

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

Energetika fakulteti

5310200- “Elektr energetikasi” (elektr ta’minoti) bakalavr
ta’lim yo‘nalishi talabasi

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

**Mavzu: 500/220/110/10 kV “G‘uzor” podstantsiyasidan chiquvchi
“G‘armiston” 110 kVli liniyasining masofali himoyasi hisobi.**

Rahbar: _____

Xushmurodov A.R.

Ishni bajaruvchi: _____

Jo‘rayeva R.M.

«Ximoyaga ruxsat etildi»

«Ximoya uchun DAK ga yuborildi»

Kafedra mudiri:

Fakultet dekani:

Imzo **dots. A.B.Sa’dullaev**
 ilmiy unvoni, F.I.SH.

Imzo **dots. X.A.Ravshanov**
 ilmiy unvoni, F.I.SH.

«_____» _____ 2018 y.

«_____» _____ 2018 y.

Qarshi 2018 yil

ANNOTATSIYA

**Mavzu: 500/220/110/10 kV “G’uzor” podstantsiyasidan chiquvchi
“G’armiston” 110 kVli liniyasining masofali himoyasi hisobi.**

Mavzuning dolzarbligi: Energetika tizimlarning elektr qismlaridagi shikastlanish va nonormal holatlarni bartaraf qilish releli himoyaning asosiy vazifasidir. Shu bilan birga releli himoya tizimni ishonchli va mustahkam ish holatini ta’minlaydi. Energetika tizimlarining quvvatini shiddat bilan oshishi, bir necha tizimlarni birlashuvi, xatto davlatlararo tizimlarni tashkil topishi releli himoyaning vazifasini yanada oshiradi. Elektr tizimlarini va iste’molchilarini normal ishlashlari uchun shikastlangan qurilma, elektr liniyalari tezda aniqlanilishi, o’chirilishi kerak va shu orqali qolgan elektr iste’molchilari va energetik tizimni normal ishlashiga sharoit yaratilishi kerak. Ushbu ishda 110 kV kuchlanishli EXUL masofaviy ximoyasini ko‘rib chiqamiz.

Ishning maqsadi va vazifalari:

- Masofaviy ximoya tasnifini ko‘rib chiqish;
- Kuchlanishi 110 kV shaxobchali bir liniyali masofaviy ximoyasi asosiy xisobiy shartlari;
- Tarmoqlangan 110 kv liniyalarda masofaviy himoya hisobi;
- Tarmoqlangan 110 kv liniyalarda masofaviy himoya hisobi;

Ishni ob’ekti va predmeti: Tarmoqlangan va tarmoqlanmagan 35 kV kuchlanishli elektr xavo uzatish liniyalari.

Tadqiqot uslubi va uslublari: Qisqa tutashuvlarni hisoblash usullari, masofaviy ximoya shartlarini hisoblash usullari.

Amaliy ahamiyati va tadbiqu: Xisoblash va himoyalash natijalari 110 kV kuchlanishli havo liniyalarin masofaviy himoyasini loyixalashtirish ishlarida amaliy ahamiyatga ega va shu jarayonda foydalanilishi mumkin.

Ishning tuzilishi va tarkibi quyidaqilar:

- Masofaviy ximoya tasnifini ko‘rib chiqiladi;

- Kuchlanishi 110 kV shaxobchali bir liniyal masofaviy ximoyasi asosiy xisobiy shartlari ko‘rib chiqildi;

- Tarmoqlangan 110 kv liniyalarda masofaviy himoya hisoblash;

- Tarmoqlangan 110 kv liniyalarda masofaviy himoya hisoblash;

Bajarilgan ishning asosiy natijalari: Kuchlanishi 110 kV tarmoqlangan va tarmoqlanmagan elektr xavo uzatish liniyasining masofaviy himoyasi qurib chiqildi.

Xulosa va takliflar: Xisoblash natijalari kuchlanishi 110 kV elektr xavo uzatish liniyalarini masofaviy ximoyasini loyixalash ishlarida amaliy ahamiyatga ega va shu jarayonda foydalanilishi mumkin.

Mundarija

Kirish.....	7
I.Bob. Umumiy qism.....	11
1.1. Masofali himoya maqsadi va ishlash asosi.....	11
1.2. Masofali himoyalarning sabr vaqtlarini tavsiflari.....	14
1.3. Masofali himoya elementlari va ularning o‘zaro ta’sirlari.....	17
1.4. Masofa relelarining ishlash tavsiflari va ularning kompleks tekislikda tasvirlanishlari.....	19
1.5. Qarshilik relelarining bajarish asoslari va ularning tuzilishlari.....	23
1.6. himoyaning masofa organlari.....	24
II. Bob.Texnologik hisobiy qism.....	31
2.1. Masofali himoyalarning ishga tushirish organlari.....	31
2.2. Masofa organlarini sonini qisqartirish bilan sxemalarni soddalashtirish..	42
2.3. Masofali himoyaning tanlovchanligi.....	46
2.4. Maksimal tokli himoya.....	61
2.5. Maksimal tok himoya sxemalari.....	62
III.Bob. Mehnatni muhofaza qilish	72
I V.Bob. Atrof-muhit muhofazasi.....	76
V.Bob. Iqtisodiy qism.....	78
Xulosa.....	80
Foydalanilgan adabiyotlar.....	81
Ilova.....	82

KIRISH

O'zbekiston respublikasining elektr energetikasi xalq xo'jaligining asosiy soxasi xisoblanib, sanoat korxonalari, shaxarlar, transport, qishloq xujaligi iste'molchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlab kelmoqda va xalq xo'jaligining rivojlanishiga katta xissa qushmoqda.

O'zbekiston energetika tizimi yiliga 55 mlrd. kVt.soat atrofida elektr energiyasi ishlab chiqarib, uzunligi 224 mln.km.ni tashkil etadigan 500kV gacha yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlar 37 ta elektr stansiyanini iste'molchilar bilan bog'lab turibdi.

Energetika tizimlarning elektr qismlaridagi shikastlanish va nonormal holatlarni bartaraf qilish releli himoyaning asosiy vazifasidir. Shu bilan birga releli himoya tizimni ishonchli va mustahkam ish holatini ta'minlaydi.

Energetika tizimlarining quvvatini shiddat bilan oshishi, bir necha tizimlarni birlashuvi, xatto davlatlararo tizimlarni tashkil topishi releli himoyaning vazifasini yanada oshiradi.

Qisqa tutashuv vaqtida yopiq elektr konturning ta'minot manbasini (generatorning) E.Yu.K da katta qisqa tutashuv toki I_k hosil bo'ladi. Qisqa tutashuvlar uchun fazali $K^{(3)}$, ikki fazali $K^{(2)}$, bir fazali erga $K^{(1)}$ va ikki fazali erga $K^{(1.1)}$ larga bo'linadi (1-rasm).

Qisqa tutashuv vaqtida tokning ortishi natijasida elektr tizimning elementlaridagi kuchlanishning miqdori kamayadi. Bu o'z navbatida elektr liniyaning barcha qatorlarida kuchlanishni kamayishiga olib keladi. Qisqa tutashuv nuqtasidagi K_{da} kuchlanish nolga teng. Tarmoqning biror-bir nuqtasidagi pasaygan kuchlanishning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$U_m = I_k \cdot Z_m$$

Qisqa tutashuv vaqtida tokning ortishi va kuchlanishning kamayishi quyidagi xavfli natijalarni yuzaga keltiradi:

a) Joul-Lens qonuniga asosan qisqa tutashuv toki I_k toki R aktiv qarshilikdan t vaqt mobaynida $Q = k \cdot I_k^2 \cdot R \cdot t$ issiqlik ajralishiga olib keladi. Shikastlangan

joylardagi tok va elektr yoyi natijasida hosil bo'lgan issiqlik buzilishlarini yuzaga keltiradi, I_k tok va t vaqt qancha katta bo'lsa u ham katta bo'ladi. QT toki shikastlanmagan qurilmalardan o'tishi natijasida ruxsat etilgan miqdoridan qizdiradi, bu esa izolyasiyani va tok o'tkazuvchi qismlarni shikastlantiradi.

b) Katta QT toklari o'tishi natijasida o'tkazgichlar orasidagi elektrodinamik o'zaro ta'siri ortadi, natijada mexanik kuchlanish kattalashadi.

v) Qisqa tutashuv paytida kuchlanishning tushishi sinxron va asinxron motorlarning yoritish uskunalari va boshqa elektr qurilmalarining ishlashini buzilishiga olib keladi.

g) kuchlanish tushuvi parallel ishlayotgan generatorlar turg'un ishlashini buzilishiga olib kelishi mumkin, bu esa energiya tizimning buzilishiga va bir qism yoki barcha iste'molchilarning elektr ta'minotida to'xtalishlar bo'ladi.

Shikastlanishlarning asosiy ko'rinishli neytrali izolyasiyalangan yoki katta qarshilikni yoyni so'ndiruvchi reaktor yoki katta aktiv qarshilik orqali zaminlangan tarmoqlarda bir fazali tutashuv hisoblanadi. 1-rasmdan ko'rinib turibdiki, neytral izolyasiyalangan tarmoqda bir fazali tutashuv QTni keltirib chiqarmaydi, chunki shikastlangan fazaning EA E.Yu.K ni yer bilan shunt hosil qilmaydi. Bunda shikastlangan joydagi I_3 toki shikastlanmagan tarmoq o'tkazgan faza (V va S) larini yer bilan orasidagi S sig'im orqali tutashadi. Ushbu turdagi shikastlanishlarda fazalararo kuchlanish o'zgarmasdan qoladi. Buning natijasida neytrali izolyasiyalangan tarmoqlarga bir fazali yerga tutashuv iste'molchilarining ishlashiga ta'sir qilmaydi va generatorlar sinxron ishlashini buzmaydi. Lekin ushbu turdagi shikastlanish tarmoqda o'ta kuchlanishni keltirib chiqaradi, buning natijasida esa shikastlanmagan ikki faza (V va S) larning yerga nisbatan izolyasiyasini buzilishi va bir fazali yerga tutashuv ikki fazali QT yoki yerga ikkita tutashuvga o'tishi mumkin bo'lgan xavfni keltiradi.

Zamonaviy energetika tizimlarida yuqori kuchlanishli tarmoqlar rivojlanmoqda. Bu tarmoqlar orqali yirik stansiyalardan juda katta miqdordagi elektr energiya oqimi iste'molchilarga uzatilmoqda.

Yuklamalarning oshishi, elektr tarmoq tarkibidagi liniyalarni uzayishi, energetika tizimlariga bo'lgan barqarorlik talablarining keskin oshishi releli himoya ishini yanada murakkablashtiradi. Talablarga mos tez va ishonchli himoya tuzish uchun maxsus rele turlaridan foydalanilmoqda.

Elektr mexanik relelar o'rniga yarimo'tkazgichli kontaktless relelar, gerkonlar, magnit elementli va raqamli relelar ekspluatatsiyaga kirib keldi.

Energetika tizimlar quvvatining oshgani sari qisqa tutashuv toklarining qiymati ham oshib boradi. Bu xol releli himoya uchun aniqligi yuqori bo'lgan tok transformatorlari kerakligini talab etadi.

Elektr tizimlarining, elektr stansiyalarining elektr qurilma va asboblarida, elektr uzatish liniyalarida, elektr iste'molchilarida normal va ishdan chiqish, shikastlanish holatlarini uchratish mumkin. Ishdan chiqish yoki shikastlanish ko'p hollarda elektr tizimning elementlarida tokning me'yoridan oshib ketishi yoki kuchlanishning pasayishi bilan bog'langan, bu hodisalarni aytib o'tilgan faktorlar bilan kuzatish mumkin. Me'yoridan oshib ketgan tok katta miqdorda issiqlik ajralib chiqishiga olib keladi. Buning natijasida elektr uzatish liniyalari va qurilmalari xavfli darajada qizishi va shikastlanishi mumkin. Kuchlanishning normadan pasayishi elektr iste'molchilarning normal ishlashiga yo'l qo'ymaydi va parallel ishlayotgan generator va energetika tizimining turg'unligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. SHunday qilib, elektr qurilmalarining shikastlanishi energetika tizimlarining va elektr iste'molchilariing ish rejimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Elektr tizimlarining normadan tashqari holatlari esa energetika tizimini shikastlanishiga yoki ishdan chiqishiga imkoniyat yaratadi.

Elektr tizimlarini va iste'molchilarini normal ishlashlari uchun shikastlangan qurilma, elektr liniyalari tezda aniqlanilishi, o'chirilishi kerak va shu orqali qolgan elektr iste'molchilari va energetik tizimni normal ishlashiga sharoit yaratilishi kerak.

Normadan tashqari holatlar vaqtida aniqlanib, choralar ko'rilsa xavfsizlik ta'minlanadi. Yuqorida ko'rsatilganlardan xulosa qilib shuni aytish mumkinki, elektr tizimlari va elektr iste'molchilarini shikastlanish va normadan tashqari

xolatlardan saqlash uchun uning elementlarini himoyalovchi avtomatik qurilmani qurish va ishlatishga elektr tizimlarining talabi katta.

Elektr tizimida dastavval himoya qurilmasi qilib eruvchan saqlagichlar qo'llanilgan. Quvvat va kuchlanishni oshishi, elektr tizimlari ulanish sxemalarining murakkablashishi eruvchi saqlagichlarni ko'p kamchiliklarini namoyon qildi va buning oqibatida yangi himoyalovchi qurilma yaratildi. Bu himoyalovchi qurilma maxsus avtomat-rele yordamida amalga oshirildi va releli himoya deb nomlanadi.

Releli himoya elektr avtomatikaniig asosiy turi bo'lib, u siz hozirgi zamon elektr tizimlari normal, va mustahkam ishlay olmaydilar. U energetika tizimining barcha elementlarining holatlarini doimo tekshirib, nazorat qilib boradi.

Energetika tizimida shikastlanish bo'lganda himoya uni aniqlaydi va shikastlangan energetika tizimining qismini maxsus katta tokga mo'ljallangan kuch o'chirgichlariga ta'sir etib o'chiradi.

Energetika tizimida nonormal sharoit yoki holat bo'lganda himoya uni aniqlaydi va bu holatning xarakteriga qarab, normal sharoitni tiklash uchun kerakli bo'lgan chora amallarni qo'llaydi yoki navbatchi shaxsga xabar beradi.

Hozirgi zamon energetika tizimi releli himoyalar elektr ta'minotini tez tiklovchi va tizimni normal holatga keltiruvchi mustahkam va aniq elektr avtomatikasi bilan ta'minlangan.

Elektr avtomatikasining qurilmalariga qayta ulash avtomatikasi (AQU), chastota asosida signallash avtomatikasi (ACHR) va zahiradagi manbani ulash avtomatikasi (AVR) kiradi.

I.Bob. Umumiy qism

1.1. Masofali himoya maqsadi va ishlash asosi.

Murakkab ulanishli, bir necha manbali liniyalarda yuqorida aytib o‘tilgan himoyalardan maksimal tok va yo‘naltirilgan himoyalar qisqa tutashuvni tanlovchan o‘chira olmasliklari mumkin. Bunga aylanma liniyaga ulangan ikki manbali sxema misoli tariqasida amin bo‘lishimiz mumkin (1-rasm).

L2 liniyada qisqa tutashuv yuz berganda maksimal yo‘naltirilgan himoya ximoya 1dan tezroq ishlashi kerak, L1 liniyada qisqa tutashuv yuz berganda uni teskarisi, ya’ni 1 himoya 3 himoyadan tezroq ishlashi kerak. Bu qarama-qarshi talabni maksimal yo‘naltirilgan himoya yordamida bajarib bo‘lmaydi. Bundan tashqari maksimal va yo‘naltirilgan himoyalar qo‘yilgan tezkor ishlashlik talabini bajara olmaydi. Tokli kesim esa doimo qo‘llanilavermaydi, bo‘ylama differensial himoya esa faqat qisqa liniyalarda qo‘llaniladi.

Shuning uchun boshqa asosda ishlovchi himoyani qo‘llanilishi talab qilindiki, u himoya yetarli tez ishlashlikni, tanlovchanlik va sezgirlikni barcha tur liniyalarda ta’minlab berish imkonini berishi kerak. Bu himoyalardan biri *masofali himoya* deb ataladi.

Masofali himoyaning ishlash vaqti t himoya o‘rnatilgan joydan qisqa tutashuv nuqttagacha bo‘lgan uzunlikka (masofaga) $lm.k.t$ ga bog‘liq (2-rasm) ya’ni va uzluksiz bir tekis yoki pog‘onali ravishda masofa o‘zgarganda o‘zgaradi (3-rasm).

Bu asosda ishlagan masofali himoya doimo yaqinroq masofadagi shikastlanishda kam sabr vaqt bilan ishlaydi, uzoqdagi himoyalarga nisbatan, shuning natijasida shikastlangan zonani tanlovchan o‘chirilishligiga erishiladi va bu to‘liq ta’minlanadi.

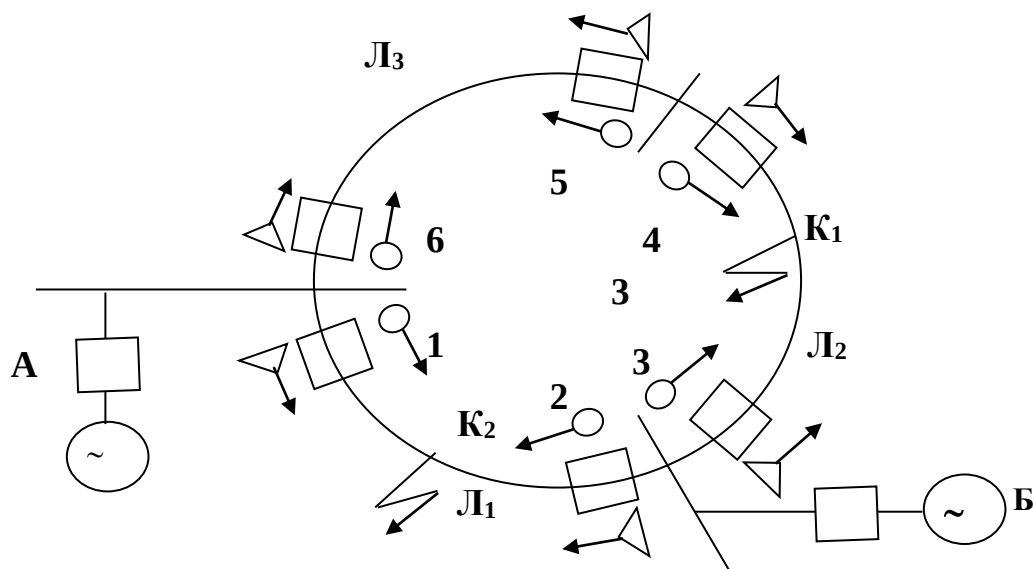
Masalan K_1 nuqtada (2-rasm) qisqa tutashuv yuz berganda 2 himoya, bu shikastlangan yerga yaqin joylashgan, uzoqda joylashgan 1 himoyaga nisbatan kam sabr vaqti bilan ishlaydi. Agar qisqa tutashuv K_1 nuqtada yuz bersa u holda 2 himoyaning sabr vaqti avtomatik holda 2 himoyaning sabr vaqti avtomatik holda oshadi va qisqa tutashuv boshqa himoyalarga nisbatan

(2 va 1) tezroq va tanlovchan o'chiruvchi 3 himoya bilan o'chiriladi.

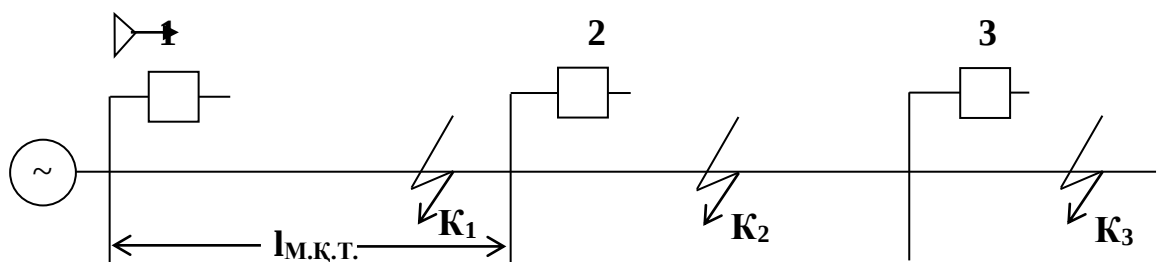
Masofali himoyaning asosiy elementi bo'lib himoya o'rnatilgan joydan qisqa tutashuv nuqtasigacha bo'lgan masofani aniqlovchi masofa organi (o'lchovchi organ deyiladi) xizmat qiladi.

Masofa (o'lchov) organi sifatida liniyaning aktiv, reaktiv yoki to'la qarshiligining o'zgarishi bevosita yoki bilvosita ta'sir javob beruvchi qarshilik rele si ishlatiladi. himoya o'rnatilgan joydan qisqa tutashuv joyigacha bo'lgan liniyaning fazasini qarshiligi bu liniyaning uzunligiga proporsional, chunki

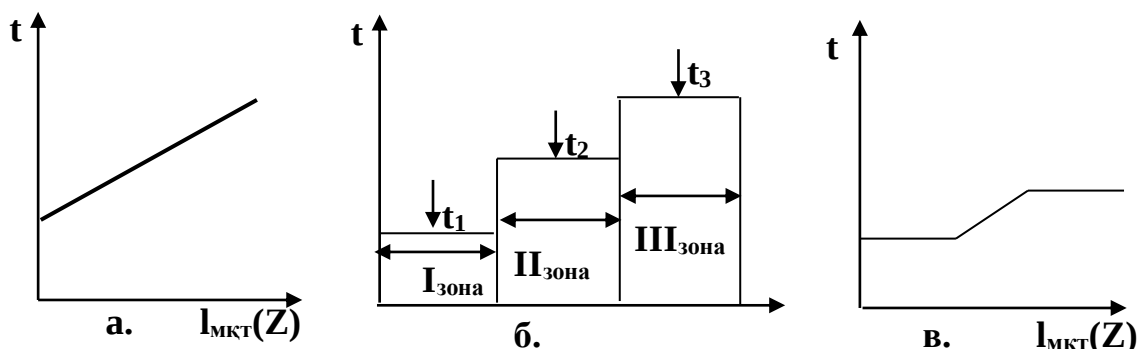
$$Z_{x.k.t}=Z_{col}*l_{x.k.t}; X_{x.k.t}=X_{col}*l_{x.k.t}; R_{x.k.t}=R_{col}*l_{x.k.t}$$



1-rasm. Ikki manbali aylanasiimon liniyalar: - yo'naltirilgan maksimal himoya; - masofali himoya.



2-rasm. Masofali himoyaning sabr vaqtini qisqa tutashuv nuqtasigacha bo'lgan l_{M.Q.T.} ga bog'liqligi.



3-rasm. Masofali himoyaning $t=f(l_{M.K.T.})$ tavsiflari:

a – tekis o‘sib boruvchi; b – pog‘onali; v – aralash.

bu yerda $Z_{h.q.t}$, $X_{h.q.t}$; $R_{h.q.t}$ -uzunligi $l_{q.t}$ ga teng bo‘lgan liniya zonasining qarshiligi,

Z_{col} , X_{col} , R_{col} -1 km liniyaning solishtirma qarshiligi. SHunday qilib, liniyaning qarshiligiga ta’sir javob beruvchi relening xulqi shikastlangan joyning uzoqligini xarakterlovchi masofaga $l_{q.x.t}$ bog‘liq. Masofa organi ta’sir javob berayotgan qarshi likning turiga bog‘liq ravishda masofali himoyalar to‘la, reaktiv va aktiv qarshiliklar himoyasiga bo‘linadi. Reaktiv ayniqsa aktiv qarshilik masofali himoyalarda juda kam qo‘llaniladi, shuning uchun ularni alohida ko‘rib o‘tmaymiz.

Tanlovchanlikni ta’minlab berish uchun murakkab ulanishli liniyalarda masofali himoyalarni faqat bir tomonga, ya’ni qisqa tutashuv quvvatini shinadan liniyaga oqganda ishlaydigan qilib (yo‘naltirilgan qilib) bajarish kerak (1-rasm) Bir tomonga quvvat yo‘nalishida ishlovchi himoyalarning sabr vaqti bir birlari bilan shunday kelishtiriladiki, bunda himoyalanayotgan zonadan tashqarida qisqa tutashuv yuz berganda har bir himoya sabr vaqti bo‘yicha keyingi zonadan bir pog‘ona katta sabr vaqtga ega bo‘ladi. Masofali himoyaning yo‘naltirilganligi odatdagiday quvvat yo‘nalish relesi hisobiga olib boriladi yoki yo‘naltirilgan o‘lchovchi organlar hisobiga yoki ishga tushiruvchi rele qisqa tutashuv quvvati yo‘nalishiga ta’sir javob beradi.

1.2. Masofali himoyalarning sabr vaqtlarini tavsiflari.

Masofali himoyalarning ishlash vaqtlarini qisqa tutashuvgacha bo'lgan masofa yoki qarshilikka $t = f(Z_{x,q,t})$ yoki $t = f(l_{x,q,t})$ ko'rinishdagi bog'liqligiga masofali himoyalarning *sabr vaqtlarini tavsifsi* deyiladi. Bu bog'liqlikning xarakteriga qarab masofali himoyalar uch gruppaga bo'linadi. Ishlash vaqtining tekis oshib boruvchi tavsifli, pog'onali va oraliq tavsifli (3-rasm).

Tekis oshib boruvchi va aralash tavsifli masofali himoyalarning konstruktiv tuzilishi pog'onali tavsifli himoyaga nisbatan sezilarli murakkab, shu vaqtning o'zida pog'onali tavsifli himoya tekis oshib boruvchi tavsifli pog'onaga nisbatan shikastlanishni tezroq o'chiradi. Buning natijasidan kelib chiqadiki, eng ko'p tarqalgan masofali himoya bo'lib pog'onali tavsifli himoya xisoblanadi. Ular ko'p hollarda uch pog'ona vaqtli t_I , t_{II} , t_{III} va shunga mos himoyani ishlash zonali qilib tayyorlanadi (3-b rasm). Umuman olganda ko'p sonli pog'onali va zonali himoyalar ham ishlatiladi, lekin ularni sonini oshirish himoyani murakkablashishiga olib keladi va sezilarli manfaat bermaydi. 4-rasmda pog'onali tavsifli himoyaning tanlovchanlikni ta'minlab berish asosi ko'rsatilgan.

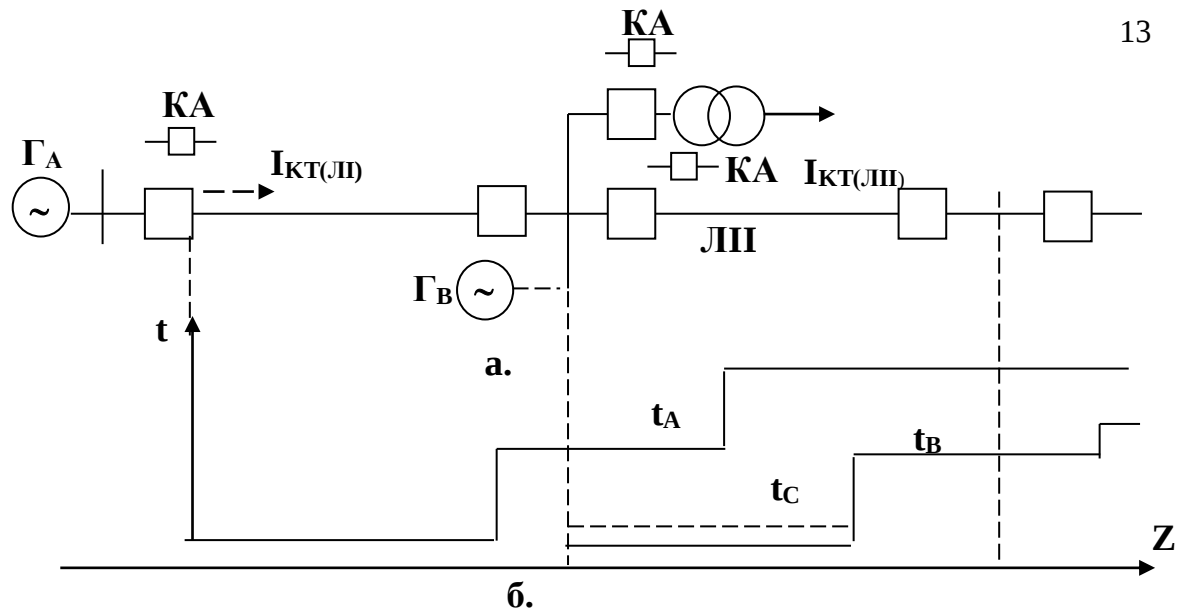
Birinchi zonaning uzunligi birinchi liniyaning uzunligidan ΔZ masofa relesining Liniya himoyalari bilan kelishtirish uchun ikkinchi zona keyingi zonadan himoyani eng qisqa birinchi zonasidan Z_{IB} sozlangan bo'lishi kerak.

V himoyani birinchi zonasini mumkin bo'lganga kamayishini hisobga olib (1-6 rasm) A himoyani ikkinchi zonasi K' zonadan xuddi shu himoyani birinchi zonasini liniyani oxiridan sozlagandan (ya'ni V nuqtadan) sozlash kerak. A himoyadan K' nuqtagacha qarshilik $Z_{1A}=K_1 Z_{1B}$ bu yerdan

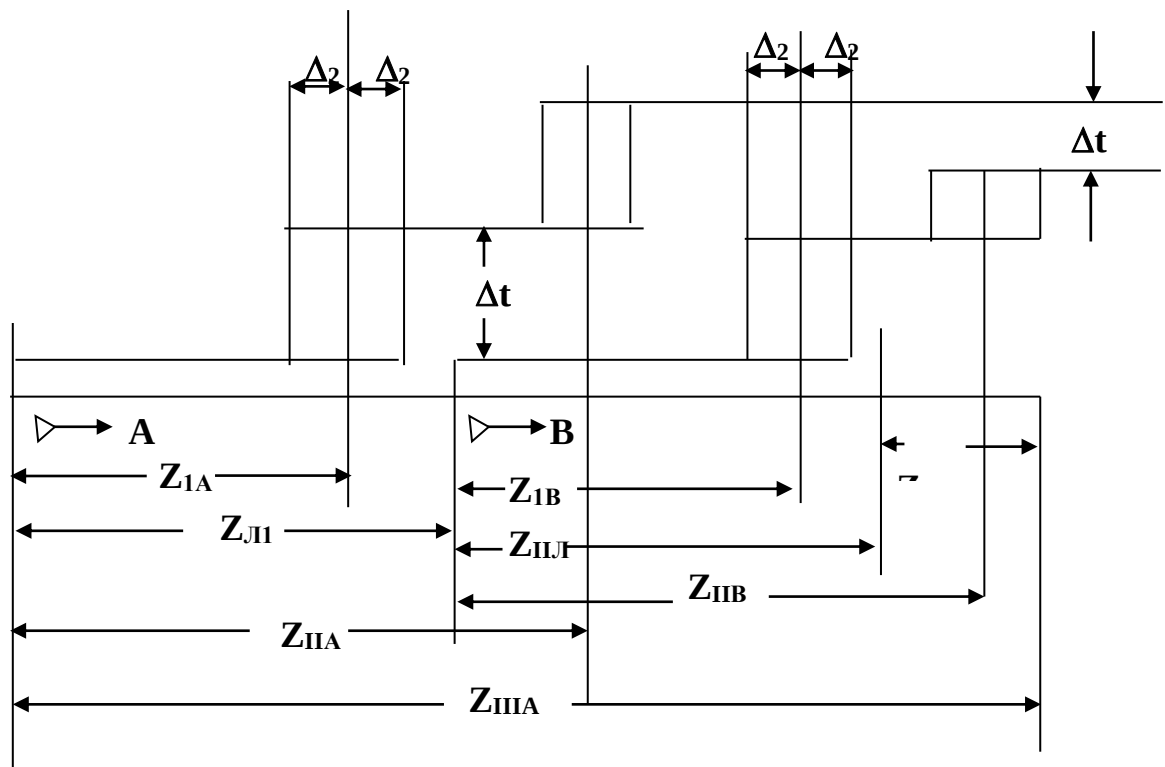
$$t_{IIA}=K_{II} (Z_{1A}=K_1 Z_{1B})$$

bu yerda $K_1= Z_{1B}$ ni ΔZ ga kamayishini hisobga oluvchi koeffitsient ($K_1=0.85-0.9$); $K_{II}=Z_{1B}$ - ni qarshilikni A dagi ikkinchi zona masofa organini xatoligi tufayli mumkin bo'lgan ketishi hisobga oluvchi koeffitsient, $K_{II}=0.85$.

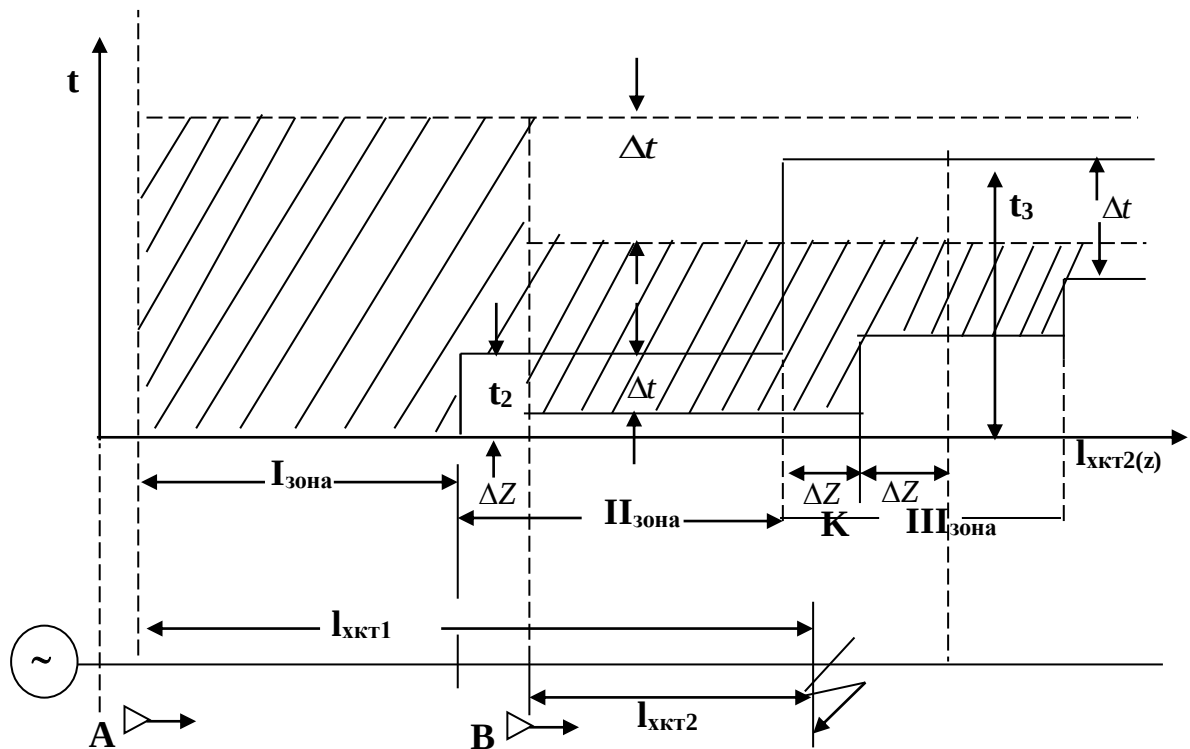
Bir necha ta'minlovchi manba bo'lganda (5-rasmda G_A va G_B) Z_{IIA} tok tarqalishiga asosan quyidagi formuladan topiladi: ishlash qarshiligi xatoligi hisobiga kam qilib olinadi.



4-rasm. 15 A himoya tomonidan himoyalananayotgan liniyaning zonasi (a) va z, t o'qlarida masofali himoyaning sabr vaqtlarini tavsiflarini tasvirlanishi (b).

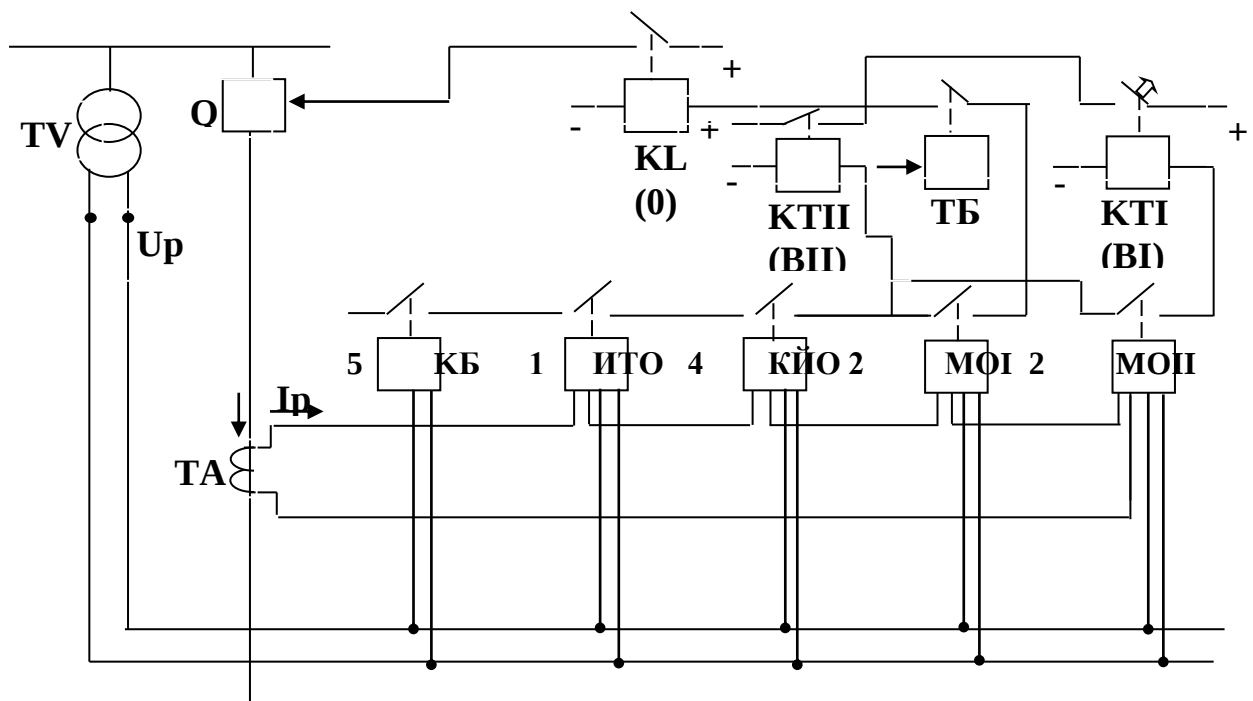


5-rasm. Ikki aralash liniyaning A va V masofali himoyalarini o'zaro moslashtirish tavsiflari.



6-rasm. Pog'onali tavsifli masofali himoyalarning sabr vaqtlarini o'zaro moslashtirish:

- masofa releining xatoligi;
- tanlovchanlik pog'anasi



7-rasm. Uch pog'onali masofali himoyaning soddalashtirilgan sxemasi.

Relening ishlash aniqligiga bog'liq ravishda birinchi zonaning uzunligi birinchi liniyaning uzunligining $0,7 - 0,85$ qismini tashkil qiladi.

Birinchi zonada qisqa tutashuv yuz berganda himoya lahzada ishlaydi. Liniyaning qolgan qismi va qarama-qarshi pasaytirish stansiyasining shinasi ikkinchi zona bilan qamraladi va sabr vaqti bo'yicha keyingi zonaning birinchi zonasi bilan kelishiladi. Ikkinchi zona ichida qisqa tutashuv yuz berganda himoya t_2 sabr vaqti bilan uni o'chiradi. Oxirgi uchinchi zona ehtiyot zona hisoblanadi, uning uzunligi keyingi zonani qamrash sharti bilan va agar bundagi himoya yoki o'chirgich ishlamasa, ishga tushishi mo'ljallangan. Uchinchi zonada shikastlanish yuz berganda himoya t_3 sabr vaqti bilan ishlaydi. 10-4 rasmdagi diagrammada tokli yo'naltirilgan himoyaning sabr vaqti uzun chiziq bilan ko'rsatilgan va bu himoya masofali himoya bilan birga ishlaydi, himoyalarning tavsiflarini solishtirib aytish mumkinki, masofali asos liniyadagi qisqa tutashishni o'chirish vaqtini sezilarli kamaytiradi, stansiya va pasaytirish stansiyasi yaqinidagi qisqa tutashuvni uzoq masofadagi qisqa tutashuvga nisbatan tezroq o'chiradi.

1.3. Masofali himoya elementlari va ularning o'zaro ta'sirlari.

Masofali himoya murakkab himoyalar qatoriga kiradi. Ularning barcha turlari bir necha umumiy bir xil vazifalarni bajaruvchi elementlardan (himoya organlaridan) iborat bo'ladi. Masofali himoyaning organlari orasidagi o'zaro aloqani, ularning maqsadlari va ular bajarayotgan funksiyalarni 10-5 rasmda berilgan bir faza uchun ko'rsatilgan pog'onali tavsifli himoyaning tuzilish sxemasi orqali tushuntirish mumkin.

Himoya quyidagi organlardan tashkil topadi:

1. Ishga tushiruvchi organ ITO, qisqa tutashuv yuz berganda himoyani ishga tushiradi. Odatda ishga tushiruvchi organ to'la qarshilik relesi yordamida yoki tok relesi yordamida bajariladi. 6-rasmda ITO 1 sifatida Ip tok va tortgan kuchlanishdan ta'minlanuvchi qarshilik relesi ko'rsatilgan;

2. Masofa organi (MO)² qisqa tutashuv joyini aniqlaydi. Pog'onali himoyalarda MO minimal qarshilik relesi yordamida bajariladi. Relega himoya

qilinayotgan liniyaning tok va kuchlanishi beriladi va u rele quyidagi shartda ishlaydi

$$Z_p = \frac{U_p}{I_p} \leq Z_{p.H.}$$

bu yerda $Z_{p.i}$ - rele ishlay boshlaydigan eng katta qarshilik, ya'ni relening ishlash qarshiligi.

Z_p qarshilik ba'zi paytlarda *shartli* yoki *sohta* deb ataladi, chunki ba'zi bir xolatlarida (masalan yuk, tebranish) Z_p liniyaning qarshiligi hisoblanmaydi. Bu hollarda u qarshilik fizik ma'noga ega bo'lmagan U_p/I_p nisbatni ko'rsatadi;

3. Sabr vaqti organi (B_I, B_{II}) 3 asosida o'ziga o'rnatilgan sabr vaqtiga bog'liq ravishda masofa organini ta'siriga qarab himoya ishlaydi;

4. Quvvat yo'nalish organi (KYO) 4 u o'rnatilgan pasaytirish stansiyasining shinasiga quvvat yo'nalishiga yo'l ko'ymaydi. U quvvat yo'nalish relesi yordamida bajariladi va qachonki ishga tushiruvchi organ va masofa organlari yo'nalishga qarab ishlamaganda undan foydalaniladi;

5. Blokirovkalar (KB va TB) himoya shikastlanish bo'lmaganda ishlayotganda avtomatik ravishda ish xolatlardan chikaradi. Odatda ikki blokirovka (KB va TB) lar qo'llaniladi:

a) blokirovka 5 (KB) U_p kuchlanish zanjiridagi noto'g'rilik hisobiga himoya ta'minlanmaganda; $U_p=0$ da (10-1) ga asosan $Z_p=0$, bo'lganda rele (agar uch Z ta'sir javob bersa) va masofali organlar harakatga keladilar va himoyani noto'g'ri ishlashligiga olib keladi;

b) blokirovka 6 (TB) sistemada tebranish yuz berganda himoyani noto'g'ri ishlashidan. Bu xolatda U_p kuchlanish pasayadi, I_p tok ortadi, (10-1) ga asosan Z_p kamayadi, buni natijasida himoyaning ishga tushiruvchi va masofali organlari ishlashlari mumkin va himoyani noto'g'ri ishlashiga olib kelishi mumkin; tebranish yuz berganda blokirovka 6 (TB) ishlaydi va himoyani ishdan chiqazadi.

Liniyada qisqa tutashuv yuz berganda ishga tushiruvchi rele ITO va quvvat relesi KYO ishlaydi. Ularning kontakti orqali o'zgaras tokning musbat qutbi

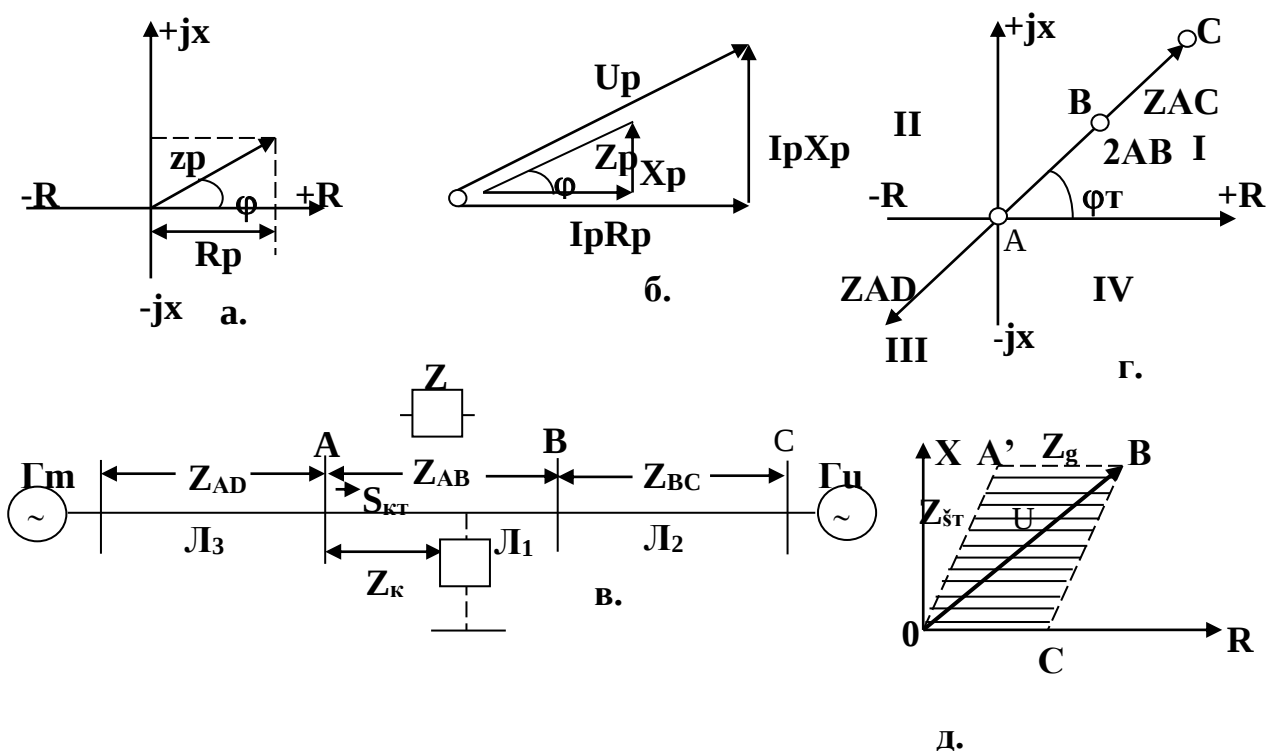
masofa organlarining va uchinchi zonaning vaqt relesini kontaktlariga keltiriladi. Agar qisqa tutashuv birinchi zonada yuz bersa, MO_I ishlaydi va uning kontaktlari tarmoqni o'chirish uchun zanjirni hosil qiladi, agar qisqa tutashuv ikkinchi zonada yuz bersa, MO_I ishlamaydi, chunki uning kirishidagi qarshilik birinchi zona joylanishi qarshiligidan katta MO_{II} . Bu holda harakatga ikkinchi zonaning masofa organi keladi. U o'zini kontaktini ulaydi va B_{II} vaqt relesini ishga tushiradi. t_{II} vaqt o'tgandan keyin V_{II} o'z kontaktlarini qo'shadi va o'chirishga impuls beradi.

Ikkinchi zonadan tashqarida qisqa tutashuv yuz berganda MO_I va MO_{II} ommetrlar ishlamaydi, chunki ularning kirishlaridagi qarshilik ishlash qarshiligining o'rnatilgan qiymatidan katta. himoya birinchi va ikkinchi zonalarning vaqtlari bilan ishlamaydi. V_{III} vaqt relesi ishga tushiruvchi rele bilan ishlab o'ziga o'rnatilgan vaqt t_{III} dan so'ng kontaktlarini qo'shadi va o'chirgichni o'chirishga impuls beradi. himoya sxemasini soddalashtirish uchun uchinchi zonaga maxsus o'lchov organlari qo'yiladi.

1.4. Masofa relelarining ishlash tavsiflari va ularning kompleks tekislikda tasvirlanishlari.

a) Kompleks tekisliklardan relelarni tavsiflarini tasvirlash uchun foydalaniladi.

Ishlash tavsifsi deb $Z_p.i=f(\varphi_p)$ bog'liqlikka aytiladiki, bu bog'liqlik relening kirishlaridagi Z_p vektorlarini releni ishlash paytidagi qiymatini aniqlaydi.



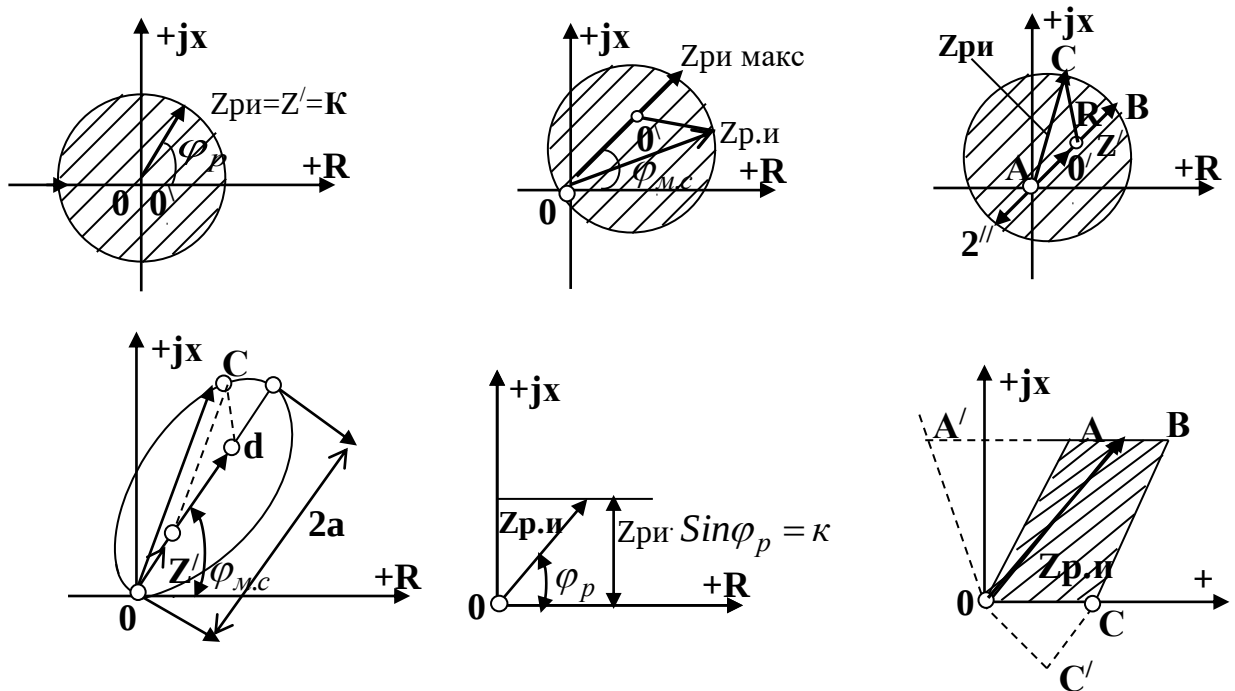
7-rasm. R, jX kompleks tekislik:

a – Z_p vektorining tasvirlanishi;

b – qarshiliklar uchburchagi;

v va g – liniya zonasi va uning R, jX o'qlardagi tasviri;

d – elektr yoyining R qarshiligi orqali qisqa tutashuv (shtrix bilan Z_p qarshilikning qisqa tutashuvda elektr yoyi borligidagi sohasi ko'rsatilgan).



7-rasm. Qarshilik releini ishlash tavsiflari.

Qarshilik Z kompleks kattalik bo'lganligi uchun releni ishlash tavsifini va qarshiligini X va R o'qli kompleks tekislikda ifodalash qulay (10-6 rasm). Bu holda kompleks tekislikning haqiqiy sonlar o'qi bo'yicha aktiv qarshilik X qo'yiladi, a mavxum sonlar o'qi bo'yicha reaktiv qarshilik X qo'yiladi. Ixtiyoriy relening kirishidagi to'la qarshilik $Z_r = U_p / I_p$ pektiv va reaktiv tashkil qiluvchilar orqali quyidagi ifodalanishi mumkin: $Z_p = R_p + jX_p$ va R va X o'qlarda koordinata vektori R_p va X_p orqali ifodalanishi mumkin (6-a rasm). Bu vektorning kattaligi $|Z_p| = |\sqrt{R_p^2 + X_p^2}|$ modul bilan xarakterlanadi, uning yo'nalishi φ_p -burchak bilan xarakterlanadi, bunda $\text{tg} \varphi_p = X_p / R_p$ 6-b rasmdan ko'rinib turibdiki, φ_p burchak tok I_p va U_p kuchlanish vektorlari orasidagi burchakdir, bundan kelib

chiqadiki, kompleks tekislikda tok vektor musbat qarshiliklar o'qi R bilan, kuchlanish U_p - vektor Z_p bilan mos keladi.

Liniyaning har bir zonasini, masalan $L1$ liniyaning (6-v rasm) R va X o'qlarda vektor bilan tasvirlash mumkin, bunda liniyaning har bir nuqtasi ma'lum bir R_l va X_l qarshilik bilan xarakterlanadi.

Agar liniyaning barcha zonalarining qarshiliklari bir xil ϕ_l burchakka ega bo'lsa, bunda ularning kompleks tekislikdagi geometrik o'rni R o'qga nisbatan burchakka ϕ_l burilgan to'g'ri chiziqli shaklda tasvirlanadi

(6-g rasm). Qurilayotgan A himoya o'rnatilgan himoyalananayotgan liniyaning boshi koordinatalar boshi bilan birlashtiriladi (6-v va g-rasm). A himoyaning himoya zonasiga kiruvchi liniyaning barcha zonasini koordinatalari musbat hisoblanadi va tekislikning birinchi kvadrantida joylashadi (6-v rasm). A nuqtadan chapda joylashgan liniyalarning zonalarini koordinatalari uchinchi kvadrantiga joylashadi. $L1$ liniyaning qarshiligi diagrammada AV qism bilan ko'rsatilgan, $L2$ liniya esa - VS qism bilan, $L3$ liniya - AD qism bilan;

b) Releni ishlash tavsifi.

Minimal qarshilik relelarining asosiy turlarining tavsiflari 7-rasmda berilgan.

Har bir relening tavsifsi $Z_p = Z_{pn}$ shart bajaruvchi nuqtaning geometrik o'rni hisoblanadi. Tavsifning shtrixlangan oblasti, ya'ni $Z_p < Z_{p.i}$ releni ishlash oblastini ko'rsatadi. $Z_p > Z_{p.i}$ da rele ishlamaydi. Shunday qilib relening ishlash tavsifsi chegara chizig'i bo'lib, releni ishlash shartini aniqlaydi. Bu tavsifni xuddi releni ishlash qarshiligi vektori moduli uni yo'nalishiga bog'liqlik tavsifsi deyish mumkin va quyidagicha yozish mumkin:

$$Z_{r,i} = f(\phi_p)$$

Releni ishlash tavsifsi releni ishlashini qisqa tutashuv qabul qilingan zonada (Z' da) yuz berganda ta'minlab berishi kerak.

Qisqa tutashuvda relening kirishidagi qarshilik vektori Z_p liniyaning qisqa tutashuv nuqtasi K gacha bo'lgan qarshiligi va qisqa tutashuv joyida yuz beradigan elektr yoyi qarshiligi Z_{yo} vektorlarining geometrik yig'indisiga teng (6-d rasm) ya'ni

$$Z_p = Z_{k,t} + Z_{yo}$$

6-d rasmda OK qismning qarshilik vektorining Z_k ga teng bo'lgan liniyaning releni ishlash zonasidagi qiymatini ko'rsatadi, KV qism esa aktiv qarshilikga ega bo'lgan elektr yoyish qarshilik vektorini ko'rsatadi. OKVS yuza vektor Z_p joylashuvi va qisqa tutashuvda liniyaning qarshiligining elektr yoyish qarshiligini hisobga olgan qiymati.

(1a) formula faqat bir tomonlama ta'minlanuvchi liniyalar uchun to'g'ri. Ikki tomonlama ta'minlanuvchi liniyalarda va generatorning qisqa tutashuvga berayotgan toklarining fazalarini burilishi hisobiga AV vektor o'qqa burchak bilan joylashadi, ya'ni ($Z_p = Z_k + K_R$) bu yerda K - qisqa tutashuv nuqtasiga oqayotgan toklarini nisbati va fazasiga bog'liq kompleks kattalik. Agar 10-7 rasmda ko'rsatilgan relelarning ishlash tavsiflari liniyada qisqa tutashuvda yuz berganda uning qarshilik vektorini Z_p joy lashishi mumkin bo'lgan kompleks tekislik oblastini qamrab olsa relening qisqa tutashuvdagi harakati ta'minlangan bo'ladi.

7-a rasmda to'la qarshilikning yo'naltirilmagan relesini tavsifsi berilgan. Relening ishlash tenglamasi

$$Z_{r,i} = K$$

bu yerda K - o'zgarmas kattalik

Releni ishlash tavsifsi aylana va to'rtta kvadrantga joylashgan, shuning uchun u yo'naltirilgan deyiladi.

7-b rasmda $Z_{p,i}$ si φ_r burchakka bog'liq, to'la qarshilikning yo'naltirilgan relesini tavsifsi berilgan. Uning tavsifsi koordinata boshidan o'tuvchi aylanani ifodalaydi.

$$\varphi_r = \varphi_{m,s}$$

ishlash qarshiligi maksimal qiymatga ega buladi, ya'ni $Z_{r,i} = Z_{r,i} \max$

bu yerda $\varphi_{m,s}$ - relening maksimal sezgirli burchagi.

$Z_{r,i,\max}$ - aylananing OV diametriga teng.

$$Z_{r,i} = Z_{r,i,\max} \cos(\varphi_{m,c} - \varphi_r)$$

Agar Z_r uchinchi kvadrantga joylashsa rele ishlamaydi, ya'ni quvvat pasaytirish shinasiga joylashgan bo'lsa.

7-v rasmda aralash aylanali tavsifli relening tavsifsi berilgan.

Aralash tavsifini tenglamasi quyidagicha

$$\left| Z_{\delta.\dot{e}} - \frac{Z' + Z''}{2} \right| = R$$

yoki

$$\left| \frac{Z' - Z''}{2} \right| - \left| Z_{\delta.\dot{e}} - \frac{Z' - Z''}{2} \right| = 0$$

7-g da elliptik tavsifli releni tavsifsi berilgan

$$\left| Z_{\delta.\dot{e}} - Z' \right| + \left| Z_{\delta.\dot{e}} + Z'' \right| = 2$$

v va d ellipsni fokusi bo'lib bu masofalarning yig'indisi 2 ga teng.

Bu rele kam ish oblastiga teng, bu releni ko'p yuklashni va tebranishdan sozlash qulay.

7-d rasmda reaktiv qarshilik relesining tavsifsi berilgan

$$X_r = Z_{r,i}; \sin\varphi_p = X_{r,i} = k$$

ya'ni

$X_{r,i}$ - o'zgarmas kattalik bo'lib, φ_r ga bog'liq emas.

Ko'p burchak ko'rinishdagi tavsifli releni xarakterikasi 7-e rasmda berilgan.

Bu rele murakkab bo'lganligi uchun ishlatilishi bir muncha cheklangan.

1.5. Qarshilik relelarining bajarish asoslari va ularning tuzilishlari.

Masofali relelar har xil tamoyilda tayyorlanadilar. Oxirgi paytda elektromagnit va induksion asosdagi elektromexanik relelar ko'p qo'llanilmoqda. So'ngi paytlarda yarim o'tkazgich kurilmalarga asoslangan relelar yaratilmoqda va qo'llanilmoqda. Barcha tur qarshilik relelarining ishlash asoslari absolyut qiymat bo'yicha yoki faza bo'yicha liniya toklari va kuchlanishning funksiyasi bo'lgan U_I va U_{II} ikki kuchlanishlar vektorini solishtirishga asoslangan. Umumiy holda

$$U_I = K_I U_p + K_2 I_p, U_{II} = K_3 U_p + K_4 I_p$$

Elektromexanik tuzilishlarda U_I va U_{II} ni solishtirishi uch usulda olib boriladi: mexanik-elektromagnit momentlar Me_I va Me_{II} ni solishtirish yo‘lida (U_I^2 va U_{II}^2 ga proporsional bo‘lgan); elektrik U_I va U_{II} ni to‘g‘ridan-to‘g‘ri solishtirish va magnit oqimlar $F_I = U_I$ ni bilan $F_{II} = U_{II}$ solishtirish asosida. (10-6) formulada K koeffitsientlarni o‘zgartirib har xil tavsifli 10-7 rasmlar releni olish mumkin.

Qarshilik relesining parametrlariga quyiladigan asosiy talablarni quyidagilarga jamlash mumkin:

1. Qarshilik rellelarni tez o‘chiradigan bo‘lishlari kerak, (ayniqsa birinchi zona chegarasidagi qisqa tutashuvni) (buning uchun kuchlanishi 110-500 kV liniyalarda $t_p = 0.02-0.05$ sek; 35 kV liniyalarda $t_p = 0.1$ sek bo‘lishi zarur.

2. Masofa organi vazifasini bajaruvchi qarshilik relelari $Z_{r.i}$ ni aniqligi bilan ajralishi kerak, chunki himoyani ishlash zonasi o‘zgarmas bo‘lishligi kerak. Relening Z_y (joylanish ishlash qarshiligi) bilan $Z_{r.i}$ qarshilik orasidagi farq 10 foizdan oshmasligi kerak.

3. Ishga tushiruvchi qarshilik relesi katta qaytish koeffitsientiga ega bo‘lishi kerak:

$$t_{kaim} = \frac{Z_{kaim}}{Z_{P.I.}} = 1,05 \div 1,15$$

1.6. Himoyaning masofa organlari.

a) Ulanish sxemalariga talablar.

Qarshilik relesi yordamida bajariladigan masofa organlari liniyaning tok va kuchlanishiga shunday sxema bilan ulanish kerakki, bunda relening shinasidagi qarshilik Z_p shikastlanish joygacha bo‘lgan masofa $l_{q.t}$ ga proporsional bo‘lsin va qisqa tutashuv turiga bog‘liq bo‘lmasin.

Bunday shartni bajarish uchun kuchlanish U_p qisqa tutashuv nuqtasigacha bo‘lgan kuchlanish tushuvi $I_{k.t} \cdot Z_{k.t}$ ga teng bo‘lishi kerak, a tok $I_p = I_{k.t}$ bo‘lganda

$$Z_p = \frac{U_p}{I_p} = \frac{I_h \cdot Z_h}{I_h} = Z_h = Z - I_h$$

Bundan kelib chiqadiki, masofa organlari qisqa tutashuv kuchlanish va tokiga ulanadi. Ikki fazali qisqa tutashuvlarda masofa organlarini to'g'ri ishlashlarini ta'minlash uchun uchta organ qo'yish kerakki, ular AV, VS va SA fazalardagi shikastlanishlarda ta'sir javob bersin ba'zi hollarda bitta masofa organi sxemalar ham qo'llaniladi, lekin bu hollarda uni shikastlangan fazaga (uni kuchlanish va tokiga ulash kerak.

Fazalararo qisqa tutashuvda Z_p bilan lk.t orasidagi proporsionallikni ta'minlab beruvchi ulanish sxemasi yer bilan qisqa tutashuvlarda ishlamaydigan bo'lib qolishi mumkin. Shuning uchun fazalararo qisqa tutashuv va bir fazali shikastlanishlarga ta'sir javob beruvchi relelar har xil sxemalar bilan ulanadilar, ular bilan keyinda tanishib chiqamiz.

b) Fazalararo qisqa tutashuvga ta'sir javob beruvchi masofa organlarining ulanishi.

Fazalararo kuchlanish va fazalar toki farqiga ulanish 10-1 tablitsa bilan kelishilgan holda olib boriladi. Bunday usulda ulanish (10-8 rasm) yuqorida aytilgan talablarga to'liq javob beradi, bunga har xil qisqa tutashuvlarda relening kirishidagi qarshilikni aniqlab ishlatish mumkin.

1-Tablitsa

Faza relesi	I_p	U_p
AB	$I_A - I_B$	U_{AB}
BC	$I_B - I_C$	U_{BC}
CA	$I_C - I_A$	U_{CA}

Uch fazali qisqa tutashuvda (10-9b rasm) uchchala masofa organi ham bir xil sharoitda bo'ladi.

Bunda ularning har biriga $\sqrt{3}U_f$ ga teng bo'lgan fazalararo kuchlanish beriladi. Faza kuchlanish U_f rele joylashgan nuqtadan qisqa tutashuv yuz bergan nuqtagacha bo'lgan kuchlanish tushuviga teng.

Bu erdan kuchlanish $U_p^{(3)} = \sqrt{3}I_{q.t}^{(3)} \cdot Z_{1k} = \sqrt{3}I_{q.t}^{(3)} \cdot Z_{1.sol} \cdot l_{q.t}$ ga teng, agar - $Z_{1k.t}$ fazadan oqayotgan uch fazali qisqa tutashuv toki bo'lsa - rele o'rnatilgan joydan K nuqtagacha bo'lgan masofaning fazali to'g'ri ketma-ketlik qarshiligi; lk.t -

shikastlangan joyigacha bo'lgan masofa: $Z_{1\text{sol}} - 1 \text{ km}$ fazaning to'g'ri ketma-ketlik solishtirma qarshiligi.

har bir reledagi tok ikki faza toklarining geometrik farqiga teng, ya'ni

$$I_p = \sqrt{3} \cdot I_{\hat{e},0}^{(3)}$$

$$Z_p^{(3)} = U_p^{(3)} / I_p^{(3)} = \sqrt{3} I_{\hat{e},0}^{(3)} \cdot Z_{1\hat{e},0} / \sqrt{3} I_{\hat{e},0}^{(3)} \cdot Z_{1\hat{e},0} = Z_{1\hat{e},0} \cdot l_{\hat{e},0}$$

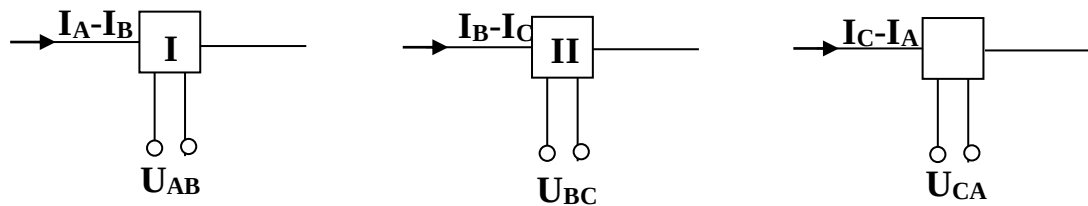
har bir relening qarshiligi.

Ikki fazali qisqa tutashuvda, masalan V va S da (10-9 v rasm) faqat bir masofa organi, shikastlangan V va S faza kuchlanishlariga ulangan, kuchlanish oladi va u kuchlanish $I_{q,t}$ ga proporsional bo'ladi. Bu kuchlanish qisqa tutashuv sirtmog'idan kuchlanish tushuviga, teng shuning uchu

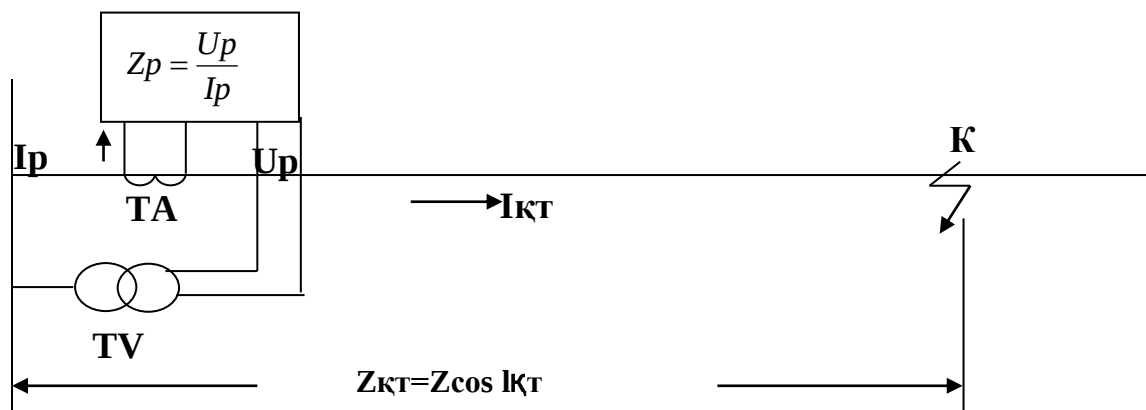
$$U_p^{(2)} = U_{BC} = 2 \cdot I_{q,t} \cdot Z_{1q,t}$$

$$I_{\delta}^{(2)} = I_B - I_C = 2 \cdot I_{q,t}$$

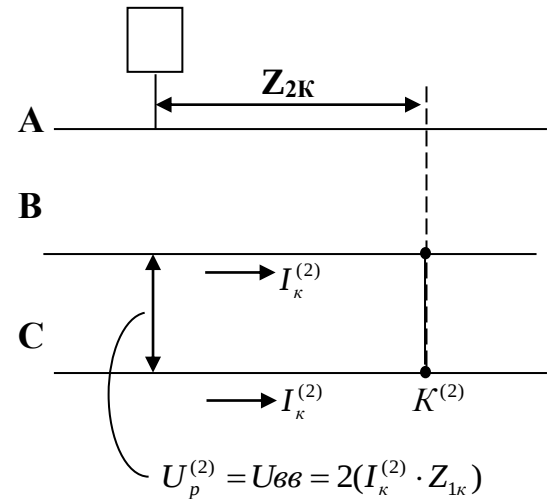
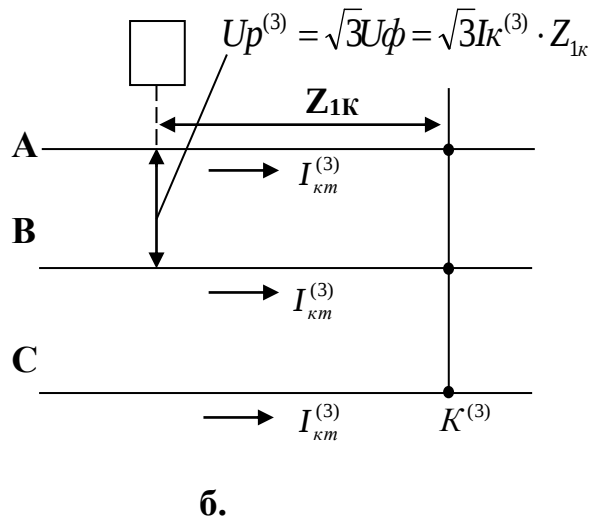
Bulardan



8-rasm Masofa organlarini ulanish sxemasi.



a.



9-rasm. Himoyalanyotgan liniyada qisqa tutashuvlar:

a – liniya sxemasi;

b – uch fazada qisqa tutashuv yuz berganda shikastlangan fazalardagi tok va kuchlanishlar;

v – ikki fazali qisqa tutashuv.

$$Z_p^{(2)} = U_p^{(2)} / I_p^{(2)} = \frac{U_{BC}}{I_B - I_C} = \frac{2I_{\phi} \cdot Z_1 \cdot \hat{e}}{2I_{\phi} \cdot \hat{e}} = Z_1 \cdot \hat{e} = I_{\phi} \cdot \hat{e}$$

AV va SA fazalarda qisqa tutashuv yuz berganda $Z_p^{(2)}$ yuqorida aytilganidek, $Z_{1k.t} = Z_{1sol} \cdot I_{k.t}$ ga teng bo‘ladi. SHunday qilib, ikki fazali er bilan qisqa tutashuvda

$$Z_p^{(1,1)} = Z_{1q.t} = Z_{1sop} \cdot I_{q.t}$$

Demak barcha tur fazalararo qisqa tutashuvda relening kirishidagi qarshilik fazaning to‘g‘ri ketma-ketlik qarshiligiga $Z_{1k.t}$ teng, ya’ni

$$Z_p \equiv I_{\phi} \cdot \hat{e} \Rightarrow Z_p^{(3)} = Z_p^{(2)} = Z_1 \cdot \hat{e} \cdot \hat{e}$$

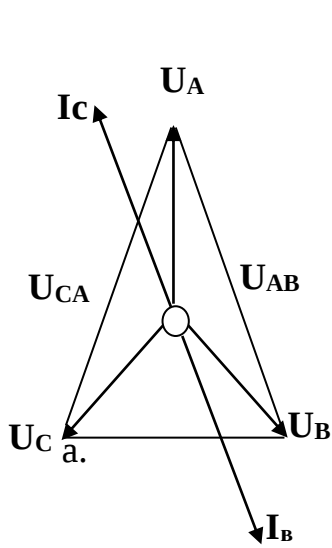
bu esa talab qilingan shartni bajaradi.

Fazalararo kuchlanish va faza tokiga ulanish 10-2 tablitsa asosida olib boriladi

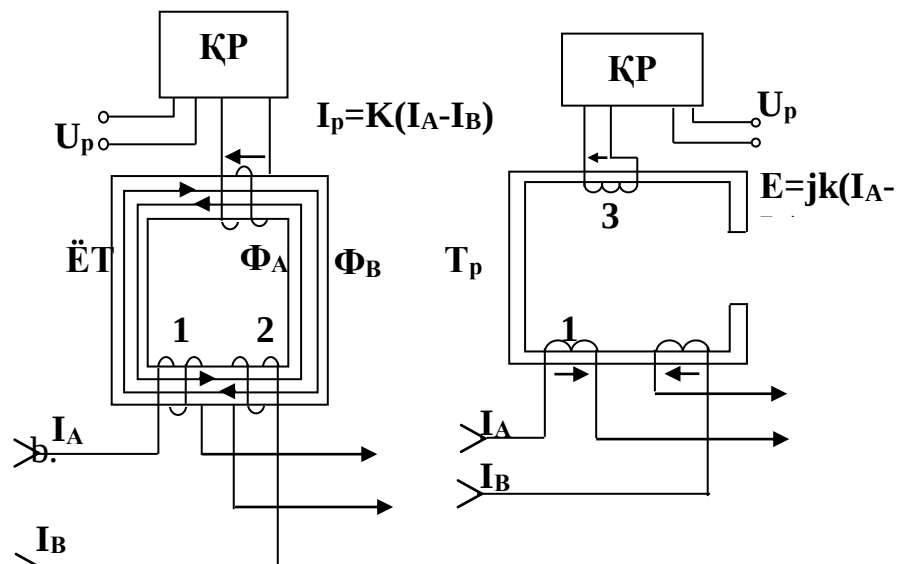
2-Tablitsa

Faza, masofa relesi	I_p	U_p
AB	I_A	U_{AB}
BC	I_B	U_{BC}
CA	I_C	U_{CA}

Bu sxemani tahlil qilib, quyidagini aytish mumkin: uch fazali qisqa tutashuvlarda $Z_p^{(3)} = \sqrt{3}Z_1$.ò ikki fazali qisqa tutashuvlarda (xuddi o'sha nuqtada) $Z_p^{(2)} = 2Z_1$.ò. SHunday qilib, bu sxema birinchi shart $Z_p=1$ q.t ni bajarib, ikkinchi shart $Z_p^{(3)} \neq Z_p^{(2)}$ ni bajarmaydi. SHuning uchun, fazalararo qisqa tutashuvga va faza tokiga ulanish sxemasi faqat uchinchi zonaning masofa organlarida ishlatiladi va odatda ishga tushirish organlari bilan biriktiriladi. Bu holda har xil tur qisqa tutashuvlarda uchinchi zonaning turg'un emasligi ruxsat etiladi, chunki uchinchi zona zaxira zona hisoblanadi va faqat asosiy himoya ishlamagandagina ishlatiladi.



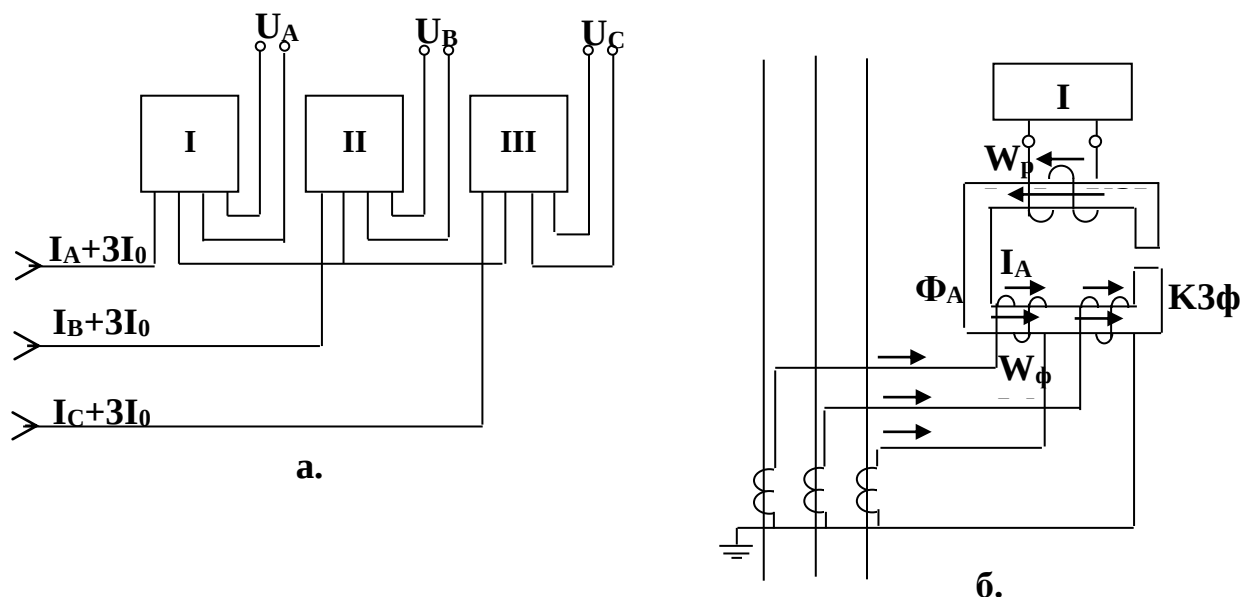
10-rasm. BC fazalarda ikki fazali qisqa tutashuvda himoya o'rnatilgan joydagi tok va kuchlanishning vektordiagrammasi.



10-rasm. Masofa organlarini ikki faza toki farqiga ulanishi:

a – YoT (yordamchi transformator) orqali;

б – Tr (transreaktor) orqali.



11-rasm. $I_F + 3KI_0$ tokga masofa organining ulanish sxemalari:

a – uch fazali ulanish sxemasi;

b - $I_F + 3KI_0$ tokni qabul qilish sxemasi.

Ikkala sxemada ham ikki fazali qisqa tutashuvda (10-9v rasm) uchta masofa organidan faqat bittagina shikastlanish joyini to‘g‘ri aniqlaydi, bu ham bo‘lsa shikastlangan fazalarning kuchlanishiga ulangani bo‘ladi.

Masalan, V va S fazalarda qisqa tutashuv yuz berganda (10-8,10-10 rasm) rele II dagi qarshilik $Z_p = Z_{1k}$, a I va III relelari dagi qarshiligi Z_p shunday oshirilgan bo‘ladiki, bu ularga berilayotgan kuchlanishlar U_{BA} va U_{CA} (10-10 rasm) ning U_{BC} kuchlanishi bilan bog‘liq, ularni ta‘minlovchi tok esa (yukni hisobga olmaganda) rele II dagi $I_B - I_C$ tokdan 2 marotaba kam. Bu relelar o‘zini xuddi qisqa tutashuv haqiqiy nuqtasidan uzoqda yuz berganday tutadilar. SHuning uchun ular liniyani notanlovchan o‘chmaydilar.

Masofa organlarini ikki faza toki farqiga ulash usulini qo‘llanilishi ikki birlamchi chulg‘amli (1 va 2) yordamchi transformator YoT yoki transformator TR ni qo‘llanishga asoslangan (10-10 rasm). har bir birlamchi chulg‘am mos faza tokiga (A va V faza) YOT yoki TR ni o‘zagida hosil qilgan oqimlar o‘zaro qarama-qarshi yo‘nalgan bo‘lsin va $\phi_p = F_1 - F_2$ yig‘indi oqim hosil qilsin, bu oqim YOT yoki TR ni birlamchi chulg‘amini ta‘minlayotgan toklar farqiga proporsional bo‘lsin.

Bu shartda ikkilamchi chulg'am toki ko'rsatilgan birlamchi toklar farqiga teng bo'ladi. Rasmda ko'rsatilgan himoya keng qo'llaniladi.

v) Bir fazali qisqa tutashuvlarga ta'sir javob beruvchi masofa organlarini ulanishi.

Bir fazali qisqa tutashuvlarning joyini aniqlashga mo'ljallangan masofa organlari tokli kompensatsiyalovchi sxema 10-11a rasmda ko'rsatilgan. Sxema o'z ichiga uchta qarshilik relesini olgan bo'lib, bu relelar 10-3 tablitsaga asosan A, V va S fazalarning U_f kuchlanishiga va $I_p = I_f + k \cdot 3 \cdot I_0$ tokga ulanadi, bu erda I_p kuchlanishi U_f bo'lgan fazaning toki; $k \cdot 3 \cdot I_0$ -nol ketma-ketlik tokiga proporsional tok; $K = l \frac{Z_0 - Z_1}{3Z_1}$ proporsionallik koeffitsient. K ning bunday qiymatida bir fazali

qisqa tutashuvda relening kirishidagi qarshilik $Z_{r.i} = \frac{U_0}{I_0 + \hat{\epsilon} 3I_0}$ - qisqa tutashuvda joyigacha bo'lgan to'g'ri ketma-ketlik qarshiligiga teng bo'ladi.

3-Tablitsa

Faza relesi	Kuchlanish	Tok
A	U_{AB}	$I_A + k3I_0$
B	U_{BC}	$U_B + k3I_0$
C	U_{CA}	$U_C + k3I_0$

Tokli kompensatsiya sxemasi bo'yicha ulangan relening kirishidagi qarshilik qisqa tutashuv nuqtasigacha bo'lgan masofa l q.t proporsional va yer bilan qisqa tutashuvning turi va toklarining nisbatiga bog'liq emas.

$$Z_p = Z_1 = Z_{1sol} \cdot l_{q,t}$$

Shuning uchun tokli kompensatsiya sxemasi masofa organlari qo'ygan barcha talablarni qanoatlantirganligi uchun va keng tarqalgan.

II. Bob. Texnologik hisobiy qism

2.1. Masofali himoyalarning ishga tushirish organlari.

a) Ishga tushiruvchi relelarning vazifalari, tiplari va ularga qo'yiladigan talablar.

Bir sistemali masofali himoyalarda va bir komplekt masofa (o'lchov) organlarida ikkita zonada sxemani qisqa tutashuvda ishga tushiruvchi organlar zarur. Bu himoyalarning ishga tushiruvchi organlari quyidagi vazifalarni bajaradi:

1. Ikkinchi, uchinchi agar bo'lsa turtinchi zonaning vaqt relelarini ishga tushiradi.

2. Bir komplekt o'lchov organli sxemada birinchi va ikkinchi zona uchun avtomatik ravishda birinchi zonadan ikkinchi zonaning o'lchov organlarining ishlash qarshiligini o'zgartiradi.

3. Bir sistemali sxemalarda qisqa tutashuvda o'lchov organlariga shikastlangan fazaning tok va kuchlanishini keltiradi.

4. himoyaning ehtiyot zonasi sifatida ishlaydi.

Uch sistemali mustaqil o'lchov organli komplektli himoyalarda yo'naltirilgan qarshilik relesi yordamida bajarilgan har bir zona uchun maxsus ishga tushiruvchi organlar talab qilinmaydi.

Bu sxemalarda o'lchov organlari zanjirlarida xech qanday ulashlar amalga oshirilmaydi. o'lchov organlari yukdan sozlangan. Vaqt relesining ishga tushirilishi mos zonalarining o'lchov organlari orqali amalga oshiriladi. Ehtiyot zona sifatida qo'shimcha o'lchov organlari komplekti ishlatiladi. Ishga tushiruvchi organlar quyidagi uchta asosiy talabni bajarishlari kerak:

- qisqa tutashuvda yuqori sezgirlik;
- maksimal yukdan mustaxkam sozlanish;
- tebranishlarda iloji boricha ishlamaslik.

Bu talablarni bajarish texnik jihatdan qiyin masala hisoblanadi. Masofali himoyalarda ishga tushiruvchi rele sifatida asosan tok relelari va to'la qarshilik relesi ishlatiladi. Ikkala tip ishga tushiruvchi relelar yukdan sozlanishi kerak, bu o'z navbatida uzun va ko'p yuklangan liniyalardagi qisqa tutashuvda himoya

sezgirlikni kamaytiradi. Bunga bog'liq ravishda himoyalarda aralash aylana va ellips ko'rinishdagi tavsifli relelar va maxsus bloklovchi relelar ("shar" yoki faza cheklagichlar) keng qo'llaniladi. Bloklovchi rele ishga tushiruvchi rele bilan birga ulanib ishlaydi va ularning harakatlarini ko'p yuklanishda cheklaydi, bu bilan himoyaning qisqa tutashuvdagi sezgirlikni oshiradi. Tok relelari va qarshilik relelari tebranishga ta'sir javob beradilar va ishga tushiruvchi relelarning talablariga to'liq javob bermaydi. Shuning uchun bu ko'rinishdagi ishga tushiruvchi releli himoyalar tebranishda bloklovchi rele bilan to'ldiriladi.

b) tokli ishga tushiruvchi relelar.

Faza toklariga ulangan tokli ishga tushiruvchi relelar. Tok relelari katta karralikka ega bo'lgan qisqa tutashuv toklarida bir fazali va ikki fazali qisqa tutashuvlarda aniq tanlovchanlikka ega, shuning uchun ular faqat qisqa tutashuv toki oquvchi fazalarga ta'sir qiladi.

Fazalararo qisqa tutashuv himoyalarda ishga tushiruvchi tok relelarini faqat ikki fazaga o'rnatish etarli, bunda ular barcha tur fazalararo qisqa tutashuvlarda ishlaydilar va bir sistemali av uch sistemali masofali himoyalarda sezgirlikka ega.

Tokli ishga tushiruvning asosiy kamchiligi bu uning yuk va tebranishga xuddi qisqa tutashuvday ta'sir javob berishdir. Ishga tushiruvchi relelarning ishlash toklarini maksimal yuk toklarida sozlash kerak. Shuning uchun 110 kV va undan yuqori kuchlanishli katta yukli uzun elektr uzatish liniyalarida tokli ishga tushirish etarli sezgirlikka ega bo'lmaydi. Tokli ishga tushirish relelari boshqa ishga tushirish qurilmalaridan sodda, shuning uchun ular etarli mustahkam sezgirlikni ta'minlaganda va maksimal tokdan sozlanganda foydalaniladi. Tokli ishga tushirish 35 kV li liniyalarning masofali himoyalarda keng qo'llaniladi.

Ba'zi bir masofali himoya sxemalarida ishga tushirish organi sifatida teskari ketma-ketlik filtri orqali ulangan tok relelari ishlatiladi. Ikki fazali qisqa tutashuvlar teskari ketma-ketlik tokini paydo bulishida kuzatiladi va rele ishonchli ishlaydi. Uch fazali qisqa tutashuvda $I_2=0$ lekin amalda barcha uch fazali qisqa tutashuvlar bir fazali yoki ikki fazali shikastlanish shaklida yuz berib keyin uch fazaliga aylanadilar. Teskari ketma-ketlik relesidan himoyani ishga tushirishini

ta'minlash uchun uch fazali qisqa tutashuvlarda shikastlanishni shikastlanishishi bosh paytida tokni qisqa yoki uzun vaqt paydo bo'lganligi maxsus qayd qiluvchi (eslab qoluvchi) maxsus sxemalar kerak.

I_2 tok ishga tushiruvchining afzalliklari bo'lib uch sxemaning simmetrik ko'p yuklanish va tebranishda ishlamasligi va qisqa tutashuvda yuqori sezgirligidir, chunki teskari ketma-ketlik relesining $I_{r.i}$ faqat filtrning Inb dan sozlanadi va Inb kichik qiymatga ega bo'ladi.

I_2 relening kamchiligi bo'lib uning tebrani va yukda, agar ular (I_2 va U_2) nosimmetrikliligi bilan birga bo'lsa ishlashidir.

v) Ishga tushiruvchi qarshilik relelari.

Ishga tushiruvchi rele sifatida elliptik va aylana tavsifli fazalararo kuchlanish va bir faza toklari farqiga ulangan (10-1 tabl) yoki fazalararo kuchlanish va bir faza tokiga ulangan (10-2 tabl.) yo'naltirilgan va yo'naltirilmagan qarshilik relelari ishlashi mumkin.

Birinchi sxema (10-1 tabl) barcha tur qisqa tutashuvlarda turg'un ishlash zonasini ta'minlab beradi va eng muhimi shuki, ishga tushiruvchi rele himoyaning uchinchi zonasining masofa organi vazifasini bajaradi, lekin bu himoya shikastlangan fazani tanlovchan o'chirishligini ta'minlab bermaydi.

Ikki fazali qisqa tutashuvlarda (10-14a rasm) barcha relelar qisqa tutashuv tokidan ta'minlanadilar va kamaytirilgan kuchlanishga ega bo'ladilar, shuning uchun yaqin masofada qisqa tutashuv yuz berganda ular bir vaqtni ichida ishlashlari mumkin, bu esa ishga tushiruvchi relening ishidan keyin shikastlangan fazani aniqlash imkonini bermaydi. Buni hisobga olgan holda birinchi sxema masofali himoyaning barcha himoya zonasida turg'unlikni eng yaxshi ta'minlab berish nuqtai nazaridan qaraladi va bunda releni tanlovchan ishga tushirishini talab qilinmaydi.

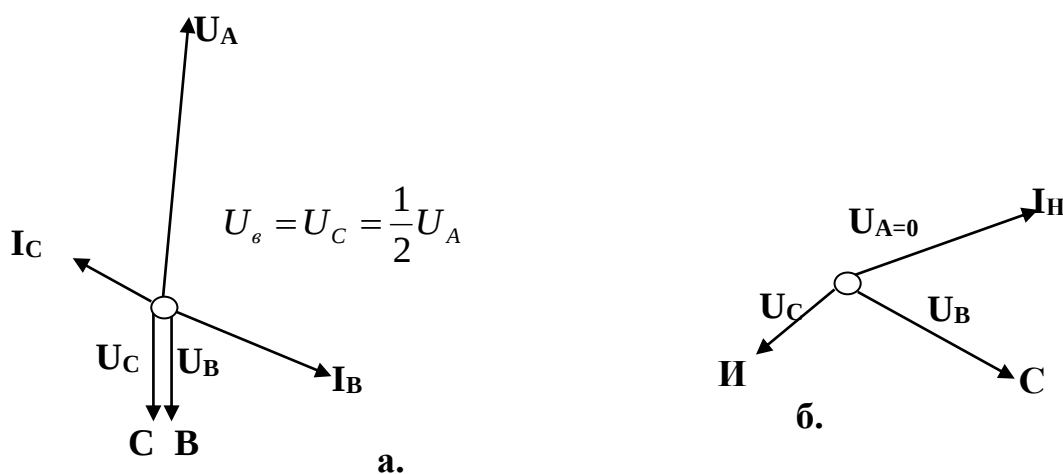
Ikkinchi sxema (10-2 tabl.) barcha tur qisqa tutashuvlarning zonalari bo'yicha turg'unlikni ta'minlab berilmasada ma'lum bir qo'shimchalar ishlatilganda tanlovchanlikni ta'minlab beradi va bu bunga ehtiyoj bo'lgan himoyalarda ishlatiladi (masalan bir sistemali sxemalarda). Ikki fazali qisqa

tutashuvda sxemani o'zi etarli sezgirlikni ta'minlab bermaydi. Masalan, (10-rasmda) V va S fazalarda qisqa tutashuv yuz berganda kuchlanish va tokka ulangan rele ishlashi kerak. Lekin yaqin masofada qisqa tutashuv yuz berganda kuchlanish va tokga ulangan rele ham ishlaydi, chunki

$$U_{CA}=1,5U_f \quad (10\text{-a rasm})$$

ya'ni meyorlidan kichik, (meyorli 1,73 U_f), $aI_c=I_{k.t}$

Aniq tanlovchanlikni ta'minlab berish uchun ishga tushiruvchi relelar orasida o'zaro blokirovka kiritiladi (10-14 rasm). Ishga tushiruvchi relelarning kontaktlari juft-juft bo'lib ulanadi, masalan I_a va I_v , I_v va I_s , I_s va I_A (10-14 rasm). Ikki fazali qisqa tutashuvda bu sxemada ishga tushirish zanjiri faqat bitta rele bilan hosil qilinadi, bu rele qisqa tutashuv sirtmog'i kuchlanishiga ulangan bo'ladi. V va S fazalarda qisqa tutashuv yuz berganda I_A rele ishlaydi u Ivs kuchlanish va Iv tokka ulangan bo'lib releni harakatini bloklaydi va uni ishlatmaydi, garchi u S fazadan oqayotgan qisqa tutashuv toki bilan ta'minlansa ham.



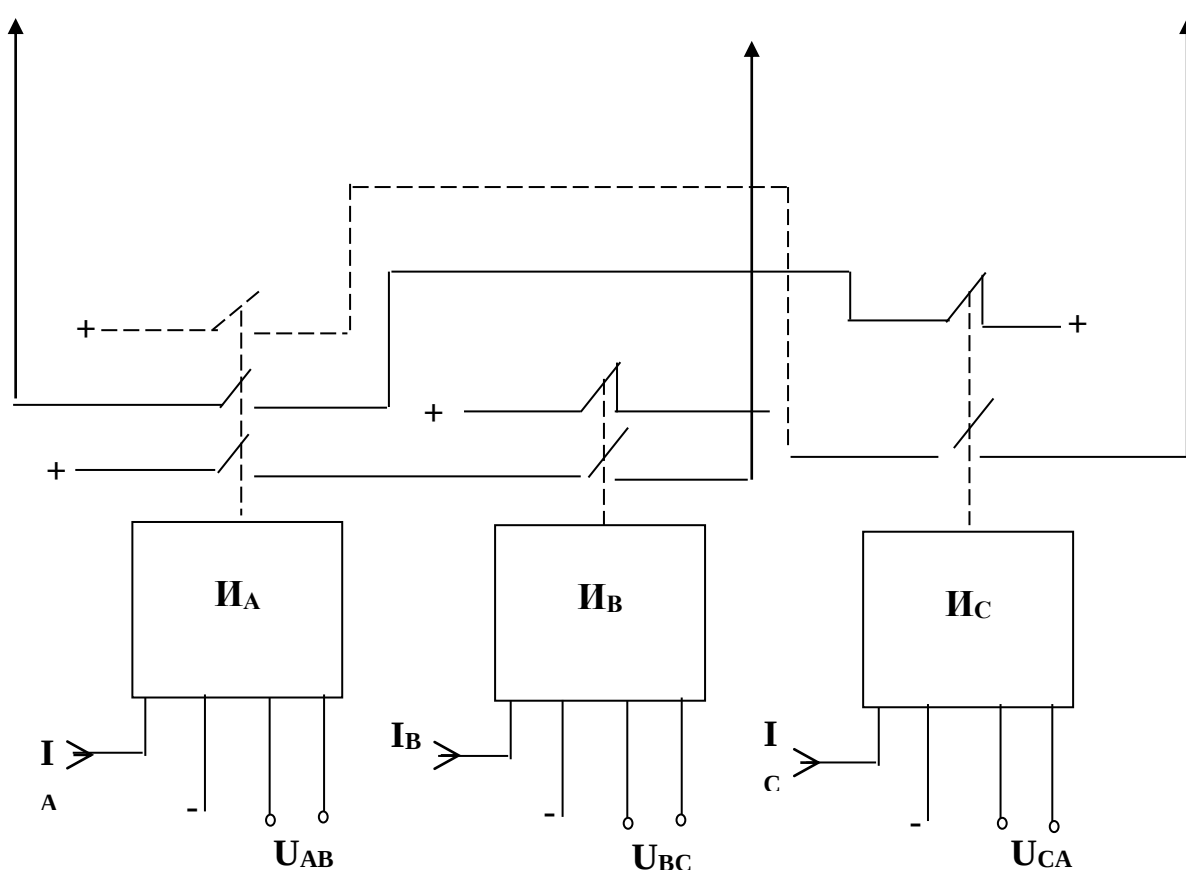
Rasm 10.13 Qisqa tutashuvlarda vektor diagrammalar:

a – ikki fazali;

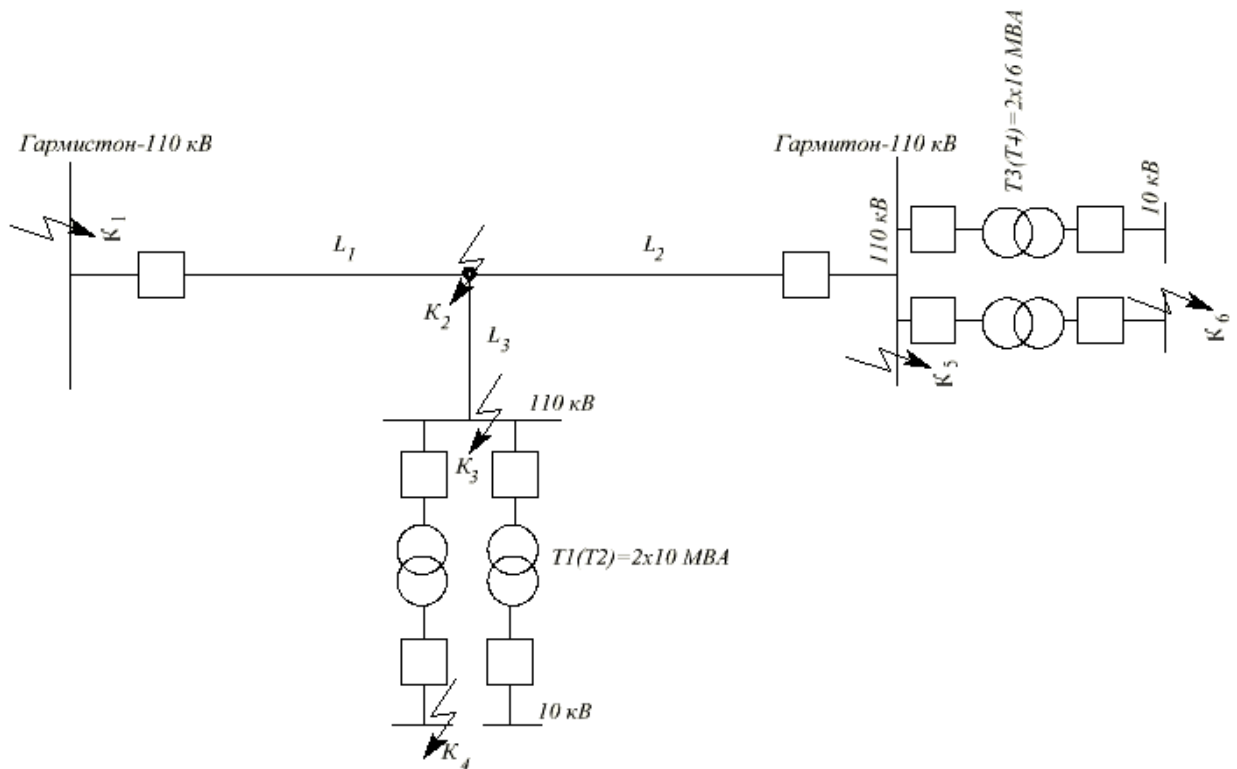
b – bir fazali.

Lekin siklik blokirovkada himoya uch fazali qisqa tutashuvda uchta rele ham ishlaganda ishlamaydi. SHuning uchun uch reledan biri masalan I_c rele bilan shunday bloklanadiki bunda I_A rele ishlamaydi.

Buning natijasida Is rele uch fazali qisqa tutashuvda ishlaydi va VS fazalarda ikki fazali qisqa tutashuv yuz berganda bloklanadi. Ikki fazali qisqa tutashuvda uchinchi qarshilik relesi (shikastlanmagan fazaga ulangan) ishlashi mumkin, chunki bu relelari kuchlanish ham kamayadi (10-13 rasm). Bu havfli oldini olish uchun releni joylanish qiymati shunday tanlanadiki, bunda agar releni ta'minlovchi kuchlanishning miqdori $1.5U$ ni tashkil qilganida ham yuk tokida ishlamaydi.



10-rasm. Ishga tushiruvchi qarshilik relesining o'zaro siklik bloklangan sxemasi.



a) Elektr uzatish liniyalarning asosiy parametrlari

$U=110 \text{ kV}$

AC – 120

$L_1=8 \text{ km},$

$r_0=0,27 \text{ om/km},$

$L_2=6,7 \text{ km},$

$x_0=0,43 \text{ om/km}$

$L_3=2,6 \text{ km}$

b) Kuch transformatorning asosiy parametrlari

TMN – 10000/110

$S_n=10 \text{ MVA}$

$\Delta P_{q.t} = 68 \text{ kVt}$

$U_{yu}=110 \text{ kV}$

$\Delta U_k = 10,5 \%$

$U_p=10 \text{ KV}$

TMN – 16000/110

$S_n=16 \text{ MVA}$

$\Delta P_{q.t} = 85 \text{ kVt}$

$U_{yu}=110 \text{ kV}$

$\Delta U_k = 10,5 \%$

$U_p=10 \text{ KV}$

Liniya va transformatorning qarshiliklarini xisoblaymiz va xisoblashni nisbiy birlikda bajaramiz. Buning uchun quyidagi bazis shartlarni qabul qilamiz.

$S_b = S_{q.t} = 400 \text{ MVA}$ $U_{b1} = 115 \text{ kV},$ $U_{b2} = 10,5 \text{ kV},$

Qisqa tutashuv toklarini xisoblash va almashtirish sxemasini tuzish.

Elektr uzatish liniyalari (EUL) ning qarshiliklarini hisoblaymiz.

L1 – liniyaning qarshiliklari

$$r_{E1}^a = r_0 \cdot L_1 \cdot \frac{S^a}{U_{a1}^2} = 0,27 \cdot 8 \cdot \frac{400}{115^2} = 0,065$$

$$x_{E1}^{\dot{a}} = x_0 \cdot L \cdot \frac{S^{\dot{a}}}{U_{\dot{a}I}^2} = 0,43 \cdot 8 \cdot \frac{400}{115^2} = 0,1$$

$$Z_{E1} = 0,065 + j0,1 \quad |Z_{E1}| = 0,12$$

L2 – liniyaning qarshiliklari

$$r_{E2}^{\dot{a}} = r_0 \cdot L_2 \cdot \frac{S^{\dot{a}}}{U_{\dot{a}I}^2} = 0,27 \cdot 6,7 \cdot \frac{400}{115^2} = 0,055$$

$$x_{E2}^{\dot{a}} = x_0 \cdot L \cdot \frac{S^{\dot{a}}}{U_{\dot{a}I}^2} = 0,43 \cdot 6,7 \cdot \frac{400}{115^2} = 0,087$$

$$Z_{E2} = 0,055 + j0,087 \quad |Z_{E2}| = 0,103$$

L3 – liniyaning qarshiliklari

$$r_{E3}^{\dot{a}} = r_0 \cdot L_3 \cdot \frac{S^{\dot{a}}}{U_{\dot{a}I}^2} = 0,27 \cdot 2,6 \cdot \frac{400}{115^2} = 0,02$$

$$x_{E3}^{\dot{a}} = x_0 \cdot L \cdot \frac{S^{\dot{a}}}{U_{\dot{a}I}^2} = 0,43 \cdot 2,6 \cdot \frac{400}{115^2} = 0,034$$

$$Z_{E3} = 0,02 + j0,034 \quad |Z_{E3}| = 0,039$$

Kuch transformatoring qarshiliklarini xisoblaymiz.

PS-1 da o'rnatilgan quvvati 2x10000 kVA li kuch transformatorning qarshiliklarini xisoblaymiz.

$$U_{aT1(T2)} = \frac{\Delta P_{q,t}}{S_{\dot{O}\dot{H}}} \cdot 100\% = \frac{68 \cdot 100}{10000} = 0,68 \%$$

$$U_{pT1(T2)} = \sqrt{U_{\dot{e}}^2 - U_{\dot{a}T1}^2} = \sqrt{10,5^2 - 0,68^2} = 10,48 \%$$

$$r_{T1(T2)}^{\dot{a}} = \frac{U_{\dot{a}\dot{O}1(T2)}}{100} \cdot \frac{S_{\dot{a}}}{S_H} = \frac{0,68}{100} \cdot \frac{400}{10} = 0,3$$

$$\tilde{\sigma}_{T1(T2)}^{\dot{a}} = \frac{U_{\dot{a}\dot{O}1}}{100} \cdot \frac{S_{\dot{a}}}{S_H} = \frac{10,48}{100} \cdot \frac{400}{10} = 4,2$$

$$Z_{T1(T2)} = 0,3 + j4,2 \quad |Z_{T1(T2)}| = 4,21$$

PS-2 da o'rnatilgan quvvati 16000 kVA li kuch transformatorning qarshiliklarini xisoblaymiz.

$$U_{aT3(T4)} = \frac{\Delta P_{q,t}}{S_{\dot{O}\dot{H}}} \cdot 100\% = \frac{85 \cdot 100}{16000} = 0,53 \%$$

$$U_{pT3(T4)} = \sqrt{U_{\dot{e}}^2 - U_{\dot{a}T3(T4)}^2} = \sqrt{10,5^2 - 0,53^2} = 10,48 \%$$

$$r_{T3(T4)}^{\dot{a}} = \frac{U_{\dot{a}\dot{O}3(T4)}}{100} \cdot \frac{S_{\dot{a}}}{S_H} = \frac{0,53}{100} \cdot \frac{400}{16} = 0,13$$

$$\tilde{\sigma}_{T3(T4)}^{\dot{a}} = \frac{U_{\dot{a}\dot{O}3(T4)}}{100} \cdot \frac{S_{\dot{a}}}{S_H} = \frac{10,48}{100} \cdot \frac{400}{16} = 2,62$$

$$Z_{T1(T2)} = 0,13 + j2,62 \quad |Z_{T1(T2)}| = 2,623$$

Prinsipial sxemaga mos ravishda ekvivalent almashtirish sxemani tuzib, taqsimlash qurilmalari liniyalari va shinalarda xisoblanishi shart bo'lgan K1÷K6 qisqa tutashuv nuqtalarini belgilaymiz.

Elektr ta'minoti tizimining maksimal va minimal ish rejimi uchun qisqa tutashish toklarini qiymatini aniqlaymiz.

Tizimda kuch transformatorlari parallel ishlaganda, xamda K1 nuqta uchun qabul qilingan quvvat $S_{k1.maks}=500$ MVA bulganda maksimal qisqa tutashish toklari xosil bo'ladi.

Tizimning minimal ish rejimi bitta kuch transformatori ishlaganda xosil bo'lib, ta'minlovchi podstanstiya yuqori kuchlanish tomonidagi minimal to'la quvvat $S_{k1 \min} = 400$ MVA. Bunda minimal qisqa tutashish toklari xosil bo'ladi.

a) **Tizimning maksimal ish rejimi.** $S_{qt.maks}=500$ MVA

Tizimning qarshiligini quyidagicha xisoblaymiz:

$$\tilde{O}_{\tilde{n}\tilde{e}\tilde{n}\tilde{o}} = \frac{S_{\tilde{a}}}{S_{\tilde{e}\tilde{o}.\tilde{i}\tilde{a}\tilde{n}}} = \frac{400}{500} = 0,8 \quad \text{va} \quad Z_{cist}=j0.8$$

K-1 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi.

Elektr yurituvchi kuch berilgan joydan qisqa tutashish nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yigindisi.

$$Z_{e1} = Z_s = j0,8$$

K-1 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b1} = 115$ kV tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q.t1} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y1} \cdot U_{A1}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 115} = 2513 \text{ A}$$

K-2 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi.

$$Z'_{Y2} = Z'_{Y1} + Z_{E1} = j0,8 + 0,065 + j0,1 = 0,065 + j0,9 = /0,9/$$

K-2 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b1} = 115$ kV tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q,t2} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y1} \cdot U_{A1}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 115} = 2234 \text{ A}$$

K-3 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi.

$$Z'_{Y3} = Z'_{Y2} + Z_{E3} = 0,065 + j0,9 + 0,02 + j0,034 = 0,085 + j0,934 = /0,94/$$

K-3 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b1} = 115 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q,t3} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y3} \cdot U_{A1}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 0,94 \cdot 115} = 2139 \text{ A}$$

K-4 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi. (ikkita transformator parallel ishlaganda).

$$Z'_{Y4} = Z'_{Y3} + Z_{O1(O2)} = 0,085 + j0,934 + (0,3 + j4,2) / 2 = 0,235 + j3,034 = /3,043/$$

K-4 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b2} = 10,5 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q,t4} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y1} \cdot U_{A2}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 3,043 \cdot 10,5} = 7236 \text{ A}$$

K-5 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi.

$$Z'_{Y5} = Z'_{Y2} + Z_{E2} = 0,065 + j0,9 + 0,055 + j0,087 = 0,12 + j0,987 = /0,99/$$

K-5 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b1} = 115 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q,t5} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y5} \cdot U_{A1}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 0,99 \cdot 115} = 2031 \text{ A}$$

K-6 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi. (ikkita transformator parallel ishlaganda).

$$Z'_{Y6} = Z'_{Y5} + Z_{O3(O4)} = 0,12 + j0,987 + (0,13 + j2,62) / 2 = 0,185 + j2,297 = /2,305/$$

K-6 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b2} = 10,5 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q.t6} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y6} \cdot U_{A2}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 2,305 \cdot 10,5} = 9553 \text{ A}$$

b) **Tizimning minimal ish rejimi.** $S_{qt.min} = 400 \text{ MVA}$.

Tizimning qarshiligi

$$X_c = \frac{S_A}{S_{\dot{E}\ddot{A}\ddot{e}i}} = \frac{400}{400} = 1 \quad \text{va} \quad Z_c = j1$$

K-1 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi

$$Z_{\mathfrak{A}1} = Z_c = j1$$

K-1 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b1} = 115 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q.t1} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y1} \cdot U_{A1}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 1 \cdot 115} = 2011 \text{ A}$$

K-2 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi.

$$Z_{Y2} = Z_{Y1} + Z_{\dot{E}1} = j1 + 0,065 + j0,1 = 0,065 + j1,1 = /1,102 /$$

K-2 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b1} = 115 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q.t2} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y1} \cdot U_{A1}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 1,102 \cdot 115} = 1825 \text{ A}$$

K-3 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi.

$$Z_{Y3} = Z_{Y2} + Z_{\dot{E}3} = 0,065 + j0,1 + 0,02 + j0,034 = 0,085 + j0,134 = /0,16 /$$

K-3 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b1} = 115 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q.t3} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y3} \cdot U_{A1}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 0,16 \cdot 115} = 12566 \text{ A}$$

K-4 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi.

$$Z'_{Y4} = Z'_{Y3} + Z_{\dot{O}1(\dot{O}2)} = 0,085 + j0,134 + 0,3 + j4,2 = 0,385 + j4,334 = /4,35/$$

K-4 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b2} = 10,5 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q.t4} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y1} \cdot U_{A2}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 4,35 \cdot 10,5} = 5062 \text{ A}$$

K-5 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi. (ikkita transformator parallel ishlaganda).

$$Z'_{Y5} = Z'_{Y2} + Z_{\dot{E}2} = 0,065 + j1,1 + 0,055 + j0,087 = 0,12 + j1,187 = /1,2/$$

K-5 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b1} = 115 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q.t5} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y5} \cdot U_{A1}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 1,2 \cdot 115} = 1676 \text{ A}$$

K-6 nuqta uchun qisqa tutashish toklari xisobi. Qisqa tutashishi nuqtasigacha bo'lgan qarshiliklar yig'indisi.

$$Z'_{Y6} = Z'_{Y5} + Z_{\dot{O}3(\dot{O}4)} = 0,12 + j1,187 + 0,13 + j2,62 = 0,25 + j5,387 = /5,39/$$

K-6 Qisqa tutashish nuqtasidagi bazis kuchlanishdagi $U_{b2} = 10,5 \text{ kV}$ tok quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$I_{q.t6} = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot Z_{Y6} \cdot U_{A2}} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 5,39 \cdot 10,5} = 4086 \text{ A}$$

Ikki fazali qisqa tutashish toklarini quyidagi formula buyicha aniqlaymiz.

$$I_{KT}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KT}^{(3)}$$

Qisqa tutashish toklari

1-jadval.

№	QT toklarini xisoblash nuqtalari	Uch fazali qisqa tutashi toklari (A)		Ikki fazali qisqa tutashi toklari (A)	
		Maksimal rejim	Minimal rejim	Maksimal rejim	Minimal rejim
1	K-1	2513	2011	2176	1742
2	K-2	2234	1825	1935	1580
3	K-3	2139	12566	1852	10882
4	K-4	7236	5062	6266	4384
5	K-5	2031	1676	1759	1451
6	K-6	9553	4086	8273	3538

Xisoblangan qisqa tutashish toklar natijasini 1- jadvalga yozamiz.

Maksimal rejim uchun ikki fazali qisqa tutashuv toklari hisobi.

$$I_{\dot{E}O1}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 2513 = 2176 \quad A$$

$$I_{\dot{E}O2}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 2234 = 1935 \quad A$$

$$I_{\dot{E}O3}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 2139 = 1852 \quad A$$

$$I_{\dot{E}O4}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 7236 = 6266 \quad A$$

$$I_{\dot{E}O5}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 2031 = 1759 \quad A$$

$$I_{\dot{E}O6}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 9553 = 8273 \quad A$$

Xisoblangan qisqa tutashish toklar natijasini 1-jadvalga yozamiz.

Minimal rejim uchun ikki fazali qisqa tutashuv toklari hisobi.

$$I_{\dot{E}O1}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 2011 = 1742 \quad A$$

$$I_{\dot{E}\dot{O}2}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 1825 = 1580 \text{ A}$$

$$I_{\dot{E}\dot{O}3}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 12566 = 10882 \text{ A}$$

$$I_{\dot{E}\dot{O}4}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 5062 = 4384 \text{ A}$$

$$I_{\dot{E}\dot{O}5}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 1676 = 1451 \text{ A}$$

$$I_{\dot{E}\dot{O}6}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KO}^{(3)} = 0,866 \cdot 4086 = 3538 \text{ A}$$

II. Tok transformatorlarini tanlash

a) Kuch transformatorlarining nominal tokiga nisbatan tok transformatorining birlamchi nominal tokini aniqlaymiz:

$$I_{HOMTT} \geq I_{HOMTp} \quad (2.1)$$

T1 (T2, T3) kuch transformatorining nominal toki:

$$I_{\dot{i}\dot{i}\dot{i} \dot{O}1(\dot{O}2)} = \frac{S_{\dot{i}\dot{i}\dot{i} \dot{O}1(\dot{O}2)_h}}{\sqrt{3} \cdot U_{\dot{i}\dot{i}\dot{i} \dot{O}1(\dot{O}2)}} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 52,5 \text{ A}$$

Kuch transformatorining nominal tokiga nisbatan 2.1-formulada keltirilgan shartdan foydalanib nominal toki kuch transformatorining nominal tokiga teng yoki katta bo'lgan tok transformatori tanlaymiz. Demak, tok transformatorning birlamchi toki $I_{HOM1TT} = 75 \text{ A}$, ikkilamchi toki $I_{HOM2TT} = 5 \text{ A}$. Shunda tok transformatorning transformastiyalash koeffisienti

$$n_{\dot{O}\dot{O}1} = \frac{I_{\dot{i}\dot{i}\dot{i} 1\dot{O}\dot{O}}}{I_{\dot{i}\dot{i}\dot{i} 2\dot{O}\dot{O}}} = \frac{75}{5} = 15$$

Xuddi shunday T4 kuch transformatorlari uchun xam tok transformatorning tanlaymiz:

$$I_{\dot{i}\dot{i}\dot{i} \dot{O}3(\dot{O}4)} = \frac{S_{\dot{i}\dot{i}\dot{i} \dot{O}3(\dot{O}4)}}{\sqrt{3} \cdot U_{\dot{i}\dot{i}\dot{i} \dot{O}3(\dot{O}4)}} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 84 \text{ A}; \quad n_{\dot{O}\dot{O}2} = \frac{100}{5} = 20;$$

Tok transformatorlari ma'lumotnomalardan foydalanib tanlaniladi [2. 499-538 betlar]. Tok va kuchlanish transformatorlari to'g'risida ba'zi bir ma'lumotlar ilovadagi I2 va I3-jadvallarda xam keltirilgan.

b) Elektr uzatish liniya (EUL) larining nominal tokiga nisbatan TT tanlaymiz:

$$I_{nomTT} \geq I_{yp} \quad (2.2)$$

Bu erda I_{ur} -elektr uzatishi liniyalarida oqishi uzoq vaqt ruxsat etilgan tok (I_{dd}). L1 liniya (AS-95) uchun $I_{urL1} = 260$ A. Bu liniyalar uchun birlamchi nominal toki $I_{nomTT} = 300$ A bo'lgan tok transformatorini tanlaymiz. Unda,

$$n_{TT} = \frac{300}{5} = 60$$

2.2. Masofa organlarini sonini qisqartirish bilan sxemalarni soddalashtirish.

Masofa relesi murakkab relelar qatoriga kiradi, shuning uchun masofa organlarini sonini kamaytirish imkonini beradigan sxemalar qo'llaniladi.

Uchta organli sxemalar *uch sistemali* deb ataladi. Sxemalarni soddalashtirish uchun ularda bitta masofa organigina qo'llash mumkin (bir sistemali). Bir sistemali sxemalarda masofa organlarini to'g'ri ishlashlari uchun ularni avtomatik holda mos shikastlangan faza toki va kuchlanishiga ulash kerak. Masalan bir sistemali sxemada ikki fazali qisqa tutashuvda (A va V fazalarda) masofa organiga kuchlanish I_A-I_B va tok berilish kerak, V va S da qisqa tutashuvda UB va I_B-I_C .

Er bilan qisqa tutashuv toki kam bo'lgan tizimlarda liniyaning har xil joyida er bilan qisqa tutashuv yuz berganda $I_o=0$ bo'lganda relega oldingi holdagiday tok va kuchlanish beriladi, $I_o \neq 0$ zonada esa rele Uf faza kuchlanishiga va I_f+k3I_o tokka 10-3 tablitsaga asosan ulanishi kerak.

Ko'rsatilgan ulanish himoyaning ishga tushirilishini boshqaruvchi oraliq rele yordamida olib boriladi. Buning uchun har bir ishga tushiruvchi rele faqat ma'lum

bir fazada qisqa tutashuv yuz berganda ishlashi kerak. Ishga tushiruvchi organlarning bu ko‘rinishdagi xossasi *tanlovchanlik* deb ataladi.

10-12 rasmda himoyaning masofa organini (K.R) tok va kuchlanish zanjirini bir sistemali ulash sxemasi berilgan. Bu sxema er bilan kam qisqa tutashuv tokli liniyalar himoyasida keng qo‘llaniladi.

O‘lchovchi relening kontaktlarining ishini yaxshilash uchun katta qisqa tutashuv toklarida 50-100A ni K.R. relening tok zanjirlari yordamchi pasaytiruvchi tok transformatorlari YOT orqali ta‘minlanadi (8-rasm). Bu transformatorning har biri ikkita birlamchi chulg‘am YOT_f va YOT_o gacha va bitta ikkilamchi chulg‘am YOT_2 ga ega. YOT_f chulg‘am mos fazaning toki bilan ta‘minlanadi, YOT chulg‘am esa ATo avtotransformatori orqali olinadigan I_o tok bilan ta‘minlanadi.

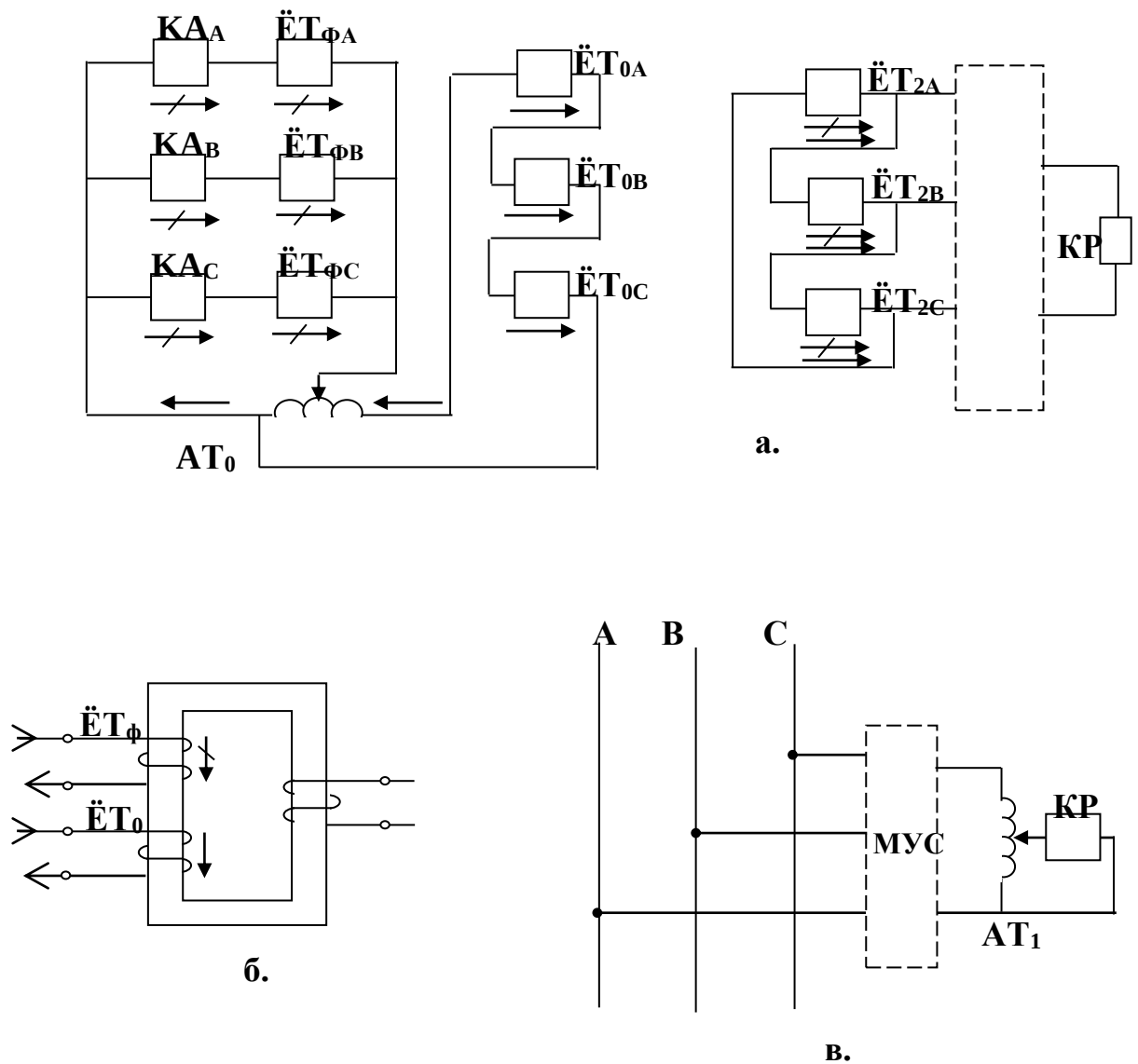
Birlamchi chulg‘amlarning toki I_f va I_o ikkilamchi chulg‘amga transformatsiyalanadi va unda

$$I_2 = \frac{I_\delta + k \cdot 3 \cdot I_o}{n_{TT}} \text{ tok hosil bo‘ladi.}$$

$$\text{Ersiz fazalararo qisqa tutashuvda } I_o=0 \text{ bunda } I_2 = \frac{I_\delta}{n_{TT}}.$$

Odatda $n_{YOT}=25$ qilib olinadi. Buning natijasida Q.R releni ta‘minlovchi transformatsiyalanuvchi tok marotaba kamayadi va Q.R ni boshkaruvchi oraliq releni kontaktlarini ishini yaxshilaydi.

YOT_{2A} , YOT_{2V} va YOT_{2S} chulg‘amlar uchburchak ulangan, uning zanjiri meyorli ulangan $3I_o$ ga ulangan tok relesi KAo ning kontakti orqali o‘tadi. Fazalararo qisqa tutashuvda rele KAo ishlamaydi va ishga tushiruvchi shikastlangan fazaning relesi K.R ga shikastlangan fazalarning toklarini farqini ET_2 ning mos chulg‘amidan olib keladi. (Sxemani soddalashtirish uchun mos ulash, sxemasi (MUS berilmagan).



9-rasm. Bir masofa organli (qarshilik releli) bir sistemali soddalashtirilgan sxemasi.

a – tokli zanjirning sxemasi; b – yordamchi transformator (YOT);

v – kuchlanish zanjirini sxemasi.

Q.R relening kuchlanish zanjiridagi mos ulash (10-12 v rasm). ham ishga tushiruvchi relelar orqali olib boriladi. Ular masofa organini kuchlanish zanjirini shunday mos ulaydilarki, avtotransformator AT_0 ga fazalararo qisqa tutashuvda shikastlangan fazalarning kuchlanishlarini farqi tushadi va yer bilan ikki karra qisqa tutashuvda shikastlangan fazaning kuchlanishi tushadi.

Masofa organlarining ishiga o'tish qarshiligi, oraliq pasaytirish stansiyalarining ishlab chiquvchi tokleri, bir simli liniyalarning ikki simli bilan

birlashganda toklarning liniyalanishi, o'lchov transformatorlarining xatoliklari katta ta'sir ko'rsatadi. Mos ulash sxemalari MUS bularni hisobga olishlari kerak. Elektr tizimlarning, elektr stansiyalarning elektr qurilma va asboblari, elektr uzatish liniyalari, elektr iste'molchilari normal va ishdan chiqish, shikastlangan liniyalarni uchratish mumkin. Ishdan chiqish yoki shikastlanish ko'p hollarda elektr tizimining I tokning me'yoridan oshib ketishi yoki kuchlanishning pasayishi bilan bog'langan, bu hodisalarni aytib o'tilgan faktorlar bilan kuzatish mumkin. Me'yoridan oshib ketgan tok katta miqdorda issiqlik ajralib chiqishiga sabab bo'ladi. Buning natijasida elektr uzatish liniyalari va qurilmalari xavfli darajada qizishi va shikastlanishi mumkin. Kuchlanishning normadan pasayishi elektr iste'molchilarning normal ishlashiga yo'l qo'ymaydi va normal ishlayotgan generator va energotizimning turg'unligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shunday qilib, elektr qurilmalarining shikastlanishini, energetika tizimining va elektr iste'molchilarning ish rejimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Elektr tizimlarning normadan tashqari holatlari esa energetika tizimini shikastlanishiga yoki ishdan chiqishiga imoniyat yaratadi.

Elektr tizimlarini va iste'molchilarni normal ishlashlari uchun shikastlangan qurilma, elektr liniyalari to'g'ri aniqlanib, o'chirilishi kerak va shu orqali qolgan elektr iste'molchilari va elektr tizimlarning normal ishlashiga sharoit yaratish kerak. Normadan tashqari holatlar vaqtida aniqlanib choralar ko'rilsa xavfsizlik ta'minlanadi. Yuqorida ko'rsatilganlardan xulosa qilib shuni aytish mumkinki elektr tizimlarini va elektr iste'molchilarni shikastlanish va normadan tashqari holatlardan saqlash uchun uning elementlarini himoyalovchi avtomatik qurilmani qurish va shikastlanishga elektr tizimlarning talabi katta. Elektr tizimida dastavval ximoya qurilmasi qilib eruvchan saqlagichlar qo'llanilgan. Quvvat va kuchlanishning ortishi bilan elektr tizimlari ulanish sxemalarining murakkablashishi eruvchan saqlagichlarni ko'p kamchiliklarini namoyon qildi va buning oqibatida yangi himoyalovchi qurilma yaratildi. Bu ximoyalovchi qurilma maxsus avtomat – rele yordamida amalga oshirildi va releli himoya deb nomlandi.

Releli himoya elektr avtomatikasining asosiy turi bo'lib, usiz hozirgi zamon elektr tizimlari normal va mustahkam ishlay olmaydilar. U energetika tizimining barcha elementlarining holatlarini tekshirib, nazorat qilib boradi.

Energetika tizimida nonormal sharoit yoki holat bo'lganda himoya uni aniqlaydi va bu holatlarni xarakteriga qarab, normal sharoitni tiklash uchun kerakli bo'lgan chora – amallarni qo'llaydi yoki navbatchi shaxsga xabar beradi.

Energetika tizimida shikastlanish bo'lganda himoya uni aniqlaydi va ishdan chiqqan energetika tizimi qismini maxsus katta tokli mo'ljallangan kuch o'chirgichlariga ta'sir etib o'chiradi.

Hozirgi zamon energetika tizimi releli himoyalar elektr ta'minotini tez tiklovchi va tizimni normal holatga keltiruvchi mustahkam va aniq elektr avtomatikasi bilan ta'minlangan.

Elektr avtomatikasining qurilmalariga qayta ulash avtomatikasi (APV), avtomatik chastotali yuksizlantirish (ACHYU) va zaxiradagi manbani ulash avtomatikasi (ZAU) kiradi.

2.3. Masofali himoyaning tanlovchanligi.

Masofali himoya tanlovchanligini, kerakli tezkorlikni va sezgirlikni ta'minlash uchun murakkab sxemali tarmoqlarda qo'llaniladi. Himoyaning ishlash vaqti himoya o'rnatilgan joy bilan qisqa tutashuv nuqtasi orasidagi masofaga bog'liq. Himoyaning asosiy organi – masofali organ, bu qarshilik relesi, qarshilik esa masofaga bog'liq:

$$Z = Z_0 \cdot l_{r.q}, \quad r = r_0 \cdot l_{r.q}, \quad X = X_0 \cdot l_{r.q}$$

$l_{r.q}$ - masofali himoyaning sabr vaqti xarakteristikasi. Bu xarakteristika uch turda: sekin kupayuvchi, pog'onalik va aralash bo'ladi. Eng ko'p tarqalgan turi – bu pog'onalik xarakteristikasi himoya, shikastlanishlarda shu uchastkasini tezda o'chirishni ta'minlaydi.

Birinchi pog'ona liniya uzunligining $0,7 \div 0,85$ % qismiga teng, ikkinchi pog'ona kengligi uchastka himoyasi bilan rostlanadi, oxirgi uchinchi pog'ona keyingi uchastkani himoyalashi kerak.

Himoyaning asosiy qismlari:

- 1) Ishga tushiruvchi qism, tok relelari yoki to'la qarshilik relesi KZ3 amalga oshiradi.
- 2) Masofali qism. Bu qism qisqa tutashuv joyini aniqlaydi liniya qarshilik relelari KZ1 va KZ2 elementlarida bajarilgan.

$$Z_r = \frac{U_r}{I_r} < Z_{h.ish}$$

- 3) Sabr vaqtini hosil qiluvchi qism KT1 va KT2 vaqt relelari yordamida bajariladi.
- 4) Quvvat yo'nalishini aniqlovchi qism – himoyani bir tomonlama ishlashiga ruxsat beradi. Quvvat relesi pog'onalar va yo'naltirilgan himoya bo'lsa shunda qo'llaniladi.
 - a) Qisqa tutashuv tokining og'ish ko'rsatgichi.
 - b) L-1, liniyaning masofali himoya xarakteristikasi.
 - c) Masofali himoyaning pog'onalariga qo'yiladigan vaqt.

110 kV li liniya uchastkalariga qo'yiladigan himoya qiymatlarini tanlaymiz. 1,3,5- uchastkalar uchun

Hisoblashda.

1) Uch fazali maksimal va minimal rejimlardagi qisqa tutashuv toklarini aniqlaymiz.

2) O'z-o'zini qo'shish koeffitsiyentini olamiz (samozapusk) $K_{s.z.p} = 2$. O'z-o'zini qo'shish koeffitsiyenti uchun $U_{\min}$ kuchlanishni olamiz. $U_{\min} = 107 \text{ kV}$
3-himoya uchun $U_{\min} = 105 \text{ kV}$

3) Tokli kesim uchun ishlash tokini olamiz.

L-3 liniyasi
$$I_{s.o} \geq K_n \cdot I_{q.t \max}^{(3)}$$

10 MVA transformatori qisqa tutashuv tokiga rostlaymiz. Podstansiya V.

$$I_{s.o5} = K_n \cdot I_{q.t \max}^{(3)} = 1,4 \cdot 9553 = 13374 \text{ A}$$

Bu yerda $K_n = 1,4$ PT – 40 tipidagi rele uchun.

4) To'rtinchi transformator 10000 kVA V podstansiyadagi tokli kesim ishlash tokini tanlaymiz.

$$I_{s.o4} = K_n \cdot I_{q.t \max}^{(3)} = 1,4 \cdot 2031 = 2844 \text{ A}$$

Sezgirlik koeffitsiyenti $K_n = 1,4$.

5) L2 liniya uchun tokli kesim ishlashini tanlaymiz. 10000 kVA B podstantsiyadagi ulanish bo'yicha

$$I_{s.o3} = K_n \cdot I_{q.t \max}^{(3)} = 1,4 \cdot 2234 = 3128 \text{ A}$$

Tokli kesim normal holatda liniyaning 25% ni o'z ichiga oladi.

6) L-2 liniyani masofali himoyasi hisoblanadi.

Birinchi pog'ona. Himoyani ishlash zonasi

$$\begin{aligned} Z'_{h.ish.z} &\leq 0,85 \cdot (r_1 + jx_1 + jx_{tr.min}) = 0,85 \cdot (0,065 + j0,1 + j4,2) = \\ &= 0,85 \cdot (0,065 + j4,3) = 0,85 \cdot 4,3 = 3,66 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

Bu $Z_{h.ish.z} = r_1 + jx_1$ B va V podstantsiyalarning 10 km li uchastka qarshiligi.

$$jx_{tr.min} = 5 \text{ } \Omega \text{ 6300 kVA quvvatli transformator uchun } z'' = 5 \text{ } \Omega$$

$$z'_{h.ish.z} \leq 0,85 \cdot (z_1 + z'') = 0,85 \cdot (4,21 + 5) = 0,85 \cdot 9,21 = 7,83 \text{ } \Omega$$

Bu yerda $z_1 + z'' + z_{L2} = 0,12 + 5 + 0,103 = 5,223 \text{ } \Omega$ oldindan olingan

$$z'_{h.ish.z} = 10 \text{ } \Omega$$

V nuqtadagi transformator ulanishga eruvchan saqlagich vaqtini aniqlaymiz.

$$I_{q.t.hisob}^{(2)} = \frac{I_{q.t.min}^{(2)}}{k'_n \cdot k''_n} = \frac{4384}{1,1 \cdot 1,2} = 3321 \text{ A}$$

Eruvchan saqlagichni tipik xarakteristikasi bo'yicha PSN - 55

$$I = 3500 \text{ A, } 3500 \text{ A, tokida } t_{erish} \approx 0,008'' \text{ sekund}$$

Shu sababli birinchi pog'ona ishlash vaqti (vaqt bo'yicha himoyaning ishlash zonasi) $t_{h.ish.z} \approx 1,008 \text{ sek}$

Ikkinchi pog'ona $z' \leq 5 \text{ } \Omega$

Oldingi tokli kesim 4 va liniya L-2 sezgirlik koeffitsiyenti bilan kelishilgan holda himoyaning ishlash zonasining qarshiligini hisoblaymiz.

$$\begin{aligned} z'_{h.ish.z} &\leq 0,85 \cdot (z_{L3} + z_{hisob.5}) = 0,85 \cdot (0,02 + j0,034 + 0,3 + j4,2) = 0,85 \cdot (0,32 + j4,234) = \\ &= 0,85 \cdot 4,25 = 3,6 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

Bu yerda

$$z_{hisob.4} = z_{L2} + x_{T2,T3} = 0,055 + j0,087 + 0,3 + j4,2 = 0,355 + j4,287 = 4,3 \text{ } \Omega$$

Podstantsiya B transformatori tokli kesim grafikasi Z_{hisob} kelishuvchanligini tanlash.

Grafik qism bo'yicha hisobiy olinish podstansiya B bo'yicha Z_{hisob} qarshiligi rasmda ko'rsatilgan M nuqtasi bo'yicha ikkinchi egri chiziq bo'yicha qisqa tutashish toki olamiz.

$$I_{h.ish.} = I_{q.t.min}^{(2)} \cdot I_k = 1,1 \cdot 3538 = 3892 \text{ A}$$

Bu yerda 1,1 – Ishonchlilik koeffitsiyenti. V nuqta 4 tokli kesim zonasi ishonchliligini oshiradi. Ikki fazali qisqa tutashuv minimal rejimdagi kuchlanish kelayotgan sistema.

Bu kelishuvchilik mana shu formula bo'yicha himoyaning ishlash zonasi bajariladi.

$$z_{his.ish.z}'' \leq 0,85 \cdot \left(\frac{U_{c.min.i}}{2 \cdot 1,1 \cdot I_{h.ish}} - z_{c.min} \right) = 0,85 \cdot \left(\frac{110000}{2 \cdot 1,1 \cdot 4384} - 0,99 \right) = 8,83 \text{ } \Omega$$

Bu yerda

$$z_{c.min} = Z_{Y2} + Z_{E2} = 0,065 + j0,9 + 0,055 + j0,087 = \sqrt{0,12^2 + j0,987^2} = 0,99 \text{ } \Omega$$

Keyingi L-1 liniya qarshiligi minimal rejim bo'yicha tokli kesim 5 – transformator podstansiya V bo'yicha kelishuvchilikka qarab hisoblanadi.

$$z_{h.ishz}'' \leq 0,85 \cdot (z_{L1} + z_{hisob7}) = 0,85 \cdot (0,138 + j0,035 + 7,7) = 0,85 \cdot (7,838 + j0,035)$$

$$z_{h.ishz}'' = 6,7 \text{ } \Omega$$

Bu yerda $z_{hisob7} = 0,32 \cdot jx_{tr}$ 5-tokli kesim qarshiligining ishonchliligi chizma grafikasi bo'yicha olinadi.

$$I_k = 1,1 \cdot I_{h.kesim} = 1,1 \cdot 3538 = 3892 \text{ A}$$

$$z_{his.ish.z}'' \leq 0,85 \cdot \left(\frac{U_{c.min.i}}{2 \cdot 1,1 \cdot I_{h.ish}} - z_{c.min} \right) = 0,85 \cdot \left(\frac{110000}{2 \cdot 1,1 \cdot 3538} - 0,99 \right) = 11 \text{ } \Omega$$

$$z_{his.ishz}'' = 184 \text{ } \Omega \text{ qabul qilamiz.}$$

Sezgirlik koeffitsiyenti bo'yicha formulasi yordamida kichkina qiymat olinadi.

$$k_r = \frac{z_{x.ish.z}''}{z_{L2}} = \frac{184}{10,8} = 17 > 1,25$$

5 va 7 nuqtalar tokli kesimni ishlashi L-2 liniyaning ikkinchi pog'onasi bo'yicha kelishuvchanlik hisoblanadi.

$$t_{his.ish.z}'' = 0,5 \text{ sek}$$

B nuqtadagi ulama transformatoridagi eruvchan saqlagichda himoyalangan.

PSN-35. Hisobiy toki bo'yicha

$$I_{q.t.hisob}^{(2)} = \frac{I_{q.t.min}^{(2)}}{k_n' \cdot k_n''} = \frac{1580}{1,1 \cdot 1,2} = 1197 \text{ A}$$

Bu yerda $I_{q.t.min}^{(2)} = 1580 \text{ A}$ Ikkinchi zona oxiridagi qisqa tutashuv toki.

$$I_{B.V.nom} = 1580 \text{ A}$$

Transformatoridagi qisqa tutashuv o'chirish vaqti.

$$t = \Delta t_{erish} + \Delta t_{yopish} \approx 0,11 + 0,5 = 0,61 \text{ sek}.$$

Bu vaqtni hisobga olgan holda ikkinchi pog'onaning ishlash vaqti.

$$t_{h.ish.z}'' \geq 0,8 \text{ sek}$$

vaqtga rostlanadi.

Uchinchi zona masofali himoya vaqt xarakteristikasi rasmda ko'rsatilgan.

Quyi organi. Uchinchi pog'ona. Birlamchi qarshilik.

$$z_{h.z}'' \leq \frac{U_{c.min.ish}}{\sqrt{3} \cdot k_{czp} \cdot I_{ish.max} \cdot k_n \cdot k_b}$$

Formulasi yordamida aniqlanadi. Bu yerda

$I_{ish.max}$ – katta bo'lgan miqdorini olish kerak. Katta ta'mir **retsimlarini** hisobga olgan holda

$$z_{h.z}'' \leq \frac{105000}{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot 52,5 \cdot 1,2 \cdot 10,5} = 46 \text{ } \Omega$$

$$\text{Bu yerda } I_{ish.max} = \frac{S_{tr}}{\sqrt{3} \cdot U_{nom}} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 52,5 \text{ A}$$

$$I_{ish.max} = \sum I_{nom.tr} = 52,5 \text{ A}$$

$$k_{qaytish} = 1,2 \cdot z_{x.iz}'' \leq 90 \text{ } \Omega$$

B va V podstansiyalarida zaxirani avtomatik ulash qurilmasi ham ko'rib chiqiladi. V nuqtadagi transformatoridan keying nuqtada kuzatiladigan qisqa tutashuvda zaxirani ulanishi iloji bo'lmaydi.

L-3 liniyadagi zaxira ikkinchi va uchinchi pog'onalarda ishonchli zaxiralaydi.

Uchinchi pog'ona himoyaning ishlash vaqti Δt katta miqdorda olinadi.

Podstansiya G dagi transformator maksimal ishlash vaqtidan katta qilib olinadi.

V nuqtadagi podstansiya transformatoriga eruvchan saqlagichvaqtini ham rostlaymiz.

Ikkilamchi qarshilikning ishlashi masofali himoya organi uchun tanlash.

$$z_{r.ish.z}' = k_{sx} \cdot \left(\frac{k_{tt}}{k_{tn}}\right) \cdot z_{h.ish.z}' = 1 \cdot \left(\frac{40}{350}\right) \cdot 8,8 = 1 \text{ } \Omega$$

$$\text{Bu yerda } k_{tt} = \frac{200}{5} = 40$$

Tok transformator koeffitsiyenti.

$$k_{tn} = \frac{110000}{100} = 1100$$

kuchlanish transformatori koeffitsiyenti.

$$z'_{r.ish.z} = k_{sx} \cdot \left(\frac{k_{tt}}{k_{tn}}\right) \cdot z'_{h.ish.z} = 1 \cdot \left(\frac{40}{1100}\right) \cdot 22,5 = 0,8 \quad \Omega$$

Qo'shish organining ishlash qarshiligi PZ-4 himoya uchun

$$z'_{r.ish.z} = k_{sx} \cdot \left(\frac{k_{tt}}{k_{tn}}\right) \cdot z'_{h.ish.z} = \sqrt{3} \cdot \left(\frac{40}{1100}\right) \cdot 46 = 3 \quad \Omega$$

PZ-153 himoyada taxminan

$$z'_{r.ish.z} = 18,5 \quad \Omega$$

Masofali himoyani rostlanadigan avtotransformator bo'lsa unda birinchi pog'ona masofali, himoyani qiymatini N_1 formula yordamida chiqaramiz.

$$N_1 = \frac{z_0 \cdot 100}{z_{r.ish}''} = \frac{0,75 \cdot 100}{2,6} = 29$$

Transformatoridagi ulanma $z_0 = 0,75$ yaqin bo'lgan nuqtada olinadi va $z_{r.i}$ kam bo'lgan qiymatda.

Masofali himoya organi uchun aniq tokga ishlash qiymati 32 A ga teng.

Aniq tokga ishlash sezgirlik koeffitsiyenti aniqlashi formulasi.

$$k_{sez.t} = \frac{I_{q.t.min}}{I_{x.t} \cdot k_{tt}} = \frac{3538}{32 \cdot 40} = 2,8 > 1,3$$

Bunda $I_{k.maks}$ – minimal rejimdagi liniyaning oxirgi qisqa tutashuv birlamchi toki. (750 – chizmadagi xisobotdan olinadi).

$I_{z.t}$ – aniq tokda ishlash himoyasi birlamchida. Zarur hollarda aniq tokda ishlash himoyasi rele yordamida qiymatni pasaytirish mumkin.

Avtotransformator kuchlanishni rostlash qiymati qo'shish organi uchun KRS - 12 relesida.

$$N_1 = \frac{z_0 \cdot 100}{z_{r.ish}''};$$

Formulasi yordamida aniqlanadi. Masofali organ uchun.

N – cho'lg'amdagi o'ramlar soni W_1 va W_2 cho'lg'amlarida.

$Z_0 = 2$ om faza uchun.

$z_{r.if}'''$ - uchinchi pog'ona ishlash qarshiligi relesi.

Qo'shish relesi fazalararo qisqa tutashuvda rostlash talab etiladi. Chunki qo'shish relesiga ulanadigan kuchlanish, fazalararo kuchlanish va fazalar toki beriladi. Avtotransformator kuchlanish qiymatini sinov rejimida ya'ni ikki fazali qisqa tutashuvda, qarshilik relelarida qarshilik ikki barobar kamayadi. Hisobiy qismga nisbatan. Shuning uchun

$$z^{(2)} = \frac{U}{(z \cdot I)}$$

W_1 va W_2 cho'lg'amlar sonini aniqlash.

$$N_1 = \frac{2 \cdot 100}{z_{r.ish}'' \cdot \frac{1}{2}} = \frac{400}{z_{r.ish}''} = \frac{400}{20} = 20$$

Bu himoyamizda qo'shish relemiz KRS-112 relesida bajarsak, kuzatiladigan fazalararo qisqa tutashuv va ikki fazali qisqa tutashuv yer bilan quyi organimiz ya'ni uchinchi pog'ona himoyamiz sezgirligi yetarli darajada bo'ladi. Avtotransformator kuchlanishni rostlovchi chulg'amli o'ramlar soni, W_3 chulg'amida ishlatilsa bu chulg'amikki chulg'amli kuchlanish quyib pasaytirish vaqtida bir-biriga rostlashga yordam beradi.

$$W_3 = 150 \cdot n$$

Bu yerda; $1 + k_t$

$$\text{Bunda } k_t = \frac{z_0 - z_1}{3 \cdot z_1} \quad k_t = 0,83$$

$$n = 0,53 \quad W_3 = 79 \text{ yaqin bo'lgan ulamali tanlaymiz } n = 0,48 \quad W_3 = 72$$

$$k_t = 0,67 \cdot W_3 = 150 \cdot 0,48 = 72$$

Yangi masofali himoya uchun o'ramlar soni aniqlanadi.

$$N\% = \frac{z_{ust.min}}{z_{r.ish}} \cdot 100\%$$

$N\%$ - kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'amidagi o'ramlar soni.

$z_{ust.min}$ - shu organning tok zanjiridagi qiymati.

Agarda qisqa tutashuv vaqtida aniq tok relesi ko'rinarli darajada tok olinadi.

$I_{nom} = 5 \text{ A}$ qiymatda 0,15; 0,3; 0,6 om faza uchun birinchi pog'ona

$$N\% = \frac{0,15}{1} \cdot 100 = 15$$

Ikkinchi pog'ona uchun

$$N\% = \frac{0,15}{2,6} \cdot 100 = 5,8$$

Quyi organi uchun bitta ko'rsatkich olinadi. $z_{ust.min} = 1 \text{ } \Omega$

Uch fazali qisqa tutashuv uchun.

Kuchlanish zanjiridagi kalitni o'zgartirish amallari bajarilganda, unda releni qiymatini tanlash ikki fazali qisqa tutashuvda fazadagi qarshilik $\sqrt{3}$ marta kam bo'ladi. Relening hisobiy qarshiligiga qaraganda

$$N\% = \frac{1 \cdot 100}{z_{r.ish}'' \div \sqrt{3}} = \frac{173}{z_{r.ish}''} = \frac{173}{18,5} = 9,5$$

Formulasi yordamida aniqlanadi. 10 qiymatni qabul qilamiz.

Qo'shish organi qiymatini ikkinchi pog'ona qiymatidagi ikki barobar katta bo'lgan qiymatda tanlaymiz.

$$z''_{h.ish} \geq 2 \cdot z'_{h.ish}$$

Masofali himoyamizda 9 PT relesi uchun qiymat.

$$I_{h.ish} = 1,25 \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot 1600 = 400 \quad A$$

$$\text{Bunda } I_{hisob} = I_{k.i} = 1600 \quad A$$

Minimal rejimda uchinchi zona oxiridagi ikki fazali qisqa tutashuvda 160 A ga teng. Sezgirlik koeffitsiyentimiz $k_{sez} < 1$. Sezgirlikni oshirish uchun PT relesi o'rniga PHT-565 relesini o'rnatamiz. U holda

$$I_{hi} = 200 \quad A$$

ya'ni uchinchi zona himoyamiz bo'ladi. $z''_{h.ish.z} = 45 \quad \Omega$ u holda

$$I_{q.t.min}^{(2)} = 300 \quad A$$

Sezgirlik koeffitsiyenti

$$k_{sez} = 1,5$$

$z''_{h.ish.z} = 45 \quad \Omega$ qiymatda PZ liniyamiz zaxiralovchi himoyasi quriladi.

PT relesi ishlash tokini tanlashda alohida qarab chiqiladi. Sezgirligini ta'minlash uchun nobalans tokini aniqlaymiz.

$$I_{nb.max} = \frac{I_{nb.o'lchov} \cdot I_{k.max}}{I_{yuklama}}$$

Bunda — bu tok zanjiri himoyasidagi nol simidagi tok nobalans o'lchovi.

Bu $I_{yuklama}$ tokiga teng.

$I_{k.max}$ — liniya boshidagi uch fazali qisqa tutashuv tokining maksimal qiymati.

Bu tokni $I_{k.i}$ tokiga teng olish mumkin.

$I_{k.i}$ — tokli kesim ishlashi.

N_{to} — birlamchi rele tokining ishlashi.

$$I_{h.i} = 2 \cdot I_{nb.max} \cdot k_{tt};$$

Nol simdagi tokimiz 0,1 A.

$$I_{n.b.o'lchov} = 0,1 \quad A$$

$I_{yuklama} = 100 \quad A$ da u holda uchinchi himoya uchun.

$$I_{n.b.max} = 0,1 \cdot \frac{1600}{100} = 1,6 \quad A$$

PT relesining birlamchi tokda ishlashi

$$I_{h.i} = 2 \cdot I_{n.b.max} \cdot k_{tt} = 2 \cdot 1,6 \cdot 40 = 128 \quad A$$

U holda sezgirlik koeffitsiyenti

$$k_{sez} = \frac{I_{h.min}}{I_{h.i}} = \frac{160}{128} = 1,25$$

Uchinchi pog'ona qarshiligi 70 om miqdorga tushiramiz. $k_{sez} = 1,5$ miqdorda olamiz. Hozirda yangi masofali himoyalar uchun PTo relemizni

$I_{r.ish} = 0,5$ A olinadi. 20 A birlamchi tok bo'lganda shu ko'rsatkich bo'yicha

$$I_{nb.o'lchash} = 0,1 \text{ A} \quad I_{yuklama} = 100 \text{ A}$$

$$I_{r.i} = 0,5 > 1,75 \cdot 1,4 \cdot 0,1 \cdot \frac{200}{100} = 0,49 \text{ A}$$

Uchinchi pog'ona himoyasi qarshiligini 93 om tanlaymiz. PTo relemiz 0,5 A qiymatda. Uchinchi pog'ona bu qiymatlarda yetarli darajada sezgirlikka ega.

Transformator tokning hisobiy tekshiruvi TVD – 110

$$k_{tt} = \frac{200}{5} = 40$$

L-2 dagi liniya uchun 10 % xatolik bo'yicha tekshirilganda

$$k_{10} = \frac{I_{hisob}^{(3)}}{I_{nom}} = \frac{1200}{200} = 6$$

$I_{hisob}^{(3)} = 1200$ A - birinchi pog'ona masofali himoyaning oxirgi nuqtasidagi uch fazali maksimal qisqa tutashuv toki.

Oxirgi chiziqli jadvali bo'yicha $k_{10} = 6$ $z_{n.ruhs}^{(3)} = 1,15 \Omega$

Agar ikkita TVD – 35 transformator toki ketma-ket sxemada yig'ilgan bo'lsa, u holda $z_{n.ruhs}^{(3)} = 2,3 \Omega$ bo'ladi.

Uch fazali qisqa tutashuv ikkilamchi yuklamasida hisobiy qarshiligi

$$z_{n.hisob}^{(3)} = r_{pr} + z_r + r_{per}$$

z_r - masofali himoya pog'onasidagi o'zgaruvchan toki zanjiridagi faza qarshiligi.

$$z_r \leq 0,8 \Omega$$

Yangi masofali himoyalar uchun

$z_r \leq 1,05 \Omega$ $I_{nom} = 5$ A da boshqa operativ tokdan ta'minlanganda. Masofali himoyamiz o'zga operativ tokdan olinganda birgalikda hisoblaganda u holda

$z_r \leq 1,05 \Omega$ qarshilikda bo'ladi. Qo'shimcha bo'lgan qisqa tutashuvlarni nazarga olgan holda, ikkita qisqa tutashuv yer bilan sodir etilganda (Shabad M.A jadval 1-5) bo'yicha qarshiliklarni qo'shamiz.

$$z_{n.hisob}^{(1,1)} = r_{pr} + z_{r.f-0} + r_{per}$$

Bu yerda $z_{r.f-0}$ – faza ulangan qarshiligi, masofali himoya panelidagi o'zgaruvchan tokning to'la zanjiri.

Ulanish simlarimiz katta qarshiliklarga ega bo'lgan holda $z_{n.hisob}^{(3)}$ – deb olinadi.

$$r_{pr} = 0,2 \quad \Omega \text{ qabul qilamiz.}$$

$$r_{per} = 0,1 \quad \Omega \text{ PZ – 153 masofali himoya paneli uchun}$$

$$z_{n.hisob}^{(3)} = 0,2 + 0,8 + 0,1 = 1,1 \quad \Omega < z_{n.q}^{(3)}$$

$$z_{n.hisob}^{(1,1)} = 2 \cdot 0,2 + 0,8 + 0,1 = 1,3 \quad \Omega < z_{n.q}^{(1,1)} = 2,4 \quad \Omega$$

$$I_{n.hisob}^{(2)} = I_{n.max}^{(2)} = 0,86 \cdot 1200 = 1050 \quad A \quad k_{10}^{(2)} = 5,3$$

Masofali himoyaning yangi himoyasi uchun

$$z_{n.hisob}^{(3)} = 0,2 + 1,05 + 0,1 = 1,35 \quad \Omega < z_{n.q}^{(3)}$$

$$z_{n.hisob}^{(1,1)} = 2 \cdot 0,2 + 1,05 + 0,1 = 1,55 \quad \Omega < z_{n.q}^{(1,1)} = 2,4 \quad \Omega$$

Kuchlanish panelga boshqa tomondan berilganda o'zga tomondan berilgan kuchlanish bilan birgalikda hisoblaganda

$$z_{n.hisob}^{(3)} = 0,2 + 3,8 + 0,1 = 4,1 \quad \Omega < z_{n.q.ruh}^{(3)}$$

Relening ishonchliligini tekshirishda himoyaning o'rnatilgan joyida qisqa tutashuv toki bilan ko'riladi. $I_{q.t.max} = 2400 \quad A$

$$k_{max} = \frac{I_{q.t.max}}{I_{birlamchi}} = \frac{2400}{200} = 12$$

$k_{10.ruh}$ – jadval bo'yicha aniqlaymiz.

$Z_{n.hisob} / 2$ ikkita transformator tok ketma-ket ulanganda $k_{10.ruh} = 10$.

$$z_{n.hisob} = \frac{1,35}{2} = 0,6 \quad \Omega \text{ bo'lsa}$$

$$A = \frac{k_{max}}{r_{10.ruh}} = \frac{12}{10} = 1,2$$

Masofali himoyaning yo'naltirilgan quvvat relesi ishonchliligini barqarorlaydi.

$$U_{2.max} = 1,2 \cdot \sqrt{2} \cdot 12 \cdot 5 \cdot 1,35 = 140 \text{ V} \leq 1400 \text{ V}$$

$$U_{2.max} = 1,2 \cdot \sqrt{2} \cdot k_{max} \cdot I_{2.nom} \cdot z_{n.hisob}$$

$$U_{2.max} \leq 1400 \text{ V} \text{ bo'lishi kerak.}$$

$k_u - k_{zarb}$ -bu qiymat Shabad (1-14) rostlovchi jadvaldan tanlanadi.

$$\frac{x}{r} = \frac{9}{3,3} = 2,7$$

x va r – induktiv va aktiv qarshiliklar yig'indisi uchinchi himoyamiz ustki nuqtada.

$k_{\max} = 12$ $I_{2nom} = 5 \text{ A}$ $z_{n.hisob} = 1,35 \Omega$ uchta qurilmadan kuchlanish olinganida tokli kesim himoyadagi ishlash tokini hisoblaymiz

$$I_{c.o} = 1,25 \cdot 2240 = 2800 \text{ A}$$

Kesim himoyamiz normal va maksimal hollarda liniyaning 50 % masofasini ta'minlaydi.

Masofali himoyani L-1 ulanishsiz holda hisoblaymiz. Birinchi pog'ona

$$z'_{h.ish.1} \leq 0,85 \cdot z_{L1} = 0,85 \cdot 5,2 = 4,4 \Omega \quad t'_{h.ish.1} \approx 0,08 \text{ sek}$$

Ikkinchi pog'ona

$$z''_{h.ish.1} \leq 0,85 \cdot z_{L1} + 0,78 \cdot z'_{h.ish.1} = 0,85 \cdot 5,2 + 0,78 \cdot 8,8 = 10,25 \Omega$$

B podstansiyadagi transformatorlardan kichigi parallel ishlayotganda kuzatiladigan qisqa tutashuvdan rostlash.

$$z''_{h.ish.1} \leq 0,85 \cdot (z_{L1} + \frac{jx_{tr.min.B}}{2}) = 0,85 \cdot (3,3 + j4 + \frac{j12}{2}) \Omega$$

$$z''_{h.ish.1} = 8,9 \Omega$$

$$z''_{h.ish.1} \leq 0,85 \cdot (3,3 + j4 + \frac{j12}{2}) = 0,85 \cdot (3,3 + j10) = 0,85 \cdot 10,5 = 8,9 \Omega$$

$$z_{ekv} = \sqrt{3,3^2 + 10^2} = \sqrt{10,89 + 100} = 10,5 \Omega.$$

Sezgirlik koeffitsiyenti

$$k_{sez} = \frac{z''_{h/ish.1}}{z_{L1}} = \frac{8,9}{5,2} = 1,7 > 1,25 \quad \text{ishlash vaqti } t''_{h.ish.1} = 0,5 \text{ sek}$$

B podstansiyasidagi transformator differinsial himoya bilan himoyalangan.

Uchinchi pog'ona qo'shish organi ishlash qarshiligini tanlash uchun uchinchi himoya L-2 liniyasida bo'ladi.

$$U_{\min} = 107 \text{ kV} \quad I_{ishchi.max} = 260 \text{ A.}$$

PZ – 153 masofali himoya uchun $z''_{h.ish.1} = 26 \Omega$

PZ – 4 masofali himoyaga $z''_{h.ish.1} = 22,5 \Omega$

Uchinchi pog'ona L-2 liniyaning oxirini qisqa tutashuvda zaxiralaydi. Shuning bilan birga B podstansiyasidagi pastki kuchlanish tomonidagi qisqa tutashuvlarni ham sezadi.

Buning sezgirlik koeffitsiyenti bilan kelishishida uchinchi pog'ona masofali himoya birinchisini L-1 da keyingi B podstansiyasidagi transformator maksimal himoyasi bilan rostlanadi. $I_{x.i.b}=210$ A hisobiy rasmdagi qiymat.

Bu maksimal himoyani qiymatini hisoblashda transformator chulg'amlari yulduz-uchburchak ulanishini hisobga olamiz. Shuning uchun kelish hisobini ikki fazali qisqa tutashuv toki bo'yicha olamiz.

$$z_{h.ish.1}'' \leq 0,85 \cdot \left(\frac{35000}{2 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 210} - 9,4 \right) = 24,3 \, \Omega$$

Agar B podstansiyasidagi transformator maksimal himoyasi masofali himoyaning qo'shish organi bilan kelishilgan holda bajarilganda, masofali himoyaning uchinchi pog'onasi bilan ham kelishilishi kerak. Kelishish uch fazali qisqa tutashuv tokida hisoblanadi. $z_{h.ish.1}''$ ni uch fazali metalli qisqa tutashuvda aniqlaymiz.

$$\begin{aligned} z_{h.ish.1}'' &\leq 0,85 \cdot (z_{L1} + \frac{z_{tr.min}}{2} + z_{hisob}) = 0,85 \cdot (3,3 + j4 + \frac{j12}{2} + 4 + j18,4) = \\ &= 0,85 \cdot (7,3 + j28,4) = 0,85 \cdot 29,3 = 25 \, \Omega \end{aligned}$$

$$z_{ekv} = \sqrt{7,3^2 + 28,4^2} = \sqrt{53,2^2 + 806,56^2} = 29,3 \, \Omega$$

$$z_{h.ish.1} = 25 \, \Omega \quad \varphi_1 = 75^0 \quad z_{hisob} \text{ qarshiligi}$$

$$z_{hisob} = z_{h.ish} \cdot \frac{U_{*h.ish}}{1 - U_{*h.ish}} = (3,3 + j15) \frac{0,55}{1 - 0,55} = 4 + j18,4 \, \Omega$$

$$U_{*h.ish} = \frac{U_{*h.ish.tr.1(2)}}{k_n} = \frac{0,6}{1,1} = 0,55$$

$$z_{h.ish} = jx_{c.max} + r_{L1} + jx_{L1} + \frac{jx_{tr.min}}{2} = 3,3 + j15 \, \Omega$$

B podstansiyasidagi kuchlanish transformatori o'rnatilgan joydan eng kam bo'lgan qarshilikni olamiz.

Qisqa tutashuv nuqtasidagi aktiv qarshilikda o'tish jarayoniga ta'siri

$$z_{h.ish.1}'' \leq z_{h.ish.1}'' \cdot r_{qarshi} = 25 \cdot 0,83 = 20,7 \, \Omega$$

Bu yerda $r_{qarshi} = 0,83$ egri chiziq bo'yicha olinadi.

Kuchlanishda yoy bo'lganda maksimal darajasi

$$\Delta U_r = 0,4 \cdot U_{if} \quad U_{h.ish} = 0,6 \quad \varphi_1 = 75^0 \quad \text{demak: } z_{h.ish.1}'' = 20,7 \quad \Omega$$

Uchinchi pog'ona Δt katta holda tanlanadi. $t_{h.ish} = 2 \text{ sek}$ demak

$$t_{h.ish.1}'' = \Delta t + t_{h.ish} = 0,6 + 2 = 2,6 \text{ sek}$$

Uchinchi himoyaning ikkinchi pog'ona masofali himoyasi sezgirligini kelishuvchiligini aniqlaymiz.

$$z_{h.ish.1}'' \leq 0,85 \cdot z_{L1} + 0,78 \cdot z_{h.ish.z}'' \quad 0,85 \cdot 5,2 + 0,78 \cdot 22,5 = 22 \Omega$$

Agar $z_{h.ish.1}''$ kelishi hisobida sezgirligi uchinchi pog'ona masofali himoyadan katta qiymatda bo'lsa, u holda kelish hisobi masofasi himoyaning ikkinchi pog'onasi bilan kelishuv hisobi aniqlanadi.

$$t_{h.ish.1}'' = \Delta t + t_{h.ish.a}'' = 0,8 + 0,5 = 1,3 \text{ sek}$$

Bu hisobda katta bo'lgan qiymat qabul qilinadi. $t_{h.ish.1}'' = 2,6 \text{ sek}$.

a) Rasmda 110 kV li liniyada B nuqtadagi ulamada quvvati baland bo'lgan transformator ko'rsatilgan.

b) Rasmda masofali himoyaning birinchi va ikkinchisining maksimal xarakteristikasi keltrilgan. Uchinchi pog'ona himoya liniyada asosiy va zaxira himoyasida ishlaydi.

2.4. Maksimal tokli himoya.

Maksimal tokli himoya bir tomondan ta'minlanadigan elektr ta'minot tizimidagi asosiy himoya turi hisoblanadi. Ikki tomondan ta'minlanadigan hamda murakkab sxemali tizimlarda maksimal tokli himoya yordamchi himoya sifatida ishlatiladi. Maksimal tokli himoyaning tanlovchanligi sabr vaqti yordamida amalga oshiriladi. Maksimal tokli himoyaning pog'onali prinsipi.

Bir tomonlama ta'minlanadigan tarmoqlardagi har bir liniyaning boshida manba tarafdin boshlab maksimal tok himoyasi o'rnatiladi. Buning natijasida liniyalar alohida himoyaga ega bo'ladi. K1 nuqtadagi qisqa tutashuv sodir bo'lsa,

qisqa tutashuv toki tarmoqning barcha kesimlaridan o'tadi, natijada hamma o'rnatilgan himoyalar ishga tushadi. Lekin tanlovchanlik shartiga asosan faqat shikastlangan liniya o'chirilishi kerak. Buning uchun maksimal tok himoyasi sabr vaqti bilan bajariladi va bu vaqt iste'molchidan manbaga tomon ortib boradi.

Shu prinsip amalga oshsa K1 nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lganda uchinchi himoya ishga tushib, shikastlanga liniyani o'chiradi. Xuddi shuningdek, K2 nuqtada qisqa tutashuv kuzatilganda ikkinchi himoya tezroq ishga tushadi. Birinchi himoya esa ko'proq sabr vaqti bo'lgani sababli ishlamaydi.

Sabr vaqtini bu grafik bo'yicha tanlash pog'onalik prinsipi deb ataladi.

Δt – sabr vaqtining pog'onasi. $\Delta t = 0,5 \div 0,6 \text{ sek}$ oralig'ida olinadi. Sabr vaqti tokka bog'liq yoki bog'liq bo'lmasligi mumkin.

2.5. Maksimal tok himoya sxemalari.

Operativ tok zanjirlarining manbaiga qarab, maksimal tok himoyasi ikki guruhga bo'linadi.

1) O'zgarmas tokli.

O'zgarmas tokli uch fazali sxema.

Himoya qilinayotgan liniyadagi qisqa tutashuv turiga qarab bir yoki bir necha rele KA tok relesi ishga tushadi va vaqt relesi KT ning chulg'amiga kuchlanish +SHU beriladi.

KT vaqt relesining kontaktlarining quvvatini oshirish uchun oraliq relesi KL o'rnatilgan. KL oraliq relesi kontaktlari ko'rsatish relesi KH va o'chirgichning BK blok kontakt orqali CO o'chirish chulg'ami ishlatiladi. CO o'chirish chulg'ami B uzgichni o'chiradi. SHu payt BK kontaktimiz normal ochiq holatga o'tadi va CO uchirish chulg'ami +SHU kuchlanishni uzadi.

Maksimal tok himoyasini xarakterlovchi parametrlar ishlash toki va sabr vaqtidan iborat.

$I_{h.ish}$ – himoyaning ishlash toki

$I_{r.ish}$ – relening ishlash toki.

Parametrlarni tanlash shartlari quyidagicha:

$$1) I_{h.ish} > I_{ish.max}$$

Bu erda $I_{ish.max}$ – himoya qilinayotgan elementdagi maksimal ishchi tok.

$$2) I_{qayt} > k_{s.m.z} \cdot I_{ish.max}$$

Bu erda I_{qayt} – relening qaytish toki.

$k_{s.m.z}$ – o‘z-o‘zini ishga tushirish koeffitsienti.

Himoya to‘g‘ri ishlashi uchun I_{qayt} toki shikastlanishdan keying maksimal tokdan katta bo‘lishi kerak.

$$I_{qayt} = k_{s.m.z} \cdot I_{ish.max}$$

$$k_q = \frac{I_{qayt}}{I_{r.ish}}$$

$$I_{r.ish} = \frac{k_z \cdot k_{s.m.z}}{k_{qayt}} \cdot I_{ish.max}$$

$$I_{r.ish} = \frac{I_{h.ish}}{k_{tt}}$$

Transformator ikki chulg‘amli $Y\Delta - 11$ (Shabad jadval 2-2 orqali)

$$k_{sx.uch.chulg'am}^{(2)} = 1,5$$

$$z_{hisob}^{(2)} = 3 \cdot r_{pr} + 3 \cdot r_r + 3 \cdot z_{uch.chulg'am} + r_{per} = 10 \quad \Omega$$

$$z_{at} = 0,22 \quad \Omega \quad I_{c.uch.chulg'am} = 5 \quad A$$

$$U_{at} = \frac{k_n \cdot I_{c.uch.chulg'am}}{K_{cx.70}^{(2)}} (z_{hisob}^{(2)} + z_{2t}) = \frac{1,4 \cdot 5}{1,5} (10 + 2 \cdot 0,22) \approx 49 \quad V$$

Himoyani ishlash tokini aniqlaymiz.

$$I_{h.i} = \frac{k_n}{k_{qayt}} \cdot k_{szl} \cdot I_{n.max} \quad k_n = 1,1 \div 1,2 \quad k_{qayt} = 0,85$$

$$k_{sx} = 1 \quad k_{szl} = 1,5 \quad I_{h.i} = \frac{1,1}{0,85} \cdot 1,5 \cdot 200 = 388 \quad A$$

(Chernobrovov MTZ (4 - 4)). $I_{h.i} = 388 \text{ A}$ $k_{tt} = \frac{400}{5} = 80$

$$I_{r.i} = k_{cx} \cdot \frac{I_{h.i}}{k_{tt}} = 1 \cdot \frac{388}{80} = 4,85 \text{ A} \text{ ikkilamchi}$$

PT 40/6 tok relesini tanlaymiz.

Uch fazaga o'rnatilgan KA1, KA2, KA3 relelarimizni rostlaymiz.

KA1 PT – 40/6

$$I_{r.i} = 4,85 \text{ A} \quad I_{r.qayt} = 4,12 \text{ A}$$

$$k_{qayt} = \frac{I_{r.qayt}}{I_{r.ish}} = \frac{4,12}{4,85} = 0,85$$

KA2 2PT – 40/6

$$I_{r.ish} = 4,85 \text{ A} \quad I_{r.qayt} = 4,13 \text{ A}$$

$$k_{qayt} = \frac{I_{r.qayt}}{I_{r.ish}} = \frac{4,13}{4,85} = 0,85$$

KA3 3PT – 40/6

$$I_{r.ish} = 4,85 \text{ A} \quad I_{r.qayt} = 4,22 \text{ A}$$

$$k_{qayt} = \frac{I_{r.qayt}}{I_{r.ish}} = \frac{4,22}{4,85} = 0,87$$

$$k_{qayt.me'yor} = 0,82 \div 0,92 \text{ qaytish koeffitsiyentimiz me'yorida.}$$

T-4 va T-5 kuch transformatorlarini himoyasi

Quvvati $S_n = 16000 \text{ kVA}$ li transformator uchun fazalar aro qisqa tutashishlardan himoya, buylama differentsial himoya, RNT-560 turdagi rele yordamida differentsial himoyani o'rnatamiz, maksimal tokli himoya (MTX). va o'ta yuklanishdan himoyalarni tanlaymiz.

a) Birinchi pog'ona (fazalar aro qisqa tutashishlardan himoya).

Selektiv bo'lmagan tokli kesim (saqlanish vaqtsiz tokli uzish) ximoyasi uchun RT-40 turdagi tok relesidan foydalanamiz [4, 5]. Himoya kuch transformatorining yuqori kuchlanishli (YuK) qismiga o'rnatilgan va transformatorning PK qismida QT bo'lganda ximoyadan o'tadigan avariya tokiga nisbatan tokli kesim ximoyasini ishga tushish tokini xisoblaymiz:

$$I'_{xu} = K_3 \cdot I_{KT\text{максимальный}}^{(3)} = 1,3 \cdot 9553 \cdot \frac{10}{110} = 1129 \text{ A}$$

bunda K_z – zaxira koefitsienti.

Tok transformatorlarining ikkilamchi cho'lg'amlari uchburchak (“Δ”) sxema bo'yicha ulangan. Shuning uchun, $K_{cx} = \sqrt{3}$.

Releni ishga tushish toki:

$$I'_{pu} = K_{cx} \cdot \frac{I'_{xu}}{n_{TT}} = \sqrt{3} \cdot \frac{1129}{20} = 98 \text{ A}.$$

Rele cho'lg'amlari parallel ulangan himoya RT40/200 relesini tanlaymiz.

Transformatorning YuK qismidagi minimal QT tokiga nisbatan himoyani sezgirligini tekshirib ko'ramiz.

$$I_{KT4}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KT4}^{(3)} = 0,86 \cdot 2031 = 1759 \text{ A}$$

$$\hat{E}_{\tilde{a}\tilde{c}} = \hat{E}_{\Sigma} \tilde{n}\tilde{o} \cdot \frac{I_{\hat{E}\tilde{O}4}^{(2)}}{I'_{\tilde{o}\tilde{e}} \cdot n_{TT}} = 2 \cdot \frac{1759}{98 \cdot 20} = 1,8 < 2$$

Bu erda tok transformatori uchburchak sxema bo'yicha ulanganda natijaviy sxema koefitsienti $K_{sx}=2$ bo'ladi.

Fazalar aro qisqa tutashishlardan himoyasining sezgirligi etarli bo'lmagani uchun differentsial himoya sxemasidan foydalanamiz.

b) Ikkinchi pog'ona. Buylama differentsial himoya.

Transformatorning YuK qismidagi nominal tok:

$$I_{n.IOK} = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_{IOK}} = \frac{16000}{1,73 \cdot 110} = 84 \text{ A}$$

Kuch transformatorining cho'lg'amlari Y/Δ-11 guruxda ulangani uchun transformatorning yuqori kuchlanish tomonidagi tok transformatorlarning

cho'lg'amlari Δ , past kuchlanish tomonidagi TT ning cho'lg'amlari Y shaklida ulanadi. Unda YuK qismidagi TT ning nominal toki:

$$I_{HTTIO} > \sqrt{3} \cdot I_{HIOK} = \sqrt{3} \cdot 84 = 145 \text{ A}$$

Kuch transformatorining nominal tokiga nisbatan nominal toki kuch transformatorining nominal tokiga teng yoki katta bo'lgan tok transformatori tanlaymiz. Demak, tok transformatorning birlamchi toki $I_{HOM1TT} = 150 \text{ A}$, ikkilamchi toki $I_{HOM2TT} = 5 \text{ A}$. Shunda tok transformatorning transformastiyalash koeffitsienti.

$$n_{TT.IO} = \frac{150}{5} = 30$$

PK qismidagi TT ning nominal toki:

$$I_{nTTP} \geq I_{nPK} = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_{PK}} = \frac{16000}{1,73 \cdot 10} = 925 \text{ A} \quad n_{TTII} = \frac{1000}{5} = 200$$

YuK va PK qismlardagi relelarni ishga tushish toklari:

$$I_{puIO} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{HIOK}}{n_{TTIO}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 84}{30} = 4,8 \text{ A}$$

$$I_{puII} = \frac{I_{HIOK}}{n_{TTII}} = \frac{925}{200} = 4,6 \text{ A}$$

Differensial tokli uzish (kesim) himoyasi

Differensial tokli uzish (kesim) himoyasining ishga tushish toki maksimal tashqi QT tokiga nisbatan moslanadi. Transformatorning YuK qismidagi maksimal tashqi QT toki:

$$I_{KT \max}^{(3)} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot Z' \cdot U_{\delta}} \cdot \frac{10}{110} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 3,609 \cdot 10,5} \cdot \frac{10}{110} = 555 \text{ A}$$

Bu erda –

$$Z' = Ze_5 + Z_{T3(T4)} = 0,12 + j0,987 + 0,13 + j2,62 = 0,25 + j3,6 = 3,609$$

QT nuqtasigacha bo'lgan zanjirning qarshiligi.

Bitta transformator o'chirilganda transformatorlan eng katta qiska tutashish toki o'tadi.

1. Ximoyani ishga tushish toki magnitlanish tokining sakrab o'zgarishiga nisbatan rostlanganda:

$$I_{xi} = K_{z1} * I_{nTr} = 3 * 84 = 252 \text{ A}$$

2. Ximoyani ishga tushish toki maksimal muvozanatlashmagan tokka nisbatan rostlanganda:

$$I_{mbTT} = K_a * K_{birtip} * f_1 * I_{QTmaks.tashq} = 1,5 * 1,0 * 0,1 * 555 = 83 \text{ A}$$

$$I_{MBrost} = \frac{\Delta N}{100} \cdot I_{KTmaks.maish}^{(3)} = 0,15 \cdot 555 = 83 \text{ A}$$

$$I_{MBkomp} = \frac{I_{puIO} - I_{puII}}{I_{puIO}} * I_{KTmaks.maish}^{(3)} = \frac{4,8 - 4,6}{4,8} \cdot 555 = 23 \text{ A}$$

$$I_{MBmaks} = I_{MBTT} + I_{MBrost} + I_{MBkomp} = 83 + 83 + 23 = 189 \text{ A}$$

Ximoyani ishga tushish toki:

$$I_{xi} = K_z * I_{MBmaks} = 1,3 * 189 = 246 \text{ A}$$

Ikki shartga nisbatan ximoyani ishga tushish tokini kattasi, $I_{xi} = 252 \text{ A}$ ni tanlaymiz.

Ximoyani sezgirligi

$$Kc = \frac{K_{\Sigma cx} \cdot I_{KTmin.maish}^{(2)}}{I_{xu}} = \frac{1 \cdot 751}{252} = 2,98 > 2,$$

Bunda

$$I_{KTmin.maish} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{S_{\phi}}{\sqrt{3} \cdot Z'' \cdot U_{\phi}} \cdot \frac{1}{Kmp} = \frac{1,73}{2} \cdot \frac{400000}{1,73 \cdot 2,305 \cdot 10,5} \cdot \frac{10}{110} = 751 \text{ A}$$

Bu erda—

$Z'' = Z'_{\phi 5} + Z_{\phi 3(\phi 4)} / 2 = 0,12 + j0,987 + (0,13 + j2,62) / 2 = 0,185 + j2,297 = /2,305/$
transformatorlar parallel ishlagan QT nuqtasigacha bo'lgan zanjirning qarshiligi.

Ikki transformator ishlaganda minimal ish rejimi uchun ximoya parametrlarini aniqlaymiz.

v) uchinchi pog'ona. RNT-560 turdagi rele yordamida differensial himoyani o'rnatamiz.

1. Ximoyani ishga tushish toki magnitlanish tokining sakrab o'zgarishiga nisbatan rostlanganda:

$$I_{xi} = K_{z1} * I_{ntr} = 1,3 * 84 = 109 \text{ A}$$

2. Ximoyani ishga tushish toki maksimal muvozanatlashmagan tokka nisbatan rostlanganda:

$$I_{mbTT} = K_a * K_{birtip} * f_1 * I_{QTmaks.tashq} = 1 * 1 * 0.1 * 555 = 55,5 \text{ A}$$

$$I_{MBrost} = \frac{\Delta N}{100} \cdot I_{KTmaks.maui}^{(3)} = 0,15 \cdot 555 = 83 \text{ A}$$

$$I_{mbkomp} = 0$$

$$I_{mbmaks} = I_{mbTT} + I_{mbrost} = 55,5 + 83 = 139 \text{ A}$$

Ximoyani ishga tushish toki:

$$I_{xi} = K_z * I_{MBmaks} = 1,3 * 139 = 181 \text{ A}$$

Ikki shartga nisbatan ximoyani ishga tushish tokini kattasi, $I_{xi}=181 \text{ A}$ ni tanlaymiz.

Ximoyani sezgirligi

$$K_c = \frac{K_{\Sigma cx} \cdot I_{KTmin.maui}^{(2)}}{I_x} = \frac{1 \cdot 751}{181} = 4,15 > 2.$$

Releni ishga tushish toki:

$$I_{pu} = K_{cxacos} \cdot \frac{I_{xiacos}}{n_{Tacos}} = K_{cxio} \cdot \frac{I_{xiio}}{n_{Tio}} = \sqrt{3} \cdot \frac{181}{30} = 10,5 \text{ A}$$

g) Maksimal tokli himoya (MTX).

Bu himoya xam RT-40 va RV-200 relelarda bajarilgan. Kuch transformatorlari parallel ishlaydi. Unda $I_{i.maks} = 2 * I_{nTr}$ qabul qilamiz.

$$I_{xu} = 2 \cdot \frac{K_3 * K_{yuzum.}}{K_{kayt}} \cdot I_{nTp} = 2 \cdot \frac{1,2 \cdot 1,5}{0,8} \cdot 84 = 378 \text{ A}$$

Releni ishga tushish toki:

$$I_p = K_{cx} \cdot \frac{I_x}{n_{TT}} = \sqrt{3} \cdot \frac{378}{30} = 21,8 \text{ A}$$

Ximoyani sezgirligi:

$$K_c = K_{\Sigma cx} \cdot \frac{I_{xi.min.maui}^{(2)}}{I_p * n_{TT}} = \sqrt{3} \cdot \frac{751}{21,8 \cdot 30} = 1,99 > 1,5$$

Ximoyani sezgirligi normadan kam, shuning uchun sxemasiga minimal kuchlanish rele kiritamiz. Kuchlanishli ximoyani ishga tushish kuchlanishi:

$$U_{xi} = 0,65 * U_n = 0,65 * 10 = 6,5 \text{ kV}$$

Himoya transformatorning past kuchlanishli tomoniga o'rnatilgan.
Ximoyani ishga tushish vaqti:

$$t_{xi} = 0,05''$$

O'ta yuklanishdan himoya

Ximoyani ishga tushish toki:

$$I_x = \frac{K_3}{K_{kaiim}} \cdot I_{nom.mp} = \frac{1,05}{0,8} \cdot 84 = 110 \text{ A}$$

Ximoyani saqlanish vaqti: $t_{xi} = 0,05''$

Himoyani RT-40 va RV-200 (RV-100) relelar yordamida bajariladi va ximoya bir fazaga ulanadi.

L1- EULning himoyasi (uch pog'onali himoya)

L1 EUL sining ishchi kuchlanishi 110 kV bo'lib, liniya to'g'risidagi parametrlarni ma'lumotnomadan olamiz. Ximoya uch pog'onadan iborat: saqlanish vaqtsiz ishga tushadigan tokli kesim, saqlanish vaqti bilan ishga tushuvchi tokli kesim va maksimal tokli himoya (MTX).

a) Birinchi pog'ona. Noselektiv tokli kesim ximoyasi. Ximoya sxemasi uchun RT-40 rele qo'llanilgan. Ximoyani ishga tushish tokini liniyaning ikkinchi uchidagi (K4-nuqta) QT tokiga nisbatan xisoblab topamiz.

$$I'_{xu} = K_3 \cdot I_{KTmaxK} = 1,2 \cdot 2031 = 2437 \text{ A}$$

Bu erda $K_3 = 1,2 - 1,3$ – zaxira koeffitsienti.

Tok transformator to'liq bo'lmagan yulduz sxemasi asosida ulangan, shuning uchun $K_{sx} = K_{\Sigma sx} = 1$.

Releni ishga tushish toki:

$$I'_{pu} = K_{cx} \cdot \frac{I'_{xu}}{n_{TT}} = 1 \cdot \frac{2437}{60} = 40,6 \text{ A}$$

Ximoyalanadigan liniyaning bosh qismidagi maksimal rejimdagi QT tokiga nisbatan ximoyani sezgirligi:

$$K_{\text{сез}} = K_{\Sigma \text{сх}} \cdot \frac{I_{\text{КТ1.макс.боиш}}^{(3)}}{I_{\text{пу}} \cdot n_{\text{ТТ}}} = 1 \cdot \frac{2513}{40,6 \cdot 60} = 1,03 < 1,2$$

b) Ikkinchi pog'ona. Saqlanish vaqtli tokli kesim. Bu ximoya sxemasi xam RT-40 va RV-200 (RV-100) relelar yordamida bajariladi. Ximoyani ishga tushish tokini oldingi zona (T4-transformatorning YuK qismi) dagi tokli kesim ximoyasini ishga tushish tokiga nisbatan xisoblaymiz.

Ximoyani ishga tushish toki:

$$I_{\text{xu}}'' = K_{\text{з}} \cdot I_{\text{xu.макс.олд}}' = 1,1 \cdot 1129 = 1242 \text{ A}$$

$$I_{\text{xu,макс.олд}}' = K_{\text{з}} \cdot I_{\text{КТмакс.ташқи}}^{(3)} = 1,3 \cdot 9553 \cdot \frac{10}{110} = 1129 \text{ A}$$

Releni ishga tushish toki:

$$I_{\text{пу}}'' = K_{\text{сх}} \cdot \frac{I_{\text{xu}}''}{n_{\text{ТТ}}} = 1 \cdot \frac{1242}{60} = 20,7 \text{ A}$$

Ximoyani sezgirligi:

$$K_{\text{сез}} = \frac{I_{\text{КТ6.минохирғи}}^{(2)}}{I_{\text{пу}} \cdot n_{\text{ТТ}}} = \frac{3538}{20,7 \cdot 60} = 2,85 > 1,2$$

v) Uchinchi pog'ona. Maksimal tokli himoya. Bu ximoya sxemasi uchun RT-40 va RV-200 (RV-100) relelardan foydalaniladi. Ximoyani ishga tushish toki liniyaning maksimal ishchi tokiga nisbatan xisoblanadi. Liniyaning maksimal ishchi toki:

$$I_{\text{ish.maks}} = I_{\text{номTR}} + I_{\text{yu2}} = I_{\text{номTP}} + \frac{S_{\text{ю2}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ю2}}} = 84 + \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 137 \text{ A}$$

Ximoyani ishga tushish toki:

$$I_{\text{xu}}''' = \frac{K_{\text{з}} \cdot K_{\text{уз.ит}}}{K_{\text{кайт.}}} \cdot I_{\text{иш.макс}} \cdot \frac{1,2 \cdot 1,5}{0,8} \cdot 137 = 308 \text{ A}$$

Releni ishga tushish toki:

$$I_{\text{пу}}''' = K_{\text{сх}} \cdot \frac{I_{\text{xu}}'''}{n_{\text{ТТ}}} = 1 \cdot \frac{308}{60} = 5,14 \text{ A}$$

Ximoyani asosiy zonada sezgirlik koeffistienti:

$$K_{\text{сез}} = \frac{I_{\text{КТ5.минохирғи}}^{(2)}}{I_{\text{пу}}''' \cdot n_{\text{ТТ}}} = \frac{1451}{5,14 \cdot 60} = 4,7 > 1,5$$

Ximoyani zaxiradagi zonada sezgirlik koeffitsienti:

$$K_{\text{sez}} = \frac{I_{KT6\text{мик.ташхи}}^{(2)}}{I_{pu}'' \cdot n_{TT}} = \frac{3538}{5,14 \cdot 60 \cdot 110} = 1,05 < 1,2$$

Ximoyani ishga tushish vaqti:

$$t_{xu}'' = t_{\text{исоб.мак}}'' + t = 0,05'' + 0,5'' = 0,55''$$

T-1 va T-2 kuch transformatorlarini himoyasi

Quvvati $S_n = 10000$ kVA li transformator uchun fazalar aro qisqa tutashishlardan himoya, buylama differensial himoya, RNT-560 turdagi rele yordamida differensial himoyani o'rnatamiz, maksimal tokli himoya (MTX). va o'ta yuklanishdan himoyalarni tanlaymiz.

a) Birinchi pog'ona (fazalar aro qisqa tutashishlardan himoya).

Selektiv bo'lmagan tokli kesim (saqlanish vaqtsiz tokli uzish) ximoyasi uchun RT-40 turdagi tok relesidan foydalanamiz [4, 5]. Himoya kuch transformatorining yuqori kuchlanishli (YuK) qismiga o'rnatilgan va transformatorning PK qismida QT bo'lganda ximoyadan o'tadigan avariya tokiga nisbatan tokli kesim ximoyasini ishga tushish tokini xisoblaymiz:

$$I'_{xu} = K_z \cdot I_{KT\text{мак.ташхи}}^{(3)} = 1,3 \cdot 7236 \cdot \frac{10}{110} = 855 \text{ A}$$

bunda K_z – zaxira koeffitsienti.

Tok transformatorlarining ikkilamchi cho'lg'amlari uchburchak ("Δ") sxema bo'yicha ulangan. Shuning uchun, $K_{cx} = \sqrt{3}$.

Releni ishga tushish toki:

$$I'_{pu} = K_{cx} \cdot \frac{I'_{xu}}{n_{TT}} = \sqrt{3} \cdot \frac{855}{15} = 98,6 \text{ A}.$$

Rele cho'lg'amlari parallel ulangan himoya uchun RT40/100, Rele cho'lg'amlari ketma-ket ulangan himoya uchun RT40/200 relesini tanlaymiz.

Transformatorning YuK qismidagi minimal QT tokiga nisbatan himoyani sezgirligini tekshirib ko'ramiz.

$$I_{KT4}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{KT4}^{(3)} = 0,866 \cdot 12566 = 10882 \text{ A}$$

$$K_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot \frac{I_{KT4}^{(2)}}{I_{pu} \cdot n_{TT}} = 2 \cdot \frac{10882}{98,6 \cdot 15} = 17,7 > 2$$

Bu erda tok transformatori uchburchak sxema bo'yicha ulanganda natijaviy sxema koeffitsienti $K_{sx}=2$ bo'ladi.

Fazalar aro qisqa tutashishlardan himoyasining sezgirligi etarli bo'lmagani uchun differentsial himoya sxemasidan foydalanamiz.

b) Ikkinchi pog'ona. Buylama differentsial himoya.

Transformatorning YuK qismidagi nominal tok:

$$I_{H.IOK} = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_{IOK}} = \frac{10000}{1,73 \cdot 110} = 52,5 \text{ A}$$

Kuch transformatorining cho'lg'amlari Y/Δ -11 guruxda ulangani uchun transformatorning yuqori kuchlanish tomonidagi tok transformatorlarning cho'lg'amlari Δ , past kuchlanish tomonidagi TT ning cho'lg'amlari Y shaklida ulanadi. Unda YuK qismidagi TT ning nominal toki:

$$I_{HTTIO} > \sqrt{3} \cdot I_{HIOK} = \sqrt{3} \cdot 52,5 = 90,8 \text{ A}$$

Kuch transformatorining nominal tokiga nisbatan nominal toki kuch transformatorining nominal tokiga teng yoki katta bo'lgan tok transformatori tanlaymiz. Demak, tok transformatorning birlamchi toki $I_{HOM1TT} = 100 \text{ A}$, ikkilamchi toki $I_{HOM2TT} = 5 \text{ A}$. Shunda tok transformatorning transformastiyalash koeffitsienti

$$n_{TT.IO} = \frac{100}{5} = 20$$

PK qismidagi TT ning nominal toki:

$$I_{nTTP} \geq I_{nPK} = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_{PK}} = \frac{10000}{1,73 \cdot 10} = 578 \text{ A} \quad n_{TTII} = \frac{600}{5} = 120$$

YuK va PK qismlardagi relelarni ishga tushish toklari:

$$I_{puIO} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{HIOK}}{n_{TTIO}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 52,5}{20} = 4,5 \text{ A}$$

$$I_{puII} = \frac{I_{HIOK}}{n_{TTII}} = \frac{578}{120} = 4,8 \text{ A}$$

Differenstial tokli uzish (kesim) himoyasi

Differenstial tokli uzish (kesim) himoyasining ishga tushish toki maksimal tashqi QT tokiga nisbatan moslanadi. Transformatorning YuK qismidagi maksimal tashqi QT toki:

$$I_{KT\max}^{(3)} = \frac{S_{\phi}}{\sqrt{3} \cdot Z' \cdot U_{\phi}} \cdot \frac{10}{110} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 5,148 \cdot 10,5} \cdot \frac{10}{110} = 389 \text{ A}$$

Bu erda –

$$Z' = Z_{e3} + Z_{T1(T2)} = 0,085 + j0,934 + 0,3 + j4,2 = 0,385 + j5,134 = 5,148$$

QT nuqtasigacha bo'lgan zanjirning qarshiligi.

Bitta transformator o'chirilganda transformatorlan eng katta qiska tutashish toki o'tadi.

1. Ximoyani ishga tushish toki magnitlanish tokining sakrab o'zgarishiga nisbatan rostlanganda:

$$I_{xi} = K_{z1} \cdot I_{nTr} = 3 \cdot 52,5 = 157,5 \text{ A}$$

2. Ximoyani ishga tushish toki maksimal muvozanatlashmagan tokka nisbatan rostlanganda:

$$I_{mbTT} = K_a \cdot K_{birtip} \cdot f_1 \cdot I_{QTmaks.tashq} = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 0,1 \cdot 389 = 58 \text{ A}$$

$$I_{MBrost} = \frac{\Delta N}{100} \cdot I_{KTmaks.mauch}^{(3)} = 0,15 \cdot 389 = 58 \text{ A}$$

$$I_{MBkomp} = \frac{|I_{puIO} - I_{puII}|}{I_{puIO}} \cdot I_{KTmaks.mauch}^{(3)} = \frac{|4,5 - 4,8|}{4,5} \cdot 389 = 26 \text{ A}$$

$$I_{MBmaks} = I_{MBTT} + I_{MBrost} + I_{MBkomp} = 58 + 58 + 26 = 142 \text{ A}$$

Ximoyani ishga tushish toki:

$$I_{xi} = K_z \cdot I_{MBmaks} = 1,3 \cdot 142 = 185 \text{ A}$$

Ikki shartga nisbatan ximoyani ishga tushish tokini kattasi, $I_{xi} = 185 \text{ A}$ ni tanlaymiz. Ximoyani sezgirligi

$$Kc = \frac{K_{\Sigma cx} \cdot I_{KTmin.mauch}^{(2)}}{I_{xu}} = \frac{1 \cdot 569}{185} = 3,08 > 2,$$

Bunda

$$I_{KTmin.mauch} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{S_{\phi}}{\sqrt{3} \cdot Z' \cdot U_{\phi}} \cdot \frac{1}{Kmp} = \frac{1,73}{2} \cdot \frac{400000}{1,73 \cdot 3,043 \cdot 10,5} \cdot \frac{10}{110} = 569 \text{ A}$$

Bu erda—

$$Z'' = Z_{e3} + Z_{T1(T2)}/2 = 0,085 + j0,934 + (0,3+j4,2)/2 = 0,235 + j3,034 = 3,043$$

transformatorlar parallel ishlagan QT nuqtasigacha bo'lgan zanjirning qarshiligi.

Ikki transformator ishlaganda minimal ish rejimi uchun ximoya parametrlarini aniqlaymiz.

v) uchinchi pog'ona. RNT-560 turdagi rele yordamida differentsial himoyani o'rnatamiz.

1. Ximoyani ishga tushish toki magnitlanish tokining sakrab o'zgarishiga nisbatan rostlanganda:

$$I_{xi} = K_{z1} * I_{ntr} = 1,3 * 52,5 = 68 \text{ A}$$

2. Ximoyani ishga tushish toki maksimal muvozanatlashmagan tokka nisbatan rostlanganda:

$$I_{mbTT} = K_a * K_{birtip} * f_1 * I_{QTmaks.tashq} = 1 * 1 * 0,1 * 569 = 57 \text{ A}$$

$$I_{MBrost} = \frac{\Delta N}{100} * I_{KTmaks.mauch}^{(3)} = 0,15 * 569 = 85 \text{ A}$$

$$I_{mbkomp} = 0$$

$$I_{mbmaks} = I_{mbTT} + I_{mbrost} = 57 + 85 = 142 \text{ A}$$

Ximoyani ishga tushish toki:

$$I_{xi} = K_z * I_{MBmaks} = 1,3 * 142 = 185 \text{ A}$$

Ikki shartga nisbatan ximoyani ishga tushish tokini kattasi, $I_{xi}=185 \text{ A}$ ni tanlaymiz.

Ximoyani sezgirligi

$$Kc = \frac{K_{\Sigma cx} * I_{KTmin.mauch}^{(2)}}{I_x} = \frac{1 * 569}{185} = 3,08 > 2.$$

Releni ishga tushish toki:

$$I_{pu} = K_{cxacos} * \frac{I_{xiacos}}{n_{Tacos}} = K_{cxio} * \frac{I_{xiuo}}{n_{TIO}} = \sqrt{3} * \frac{185}{20} = 16 \text{ A}$$

g) Maksimal tokli himoya (MTX).

Bu himoya xam RT-40 va RV-200 relelarda bajarilgan. Kuch transformatorlari parallel ishlaydi. Unda $I_{i.maks} = 2 * I_{nTr}$ qabul qilamiz.

$$I_{xu} = 2 \cdot \frac{K_3 * K_{y3.um.}}{K_{kaym}} \cdot I_{нTp} = 2 \cdot \frac{1,2 \cdot 1,5}{0,8} \cdot 52,5 = 236 \text{ A}$$

Releni ishga tushish toki:

$$I_p = K_{cx} \cdot \frac{I_x}{n_{TT}} = \sqrt{3} \cdot \frac{236}{20} = 20,4 \text{ A}$$

Ximoyani sezgirligi:

$$K_c = K_{\Sigma cx} \cdot \frac{I_{xu. минтаик}^{(2)}}{I_p * n_{TT}} = \sqrt{3} \cdot \frac{569}{20,4 \cdot 20} = 2,4 > 1,5$$

Ximoyani sezgirligi normadan kam, shuning uchun sxemasiga minimal kuchlanish rele kiritamiz. Kuchlanishli ximoyani ishga tushish kuchlanishi:

$$U_{xi} = 0,65 * U_n = 0,65 * 10 = 6,5 \text{ kV}$$

Himoya transformatorning past kuchlanishli tomoniga o'rnatilgan. Ximoyani ishga tushish vaqti:

$$t_{xi} = t_{xi,old} + \Delta t = 0,55'' + 0,5'' = 1,05''.$$

O'ta yuklanishdan himoya

Ximoyani ishga tushish toki:

$$I_x = \frac{K_3}{K_{kaym}} \cdot I_{нoм.тp} = \frac{1,05}{0,8} \cdot 52,5 = 69 \text{ A}$$

Ximoyani saqlanish vaqti: $t_{xi} = 9''$

Himoyani RT-40 va RV-200 (RV-100) relelar yordamida bajariladi va ximoya bir fazaga ulanadi.

Avtomatika qurilmalari

Avtomatik qayta ulash qurilmasi (AQU)

Elektr qurilmalari tuzilishi qoidasiga (EQTQ) (PUE) asoslangan xolda EULLari va kuch transformatorlari AQU bilan jixozlanadi.

Ishlash vaqtlari tanlanishi:

$$t_{AQU L1, L2} = 0.8''$$

$$t_{AQU L3, T3} = 1.3''$$

$$t_{AQU T4, L4, L5} = 1.8''$$

Boshqarish kaliti va uzgich xolatlari

bir-biriga muvofik bo'lmagan xoldagi

fakt asosida AQU ishga tushiriladi

Zaxirani avtomatik ulash (ZAU) (AVR)

$$U_{\text{ximin}} = 0.3 \cdot U_n = 0.3 \cdot 10 = 3 \text{ kV}$$

$$t_{\text{ZAU}} > t_{\text{xi}} + \Delta t = 1'' + 0.6'' = 1.6''$$

$$t_{\text{ZAU}} > t_{\text{AQU}} + \Delta t = 1.8'' + 0.6'' = 2.4''$$

$$t_{\text{ZAU}} = 2.5''.$$

III.Bob. Mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi

Transformatorning yuqori va past kuchlanishli chulgʻamlari orasidagi izolyasiya shikastlanganda kuchlanishni oʻtish xavfi natijada kishining shikastlanishi qizish yoki yongʻin chiqish xavfi vujudga keladi. Himoya qilish usuli neytralli rejimda bogʻliq boʻladi. Neytralli izolyasiyalangan 1000 V dan yuqori kuchlanishli tarmoqlar bilan transformator orqali bogʻlanganda teshiladigan saqlagich bilan himoyalangan boʻlishi kerak. Saqlagich transformatorning past kuchlanishli tomonidan neytral yoki bazaga oʻrnatiladi.

Agar yuqori va past kuchlanishli chulgʻamlar orasidagi izolyasiya shikastlansa, saqlagich teshiladi va neytral yoki past kuchlanishni baza erga ulanadi, neytralni erga nisbatan kuchlanishi $U_{er} = I_{er} k_0$ ga teng boʻladi. Neytralli $R \leq y_{om}$ qarshilik bilan erga ulash b_i kuchlanishli xavfsiz miqdorgacha pasaytirish chorasi hisoblanadi. Saqlagichni butunligi voltmeter yordamida tekshiriladi. Saqlagich shikastlanish boʻlsa unda parallel ulangan vattmetr nolni koʻrsatadi.

Agar kuchlanishi 1000 V dan yuqori boʻlgan tarmoqning neytrali izolyasiyalangan, kuchlanishi 1000 V gacha boʻlgan tarmoqning neytrali erga ulangan boʻlsa, u holda avariya olib keluvchi tok past kuchlanish ish erga ulashning qarshiligi R_0 va yuqori kuchlanishli tarmoqning sigʻim oʻtkazuvchanligi orqali tutashadi. Bunda $R_0 \leq 125 / I_{ep}$ boʻladi bu erda 125 erga ulash simining ruxsat etilgan eng katta kuchlanishi.

Tok va kuchlanish oʻlchash transformatorlari shuningdek, kichik ikki tomchi kuchlanishli koʻchma transformatorlari ikkilamchi chulgʻamning qismlaridan birini erga ulash yoʻli bilan himoya qilinadi.

Kuchlanishli simlardagi ishlash odatda elektr uzatish liniyalarini uzish imteʼmolchilarni elektr bilan puxta taʼminlashni susaytiradi. SHuning uchun elektr uzatish liniyalari kamdan kam uziladi. SHuning koʻp qismi esa yoki kuchlanish ostida yoki bir zanjirli liniyada faqat bitta zanjirli bazani ikki zanjirli liniyada esa bitta zanjirni uzib qoʻyib bajariladi.

Agar kishi tanasi bilan u tegib ketadigan tok oʻtkazuvchi kesim orasida potentsiallar farqi boʻlmasa, kuchlanish ostida ishlash xavfsiz hisoblanadi. Buning

uchun kishi tanasi erdan banka potentsialli qismlardan ham puxta izolyasiyalangan bo'lishi kerak.

Shuntlovchi o'tkazgichni elektr uzatish simiga tutashtirgan paytda o'tish protsessi vujudga keladi va kishi tanasi orqali qisqa vaqt ichida bir necha sekund davomida) taxminan 0,4-0,9 A tok o'tishi mumkin. Bu tokni kamaytirish mumkin, izolyasiyalovchi shtangada (uning yordamida shuntlovchi o'tkazgich qo'yiladi) taxminan 5-10 mm keladigan qo'shimcha qarshilik bor. Bu qarshilik kishi tanasiga ketma-ket ulanadi va o'tuvchi tokni choklaydi.

Tayanchni yuqorisigacha ko'tarilishi bilan bog'liq bo'lgan yoki kuchlanishli simda ishlatiladigan tanyachda turgan kishi simda ishlayotgan kishini erga ulangan tayachga yaqinlashganda tok bilan shikastlanish xavfi bo'ladi. Bir xil potensialga ega kishi bilan konstruksiyalar orasida eng kichik yo'l bilan qo'yilgan masofa liniyaning nominal kuchlanishga bog'liq bo'ladi va quyidagini tashkil etadi.

Kuchlanish kV	Minimal yo'l qo'yilgan masofa, m
35	0,6
110	1,0
150	1,5
220	2,0
330	2,5
500	3,0

Odamni erdan (agar bu qurilma erga o'rnatilgan bo'lsa) yoki erga ulangan tayanchdan (agar qurilma tayanchga mustahkamlangan bo'lsa) izolyasiyalovchi qurilmaning izolyasiyasi etarlicha mustahkam bo'lmasa, u ham u tokdan shikastlanishi mumkin. Kuchlanish ostida ishlash uchun mo'ljallangan qurilma yoki moslamaning izolyasiyalovchi qismning eng kichik yo'l qo'yilgan uzunligi shu kuchlanishning kattaligiga bog'liq bo'ladi.

Xavfdan o'tuvchi kuchlanishli liniyalarda ishlaganda yashirilganda qo'llanishda sinalgan toza kunlik qurilmalar va moslamalardan saqlanish va

xavfsizlik choralariga rioya qilish lozim. Moslamalar mayda detallar va ba'zi asboblarni tayanchiga ip-gazlama yoki kapron kanop yordamida (o'chirilgan) uzatish kerak. Bu kanot yordamida ko'tarilgan moslamalar, detallar avval tayanchga o'rnatilib, maqamlanadi. So'ngra kanot tizimchasidan ajratib olinadi. Tayanchda ishlashi uchun montyorlarga kerak bo'ladigan asbob odatda o'zida (sumkasida) bo'lishi kerak. Izolyasiyalangan qurilmalar teleskopik vilkalar va hokazolarda kuchlanish ostida ishlovchi montyorga hech narsa uzatish mumkin emas, chunki unga tekkanda erga tutashish hosil bo'ladi. Odatda kuchlanish 1000 V gacha bo'lgan liniyalarda kuchlanish ostida ishlanmaydi. Biroq bunda tayanchni erga botadigan qismini o'rnatish va almashtirish, qiyshaygan tayanchlarni to'g'rilash hamda simlarda 1,5m dan kam masofaga yaqinlashishni talab qilmaydigan boshqa ishlar kirmaydi.

Ko'chani yoritish liniyalarida kuchlanishni uzmay almashtirish, tozalash, lampa va saqlagichlarni almashtirishiga ruxsat etiladi. Bunda yuqorida ko'rsatilgan xavfsizlik choralariga rioya qilinishi kerak.

Ishlovchilar ko'tariladigan tayanch bilan kuchlanishli simlar orasidagi masofa jadvalda ko'rsatilgan masofaga mos kelgan hollarda kuchlanishni uzmay tayanchch uchigacha ko'tarilish va tizimlararo remont ishlarini bajarishga ruxsat etiladi.

Transformatorlarni liniyalarni va kabellarni parallel ishlashga ulash uchun ularni oldindan bazalash ya'ni ulanadigan bu ismli bazalarni aniqlash kerak. Bazalash uzilgan ajratgichlarda, liniya ajratgichlarida uzilgan vklyuchatellarida yoki kabellarda bajariladi. Bu ishni III va IV malaka giripchasiga ega bo'lgan kamida ikki kishi bajarish kerak.

Kuchlanish, kV	Narvon izolyasiyalov chi qismni uzunligi, m	Tortki va kamargich- larni uzunligi, m	Kuchlanish, kV	Narvon izolyasiyalov chi qismni uzunligi, m	Tortki va kamargich- larni uzunligi, m
35	2,0	0,5	220	3,0	2,0
110	2,0	0,8	230	3,5	2,3
150	2,0	1,3	500	5,5	3,5

Buyruqqa binoan operativ xodimning shaxsan o'zi yoki uning nazorati ostida elektr laboratoriyasining ishchisi bazalaydi. Agar operativ xodim katnashmasi bazalash naryad bo'yicha bajariladi. Ish boshlashdan oldin bosh kiyim kiyiladi, ust kiyimlarni tugmalari tikiladi, dielektrik qo'lqop kiyiladi va ko'zoynak taqiladi. Izolyasiyalangan asosda mustahkam turish devor yoki erga ulangan qismlarga tegmaslik lozim.

Fazolashdan oldin ikkala taqsimlash manbaidan barcha oltita qismiga keladigan kuchlanish 220 V gacha bo'lganda tok izlagich bilan kuchlanish 220 V dan yuqori bo'lganda qo'shimcha qarshilikka kuchlanish ko'rsatgichi bilan tekshiriladi.

IV. Bob. Atrof-muhit muhofazasi

Energetika korxonalari va energetika tizimining atrof-muhitga bo'lgan ta'sirini ko'rib chiqishdan asosiy maqsad atmosfera va atrof-muhit ifloslanmasligidir, elektr energiya ishlab chiqarish taqsimlash va iste'mol qilish jarayonlarida atrof-muhitga bo'lgan ta'sirini ko'rib chiqamiz.

Atom elektr stansiyalari elektr energiya ishlab chiqarish davomida atrof-muhitga zararli radiatsiya nurlari tarqatadi. Buning natijasida tabiatga va yaqin atrofdagi tirik mavjudotni radiatsiya nurlari bilan nurlanadi. Atom elektr stansiyasidan chiqadigan radiatsiya chiqindilarni erga qo'shib tashlash zararli nurlarni tarqalishini oldini oladi.

O'zbekiston elektr energiya ishlab chiqarishning 85 % ini issiqlik elektr stansiyalariga to'g'ri keladi. Bunda issiqlik elektr stansiyalari ko'mir, mazut, gaz va boshqa issiqlik energiya beruvchi yoqilg'ilardan foydalaniladi.

Issiqlik elektr stansiyalarni aholi yashash joylaridan imkon qadar uzoqqa quriladi, chunki bu issiqlik beruvchi yoqilg'ilarni yoqishda atrof-muhitga turli xildang zaharli gazlarni tarqatadi. Issiqlik elektr stansiyasi ishlash jarayonida atrof-muhitga chiqarilayotgan zaharli gaz hajmi davlat ko'rsatgan me'yordan oshmaslik kerak va zaharli gaz miqdorini kamaytirish uchun yangi loyihalarni amalga oshirish kerak.

Elektr energiya ishlab chiqarishning yana bir usuli bu gidro elektr stansiyalari orqali suvni energiyasidan elektr energiya olishdir. Suvning energiyasini elektr energiyaga aylantirishning quvvatni oshirish uchun ko'p suv zahirasi yaratish uchun ko'p yangi suv omborlarni qurish kerak. Yaratilgan suv ombori erni suv qatlami ko'tarilib, yaqin atrofdagi qishloqlarda ta'sir qilishi mumkin. Elektr energiyani taqsimlash jarayonida va energiya uzatishda elektr qurilmalar va havo liniyalaridan foydalaniladi. Bu jarayonlarda atrof-muhitga uzluksiz magnit maydonini tarqatib turadi. Bu magnit maydon ta'sirini kamaytirish uchun yangi qurilmalarni topish kerak.

Yong'in muhitini baholash uchun yong'in xavfsizligin ta'minlashga qaratilgan chora – tadbirlar ishlab chiqish, yonish, portlash jarayonining

fizikaviy-kimyoviy asosini, yonishga xavfli modda va materiallarning birliklarini, ularni qo'llash chegarasini, xavfli vaziyatni aniqlash usullarini bilish zarur.

Yonuvchi moddaning havo kislorodi bilan oksidlanib manba ta'siristida issiqlik va nur chiqish bilan yakunlanadigan jarayon "yonish" deyiladi. Yonish moddalarning oksidlanishi natijasida ham namoyon bo'ladi.

Jarayonning tezligiga qarab yonish shaxsan yonish, portlash va detonatsiya nurlanishida bo'lishi mumkin. Havo tarkibida 14-15% kislorod bo'lsa, yuqori tezlikda turg'un yonish bo'ladi. Tarkibida kislorod bo'lgan moddalar ham oksidlanishga olib keladi.

Moddalarning yonishi ularni solishtirma yuzasiga, kislorod bilan aralashishiga bog'liq. Yonish jarayoni sodir bo'lishi uchun uchta shart – yonuvchi modda oksidlovchi kislorod, alanga manbai bo'lishi shart. Kislorod miqdoriga qarab to'liq va chala yong'in namoyon bo'ladi. Yonish hududida kislorodning ishtiroki bilan diffuziyali yonish sodir bo'ladi.

Moddalarning yonishi ularni solishtirma yuzasiga kislorod bilan aralashishiga bog'liq. Yonish jarayoni sodir bo'lishi uchun tabiiy ofatlarga ham bog'liq.

Birinchi zonada bug', gazlar bo'lib yonish bo'lmaydi. Ikkinchi zonada mahsulot to'liq yonib, alanganing yuqori harakati seziladi.

Alanga balandligi diffuziya koeffitsientiga teskari proporsional o'z navbatida haroratga 0,5-1 darajada to'g'ri proporsional.

Gaz bug'larning havo bilan aralashma yonish zonasiga ma'lum tezlikda berilganda konussimon shaklda turg'un alangali yonish sodir bo'ladi. Yonish turi aralashma tarkibiga bog'liq. Yonuvchi modda gaz, bug', qattiq, kukunsimon, chang holda bo'lishi mumkin. Oksidlovchi esa havo, kislorod, kislorodli birikmalar ko'rinishida mavjud.

Alanga manbaining issiqlik, elektrik, mexanik, va mikrobiologik xili bo'lishi mumkin

V.Bob. Iqtisodiy qism

Bitiruv malakaviy ishida G'uzor-500/220/110/10 kV li podstantsiyasidan chiquvchi "G'armiston" 110 kV li liniyasining masofali himoyasi hisobi ko'rilgan. "G'armiston" 110 kV li liniyaning uzgichiga masofali himoya yo'naltirilgan erli himoya, tokli uzish va avtomatikasi ko'rildi. Podstantsiyada 110 kV li liniyalardan himoya EPZ-1636 tipli panelda yig'ilgan. Hozirda EPZ-1636 himoya paneli o'rniga yangi rusumdagi chiqarilgan SHDE-2802 himoya paneli o'rnatilgan. SHDE-2802 himoya paneli EPZ-1636 himoya paneliga nisbatan rele himoya talablari bo'yicha tanlab o'chirishda, sezgirligida tez ta'sirligi va ishonchliligi ancha yuqori.

Ishlab chiqarishda halq xo'jaligi, elektroenergetika, suv xo'jaligi meditsina va shuningdek tashqi ko'pgina soxalarda yangi maxsulotni kiritishni iqtisodiy yuqori samaradorlikni oshirish yo'llaridan biri bo'lib hisoblanadi. Bunda materiallar oshadi, qurilish, o'rnatish, sozlash va ekspluatatsiya qilish sarflari kamayadi. Iqtisodiy samaradorlik yangi maxsulotni tayyorlovchi korxonalarda va shuningdek ularni ekspluatatsiya qiluvchi korxonalarda iste'molchilar xam o'z o'rnida o'z o'rnini egallashi mumkin.

Qoida bo'yicha maxsulot variantlari materiallar sarfi elektr energiya isroflari, qisqa tutashuv toklari, kuchlanish va boshqa ko'rsatkichlar bilan farq qiladi.

Yangi maxsulot loyihalanganda uning narxini xisoblash zarur bo'ladi, negaki u samaradorlikni aniqlashda asosiy tashkil etuvchilardan biri hisoblanadi. Yangi maxsulot narxi quyidagicha ifodalanadi.

$$\ddot{O} = \tilde{N} - \ddot{I}_i = \tilde{N} (1 + \dot{D}_i)$$

Bu yerda $\tilde{N}$ - Yangi maxsulot tan narxi.

$\ddot{I}_i$ - miyoriy daromad.

$\dot{D}_i$ - samaradorlik miyori = 0,15

Maxsulot tan narhi tayyorlashga sarf etiladigan harajatlar so'm.

$\hat{E}_{\odot}$ - transport tayyorlash koeffitsienti = 0,04

$\hat{E}_{\tilde{N}}$ - ishlab chiqarishdan tashqari sarflar koeffitsienti = 0,014

Shuningdek sex va umum zavod sarflarini hisobga olish koeffitsienti = 3,03

$\hat{E}_{\delta}$ - samaradorlik miyori, ishlab chiqarishning o'z xarajatlariga nisbatan ya'ni tan narxiga nisbatan to'g'ridan-to'g'ri materiallarni hisobga olmagan holda $\hat{E}_{\delta} = 0,62$

Yuqorida keltirilgan faktlarga asosan hozirda SHDE-2802 himoya paneli EPZ-1636 himoya paneli o'rniga o'rnatilmoqda.

Xar qanday qisqa tutashuvda xam uzgich uchirish chulg'amida komanda beradi. EPZ-1636 himoya paneli qurilmalari ko'pligi bilan qimmat narxlanmoqda. Narxi 22 000 amerika dollorida hisoblanadi. SHDE-2802 himoya paneli hamma qurilmalari bitta panelda joylashtirilgan yarim o'tkazgichli sxemada yig'ilgan zamonaviy xolda bo'lganligi sababli tannarxi 18 000 amerika dollorida baholangan. Bir amerika dollorida 7909 sum

$$U_{\text{SHDE-2802}} = 22000 \cdot 7909 = 173998000 \text{ sum}$$

$$U_{\text{EPZ-1636}} = 18000 \cdot 7909 = 142362000 \text{ sum}$$

Ikki himoya paneli orasidagi farq.

$$U_0 = U_{\text{SHDE-2802}} - U_{\text{EPZ-1636}} = 173998000 - 142362000 = 31636000 \text{ sum}$$

Yangi SHDE-2802 himoya panelimiz eski EPZ-1636 himoya paneliga nisbatan 31636000 sum arzon narxda baholanadi.

Demak yangi himoya eski himoyadan arzonroq bo'lib himoyaning ishlashi eski himoyaga nisbatan rele himoya talablariga(sezgirligi yuqori) javob beradi.

Xulosa.

Himoyalarning masofali asosda bajarilishi ularning yuqori va juda yuqori kuchlanish elektr liniyalarida keng qo'llanish imkonini beradigan afzalliklarga ega. Masofali asosning asosiy afzalliklariga:

1. Ixtiyoriy manbalar sonida va liniyalarning ulanishida tanlovchan ishlashlik;
2. Himoyalalanayotgan liniyaning boshida birinchi zona tomonidan kichik sabr vaqtini ta'minlab berishlik;
3. Qisqa tutashuvda sezilarli katta sezgirlik va yuk tebranishidan maksimal himoyaga nisbatan yaxshi sozlanishlar kiradi.

Masofali himoyaning kamchiligiga:

1. Himoyaning sxema qismida va unga kiruvchi relelar qismida murakkablik. Elektromexanik releli masofali himoya eng ko'p releli va kontaktli himoya hisoblanadi. Yarim o'tkazgich qurilmalarda tayyorlangan kontaktsiz himoyalar sxemaning mantik qismi bo'yicha murakkabligiga va unda ko'p element borligi bilan xarakterlanadi.
2. Barcha himoyalalanayotgan liniya ichida qisqa tutashuvni lahzada o'chirish imkonini yo'qligi. SHuning uchun bu talab qo'yilgan liniyalarda yordamchi (zaxira) himoya hisoblanadi.
3. Yuk va tebranishga ta'sir javob bermaslik. Yukdan sozlash kerakligi himoyani sezgirligini kamaytiradi va uni ehtiyot himoya sifatida qo'llanilish effektini kamaytiradi, tebranishlardan esa blokirovka qo'llanilishini talab qiladi.
4. Kuchlanish zanjirida nosozlik yuz berganda himoyaning noto'g'ri ishlashligi, uning mustahkamligini pasayishi va mos blokirovkani qo'llanilishini talab qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Шабад М.А. «Автоматизация распределительных электрических сетей с использованием цифровых реле». Учебное пособие. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2003.
2. Андреев В.А. «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения». Учебное пособие. М.: «Высшая школа», 2006.
3. Булычев А.В., Наволочный А.А. «Релейная защита в распределительных электрических сетях». Учебное пособие. М.: ЭНАС, 2011.
4. Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. «Релейная защита электроэнергетических систем». Учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 2002.
5. Копьев В.Н. «Релейная защита. Принципы выполнения и применения». Учебное пособие. Томск: Изд. ЭЛТИ ТПУ, 2006.
6. Овчинников В.В., Удрис А.П. «Реле РНТ и ДЗТ в схемах дифференциальных защит». Учебное пособие. НТФ «Энергопрогресс», «Энергетик», 2004.
7. Электротехнический справочник: Т.3 Производство, передача и распределение электрической энергии./Под общ. Ред. Профессоров МЭИ.- М: Издательство МЭИ, 2004, 964с.
8. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): М: Энергоиздат, 2002
9. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций М: Энергоатомиздат, 1986, 640с.
10. Руководящие указания по релейной защите, Вып. 1-11, М. 1979.
11. Реле защиты. Под ред. Алексева В.С. М. 1976
12. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. 2 т, под ред. А.А. Федорова М. 1986
13. Чернобровов Н.В. Релейная защита М. В. Ш 1976 г
14. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем М. 1984

15. Беркович М.А. Молчанов В.В. Семенов В.А. Основы техники релейной защиты М.1984.

Internet saytlar:

1. www.energystrategy.ru
2. www.ziyonet.uz;
3. www.lex.uz;
4. www.bilim.uz;
5. www.gov.uz;
6. www.uzenergy.uzpak.ru

Ilova