

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

ABU RAYXON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

ENERGETIKA FAKULTETI

**«ELEKTR STANSIYALARI, TARMOQLARI VA TIZIMLARI»
kafedra**

Qo‘lyozma huquqida

XOJAYEV SHUHRAT SHANAZAROVICH

**QUVVATI 6,3 MVA BO‘LGAN IKKI CHULG‘AMLI
TRANSFORMATORNING RELELI HIMOYASI**

5310200 – «Elektr energetika» yo‘nalishi bo‘yicha bakalavr
darajasini olish uchun

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Kafedra mudiri:

prof. Gayibov T.Sh.

Rahbar:

kat.o‘q. Shamsutdinov H.F.

TOSHKENT – 2016 y.

MUNDARIJA

Kirish	
1 RELE HIMOYASI HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR	5
1.1 Rele himoyasining vazifasi	5
1.2 Elektr qurilmalaridagi shikastlanishlar	7
1.3 Rele himoyasi qo'yiladigan asosiy talablar	9
2 RELE QURILMALARINING ASOSLARI	12
2.1 Elektr mexanik relelar	12
2.2 Elektr magnit relelar	13
2.3 Rele turlari	15
2.4 Rele va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlash usullari	16
2.5 Relening ulanish usullari	17
2.6 Himoyaning uzgichga ta'sir qilish usullari	17
2.7 Tok relelari	18
2.8 Kuchlanish relelari	20
2.9 Elektromagnit oraliq relelari	20
2.10 Ko'rsatgich relelari	22
2.11 Vaqt relelari	23
3 TRANSFORMATORLARDA SHIKASTLANISH TURLARI VA NONORMAL ISH HOLATLARI	26
3.1 Yuqori kuchlanish tomonidagi ikki va uch fazali qisqa tutashuvlar.	26
3.2 Yuqori kuchlanish tomondagi bir fazali yerga (korpusga) qisqa tutashuvlar	28
3.3 O'ramlararo qisqa tutashuv	28
3.4 Transformatorlardan keyingi fazalararo qisqa tutashuv	28
3.5 Transformatorlardan keyingi bir fazali qisqa tutashuvlar	31
4 TRANSFORMATORLARINING RELELI HIMOYASI	34
4.1 Transformatorlarda tokli kesim	35
4.1.1 Tokli kesimning ulanish sxemalari va ishlash tokining hisobi	36
4.2 Maksimal tokli himoya	39
4.2.1 Maksimal tokli himoyaning ulanish sxemalari	40
4.3 Transformatorlarning differensial himoyasi	43
4.4 Differensial himoyalarning ishlash tokini tanlash	47
4.5 PHT-565 va ДЗТ-11 relelarning cho'lg'amlaridagi o'ramlar sonini hisoblash	49
4.6 Tormozli differensial himoyani hisoblashning o'ziga xos xususiyatlari.	50
4.7 Tarmoqning releli himoyasining hisobi	52
4.8 Transformatoridagi yillik energiya isrofining hisobi	59
5 EKOLOGIYA	61
6 HAYOT FAOLIYATI XAVFSIZLIGI	66
Xulosa	74
Foydalanilgan adabiyotlar	75

ANNOTATSIYA

Ushbu bitiruv malakaviy ishida releli himoya va avtomatikasining umumiy tushunchalari, ularning vazifalari haqida qisqacha ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek transformatorlarda kechadigan shikastlanish turlari hamda transformatorlarning tokli kesim himoyasi, maksimal tokli himoyasi va differensial himoya turlari keltirilgan.

KIRISH

RELE HIMOYASI HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1. Energetik tizim

Energetik tizim – murakkab bo'lgan ko'p pog'onali texnik tizimdan iborat bo'lib, u elektr energiyani ishlab chiqarish, taqsimlash va iste'mol qilish uchun mo'ljallangan. Hamma ishlab chiqarish texnologik jarayonlar o'z navbatida energetika tizimida energiya ishlab chiqarish, taqsimlash va iste'mol qilishning borish tezligiga o'zaro bog'liqligi bilan ajralib turadi.

Energetika tizimida elektr jihozlarining har xilligi, turliligi bilan muhim xarakterlanish tamonlari bo'ladi. Energetik tizim tarkibiga o'z navbatida generatorlar, transformatorlar, yuqori kuchlanishli energiya uzatish liniyalari kommutatsiya apparatlari: uzgichlar, ajratgichlar, ulchovchi, o'zgartgichlar, tok va kuchlanish transformatorlari, nazorat vositalarini boshqarish va nazorat qilish kiradi. Odatda normal ish rejimi uchun bu tizimning birlamchi energiyasini o'zgartirib elektr energiyaga aylantirish va uni iste'molchiga uzatuvchi sifatida qarash mumkin. Ammo elektr jihozlarining buzilishi hisobga olinmasa bu tizimni ishga yaroqsiz holatga keltirish mumkin.

Elektr energiya tejamkorligi va halokatsiz ishlash talabi bo'yicha energetika tizimini loyihalashda elektr energiya manbalarini optimal tanlash (ko'mir, gaz, suv va boshqalar) elektr stansiyalarni joylashtirish va ular ishlab chiqargan quvvatni uzatish, iste'molchilarning xarakteristikalarini hisobga olish va ularning kengayishini, kuchlanish va chastotani rostlash turlarini inobatga olgan holda energetik tizimning ish rejimlarini rejalashtirish va boshqa masalalar hisobga olinib bajariladi.

Shunday bo'lsada energetik tizimda sodir bo'ladigan qisqa tutashish oqibatida qurilmalardagi yuzaga keluvchi buzilishlarni nazoratdan chetda qoldirmaslik kerak. Bular quyidagilarni tashkil qiladi.

- Elektr uzatish liniyalarida izolyatorlarning teshilishi, kirlanishi va tashqi muhit iqlimining ta'siri. (shamol, yashin va boshqalar).
- Uzatish liniya simlarining uzilishi.
- Tayanchlarda mexanik buzilishlar.
- Operativ personallarning hatti-harakati.

- Jihzlarning zavod tomonidan yaroqsiz ishlab chiqarilishi. Ya'ni barcha jihzlarning ishga yaroqli ekanligining minimum holatlari haqida ma'lumoti bo'lishi kerak.

Bunday ma'lumotlarga quyidagilar nazarda tutiladi.

1) Qisqa tutashish tokini cheklovchi reaktorlardan foydalanish, generatsiya manbalarining normadan ortiq konsentratsiyasini kamaytirish.

2) Jihzlarda qisqa tutashish toklarini cheklash uchun yetarlicha mexanik va termik chidamlilik bo'lishi.

3) Avariyaqa qarshi tizim avtomatikasidan foydalanish.

Releli himoya va avtomatika, energetik tizimining bir qismi hisoblanib normal ishlashi uchun shart-sharoit yaratadi.

Unga quyidagi funksiyalar kiradi:

a) buzilgan elementni avtomatik ravishda aniqlab uni tizimdan ajratishdir. Bunda himoya vositasi sifatida uzgichni o'chirib, tizimining buzilmagan qismi bo'yicha normal ish sharoitini tiklash bilan erishiladi.

b) normal bo'lmagan rejimlarni avtomatik aniqlab va uni yo'qotish tadbirini qo'llash. Normal rejimning buzilishi ortiqcha yuklanish sodir bo'lganda tezda o'chirilishi kerak. Shuning uchun himoya jihzlari iste'molchilarning yuklanishlarini kamaytiradi.

Energotizimning elektr qismida, ya'ni elektr stansiyasi (ES) va podstansiyaning (PS) elektr uzatish liniyasi (EUL) va elektr energiya iste'molchilarining elektr qurilmalarida shikastlanish va nonormal ish rejimlari bo'lishi mumkin.

Kuchlanish pasayishi elektr energiya iste'molchilarining normal ishlashini va energosistema ESlarini turg'un parallel ishlashini buzadi.

Nonormal rejim asosan kuchlanish, tok va chastotani ruxsat etilgan qiymatdan og'ishiga olib keladi. Chastota va kuchlanishni pasayishi iste'molchilarning normal ishlashi va EESni turg'unligiga xavf tug'diradi, kuchlanish va tokning oshishi esa qurilmalar va EUL da shikastlanishni yuzaga keltiradi.

Shikastlangan joydagi buzilishlarni kamaytirish va ESS ning shikastlanmagan qismining normal ishlashini ta'minlash uchun tezda topish va shikastlangan joyni ESSning shikastlanmagan qismidan ajratish zarur.

Nonormal rejimning xavfli oqibatini oldini olish mumkin, agarda o'z vaqtida oldini olish choralari ko'rilsa (masalan, agar tok va kuchlanish oshganda ularni kamaytirish), zarur bo'lsa, ya'ni uning ish rejimi ruxsat etilgandan oshsa qurilmani o'chirish kerak.

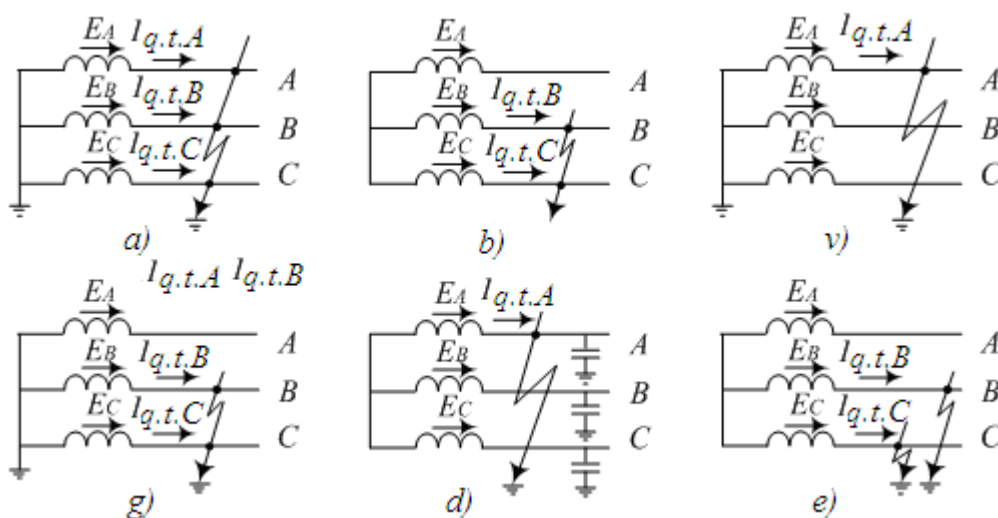
Shikastlangan joyni aniqlash va o'chirishni juda tez –ko'p hollarda sekundning yuzdan va o'ndan bir jarayonida amalga oshirishni zarur, buni ta'minlash faqat avtomatika vositalari amalga oshiradi. Buning natijasida EES va uning elementlarini shikastlanishlar va nonormal rejimlarning xavfli oqibatlaridan himoyalovchi avtomatik qurilmalarni yaratish va tadbiriq etish zaruriyati paydo buldi. Birinchi bulib shunga o'xshash avtomatika (himoya) sifatida eruvchan saqlagichlar qullanildi. Natijada elektr avtomatlardan yordamida tayyorlangan himoya qurilmalari yaratila boshlandi. Shu tariqa himoya **rele himoyasi** deb nomlandi.

Agar nonnormal rejimlar vujudga kelsa RH ularni aniqlashi kerak va buzilish xarakteriga bog‘liq holda yoki agar shikastlanish bo‘lish xavfi paydo bo‘lsa qurilmani o‘chirish kerak, yoki normal rejimni qayta tiklash uchun avtomatik operatsiyalarni amalga oshirish kerak, yoki operativ personalga signalni amalga oshirish, u esa nonnormal holatni bartaraf etish uchun chora ko‘rishi kerak.

Rele himoyasi elektr avtomatikaning asosiy turi hisoblanadi, busiz energosistema normal ishlay olmaydi. U boshqa turdagi elektr avtomatikalar, ya‘ni avariyaaviy buzilishlarni oldini oladigan va EES va iste‘molchilar elektr ta‘minotini tezda normal ish rejimini tiklaydigan avtomatik qayta ulagich (APV), zahiradagi manbani avtomatik ravishda ulash (AVR), chastotani avtomatik yuksizlantirish (ACHR) va h.k. bilan o‘zaro bog‘liq.

1.2. Elektr qurilmalaridagi shikastlanishlar.

Energetika tizimidagi ko‘pgina shikastlanishlar fazalarniig o‘zaro va yer bilan qisqa tutashishlariga (QT) olib keladi (1.1 - rasm). Elektr mashinalari va transformatorlarning chulg‘amlarida bundan tashqari uramlar orasida bir fazali qisqa tutashuvlarni beltirib chiqadi. SHikastlanishlarning asosiy sabablariga izolyasiyaning buzilishi, eskirishi, kuchlanishning normadan oshib ketishi, xizmat ko‘rsatuvchi shaxslarning noto‘g‘ri amali va xatolari, ajratgichni kuchlanish ostida uzish, qisqa tutashirgich bor holda kuchlanishni berilishlari kiradi.



Rasm 1.1. Elektr qurilmalaridagi shikastlanishlar turlari:

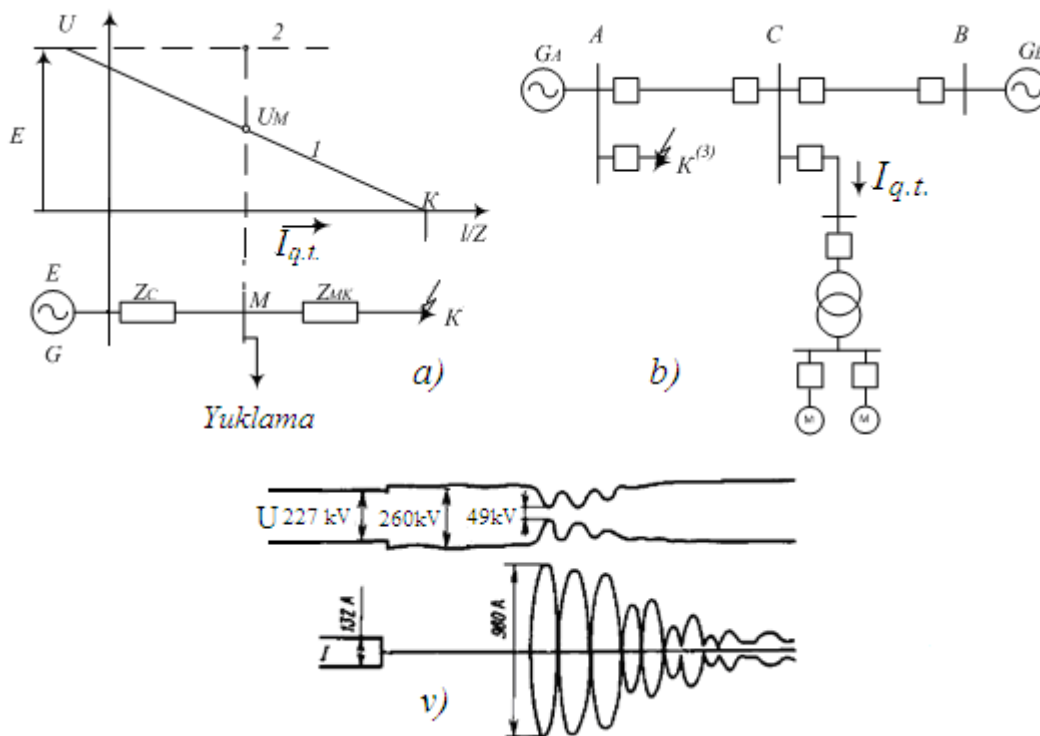
a, b, v, g – uchfazali, ikki fazali, bir fazali va ikki fazali yer bilan qisqa tutashuv;
d va e – neytrali izolyasiyalangan tarmoqlarda bir fazali va ikki fazaning yer bilan tutashuvlar.

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

Qisqa tutashuv paytida tokning ortishi natijasida elektr tizimning elementlaridagi kuchlanishning miqdori kamayadi. Bu o‘z navbatida elektr liniyaning barcha nuqtalarida kuchlanishning kamayishiga olib keladi. Qisqa

tutashuv nuqtasi K da kuchlanish nolga teng (1.2a - rasm). Tarmoqning biror bir nuqtasidagi pasaygan kuchlanishning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$U_m = I_k \cdot Z_m \quad (1)$$



1.2. rasm. QT ning kuchlanish pasayishiga ta'siri.

a - iste'molchilar ishiga, b - energosistemaning parallel ishlash turg'unligiga, v - asinxron rejimda tok va kuchlanishning ossillogrammasi.

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

a) Joul-Lens qonuniga asosan qisqa tutashuv 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 buzilishlarni 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 miqdordan qizdiradi, bu esa izolyasiyani va tok o'tkazuvchi qismlarni shikastlantiradi.

b) katta QT toklari o'tishi natijasida o'tkazgichlar orasidagi elektrodinamik o'zaro ta'sir 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 (1.2 b - rasm).

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

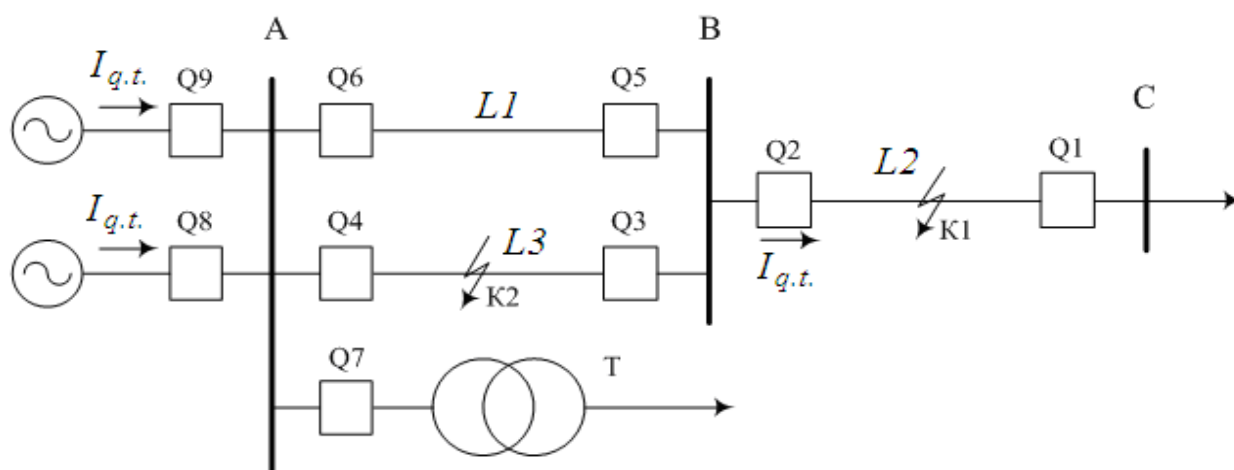
Shikastlanishlarining asosiy ko'rinishi neytrali izolyasiyalangan yoki katta qarshilikli yoyini so'ndiruvchi reaktor yoki katta aktiv qarshilik orqali zaminlangan tarmoqlarda bir fazali tutashuv hisoblanadi. 1.1 - rasmdan ko'rinib turibdiki, neytrali izolyasiyalangan tarmoqda bir fazali tutashuv QT ni keltirib chiqarmaydi,

chunki shikastlangan fazaning E_A EYUK si yer bilan shunt hosil qilmaydi. Bunda shikastlangan joydagi I_z toki shikastlanmagan tarmoq o'tkazgich faza (B va C) larini yer bilan orasidagi sig'im orqali tutashadi, bunda shuni ta'kidlash kerakki uning qiymati kichik bo'ladi. Ushbu turdagi shikastlanishda fazalararo kuchlanish o'zgarmasdan qoladi. Buning natijasida neytrali izolyasiyalangan tarmoqlarda bir fazali yerga tutashuv iste'molchilarning 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 (B va C) larning yerga nisbatan izolyasiyasini buzilishi va bir fazali yerga tutashuv ikki fazali QT yoki yerga ikkita tutashuvga o'tishi mumkin bo'lgan xavfni keltiradi.

1.3 Rele himoyasi qo'yiladigan asosiy talablar.

Tanlovchanlik. Rele himoyasining selektivligi yoki tanlovchanligi deb uning tarmoqning faqat shikastlangan uchastkasini o'chirish qobilyati tushuniladi. Agar K1 nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lsa (1.3 - rasm), rele himoyasi shikastlangan elektr tarmoqning shikastlanish joyga eng yaqin bo'lgan Q2 uzgichini o'chirishi kerak. Rele himoyasining bunday harakati natijasida shikastlangan tarmoqdan tashqarish barcha iste'molchilarning elektr ta'minoti saqlanadi. Agar qisqa tutashuv K2 nuqtada bo'lsa, rele himoyasi tanlovchan ishlashi natijasida shikastlangan L1 tarmoqni o'chirishi, L2 tarmoq esa ish holatida qolishi kerak. Bundan iste'molchilarning ta'minoti saqlanadi.

Shunday qilib tanlovchanlik rele himoyasining ning shartli talabi hisoblanadi, undan cheklanish faqat tezkorlikni ta'minlash uchun ruxsat etiladi, qachonki noselektiv o'chirish o'zidan xavfli oqibatlarni keltirib chiqarmasa.



1.3 - rasm. Qisqa tutashuvni tarmoqdan tanlab o'chirish

Tezkorlik. Qisqa tutashuvni o'chirish shikastlangan joyni buzilish o'lchamini kamaytirish, qurilmalar, kabel va havo elektr uzatish tarmog'ining termik barqarorligini ta'minlash, elektr uzatish tarmog'ini avtomatik qayta ulash va yig'ma shinalari effektivligini oshirish uchun, iste'molchilarning ishida kuchlanish

pasayishini ta'sirini kamaytirish va elektrstansiya generatorlari turg'un parallel ishlashini saqlanishi katta tezlikda amalga oshirilishi kerak.

Qoldiq kuchlanish qanchalik kichik bo'lsa, turg'unlikning bo'zilish ehtimoli shuncha katta va binobarin, qisqa tutashuvni shuncha tez o'chirish kerak. Turg'unlik shartiga asosan uch fazali qisqa tutashuv va neytrali yerga zaminlangan tarmoqlarda ikki fazali qisqa tutashuv eng og'ir hisoblanadi (1.1,a va g rasmga qarang).

Energotizimning turg'unligini saqlash uchun qisqa tutashuvni o'chirish juda kichik vaqti talab etadi. 750-1150 kV li tarmoqlarda fazalararo qisqa tutashuv yuzaga kelsa 0,06-0,08 s, 330-500 kV li tarmoqlarda 0,1-0,12 s, 110-220 kV li EUL 0,1-0,12 sekundlarda o'chirilishi kerak.

Agar qoldiq kuchlanish nominalning 60% dan kichik bo'lsa, turg'unlikni saqlash uchun shikastlanishni tez o'chirishni ta'minlash kerak, ya'ni tez ishlovchi releli himoyani qo'llash kerak.

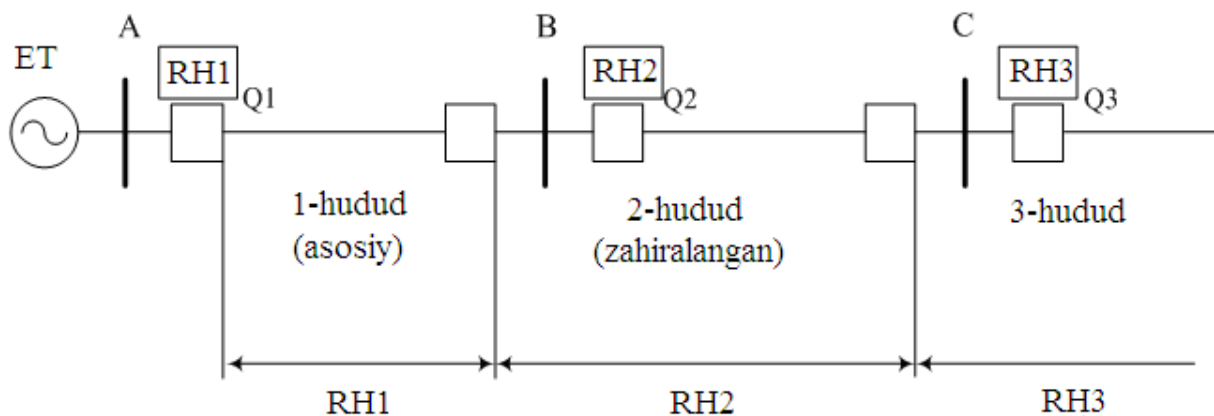
Yuqorida keltirilgan qisqa tutashuvning to'liq o'chirish vaqti $t_{q.o'}$: rele himoyaning ishlash vaqti t_h va qisqa tutashuv tokini ajratadigan uzgichning $t_{o'}$ vaqtlari yig'indisidan iborat, ya'ni: $t_{q.o'} = t_h + t_{o'}$.

Qisqa tutashuvni o'chirish vaqtini kamaytirish uchun rele himoyani va uzgichni ishlashini tezlashtirish kerak. 220-750 kV li uzgichlar $t_{o'} = 0,04 \div 0,06$ cekundda ishlaydi. Juda tez ishlaydigan releli himoya muhim ahamiyatli energotizimlarda qo'llanilib, $t_{o'} = 0,02 \div 0,04$ cekundda ishlaydi.

Asosiy ET dan uzoqdagi 6-35 kV li taqsimlovchi tarmoqlarda qisqa tutashuvni o'chirish vaqti 1,5-3 s da ham ruxsat etiladi. Lekin ushbu tarmoqlarda ham releli himoyaning ishlash vaqtini kamaytirish choralari ko'rish kerak. Tanlovchan tez ishlovchi releli himoya qiyin va qimmat. Soddalashtirish maqsadida oddiy tez ishlovchi, lekin yetarli tanlovchanlikni ta'minlab bermaydigan releli himoyani ishlatishga ruxsat etiladi. Bu holda noselektivlikni tuzatish uchun avtomatik qayta ulash foydalaniladi, o'zining chegarasidan keyingi hudud noselektiv o'chgan bo'lsa, qayta tez qo'shadi.

Sezgirlik. Agar releli himoyaning ishlash zonasi chegarasida qisqa tutashuv sodir bo'lsa, u yetarlicha sezgirlikka ega bo'lishi kerak. Masalan, RH1, u himoyalaydigan AB (birinchi-asosiy) hududdagi shikastlanishni o'chirishi kerak (1.3 - rasm) va bundan tashqari keyingi RH2 himoyalaydigan BC hududdagi (ikkinchi-zahira) qisqa tutashuvga ham yetarlicha sezgirlikka ega bo'lishi kerak. RH1 ni ushbu funksiyasi uzoqdan zahiralash deb nomlanadi. Agar ikkinchi hududda (RH2) qisqa tutashuv sodir bo'lsa yoki Q2 uzgich buzilishi natijasida ishlamay qolsa bunday zahiralash lozim bo'ladi. SHunday qilib, uzoqdan zahiralashga mo'ljallangan releli himoya keyingi hududning (1.3 - rasm BC) oxiridagi qisqa tutavuviga ham sezgir bo'lishi kerak.

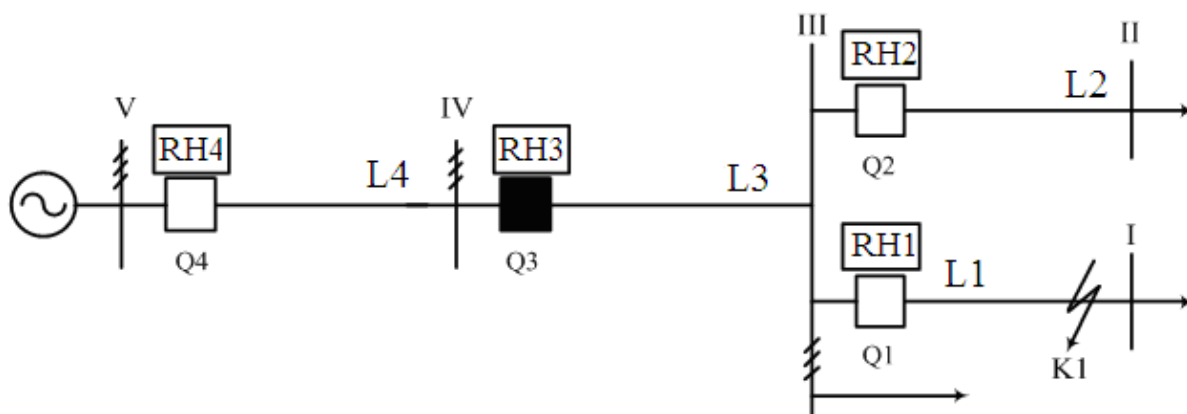
Reli himoyaning sezgirligi elektr energetika tizimining barcha rejimlarida, hattoki minimal rejimda ham yetarli darajada bo'lishi kerak. Agar A elektrostansiyaning (1.4 - rasm) bitta generatori yoki bir necha generatori ishdan chiqsa bunday rejim sodir bo'ladi.



1.4 - rasm. Himoyaning ishlash zonalari

Ishonchlilik. Ishonchlilik talabi qo‘yidagidan iborat, rele himoyasi *u o‘rnatilgan oraliq zonasida qisqa tutashuv bo‘lsa ishonchli ishlashi kerak va agar uning ishlashi ko‘zda tutilmagan holatlarda noto‘g‘ri ishlamasligi kerak.* Releli himoyaning ishlamay qolishi yoki noto‘g‘ri ishlashi iste‘molchilarning elektr ta‘minotiga qo‘shimcha buzilishlarni, ba‘zida tarmoq ahamiyatiga molik avariya olib keladi. Masalan, K1 nuqtada qisqa tutashuv bo‘lsa (1.5 - rasm) va RH1 ishlamasa RH3 ishlab ketadi, buning oqibatida qo‘shimcha ravishda II va III nimstansiyalar ham o‘chib qoladi, normal rejimda RH4 ning noto‘g‘ri ishlashi esa L4 EUL o‘chiradi va I-V nimstansiyalarning iste‘molchilari ta‘minotsiz qoladi.

Rele himoyasi uskunasi ishonchliligi ularning sxemasini soddaligiga, rele, kontaktli birlashmalar, ularning elementlari sonini kamaytirish, qabul qilinadigan sxema va konstruksiya, rele, yarimo‘tkazgichli elementning soddaligi va ishonchliligi, yordamchi apparatura va montaj materiallarining sifatli tayyorlanganligi, montaj va kontaktli birlashmalarning sifatiga, bundan tashqari releli himoyaning sozligini davriy tekshirishga va ekspluatatsiya jarayoniga bog‘liq. Relili himoyaning ishonchliligi uchun uning sozligini avtomatik va testli tekshirish muhim ahamiyatga ega. Relili himoyag elementlarini umumiy bajarilishi PUE va rele himoyasini bajarishga oid yo‘riqnomaga bo‘ysunadi.



1.5 - rasm. Releli himoyani ishlamagan holatda qisqa tutashuv ni noselektiv o‘chirish.

2. RELE QURILMALARINING ASOSLARI

2.1 Elektr mexanik relelar.

Releli himoya va elektr avtomatikasida elektrmexanik relelar, yarim o'tkazgich uskunalar yordamida qurilgan relelar va to'yinuvchi magnit sistemali relelar keng ishlatiladi. Bulardan eng ko'p tarqalgani elektrmexanik relelardir.

Elektr mexanik relelar katta o'lchamga ega. Ular ulanadigan tok va kuchlanish transformatorlari bilan birgalikda ko'p quvvat iste'mol qiladilar. Relelarning yarim o'tkazgich asosida qurilishi ularning parametr va xarakteristikalarini yaxshilashga olib keladi. Shuning uchun ular amalda borgan sari ko'proq qo'llanilmoqda.

Elektr kattaliklarga ta'sir javob beruvchi relelardan tashqari, bilvosita shikastlanish va nonormal rejimlarni xarakterlovchi noelektrik kattaliklarda ishlovchi relelar keng joriy etilmoqda.

Masalan, gaz yoki bosimning oshishiga ta'sir ko'rsatuvchi, moyli transformator va reaktorlarda qo'llaniluvchi, temperaturani sezuvchi relelar ko'p ishlatilmoqda.

Elektr kattaliklarga ta'sir javob beruvchi relelarni 2 guruxga bo'lish mumkin:

- bir elektr kattalikka (tok yoki kuchlanish) ta'sir javob beruvchi relelar;
- ikki elektr kattaliklarga (tok va kuchlanish, ikkita kuchlanish);

Birinchi guruxga tok va kuchlanish relelari, ikkinchi guruxga bir fazali quvvat va qarshilik relelari kiradi.

Elektrmexanik relelar elektromagnit, induksion, elektrdinamik va magnitelektrik pritsiplari asoslarida qurilishi mumkin. Sanoatda asosan, elektrmagnit induksiya prinsipi asosida ishlovchi va xamma talablarga javob beruvchi relelar ishlab chiqarilmoqda.

Elektrmexanik relelarning asosiy qismlari o'rinni chulg'am va kontaktlardan iborat.

Relening kontaktlari himoya qurilmalarida tokning ishonchli uzilishi va qo'shilishini ta'min etishlari kerak va shu bilan birga bir necha marotaba xarakatlanishga chidamli bo'lishlari zarur.

Kontaktlarning qo'shib-uzilishi zanjirning qo'shilishi va uzilishini ta'minlovchi quvvat S_k bilan shartli ravishda xarakterlanadi. Quvvat S_k ning kattaligi operativ tok manbaining kuchlanishi U bilan kontakt ruxsat beruvchi eng katta tok I_k ning ko'paytmasi shaklida topiladi:

$$S_k = U \cdot I_k \quad (2)$$

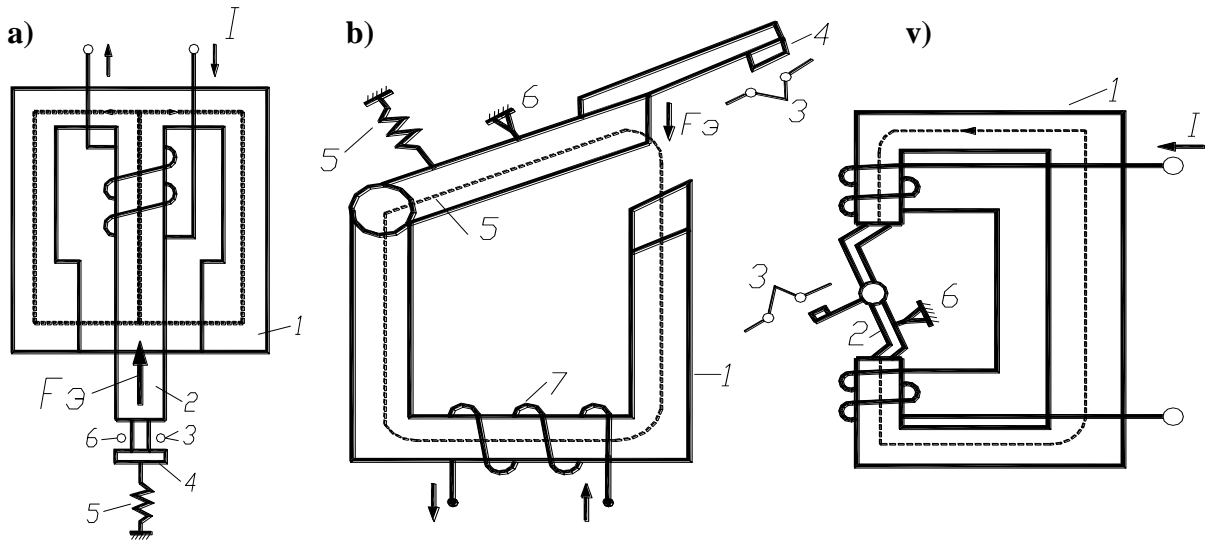
Relening chulg'amlari uni xarakterlovchi tok va kuchlanishning kattaligiga mos keladigan issiqlikka chidamli bo'lishi kerak va shu bilan birga mos bo'lgan iste'mol qiluvchi quvvat $S_{rele} = U_{rele} \cdot I_{rele}$ ga to'g'ri kelishi kerak.

Iste'mol qilinayotgan quvvat S_{rele} relening qo'zg'aluvchi sistemasini xarakatga keltiruvchi chulg'ami magnitlovchi kuchining miqdoriga bog'liq.

2.2 Elektr magnet relelar

a) **Ishlash prinsipi.** 2.1-rasmda elektr magnet relelarning asosiy uch xil turi berilgan.

Har bir rele o'z ichiga elektrmagnit 1 (o'zak va chulg'amdan iborat), ferromagnit materialdan yasalgan xarakatlanuvchi yakor 2, xarakatlanuvchi kontakt 3, xarakatlanmaydigan kontakt 4 va teskari ta'sir etuvchi prujina 5 ni oladi.



2.1-rasm. Elektr magnet relelarning konstruktiv turlari.: 1-tortiluvchi yakorli;
2-buriluvchi yakorli;3-ko'ndalang xarakat qiluvchi yakorli.

Elektr magnet chulg'amidan oqayotgan tok I_{rele} magnetlovchi kuchni (m.k) $I_{rele} \cdot W_{rele}$ xosil qiladi. U kuch ta'sirida elektr magnet o'zakdan, xavo oralig'i va yakor orqali oquvchi magnet oqim F xosil bo'ladi. Bunda yakor magnetlanadi va elektr magnetning qutbiga tortiladi. Oxirgi xolatigacha xarakatlangan yakor bilan bog'langan qo'zg'aluvchi kontakt 4 qo'zg'almas kontakt 3 ga ulanadi. Yakorning boshlang'ich xolati tayanch 6 bilan chegaralanadi.

Po'lat yakorni elektrmagnitga tortuvchi elektrmagnit kuch xavo oraliqdagi magnet oqimining kvadratiga to'g'ri proporsional.

$$F_e = k \cdot \hat{O}^2 \quad (3)$$

Magnet oqimi va uni xosil qiluvchi tok I_{rele} quyidagicha bog'lanishga ega.

$$\hat{O} = \frac{I_{rele} \cdot W_{rele}}{R_M} \quad (4)$$

bu yerda, R_M – magnet oqimi F oqayotgan yo'lining magnet qarshiligi ;

W_{rele} – rele chulg'amining o'ramlar soni.

Ifodalarni o'rniga qo'yib quyidagini xosil qilamiz;

$$F_e = \frac{W_{rele}^2}{R_M^2} \cdot I_{rele}^2 = K' \cdot I_{rele}^2 \quad (5)$$

Buriluvchi yakorli va ko'ndalang xarakat qiluvchi yakorli relelarda (2.1.b,v rasm) elektromagnit kuch aylanish momentini xosil qiladi:

$$M_e = F_e \cdot l = K'' \cdot I_{rele}^2 \quad (6)$$

bu yerda, l - F_e kuchning elkasi.

K' va K'' koeffitsentlar R_M ga bog'liq.

Formulalardan ko'rinib turibdiki, tortuvchi kuch F_e yoki uning momenti M_e rele chulg'amidagi tok I_{rele} ning kvadratiga to'g'ri proporsional va shuning uchun o'zgarish yo'nalishiga ega (ya'ni tokning yo'nalishiga bog'liq emas). Xulosa shuki, elektromagnit releni o'zgaruvchan va o'zgarish tokda ishlaydigan qilib yasash mumkin.

b) Relening ishlash toki, qaytish toki va qaytish koeffitsenti.

Relening ishlashi uchun, uning elektromagnit kuchi F_e yoki momenti M_e prujinaning qarshilik kuchi F_{pr} , ishqalanish va og'irlik kuchlaridan F_{ishq} katta bo'lishi shart.

$$F_e = F_{e.ish} = F_{pr} + F_{ishq} \text{ yoki } M_e = M_{e.ish} = M_{pr} + M_{ishq}.$$

Moment $M_{e.ish}$ va kuchning ($F_{e.ish}$) ma'lum bir qiymatiga relening ishlay boshlashi uchun zarur bo'lgan ma'lum bir tok to'g'ri keladi.

Relening ishlash toki $I_{rele.ish}$ deb ishga tushishi uchun zarur bo'lgan eng kichik tokka aytiladi.

$$I_{rele} = I_{rele.ish} = R_M \cdot \sqrt{\frac{M_{pr}}{W_{rele}}} \quad (7)$$

Relelarning ko'p tuzilishlarida ishlash tokini $I_{rele.ish}$ o'zgartirish imkoniyati bor. Buni (7) ifodadan ham ko'rish mumkin. W_{rele} o'zgartirish, prujinaning qarshilik momentini o'zgartirish, xavo oralig'i δ ni o'zgartirish bilan ishlash tokining qiymatiga ta'sir etish mumkin.

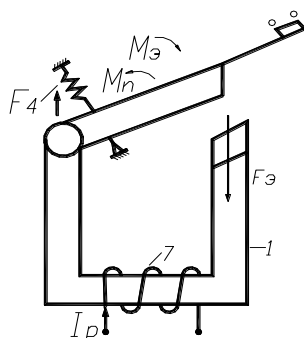
2.1-rasmga asosan relening chulg'amida tok kamayganda tortilgan yakor o'zining boshlang'ich xolatiga qaytishi prujina 5 ta'sirida amalga oshiriladi.

Relening qaytish toki I_{qay} deb yakor boshlang'ich holatga qaytgandagi tokka aytiladi. Qaytish tokining ishlash tokiga nisbati $\frac{I_{qay}}{I_{rele.ish}}$ qaytish koeffitsenti k_{qay} deyiladi.

Tokning oshishiga ta'sir javob beruvchi relelar uchun $I_{rele.ish} \succ I_{qay}$ shuning uchun $k_{qay} < 1$.

Ko'rib o'tilgan relelar chulg'amlarida tokning qiymati oshganida xarakatga keladi, shuning uchun ular *maksimal tok relelari* deyiladi.

Tokning kamayishiga ta'sir javob beruvchi relelar *minimal tok relelari* deyiladi. Normal xolatlarda minimal relelarning yakorlari tortilgan bo'ladi (2.2-rasm), bunda $M_e \succ M_{pr}$ va relening kontaktlari ochiq (uzuq) xolda turadi.



2.2-rasm. Minimal tok yoki kuchlanish relesining tuzilishi.

Relening ishlashi uchun rele tokini kamaytirish kerak, bunda prujinaning momenti elektromagnit moment va ishqalanish momentidan oshib ketadi:

$$M_{pr} > M_e + M_{ishq}$$

natijada relening yakori qaytadi va relening kontaktlari ulanadi. Minimal relening *ishlash toki deb* relening yakori qaytgandagi tokka aytiladi, *qaytish toki* bu relening yakorini tortadigan eng kichik tok. Maksimal reledagiday qaytish tokinig I_{qay} ishlash tokigaga $I_{rele.ish}$ nisbati qaytish koeffitsenti deyiladi. Minimal relelarda $I_{qay} > I_{rele.ish}$, shuning uchun $k_{qay} > 1$.

2.3 Rele turlari.

Odatda releli himoyaning qurilmalari bir necha ma'lum bir sxema bo'yicha ulangan relelardan iborat bo'ladi.

Rele bu avtomatik qurilma bo'lib, ma'lum bir ta'sir etuvchi kattalikni qiymatida xarakterga keladi yoki ishlaydi.

Rele texnikasida kontaktli (elektromexanik) va kontaktlessiz (yarim o'tkazgichli yoki ferromagnit elementli) relelar qo'llaniladi.

1-tur relelar ishlagan paytda kontaktlar ulanadi yoki uziladi.

2-tur relelar ishlagan paytda kiruvchi kattalikning ma'lum qiymatida chiqish kattaligi (masalan kuchlanish) sakrab o'zgaradi.

Xar bir himoya qurilmasi va uning sxemasi ikki qismga bo'linadi:

- ta'sir javob beruvchi (reaksiya ko'rsatuvchi) qismi;
- mantiqli (logik) qismi.

Ta'sir javob beruvchi (yoki o'lchovchi) qism bosh qism bo'lib, u asosiy relelardan iborat bo'ladi. Bu relelar himoya qilinuvchi element to'g'risidagi axborot va xabarlarini doimo qabul qilib turadilar va shikastlanish, nonormal rejimda himoyaning mantiq qismiga mos keluvchi axborot uzatib beradilar.

Mantiq qism (amalg oshiradigan qism) yordamchi qism bo'lib, u ta'sir javob beradigan qismdan olgan axborotni qabul qiladi, agar bu axborotlar ketma-ketligi berilgan programmaga mos bo'lsa, oldindan ko'zlangan amallarni bajaradi va uzgich boshqaruviga impuls beradi.

Mantiq qism elktromexanik rele yoki elektron lampali (yarim o'tkazgichli) sxema yordamida tayyorlanadi. YUqoridagilar asosida aytish mumkinki, relelar

asosiy (shikastlanishga ta'sir javob beruvchi) va yordamchi (asosiy relening axboroti ostida va sxemalarning mantiq qismida ishlovchi) guruxlariga bo'linadi.

Qisqa tutashuvni va shikastlanishlarning belgilari bo'lib, I tokning oshib ketishi, U kuchlanishning kamayib ketishi va himoya qilinayotgan qism Z qarshiligining kamayib ketishi xisoblanadi, chunki liniya uchun quyidagiga teng:

$$Z = \frac{U}{I} \quad (8)$$

Shunga asosan himoyalarda ta'sir javob beruvchi rele sifatida tok relolari (tokning kattaligiga qarab ta'sir javob beruvchi), kuchlanish relolari (kuchlanishning kattaligiga qarab ta'sir javob beruvchi) va qarshilik relolari (qarshilikning o'zgarishiga qarab ta'sir qiluvchi) qo'llaniladi.

Agar rele biror kattalikning oshishiga ta'sir javob bersa, bu rele maksimal rele deyiladi. Agar rele kattalikni kamayishiga ta'sir javob bersa, bu rele minimal rele deyiladi.

Nonormal rejimlardan himoya qilish uchun xam tok va kuchlanish relolari ishlatiladi. Tok relolari o'ta yuklanish sodir bo'lgan xollarda, kuchlanish relolari esa, elektr tizimlarida kuchlanish xavfli darajada oshib yoki kamayib ketganda ishlab ketadi. Bulardan tashqari, maxsus relolardan bo'lgan chastota relolari va issiqlik relolari nonormal rejimlarda ta'sir javob berish uchun ishlatiladilar.

Yordamchi relolar qatoriga vaqt relolari, ko'rsatgich relolar, oraliq relolari kiradi. Vaqt relolari himoyaning xarakatni sekinlashtiradi, ko'rsatgich relolari esa himoya elementlari xarakatidan xabar beradi va qayd qiladi, oraliq relolar himoya elementlarini o'zaro bog'laydi va asosiy relening uzatayotgan xabarini uzgichga etkazadi.

Xar bir releni ikki qismga ajratish mumkin: qabul qiluvchi va bajaruvchi organlar. Qabul qiluvchi organning vazifasi relega kelayotgan elektr kattalikni o'zgarishini qayd qilish va shunga mos bo'lgan o'zgarishlarni boshqa relalarda amalga oshirishdan iborat. Bajaruvchi organning vazifasi tashqi zanjirlarga ta'sir qilishdan, uzgichni o'chirishdan, boshqa relolarni ishga tushirish yoki ularga xabar berishdan iborat.

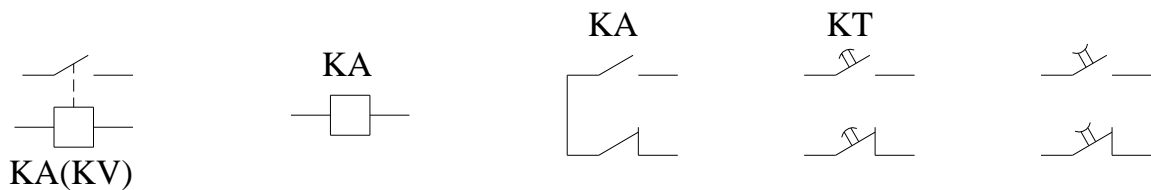
2.4 Rele va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlash usullari

Rele va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlashning ikki prinsipial usullari mavjud.

Birinchi usul bo'yicha rele birlashgan xolda, ya'ni cho'lg'am to'g'ri burchakli to'rtburchak shaklida (2.3a-rasm) tasvirlanadi, relening kontaktlari yuqori qismda ko'rsatiladi.

Belgining pastki qismida relening chulg'ami va rele tipining bosh xarflari yoziladi, ya'ni:

tok relesi - KA, kuchlanish relesi-KV, vaqt relesi-KT, oraliq, relesi-KL va ko'rsatgich relesi-KN.



2.3-rasm. Relelarning prinsipial chizmalaridagi shartli tasvirlari.

Ikkinchi usul bo'yicha rele himoyasi yoyilgan xolda ko'rsatiladi (2.3b-rasm). Relening chulg'ami va kontakti chizmaning xar xil qismlarida joylashadilar va mos keluvchi xarflar bilan belgilanadilar. Yoyilgan tasvirlash murakkab sxemalarni o'qishni osonlashtiradi.

2.5 Relening ulanish usullari.

Relening cho'lg'ami elektr tarmoqqa (tok va kuchlanishga) to'g'ridan to'g'ri yoki tok va kuchlanish transformatorlari orqali ulanishi mumkin. Birinchi tur relelar birlamchi, ikkinchi tur esa ikkilamchi relelar deyiladi.

Ikkilamchi relelar ko'proq qo'llaniladi. Buning sababi shundaki, ular yuqori kuchlanishdan izolyasiyalanganlar, himoya qiluvchi elementdan uzoq masofada joylashadilar, xizmat ko'rsatish uchun qulay va ma'lum bir nominal tok (1 yoki 5 A) va kuchlanish (100 V) ga mo'ljallanadilar. Bunda himoyalananayotgan elementning birlamchi toki yoki kuchlanishiga bog'liqlik yo'q.

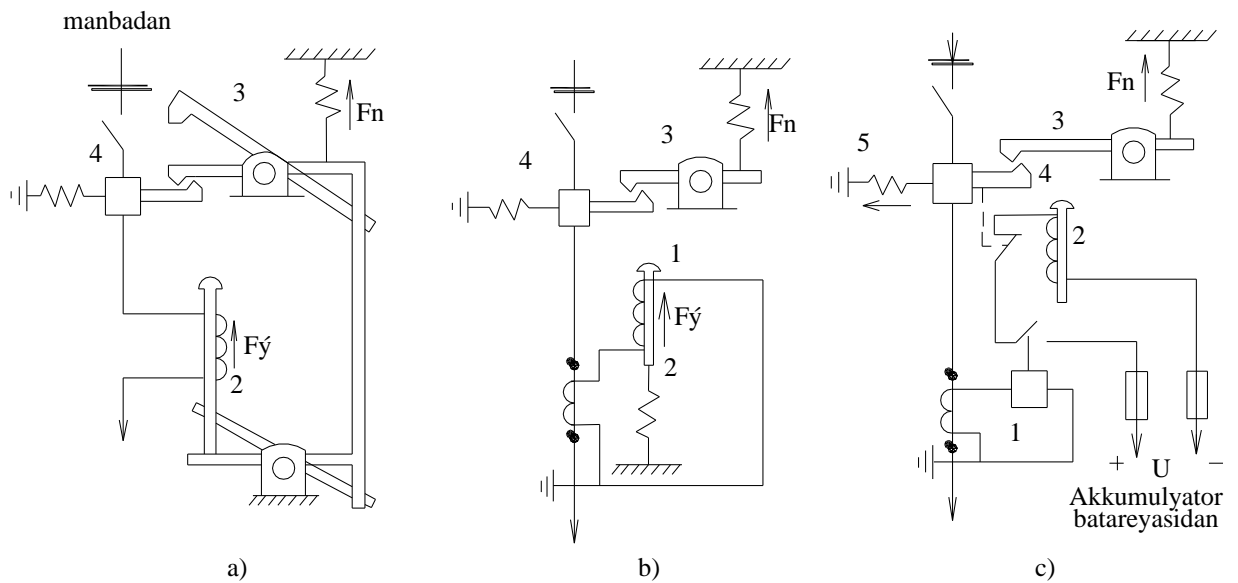
Birlamchi relening afzalligi shuki, ularda o'lchov transformatorlari, operativ tok manbalari ishlatilmaydi. Ular kichik quvvatli elektr motorlarida, transformatorlarda va liniyalarda keng qo'llanadi.

2.6 Himoyaning uzgichga ta'sir qilish usullari

Himoya uzgichga to'g'ridan-to'g'ri (bevosita) va bilvosita ta'sir ko'rsatish mumkin (2.4 -rasm).

Rele 1 ishlagan paytda ya'ni rele chug'aming elektr magnit kuchi prujinaning F_{pr} kuchidan katta bo'lganda uning qo'zg'aluvchi qismi 2 uzgichniig bir-biridan ajratuvchi richagi 3 ga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi. Shundan keyin uzgich prujina 4 xarakati yordamida o'chiriladi. Bevosita ta'sir qilish relelari uzgichning yuritmasiga o'rnatiladi. Shuning uchun bu relelar o'rnatilgan rele deyiladi.

2.4c-rasmda bilvosita ta'sir ko'rsatuvchi ikkilamchi releli himoya sxemasi tasvirlangan.



2.4-расм. Бевосита (а, b) ва билвосита (с) таъсир кўрсатув релелар.

Rele 1 ishlagan paytda uning kontakti elektromagnit 2 cho'lg'amini ulaydi. Bu cho'lg'am uzgichning o'chirish cho'lg'ami deyiladi. Maxsus manbaning qisqichlaridan olinuvchi kuchlanish ta'siri ostida o'chiruvchi cho'lg'amda tok paydo bo'ladi. o'chirish cho'lg'ami 2 dan tok oqqan paytda o'zak 3 prujinaning F_n kuchini engib xalqa 4 ni qo'yib yuboradi. Buning natijasida prujina 5 xarakati yordamida uzgich o'chadi. uzgich o'chgandan keyin rele chulg'amidagi tok yo'qoladi va rele kontakti ajraladi. Ularni ishini yengillatish uchun yordamchi blok-kontakt BK ishlatiladi. Uzgich o'chgandan keyin BK o'chirish chulg'am zanjirini operativ manbadan uzib qo'yadi. 2.4s-rasmda ko'rsatilgan sxemadan ko'rinadiki, bilvosita xarakatlanuvchi releli himoya uchun yordamchi kuchlanish manbasi-operativ tok manbai kerak. Bevosita xarakatlanuvchi releli himoyaga operativ tok manbai zarur emas, lekin bu himoyaning relelari uzgich mexanizmini ajratish yoki qo'shish uchun katta kuch bilan ta'sir qilishlari kerak. SHuning uchun bevosita xarakatlanuvchi relelar aniq bo'lmaydilar va katta quvvat talab qiladilar.

Bilvosita xarakatlanuvchi relelarning ta'sir kuchi kichik bo'lishi mumkin, shuning uchun ular katta aniqlik va kam quvvat sarf qiladilar. Ko'p releli himoyalarda o'zaro aloqa operativ tok orqali olib boriladi, chunki bu mexanik yo'lga nisbatan oson va soddadir.

Xulosa qilish mumkinki, ikkilamchi bilvosita ta'sir qiluvchi relelar himoyada keng tarqalgan va ko'p qo'llaniladi.

3, 6, 10 kV kuchlanishli elektr liniyalarida bevosita ta'sir qiluvchi tok relelari xam keng qo'llanadi.

2.7 Tok relelari.

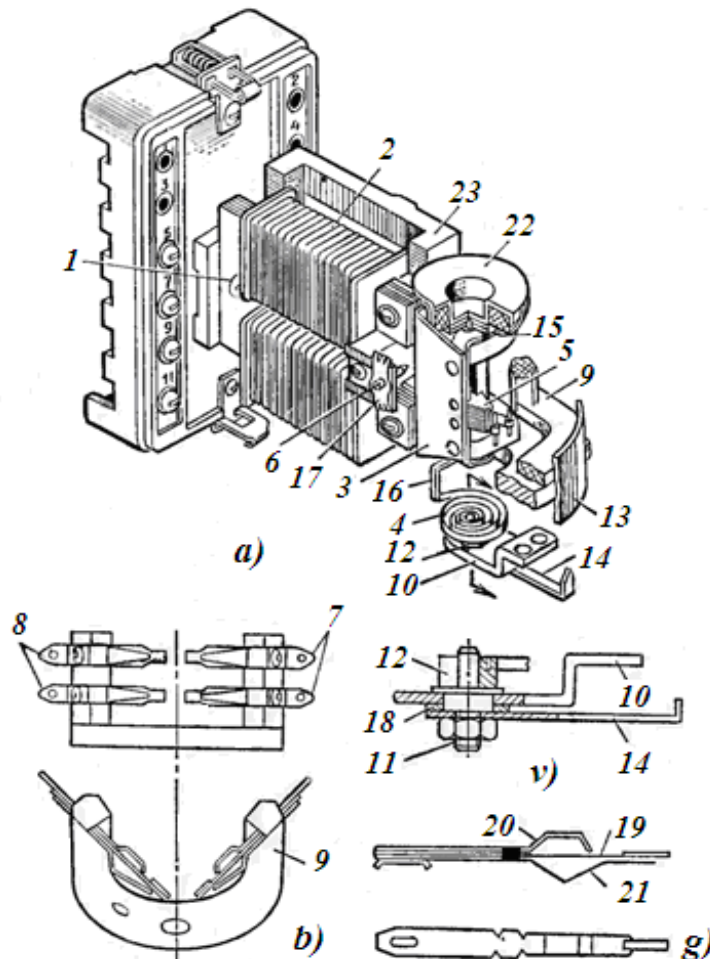
Elektr magnet relening chulg'amini liniya tokiga to'g'ridan-to'g'ri yoki tok transformatori orqali ulaganda uning elektromagnit momenti quyidagiga teng bo'ladi:

$$M_e = k \cdot I_l^2 \quad (9)$$

Bu xil relelar tok relelari deyiladi, chunki ularning ishlashi liniya toki liniya tokiga I_l bog'liq.

Tok transformatorlarida bo'ladigan yukni kamaytirish uchun tok relelari iloji boricha kam quvvat iste'mol qilishlari kerak. Tok relelarining chulg'amlaridagi yuklama tokining uzoq vaqt o'tishiga, qisqa tutashuv tokining qisqa vaqt ichida o'tishiga moslab xisoblangan bo'lishi kerak.

Relening ishlash toki prujinaning tortish kuchini o'zgartirish bilan tekis o'zgartiriladi. Relening chulg'ami 2 ta seksiyadan iborat, bu seksiyalarni parallel va ketma-ket ulash xisobiga ishlash tokining chegarasini 4 marotaba o'zgartirish imkonini beradi. ЭТ-520 va shu markali relelarga nisbatan PT-40 relelarda kontakt sistemasi yaxshilangan va teskari ta'sir qiluvchi moment oshirilgan. Buning natijasida rele iste'mol qiladigan quvvat katta. Kichik ustavkalarda PT-40 relesining xar xil sezgirliklarida istem'ol qilayotgan quvvat miqdori 0,2 dan 8 VA gacha o'zgaradi.



2.5 – rasm. PT-40 relesining: a) - relening tuzilishi; b) –qo'zg'almas kontaktlar bilan izolyasiyali kolodka; v) – rostlovchi tugun; 1- temir o'zak; 2 – o'ramlardan iborat bo'lgan cho'lg'am; 3 – yakor; 4 – spiral prujina; 5 – qo'zg'aluvchan kontakt; 6 – chap tayanch; 7 – o'ng juft kontaktlar; 8 – chap juft kontaktlar; 9 – izolyasiyali kolodka; 10 – prujina tutqichi; 11 – shakldor vint; 12 – olti qirrali vtulka; 13 – o'rnatmalar shkalasi; 14 – o'rnatma ko'rsatkichi; 15 – yuqori yarim o'q; 16 – quyro'q; 17 – shakldor plastinka; 18 – prujinalovchi shayba; 19 – kumush tasma bronzali plastinka; 20 – old tayanch; 21 – ort egiluvchan tayanch; 22 – tebranishlarni so'ndirgich; 23 – alyumin ustun.

2.8 Kuchlanish relelari

Rele chulg'amini to'g'ridan-to'g'ri yoki kuchlanish transformatorlari orqali liniya kuchlanishiga (U_L) ulasak, liniya kuchlanishining kattaligiga ta'sir javob beruvchi releni xosil qilamiz.

$$\text{Bilamizki, } M_e = k' \cdot I_{rele}^2 \text{ va } I_{rele} = \frac{U_{rele}}{Z_{rele}};$$

bu yerda Z_{rele} – rele chulg'amining qarshiligi,

U_{rele} – rele chiqishidagi kuchlanish.

$$M_e = k' \cdot I_{rele}^2, \quad U_{rele} \frac{U_{lin}}{n_{kt}} \text{ ni xisobga olsak, } M_e = k'' \cdot U_{lin}^2 \text{ Bundan kelib}$$

chiqadiki, rele xarakati liniya kuchlanishi bilan xarakterlanadi.

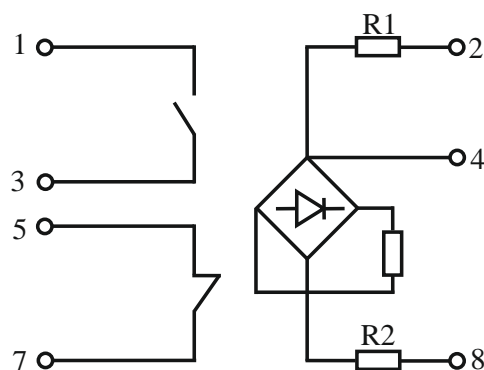
Yakor xarakat qilib, xavo oralig'i δ ning o'zgarishi oqim \hat{O} va kuchni F_e o'zgarishiga olib kelmaydi. Bu kuchlanish relesining tok relesidan farq qiluvchi belgisidir.

Buni sababi, δ kamayganda rele chulg'amining induktiv qarshiligi ortadi

$x_{rele} = w \cdot L$, bu esa rele tokini $I_{rele} = \frac{U_{rele}}{x_{rele}}$ kamayishiga olib keladi. I_{rele} rele

tokining o'zgarishi R_m magnet qarshilikning o'zgarishi bilan kompensatsiyalanadi,

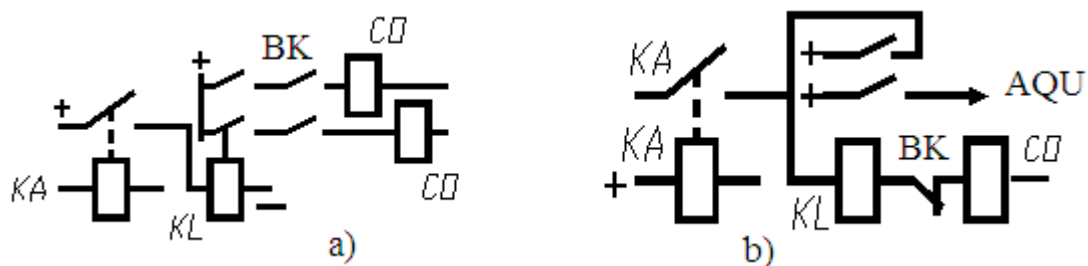
natijada magnet oqim $\hat{O} = I_{rele} \cdot \frac{W_{rele}}{R_m}$ o'zgarmay qoladi.



2.6. – rasm. Kuchlanish relesining ichki ulanish sxemalari.

2.9 Elektromagnit oraliq relelari.

Oraliq relelari yordamchi relelar xisoblanadi. Ulardan bir vaqtda bir necha o'zaro bog'liq bo'lmagan zanjirlarni qo'shish yoki uzishda va shuningdek katta toklarni zanjirini baquvvat kontaktlar bilan qo'shib uzuvchi relelar sifatida foydalaniladi. 2.7.,a,b-rasmlarda oraliq relelarining himoya sxemalarida qo'llanishlariga oddiy misollar keltirilgan.



2.7-rasm. Oraliq relelarining himoya sxemalarida ulanishi.

Oraliq relelari ulanish usullariga qarab ikki guruxga bo‘linadi: parallel (2.7.a) va ketma-ket (2.7.b) ulangan relelar.

Parallel ulangan relelarning chulg‘amlari manbaning to‘liq kuchlanishiga, ketma-ket ulangan relelarniki esa, yoki uzgichning o‘chirish chulg‘amiga, yoki biror boshqa apparat bilan zanjir tokiga ketma-ket ulanadi.

Bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan zanjirlarni ulab-uzish uchun rele bir necha kontaktga ega. Oraliq relelari asosiy rele berayotgan xabarni quvvatini oshirish uchun xam xizmat qiladi.

Oraliq relelarining kontaktlari himoya zanjirlarini qo‘shish uchun odatda 50-200 Vt va uzgichlarning zanjirlarini qo‘shib uzish uchun 1500-2000 Vt quvvat iste‘mol qiladi.

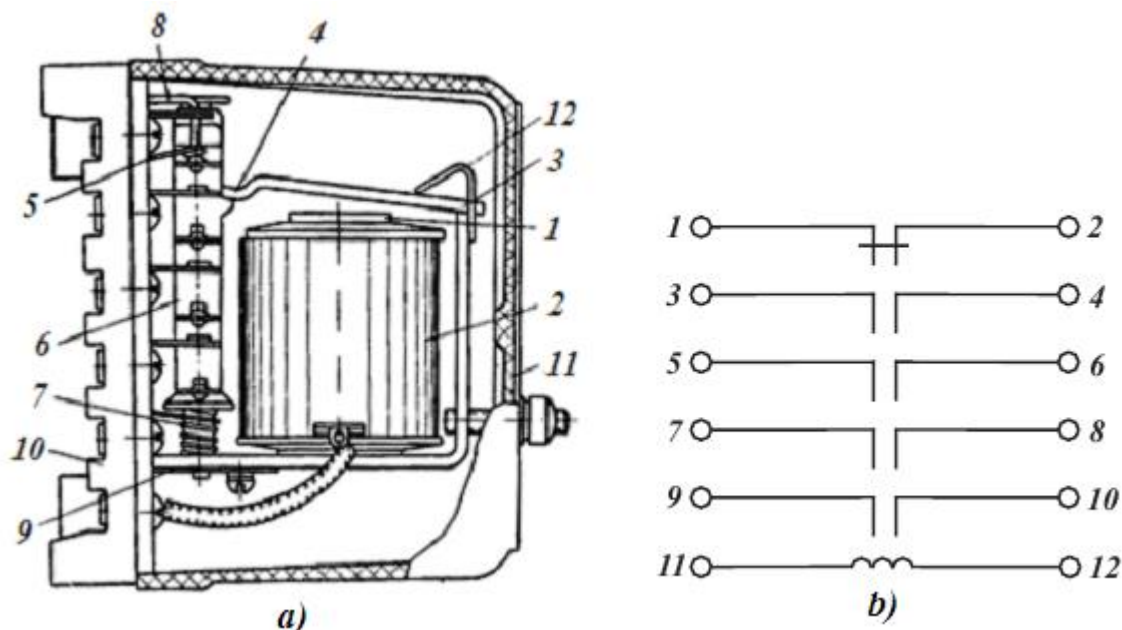
O‘zgarmas tokda ishlaydigan PII-210, PII-232 oraliq relelar 24, 48, 110, 220 V kuchlanishlarga mo‘ljallangan bo‘ladilar, ularning beshta qo‘shib-uzishga mo‘ljallangan kontaktlari bor, iste‘mol qiluvchi quvvati 6-8 Vt.

O‘zgaruvchan tokda ishlash uchun PII-321 va PII-341 tipdagi 100, 127, 220 va 380 V kuchlanishlarga mo‘ljallangan oraliq relelar ishlab chiqariladi.

Parallel ulangan oraliq relelarining ishonchliligini oshirish uchun ularning ishlash kuchlanishlari nominal qiymatning 60-70% ini tashkil etishi maqsadga muvofiq. Oraliq relelarning qaytish koeffitsientlariga xech qanday talab qo‘yilmaydi, chunki ularning kontaktlari rele chulg‘amida tok bo‘lmaganida qaytishi yetarli. Ularning ishlash vaqti ayniqsa tezkor himoyalarda juda kichik bo‘lishi kerak. Tez ishlovchi oralik relening ishlash vakti 0,01-0,02 sek.

Oraliq relening tuzilishi.

Ko‘p xollarda oralik relelar buraluvchi yakorli sistemada bajariladi. Ular iste‘mol kilgan kichik kuvvatda katta elektromagnit kuch xosil bo‘ladi. Oralik relesini yig‘ish jarayonida tortiluvchi yakorli sistemalar xam qo‘llaniladi.



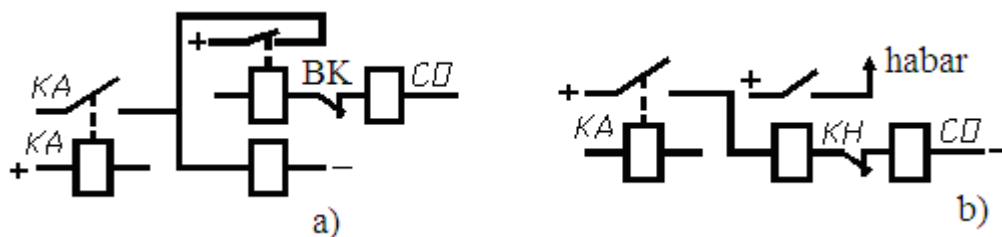
2.8 – rasm. PII-23 oraliq relesining: a)-oraliq relesining tashqi ko‘rinishi; b)-ichki ulanish sxemasi.

Oraliq relesining ishlash vaqti.

Relening cho‘lg‘amidagi kuchlanish turg‘un qiymatga birdaniga erishmaydi. U tok noldan ma‘lum bir qiymatga ma‘lum bir vaqt mobaynida etadi. Relening ishlashi uchun ketgan vaqt rele chulg‘amidagi ishlash tokining oshish vaqti bilan yakorning xarakatlanish vaqti yig‘indisiga teng. Tez ishlovchi oraliq relelari uchun vaqtni kamaytirish kerak, ya‘ni relening teskari ta‘sir qiluvchi prujinasini bo‘shatish kerak va tokning karraliligi oshiriladi. Releni ulagan paytda uning o‘zagida uyurma toklar xosil bo‘ladi. Bu toklar magnet oqimini oshishini sekinlatadi va ish vaqtini oshishiga olib keladi. Ishlash vaqtini kamaytirish tez ishlovchi relelarda asosan xarakatlantiruvchi qismni yengillashtirish va ishqalanishni kamaytirish xisobiga erishiladi.

2.10 Ko‘rsatgich relelari

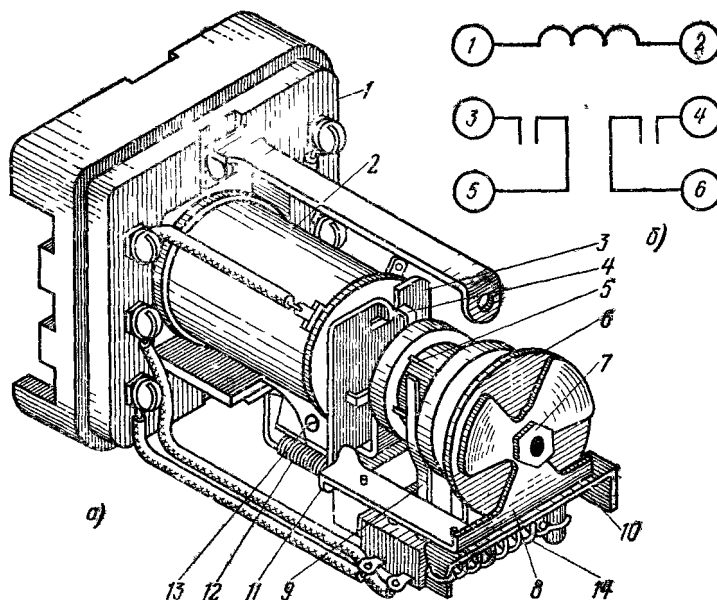
Ko‘rsatkich relelari tegishli himoyalarni ishlaganlari to‘g‘risida xabar berish uchun mo‘jallangan. Bu relelar boshqa rele va apparatlarning zanjirlariga kema-ket (2.9-rasm, b) va parallel (2.9-rasm, a) ulanadi.



2.9-rasm. Ko‘rsatkich relesining ulanish sxemalari.

2.9-rasmda ko'rsatgich rele KH uzgichning himoya ishlashi natijasida o'chishi xaqida signal beradi. Ko'rsatgich relelarining ishini ko'rsatuvchi signal bayroqchasi (blinker) va kontaktlari xizmat ko'rsatuvchi shaxs orqaga qaytarmagunicha ish xolatida bo'ladi. Ketma-ket ulanuvchi ko'rsatgich relelar qulay va shuning uchun ko'p ishlatiladi.

PY-21 turdagi ko'rsatgich relelar o'zgaruvchan va o'zgarmas toklarda xam ishlatilishi mumkin.

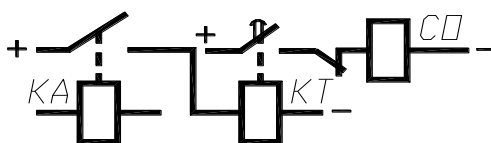


2.10 – rasm. PY-21 turidagi ko'rsatgich rele: a) tashqi ko'rinishi; b) ichki ulanish sxemasi; 1-sokol; 2-cho'lg'am; 3-yakor; 4 – zub zamelki; 5 – kontakt ko'prik; 6-yuk; 7 – old podshipnik; 8 – skobani old devori; 9 – qo'zg'almas kontakt; 10 – plankalar; 11 – skoba; 12-prujina (qarshilik qiluvchi); 13 – skoba; 14 – qaytaruvchi prujina;

2.11 Vaqt relelari

Vaqt relelari releli himoya qurilmalari va avtomatik uskunalarini ulash va uzish xarakatlarini sun'iy sekinlatish uchun xizmat qiladilar.

2.11-rasmda himoyalarda vaqt relelarini ulash sxemasi berilgan.



2.11-rasm. Vaqt relesini ulash sxemasi.

Vaqt relesining cho'lg'amiga kuchlanish berilgandan keyin to u o'z kontaktlarini ulaguncha ketgan vaqt relening sabr vaqti deyiladi.

Releli himoya sxemalarida ishlovchi vaqt relelariga bo'ladigan asosiy talablardan biri bu ularning aniqligidir. Vaqt relelarining ishlash vaqtlaridagi xatolik $\pm 0,25$ sek, ayrim xolatlarda $\pm 0,06$ sek.dan oshmasligi kerak. Ayrim xabar

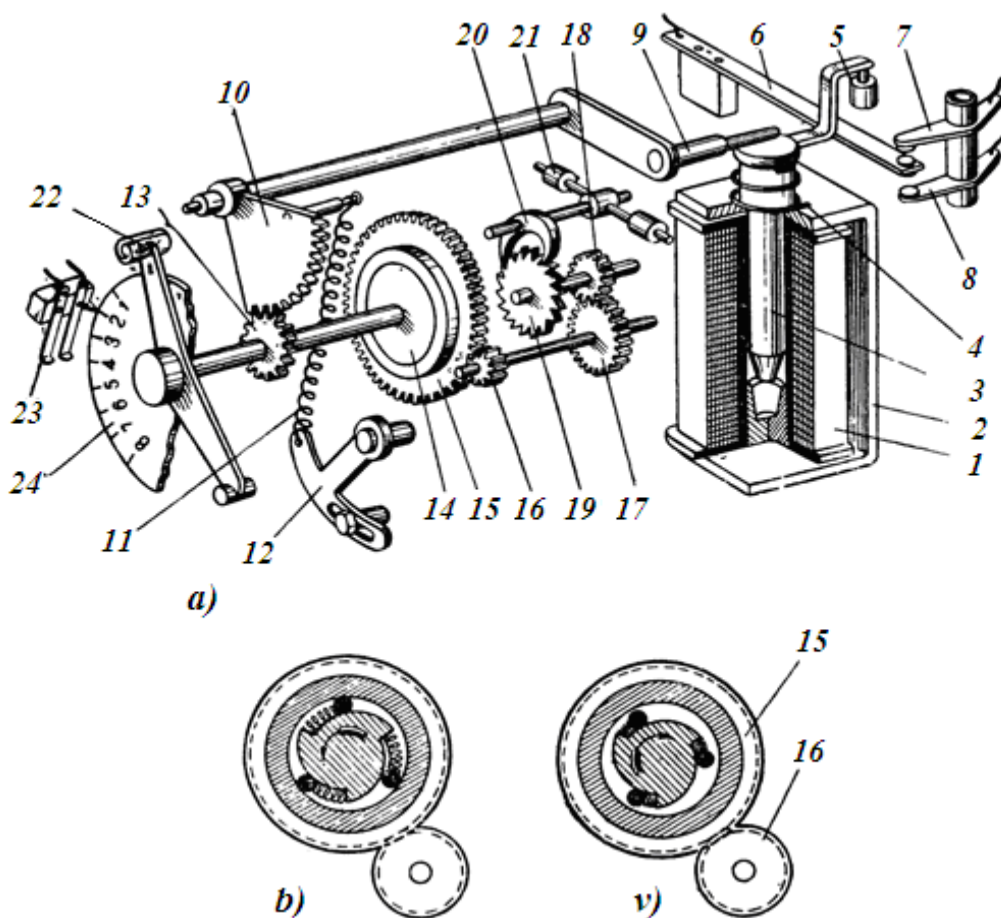
va avtomatika qurilmalarida vaqt relelaridagi xatolik kattaroq xam bo'lishi mumkin.

Vaqt relelari nominal kuchlanishining 80% qiymati berilganda ishonchli ishlashlari kerak.

KT relelari qayta ulashga tezda tayyor bo'lishlari uchun o'zlarida operativ tok manbasi o'chganda ishlaydigan va bir zumda qaytaradigan qismga ega bo'lishi zarur.

Vaqt relesining ishlash prinsipi.

Elektr mexanik vaqt relelari sifatida sinxron kichik motorli vaqt relelari xam qo'llaniladi.



2.12 – rasm. PB–200 vaqt relesi: a) tashqi ko‘rinishi; b) friksion maxkamlash moslamasi ishlamagan holatda; v) friksion maxkamlash moslamasi ishlagan holatda; 1-cho‘lg‘am; 2-magnit o‘tkazgich; 3-yakor; 4-qaytaruvchi prujina; 5-o‘tkazgich simcha; 6-qo‘zg‘aluvchan kontakt; 7 va 8 –qo‘zg‘almas kontaktlar; 9-palets (barmaq); 10-tishli sektor; 11-xarakltantiruvchi prujina; 12-prujinani tortish uchun skoba; tishli g‘ildirak; 14- friksion ulovchi mexanizm; 15-xarakalantiruvchi tishli g‘ildirak; 16- soat mexanizmining trubkasi; 17 va 18- tishli uzatma; 19- ankerli tishli g‘ildirak; 20-ankerli skoba; 21-yukchalar; 22- qo‘zg‘aluvchan kontakt; 23- qo‘zg‘almas kontakt; 24-shkala.

Vaqt relesining gabaritlarini kamaytirish uchun uzoq vaqt kuchlanish ostida bo‘ladigan rele chulg‘amlari ketma-ket ulangan qo‘shimcha qarshilik r_d bilan bog‘langan bo‘ladi. Qarshilik r_d normal xolatda laxzada ishlaydigan relening

uzuluvchi kontakti bilan shuntlangan. Rele ishlagandan keyin bu kontakt uziladi va qarshilik r_d relening zanjiriga ulanadi.

Soat mexanizmining prujinasi 11 doim tortilgan xolatda bo'ladi. Cho'lg'amga 1 kuchlanish berilganda yakor 3 qaytaruvchi prujina 4 qarshiligini engib, tortiladi va soat mexanizmining richagini 9 qo'yib yuboradi. Soat mexanizmi 10 prujina 11 ta'sirida xarakatlana boshlaydi va qo'zg'aluvchan kontaktni 22 bir tekis xarakatlanishini ta'minlaydi, u esa berilgan vaqt oralig'idan so'ng qo'zg'almas kontaktni 23 yopadi. 22 va 23 kontaktlarning yopilish vaqti 23 kontaktning xolatini o'zgartirish yo'li bilan o'zgartiriladi. Soat mexanizmining bir tekis xarakatlanishi ankerli mexanizm 20 yordamida ta'minlanadi, uning xarakatlanish tezligi yukchalarning 21 xolatini o'zgartirish yo'li bilan sozlanadi.

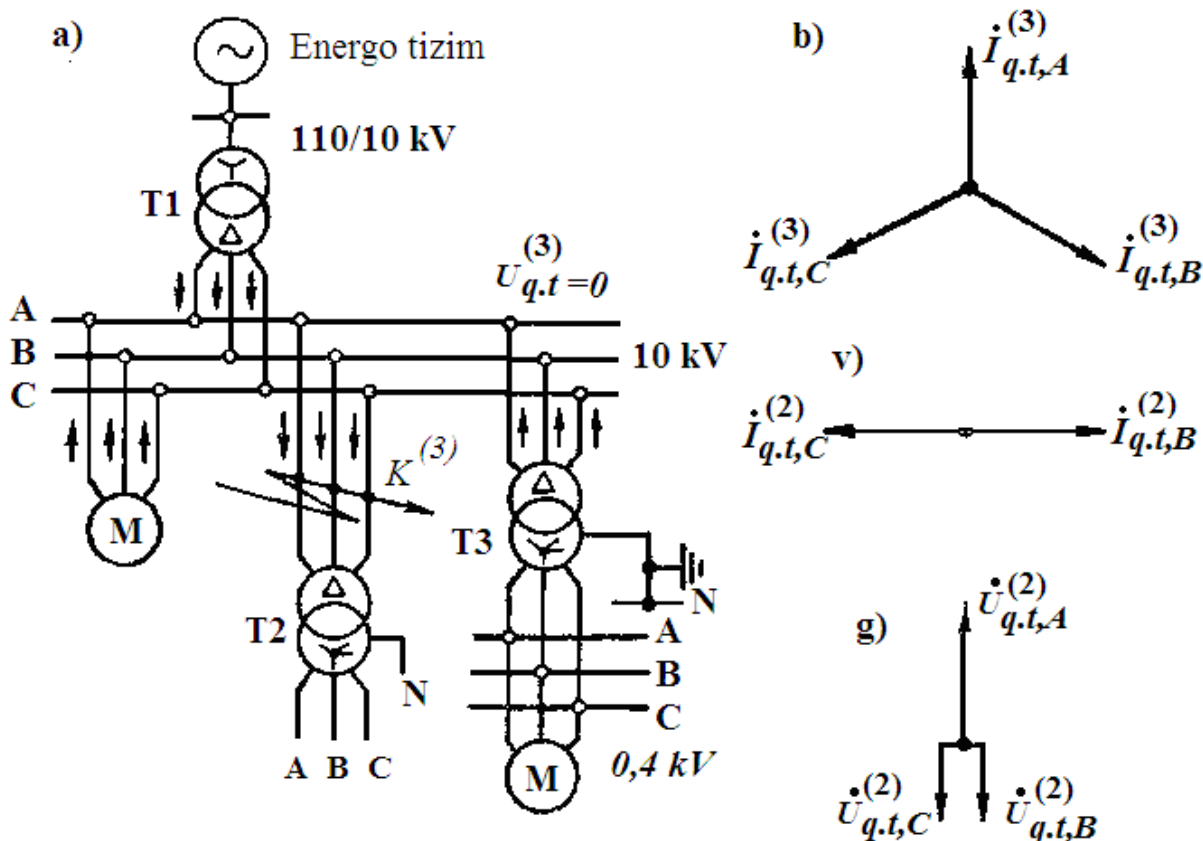
Rele ta'minlash manbasidan uzilganda yakor 3 prujina 4 ta'sirida oldingi xolatiga kaytadi, bunda rele kontaktlari ochiladi, prujina 11 ko'tariladi va rele keyingi xarakatga tayyor bo'ladi. Releni oldingi xolatga qaytarish tez amalga oshiriladi, chunki rele oldingi xolatiga qaytayotganda etaklovchi shesternani 15 shesterna g'ildiragi 13 bilan bo'linishini ta'minlovchi friksion maxkamlash moslamasi 14 mavjud.

3. TRANSFORMATORLARDA SHIKASTLANISH TURLARI VA NONORMAL ISH HOLATLARI.

3.1. Yuqori kuchlanish tomonidagi ikki va uch fazali qisqa tutashuvlar. Fazalararo qisqa tutashuvlar bakning qopqog'ida joylashgan yuqori kuchlanishdagi chiqishlarda va pastki kuchlanishli cho'lg'amlarning chiqishlarida yoki bakning ichidagi cho'lg'amlararo qisqa tutashuvi ko'zatilishi mumkin. Bakning ichidagi cho'lg'amlararo qisqa tutashuvlar kamdan kam kuzatilada ayniqsa uch fazalisi. Transformatorning o'zi uchun eng xavfli qisqa tutashuv yuqori kuchlanish cho'lg'amlarining chiqishlaridagi uch fazali qisqa tutashuv hisoblanadi, chunki ularda katta miqdordagi qisqa tutashuv toklari kuzatiladi hamda boshqa elektr istemolchilarning qisqichlarida kuchlanishni chuqur pasayishiga olib keladi. Qisqa tutashuv vaqtida asinxron elektr motorlarning aylanish chastotasi sekinlashishni boshlaydi (3.1,a – rasmdagi motor M), agarda qisqa tutashuv toki tezda o'chirilmasa motor ishdan to'xtaydi va o'z navbatida korxonaning ish holatini buzilishiga olib keladi.

Agarda transformator ta'minlovchi podstansiya yaqinida joylashgan bo'lsa transformatorning 10 kVli chiqishlaridagi uch fazali qisqa tutashuv tokining (3.1-rasmdagi T2 transformator) qiymati ushbu podstansiyaning 10 kVli shinasidagi qisqa tutashuv tokiga tengdir. Agarda 10 kV kuchlanishli transformator havo yoki kabel tarmog'i orqali ta'minlanayotgan bo'lsa uch fazali qisqa tutashuv tokini hisoblashda ushbu tarmog'ning qarshiligini ham hisobga olish lozim.

Uch fazali qisqa tutashuvda qisqa tutashuv nuqtasida har bir fazadagi toklar qiymat bo'yicha bir – biriga teng va ularning vektorlari bir – biriga nisbatan 120° burchakka siljigan (3.1a,b-rasm). Barcha uchta fazadagi kuchlanishlar qisqa tutashuv joyida nolga tengdir.



3.1-rasm. Pasaytiruvchi transformatorning manba tomonidagi uch fazali (b) va ikki fazali (v, g) qisqa tutashuvdagi toklar taqsimoti (a) hamda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammalari.

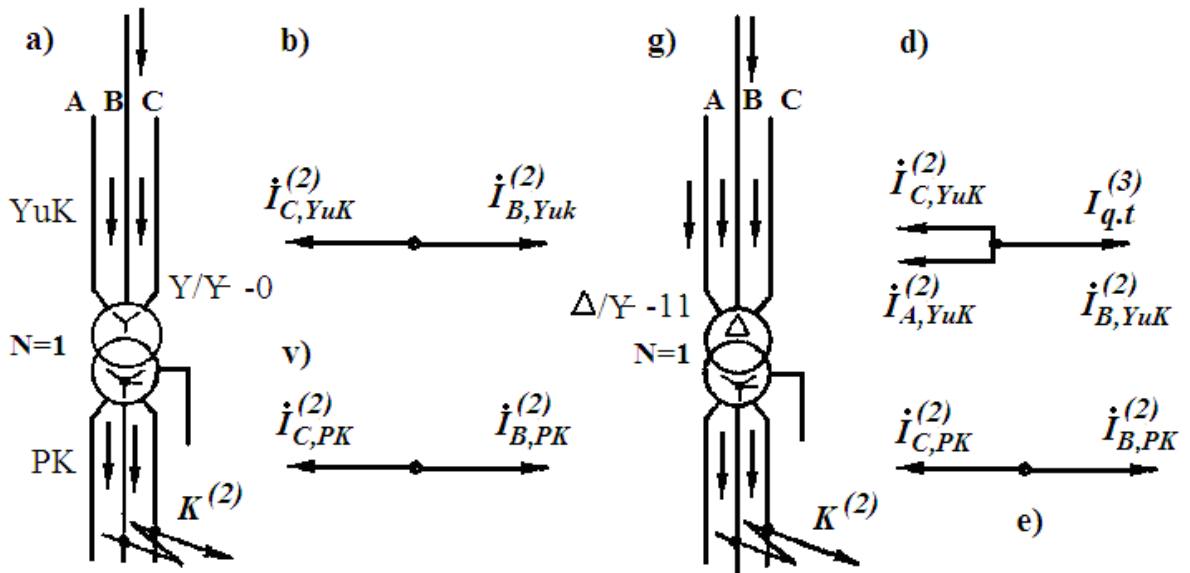
Ikki fazali qisqa tutashuvda toklar faqat ikkita qisqa tutashgan fazadan oqadi (masalan B va C faza). Ushbu toklar qiymati bo'yicha bir – birga teng va ularning vektorlari bir – biriga nisbatan 120° burchakka siljigan (3.1, v – rasm). Taqsimlovchi elektr tarmoqlarida ikki fazali qisqa tutashuv tokining qiymatini uch fazali qisqa tutashuv tokining qiymatidan taxminan 15 % ga kamroq olish mumkin. Shikastlanmagan fazadagi tokning qiymatini nolga teng deb olinadi. Shikastlanmagan fazadagi kuchlanish qiymati (B va C fazadagi qisqa tutashuvdagi A faza) nominal faza kuchlanishini saqlab qoladi (3.1,g – rasmdagi $U_{k,A}^{(2)} = U_f$), shikastlangan fazadagi kuchlanishlar qiymati esa nominalga nisbatan ikki barobarga kamayadi. Shikastlangan fazalardagi fazalararo kuchlanish qisqa tutashuv nuqtasida nolga tengdir (3.1, g – rasmdagi $U_{q,t B-C}$), boshqa fazalararo qisqa tutashuvlarda faza kuchlanidan 1,5 marta kattadir ya'ni ularning har biri tarmoqning fazalararo kuchlanishidan taxminan 15 % ga kichikdir. Bunda elektr motorlar ishlashda davom etadi va ikki fazali qisqa tutashuvni o'chirishga shoshilmasa ham bo'ladi, lekin tajribadan yaxshi ma'lumki ikki fazali qisqa tutashuv tezda uch fazali qisqa tutashuvga o'tadi va qo'shimcha talofatlarga olib keladi. Shuning uchun transformatorning ichidagi va yuqori kuchlanish tomondagi chiqishlardagi ikki fazali qisqa tutashuvlar tezda o'chirilishi yoki sabr vaqt bilan (0,5 sekundgacha) o'chirilish lozim, agarda ushbu sabr vaqt asoslangan va kerak bo'lsagina.

3.2. Yuqori kuchlanish tomondagi bir fazali yerga (korpusga) qisqa tutashuvlar. Neytrali izolyasiyalangan va kompensasiyalangan 10 kVli tarmoqlarda xuddi 3, 6, 20 va 35 kVli tarmoqlar singari bir fazali yerga qisqa tutashuvlardagi tok bir necha amperdan oshmaydi: misol uchun 10 kVli tarmoqlarda ushbu tok 20 amperga teng [2]. 10 kV kuchlanishli transformatorlarda ushbu shikastlanish turiga qarshi himoya ko'zda tutilmagan, bir yoki bir necha transformatorlarni ta'minlayotgan 10 kV kabel va havo elektr uzatish tarmoqlarida bir fazali yerga qisqa tutashuvga qarshi himoya (habar) o'rnatiladi [3,4].

3.3. O'ramlararo qisqa tutashuv. Transformatorning bitta fazasining cho'lg'amidagi o'ramlararo qisqa tutashuvda katta toklar ko'zatilmaydi (ikki fazali qisqa tutashuvga qaraganda). O'ramlarning kam ulushidagi qisqa tutashuvdagi tokning qiymati (cho'lg'amdagi butun o'ramlarning soniga nisbatan) tok transformatorning nominal tokiga nisbatan sezilarli darajada kichik bo'lib va ushbu tokni tokning nominaldan o'ta oshishidan ishga tushuvchi maksimal tokli himoyalar orqali aniqlash qiyindir. Transformatorning qabul qilingan himoyalaridan faqatgina moyli transformatorlarning gazli himoyasigina o'ramlararo qisqa tutashuvga ta'sir javob beradi. Chunki o'ramlararo qisqa tutashuvda elektr yoyining yonishi va mahalliy qizishlar natijasida transformator moyi va izolyasiya materiallarning parchalanishidan hosil bo'lgan gazlarga gazli himoya ta'sir javob beradi. Gazlar moyni transformator bakidan kengaytirgichga siqib chiqaradi va natijada gaz relesining ishga tushishiga olib keladi. Quvvati 1 MV A va undan katta transformatorlar kengaytirgich bilan birgalikda gaz relesi ham jihozlanishi kerak.

3.4. Transformatoridan keyingi fazalararo qisqa tutashuv. Ushbu shikastlanishlar transformatorning pastki kuchlanish tomonidagi chiqishlarda, yig'ma shinalarda va pastki kuchlanish tomondan ketuvchi elementlarda sodir bo'lishi mumkin. Eng katta tok miqdori o'ch fazali qisqa tutashuv tokiga to'g'ri keladi, shuningdek pastki kuchlanish tomondagi uchchala fazadagi toklar qiymati xuddi yuqori kuchlanish tomondagidek bir – biriga tengdir (3.1,b – rasmga qarang).

Transformatorning pastki kuchlanish tomonidagi ikki fazali qisqa tutashuvda toklarning vektor diagrammasi qisqa tutashuv nuqtasida 3.1,v – rasmdagidek. Yuqori kuchlanish cho'lg'amlaridagi toklarning taqsimoti transformatorning ulanish guruhi va sxemasiga bog'liqdir. Transformator cho'lg'amlarining $Y/Y-0$ yoki $Y/Y-0$ ulanish guruhlari uchun toklar taqsimoti va toklar vektor diagrammasi yuqori kuchlanish uchun hamda pastki kuchlanish uchun ham bir xildir (3.2, a, v – rasm).



3.2 – rasm. CHulg‘amlari $Y/Y-0$ (a, b, v) va $\Delta/Y-11$ (g, d, e) ulanish guruhli 10/04 kVli transformatorlarda ikki fazali tashqi qisqa tutashuvda toklar taqsimoti va toklarning vektor diagrammalari (transformatorlarning transformatsiya koeffitsientlari $N=1$ bo‘lgan holatda).

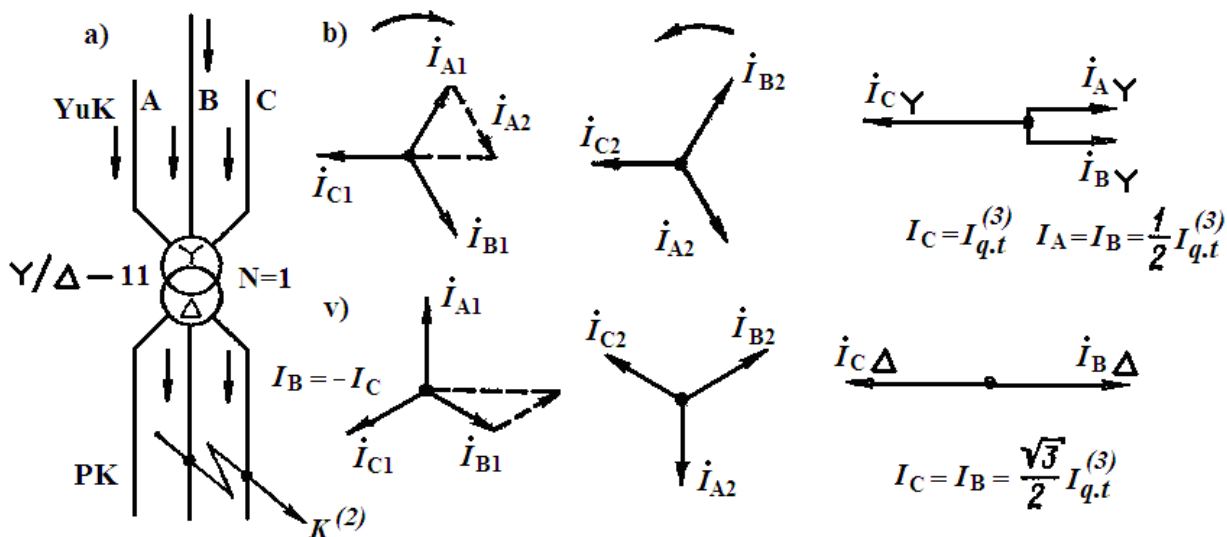
Cho‘lg‘amlari $\Delta/Y-11$ ulanish guruhli transformatoridan keyingi (tashqi qisqa tutashuv) ikki fazali qisqa tutashuvda transformatorning yuqori kuchlanish tomonida toklar taqsimoti va toklarning vektor diagrammalari boshqacha ko‘rinishga ega bo‘ladi (3.2, g, e – rasm). Bunda o‘ziga xoslik shundaki yuqori kuchlanish tomondagi uchchala fazadan toklar oqib va ushbu fazalarning faqat bittasidan qolgan fazalarga nisbatan ikki barobar katta tok oqib o‘tadi. Ushbu katta tokning qiymatini uch fazali qisqa tutashuv tokining qiymati bilan bir xil bo‘ladi, qachonki ikki fazali qisqa tutashuv uch fazali qisqa tutashuv sodir bo‘lgan joyda sodir bo‘lgandagina (3.2 – rasm).

Cho‘lg‘amlari $Y/\Delta-11$ ulanish guruxli transformatorlardan keyingi ikki fazali qisqa tutashuvda yuqori kuchlanish tomondagi toklar vektor diagrammasi 3.2,d – rasimga qaraganda 180° burchakka siljigan (3.3 – rasm). 3.3, b, v – rasmda simmetrik tashkil etuvchilar usuli orqali to‘g‘ri va teskari ketma – ketlikdagi toklarning simmetrik tashkil etuvchilari past kuchlanish tomondan yuqori kuchlanish tomonga transformatsiyasi hamda transformatorning yuqori va pastki kuchlanishlaridagi toklarning vektor diagrammalarini qanday hosil bo‘lishi ko‘rsatilgan.

Ushbu vektor diagrammalarni to‘g‘riligini tekshirish maqsadida har bir fazaning to‘g‘ri va teskari ketma – ketlikdagi toklar vektorlarini geometrik qo‘shilmasini ko‘rib chiqamiz (3.3, v – rasm):

$$I_{A1}^{(2)} + I_{A2}^{(2)} = 0 \text{ (A fazada tok nolga teng);}$$

$$I_{B1}^{(2)} + I_{B2}^{(2)} = I_B^{(2)}; \quad I_{N1}^{(2)} + I_{N2}^{(2)} = I_N^{(2)}.$$



3.3 – rasm. Cho‘lg‘amlari $Y/\Delta-11$ ulanish guruhli transformatorlarda ikki fazali tashqi qisqa tutashuvda yuqori va pastki kuchlanish tomonlaridagi to‘liq tokka nisbatan to‘g‘ri va teskari ketma – ketlikdagi toklar taqsimoti (a) va vektor diagrammalari (b va v).

Ushbu geometrik qo‘shilmalar natijasida B va C fazalararo qisqa tutashuvdagi to‘liq toklarning vektor diagrammasi hosil bo‘ladi (3.3,v – rasm). Xuddi shu kabi boshqa fazalararo masalan A va B fazalardagi o‘zaro qisqa tutashuvdagi (C fazada tok nolga teng) toklarning vektor diagrammalari yuqorida aytilganlarga mos keladi. Taqsimlovchi tarmoqlarda (elektr motorlar va mahalliy elektr stansiyalarning generatorlarini hisobga olmaganda) to‘g‘ri va teskari ketma – ketlikdagi toklar vektorining qiymati $I_1^{(2)}$ va $I_2^{(2)}$ bir – biriga teng hamda uch fazali qisqa tutashuvdagi faza tokining yarmini tashkil etadi, ya’ni:

$$I_1^{(2)} = I_2^{(2)} = 0,5 I_{q,t}^{(3)} .$$

Shikastlangan fazalardagi to‘liq toklarning qiymati (3.3, v – rasmdagi B va C fazalar) 1,73 marta katta ya’ni:

$$I_B^{(2)} = I_C^{(2)} = 0,5 \cdot 1,73 \cdot I_{q,t}^{(3)} = 0,865 \cdot I_{q,t}^{(3)} .$$

Shunday qilib yuqorida ta’kidlanganidek ikki fazali qisqa tutashuv toki uch fazali qisqa tutashuv tokidan bir muncha (taxminan 15 %) kichikdir.

Cho‘lg‘amlari $Y/\Delta-11$ ulanish guruhli transformatorlarda tashqi qisqa tutashuv vaqtida yuqori kuchlanish tomonidagi to‘liq toklarning vektor diagrammalarini qurish uchun qo‘yidagilarni bajarish lozim:

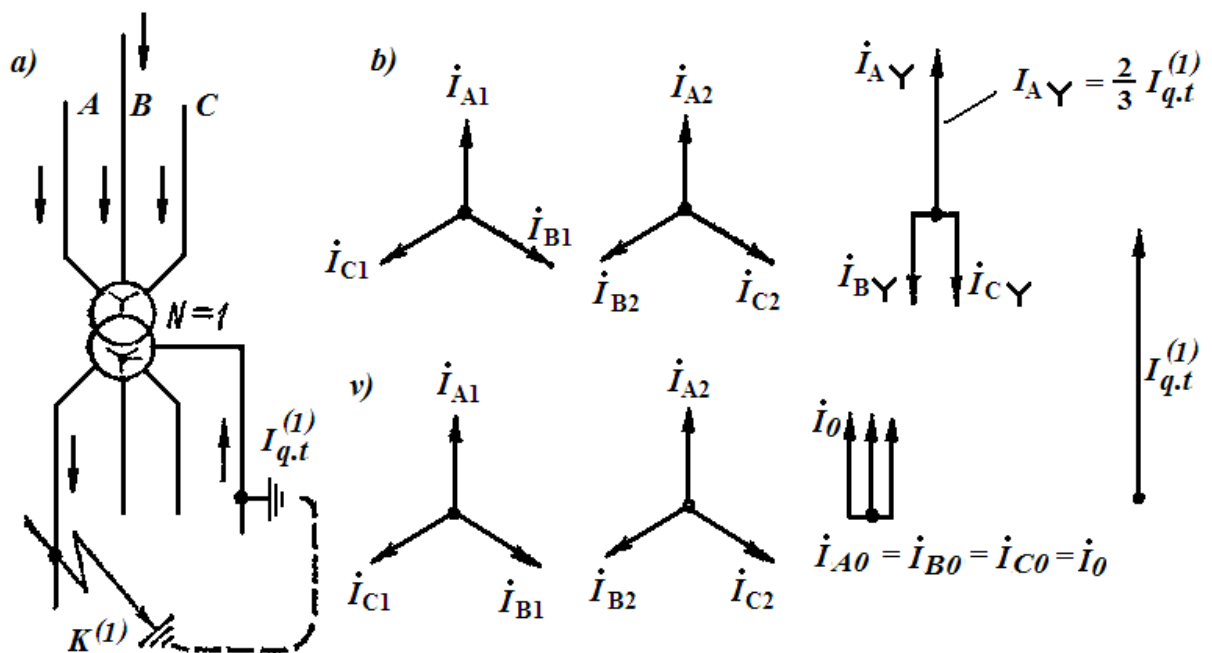
past kuchlanish tomondagi to‘g‘ri ketma – ketlikdagi toklar vektor diagrammasini -30° burchakka (soat mili bo‘yicha) burilishi lozim;

past kuchlanish tomondagi teskari ketma – ketlikdagi toklar vektor diagrammasini $+30^\circ$ burchakka (soat miliga teskari) burilishi lozim.

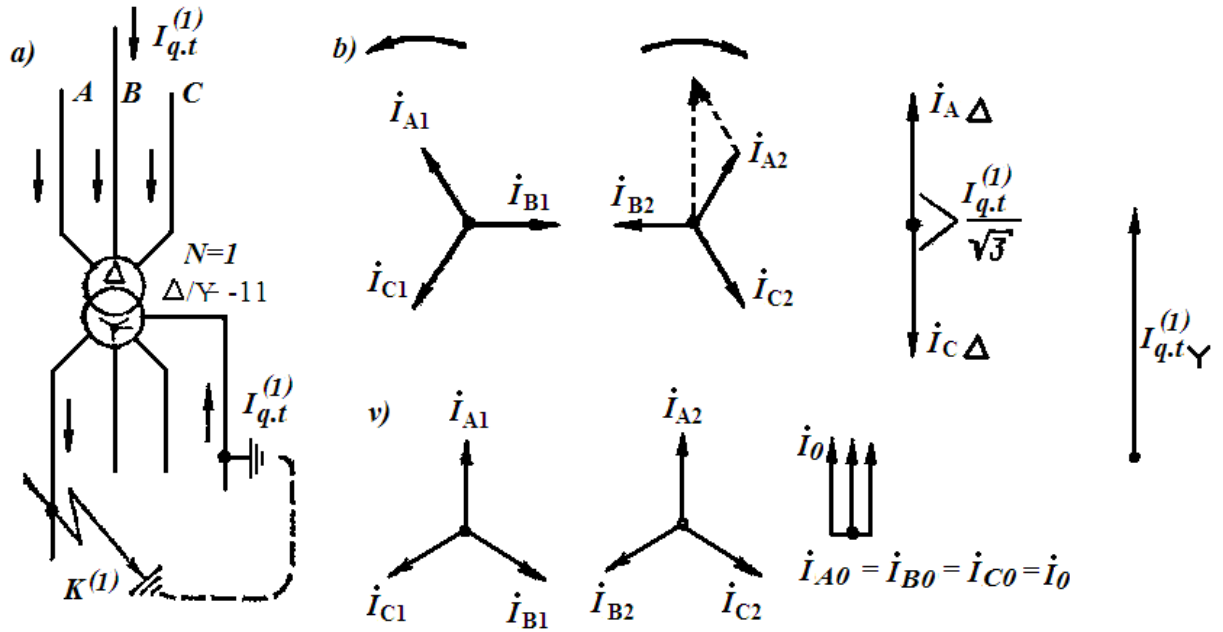
Toklar vektorlarini aylantirish yuqori va past kuchlanish tomonlaridagi toklarning fazaviy siljishi 30° ga farq qilishi bilan izohlanadi. Yuqori kuchlanish tomonidagi to‘g‘ri va teskari ketma – ketlikdagi toklarning vektor diagrammalarini qurib bo‘lgandan so‘ng (3.3,b - rasm) ushbu ketma – ketliklardagi toklar vektorlarning geometrik qo‘shilmasi har bir faza uchun amalga oshiriladi. Ushbu qo‘shilmalar natijasida yuqori kuchlanish tomondagi to‘liq toklarning vektor

diagrammasi hosil bo‘ladi. Cho‘lg‘amlari $\Delta/\Upsilon-11$ ulanish guruhli transformatorlardagi ikki fazali tashqi qisqa tutashuvlarda bo‘lganidek (3.2, g, e – rasm) cho‘lg‘amlari $\Upsilon/\Delta-11$ ulanish guruhli transformatorlarda ham ikki fazali tashqi qisqa tutashuv vaqtida qisqa tutashuv toki yuqori kuchlanishdagi uchchala fazalardan oqib o‘tadi. Ushbu fazalarning faqat bittasidagina qolgan fazalarnikiga nisbatan ikki barobar katta tok oqib o‘tadi va ushbu tok qiymati bo‘yicha uch fazali qisqa tutashuv tokiga tengdir. Cho‘lg‘amlari $\Upsilon/\Delta-11$ va $\Delta/\Upsilon-11$ ulanish guruhli transformatorlarning ushbu xususiyati (tashqi qisqa tutashuvlarda bitta fazadan qolgan fazalarnikiga nisbatan ikki barobar katta tok oqib o‘tishi) maksimal tokli himoyani o‘rnatish vaqtida hisobga olinadi va yuqori kuchlanish tomoniga uchta tok relolari o‘rnatiladi. Chunki istalgan ikki fazali tashqi qisqa tutashuvlarda bitta reledan qiymati bo‘yicha uch fazali qisqa tutashuv tokiga teng tok oqib o‘tadi.

3.5. Transformatoridan keyingi bir fazali qisqa tutashuvlar. Ushbu shikastlanishlar pastki kuchlanish cho‘lg‘ami neytrali chiqarilgan yulduz o‘lanishli va ushbu neytrali zaminlangan transformator uchun xosdir (3.4 va 3.5 – rasm.). Neytrali zaminlangan quchlanishi 0,4 kVli tarmoqlardagi qisqa tutashuvlar ko‘p hollarda bir fazali bo‘ladi. Agarda ushbu bir fazali qisqa tutashuv tezda o‘chirilmasa u yanada og‘ir bo‘lgan fazalararo qisqa tutashuvga ko‘p hollarda uch fazali qisqa tutashuvga aylanib ketadi. Transformatorning pastki kuchlanish tomonidagi yerga qisqa tutashuv vaqtida kori kuchlanish tomondagi toklarning qiymati va taqsimotini bilish foydadan holi emas. Yuqori kuchlanish tomonidagi toklar vektor diagrammalari transformator cho‘lg‘amlarining ulanish sxemalari va guruhlariga bog‘lik holda cho‘lg‘amlari $\Delta/\Upsilon-11$ va $\Upsilon/\Upsilon-0$ ulanishli transformatorlar uchun toklar vektorlari har xildir (3.4, 3.5 – rasm).



3.4 – rasm. Cho‘lg‘amlari $\Upsilon/\Upsilon-0$ ulanish guruhli transformatoridan keyingi bir fazali yerga qisqa tutashuvda yuqori va past kuchlanish tomonlaridagi to‘liq toklar va toklar taqsimoti (a), hamda to‘g‘ri, teskari va nol ketma – ketlikdagi toklar vektor diagrammalari (b va v).



3.5 – rasm. Cho‘lg‘amlari $\Delta/Y-11$ ulanish guruhli transformatoridan keyingi bir fazali yerga qisqa tutashuvda yuqori va past kuchlanish tomonlaridagi to‘liq toklar va toklar taqsimoti (a), hamda to‘g‘ri, teskari va nol ketma – ketlikdagi toklar vektor diagrammalari (b va v).

Cho‘lg‘amlarining (Δ/Y yoki Y/Y) ulanish guruhidan qat’iy nazar past kuchlanish tomondagi bir fazali qisqa tutashuvda tokning vektor diagrammasi qisqa tutashgan fazadagi bitta tokning vektoridan tashkil topgan. Ushbu nosimmetrik vektor diagrammani tokning uchta simmetrik tashkil etuvchilari to‘g‘ri, teskari va nol ketma – ketliklari orqali ko‘rsatish mumkin (3.4, v va 3.5, v – rasmlar). Buni tekshirish uchun har bir uchta fazadagi toklarning simmetrik tashkil etuvchilarini geometrik qo‘shilmasini ko‘rib chiqamiz:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{A1}^{(1)} + \dot{I}_{A2}^{(1)} + \dot{I}_{A0}^{(1)} &= \dot{I}_A^{(1)}; \\ \dot{I}_{B1}^{(1)} + \dot{I}_{B2}^{(1)} + \dot{I}_{B0}^{(1)} &= 0; \\ \dot{I}_{N1}^{(1)} + \dot{I}_{N2}^{(1)} + \dot{I}_{N0}^{(1)} &= 0. \end{aligned}$$

Barcha simmetrik tashkil etuvchilar bir xil qiymatga ega: $\frac{I_{q.t. PK}^{(1)}}{3}$. Bir fazali

qisqa tutashuv tokini ko‘pincha $3 \cdot I_0$ bilan belgilanadi va nol ketma – ketlik tokining uchlanganligi deb nomlanadi.

Cho‘lg‘amlari $Y/Y-0$ ulanish guruhli transformatorning yuqori kuchlanish tomonidagi toklar taqsimoti va vektor diagrammasi 3.4, a, b – rasmda ko‘rsatilgan. Yuqori va past kuchlanish tomonlaridagi toklarning faza siljish burchagi nolga teng, lekin nol ketma – ketlikdagi tashkil etuvchi yuqori kuchlanish tomonga transformatsiyalanmaydi, chunki bir yo‘nalishdagi toklar yuqori kuchlanish cho‘lg‘amlarining fazalaridan o‘ta olmaydi (neytrali chiqarilmagan va yerga ulanmagan neytrallarda). Shuning uchun yuqori kuchlanish tomonga faqatgina to‘g‘ri va teskari ketma – ketlik toklari o‘ta oladi. YUqori kuchlanish tomondagi

ketma – ketliklardagi toklar vektorlarini geometrik qo‘shish orqali to‘liq toklarning vektor diagrammalarini olamiz. Ushbu diagrammadan ko‘rinadiki, bitta fazada (shikastlangan A fazada) boshqa fazalarnikiga qaraganda ikki barobar katta tok oqib, ushbu katta tokning qiymati past kuchlanish tomonidagi bir fazali qisqa tutashuv tokining $2/3$ qismiga teng (transformatsiya koeffitsienti $N=1$ bo‘lganda). Agarda transformatorning transformatsiya koeffitsienti $N=1$ bo‘lmasa, masalan $10/04=25$ bo‘lsa yuqori kuchlanish tomondagi qisqa tutashuv tokini yana 25 ga bo‘lish lozim. Yuqori kuchlanish tomondagi qolgan ikkita fazada past kuchlanish tomonidagi bir fazali qisqa tutashuv tokidan uch marta kichik bo‘lgan tok oqadi (transformatsiya koeffitsienti $N=1$ bo‘lganda). Ushbu holat **Y/Y-0** ulanish guruhli transformatorlarning pastki tomonida bir fazali yerga qisqa tutashuvlarda yuqori cho‘lg‘amda o‘rnatilgan maksimal tokli himoyaning sezgirligini etishmovchiligiga olib keladi. Shunnig uchun past kuchlanish tomondagi bir fazali yerga qisqa tutashuvlarga qarshi *maxsus nol ketma – ketli tokli himoyani* o‘rnatishga undaydi.

3.5, b – rasmda cho‘lg‘amlari Δ/Y ulanish guruhli transformatorning pastki kuchlanish tomonidagi bir fazali yerga qisqa tutashuvda yuqori kuchlanish tomondagi toklarning to‘liq vektor diagrammasi ko‘rsatilgan. Transformatsiyalash natijasida to‘g‘ri ketma – ketlikdagi toklar vektor diagrammalari $+30^0$ burchakka buriladi (soat miliga teskari), teskari ketma – ketlikdagi toklar vektor diagrammalari -30^0 burchakka buriladi (soat mili bo‘yicha). Nol ketma – ketlikdagi toklar ham yuqori kuchlanish tomonga transformatsiyalanib uchburchak ulanishli yuqori cho‘lg‘amga tutashadi, shuning uchun ushbu cho‘lg‘amning to‘liq liniyaviy tokida ko‘rsatilmaydi. Har bir fazadagi to‘g‘ri va teskari ketma – ketlikdagi toklarni geometrik qo‘shib ikkita bir biriga teskari yo‘nalgan to‘liq toklarning vektor diagrammasini olamiz. Har bir simmetrik tashkil etuvchi $\frac{I_{q.t PK}^{(1)}}{3}$ ga teng bo‘lib, yuqori kuchlanish tomondagi to‘liq toklar qo‘yidagiga teng bo‘ladi:

$$I_{q.t YuK}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{q.t PK}^{(1)}}{3} = \frac{I_{q.t PK}^{(1)}}{\sqrt{3}}$$

Shunday qilib **$\Delta/Y-11$** ulanish guruhli transformatorlardan keyingi bir fazali yerga qisqa tutashuvlarda yuqori kuchlanish tomonidagi ikkita fazadan qisqa tutashuv toki oqib, ushbu toklarning vektorlari 180^0 burchakka siljigan, qiymati esa

$$\frac{I_{q.t PK}^{(1)}}{1,73 \cdot N_{tr}}$$

ga teng.

4. TRANSFORMATORLARNING RELELI HIMOYASI.

Transformatorlarning releli himoyasining turlari. Quvvati 1 MVA va undan katta bo'lgan pasaytiruvchi transformatorlar uchun shikastlanish va nonormal holatlardan saqlash maqsadida qo'yidagi asosiy releli himoyalar qo'llaniladi.

1. Bo'ylama differensial himoya. Ushbu himoya cho'lg'amlararo hamda chiqishlardagi barcha turdagi qisqa tutashuvlardan himoyalaydi. Bo'ylama differensial himoya quvvati 6,3 MV A transformatorlardan boshlab qo'llaniladi, ammo quvvati 1 MV A gacha bo'lgan transformatorlar uchun ham qo'llanilishi mumkin.

2. Sabr vaqtsiz tokli kesim. Ushbu himoya bo'ylama differensial himoya o'rnatilmagan transformatorlarda qo'llanilib, transformatorning yuqori kuchlanish tarafidagi barcha qisqa tutashuvlardan himoyalaydi.

3. Gazli himoya. Transformator bakining ichidagi har qanday shikastlanishlar natijasida transformator moyidan ajralib chiqadigan gazlar, shuningdek bakda moy satxining kamayishidan himoyalaydi. Gaz relesi quvvati 1 MV A transformatorlarda boshlab qo'llaniladi. Quruq transformatorlar uchun manometrli himoya qo'llaniladi.

4. Maksimal tok himoyasi (MTX). MTX transformatorning chiqishlaridagi hamda transformator ichidagi barcha qisqa tutashuvlardan shuningdek tashqi qisqa tutashuvlardan ya'ni past kuchlanish tarafdin ketuvchi liniyalardagi qisqa tutashuvlardan (agarda ushbu liniyalarning himoyalari kommutatsion apparatlar ishlamagan taqdirda) himoyalaydi.

5. Nul ketma-ketli maxsus tokli himoya. Ushbu himoya neytrali mustahkam zaminlangan transformatorlarning pastki kuchlanish tarafidagi yerga qisqa tutashuvlardan himoyadi.

6. Maxsus zaxira maksimal tok himoyasi. Transformatorlarning past kuchlanish tarafidagi fazalararo qisqa tutashuvlardan himoyalash maqsadida qo'llaniladi.

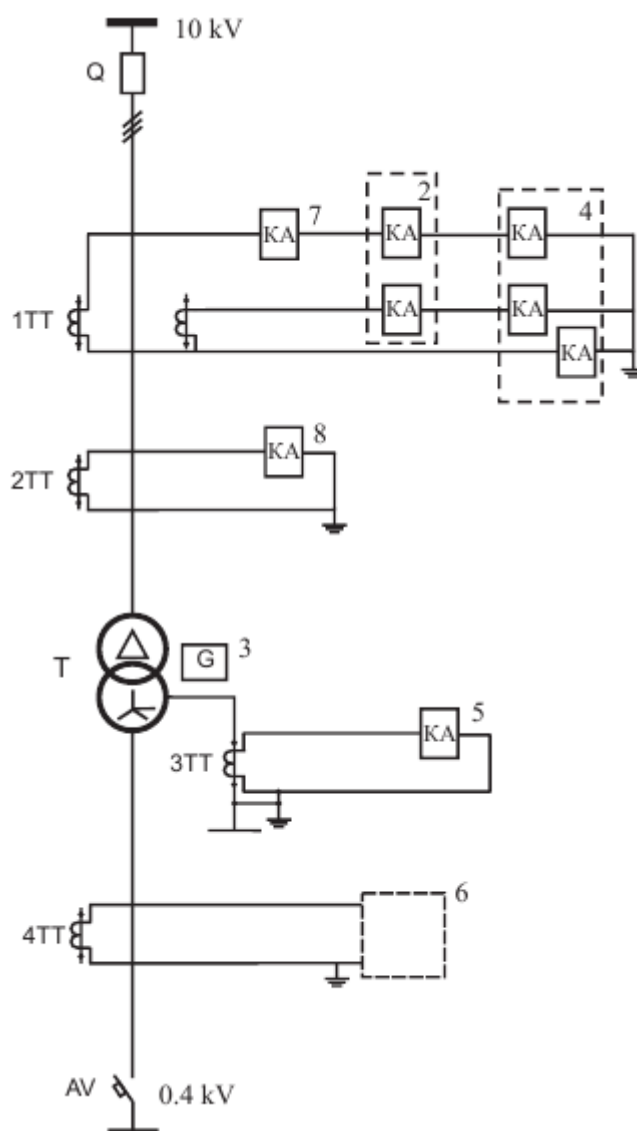
7. O'ta yuklanishdan himoya. Ushbu himoya bitta fazada o'rnatilgan maksimal tok himoyasi ko'rinishida bo'lib o'ta yuklanishlardan hosil bo'luvchi o'ta katta toklardan himoyalaydi. O'ta yuklanishdan himoya paralel ishlab turgan transformatorlarning biri o'chishi natijasida yoki hosil bo'ladigan yuklanishlardan himoyalash maqsadida quvvati 0,4 MVA transformatorlardan boshlab qo'llaniladi.

8. Transformatorning chulg'amlaridagi yoki chiqishlaridagi bir fazali yerga qisqa tutashuvlardan himoya.

Differensial himoya, gazli himoya, maksimal tokli himoya shuningdek tokli kesim transformatorning asosiy himoyalari hisoblanib, ushbu himoyalar transformatorning yuqori kuchlanish tarafidan hamda past kuchlanish tarafidan o'zishga ta'sir etadi. O'ta yuklanishdan himoya habar holatida ishlashi mumkin, agarda hizmat ko'rsatilmaydigan podstansiyalarda esa transformatorni o'chirishga ishlashi mumkin.

4.1-rasmda differensial himoyadan tashqari yuqorida keltirilgan himoyalarning tok relelarini cho'lg'amlari keltirilgan. SHuningdek shartli ravishda

gazli himoya 3 va 10 kVli tarmoqda bir fazali yerga qisqa tutashuvning habar zanjirlari ko‘rsatilgan. 4.1-rasmda ko‘rinib turgandek kuchlanishni pasaytiruvchi transformatorlarda bir birini to‘ldiruvchi va zahiralovchi bir necha xil himoyalarda o‘rnatiladi. Bunday zahiralash *yaqindan zahiralash* deb yuritiladi.



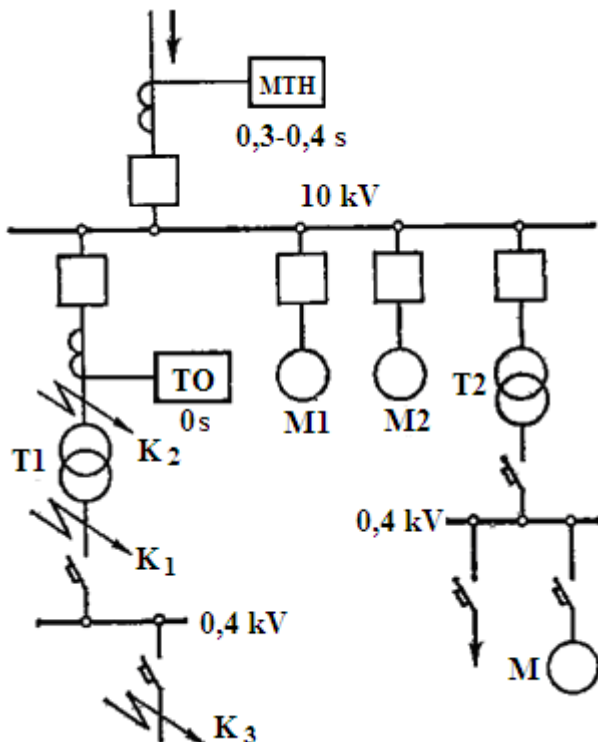
4.1-rasm. 10/04 kVli transformatorning himoyasining turlari: 2-sabr vaqtsiz tokli kesim, 3-gazli himoya, 4-maksimal tokli himoya, 5- nol ketma – ketli tokli himoya, 6-maxsus zahira maksimal tokli himoya, 7-o‘ta yuklanishdan himoya, 8- transformatorning chulg‘amlaridagi yoki chiqishlaridagi bir fazali yerga qisqa tutashuvlardan himoya.

4.1. Transformatorlarda tokli kesim.

Tokli kesimning ishlash tamoili va qo‘llanish doirasi.

Tokli kesim ishlash zonasi chegaralangan tezkor maksimal tok himoyasi hisoblanadi. Tokli kesimning ishlash zonasi kuchlanishni pasaytiruvchi transformatorlar cho‘lg‘amlarining bir qismi hamda yuqori kuchlanish tarafidagi chiqishlarni o‘z ichiga oladi. Tokli kesim transformatorning yuqori kuchlanish tarafida o‘rnatiladi (4.2-rasm).

Transformatoridan keyingi qisqa tutashuvlarda (K1 nuqta) tokli kesim ishga tushmaydi, chunki tokli kesimning ishlash toki ushbu qisqa tutashuv nuqtasigacha bo'lgan maksimal tokning qiymatidan sozlangan. Shuningdek tokli kesim transformatoridan ketuvchi tarmoqdagi qisqa tutashuvlarda (K2 nuqta) ham ishga tushmaydi shu sababli sabr vaqtsiz qilib ishlatish mumkin.



4.2-rasm. T1 transformatorida o'rnatilgan tokli kesimning ishlash (K3 nuqta) va ishlashmaslik (K1 va K2 nuqta) shartini tushuntiruvchi 10 kV li podstansiya sxemasi.

Tokli kesimning eng muhim xislati tezkorlik hisoblanadi, chunki qisqa tutashuv tokini tezda o'chirish transformatorning shikastlanish darajasini kamaytiradi, ushbu manbaga ulangan motorlar hamda yuklamalarning (T2, M1, M2) normal sharoitlarda ishlash davomiyligini ta'minlab beradi. Shuningdek ta'minlovchi 10 kV li tarmoq uchun uncha katta bo'lmagan sabr vaqtni hosil qilishiga imkon yaratib beradi (4.2-rasmdagi MTH). Tokli kesimning kamchiligi uning ishlash zonasini cheklanganligi hisoblanadi, chunki tokli kesim transformatorlarnig maksimal tokli himoyasini to'ldirish maqsadida qo'llaniladi. Transformatorlarning differensial himoyasini qo'llashda tokli kesim ishlatilmaydi.

4.1.1. Tokli kesimning ulanish sxemalari va ishlash tokining hisobi. Tokli kesimning tanlovchanligi ishlash tokini tanlash orqali ta'minlanadi, ya'ni:

$$I_{ish.tk} = k_{zah} \cdot I_{k.max.tash}^{(3)} \quad (10)$$

bu yerda $I_{k.max.tash}^{(3)}$ - transformatoridan keyingi uch fazali qisqa tutashuv tokining maksimal qiymati, ya'ni tokli kesimning ishlash zonasiga kirmaydigan qisqa tutashuv tokini transformatorning yuqori kuchlanish tomoniga (tokli kesim o'rnatilgan tomonga) keltirilgan qiymati, A; k_{zah} - zahira koeffitsienti, uning

qiymati ishlatilgan tok relelarining turiga bog‘liq. Zahira koeffitsientining qiymatini 1-jadvaldan olish mumkin.

1-jadval.

Sabr vaqtsiz tokli kesim uchun zahira koeffitsientining qiymati

Relening turi	Himoyalananayotgan qurilma	
	liniya	transformator
PT-40	1,2-1,3	1,3-1,4
PT-80	1,5-1,6	1,6

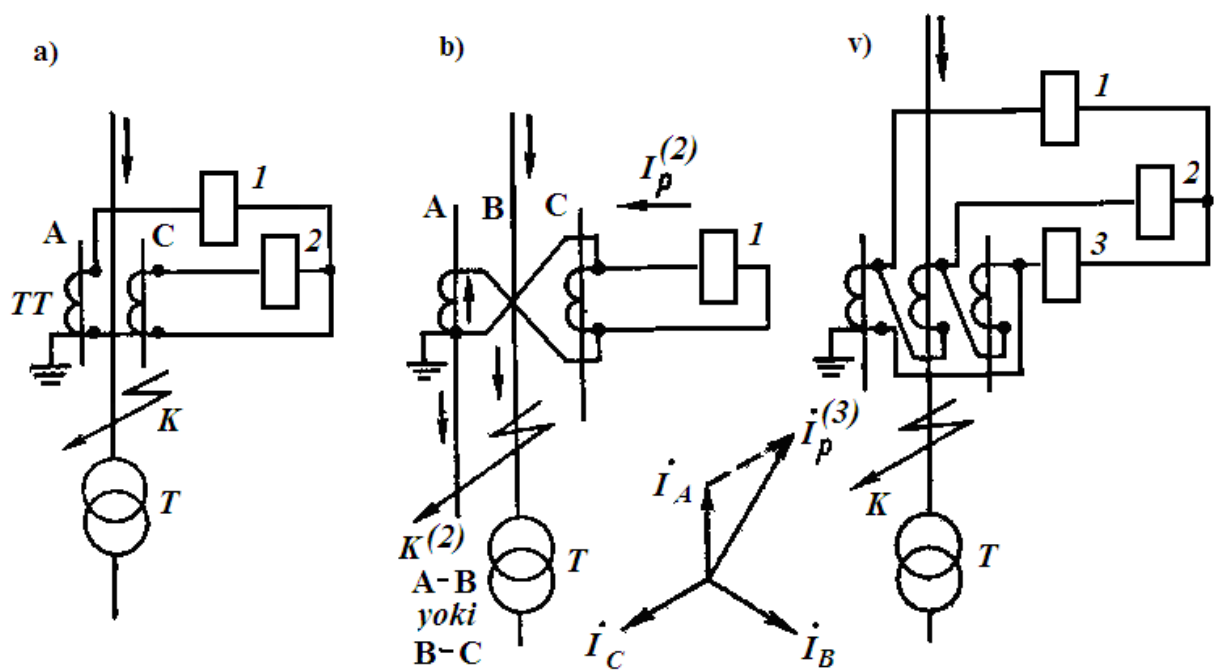
Tashqi qisqa tutashuv toki $I_{k,max,tash}^{(3)}$ energotizimning maksimal ish holati davrida K1 nuqtagacha qarshiliklar eng kichik bo‘lishi mumkin bo‘lgan holatda aniqlanadi (4.2-rasm). Tokli kesimning ishlash tokini (10) ifoda orqali aniqlashda 10 kv kuchlanish tarafdagi transformatorlarni kuchlanish ostida ishga tushirish natijasida hosil bo‘luvchi magnitlovchi tokning sakrashidan himoya ishga tushmaydigan qilib sozlanadi.

Tokli kesimdagi tok relelarining ishlash (o‘rnatma) toki qo‘yidagicha aniqlanadi:

$$I_{r.ish} = \frac{I_{ish.tk} \cdot k_{sx}}{n_{tt}} \quad (11)$$

bu yerda $I_{ish.tk}$ - tokli kesimning ishlash toki (10) ifoda orqali aniqlanadi, A;
 k_{sx} - simmetrik holatdagi sxema koeffitsienti bo‘lib ushbu koeffitsient reledagi tokni tok transformatorning ikkilamchi tokidan necha marta kattaligini ko‘rsatadi;
 n_{tt} - transformatorning yuqori kuchlanish tarafidagi tok transformatorning transformatsiya koeffitsienti.

Tok transformatorlarning to‘liq bo‘lmagan yulduz ulanishli sxemasida barcha qisqa tutashuvlar uchun $k_{sx} = 1$ (4.3 a-rasm).



4.3-rasm. Transformatorlarning tokli kesimida maksimal tok relelarining ulanish sxemalari.

Ikki fazani toklar ayirmasiga ulanishli tok transformatorlar sxemasida (4.3,b-rasm) simmetrik yuklamalarda va uch fazali qisqa tutashuvlarda $k_{sx} = \sqrt{3}$, lekin ikki fazali A-B va B-C qisqa tutashuvlarda $k_{sx} = 1$. Ushbu tok transformatorlarining ulanish sxemalarini solishtirish natijasida xulosa shuki agarda $I_{ish.tk}$ va k_{sx} o'zgarmagan hollarda 4.3,b – rasmdagi sxemadagi tok relelarining ishlash toki (11) ifoda bo'yicha 4.3,a – rasmdagi sxemaga nisbatan 1,73 marta kattadir. Ushbu nisbat sezgirlik koeffitsientini hisoblashda juda muhim ahamiyatni kasb etadi. Sezgirlik koeffitsienti qo'yidagicha aniqlanadi:

$$k_{sez} = \frac{I_{r.min}^{(2)}}{I_{r.ish}} \quad (12)$$

bu yerda $I_{r.min}^{(2)}$ - himoyalalanayotgan transformatorning yuqori kuchlanish tomonidagi chiqishlaridagi ikki fazali qisqa tutashuv vaqtida reledagi minimal tokining qiymati (4.3-rasmdagi K nuqta); $I_{r.ish}$ - relening ishlash toki (11) ifoda orqali aniqlanadi.

Sezgirlik koeffitsienti taqriban ikkiga teng bo'lishi kerak.

4.3, a rasmdagi sxema uchun ikki fazali qisqa tutashuvning barcha turlarida hamda 4.3, b rasmdagi sxemadagi A – B, B – C fazalardagi qisqa tutashuvlarda $k_{sx} = 1$, shundan kelib chiqadiki :

$$I_{r.min}^{(2)} = \frac{I_{q.t.min}^{(2)}}{n_{t,t}} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{q.t.min}^{(3)}}{2 \cdot n_{t,t}} \quad (13)$$

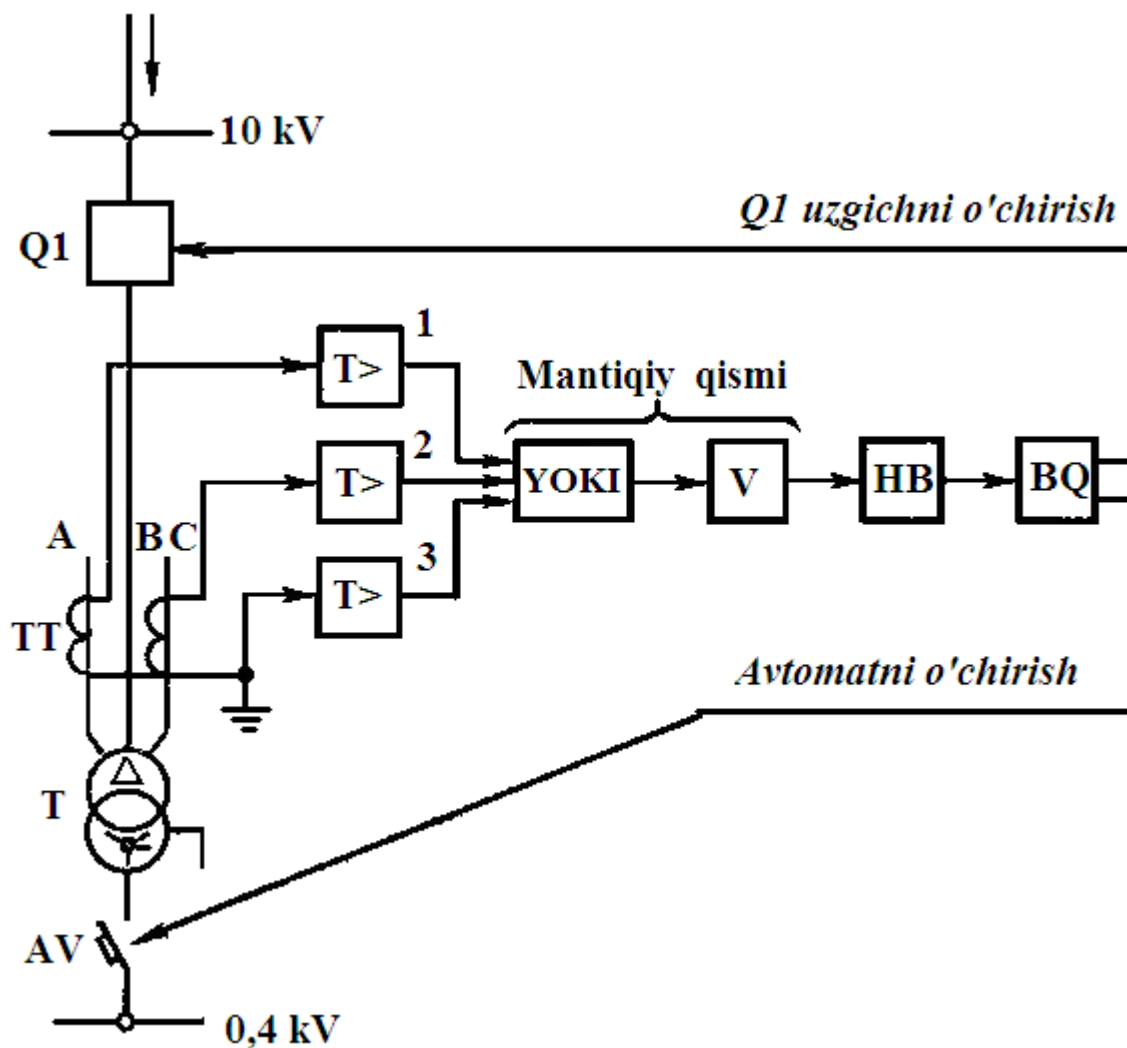
bu yerda $I_{q.t.min}^{(3)}$ - energiya tizimning maksimal qarshilik holatidagi himoyalananayotgan transformatorning yuqori kuchlanish tomonidagi chiqishlardagi uch fazali qisqa tutashuv vaqtidagi birlamchi tokning minimal qiymati.

4.2. Maksimal tokli himoya

Ishlash tamoili va qo'llanish sohasi. Maksimal tokli himoya himoyalananayotgan elementning ishlash tokidan o'ta oshishidan ishga tushadi. Transformatorning tokini oshishiga transformatorning o'zini shikstlanishi, shinalardagi yoki past kuchlanish tomonidan ketuvchi elementlardagi qisqa tutashuvlar, shuningdek transformatoridan ta'minlanayotgan motorlarning o'z – o'zini ishga tushishi hamda zahirani qayta ulash orqali transformatorga qo'shimcha yuklamani qo'shilishi sabab bo'lishi mumkin. Motorlarning o'z – o'zini ishga tushishi natijasida yoki zahirani qayta ulash orqali transformatorga qo'shimcha yuklamani qo'shilishidan hosil bo'luvchi o'ta yuklanishlardan himoyani ortiqcha(hato) ishlashini oldini olish maqsadida maksimal tokli himoyaning ishlash toki o'ta yuklanishlardan hosil bo'luvchi eng maksimal tokdan katta bo'lishi lozim. Maksimal tokli himoyaning funksional sxemasi 4.4 - rasmda berilgan.

Maksimal tokli himoyaning o'lchov qismi ikki yoki uchta maksimal tok relelaridan iborat. Tok relesining chiqish kattaligi «YOKI» sxemasi bo'yicha amalga oshiriladi, ya'ni himoya uchta relidan bittasi, ikkitasi yoki uchchalasi ishlaganda ham ishga tushadi. Mantiqiy qismda sabr vaqtni hosil qiluvchi qism «V» bo'lishi lozim. Ushbu sabr vaqtni hosil qiluvchi qism himoyani 0,1 dan 1,3 sekund oralig'ida ishlashini ta'minlab beradi. Shuningdek habar berish qismi «HB» hamda bajaruvchi qism «BQ» ko'zda tutilgan bo'lib, ular transformatorni ikkala tomondan o'chirishga hizmat qilishadi ya'ni 10 kV li tomondan uzgich Q o'chiriladi hamda 0,4 kV li tomondan avtomatni AV o'chiriladi.

Transformatorlarda boshqa himoyalarni (gazli himoya, differensial himoya yoki tokli kesim) o'rnatilishidan qat'iy nazar maksimal tokli himoya barcha transformatorlarda o'rnatilish shart. Chunki maksimal tokli himoya transformatorni o'zini himoyalab qolmasdan past kuchlanish tomondagi shinalarni shuningdek past kuchlanish tomondan ketuvchi qurilmalarning o'zgichlarining himoyasini zahiralashi mumkin, ya'ni *uzoqdan zahiralashni* amalga oshirishi mumkin.

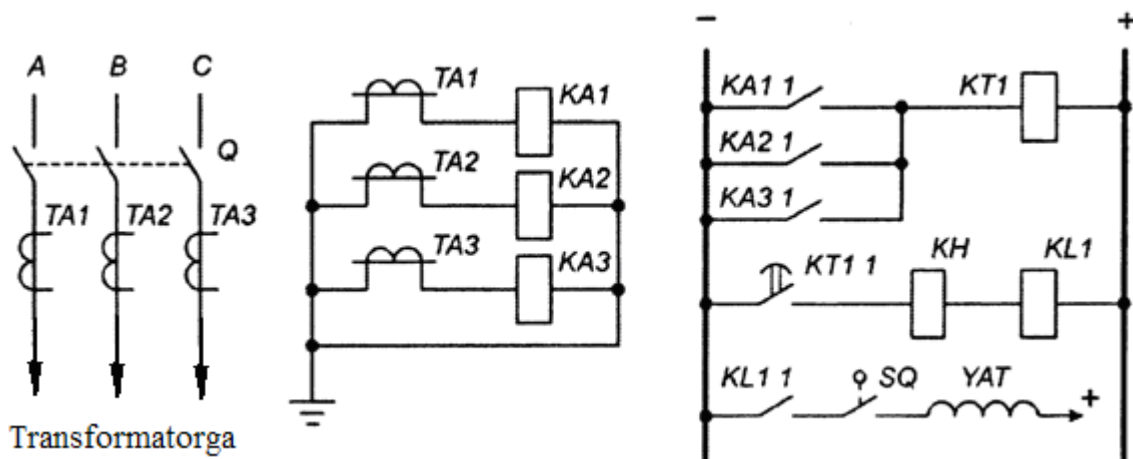


4.4 - rasm. Transformatorning maksimal tokli himoyasining funksional sxemasi.

4.2.1. Maksimal tokli himoyaning ulanish sxemalari.

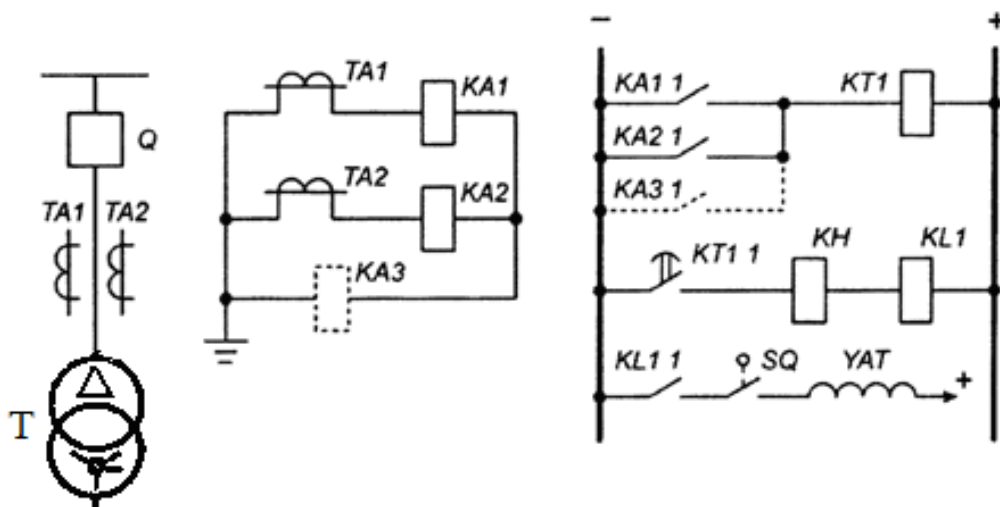
Maksimal tokli himoyadagi tok relelarining ulanish sxemalari shunday tanlanadiki bunda transformatorning past kuchlanish tomonidagi barcha qisqa tutashuvlarda himoyaning sezgirligi eng katta bo'lishi lozim.

Tuliq yulduz (uch fazali uch releli sxema 4.5 - rasm; $k_{sx} = 1$) ulanishli sxema kamdan kam hollarda qo'llaniladi, chunki 6-35 kV li tarmoqlarda ikki fazali yerga qisqa tutashuvlarda shikastlangan tarmoqni tanlab o'chirmaslikka olib kelishi mumkin. Tuliq yulduz sxemasi ulangan 110 kV va undan katta kuchlanishli transformatorlarda bir fazali tashqi qisqa tutashuvlarda himoyani ishlamasligini ta'minlash maqsadida himoyani sezgirligini sun'iy ravishda kamaytirish lozim. Odatda 110 kV va undan katta kuchlanishli tarmoqlarda masofali himoya qo'llaniladi.



4.5 - rasm. Uch fazali uch releli sabr vaqtli maksimal tokli himoya sxemasi.

To'liq bo'lmagan yulduz sxemasi (ikki fazali ikki releli yoki ikki fazali uch releli sxemasi, 4.6 - rasm) 6-35 kV tarmoqlarda qo'llaniladi, chunki ushbu tarmoqlarda neytrali izolyasiyalangan yoki kompensatsiyalanganligi tufayli bir fazali qisqa tutashuvlar sodir bo'lmaydi. Ikki fazali yerga qisqa tutashuvlarda tanlovchanlikni oshirish maqsadida tok transformatorlar bir nomli fazalarda (odatda A va C) o'rnatiladi. Cho'lg'amlari «yulduz/uchburchak» (Y/ Δ) va «uchburchak/yulduz» (Δ /Y) ulanishli transformatorlarda hamda ushbu transformatorlarni ta'minlayotgan tarmoqlarda uch releli sxemani qo'llash maqsadga muvofiqdir. Transformatorning past kuchlanish tarafidagi ikki fazali qisqa tutashuvlarda yuqori cho'lg'amdagi fazalardan birida boshqa fazalaga nisbatan ikki barobar katta qisqa tutashuv toki oqadi. Ikki fazali qisqa tutashuvlarning uchtasidan birida (A-B, B-C, C-A) himoyasi o'rnatilmagan B fazaga tug'ri kelib qolishi inobatga olsak himoyaning sezgirligi ikki barobarga kamayadi. Ushbu holatda himoyani sezgirligini oshirish maqsadida ikki fazali sxemaning qaytish simiga qo'shimcha KA 3 relesi ulanadi (4.6 - rasmdagi uziq chiziqlar bilan ko'rsatilgan).



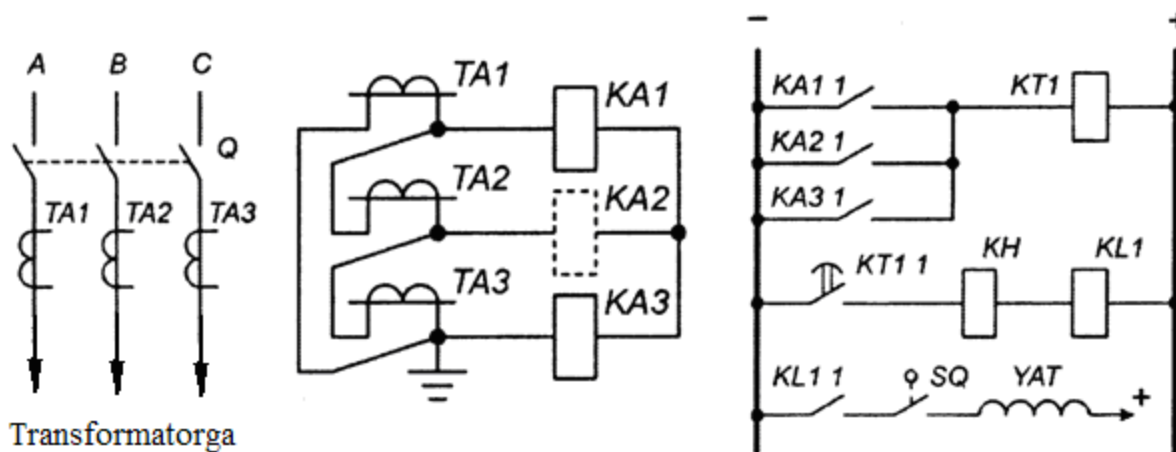
4.6 - rasm. Ikki fazali ikki releli (uch releli) sabr vaqtli maksimal tokli himoya sxemasi.

Uchburchak (tok transformatorlari uchburchak relelar yulduz) ulanishli sxema 35 kV va undan yuqori kuchlanishla transformatorlarning himoyalash

maqsadida qo'llaniladi (4.7-rasm). Simmetrik rejimda va 3 fazali qisqa tutashuvda reledan fazadagi tokdan $\sqrt{3}$ martta tok ya'ni liniya toki o'qib o'tadi, shuning uchun sxema koeffitsienti $k_{ex} = \sqrt{3}$ ga teng.

Ushbu uchburchak ulanishli sxemada (to'liq yulduz ulanishli sxemaga qaraganda) himoya bir fazali tashqi qisqa tutashuvlarda ishga tushmaydi.

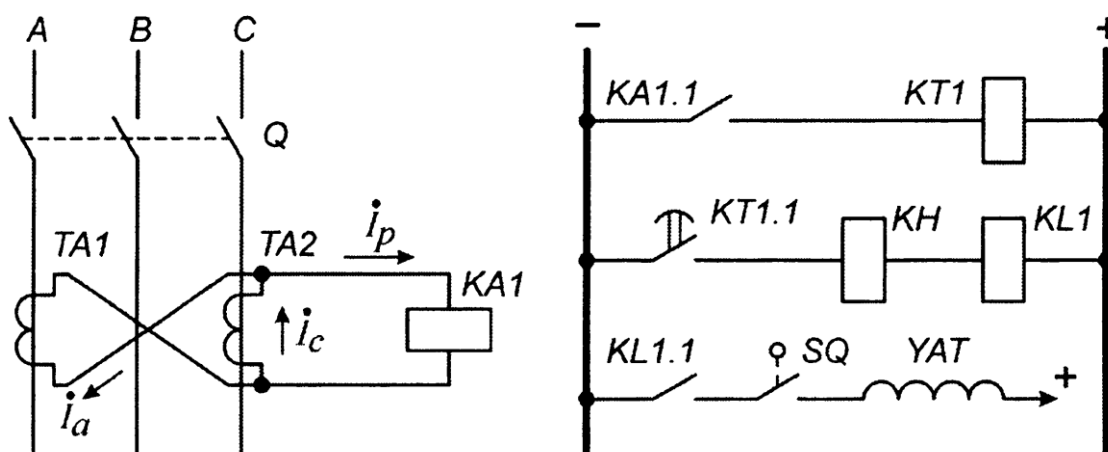
Cho'lg'amlari «yulduz/uchburchak» (Y/ Δ) ulanishli ikki cho'lg'amli transformatorlarda uchta reledan bittasi ishlatilmasa ham bo'ladi, ushbu holatda himoyaning sezgirligi o'zgarmaydi (4.7-rasmdagi KA2 releli).



Transformatorga

4.7 - rasm. Tok transformatorlari uchburchak relelar yulduz ulanishli maksimal tokli himoya sxema.

To'liq bo'lmagan uchburchak (ikki fazali bitta releli) sxemasi faqat kuchlanishi 1 kV dan katta, qo'vvati 2 MVt gacha bo'lgan elektr motorlarni himoyalashda qo'llansa maqsadga muvofiqdir. Ikkilamchi zanjirlarni bunday ulanishli sxema ba'zida releni «ikki faza toklarining ayirmasiga» ulash sxemasi deb yuritiladi (4.8-rasm).



4.8-rasm. Ikki fazali bitta releli sabr vaqtli maksimal tokli himoya sxemasi.

Reledan A va C fazalarga o'rnatilgan tok transformatorlarning ikkilamchi cho'lg'amlaridagi toklarning ayirmasiga teng tok o'tadi.

$$I_{rele} = I_a - I_c; k_{sx} = \sqrt{3}.$$

Sxema sodda, arzon bo‘lganligi bilan birgalikda sezgirliги avvalgi sxemalarga qaraganda pastroq.

Sezgirliги va xarakat zonasi shikastlangan fazalarning kombinatsiyasiga bog‘liq. Masalan, A va C fazada qisqa tutashuv bo‘lsa sezgirlik A – B hamda B-C fazalardagi qisqa tutashuvga nisbatan 2 martta yuqori.

4.3. Transformatorlarning differensial himoyasi.

Differensial himoyaning ishlash tamoili himoyalanyotgan parallel o‘rnatilgan qurilmalarni fazalaridagi toklarini mos fazalar bo‘yicha taqqoslashga (ko‘ndalang differensial himoya) yoki himoyalanyotgan qurilmaning boshi va oxiridagi toklarini taqqoslashga (bo‘ylama) asoslangan.

Yuqorida ko‘rilgan maksimal tokli himoyadan farqli o‘laroq differensial himoyalar (tanlovchanlik bo‘yicha) mutloq tanlovchanlikka egadir.

Differensial tokli himoyalar quvvati 6,3 MV A va undan yuqori quvvatli transformatorlarning asosiy tezkor himoyasi sifatida qo‘llaniladi. Shuningdek parallel ishlayotgan quvvati 4 MVA va undan yuqori bo‘lgan transformatorlarda hamda quvvati 1MVA va undan katta quvvatli transformatorlarda tokli kesim yetarlicha sezgirlikka ega bo‘lmagan va vaksimal tokli himoyaning sabr vaqti 1 sekunddan ko‘p bo‘lgan hollarda o‘rnatiladi.

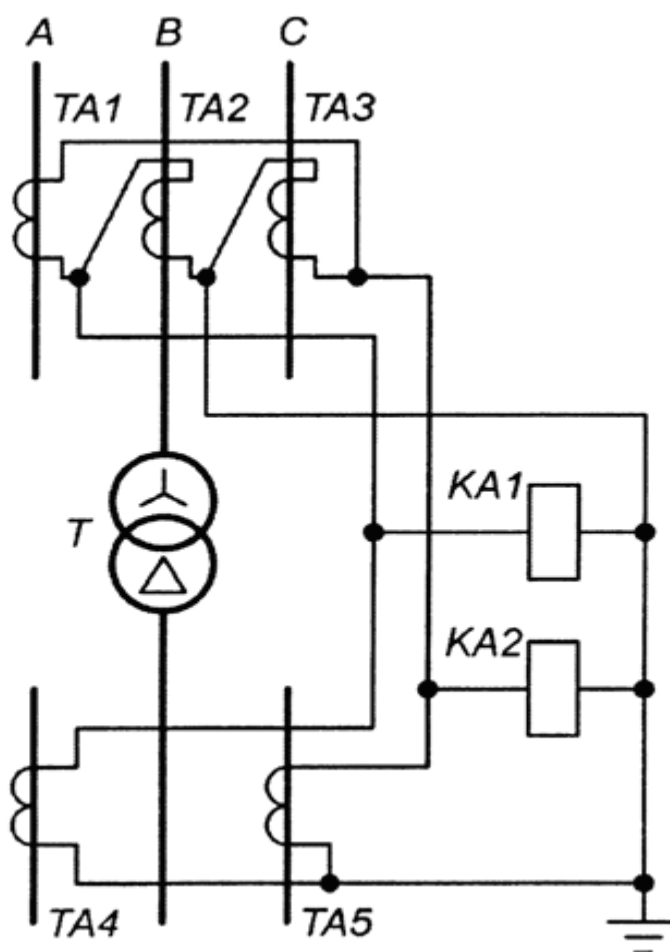
Transformatorlarning differensial himoyasi elektr tarmoqlarning ko‘ndalang differensial himoyasiga nisbatan bir qator o‘ziga xos xususiyatlariga egadir.

Birinchidan himoyalanyotgan transformatorning normal ish holatining o‘zida (differensial himoyaning ish zonasida shikastlanishlar bo‘lmagan holatda) himoyaning boshi va oxiridagi fazalardagi toklari qiymati bo‘yicha farq qiladi. Ushbu holatni himoya elkalaridagi toklarni tenglashtirish maqsadida kerakli transformatsiya koeffitsientiga ega bo‘lgan tok transformatorlarni (yuqori va past kuchlanish tarafdagi tok transformatorlar) tanlash orqali echish mumkin. SHuningdek differensial himoyani loyihalash uchun maxsus PHT va Д3Т relelari ishlab chiqilgan. Ushbu relelarning tenglashtiruvchi urami bo‘lib unda himoya elkalardagi toklarni tenglashtirish maqsadida qo‘llaniluvchi rostlovchi cho‘lg‘amlardan iborat.

Ikkinchidan himoyalanyotgan transformatorning yuqori va past kuchlanish tarafdagi toklar fazalar bo‘yicha ham farq qilishi mumkin qachonki yuqori va past cho‘lg‘amlarning ulanishi bir – biridan farq qilsagina (yulduz/uchburchak Y/Δ yoki uchburchak/yulduz Δ/Y). Ushbu holatda ikkilamchi toklarni tenglashtirish maqsadida tok transformatorlarning ikkilamchi cho‘lg‘amlarini ulanish usullarini o‘zgartirish orqali amalga oshiriladi ya’ni transformator cho‘lg‘amlari «yulduz/uchburchak» (Y/Δ) ko‘rinishida ulangan bo‘lsa, transformatorning yulduz ulanishli tomoniga tok transformatorlarini uchburchak ko‘rinishida, transformatorning uchburchak ulanishli tomoniga tok transformatorlarini yulduz ko‘rinishida va aksincha ulanadi (4.9 - rasm).

Uchinchidan differensial himoyaning ishlash tokini tanlayotganda himoyalananayotgan transformatorni ishga tushirish natijasidagi magnitlovchi tokning sakrashini hisobga olish lozim.

To'rtinchidan, himoyaning ishlash tokini tokning nobalansidan sozlashda ushbu tokning ikkita qo'shimcha tashkil etuvchisini hisobga olmoq lozim. Birinchi tashkil etuvchi tok transformatorlarni tanlashda ikkilamchi toklari to'liq rostlanmaganligi yoki tenglashtiruvchi o'ramlarda cho'lg'amlarning yaxlitlangan qiymatlarini qo'yishga majbur bo'lganligimizdan kelib chiqadi. Ikkinchi tashkil etuvchi transformatorning kuchlanishini yuklama ostida rostlash natijasida kelib chiqadi.

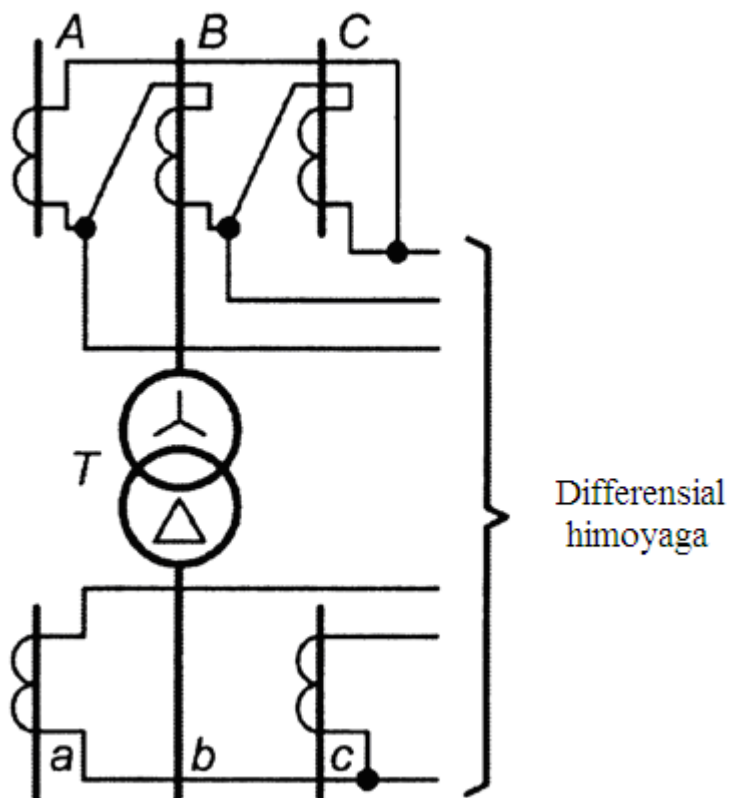


4.9 - rasm. Differensial tokli himoya sxemasi.

Transformatorning differensial himoyalarining qo'yidagi turlari keng tarqalgan: differensial tokli kesim, tez tuyinuvchi tok transformatorli differensial himoya hamda tormozli differensial himoya.

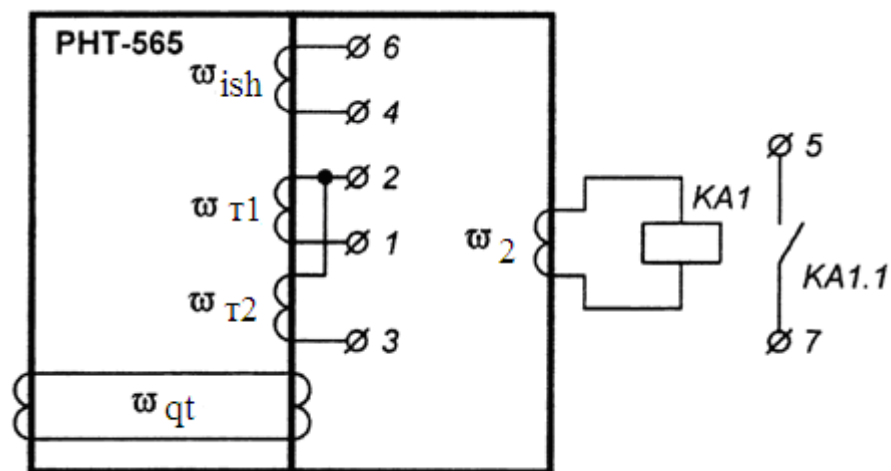
Differensial tokli kesim tez tuyinuvchi tok transformatorlarsiz oddiy PT-40 tok relelari yordamida bajarilgan (4.10-rasm). Differensial tokli kesimning eng muhim afzalligi soddali hamda unga bog'liq holda arzonligi va o'rnatmalarni tanlashda osonligidir. Lekin differensial tokli kesimning eng katta kamchiligi ishlash tokining kattaligidir, ushbu kamchilik ko'pgina hollarda himoyani

sezgiriligini yetarli darajada ta'minlab bera olmasligi sababli ushbu himoyani ishlata olmaslikka olib keladi.



4.10 - rasm. Transformatorning differensial tokli kesim sxemasi.

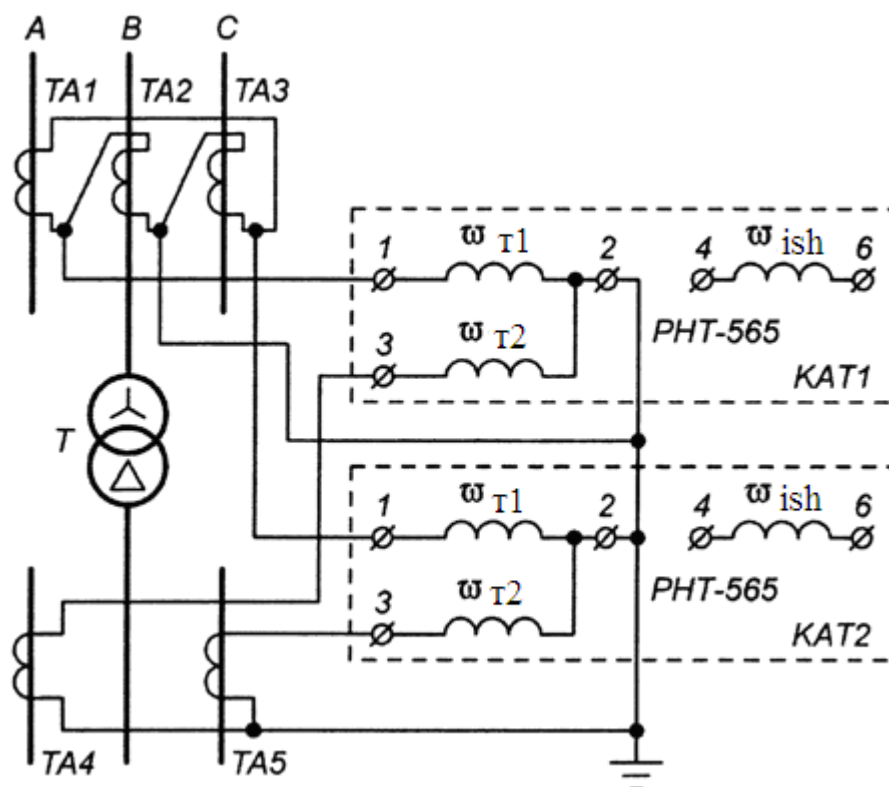
Tez tuyinuvchi tok transformatorli differensial himoya kuchlanishni yuklama ostida rostlovchi qurilmasi bo'lmagan transformatorlarda PHT (PHT-565) turidagi rele asosida ishlatiladi. PHT-565 relesining soddalashtirilgan sxemasi 4.11-rasmda ko'rsatilgan.



4.11 - rasm. PHT-565 relesining soddalashtirilgan sxemasi.

4.11 – rasmda w_2 – ikkilamchi cho‘lg‘am; w_{qt} – qisqa tutashtirilgan cho‘lg‘am; w_{ish} – ishchi cho‘lg‘am, o‘ramlar soni 8 dan 35 gacha oralig‘ida bitta o‘ram aniqligigacha o‘rnatilishi mumkin; w_{t1} va w_{t2} – tenglashtiruvchi cho‘lg‘amlar, ushbu cho‘lg‘amlarning har birida 0 dan 34 gacha oralig‘ida o‘ramlarni o‘rnatish mumkin.

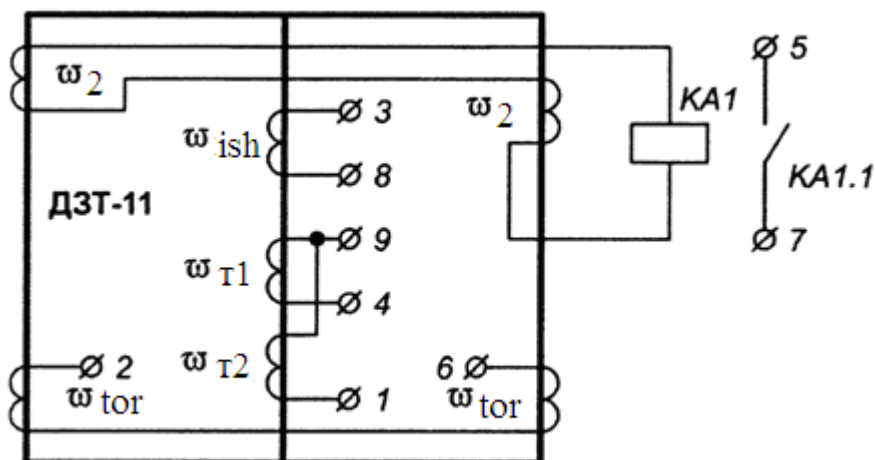
Relening tuzilishida tez tuyinadigan tok transformatorini va qisqa tutashtirilgan cho‘lg‘amning borligi himoyaning ishlash tokini kamaytirishga hamda sezgirligini oshirishga imkon beradi. PHT-565 rele asosida ikki cho‘lg‘amli transformatorning differensial himoyasining bir ko‘rinishi 4.12 - rasmda ko‘rsatilgan.



4.12-rasm. PHT-565 rele asosida tuzilgan ikki cho‘lg‘amli transformatorning differensial himoyasining sxemasi.

ДЗТ relisi (masalan, ДЗТ-11) asosidagi tormozli differensial himoya odatda kuchlanishni yuklama ostida rostlovchi qurilmasi bo‘lgan transformatorlarda qo‘llaniladi. Soddalashtirilgan ДЗТ-11 sxemasida (4.13 - rasm) w_{tor} – tormozlanuvchi cho‘lg‘am nomlanib, o‘ramlar soni qo‘yidagi qatorlardan o‘rnatilish mumkin: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 18, 24. Ishchi va tenglashtiruvchi cho‘lg‘amlarning tavsiflari PHT-565 relesini bilan bir xildir. Tez tuyinuvchi tok transformatorning magnit o‘tkazgichidagi tormozlovchi cho‘lg‘am tufayli himoyaning ishlash toki faqat magnitlovchi tokning sakrashidan sozlab tanlanadi (tokning nobalansi hisobga olinmaydi). Odatda ushbu holat himoyaning sezgirligini yanada oshishiga olib keladi. Lekin nisbatan kattaroq sezgirlikni ta‘minlash bo‘yicha PHT relisi asosidagi himoyada quzatilgan, shuning uchun

umumiy holda yuqorida keltirilgan himoyalarni qo‘llashda tekshirish imkonini beruvchi algoritmni tavsiya qilish mumkin.



4.13 - rasm. DZT releining soddalashtirilgan sxemasi (DZT-11).

4.4. Differensial himoyalarning ishlash tokini tanlash.

Kuchlanishni rostdash oralig‘i katta bo‘lgan ($\Delta U_{Df} \% \geq 10\%$) ikki cho‘lg‘amli transformatorlarning differensial himoyasini hisoblashni yuqori kuchlanish tomonidan boshlash maqsadga muvofiq, chunki transformatorning yuqori kuchlanish tomonida kuchlanishni yuklama ostida rostlovchi qurilmasi joylashgan.

Differensial himoyaning ishlash toki magnitlovchi tokning sakrashidan (barcha differensial himoyalar uchun) va tokning nobalansidan (tormozli differensial himoyadan tashqari) sozlanadi, ya’ni

$$I_{hi \text{ yu.k}} \geq k_{soz} \cdot I_{nom.tr}$$

$$I_{hi \text{ yu.k}} \geq k_z \cdot I_{nb}$$

bu yerda k_{soz} - magnitlovchi tokning sakrashidan sozlovchi koeffitsient, differensial tokli kesim uchun $k_{soz} \approx (3,4 \div 4)$, PHT turidagi relelar uchun $k_{soz} \approx 1,3$, DZT turidagi relelar uchun $k_{soz} \approx 1,5$;

$I_{nom.tr}$ - transformatorning nominal toki;

k_z - zaxira koeffitsienti, differensial tokli kesim va PHT turidagi rele uchun $k_z = 1,3$, DZT turidagi relelar uchun $k_z = 1,5$;

I_{nb} - nobalans toki.

Agarda kuchlanishni yuklama ostida rostdash qurilmasi bo‘lgan transformatorlarda magnitlovchi tokning sakrashidan sozlashda kuchlanishni yuklama ostida rostdash qurilmasining oxirgi «manfiy» holati uchun hisoblanadi.

$$I_{nom.tr} = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U_{nom1} \cdot (1 - \Delta U_{KYUR})}$$

bu yerda S_T - transformatorning nominal quvvati;

U_{nom1} - transformatorning birlamchi nominal kuchlanish;

ΔU_{KYUR} - yuqori kuchlanish tomondagi kuchlanishni rostlash oralig'ining yarmi, nisbiy birliklarda.

Nobalans toki o'zida uchta tashkil etuvchini qamram oladi:

$$I_{nb} = I'_{nb} + I''_{nb} + I'''_{nb}.$$

Birinchi tashkil etuvchisi tok transformatorlarning xatoligi bilan izohlanadi:

$$I'_{nb} = k_{nd} \cdot k_{bt} \cdot \varepsilon \cdot I_{qt.max.tashqi}^{(3)},$$

bu yerda k_{nd} - qisqa tutashuv tokining nodavriy tashkil etuvchisini hisobga oluvchi koeffitsient, differensial tokli kesim uchun $k_{nd} = 2$, tez to'yinuvchi tok transformatorli (PHT, D3T relelar) himoyalarda $k_{nd} = 1$;

k_{bt} - bir tipli koeffitsienti, $k_{bt} = 1$ chunki transformatorning yuqori va past kuchlanish tomonlarida bir biridan farq qiluvchi tok transformatorlar o'rnatilgan.

ε - tok transformator magnitlovchi tokni iste'mol qilishi hisobiga ruxsat etilgan hatoligini ko'rsatuvchi kattalik $\varepsilon = 0,1$;

$I_{qt.max.tashqi}^{(3)}$ - maksimal ish holatidagi transformatoridan keyingi (differensial himoyaning ta'sir doirasidan tashqarida) uch fazali qisqa tutashuv toki (transformatorning yuqori kuchlanish tomoniga keltirilgan).

Ikkinchi tashkil etuvchi transformatorlarda kuchlanishni yuklama ostida rostlash qurilmasini mavjudligi tufayli yuzaga keladi:

$$I''_{nb} = \Delta U_{KYUR} \cdot I_{qt.max.tashqi}^{(3)}.$$

Uchinchi tashkil etuvchi PHT va D3T relelarning kommutatorlarida hisoblangan qoldiq o'ramlarni o'rnatib bo'lmasligidan kelib chiqadi.

$$I'''_{nb} = \left| \frac{W_{his.yu.k} - W_{yu.k}}{W_{his.yu.k}} \right| \cdot I_{qt.max.tashqi}^{(3)}$$

yoki tok transformatorlarni tanlashda himoya elkalaridagi toklar to'liq tekislanmasligi natijasida kelib chiqadi:

$$I'''_{nb} = \left| \frac{I_{2.yu.k} - I_{2.pa.k}}{I_{2.yu.k}} \right| \cdot I_{qt.max.tashqi}^{(3)},$$

bu yerda $w_{his.yu.k}$ - tenglashtiruvchi cho'lg'amning hisobiy o'ramlar soni (yuqori kuchlanish tomondagi);

$W_{yu.k}$ - tenglashtiruvchi cho'lg'amdagi qabul qilingan butun sondagi o'ramlar soni (yuqori kuchlanish tomondagi);

$I_{2\ yu.k}$ va $I_{2\ pa.k}$ - yuqori va pastki kuchlanish tomonlaridagi tok transformatorlardan keyingi ikkilamchi nominal toklarning o'rtacha qiymati:

$$I_{2\ yuk} = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U_{nom1}} \cdot \frac{k_{sx\ yu.k}}{k_{tt\ yu.k}}, \quad I_{2\ pak} = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U_{nom2}} \cdot \frac{k_{sx\ pa.k}}{k_{tt\ pa.k}}.$$

Bu yerda k_{sx} - tok transformatorlarning ikkilamchi cho'lg'amlari va relalarning ulanish sxemasini hisobga oluvchi koeffitsient, $k_{sx\ yu.k} = \sqrt{3}$, $k_{sx\ pa.k} = 1$;

k_{tt} - himoyalananayotgan transformatorning yuqori va pastki kuchlanish tomonlariga o'rnatilgan tok transformatorlarning transformatsiya koeffitsienti.

4.5 PHT-565 va D3T-11 relalarning cho'lg'amlaridagi o'ramlar sonini hisoblash.

Yuqori kuchlanish tomondagi relening ishlash toki aniqlanadi:

$$I_{r.ish} = \frac{I_{him.ish.yu.k} \cdot k_{sx.yu.k}}{k_{tt.yu.k}}.$$

Yuqori kuchlanish tomondagi tenglashtiruvchi cho'lg'amning o'ramlar soni qo'yidagicha hisoblanadi va kichik qiymat tomonga yaxlitlanadi (4.12 - rasimga qarang):

$$W_{his.yu.k} = \frac{F_{r.ish}}{I_{r.ish.yu.k}}$$

bu yerda $F_{r.ish}$ - relening ishlashi uchun kerak bo'ladigan magnit yurituvchi kuch, PHT-565 va D3T-11 relalar uchun $F_{r.ish} = 100 \pm 5$ A o'ramlar.

Pastki kuchlanish tomondagi tenglashtiruvchi cho'lg'amning o'ramlar soni qo'yidagicha hisoblanadi va yaqin bo'tun songa tomonga yaxlitlanadi

$$W_{his.pa.k} = W_{his.yu.k} \frac{I_{2\ yu.k}}{I_{2\ pa.k}}$$

Himoyaning sezgirligini tekshirish.

Himoyaning sezgirlik koeffitsienti hisoblanadi:

$$k_{ch} = \frac{I_{r.min}}{I_{r.ish}}$$

bu yerda $I_{r.min}$ - reledagi tok, mos holda himoya ta'sir zonasidagi shikastlanishdagi minimal tok (ushbu tokdan himoya ishga tushmog'i lozim);

$I_{r.ish}$ - relening ishlash toki.

Odatda $k_{ch} \geq 2$ bo'lishi kerak, hech bo'lmaganda $k_{ch} \geq 1,5$ bo'lishi shart.

4.6 Tormozli differensial himoyani hisoblashning o'ziga xos xususiyatlari.

Birinchi o'ziga xos xususiyat shundan iboratki himoyaning ishlash tokini hisoblashda nobalans toklarni hisobga olmaslik bilan bog'liqdir.

Ikkinchi o'ziga xos xususiyat shundaki tormozlovchi cho'lg'amning o'ramlar sonini hisoblash va uni o'rnatish joyini tanlash bilan bog'liqdir. Ikki cho'lg'amli kuchlanishni pasaytiruvchi transformatorlarda tormozlovchi cho'lg'amni energiya bilan ta'minlash manbaiga teskari tomondagi himoya elkalarida o'rnatiladi, chunki faqatgina tashqi qisqa tutashuvlarda rele ishga tushishi lozim (himoya ta'sir zonasidagi qisqa tutashuvlarda tormozli cho'lg'amdand qisqa tutashuv toklari oqmaydi 4.14-rasm). Cho'lg'amdagi o'ramlar soni qo'yidagicha topiladi:

$$W_T = \frac{k_z \cdot I_{nb. pa.k} \cdot W_{pa.k}}{I_{qt.max.tashqi}^{(3)} \cdot tg\alpha},$$

bu yerda k_z - zahira koeffitsienti, $k_z = 1,5$;

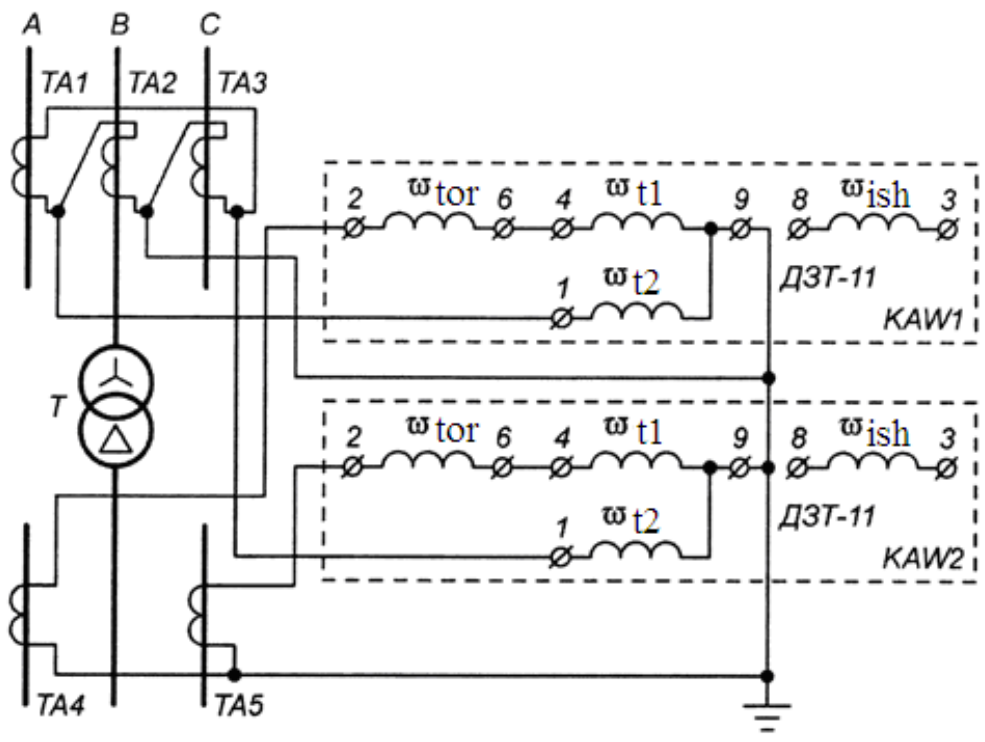
$I_{nb. pa.k}$ - kuchlanishni yuklama ostida rostlovchi qurilmasi bo'lgan himoyalananayotgan transformatorning eng kichik transformatsiya koeffitsienti orqali hisoblangan nobalans toki (tormozlovchi cho'lg'am o'rnatilgan joydagi),

$$I_{nb.pa.k} = I_{nb.yu.k} \cdot U_{nom1} \cdot \frac{(1 - \Delta U_{KYUR})}{U_{nom2}};$$

$W_{pa.k}$ - tormozlovchi cho'lg'am o'rnatilgan tomondagi tenglashtiruvchi cho'lg'amdagi o'ramlar soni;

$I_{qt.max.tashqi}^{(3)}$ - energiya tizimning maksimal ish holatdagi uch fazali tashqi qisqa tutashuv toki (past kuchlanish tomonga keltirilgan);

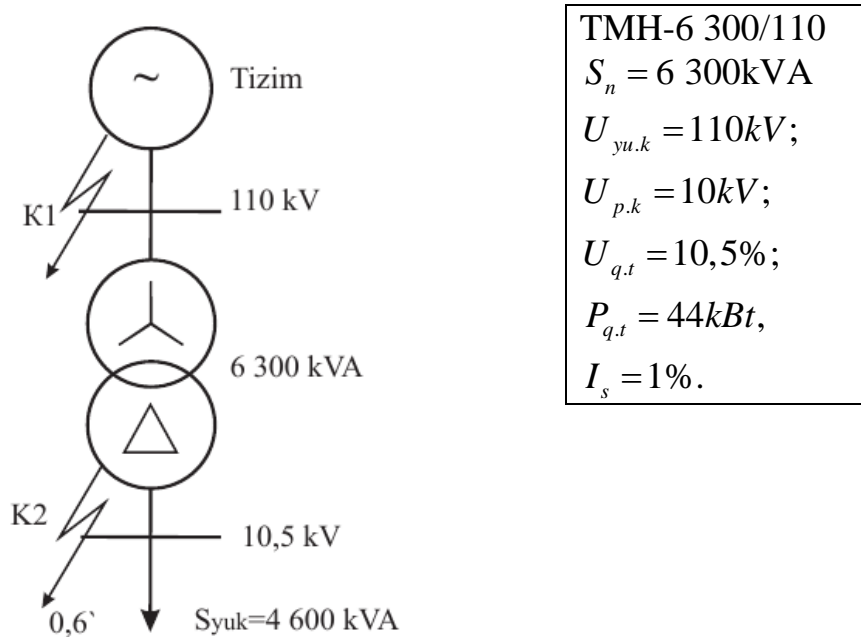
$tg\alpha$ - relening tormozlovchi xususiyatlarini hisobga oluvchi katalog kattalik, Д3Т-11 relelari uchun $tg\alpha = 0,87$.



4.14 - rasm. ДЗТ-11 relesi asosidagi ikki cho'lg'amli transformatorning differensial himoya sxemasi.

4.7 Tarmoqning releli himoyasining hisobi

Misol: Qo'yida berilgan rasmda transformatorning differensial himoyasini hisoblang.



Transformatorning qarshiliklarini xisoblashni nisbiy birliklarda olib boramiz. Buning uchun bazis shartlarini qabul qilamiz:

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

Transformator parametrlarini nisbiy birliklarga o'tkazamiz:

$$U_{at} = \frac{\Delta P_{q.t} \cdot 100}{S_n} = \frac{44 \cdot 100}{6300} = 0,7;$$

$$U_{rt} = \sqrt{U_2^k - U_{at}^2} = \sqrt{10,5^2 - 0,7^2} = 10,48;$$

$$r_t = \frac{U_{at} \cdot S_b}{100 \cdot S_n} = \frac{0,7 \cdot 400}{100 \cdot 6,3} = 0,44;$$

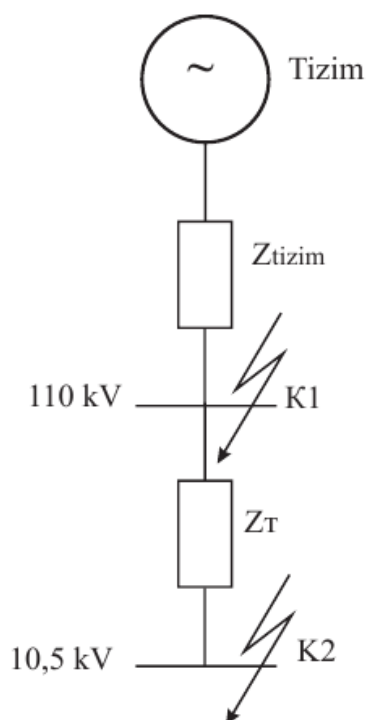
$$x_t = \frac{U_{rt} \cdot S_b}{100 \cdot S_n} = \frac{10,48 \cdot 400}{100 \cdot 6,3} = 6,65;$$

$$z_t = r_t + jx_t = 0,44 + j6,65; \quad |z_t| = 6,66.$$

Elektr prinsipial sxemaga mos ekvivalent almashtirish sxemasini tuzib, taqsimlash qurilmalari shinalarida qabul qilingan va xisoblanishi shart bo'lgan K1 – K2 nuqtalardagi qisqa tutashish toklarini belgilaymiz.

Elektr energetika tizimining maksimal va minimal ish holatida qisqa tutashish toklarining qiymatini aniqlaymiz.

Tizimning maksimal ish holati.



To‘la quvvat $S_{q.t.max} = 500MVA$.

$$x_s = \frac{S_b}{S_{q.t.max}} = \frac{400}{500} = j0,8; \quad z_s = 0,8.$$

K1 nuqta uchun qisqa tutashuv tokini topomiz:

$$I_{k1} = \frac{S_b}{\sqrt{3} \cdot z_s \cdot U_{b1}} = \frac{400 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 115} = 2510 \text{ A}.$$

K2 nuqta uchun qisqa tutashuv tokini topamiz:

$$z_{ek2} = x_s + z_t = j0,8 + 0,44 + j6,65 = 0,44 + j7,45; \\ |z_{ek2}| = 7,46.$$

$$I_{k2} = \frac{S_b}{\sqrt{3} \cdot z_{ek2} \cdot U_{b1}} = \frac{400 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 7,46} = 2948 \text{ A}.$$

Tizimning minimal ish holati.

To‘la quvvat $S_{q.t.min} = 400MVA$.

$$x_s = \frac{S_b}{S_{q.t.min}} = \frac{400}{400} = j1; \quad z_s = 1.$$

K1 nuqta uchun qisqa tutashuv tokini topomiz:

$$I_{k1} = \frac{S_b}{\sqrt{3} \cdot z_s \cdot U_{b1}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 1 \cdot 115} = 2008 \text{ A}.$$

K2 nuqta uchun qisqa tutashuv tokini topamiz:

$$z_{ek2} = x_s + z_t = j1 + 0,44 + j6,65 = 0,44 + j7,65; \quad |z_{ek2}| = 7,66.$$

$$I_{k2} = \frac{S_b}{\sqrt{3} \cdot z_{ek2} \cdot U_{b1}} = \frac{400 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 7,66} = 2871 \text{ A}.$$

Hisoblangan qisqa tutashuv toklarning ikki fazalisini ($I_{q.t.max}^{(2)}$) hisoblab ularni 2 – jadvalga kiritamiz.

2 – jadval

Qisqa tutashuv nuqtasi	K1	K2
$I_{q.t.max}^{(3)}$ (A)	2510	2943
$I_{q.t.max}^{(2)}$ (A)	2174	2549
$I_{q.t.min}^{(3)}$ (A)	2008	2871
$I_{q.t.min}^{(2)}$ (A)	1739	2486

$$I_{q.t}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{q.t}^{(3)}.$$

Tok transformatorlarini tanlash

Kuch transformatori uchun tok transformatorlarini (TT) tanlash sharti bo'yicha nominal toklarni aniqlaymiz.

Kuch transformatori uchun TT:

$$I_{nt} = \frac{S_{nt}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{6300}{\sqrt{3} \cdot 110} = 33,1A.$$

Kuch transformatorini nominal toki asosida unga yaqin kattaroq bo'lgan nominal tokli tok transformatorini tanlaymiz.

$$\text{SHunda transformatsiya koeffitsienti } n_{tt} = \frac{I_{ntt}}{5} = \frac{50}{5} = 10.$$

Releli himoya qurilmalarini tanlash, ularning o'rnatmalarini hisoblash. **Transformatorning himoyasi. Bo'ylama differensial himoya.**

Kuch transformatorning yuqori va pastki kuchlanish tomonlariga tok transformatorlarini tanlash uchun kuch transformatorning nominal toklarini to'g'ri:

$$I_{n.yu.k} = \frac{S_{nt}}{\sqrt{3} \cdot U_{n.yu.k}} = \frac{6300}{\sqrt{3} \cdot 110} = 33,1A.$$

$$I_{n.p.k} = \frac{S_{nt}}{\sqrt{3} \cdot U_{n.p.k}} = \frac{6300}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 346,4A.$$

Kuch transformatorning chulgamlari Y/Δ- 11 guruxda ulangan. Himoya zanjirida toklarni burchak siljishini kompensatsiya qilish uchun kuch transformatorlarini yukori kuchlanishli tomonidagi tok transformatorlar sxemasini uchburchakka, past kuchlanish tomonidagi tok transformatorlarini sxemasini esa yulduzcha ulaymiz.

Shunda, yuqori kuchlanish tomonida:

$$I_{n.tt.yu.k} \geq \sqrt{3} \cdot 33,1 = 57,3A;$$

Bunga mos keluvchi tok transformatori:

$$n_{tt.yu.k} = \frac{75}{5} = 15.$$

Pastki kuchlanish tomonida:

$$I_{n.tt.p.k} \geq 346,4A;$$

Bunga mos keluvchi tok transformatori:

$$n_{tt.p.k} = \frac{400}{5} = 80.$$

Yukori va past kuchlanishli tomonlardan differensial himoya elkalariga keladigan toklarni qo‘yidagicha topamiz:

$$I_{dif.yu.k} = \frac{k_{sx} \cdot I_{n.yu.k}}{n_{tt.yu.k}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 57,3}{15} = 6,62A.$$

$$I_{dif.p.k} = \frac{k_{sx} \cdot I_{n.p.k}}{n_{tt.p.k}} = \frac{1 \cdot 346,4}{80} = 4,33A.$$

Differensial tokli kesim himoyasi.

Differensial kesimning ishlash toki ikki shart asosida tanlanadi.

1. Tokning magnitlovchi sakrashidan sozlash:

$$I_{him.ish} = k_{z1} \cdot I_{n.t} = 3 \cdot 33,1 = 99,3A.$$

2. Noballans tokining maksimalidan sozlash:

$$I_{him.ish} = k_{z2} \cdot I_{n.b.max} = 1,3 \cdot 159,49 = 207,34A.$$

$$I_{n.b.max} = I_{n.b.tt} + I_{n.b.rost} + I_{n.b.kom} = 40,13 + 26,8 + 92,56 = 159,49 A ;$$

$$I_{n.b.rost} = \frac{\Delta N}{100} \cdot I_{q.t.max.tashqi}^{(3)} = 0,1 \cdot 2943 \cdot \frac{10}{110} = 26,8A ;$$

$$I_{n.b.kom} = \frac{|I_{dif.yu.k} - I_{dif.p.k}|}{I_{dif.yu.k}} \cdot I_{q.t.max.tashqi}^{(3)} = \frac{|6,62 - 4,33|}{6,62} \cdot 2943 \cdot \frac{10}{110} = 92,56A ;$$

$$I_{n.b.tt} = k_a \cdot k_{bir.tip} \cdot f_i \cdot I_{q.t.max.tashqi}^{(3)} = 1,5 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 2943 \cdot \frac{10}{110} = 40,13A.$$

bu yerda, $I_{n.b.tt}$, $I_{n.b.rost}$, $I_{n.b.kom}$, - tok transformatorning xatoliklari, kuch transformatorning transformatsiya koeffitsientini rostlovchi qo‘rilmaning borligidan va differensial himoya elkalaridagi toklarning tengsizligidan kelib chiquvchi noballans tokning tashkil etuvchilari;

k_a - tokning aperiodik tashkil etuvchisini hisobga oluvchi koeffitsient, $1 \div 2$ ga teng deb olinadi;

$k_{bir.tip}$ - tok transformatorlarning bir tipli koeffitsienti, transformatorlarning differensial himoyasida $k_{bir.tip} = 1$ deb olinadi;

f_i - tok transformatorning to‘liq nisbiy xatoligi, 0,1 ga teng deb olinadi;

ΔN - transformatorning kuchlanishini rostlashdagi transformatsiya koeffitsientining maksimal qiymati (%). Kuchlanishni yuklama ostida rostlash qurilmasi bo‘lmagan transformatorlarda $\Delta N = 5\%$, kuchlanishni rostlash qurilmasi bor bo‘lgan transformatorlarda $\Delta N = 10 \div 18\%$.

Ikki shartdan katta bo‘lgan $I_{him.ish} = 207,34A$ ni tanlashymiz.

Himoyaning sezgirligi:

$$k_{sez} = \frac{k_{\Sigma sx} \cdot I_{q.t.min.tashqi}^{(2)}}{I_{him.ish}} = \frac{1 \cdot 2486 \cdot 10}{207,34 \cdot 110} = 1,1 > 2.$$

bu yerda $k_{\Sigma sx}$ - natijaviy sxema koeffitsienti, transformatorning yuqori cho'lg'amlari «uchburchak» ulanishda $k_{\Sigma sx} = \frac{2}{\sqrt{3}}$ va «yulduz» ulanishda esa $k_{\Sigma sx} = 1$.

Differensial tokli kesim sezgir emas, shu sababli PHT-560 turidagi rele yordamida differensial himoyani o'rnatamiz.

1. Tokning magnitlovchi sakrashidan sozlash:

$$I_{him.ish} = k_{z1} \cdot I_{n.tr} = 1,3 \cdot 33,1 = 43,03A.$$

2. Noballans tokining maksimalidan sozlash:

$$I_{him.ish} = k_{z2} \cdot I_{n.b.max} = 1,3 \cdot 53,5 = 69,55A.$$

$$I_{n.b.max} = I_{n.b.tt} + I_{n.b.rost} + I_{n.b.kom} = 26,75 + 26,75 = 53,5A;$$

$$I_{n.b.rost} = \frac{\Delta N}{100} \cdot I_{q.t.max.tashqi}^{(3)} = 0,1 \cdot 2943 \cdot \frac{10}{110} = 26,75A; \quad I_{n.b.kom} = 0A;$$

$$I_{n.b.tt} = k_a \cdot k_{bir.tip} \cdot f_i \cdot I_{q.t.max.tashqi}^{(3)} = 1 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 2943 \cdot \frac{10}{110} = 26,75A.$$

Ikki shartdan katta bo'lgan $I_{him.ish} = 69,55A$ ni tanlashymiz.

Himoyaning sezgirligi:

$$k_{sez} = \frac{k_{\Sigma sx} \cdot I_{q.t.min.tashqi}^{(2)}}{I_{him.ish}} = \frac{1 \cdot 2486 \cdot 10}{69,55 \cdot 110} = 3,25 > 2.$$

Relening ishlash toki:

$$I_{rele.ish} = k_{sx.asos} \cdot \frac{I_{him.ish.asos}}{n_{tt.asos}} = \sqrt{3} \cdot \frac{69,55}{15} = 8,03A.$$

Asosiy tomonga o'rnatilgan PHT-560 relesining hisobiy o'ramlar sonini aniqlaymiz:

$$W_{asos} = \frac{F_{rele.ish}}{I_{rele.ish}} = \frac{100}{8,03} = 12,45.$$

Ushbu qiymatni yaqin kichik songa yaxlitlab $W_{asos}^I = 12$, himoya va relening haqiqiy ishlash toklari topiladi:

$$I_{rele.ish}^I = \frac{100}{W_{asos}^I} = \frac{100}{12} = 8,33A; \quad I_{him.ish.asos}^I = \frac{I_{rele.ish}^I \cdot n_{tt.asos}}{k_{sx.asos}} = \frac{8,33 \cdot 15}{\sqrt{3}} = 72,14A.$$

Himoyaning sezgirligi:

$$k_{sez} = \frac{k_{\Sigma sx} \cdot I_{q.t.min.tashqi}^{(2)}}{I_{him.ish.asos}^I} = \frac{1 \cdot 2486 \cdot 10}{72,14 \cdot 110} = 3,13 > 2$$

PHT-560 relesining «asosiy bo'lmagan» cho'lg'aming o'ramlar sonini aniqlaymiz:

$$W_{asos.bo'lmagan} = \frac{W_{asos}^I \cdot I_{dif.p.k}}{I_{dif.yu.k}} = \frac{12 \cdot 4,33}{6,62} = 7,85$$

Ushbu qiymatni yaqin butun songa yaxlitlab $W_{asos.bo`lmagan}^I = 8$, hamda $W_{asos.bo`lmagan}$ va $W_{asos.bo`lmagan}^I$ farqlaridan (butun o'ramga yaxlitlaganda) kelib chiquvchi noballans tokning tashkil etuvchisini aniqlaymiz:

$$I_{n.b.kom} = \frac{|W_{asos.bo`lmagan} - W_{asos.bo`lmagan}^I|}{W_{asos.bo`lmagan}} \cdot I_{q.t.max.tashqi}^{(3)} = \frac{|7,85 - 8|}{7,85} \cdot 2943 \cdot \frac{10}{110} = 5,11A$$

Endi himoyaning yangi noballans va ishlash toklarini topamiz:

$$I_{n.b.max}^I = I_{n.b.tt} + I_{n.b.rost} + I_{n.b.kom} = I_{n.b.max} + I_{n.b.kom} = 53,5 + 5,11 = 58,61A$$

$$I_{him.ish}^{II} = k_z \cdot I_{n.b.max}^I = 1,3 \cdot 58,61 = 76,19A$$

$I_{him.ish}^I < I_{him.ish}^{II}$ bo'lganligi uchun $I_{him.ish}^{II}$ yangi qiymat deb qabul qilib hisob kitobni relening ishlash tokidan qaytadan hisoblaymiz.

Relening ishlash toki:

$$I_{rele.ish} = k_{sx.asos} \cdot \frac{I_{him.ish}^{II}}{n_{tt.asos}} = \sqrt{3} \cdot \frac{76,19}{15} = 8,8A.$$

Asosiy tomonga o'rnatilgan PHT-560 relesining hisobiy o'ramlar sonini aniqlaymiz:

$$W_{asos} = \frac{F_{rele.ish}}{I_{rele.ish}} = \frac{100}{8,8} = 11,36.$$

Ushbu qiymatni yaqin kichik songa yaxlitlab $W_{asos}^I = 11$, himoya va relening haqiqiy ishlash toklari topiladi:

$$I_{rele.ish}^I = \frac{100}{W_{asos}^I} = \frac{100}{11} = 9,1A; \quad I_{him.ish.asos}^I = \frac{I_{rele.ish}^I \cdot n_{tt.asos}}{k_{sx.asos}} = \frac{9,1 \cdot 15}{\sqrt{3}} = 78,8A.$$

Himoyaning sezgirligi:

$$k_{sez} = \frac{k_{\Sigma sx.asos} \cdot I_{q.t.min.tashqi}^{(2)}}{I_{him.ish}^I} = \frac{1 \cdot 2486 \cdot 10}{78,8 \cdot 110} = 2,86 > 2$$

PHT-560 relesining «asosiy bo'lmagan» cho'lg'amining o'ramlar sonini aniqlaymiz:

$$W_{asos.bo`lmagan} = \frac{W_{asos}^I \cdot I_{dif.p.k}}{I_{dif.yu.k}} = \frac{11 \cdot 4,33}{6,62} = 7,19$$

Ushbu qiymatni yaqin butun songa yaxlitlab $W_{asos.bo`lmagan}^I = 7$, hamda $W_{asos.bo`lmagan}$ va $W_{asos.bo`lmagan}^I$ farqlaridan (butun o'ramga yaxlitlaganda) kelib chiquvchi noballans tokning tashkil etuvchisini aniqlaymiz:

$$I_{n.b.kom} = \frac{|W_{asos.bo`lmagan} - W_{asos.bo`lmagan}^I|}{W_{asos.bo`lmagan}} \cdot I_{q.t.max.tashqi}^{(3)} = \frac{|7,19 - 7|}{7,19} \cdot 2943 \cdot \frac{10}{110} = 7,07A$$

Endi himoyaning yangi noballans va ishlash toklarini topamiz:

$$I_{n.b.max}^I = I_{n.b.tt} + I_{n.b.rost} + I_{n.b.kom} = I_{n.b.max} + I_{n.b.kom} = 53,5 + 7,07 = 60,57A$$

$$I_{him.ish}^{II} = k_z \cdot I_{n.b.max}^I = 1,3 \cdot 60,57 = 78,74A$$

$I_{him.ish}^I \succ I_{him.ish}^{II}$ bo'lganligi uchun hisoblashlarni to'xtatamiz.

Maksimal tokli himoya.

Himoyaning ishlash toki (PT-40 va PB-200 relelar asosida):

$$I_{him.ish} = \frac{k_z \cdot k_{uz.ish}}{k_{qay}} \cdot I_{ish.max} = \frac{1,2 \cdot 1,5}{0,8} \cdot 33,1 = 74,48A.$$

Relening ishlash toki:

$$I_{rele.ish} = k_{sx} \cdot \frac{I_{him.ish}}{n_{tt}} = \sqrt{3} \cdot \frac{74,48}{10} = 12,9A.$$

Himoyaning sezgirligi:

$$k_{sez} = k_{\Sigma sx} \frac{I_{q.t.min.tashqi}^{(2)}}{I_{rele.ish} \cdot n_{tt}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2486 \cdot 10}{12,9 \cdot 10 \cdot 110} = 3,03 \succ 1,5.$$

Himoyaning ishlash vaqti:

$$t_{him.ish}^{II} = t_{him.ish}^I + \Delta t = 0,6 + 0,5 = 1,1s.$$

O'ta yuklanishdan himoya.

Himoyaning ishlash toki:

$$I_{him.ish} = \frac{k_z}{k_{qay}} \cdot I_{n.t} = \frac{1,05}{0,8} \cdot 33,1 = 43,4A.$$

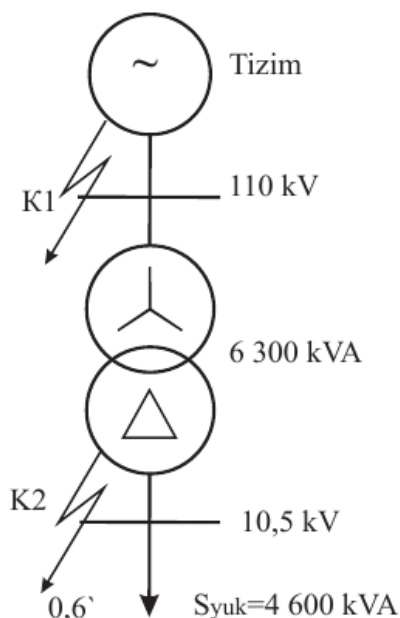
Himoya PT – 40 va PB – 200 relelar yordamida bajarilib, u bitta fazaga ulanadi.

$$t_{him.ish} = 9s.$$

4.8 Transformatoridagi yillik energiya isrofining hisobi

Himoyalanganayotgan transformatoridagi yillik energiya isroflarini hisoblaymiz, buning uchun boshlang'ich ma'lumotlardan foydalanamiz.

Berilgan:



TMH-6 300/110

$$S_n = 6300 \text{ kVA}$$

$$U_{yu.k} = 110 \text{ kV};$$

$$U_{p.k} = 10 \text{ kV};$$

$$U_{q.t} = 10,5\%;$$

$$P_{q.t} = 44 \text{ kVt},$$

$$I_s = 1\%.$$

$$\Delta Q_{pul} = 410 \text{ kVt}$$

$$\Delta P_{pul} = 52 \text{ kVt}$$

$$r_t = 0,87 \text{ Ohm}$$

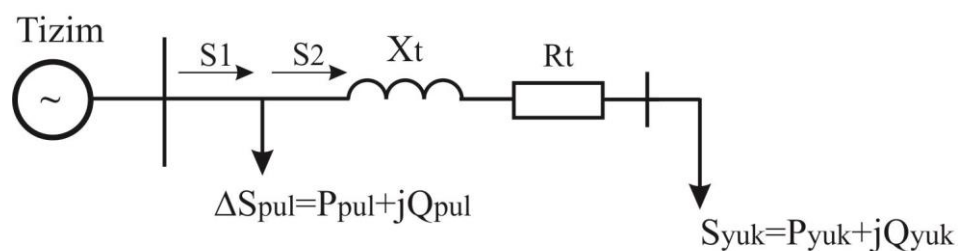
$$x_t = 22 \text{ Ohm}$$

Yuklama ma'lumotlari: $S_{yuk} = 4,6 \text{ MVA}$, $\cos\varphi = 0,85$, $T_{yuk} = 5000$ soat

Yuklamaning aktiv quvvati $P_{yuk} = S_{yuk} \cdot \cos\varphi = 4,6 \cdot 0,85 = 3,91 \text{ MVt}$.

Yuklamaning reaktiv quvvat $Q_{yuk} = P_{yuk} \cdot \tan\varphi = 3,91 \cdot 0,62 = 2,42 \text{ MVar}$

Almashtirish sxemasini tuzib, quvvatlar oqimlarini topib, transformatoridagi yillik energiya isrofini hisoblaymiz.



4.15 Tarmoqning almashtirish sxemasi.

Transformatoridagi quvvat isrofi:

$$\Delta S_t = \Delta P_t + \Delta Q_t = \frac{P_{yuk}^2 + Q_{yuk}^2}{U_{nom}^2} \cdot r_t + j \frac{P_{yuk}^2 + Q_{yuk}^2}{U_{nom}^2} \cdot x_t =$$

$$\frac{3,91^2 + 2,42^2}{110^2} \cdot 0,87 + j \frac{3,91^2 + 2,42^2}{110^2} \cdot 22 = (0,001 + j0,04) MVA$$

Trasformatorga kelayotgan quvvat:

$$S_2 = P_{yuk} + jQ_{yuk} - \Delta S_t = 3,91 + j2,42 - (0,001 + j0,04) \approx (3,91 + j2,46) MVA$$

Tizimdan kelayotgan quvvat:

$$S_1 = S_2 + \Delta S_{pul} = 3,91 + j2,46 + 0,052 + j0,41 = (3,96 + j2,87) MVA$$

Transformatoridagi yillik energiya isrofi:

$$\Delta W_t = \Delta P_t \cdot \tau_t + \Delta P_{pul} \cdot t = 0,001 \cdot 3411 + 0,052 \cdot 8760 = 459 \cdot 10^3 kVt \cdot soat ;$$

bu yerda, τ - eng katta isroflar vaqti, soat.

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_{yuk}}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{5000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 3411 \text{ soat} .$$

5. EKOLOGIYA

Energetika tizimi. Keyingi yillarda energetika jadal sur'atlar bilan rivojlanmoqda va yaqin kelajakda uning rivojlanish sur'atlarini yanada yuksaltirish nazarda tutilmoqda. Energiya resurslaridan foydalanish ortgan sari uning turlari ko'payib bormoqda. Yadro yoqilg'isining hissasi tez ortib bormoqda. Umuman dunyo bo'yicha energiya resurslaridan foydalanish va ishlab chiqarish 2000 yilda 20 milliard tonna shartli yoqilg'i miqdorigacha ortdi, bunda yadro yoqilg'i umumiy yoqilg'i balansining 1G'5 qismini tashkil etadi. Quruqlikdagi organik yoqilg'i konlari bilan bir qatorda dunyoning qurg'oqchil iqlimli rayonlarida neft va gaz qazib chiqarish rivojlandi, shuningdek bitumli qum va slanetslardan, shamol, quyosh va boshqa bir qancha noodatiy energiya resurslaridan foydalanishga keng imkoniyatlar yaratilmoqda. Issiqlik elektr stansiyalari qazib chiqaradigan yoqilg'ining taxminan uchdan bir qismini sarf etadi. Mazkur rayondagi atrof muhitga ham, biosferani umumiy holatiga ham katta zararli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Hozirgi bosqichda energetika bilan atrof muhitning o'zaro ta'siri muhim masala bo'lib, ilmiy-texnikaviy tafakkurning asosi hisoblanadi va aloxida e'tibor berishni talab qiladi.

Energetikaning rivojlanishi va turli tipdagi energetik qurilmalarning o'zaro atrof-muhitdagi barcha komponentalari bilan ta'sirining elementar jarayonlari haqida ma'lumotlar turli xil o'zaro ta'sirlarni baholash uchun xizmat qiladi. Issiqlik elektr stansiyalari bo'yicha mutaxassislar atrof-muhitni muhofaza qilishga doir ko'riladigan chora-tadbirlarning muhimligi haqida umumiy tasavvurga ega bo'libgina qolmay, balki asbob-uskunalarining to'g'ri tanlay olishlari, tashqariga chiqayotgan chiqindilarning miqdorini kamaytirishni hamda atrof-muhit holatini nazorat qila bilishlari kerak.

Elektrostansiya mo'rilaridan atmosferaga chiqadigan zaharli moddalar akademik V.I.Vernadskiy «Biosfera» deb atagan tirik tabiatning butun kompleksiga zararli ta'sir etadi. Biosferaga atmosferaning yer sirtidagi, tuproqning yuqorigi va suv manbalarining yuqori qatlamlari kiradi. Atmosfera hovasi

ifloslanishining asosiy sabablaridan biri IESlardan chiqadigan chiqindilardan ular sanoat turlari bo'yicha atmosferani ifloslanishini 27 foizini tashkil qiladi. IESlarning tutun gazlaridagi zaharli moddalar o'simliklarga, hayvonot olamiga va odamlarga, shuningdek qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlarga zararli ta'sir etadi.

Atmosferada SO₂ ning bo'lishi o'simliklarga juda tez ta'sir etadi. Atmosfera havosidagi SO₂ miqdorining ignabargli daraxtlar holatiga ta'sirini tekshirish shuni ko'rsatadiki, havoda oltingugurt oksidining 0,023 dan 0,032 mgG'm³gacha bo'lgan miqdori ignabargli daraxtlarda fotosintez va barglarning nafas olishi buzulib qarag'ay ikki uch yil ichida qurib qolar ekan. Bundan tashqari oltingugurt oksidi atrofidagi boshqa o'simliklarga va hayvonot olamiga ham salbiy ta'sir etadi.

Organik yoqilg'ilar tarkibida bo'ladigan va issiqlik elektr stansiyalari(IES) joylashgan rayondagi atrof-muhitga katta ta'sir ko'rsatadigan zaharli komponentlarning asosiylaridan oltingugurtdir. Yoqilg'i yonganda tarkibidagi oltingugurtning deyarli hammasi tutun gazlardan SO₂ va SO₃ oksidlar holida bo'ladi.

Keyingi yillarda turli mamlakatlarda tutun gazlarni oltingugurtdan tozalashning umuman olganda 50dan ortiq turli xil usullari tavsiya etilgan. Quyida hozirgi vaqtda sanoatda tatbiq etilgan va yana tatbiq etiladigan ayrim usullarning asosiy tasniflari keltiriladi.

Tutun gazlarni kuldan tozalashning mavjud tizimlari quyidagi asosiy tiplarga bo'linadi: inersion filtrlar, gazlamali filtrlar, elektrofилtrlar. SHuningdek, Angren va Farg'ona GRESlarida ham kul tutgich qurilmalari o'rnatilgan bo'lib hozirda ularning samaradorligi 85-88%ga etmoqda. Biroq bu boradagi ijodiy izlanishlarni davom ettirib Angren va Farg'ona shaharlari stansiyalariga ishlatilganda samaradorligi 95-98%ga etadigan elektrofилtrlar qurilmalari o'rnatishga kirishganlar.

Bunday chora-tadbirlar elektrostansiyalardan chiqayotgan zararli chiqindilarning jiddiy kamayishiga olib keldi va atmosfera ham yaxshilanib boradi.

Elektrlashtirish sanoatni joylashtirishga g'oyat katta ta'sir ko'rsatadi. bu ta'sir ikki xil yo'nalishda bo'ladi. Odatda elektr energiya katta masofaga uzatiladi. Bu esa mamlakatning uzoq regionlariga ham ishlab chiqarish kuchlarini rivojlanishiga bir xil yordam beradi. Elektr energetika sanoatini joylash-tirishni zikr qilgan holatlar va sanoat ishlab chiqarishni hududiy tashkil qilish qonuniyatlariga amal qiladi. Ushbu sanoatining joylashtirilishi va rivojlantirilishiga yoqilg'i va gidroenergetika resurslari geografiyasi, ishlab chiqarishdagi va elektr energiya etkazib berishdagi texnika taraqqiyoti hamda energiya iste'mol qiluvchilarning joylashishi ta'sir ko'rsatadi. O'zbekistonda elektr energiya ishlab chiqarish va undan xalq xo'jaligining turli xil tarmoqlarida foydalanishning o'z tarixi bor. Toshkentda dastlab XX asrning boshlarida ikkita elektr stansiya qurilgan. 1913 yilda O'zbekiston xududida umumiy quvvati 3 kv. bo'lgan 6 ta dizel elektr stansiya ishlagan, ularning yillik quvvati 3,3 mln.kvt. ga teng.

O'zbekistonda GESlar qurish ishlari 1926 yilda Tosh-kentda Bo'zsuv GESini qurish bilan boshlanib ketdi. O'sha davrda Bo'zsuv GESi O'rta Osiyoda birinchi va yirik energetika inshooti edi. Ikkinchi jaxon urushigacha Bo'zsuv daryosida va Bo'zsuv kanalida Qodiriya, Bo'rjoy, Tovoqsoy va boshqa GESlar qurildi.

Aslida mamlakatning elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojini GESlarga tayanib qondirishning yo'llari juda ko'p. Birinchidan, GESlarda elektr energiyani ishlab chiqarish ekologiyani toza saqlaydi, ikkinchidan yoqilg'i resurslarini tejaydi. GESlar qurilishi natijasida vujudga kelgan suv omborlari esa yangi erlarni sug'orishga imkon beradi. Mamlakat elektr energiya balansida suv resurslaridan foydalanish ham sezilarli darajada o'sdi. Qattor daryolar g'amda kanallarda suv omborlarning to'honlarida yangi GESlar qurildi. Ular orasida respublikamizda eng yirik – Chorvoq GESini ko'rsatish mumkin. Xozirgi vaqtda respublikamizda mavjud bo'lgan elektrostansiyalarda o'rnatilgan umumiy quvvat 11640 MVT ni tashkil etadi, shundan 85,3 %i issiqlik, 14,7 %i gidroelektr stansiyalariga to'g'ri keladi. Respublikamizda elektr energiyasi ishlab chiqarish 2000 yildagi 56,6 mln. kv. dan 2002 yilga kelib 49,3 mlrd. kv. soatga etdi.

Respublikamizning qator regionlarida elektr energiyasi ishlab chiqarishning ko'payishi va natijada ener-getika sanoatining rivojlanishi uning xalq xo'jaligidagi salohiyatini oshirib yubordi. Ayni paytda energetika tizimlarini birlashtirish xalq xo'jaligida elektr ta'minoti sifati va barqarorligini tubdan yaxshiladi, gidroresurslar va yoqilg'idan oqilona foydalanish imko-niyatlarini yaratdi. Endilikda mamlakatda 9 ta ener-getika tizimi mavjud bo'lib, ular O'zbekistonni MODning barcha davlatlari bilan bog'laydi.

O'zbekiston energetika sanoatining istiqbollari katta. Yaqin kelajakda bu yerda quvvati eng yuqori bo'lgan Tolli-marjon GRESi, Qoraqalpog'iston va Xiva GRESlari va boshqa bir qancha gidravlik elektr stansiyalari quriladi. Xozirgi vaqtda mamlakatimizda yiliga 50 mlrd. KVt-s. elektr energiyasi ishlab chiqarilmoqda.

O'zbekiston Prezidenti I.A. Karimov turli xil ekologik muammolar xaqida jon kuydirib, jahon afkor ommasiga ularni bartaraf etish xar bir vijdonli kishining burchi ekan ligini quyidagicha ta'kidlaydi, "Xozir, XXI asr bo'sag'asida, fan – texnika taraqqiyoti jadal sur'atlar bilan rivojlanib bormoqda. Dunyoning jug'rofiy –siyosiy tuzilishi o'zgarmoqda, bunday sharoitda inson tamonidan beosferaga ko'rsatilayotgan ta'sirini tartibga solish, ijtimoiy taraqqiyot bilan qulay tabiiy muhitni saqlab qolishning o'zaro ta'sirini uyg'unlashtirish, inson va tabiatning o'zaro munosabatlarida muvozanatga erishish muammolar borgan sari dolzarb bo'lib qolmoqda... Taraqqiyotning hozirgi bosqichida inson bilan tabiatning o'zaro ta'siriga oid bir qator muammolarni xalq etish faqat bir mamlakat doirasida cheklanib qola olmaydi. Ularni butun sayyoramiz ko'lamida xalq qilish zarur. Ko'rinib turibdiki, tabiiy muhitni inson yuritadigan xo'jalik faoliyatining zararli ta'sirlaridan himoya qilish bilan bog'liq ko'pgina muammolar keng ko'lam kasb etadi. Shu sababli ular faqat xalqaro xamkorlik asosida xalq qilinishi lozim".

Ekologik muammolar butun dunyoning xamma joylarida dolzarb muammo bo'lib qolmoqda. Xususan Markaziy Osiyoda keyingi yillarda ekologik jihatdan o'ta og'ir sharoit vujudga kelgan. Bunga mintaqadagi eng katta ekologik taxdid Orol muammosini xalq etishni Prezident I. Karimov o'z asarlarida keng

jamoatchilik oldidagi nutqlarida ilmiy asoslab, uni xalq etishda xalqaro jamoatchilik faol ishtirok etishi zarurligini ta'kidlagan edilar.

O'zbekiston Prezidenti I. Karimov 2000 yil sentyabr oyida BMT Bosh Assambleyasidagi so'zlagan nutqida xam Orol muammosi butun insoniyat muammosi ekanligini, uni xalq etish uchun xar bir kishi mas'ul ekanligini ta'kidlab shunday so'zlagan edi: "Men BMT va boshqa xalqaro anjumanlar minbaridan Orol dengizi xavzasi muammolari bir necha bor gapirganman. (Orol muammosi Markaziy Osiyo xududi dlrasidan chiqib ketdi va jahonshumul axamiyat kasb etmoqda. Uning salbiy oqibatlarini bugungi kunda iqlim sharoiti, biologik muvozanatning o'zgarishida, aholi salomatligi va bo'lg'usi avlod genofondiga ta'sirida ko'rish mumkin)

Orol dengizining falokati Evropa uchun, sayyoramizning boshqa xududlari uchun qanday xatarli va kutilmagan oqibatlarni yuzaga keltirishi mumkinligiga kishini ishontirish yoki buni isbotlab o'tirishning xo'jati yo'q, deb o'ylayman. Ushbu muammoga befarqlik qanday natijalarga olib kelishi barchaga ayon.

Ekologik xavfsizlik sohasidagi xalqaro xamkorlikka ko'mak berish, xalqaro tuzilmalar va donor davlatlarning moliyaviy mablag'larini jalb etish maqsadida BMTning atrof- muhit bo'yicha dasturi xuzurida Orol va Orol bo'yi muammolari kengashini tuzishni taklif qilaman"- deb juda xayotiy fikrlar aytilgan edi.

Darhaqiqat, yuqorida ta'kidlanganidek Prezident I. Karimov asarlarida, maqolalarida, nutqlarida nafaqat markaziy Osiyo mintaqasi ekologik muammolari, balki dunyo axolisi xayotiga xavf – taxdid solib turgan global ekologik muammolar va ularning echimi keng qamrovda, ilmiy asosda isbotlab berildi.

Demak yuqoridagi fikrlardan kelib chiqqan xolda meni bitirayotgan malakaviy bitiruv ishim mavzusi va uning atrof muhitga ta'siri uncha katta bo'lmasada, ammo atrof muhitni sog'lomlashtirish maqsadida qo'yidagi chora tadbirdarni kiritdim. Ya'ni elektr maydon saqlanish uchun maxsus himoya vositalarini tashkil etish o'z vaqtida profilaktika ishlarini olib borish, bu atrof muhit muhofazasi bo'yicha loyixamga kiritgan atrof muhitni va sog'lomlashtirish xam ekologik ahamiyat kasb etadi.

6. HAYOT FAOLIYATI XAVSIZLIGI

Mexnat muxofazasi vazifalaridan biri ishchilarga xavfsiz ish sharoitini yaratib berishdan iboratdir. Xavfsiz ish sharoiti, ya'ni, mexnat xavfsizligi - bu ishlab chikarish sharoitida ishchilarga barcha xavfli va zararli faktorlar ta'siri bartaraf etilgan mexnat sharoiti xolati.

Ishlab chikarishdagi jaroxatlanishlar ishlab chikarish sharoitida ko'pgina fizik va kimyoviy faktorlar ta'sirida yuz beoadi. Bunday xavfli faktorlarni yuzaga kelishiii texnologik jarayonning xarakteriga, ish jixozlarining konstruksiyasiga, mehnatni iashkillashtirish darajasiga va shu kabi bir kancha omillarga bog'lik bo'ladi. Xavfli faktorlar yuzaga kelish xarakteriga bog'lik xolda real va yashirin bo'lishi mumkin. Real xavf aniq va ko'zga ko'rinarli tashqi belgilari bilan xarakterlanadi. Masalan, mashinaning xarakatlanuvchi kismi, ko'tarilagan yuk va b. Yashirin xavf mashina, mexanizmlar va ish jihozlarida yashirin nuqsonlar, nosozliklar bo'lishi bilan xarakterlaiib, ma'lum bir sharoitda xavfli xolatga, avariyaga olib keladi. Yashirin xavflarga ish joyining tartibsizligi, iflosligi, xavfsizlik talablariga javob bermasligi, ish jihozlari va moslamalardan nourin, ya'ni boshqa maqsadlarda foydalanish, uzilgan elektr simlari. ishchining xato va noto'g'ri xarakati kabilar xam kiradi.

Ishlab chikarishda jaraxotlanishlarni oldini olish- bu murakkab kompleks muammo xisoblanib, birinchi navbatda mashina va mexanizmlarni loyixalash bosqichida xavfsizlik talablariga katta e'tibor berishni talab etadi.

Odamning xayot faoliyati jarayonida turli xil xavfli ta'sirlar yuzaga kelib, odatda bu ta'sirlar anik; bir sharoitlarda odamning sog'ligiga bevosita yoki bilvosita sezilarli darajada zarar etkazuvchi ob'ektlar, xodisa va voqealarni o'z ichiga oladi, ya'ni bu ta'sirlar natijasida turli xil noxush oqibatlar yuz beradi.

Odam o'zining mexnat faoliyati davomida xam turli xil xavfli ta'sirlarga uchrashi mumkin. Odamning mexnat faoliyati bevosita ishlab chikarish muxiti deb atalgan fazoviy kenglikda joylashadi. Ishlab chiqarish sharoitlarida odamning

faoliyatiga asosan texnogen ta'sirlar, ya'ni texnika bilan bog'lik bo'lgan ta'sirlar kuzatilib, bular xavfli ishlab chikarish omillari sifatida qaraladi.

Xavfli ishlab chiqarish omillari (XIO) - bu shunday ishlab chiqarish omillari xisoblanadiki, bunda ma'lum bir sharoitlarda ushbu omillar ta'sirida ishchilarga jaroxat etkazilishi yoki ularning sog'ligining keskin tarzda buzilishiga olib kelishi mumkin.

Jaroxat - bu odam organizmi tuqimalarining buzilishi va uning tashqi ta'sirlar natijasida funksiyasining izdan chiqishi xisoblanadi. Jaroxat ishlab chiqarish jarayonida yuz bergan baxtsiz xodisa natijasida yuz berib, bunda xavfli ishlab chiqarish omillarining ishchilarning o'z mehnat burchini bajarishi yoki ish raxbarining topshirigini bajarishi davomida amalga oshishi mumkin.

Zararli ishlab chiqarish omillari (ZIO) - ma'lum bir sharoitlarda ishchilarning mehnat qobiliyati susayishi yoki sog'ligi yomonlashishiga olib uvchi ishlab chiqarish omillari xisoblanadi. Zararli ishlab chiqarish ishlari ta'sirida yuzaga keluvchi kasalliklar - **kasbiy kasalliklar** deb ataladi.

Xavfli ishlab chikarish omillariga masalan, kuyidagilarni kiritish mumkin:

- ma'lum bir aniq kuchlanishga ega bo'lgan elektr toki;
- qoyasimon chiqib turuvchi jismlar;
- ishchilarning balandlikdan kulab tushishlari yoki biror predmet va uning qismlarining tushib ketishi;
- atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan bosim ostida ishlovchi qurilmalar;

Zararli ishlab chiqarish omillariga esa quyidagilarni kiritish mumkin:

- noqulay meteorologik (ob-xavo) sharoitlari;
- xavo muxitining changlar va gazlarga egaligi;
- shovqin, infra va ultratovushlar, tebranishlar;
- elektromagnit maydon, lazer va ionlashtiruvchi nurlanishlar va boshqalarning mavjudligi kabilar.

Barcha xavfli va zararli ishlab chikarish omillari GOST 12.0.003-74 muvofiq tarzda fizik kimyoviy, biologik va ruhiy- fiziologik turlarga bo'linadi.

Fizik omillarga elektr toki, xarakatlanuvchi mashinalarning, qurilmalar va ularning kismlarining kinetik quvvati, idishlardagi bug‘ va gazlar, chidash qiyin bo‘lgan darajadagi shovqinlar, tebranishlar, [fra- va ultratovushlar, yoritishning etarli emasligi, elektromagnit shdon, ionlashtiruvchi nurlanishlar va boshqalir kiritiladi.

Kimyoviy omillar - odam organizmiga turli xil xolatlarda zararli bo‘lgan moddalardan tashkil topgan.

Mehnatning ximoyalaniishi xavfsizlikni ta‘minlovchi va mexnat jarayonida mehnat qobiliyatini xamda sog‘likni saqlashga qaratilgan ijtimoiy-iktisodiy, tashkiliy, texnik gigienik va davolash - oldini olish tadbirlari va anjomlarini o‘z ichiga oluvchi qonun doirasidagi akt sifatidagi tizim ko‘rinishida belgilanadi.

Ishlab chikarish sanitariyasi - bu tashkiliy tadbirlar tizimi va texnik anjomlarni o‘z ichiga olib, ishchilarga ishlab chiqarishning zararli omillari ta‘sirini kamaytirish va yo‘qotishni ko‘zda tutadi.

Texnika xavfsizligi - ishchilarni xavfli ishlab chiqarish omillari ta‘siridan ximoyalashga qaratilgan tashkiliy va texnik tadbirlar va vositalar tizimidan tashkil topgan.

Yongin va portlash xavfsizligi - yong‘inlar va portlashlarni tugatish va ularning oqibatlarini cheklashga qaratilgan tashkiliy va texnik tadbirlar va vositalar tizimidan tashkil topgan.

Mexnatni muxofaza qsilish qonunchiligi - mehnat qonunchiligining bir qismi hisoblanadi.

Ishlab chiqarish xavfli va zararli omillarining salbiy ta‘siridan ishchilarni ogoxlantirish va ximoyalashning eng keng tarqalgan chora - tadbirlaridan biri - jamoaviy va individual ximoya vositalaridan foydalanish hisoblanadi. Bulardan birinchisi ikkita yoki undan ko‘p bo‘lgan ishchilarni himoya qilishga qaratilgan, ikkinchisi esa bitta ishchini ximoyalashga qaratilgan. Ushbu ko‘rinishda, havo tarkibining zararli changlar bilan ifloslanishi sharoitida ishlab chiqarish jarayonida jamoaviy ximoya vositasi sifatida umumiy xolatdagi almashinuv-oqim tarzidagi

shamollatish qo'llanilsa, individual (shaxsiy) tarzdagi ximoya vositasi sifatida esa - respiratorlardan foydalaniladi.

Mehnat jarayoni davomida ishlab chiqarish inshooti ichida odam ma'lum bir meteorologik sharoit, yoki mikroiklim - ushbu inshootning ichki muhiti iqlim sharoitlari ta'siri ostida faoliyat olib boradi. Sohaning havosi mikroiklim ko'rsatkichlarining asosiy me'yorlariga xarorat (t , °C), nisbiy namlik (f , %), xavoning xarakat tezligi (V , m/s) kabilar kiritiladi. SHuningdek odam organizmi xolatiga mikroiklim ko'rsatkichlari sifatida turli xil isigan yuzalardan issiqlik nurlanishi jadalligi ($/$, Vt/m) xam ta'sir kursatib, natijada ushbu xarorat ta'sirida ishlanayotgan inshootning ichki xarorati oshishi kuzatiladi.

Ishlash soxasining xavosi - bu ishlash soxasi joylashgan, balandligi yerdan 2 metrgacha balandlikdagi muxitdagi xavo fazoviy bushligi tushiniladi.

Xavoning nisbiy namligi ma'lum bir xaroratdagi xavoning tarkibidagi mavjud bo'lgan suv bug'lari miqdorining D (g/m^3) ushbu xaroratdagi to'yingan xavoga nisbatini ifodalaydi,

Agar, ishlab chiqarish inshooti ichki qismida turli xil issiqlik manbalari mavjud bo'lsa, ya'ni ularning xarorati odam organizmi xaroratidan yuqori bo'lsa, u xolatda bu issiqlikning bir qismi o'z-o'zidan sovuqroq jismga, ya'ni odam tanasiga o'tishi kuzatiladi. Ma'lumki, issiqlikning uch xil prinsip jixatidan farklanuvchi tarqalish usullari mavjud: issiqlik o'tkazuvchanlik konveksiya va issiqlik nurlanishi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik - bevosita bir biriga tegib turuvchi qismlar bo'ylab, issiqlikning tartibsiz ko'rinishdagi mikro zarrachalarning (atomlar, molekulalar yoki elektronlar) xarakatlanishi (issiqlik) tarzida uzatilishidan iborat.

Konveksiya - makroskopik xajmdagi gazlar yoki suyuqliklarning xarakatlanshi yoki aralashishlari natijasida issiqlikning tarqalishi xisoblanadi.

Issiqlik nurlanishi - bu turli xil to'lqin uzunliklariga ega bo'lgan, atom va molekulalarning issiqlik xarakatlanishlari natijasida yuzaga keluvchi elektromagnit tebranishlar tarzida tarqalishidan iborat. Ma'lum bir sharoitda issiqlik ko'rsatib

o‘tilgan usullardan biri bo‘yicha tarqalishi yoki majmuaviy xolatda tarqalishi kuzatiladi.

Ishlab chiqarish inshooti ichki qismida turli xil manbalardan tarqaluvchi issiqlik inshootning ichki qismida mavjud bo‘lgan xavoning xarorati o‘zgarishiga olib keladi. Yukori darajada issiqlik ajraluvchi ishlab chiqarish inshootlarida taxminan 2/3 kism issiqlik misdori nurlanish tarzida tarsaladi, deyarli solgan sismi esa konveksiya xisobiga amalga oshadi.

Odam organizmi mexnat faoliyati davomida doimiy tarzda tashki muxit bilan issiqlik almashinuvi sharoitida bo‘ladi. Organizmda me‘yoriy fiziologik jarayonlar kechishi uchun uning ichki organlarining xarorati domiy xolatda deyarli bir xil xaroratda bo‘lishi (taxminan 36,6°C) talab kilinadi. Odam organizmining doimiy xolatdagi xaroratni ta‘minlay olish xususiyati *termoregulyasiya* (issiqlikning idora qilinishi) deb ataladi. Odam organizmida termoregulyasiya jarayoni xayot faoliyati biroqxavoning ertikcha xarakatlanishi (elvizak) odam organizmida shamollash bilan bog‘lik kasalliklar yuzaga kelish extimolligini oshirishi mumkin.

Ishlash muxitida ishlab chiqarish inshooti ichki qismida mavjud bo‘lgan mikro iqlimning doimiy tarzdagi me‘yoriy ko‘rsatkichlarining o‘zgarishlari, ya‘ni xarorati ortib ketishi yoki xarorati pasayib ketish xolatlari ushbu muxitda ishlayotgan odam organizmiga quyidagi ko‘rinishdagi salbiy ta‘sirlar oqibatlarini keltirib chikaradi:

Xaroratining ortib ketishi natijasida - odam tanasida ter ajralishi kuchayishi, tuls urishi va nafas olish sekinlashishi, keskin xolsizlanish, bosh aylanishi, qaltirashlarning yuzaga kelishi, birmuncha og‘ir xolatlarda esa - odam organizmining issiqlik urishi xodisasi amalga oshishi kuzatiladi.

Ishlash muxitining mikro iklim xarorati pasayib ketishi natijasida ushbu muxitda mexnat kilayotgan odam organizmida shamollash bilan bog‘lik kasalliklar, Bo‘g‘imlarning surunkali shamollashi, muskullarning va boshqa organlar tizimlarining shamollash kasalliklari yuzaga kelishi mumkin.

Yuqorida sanab o'tilgan salbiy xolatlar yuzaga kelmasligi uchun ishlab chiqarish inshootlari ichki qismida mikro iqlim ko'rsatkichlarini odam organizmi uchun qulay tarzda belgilash va doimiy tarzda nazorat qilish talab qilinadi.

Mavjud me'yoriy xujjatlar bo'yicha ishlab chiqarish inshootlarida mikro iqlim ko'rsatkichlarining ruxsat etilgan va me'yoriy (optimal) ko'rsatkichlari qiymatlari keltirilgan.

Optimal mikroiklim sharoitlari - uzok vaqt davomida ish faolitiyada odam organizmiga tizimli tarzda ta'sir kursatuvchi ishlab chiqarish inshootlari ichki mikro iqlimining organizm me'yoriy funksional va issiqlik almashinuvi xolatlarini termoregulyasiya zuriqish mexanizmlarisiz ta'minlay olishini ifodalaydi. Bu ko'rinishdagi xolat odam organizmi uchun ishlash davomida qulay xolatdagi issiqlik almashinuvini xis qilish imkoni beradi va bu esa ishchilarning mexnat qobiliyatining yuqori darajada bo'lishiga olib keladi.

Ruxsat etilgan sharoitlar - ishlab chiqarish inshootlarida mavjud bo'lgan shunday mikro iqlim kursatkichlarini ifodalaydiki, bunda ushbu sharoitlarning odam organizmiga uzok vakt davomida tizimli tarzda ta'sirida organizmda keskin tarzda me'yoriy funksional o'zgarishlarni keltirib chiqarmaydigan, organizmda zo'riqishli termoregulyasiya mexanizmlarini talab qilmaydigan, ya'ni odam organizmning fiziologik imkoniyatlari darajasidan chiqib ketmaydigan ta'sirlar tushiniladi. Bunday sharoitlarda mehnat qilayotgan odam organizmida jarohatlanishlar yoki sog'likning buzilish xolatlari kuzatilmaydi, biroq qisman xolatlarda ishchilarning o'zini yomon xis qilishlari va mehnat qobiliyatining biroz susayishi kuzatilishi mumkin.

GOST 12. 1.005-88 buyicha «Ishlash soxasining xavosi. Umumiy sanitar-gigienik talablar». Umumiy sanitar-gigienik talablar ishlab chiqarish inshootlarida mexnat faoliyatining qiyinlik darajasiga bog'lik xolatda, inshootda ortiqcha issiqlikning miqdori va mavsumga qarab (yilning davrlari) optimal va ruxsat etilgan mikro iqlim ko'rsatkichlarini ifodalaydi.

GOST ga muvofik tarzda yilning sovuqva o'tish mavsumlari farqlanadi (tashqi muxitning sutka davomidagi xavo xarorati o'zgarishlari +10°C va undan

yuqori bo'lishi kuzatiladi). Barcha bajariladigan ishlar qiyinlik darajasiga ko'ra, quyidagi toifalarga bo'linadi:

- yengil (kuvvat sarflanishi 172 Vt gacha);
- o'rtacha og'irlikdagi (quvvat sarflanishi 172-293 Vt gacha);
- og'ir (kuvvat sarflanishi 293 Vtdan yuqori).

Ichki mikro iqlim sharoitida ortiqcha issiqlik miqdorining qiymatiga ko'ra barcha ishlab chiqarish inshootlari quyidagi turlarga bo'linadi:

- ishlab chiqarish inshootida yaqqol tarzdagi sezilarsiz miqdordagi ortiqcha issiqlikning mavjudligi
- yaqqol tarzdagi ortiqcha issiqlik miqdorining sezilarli xolatda ortiqcha miqdori mavjudligi

Sezilarsiz tarzdagi ortiqcha issiqlik miqdori mavjud bo'lgan ishlab chiqarish

inshootlari «sovuk sexlar» deb ataladi, sezilarli tarzdagi ortiqcha issiqlik miqdori mavjud bulgan ishlab chiqarish inshootlari esa «issik sexlar» deb nomlanadi.

Elektromagnit nurlanishlardan shaxsiy ximoya vositalariga metall to'qimalardan tayyorlangan (elektromagnit maydonni ekran tarzida tusuvchi) maxsus kombenzon (ish kiyimi) va xalatlar, va shuningdek paxta-kog'oz materiallari asosida tayyorlangan gexnologik xalatlar yoki yorokin-ko'k yoki xavorang tusdagi bo'z materiallardan tayyorlangan xalatlar kiritiladi. Ko'zlarni elektromagnit nurlanishlar ta'siridan ximoya kilishda ZP5-90 markadagi kuzoynaklardan foydalaniladi, bunda ushbu kuzoynakning oynasi kalay dioksid (SnO_2) bilan qoplangan bo'lib, yarim o'tkazgich xususiyatiga ega xisoblanadi.

Xulosa

Yuqorida keltirilgan nazariy ma'lumotlar va hisoblash natijalari asosida qo'yidagi xulosa kelish mumkin:

1. Transformatorning o'zi uchun eng xavfli qisqa tutashuv yuqori kuchlanish cho'lg'amlarining chiqishlaridagi uch fazali qisqa tutashuv hisoblanadi, chunki ularda katta miqdordagi qisqa tutashuv toklari kuzatiladi hamda boshqa elektr istemolchilarning qisqichlarida kuchlanishni chuqur pasayishiga olib keladi

2. Cho'lg'amlari $\Delta/Y-11$ ulanish guruhli transformatorlardan keyingi (tashqi qisqa tutashuv) ikki fazali qisqa tutashuvda o'ziga xoslik shundaki yuqori kuchlanish tomondagi uchchala fazadan toklar oqib va ushbu fazalarning faqat bittasidan qolgan fazalarga nisbatan ikki barobar katta tok oqib o'tadi. Ushbu katta tokning qiymatini uch fazali qisqa tutashuv tokining qiymati bilan bir xil bo'ladi, qachonki ikki fazali qisqa tutashuv uch fazali qisqa tutashuv sodir bo'lgan joyda sodir bo'lgandagina.

3. Cho'lg'amlari $\Delta/Y-11$ ulanish guruhli transformatorlardagi ikki fazali tashqi qisqa tutashuvlarda bo'lganidek cho'lg'amlari $Y/\Delta-11$ ulanish guruhli transformatorlarda ham ikki fazali tashqi qisqa tutashuv vaqtida qisqa tutashuv toki yuqori kuchlanishdagi uchchala fazalardan oqib o'tadi. Ushbu fazalarning faqat bittasidangina qolgan fazalarnikiga nisbatan ikki barobar katta tok oqib o'tadi va ushbu tok qiymati bo'yicha uch fazali qisqa tutashuv tokiga tengdir. Cho'lg'amlari $Y/\Delta-11$ va $\Delta/Y-11$ ulanish guruhli transformatorlarning ushbu xususiyati (maksimal tokli himoyani o'rnatish vaqtida hisobga olinadi va yuqori kuchlanish tomoniga uchta tok reledari o'rnatiladi. Chunki istalgan ikki fazali tashqi qisqa tutashuvlarda bitta reledan qiymati bo'yicha uch fazali qisqa tutashuv tokiga teng tok oqib o'tadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. А.В. Булычев, А.А. Наволочный «Релейная защита в распределительных электрических сетях». Москва ЭНАС, 2011 г.
2. Сиддиков И.Х. Релели химоя ва автоматика. Маърузалар матни.- Т.: ТошДТУ.1999й.
3. Владимир Копьев «Релейная защита» Томск, 2009 г.
4. М.А. Шабад «Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей». Издание третье, переработанное и дополненное. Энергоатомиздат Ленинградское отделение, 2012 г.
5. В.А. Андреев «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения». Москва «Высшая школа», 2006 г.
6. Э.И.Басс, В.Г.Дорогунцев «Релейная защита электроэнергетических систем» Москва, Издательство МЭИ, 2002 г.
7. В.Н. Копьев «Релейная защита, принципы выполнения и применения». Учебное пособие, Томск, 2006г.
8. В.В. Овчинников, А.П. Удрис «Реле РНТ и ДЗТ в схемах дифференциальных защит». НТФ «Энегопрогресс», «Энегетик», 2004 г.
9. Крючков И.П., Кувшинский Н.Н., Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций/ Справочные материалы.- (Справочник) - М.: Энергоатомиздат, 1989.

Internet saytlari:

1. <http://rza.org.ua>

2. http://energosoft.info/new_knigi_101_200.html