurilmasi	180
	§ 28. Avtomatik qayta ulash qurilmasiga quyilgan talablar va ularning parametrlarini topish	182
	§ 29. AQU elektr sxemasi	183
	Masalalar	184 188
13	XIII- Bob Rezerv elektrostansiya.	194
	§ 1. Rezerv elektrostansiyalarni quvvatini aniqlash va ularni joylashtirish	202
14	XIV-bob. Elektr tarmoqlarni loyixalash asoslari	197
	§ 1. Elektr ta‘minot sxemalarni aniqlashdagi dastlabki xabarlar	
	§ 2. Qishloq va suv xo‘jaligi elektr ta‘minotini texnik-iqtisodiy kursatmalari	197
		198
15	Ilovalar	201
16	Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati	204