

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI
“ELEKTR ENERGETIKASI” KAFEDRASI



**«ELEKTR TARMOQLARI VA
TIZIMLARI »**

fanidan

O‘QUV - USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	300 000 – Muhandislik ishlov berish va qurilish tarmoqlari
Ta’lim sohasi:	310 000 – Muhandislik ishi
Ta’lim yo‘nalishi, mutaxassislik:	310200 – "Elektr energetikasi" (tarmoqlar va yo‘nalishlar bo‘yicha)

NAVOIY - 2017y

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI
ENERGO-MEXANIKA FAKULTETI
“ELEKTR ENERGETIKASI” KAFEDRASI



«TASDIQLAYMAN»

O‘quy ishlari bo‘yicha prorektor

N.A. Abduazizov N.A. Abduazizov

“30” *05* 2017 y.

«ELEKTR TARMOQLARI VA
TIZIMLARI »
fanidan

ЎҚУВ УСЛУБИЙ
МАЖМУА

Fan o'quv dasturi Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi yo'nalishlari bo'yicha O'quv-uslubiy birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengashining 2015 yil "16" 07 dagi №4 - sonli bayonnomasi bilan ma'qullangan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua «Elektrenergetikasi» ta'lim yo'nalishidagi «Elektr tarmoqlari va tizimlari» fanidan DTS va fanning o'quv dasturiga mos holda elektr tarmoqlari va tizimlari sohasida sodir bo'ladigan energetikaning eng dolzarb masalalarini echish va elektr energiya qabul qiluvchilar va iste'molchilarning tasnifi shuningdek elektr energiyadan unumli foydalaniSh kabilarni nazariy jihatdan o'rganish uchun har bir talabaning fikr- mulohazasini yanada kengaytirishga yordam beradi. Shuningdek ilmiy-texnik savollarga javob topish bilan birga, tarmoq va tizimlardagi yangi-yangi g'oyalarga duch kelishi, ularni echish, adabiyotlarga ko'proq yondashish har bir talabaga yordam beradi.


Ushbu o'quv-uslubiy majmua 5310200 «Elektr energetikasi» (tarmoqlar bo'yicha) yo'nalish bo'yicha tahsil oluvchi oliy o'quv yurti bakalavriat talabalariga mo'ljallangan.

Tuzuvchilar: Dots.Shaymatov B.X.,katta o'qit.Xolmurodov M.B.

Taqrizchilar: Xusanov B. Navoiy elektr tarmoklariga qarashli yuqori kuchlanishli tarmoqning boshlig'i

Eshmurodov E.O. Avtomatlashtirilgan boshqaruv va informatsion texnologiyalar kafedrasida dotsenti.

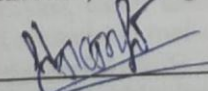
Navoiy davlat konchilik instituti Energo mexanika fakulteti «Elektr energetikasi» kafedrasining 2017 yil "25" avgustdagi № 1 – son yig'ilishida muhokama qilingan.

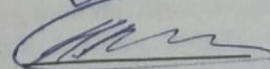
Kafedra mudiri:  A.N. Tovboev

O'quv-uslubiy majmua Energo mexanika fakultetining o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi (2017 yil "26" avgust №1-son bayonnoma) va universitetning Ilmiy-uslubiy kengashiga tasdiqlashga topshirildi.

Fakultet o'quv-uslubiy kengash raisi _____ **P.f.d. prof. S.J.Bozorova**

O'quv-uslubiy majmua NDKI o'quv-uslubiy kengashida muxokama qilingan va tasdiqlangan (№ 1 Bayonnoma, 28 avgust 2017 y.)

O'quv-uslubiy kengash kotibasi:  **M.J. Normatova**

O'quv-uslubiy kengash kotibasi:  **I.A. Karimov**

O'QUV –USLUBIY MAJMUANING TARKIBI

O'quv materiallari
Ma'ruzalar mavzulari
Mustaqil ta'lim maShg'ulotlari
a)Laboratoriya maShg'ulotlari
b)amaliy mashg'ulotlar va kurs ishi (loyixa)lari mavzulari
Glossariy
Ilovalar
a)Fan dasturi
b)Ishchi fan dasturi
v)Tarqatma materiallar
g)Testlar
d)Ishchi fan dasturiga muvofiq baxolash mezonlari
Adabiyotlar ro'yxati

MUNDARIJA

I.KIRISH	8
1-BOB. ELEKTR TARMOQLAR VA TIZIMLARI HAQIDA TUSHUNCHA.	
1.1.Elektr tarmoq va tizimlarni klassifikatsiyasi, elektr tarmoqlari va tizimlarini turlari.....	12
1.2.Elektr tizim elementlarining nominal kuchlanishlari. Kuchlanishni rostlash tushunchasi.....	19
1-Bob bo'yicha xulosalar.....	26
II-BOB.HAVO VA KABEL LINIYALARINING ASOSIY ELEMENTLARI	
2.1.Havo liniyalarining ish sharoitlari, ularning tuzilishi, ishlatiladigan materiallarga talablar.....	27
2.2.Kabellarning tuzilishi, ularni o'tkazish usullari, yuqori kuchlanishli kabellar. Sanoat korxonalarining tok o'tkazgichlari.....	39
2-Bob bo'yicha xulosalar.....	48
III-BOB. ELEKTR TARMOQLAR.	
3.1.Elektr tarmoq va elektr yuklamalarini tavsifi.Yuklamalar grafigi.....	49
3.2.Elektr tarmog'iga qo'yiladigan talablar.....	58
3.3.Elektr uzatish liniyasini (EUL) parametrlari va almastirish sxemalari. Ular asosidagi hodisa va jarayonlar. EUL parametrlariga ta'sir etish imkoniyatlari.	61
3.4.Ikki va uch chulg'amli transformatorlar, chulg'amli bo'lingan transformatorlar. Avtotransformatorlarining parametrlarini hisoblash va ularni almastirish sxemalari.....	78
3-Bob bo'yicha xulosalar.....	94
IV-BOB.ELEKTR TARMOQLAR LINIYALARI BO'YICHA ELEKTR ENERGIYANI UZATISH NAZARIYASINING ELEMENTLARI	
4.1.Tarmoqlar ish tartibini analizi. Elektr quvvatining kompleks ifodasi. Liniyalardagi quvvat isrofi.....	95
4.2.Transformatorlardagi quvvat isroflari.....	104
4.3.Liniya va transformatorlardagi energiya isrofi.....	113
4-Bob bo'yicha xulosalar.....	123
V-BOB. MAHALLIY VA RAYON ELEKTR TARMOQLARI	
5.1.Kuchlanish pasayishi va yo'qotilishi. Ochiq zanjirli taminlovchi tarmoqlarni.....	124
5.2.Ikki tarafdin taminlovchi liniya va halqasimon tarmoqlar. Rayon elektr tarmoqlari.....	137
5.3.Liniyani zaryad toki va zaryad quvvati. EUL ning vektor diagrammasi. Uzunligi katta bo'lgan EUL ni hisoblash haqida asosiy ma'lumotlar.....	154
5-Bob bo'yicha xulosalar.....	162
VI-BOB. YOPIK ZANJIRLARLI TARMOQLAR	
6.1.Bitta energiya manbai bo'lgan murakkab berk zanjirli tarmoqlarni hisoblash.....	163

6.2.Elektr taminoti tizimlarida va quvvat isrofini kamaytiriSh choralari.Reaktiv quvvat balansi va uni buzuliSh oqibatlar.....	171
6.3.Energetika sistemalarida elektr tarmoqlarni texnik-iqtisodiy hisoblashning asoslari. Asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlar.....	177
6.4.EUL o'tkazgichlarining ko'ndalang kesim yuzalarini tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tanlaSh.....	184
6.5.EUL o'tkazgichlarining ko'ndalang kesimlarini iqtisodiy intervallar va ruxsat etilgan kuchlaniSh usullari bo'yicha tanlaSh.Liniya kesim yuzasini tojlaniSh Sharoiti va qisqa tutaShuv toklarini qizdirishi bo'yicha tekshiriSh.....	192
6-Bob bo'yicha xulosalar.....	222
VII-BOB. ELEKTR ENERGIYA SIFATI	
7.1.Elektr iste'molchilar va elektr apparatlar iShiga elektr energiya sifatining ta'siri. Elektr energiyaning sifat ko'rsatgichlari. Elektr energiyaning sifatko'rsatgichlari va iqtisodiyliigi.....	223
7.2.Elektr tarmog'ining iSh rejimlarini va ularni boShqariSh . CHastota va aktiv quvvatni boShqariSh.....	228
7.3.KuchlaniSh va reaktiv quvvatni boShqariSh.....	232
7-Bob bo'yicha xulosalar.....	235
XI.O'QUV MATERIALLARI.....	
1 - TAJRIBA ISHI	
Elektr sistemasining o'zgaras tok modeli (hisoblaSh stoli). Shaxobchalangan maxalliy elektr tarmog'ining iSh holatlarnda quvvat oqimi taqsimlanishini aniqlaSh.....	239
2 - TAJRIBA ISHI	
O'zgaras tok hisoblaSh stoli yordamida murakkab yopiq bir turli tarmoqda quvvat oqimi taqsimlanishini aniqlaSh.....	256
3-TAJRIBA ISHI.	
Elektr sistemasining turg'un iSh xolatini o'zgaruvchan tok modelida hisoblaSh.....	277
4-TAJRIBA ISHI	
Oddiy berk 110/220 kv li elektr tarmog'ining turg'un holatini o'rganiSh.....	285
5- TAJRIBA ISHI	
110; 220 kV li rayon elektr tarmoqlarida kuchlaniShni va reaktiv quvvat balansini rostlaSh.....	292
XII.NAZORAT ISHLARI VA KURS LOYIHASINI BAJARISH	
USLUBIYOTI.....	
1-nazorat iShi.....	302
2-nazorat iShi.....	305
XIII.KURS LOYIHASINI BAJARISH USLUBIYOTI	309
XIV. GLOSSARIY	342

XV. ILOVALAR.....	345
Fan dasturi.....	346
ISHchi fan dasturi.....	354
Tarqatma materiallar	363
Testlar.....	367
ISHchi fan dasturiga muvofiq baxolaSh mezon.....	376
Adabiyotlar ro‘yxati.....	397

KIRISH.

Elektr (elektr energiyasi) ning hozirgi zamondagi, ahamiyatini baholaSh juda muShkul; hayotimizning va har bir inson hayotini – iShlab chiqariShdami, tadbirkorlikdami, turmuShdami elektrenergiasiz tasavvur qiliSh mumkin emas.

XX asrda sodir bo‘lgan ilmiy-texnika revolyusiyasining ikki muhim yo‘naliShini ko‘rsatiSh mumkin.

Bu–odamning fizikaviy energiyasini, energiyaning boShqa turlari (asosan elektr energiyasi) bilan to‘la almaShtiriSh va jarayonlarni avtomatlaShtiriSh yordamida insonlarni andozalangan operatsiyalardan (fizikaviy va akliy mehnatlardan) ozod qiliSh. SHuning uchun, vatanimiz kompleks xo‘jaligining barcha sohalaridagi ilmiy-texnikaviy tarakkiyot energetika va avtomatika bilan aniqlanadi.

Energetikani rivojlaniShi elektr energiyasini iShlab chiqariShni uzluksiz ko‘paytiriSh bilan bog‘liq. Nima uchun, insonlar elektr energiyasini energiyaning asosiy turi sifatida qabul qilgan? CHunki, uni iShlab chiqariSh, taqsimlaSh, hamda undan iShlab chiqariShda foydalaniSh qulaydir.

Bir odamning muskuli (muShak) quvvati 50 Vt ga teng, bir yilda u 100 kVt·s energiya iShlab chiqariShi mumkin. O‘zbekistonda esa bir odam uchun 2000-2500 kVt·s elektr energiyasi to‘g‘ri keladi. Aholi boShiga kancha ko‘p elektr energiyasi to‘g‘ri kelsa, Shuncha mamlakatda yaShaSh darajasi yuqori bo‘ladi. Buni, AQSH, SHvetsiya, Norvegiya, Olmoniya va boShqa rivojlangan mamlakatlar misolida qo‘riSh mumkin.

Insoniyat jamiyati va uning yutuqlari taraqqiyoti bevosita iShlab chiqariSh darajasi va kiShilarning hayoti uchun zarur moddiy Sharoitlarni yaxShilaSh bilan bog‘lik. Ilmiy-texnikaviy va sotsial taraqqiyot odatda iste‘mol qilinuvchi energiyaning ortiShi, energiyaning yangi – yanada samarali turlaridan foydalaniShni o‘zlaShtiriSh bilan hamohangdir.

Hozirgi zamon maShinalarida iste‘mol qilinuvchi energiya miqdori juda ko‘p. Buni quyidagi soliShtiriSh asosida ifodalaShimiz mumkin. Jahonning barcha iShga yaroqli aholisi bir yil davomida har sutkada 8 soat davomida to‘liq fizik kuch bilan iShlagan taqdirda ham hozirgi zamon issiqlik va gidroelektr stansiyalarida iShlab chiqariluvchi energiyaning yuzdan biri miqdorida ham energiya iShlab chiqara oliShmaydi. Energiyani iste‘mol qiliSh bundan keyin ham iShlab chiqariSh darajasini o‘siShini taminlagan holda oShib boradi.

Iqtisodiy taraqqiyotni fizik va aqliy bo‘lmagan mehnatni almaShtiriShchi mukammal avtomatik boShqariluvchi maShinalar asosida tezlaShtiriSh faqat iste‘mol qilinuvchi energiyani va iShlab chiqariSh darajasini oShiriSh orqaligina mumkin.

Insoniyat o‘z taraqqiyoti davomida taxminan 900-950 TVt.soat energiyani sarf qildi. Buning uchdan ikki kismidan ko‘prog‘i so‘nggi 40 yilga to‘g‘ri keladi. Energiyani iste‘mol qiliShdagi nojinlilik alohida xarakterlidir. Bu ko‘rsatgich, ayniqsa xozirgi davrda elektr energiya uchun juda kattadir. Masalan, 1983 yilda bir kiShiga to‘g‘ri keluvchi elektr energiya iste‘moli

Norvegiyada 21350 kVt.soatni taShkil etgan bo'lsa, Hindistonda 184 kVt.soatni, Burundida 11 kVt.soatni taShkil etdi.

Energiyaga ehtiyoj uzluksiz raviShda ortib bordi. Bu o'z navbatida yangi energiya resurslarini qidirib topiSh, energiyani bir turdan boShqa turga o'zgartiriShning yangi usullarini iShlab chiqiSh zaruratini yaratdi. Hozirgi davrda turli xil energiyalardan – QuyoSh energiyasi, organik yoqilgining ximiyaviy energiyasi, daryolar, dengizlar va okeanlar suvlarining mexanik energiyasi, Shamol energiyasi, og'ir yadrolarning parchalaniShida hosil bo'luvchi yadro energiyasidan foydalaniSh ananaviylaShgan.

YUqori darajadagi texnik taraqqiyot va u bugungi kunda eriShgan yutuqlar sifat jihatidan yangi turdagi energiyadan, xususan elektr energiyadan foydalanmasdan mumkin bo'lmasdi. Elektr energiya sanoatda turli mexanizmlarni harakatga keltiriShda, bevosita texnologik jarayonlarda, transportda va madaniy-maiShiy hayotda keng qo'llaniladi. Zamonaviy a'loqa vositalari – telefon, telegraf, radio, televedine kabilarning iShlaShi ham elektr energiyasidan foydalaniShga asoslangan. Elektr energiyasiz kibernetika, hisoblaSh texnikasi kosmik texnika kabilarni rivojlantiriSh mumkin bo'lmas edi. Elektr energiyaning asosiy xususiyati Shundan iboratki, u uzoq masofaga oson uzatiliShi va nisbatan sodda va kam isrof bilan boShqa turdagi energiyalarga o'zgartiriliShi mumkin.

Bir yil davomida QuyoSh kosmosga juda ko'p mikdorda energiyani nurlantirib, undan yuzasi $5 \cdot 10^8$ km² bo'lgan Ergacha taxminan $7,5 \cdot 10^{17}$ kVt.soat energiya etib keladi.

1983 yil davomida Er yuzi bo'yicha taxminan $(80-83) \cdot 10^{12}$ kVt.soat miqdorida birlamchi energiya foydalanildi. Birlamchi energiya resurslarini iste'mol qiliShdagi o'rtacha quvvat 9-10 mlrd.kVt ni taShkil etdi. Jahonda elektr energiya iShlab chiqariSh 8360 TVt.soatni, barcha elektr stansiyalarning o'rtacha quvvati 2 mlrd.kVt.soatni taShkil etdi.

2016 yilda O'zbekiston Respublikasi 46487,4 mln.kVt.soat elektr energiyasi iShlab chiqarilib, Shundan 6939,4 mln.kVt.soati GESlarda va 39548 mln.kVt.soati IESlarda iShlab chiqarildi. Blok stansiyalarda 1254,7 mln.Kvt.soat elektr energiya iShlab chiqarildi.

1 kVt-s energiya nima beradi? Uning yordamida 1,5 kg po'latni eritiSh, 30 kg ko'mir kazib oliSh, 36 kg non yopiSh, 30 ta jo'ja chiqariSh mumkin. qudratli energetika tizimiga birlaShtirilgan elektr tarmoqlaridagi (elektr stansiyalaridan iste'molchiga qarab) energiyaning ulkan oqimi tirik organizmning qon tomirlari tizimiga o'xShaShdir.Hozirgi kunda inson xayotini elektr tarmoqlarisiz tasavvur qiliSh qiyin. Elektr tarmoqlari mamalakatimizning barcha xalq xujalik sohalarida ya'ni sanoat, qiShloq xo'jaligi transport kundalik, turmuSh tarzimizda ko'llaniladi.Elektr energiyaning asosiy qulayligi iShlab chiqariShdagi nisbiy soddalik, uzatiSh, samarasini oShiriSh.

Istemolchilarni elektr taminoti bilan taminlaShda 3 turdagi yo'naliSh orqali amalga oShiriladi.

1.IShlab chiqariShdagi elektr energiya;

2. Elektr stansiyalaridagi uzatish va tarqatish;

3. Elektr tarmoqlari kundalik xayotda va sanoatda qo'llanilishi yoki elektr iste'molchi orqali qabul qilinishi.

Mamlakatimizda iste'molchilarga elektr energiyani markazlashtirilgan yirik elektr tarmoqlaridan foydalanib yuborildi. Energetika tizimi bu – elektr stansiyalari, elektr uzatish liniyalari, umumiy yuklamalar uchun parallel ishlovchi podstansiyalar va keliShilgan tartibda ishlovchi issiqlik tarmoqlarining birlashtirilganidir.

Elektr tarmoqlari yordamida iste'molchilarga tejamli va ishonchli elektr energiya etkaziladi. Elektr tarmoqlari deb, ma'lum hududda xizmat qiluvchi va energiya manbaini iste'molchilar bilan bog'lovchi havo va kabel liniyalari, podstansiyalar va taqsimlash punktlari to'plamiga aytiladi.

Elektr tarmoq -elektr tizimning bir qismi hisoblanadi. SHunday qilib elektr tarmoqlaridan taShqari elektr tizimga generatorlar va stansiyalar kiradi. Elektr tarmoqlar kundan kunga tez rivojlanib bormoqda va murakkablashmoqda. Bu iste'molchilar sonining oShishi bilan bog'liq. SHu bilan birga ya'ni chidamkor uzoq masofaga katta quvvatni etkazib bera oluvchi elektr qurilmalariga extiyoj oShmoqda. Xozirgi vaqtda faqat umumiy nazariyani o'rganuvchi elektr tarmoqlari qo'llaniladi va ular yordamida elektr taminotini xar hil elektr iste'molchi orqali amalga oShiriladi. Bundan farqli o'laroq elektr tarmoqlari mutaxassislashtirilgan masalan aloka tarmoqlari, quyma avtonom qurilmalari Shular jumlasidandir. Elektr tarmog'i deb iste'molchilarga elektr enegiyasi ulaSh manbasiga aytiladi. U murakkab bo'lishi mumkin. Elektr tarmog'ini ishlaSh xususiyati elektr enegiya iste'molchilarga sifatli etkazilishiga bog'liq. Elektr tarmoqlariga maxsus texnik-iqtisodiy talablar ko'yiladi. SHuning uchun elektr tarmoqlari aniqlik bilan hisobga olinadi, maxsus loyihalashtiriladi va ekspluatatsiya qilinadi. Elektr stansiyasi deb uzatish manbasiga aytiladi. Elektr energetika uzatish jarayonida quvvati va uzoklik xolati e'tiborga olinadi. SHu bilan birga elektr energetika parametrlari o'zgartirish mumkin bo'ladi. Elektr energiya o'zgarishi parametrlari podstansiyalarga taqsimlanadi. SHuning uchun tarmoq kuchlanishi manba bo'lib podstansiyalarga xizmat qiladi. Elektr energiya qabul qiluvchi maxsus elektr iste'molchilar Shunga o'xshaSh guruxlar bo'lishi mumkin. Ba'zi xollarda podstansiyalar iste'molchi vazifasida keliShi mumkin. Podstansiyalar quyidagicha bo'lishi mumkin: uzatishchi-past kuchlanishli tarmoq qism uchun, qabul qiluvchi-kata kuchlanishli tarmoq qism uchun. SHuning bilan elektr tarmoqlar har xil hususiyatlarga ega bo'ladi. Energetika respublika kompleks xo'jaligining asosiy sohasi hisoblanadi. O'zbekistonda umumiy o'rnatilgan quvvati 11043 MVt bo'lgan 37 ta katta IES va GES; Shu jumladan, IES – 9644 MVt, GES – 1399 MVt. O'zbekiston o'zini energiya bilan butunlay taminlaydi, hamda qisman Markaziy Osiyo davlatlariga va Janubiy Kozog'istonga beradi. O'zbekistonda elektr taminotini taShkil qiliSh 15 ta elektr tarmoqlari korxonalariga yuklatilgan. Elektr uzatish liniyalarining umumiy uzunligi 220000 km dan oShiq, Shu jumladan 500 kV kuchlanishda – 1600 km, 220 kV da – 4600 km. Uzatish liniyasi deb, elektr energiyasini uzatish uchun mo'ljallangan liniya, ulovchi armatura, tayanch,

izolyator, travers, kabel, kanallar tizimiga aytiladi. Elektr energiyasi 1 kV dan yuqori kuchlanishda uzatilsa, yuqori kuchlanishli havo liniyasi (YUKHL), 1 kV dan kichik bo'lsa – past kuchlanishli havo liniyasi (PKHL) deyiladi.

Bu elektr tarmoqlar va tizimlar ishonchli va samarali ishlaishi lozim! Buning uchun yo'sh mutaxassisga quyidagilar zarur: o'ta yuqori, yuqori va bo'shqa kuchlanishli liniyalardagi jarayonlarni tushunishi; o'ta samarali va ishonchli sxema va joylanishlarni, ratsional kuchlanish, optimal kesim yuza, transformatorlarning soni va quvvati, kompensatsiyalovchi uskunalarning quvvati va o'rnatish joyi va bo'shqalarni to'g'ri tanlashni bilishi kerak.

Tarmoqlarning normal va shikastlanish ish holatlarini (tarmoqning alohida qismlarida quvvat yoki toklar, tizim tugunlaridagi kuchlanishlar, tarmoq elementlaridagi quvvat isrofi) hisoblash usullarini bilish lozim. Bu holatlarni bo'shqariش usullarini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari, kuchlanishni rostlash imkoniyatlarini bilishi; normal ish holatlarni rele himoyasi, nazorat va bo'shqariش avtomatikasini tushunishi; tarmoqning ratsional variantini tanlash masalalarini echa olishi kerak. Aks holda energetik tizimning birorta elementidagi (bunday elementlar bir necha ming) shikastlanish holati sodir bo'lsa butun regionning elektr energiya taminotini butunlay yoki qisman to'xtatishga, sanoat korxonalari, qishloq xo'jalik korxonalari va transport ishini to'xtatishga olib keliши mumkin. Havo liniyalari orqali katta quvvatlarni bir necha yuz km masofalarga 110; 220; 500; 750;...kV kuchlanishda uzatish uchun ishlatiladi. Bunday liniyalardan tashkil topgan tarmoqlar taminlovchi deb ataladi. Bulardan farqli, yuqori kuchlanishli taqsimlovchi tarmoqlar energiyani iste'molchilar orasida bir necha o'n km masofada taqsimlash uchun xizmat qiladi va kuchlanishi 6;10;35 kV bo'lgan liniyalardan tashkil topadi.

PKL lar energetika tizimini quvvati katta bo'lmagan iste'molchilar bilan bevosita ulanadi. Tuman elektr tarmoqlari tuman elektr energiyasini taqsimlash uchun xizmat qiladi, bunday tarmoqlar elektr stansiyalarni podstansiyalar bilan bog'laydi.

Taqsimlovchi tarmoqlar esa iste'molchilarga energiyani uzatadi. O'z navbatida shahar, sanoat va qishloq xo'jaligi tarmoqlari taminlovchi tarmoqlar bo'lishi mumkin, ularga energiya iste'molchilari bevosita ulanmaydi.

Tizimlar orasida quvvat almashuviga xizmat qiluvchi aloka liniyalari bilan bog'langan rayon energetika tizimlari birlashgan energetika tizimini tashkil qiladi: albatta bularning tashkil qilinishi davlatlar uchun yoki davlatlararo iqtisodiy va texnikaviy afzalliklarga olib keladi.

Demak, elektr tarmoqlarini, elektr energiyasini ishlab chiqarishdan bo'shlab va uni iste'molchiga kadam, shartli 3 ta guruhga ajratish mumkin:

- mahalliy, xizmat ko'rsatish radiusi o'nlab kilometr va kuchlanishi 110 kV gacha bo'lgan o'rtacha rayonlarga xizmat ko'rsatuvchi;
- rayonlararo, katta rayonlarni o'z ichiga oluvchi va elektr stansiyalarini elektr tizimsi va yuklamalar markazi bilan o'zaro bog'lovchi, kuchlanishi 110 kV va undan yuqori.
- tizimlararo, alohida tizimlarni o'zaro bog'lovchi.

1-BOB. ELEKTR TARMOQLAR VA TIZIMLARI HAQIDA TUSHUNCHA.

1.1-MAB3Y

«ELEKTR TARMOQ VA TIZIMLARNI KLASSIFIKATSIYASI, ELEKTR TARMOQ VA TIZIMLARINING TURLARI

Ўқув мақсади

Talabalarda “Elektr tarmoq va tizimlar”ning sinflari, vazifasi, tuziliShi haqidagi bilimlarini, elektr tarmoqlari va tizimlarini o‘rganiSh bo‘yicha amaliy ko‘nikmalarini ShakllantiriSh.



- Asosiy ma'lumotlar



Elektr tarmoqlariga talablar elektr tarmog‘ining asosiy vazifasi, uning elektr uzatgichi etarli darajada mustaxkam bo‘liShi Shart. Tarmoqlarni ekspluatatsiya qiliShda klimatik Sharoitni o‘zgartiriShga karab bajariladi. Tarmoqda elementlarni buziliShi ta‘mirlaSh iShlarini olib boriliShi uchun tarmoqdagi elektr energiya o‘chirib qo‘yiladi. Iste‘molchilarga yuboriladigan elektr taminoti buziliShi mumkin. Texnik-iqtisodiy hisob adabiyotlarga asoslanib ko‘Shimcha savollar tug‘iliShi mumkin [1]. Tarmoqda nosozlik bo‘lmasligi uchun: konstrusiyalardagi elektr apparatlarni murakkablaShtiriSh talab qilinadi, bu tarmoqniyu qiymati oShiShiga olib keladi, natijada bu qiymatni oShiriShi o‘zini-o‘zi qoplamasligi mumkin. Elektr tarmoqlari joyiga hamda iste‘molchilarning talabiga qarab quyidagilarga bo‘linadi. SHahar va qiShloq joylarda, sanoatda elektr tizimlari (tuman, Respublika) bundan taShqari elektr tarmog‘ini klassifikasiyalaSh turlaSh zamonaviy Sharoitda elektr taminotida 3 fazali o‘zgaruvchan tok ko‘llaniladi. Doimiy tokni ko‘llaSh aosan chegaralanadi. Bundan taShqari doimiy tok elektr energiyani uzoq masofaga etkaziSh uchun iShlatiladi. Har qanday tarmoq nominal kuchlaniSh bilan xarakterlanadi. Nominal kuchlaniSh standartlaShtirilgan. Nominal kuchlaniSh Shkalasi o‘zgaruvchan tokda fazasi va faza orasida to‘rt simli tarmoq uchun uch fazali tarmoqdagi ba’zida bir fazali tarmoqlaniSh elektr iste‘molchilar uchun ulaniSh ko‘zda tutiladi. Ko‘pincha nominal kuchlaniSh Shkalasini tuShuniSh uchun bo‘linib o‘rganiladi. Past kuchlaniSh (PK), o‘rta kuchlaniSh (O‘K), yuqori kuchlaniSh (YUK) va o‘ta yuqori kuchlaniSh (O‘YUK) dir. Rasmiy xujjatlarda bunday bo‘liniSh ko‘llanilmaydi. Elektr tarmoqlari ichki va taShqiga bo‘linadi. Ichki tarmoq deb-inShootlarni ichida joylaShgan tarmoq tizimlaridir. TaShqi tarmoq-zonadan taShqarida joylaShgan tarmoqqa aytiladi. LoyihalaShtiriShda tarmoq iShini mustaxkamlik darajasida belgilanadi. Ba’zi tadbirlar elektr tarmoqlarini ekspluatatsiyasida amalga oShiriladi. Elektr tarmoq iste‘molchilarni elektr energiya bilan taminlaShni asosiy zvenosi hisoblanadi. Elektr energiyaning sifat ko‘rsatgichlari elektr tarmoqning asosiy negizi hisoblanadi va energiyaning o‘zgariShiga ta’sir qiladi. Elektr

energiya sifat ko'rsatgichlari standart kuchlaniSh orttirilgan holatini qabul qiliSh demakdir. Tarmoqda kuchlaniShning pasayiSh ta'sirida elektr energiyasi sifat ko'rsatgichining yaxshilaniShi juda qimmatga tuShadi. Va nihoyat elektr tarmog'i xar qanday Sharoitlarda tejamkorlik bo'liShi kerak bo'ladi. YUqorida ko'rsatilgan texnik talablar bajariliShi Sharoitida iqtisodiy talablar taminlaniShi kerak. Bu degani yuksak texnik echimlar qo'llaniliShi kerak. Ishlatilayotgan qurilmalarni to'liq rotsional taminlaniShi kerak. Elektr tarmog'ini iSh jarayoni muntazam nazoratda bo'liShi zarur. Ratsional echimlar bilan tarmoqni iqtisodiy iShini taminlaSh o'ziga xos noyob adabiyotlarni talab qiladi.

Iste'molchilarni taminlaSh sxemasi energiya manbaining uzoqligiga, berilgan rayonning elektr bilan taminlaSh sxemasiga, iste'molchilar joylaShgan hududga, ularning quvvatiga, iShonchliligiga va boShqa bir nechta ko'yilgan talablarga bog'liqdir.

Tarmoqning sxemasini va Shaklini qabul qiliSh juda murakkab iSh bo'lib, u iShonchlilik, tejamkorlik, iShlatiShdagi qulaylik, xavfsizlik va keyinchalik rivojlantiriSh imkoniyati talablariga javob beriShi kerak.

Ta'kidlab o'tiSh joizki, avvalgi yillarda O'rta Osiyo va Qozog'istonni birlashtirgan elektr sistemasi barpo etilgan edi. Bu elektr sistemasining asosini O'zbekiston Respublikasi elektr sistemasi taShkil etadi va tezkor (operativnoy) boShqaruvi, ya'ni birlashtirgan dispetcher boShqarmasi (ODU) ToShkentda joylaShgan. Hozirgi vaqtda ham mana Shu birlashtirgan sistemani O'zbekiston Respublikasida o'z-o'zini elektr taminlaSh va elektr taminotini iShonchliligini oShiriSh maqsadida bir qator yirik chora-tadbirlar bajarildi.

Birinchi – bu Talimarjon issiqlik elektr stansiyasi (QaShqadaryo viloyati) iShga tuShuriSh arafasida ekanligi. Bu yirik elektr stansiya bo'lib, eng zamonaviy generator bloklari bilan jihozlangan (750 generator–transformator bloklari).

Ikkinchi–Guzor–Sirdaryo 500 kV E.U.Y. qurildi, bu O'zbekiston Respublikasi janubiy hududlarini elektr energiyasi bilan taminlaniShini iShonchliligini oShiradi.

Uchinchi–bu Buxoro-Qorovulbozor, Qorako'l-Qorovulbozor va ko'k-Dumaloq-Qorovulbozor, 220 kV E.U.L.ning quriliShi.

Undan boShqa butun mamlakat bo'yicha quvvat isrofini kamaytiriSh dasturi tuzilgan va energetik olimlar bilan birgalikda amalga oShirilayapti.

Elektr energiyasini iShlab chiqariSh jarayoni bilan bog'liq bo'lgan, “Elektr tarmoq va tizimi” fani elektroenergetika yo'naliShi uchun asosiy o'rinni egalovchi fan bo'lib, asosan elektr sistema (tizim) va elektr tarmoqlarning optimal iShlaSh rejimlarini hisoblaSh, elektr asbob-uskunalarini tanlaSh, elektr sistemasining iqtisodiy ko'rsatgichlarni o'rganiSh va quvvat isrofini kamaytiriSh va elektr energiyasini sifat ko'rsatgichlarni o'rganiSh masalalari ko'rib chiqiladi.

“Elektr tarmoqlari va tizimlari” fani bir qator umumiy tuShunchalarga tayanadi va aynan Shu tuShunchalar yordamida o'rganiladi.

Bu tuShunchalar birinchisi: Elektroenergetika sistemasi (tizimi) – elektr energiyasini iShlab chiqariSh, uzatiSh, taqsimlaSh va iste'mol qiliSh barcha asbob uskunalarining majmuasi. Demak, elektr energiya sistemasi o'z ichida elektr energiyasini uzatiSh va taqsimlaSh asbob-uskunalarini elektr tarmoq va nihoyat

elektr energiyasini iste'mol qiliSh, ya'ni elektr energiyasining energiyani boShqa turlariga o'zgartiruvchi uskuna - dastgohlar – elektr iste'mol sistemasini taShkil etadi. Elektr energetika sistema o'ziga o'nlab (20-50) har xil rusumli elektr stansiya, minglab kilometr E.U.L qamrab oladi. Hozirgi paytda butun sistemaning iShlaSh iShonchliligi oShadi: ehtiyoj quvvat (rezervnaya moщnost) kamayadi: sutkali va yil iste'mol grafiklari tekislanadi. Sistemaning optimal imkoniyatlari oShadi.

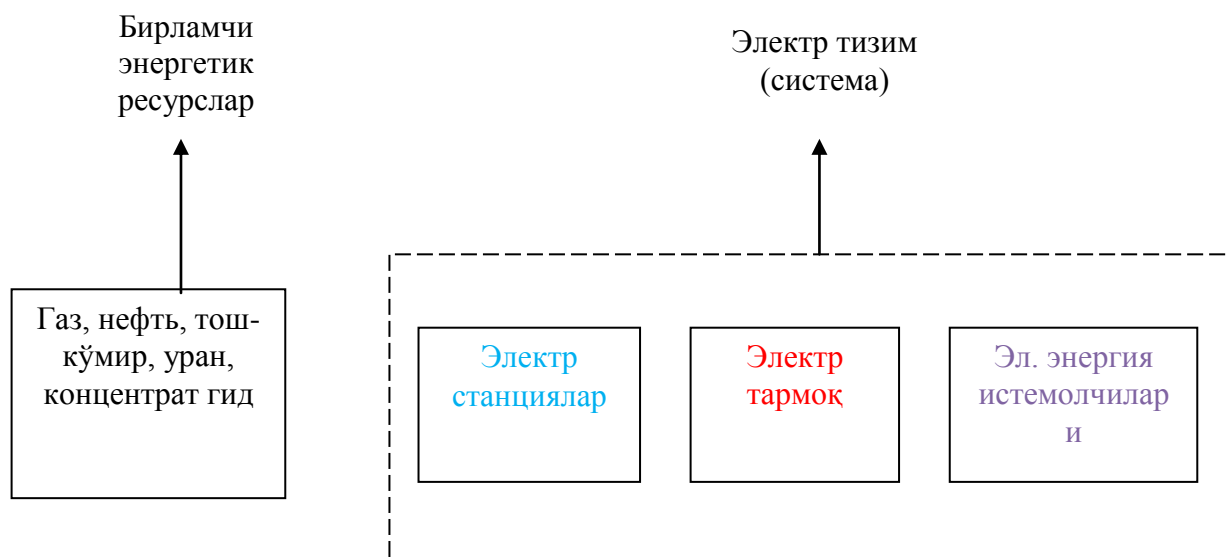
TuShunchalarning ikkinchisi, bu elektr tarmoq tuShunchasidir. Elektr tarmoq deb, elektr stansiyaning elektr qismi, elektr majmuasiga aytiladi.

YUqorida ta'kidlab o'tgan edik O'zbekiston Respublikasi elektr tarmoqlari O'rta Osiyo va Janubiy Qozog'iston birlaShtirilgan elektr energiya sistemasining asosini taShkil etadi.

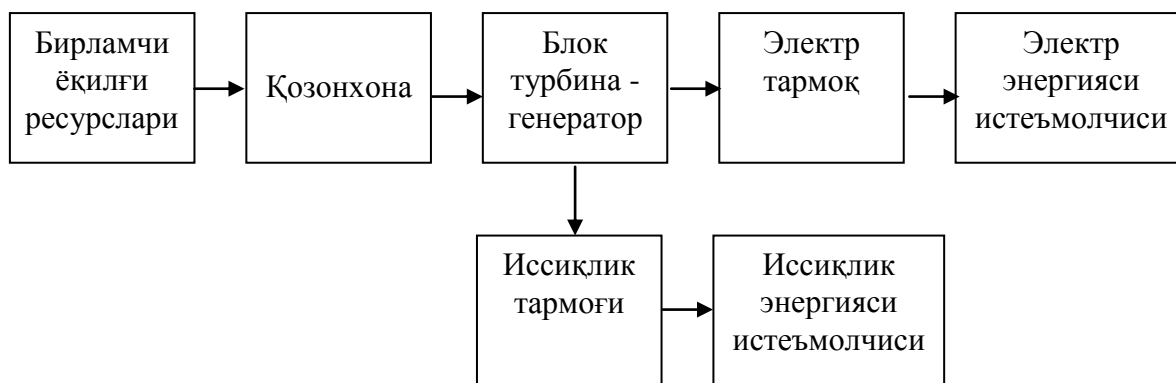
TuShunchalarning uchinchisi – elektr stansiya – elektr energiyasi va issiqlik iShlab chiqaradigan uskunalar majmuasi.

To'rtinchisi–elektr podstansiya–elektr energiyasi kuchlanishini o'zgartiradigan va taqsimlanadigan uskunalar.

BeShinchisi–elektr uzatiSh liniyalari (EUL, LEP) elektr energiyasini uzatiSh uchun iShlatadigan simlar yoki kabellar sistemasi.



1.1.1-rasm



1.1.2-rasm

Elektr tarmoqlar quyidagi vazifalarni taminlaSh lozim:

- A) Iste'molchilarni uzluksiz, yuqori iShonchlilik elektr taminlaSh.
- B) Elektr energiyasini davlat qabul qilgan andozalar asosida yuqori sifatini taminlaSh.
- V) Barcha elektr qurilmalarning iqtisodiy rejimda iShlaSh imkoniyatini taminlaSh, ya'ni elektr energiyasini energiyaning boShqa turlariga (mexanik, issiqlik, yorug'lik energiyasiga) o'tkazganda isrofni kamaytiriSh, elektr energiyasini tejaSh.
- G) Personal uchun xavfsizlik va qulaylik yaratiSh, tarmoqlarining iShonchligiga qo'yiladigan talab va Shartlar iste'molchilarning xarakteriga bog'liq.

Tarmoqning Shakli elementlarning (ES, PS, TU, liniyalar) o'zaro joylaShuvi bilan tarmoq sxemasi esa – uning asosiy quriSh rejasi, iste'molchilarning toifalari va iShonchlilik darajasi bilan aniqlanadi.

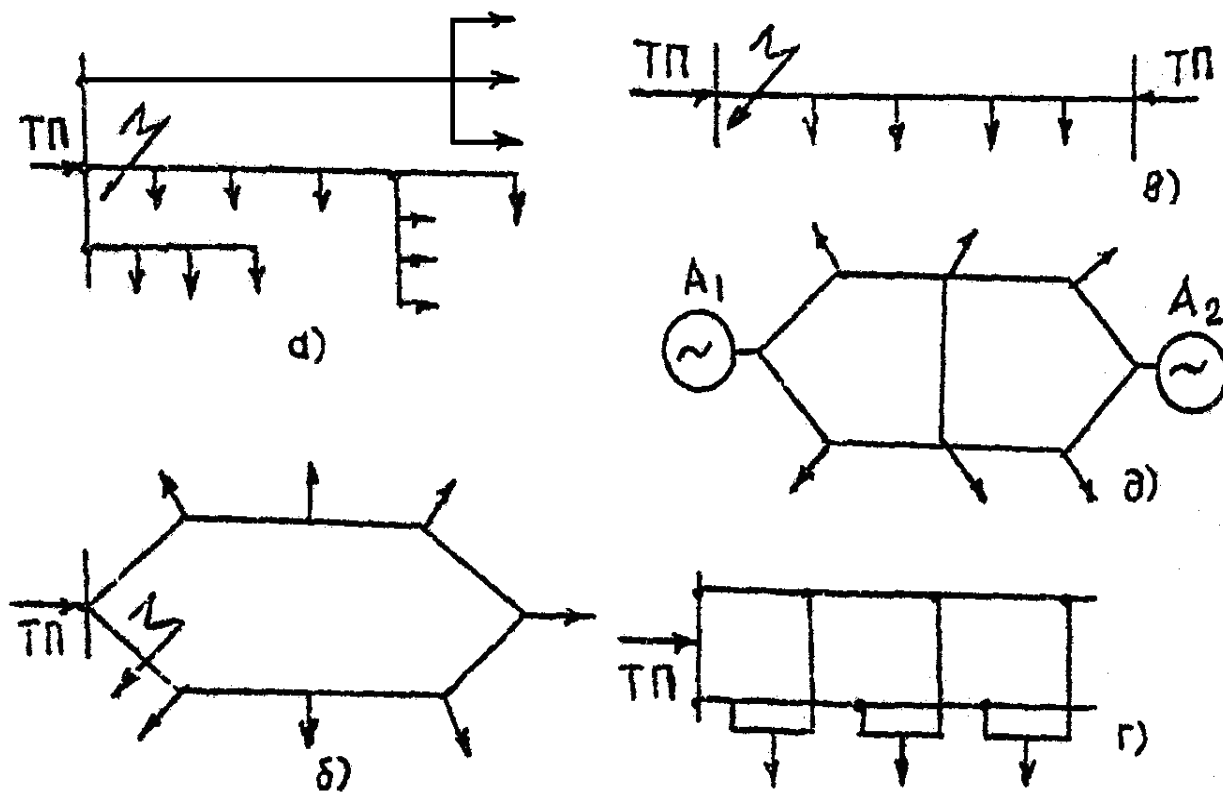
- 1- toifali iste'molchilar elektr energiyasini ikkita bir-biri bilan bog'lanmagan taminlaSh manбайдan, ikkita alohida liniyalar orqali oliShi kerak. Elektr energiyasi bilan taminlaShdagi uziliShga ruxsat etiladigan vaqt faqat zahiralangan taminotni avtomatik ulaSh vaqtiga teng bo'liShi kerak. Ko'pincha ikki tizimli yagona liniya kerak bo'lgan iShonchlilikni taminlamaydi, chunki tayanch Shikastlanganda, liniya muz bilan koplenganda, Shamolda va Shunga o'xShaSh tabiiy hodisalar ro'y berganda energiya taminoti butunlay uzilib qoliShi mumkin.
- 2- toifa iste'molchilari uchun ko'pincha ikkita alohida liniyalar orqali yoki ikki tizimli liniyalar orqali taminlaSh nazarga olinadi. Havo liniyalarini ShikastlaniShdan ta'mirlaSh uzoq bo'lmagani sababli, qoidalar bo'yicha 2-toifa iste'molchilarini yakka bir liniya orqali taminlaShga ham ruxsat etiladi.
- 3- toifa iste'molchilari uchun energiya taminotini bir liniya orqali amalga oShiriSh etarli hisoblanadi.

Elektr energiyasi bilan taminlaShda tarmoqning zahiralangan va zahiralanmagan sxemalaridan foydalaniSh mumkin.

Zahiralanmagan tarmoq deb zahira sifatida ko'Shimcha liniya va transformator podstansiyalari bo'lmagan tarmoqqa aytiladi. Bu 3-toifali

iste'molchilarni taminlaydigan (ba'zan 2) Shu'lasimon sxemalarga taalluqlidir (1.1.3a-rasm)

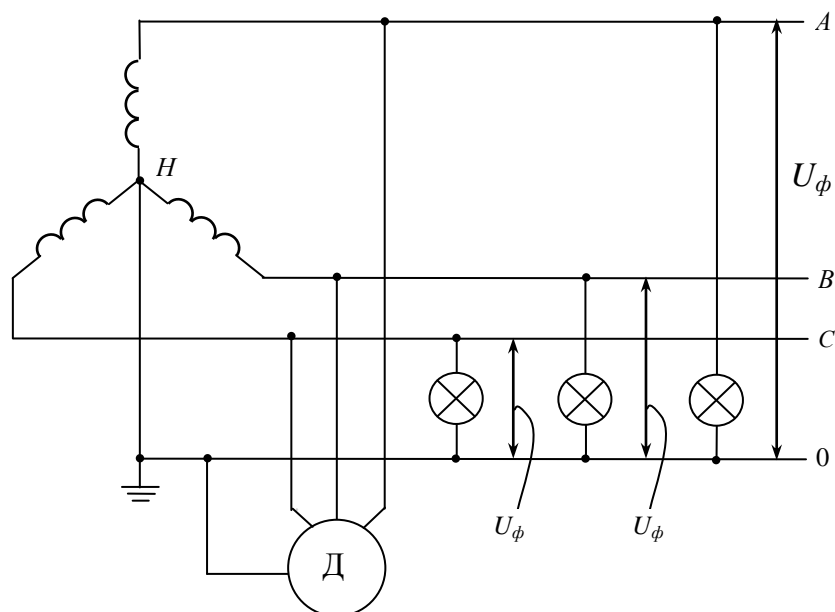
Zahiralangan tarmoq 1 va 2-toifali iste'molchilarni taminlaydi. Bunga halqalangan (1.1.3 b-rasm), ikki tarafdin taminlanuvchi (1.1.3v-rasm), ikki tizimli magistral (1.1.3g-rasm), tugun nuqtalari bor murakkab berk zanjirli tarmoqlarni (1.1.3d-rasm) kiritish mumkin. Ushbu rasmlarda tarmoq sxemalarining bir chiziqli tasviri ko'rsatilgan bo'lsa ham, lekin quvvat uzatilishining uch fazali tizimni nazarda tutiladi.



1.1.3-rasm. Tarmoqlarning mumkin bo'lgan sxemalari. ТП – трансформатор подстанцияси, А1 ва А2 таъминлаш тугунлари (станция еки подстанция).

Uch fazali kuchlanishlar tizimi o'zining shakl-shubhasiz afzalliklari tufayli (barobar metall sarfida unda bir fazali tizimga nisbatan kam quvvat isrofi va kuchlanish yo'qotilishi) keng qo'llaniladi.

Ko'p hollarda past kuchlanishli uskunalarning taminoti to'rt simli uch fazali tizimlar yordamida amalga oshiriladi, unda betaraf nuqta bevosita erga ulangan bo'ladi (1.1.4-rasm).



1.1.4-расм. Бетараф нуқтаси ерга бевосита уланган
уч фазали ўзгарувчан ток тўрт симли системанинг схемаси.

Nol simi yoritgich iste'molchilarini faza kuchlaniShiga ulaSh uchun va fazalar bir hil yuklanmaganida paydo bo'ladigan nosimmetriya toklarini tenglashtirish uchun ishlatiladi. Hamma fazalar bir hil yuklanganda nol simdan tok oqmaydi.

1.1.4-rasmdagi sxemani 380/220 V nominal kuchlaniShida ishlatish maqsadga muvofiq, chunki bunda bir vaqtning o'zida chiziqli va fazali kuchlaniShlardan qulay foydalaniladi.

Yoritish yuklamalari uchun faqat qiymati 220 V bo'lgan kuchlaniSh to'g'ri kelgani sababli, 1.1.4-rasmdagi sxemani 220/127 V kuchlaniShlarda ishlatish cheklangan, uni 220/127 V kuchlaniShlarida ishlatish tejamli emas, chunki kuch yuklamasi bunda juda past bo'lgan 220 V kuchlaniShda ishlatishga to'g'ri keladi. Betaraf nuqta bevosita erga ulanmagan uch simli sxema esa ko'pincha sanoatda, kuch yuklamalarini taminlash uchun 660/380 V nominal kuchlaniShda ko'llaniladi [2].

Uzunligi va quvvati katta bo'lgan tarmoqlarda uzatish kuchlaniShini ikki va undan ko'p boskichda amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Elektr tarmoqlari elementlari nominal kuchlaniShga ega bo'lgan elektr simlari kommutatsion apparatlar bilan taminlangan. Bu apparatlar elektr stansiyalar bilan podstansiyalarning taqsimlovchi qurilmalarida o'rnatiladi. Zamonaviy sharoitda kuchlaniShlar har-hil bo'lgan tarmoq qo'llanishi mumkin. Bunda tarmoq tarkibiga transformator kiradi. To'la quvvatli elektr stansiyalari (ES) energiya kuchlaniShini 500 kV gacha transformatsiya qiladi. 500 kV elektr energiyani liniyalar orqali turli hil podstansiyalarga yuboriladi. KuchlaniShni transformatsiya qiluvchi 220 kV kuchlaniSh qabul qiladi. Unda kuchlaniSh 110 kV ga tushadi, shuningdek kuchlaniSh 35 kV va 10 kV pasayadi. Elektr tarmoqlarning ish tartibiga asosan ayrim iste'molchilarning yoqib-o'chirilishi, yoki ularning ish tartibini o'zgartirganda (ishlab chiqarishning texnologik jarayonida muvofiq) – bu degani

yuklamaning qiymatini o'zgarishi nazarda tutiladi. Ko'pincha elektr holatning keskin o'zgarishi taqsimlovchi, ayniqsa sanoat tarmoqlarida kuzatiladi. Ko'p hollarda ayrim elektr iste'molchilarning yuklama tartibini o'zgartirishi bu tasodifiy holat. Bu shuni bildiradiki vaqtning har bir payti uchun hamma elektr iste'molchilarning bir vaqtdagi muvofiqligini oldindan bilib bo'lmaydi. Shuningdek, elektr tarmoqning muvofiq holati deyarli ehtimollar darajasi bilan aniqlanadi. Elektr tarmoq ishining miqdorli xususiyatlari uchun ish tartibi ko'rib chiqiladi. Tarmoqning ish tartibi deb, uning parametrlari (tartib parametrlari) orqali shart qilinadigan elektr holati tushuniladi.



Саволлар

- 1. Elektr tarmoq deb nimaga aytiladi?*
- 2. Elektr tarmoq va tizimda necha xil toifa mavjud?*
- 3. Uch fazali tok haqida nimani bilasiz?*
- 4. Elektr tarmoq va tizimning elementlariga nimalar kiradi?*

ELEKTR TIZIMI ELEMENTLARINING NOMINAL KUCHLANISHI. KUCHLANISHNI ROSTLASH TUSHUNCHASI.

Ўқув мақсади

Talabalarda Elektr tizimi elementlaridagi nominal kuchlanishlar, kuchlanishlarni o'zgartirish usullari, ularni rostlashni o'rganishni yuklamaga bog'liqliklarini o'rganish.



- *Asosiy ma'lumotlar*



Har qanday elektr tarmog'i, uning uskunalari (generator, transformator, liniya va boShqalar) mo'ljallangan nominal kuchlanish (U_n) bilan ifodalanadi. Nominal kuchlanish iste'molchilarning normal ishlashini taminlashi va eng yuqori iqtisodiy samara berishi lozim.

Iste'molchilar yuklamasi vaqt bo'yicha o'zgarishi sababli, tarmoqning har qanday nuqtasidagi kuchlanish nominal qiymatdan og'adi (rasmga karalsin). Bu og'ish energiya sifatini pasaytiradi, natijada ziyon keltiradi.

Elektr tarmog'ining nominal kuchlanishi uning texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlariga, hamda texnik xarakteristikalariga jiddiy ta'sir etadi. Masalan, agar nominal kuchlanish ko'tarilsa quvvat va energiya isrofi kamayadi, ya'ni ish xarajatlari kamayadi, simlarning kesim yuzasi va liniya qurilishi uchun sarflangan metal kamayadi, liniyalarda uzatilayotgan quvvat oshadi, lekin tarmoq qurilishi uchun sarflangan kapital xarajatlar ortadi.

Past nominal kuchlanishli tarmoq kam kapital xarajatlar talab qiladi, lekin quvvat va elektr energiya isrofi oshishi sababli katta ishlatilish xarajatlariga olib keladi, bundan tashqari, kam o'tkazilish qobiliyatiga ega. SHuning uchun, tarmoqni loyixalash vaqtida nominal kuchlanishni to'g'ri tanlash muhim hisoblanadi.

Elektr tarmoqlarning nominal kuchlanishi amaldagi standartlarda ko'rsatilgan (GOST da).

Iqtisodiy ma'qul nominal kuchlanish bir necha omillarga bog'liq:

- yuklama quvvatiga;
- taqsimlash markazidan yuklamani yiroqligi (uzoqligi)ga;
- yuklamalarni joylashishiga;
- elektr tarmog'ining tuzilishiga;
- kuchlanishni rostlash usullariga va boShqalarga.

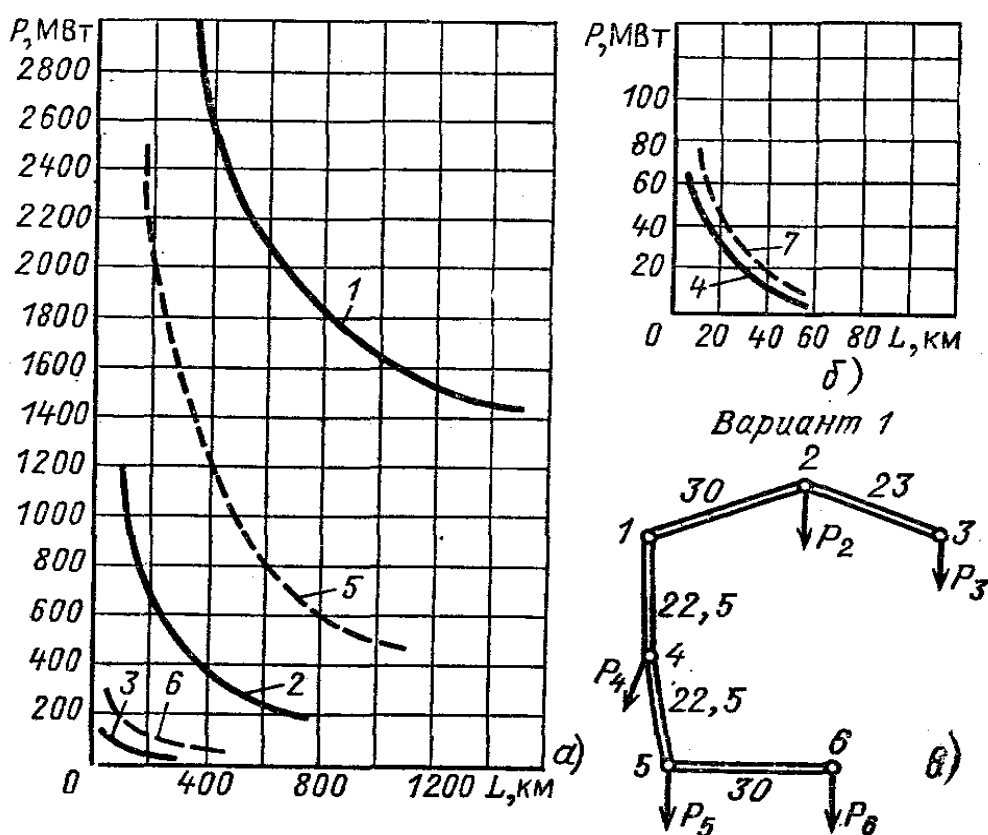
Nominal kuchlanishni (U_{nom}) taxminiy qiymatini uzatilayotgan quvvat qiymati va u uzatilayotgan masofa bo'yicha aniqlash mumkin. Liniya orqali uzatilayotgan masofa qancha katta bo'lsa, Shuncha texnik va iqtisodiy me'yorlar bo'yicha elektr tarmog'ining nominal kuchlanishi yuqori bo'lishi kerak.

Nominal kuchlanishni quyidagi usullardan biri bilan taxminiy baxolash mumkin:

- a) – rasmdagi chiziqlar bo'yicha;
- b) – empirik ifodalar bo'yicha;
- v) 5- jadvalga asosan liniyaning o'tkazish qobiliyati va uzatish masofasiga bog'liq holda

- rasmlardagi chiziqlar, turli nominal kuchlanishli elektr tarmoqlarini iqtisodiy ma'qul qo'llanilish sohasini ko'rsatadi. Bu bog'lanishlar, R , ℓ va U_{nom} ko'rsatgichlari xar hil bo'lgan tarmoq variantlari xarajatlarini solishtirish natijasida olingan.

Chiziqlar, 110-220-500 kV (1-4 chiziqlar) va 110(150)-330-750 kV (5-7 chiziqlar) kuchlanishlar tizimi uchun teng iqtisodiy chegaralarni taxminan ifodalaydi. Masalan, 2 – chiziq nuqtalari, kuchlanishi 220 va 500 kV bo'lgan tarmoq variantlari teng foydali bo'lgan R va ℓ ning qiymatlariga to'g'ri keladi.



1.2.1-Расм. Турли U_{nom} ли электр тармоқларининг қўлланилиш соҳаси тенг иқтисодий чегаралар:

- 1 – 1150 ва 500 кВ; 2 – 500 ва 220 кВ; 3 – 220 ва 110 кВ;
- 4 – 110 ва 35 кВ; 5 – 750 ва 330 кВ; 6 – 330 ва 150 кВ;
- 7 – 150 ва 35 кВ.

Ma'lum bo'lgan uzatilayotgan quvvat R , va liniya uzunligi ℓ , km bo'yicha nominal kuchlanishni **Stilla** ifodasi yordamida oldindan aniqlash mumkin:

$$U_{nom} = 4,34 \sqrt{\ell + 16 P}$$

Bu ifoda, uzunligi 250 km gacha bo'lgan va uzatilayotgan quvvati 60 mVt oShmagan liniyalar uchun ma'qul.

1000 km gacha masofaga uzatiladigan katta quvvatli liniyalar uchun **A.M.Zalesko** ifodasi qo'llaniladi:

$$U_{nom} = \sqrt{P(100 + 15 \sqrt{\ell})}$$

G.A. Illarionov quyidagi ifodani taklif qildi:

$$U_{nom} = \frac{1000}{\sqrt{500 / \ell + 2500 / P}}$$

Oxirgi ifoda, 35 dan 1150 kV gacha bo'lgan barcha nominal kuchlaniShlar Shkalasi uchun qoniqarli natija beradi[2].

Elektr tarmog'i variantlari yoki uning alohida uchastkalari xar hil nominal kuchlaniShga ega bo'liShi mumkin. odatda, boShida ko'p yuklangan boSh uchastkalarining nominal kuchlaniShi aniqlanadi. Halqasimon tarmoq uchastkalari, odatda, bir nominal kuchlaniShga bajariliShi kerak.

YUqoridagi usullarning biri bilan topilgan kuchlaniSh yakin nominal kuchlaniShga yaxlitlanadi. Barcha usullar U_{nom} ning faqat taxminiy qiymatini aniqlaSh imkonini beradi.

Nominal kuchlaniShning U_{nom} taxminiy qiymati aniqlangandan so'ng xar kaysi aniq tarmoq uchun turli nominal kuchlaniShlar variantlarining chegarlangan soni belgilanadi va ular texnik iqtisodiy soliShtiriladi.

Turli nominal kuchlaniShda tarmoqning bu variantlari uchun xarajatlarni soliShtiriSh natijasida butun tarmoqning yoki uning alohida qismlarining nominal kuchlaniShini asosli tanlaSh mumkin.

Ko'pincha, liniya boShidagi kuchlaniSh U_1 oxiridagi kuchlaniShdan U_2 yuqori, chunki liniya orqali oqayotgan tok kuchlaniSh yo'qotiliShini $\Delta U = U_1 - U_2$ hosil qiladi (1.2.2-rasm).SHuning uchun iste'molchidagi kuchlaniShni U_2 tarmoq kuchlaniShining nominal qiymatiga U_{nt} yaqinlaShtiriSh va liniya oxirida energiya sifatini taminlaSh uchun generator kuchlaniShi U_{ng} tarmoq kuchlaniShiga U_{nt} nisbatan 5% ga yuqori olinadi, transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi nominal kuchlaniSh esa U_{nt} ga nisbatan 5-10% ga yuqori (transformatorning o'zida taxminan 5% yo'qotiladi).

Demak, tarmoq va iste'molchilarning nominal kuchlaniShlari: 6, 10, 35, 110, 220, 500, 750 kV (O'zbekistonda 750 kV dan taShqari, hammasi iShlatiladi).

Generator va sinxron kompensatorlarning nominal kuchlaniShlari: 6,3; 10,5; 21 kV.

Transformatorlarning ikkilamchi chulg'amining nominal kuchlaniShlari: 6,3 va 6,6; 10,5 va 11; 22;38,5; 115 va 121; 230 va 242 kV.

Past kuchlaniShli (1000 V gacha) tarmoqlarda fazalar orasidagi (surati) va fazali (mahraji) nominal kuchlaniShlar quyidagicha qabul qilingan:

-tarmoq va iste'molchilar uchun - 220/127; 380/220; 660/380 V

-manbalar uchun - 230/133; 400/230; 690/400 V

-220/127 va 230/133 kuchlaniShlar iqtisod nuqtai nazaridan tavsiya qilinmaydi.

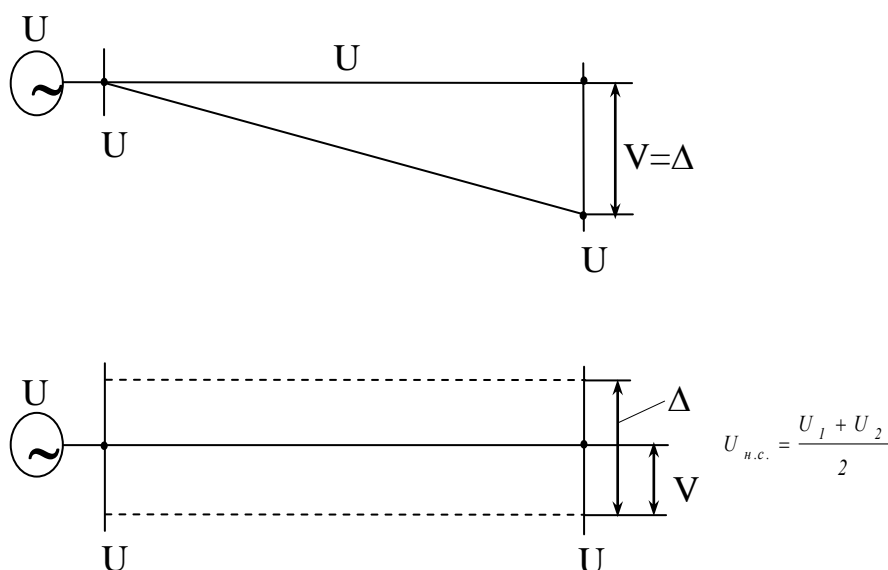
Elektr iste'molchilarning qisqichlari tugunlaridagi kuchlaniShni mumkin bo'lgan qiymatlaridan og'iShi tarmoq ko'rsatgichlarini pasayiShiga olib keladi. Energiya tizimidagi elektr tarmoqlari kuchlaniShining darajasiga Shu tarmoqlarning energiya o'tkazuv qobiliyati, iqtisodiyliigi va iste'molchilarga etkazib berilayotgan energiyani sifatiga bog'liqdir.

Elektr iste'molchilarini kerakli kuchlaniSh bilan taminlaSh generator kuchlaniShini rostlaSh, transformatorlarning transformatsiyalaSh koeffitsientini o'zgartiriSh, tarmoq elementlaridan oqayotgan reaktiv quvvat qiymatini va ayrim elementlar qarShiliklarini o'zgartiriSh hisobiga amalga oShiriliShi mumkin.

Generatorlar yordamida kuchlaniShni rostlaSh, generator imkoniyatiga ega bo'lgan kuchlaniShni rostlaSh oralig'ida (oralig') avtomatik ko'zg'atiSh regulyatorlari (AQR) yordamida amalga oShiriladi.

Transformatorlar (avtotransformatorlar) da kuchlaniShni rostlaSh transformatsiya koeffitsientini o'zgartiriShi orqali amalga oShiriladi, buning uchun ular o'ramlar sonini o'zgartiriShga imkon beruvchi maxsus moslama o'rnatiladi. Bu transformatorni o'chirib yokiSh YU.O.R. (yuklama ostida rostlaSh) uskunasi yordamida amalga oShiriliShi mumkin.

YU.O.R. li transformatorlar nisbatan ancha qimmat bo'lgani uchun, ular asosan yuqori kuchlaniShli taqsimlovchi tarmoqlarni taminlaydigan qabul qiluvchi podstansiyalarda qo'llaniladi.



1.2.2-rasm.KuchlaniShni rostlaSh

Sinxron kompensatorlar asosan qo'Shimcha reaktiv quvvat manbai sifatida iShlatiShga mo'ljallangan, lekin ularni kuchlaniShni rostlaSh uchun ham qo'llaSh mumkin. Bu vazifani sinxron dvigatellar va statik kondensatorlar bajariShi mumkin. Bunda, ular ko'ndalangiga reaktiv quvvatini kompensatsiya qilib, manbadan iste'molchilarga oqayotgan reaktiv quvvatni kamaytiradi va buning hisobiga esa liniyadagi kuchlaniSh yo'qotiliShi kamayadi. Statik

kondensatorlar sinxron kompensatorlarga qaraganda kapital harajatlari bo'yicha hamda ishlatilish harajatlari bo'yicha arzonidir.

LINIYALARDA KUHLANISH YO'QOTILISHINI HISOBLASH

Nazariy qism

Liniyaning boshidagi (U_1) va oxiridagi (U_2) kuchlanish vektor qiymatlarining algebraik farqi kuchlanishning yo'qotilishi deyiladi.

$$\Delta U = U_1 - U_2$$

Liniyaning boshidagi va oxiridagi kuchlanish vektorlarining geometrik farqi kuchlanishning pasayishi deyiladi. Kuchlanish pasayishining bo'ylamasiga va ko'ndalangiga ta'skil etuvchilardan iborat deb qarash mumkin[7].

Bo'ylamasiga ta'skil etuvchi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\begin{aligned} \Delta U_f &= U r_0 l \cos \varphi + U x_0 l \sin \varphi \\ \Delta U_f &= \sqrt{3} (U_a r_0 + U_r x_0) l \end{aligned}$$

$$\Delta U = \frac{Pr_0 + Qx_0}{U} l, \quad \Delta U = \frac{PR + QX}{U}$$

Ko'ndalangiga ta'skil etuvchi esa quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\begin{aligned} \Delta U_f &= U r_0 l \cos \varphi - U x_0 l \sin \varphi \\ \Delta U_f &= \sqrt{3} (U_a r_0 - U_r x_0) l \end{aligned}$$

$$\delta U = \frac{Pr_0 - Qx_0}{U} l, \quad \delta U = \frac{PX - QR}{U}$$

Liniyaning boshidagi va oxiridagi kuchlanish liniyadagi kuchlanish pasayishini bo'ylamasiga va ko'ndalangiga ta'skil etuvchilari bilan quyidagicha bog'langan:

$$\begin{aligned} U_1 &= \sqrt{(U_2 + \Delta U)^2 + (\delta U)^2} \\ U_2 &= \sqrt{(U_1 - \Delta U)^2 + (\delta U)^2} \end{aligned}$$

Mahalliy elektr tarmoqlarida kuchlanish pasayishining ko'ndalangiga ta'skil etuvchisi juda kichik, Shuning uchun ko'p hollarda hisobga olinmaydi

$$U_1 = U_2 + \Delta U$$

$$U_2 = U_1 - \Delta U$$

ya'ni bunda kuchlanish yo'qotilishini ko'ramiz (kuchlanishni algebraik farqi), qachonki, u kuchlanish pasayishi bo'ylama ta'skil etuvchisi bo'ladi:

$$\Delta U = \frac{Pr_0 + Qx_0}{U} l, \quad \Delta U = \frac{PR + QX}{U}$$

YUklama bir tekisda taqsimlangan liniyalarda (ko'chani yoritish, sexlarning yuklamalari) kuchlanish yo'qotilishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta U = \sqrt{3} r_0 I \frac{l}{2}$$

bu erda: l – liniyaning uzunligi, km.

Kuchlanish yo'qotilishi transformatorlarda quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta U_T = \frac{PR_T + QX_T}{U_h}$$

MASALARNI ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-masala. Liniyaning boʻshidagi kuchlanishi 115 kV boʻlganda 7200+j6400 kVA yuklamani taminlovchi 120 km uzunlikdagi AS-120 rusumli simdan tayyorlangan liniyaning oxiridagi kuchlanishni aniqlang [7].

EchiSh. 1-ilovadagi 2-jadvaldan AS-120 simning qarshiliklarini aniqlaymiz.

$$r_0=0,21 \text{ Om/km}, \quad x_0=0,42 \text{ Om/km}$$

Liniyadagi kuchlanish pasayishining boʻylamasiga taʼshkil etuvchisini aniqlaymiz.

$$\Delta U = \frac{Pr_0 + Qx_0}{U} l = \frac{7200 \cdot 0,21 + 6400 \cdot 0,42}{115} \cdot 120 = 4383 \text{ V}$$

Kuchlanish pasayishining koʻndalangiga taʼshkil etuvchisi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\delta U = \frac{Px_0 - Qr_0}{U} l = \frac{7200 \cdot 0,42 - 6400 \cdot 0,21}{115} \cdot 120 = 1753 \text{ V}$$

Liniyaning oxiridagi kuchlanishni aniqlaymiz.

$$U_2 = \sqrt{(U_1 - \Delta U')^2 + (\delta U')^2} = \sqrt{(115 - 4,38)^2 + (1,753)^2} = 110,63 \text{ kV}$$

Kuchlanish yoʻqotilishini hisobga olib liniyaning oxiridagi kuchlanish:

$$U_2 = U_1 - \Delta U' = 115 - 4,38 = 110,62 \text{ kV}$$

2-masala. AC-70 rusumli simdan tayyorlangan 10 km uzunlikdagi liniyadagi va TM-630/10 li transformatoridagi kuchlanish yoʻqotilishini, agar yuklamaning quvvati (600+j400) kVA va liniyaning boʻshidagi kuchlanishi 10,5 kV boʻlsa, tarmoqdagi nominal kuchlanishga nisbatan aniqlang.

EchiSh. 1-ilovadagi 2-jadvaldan AS-70 sim uchun qarshiliklarni aniqlaymiz.

$$\rho_0=0,46 \text{ Om/km}, \quad x_0=0,35 \text{ Om/km}$$

TM-630/10 transformatori uchun:

$$\Delta P_{qt}=7,6 \text{ kW}, \quad u_{qt}=5\%$$

Transformatorning aktiv qarshiligi:

$$R_T = \frac{P_{kt} U_n^2 \cdot 10^3}{S_n^2} = \frac{7,6 \cdot 10^2 \cdot 10^3}{630^2} = 1,9 \text{ Om}$$

Transformatorning aktiv qarshiligidagi kuchlanishning yoʻqotilishi:

$$\Delta U_a \% = \frac{S_n R_T^2}{U_n^2 \cdot 10^3} \cdot 100 = \frac{630^2 \cdot 1,9^2}{10^2 \cdot 10^3} \cdot 100 = 1,2\%$$

Transformatorning reaktiv qarshiligidagi kuchlanishning yoʻqotilishini aniqlaymiz:

$$\Delta U_r = \sqrt{U_{k3}^2 - \Delta U_a^2} = \sqrt{5^2 - 1,2^2} = 4,86 \%$$

Transformatorning induktiv qarshiligi:

$$X_T = \frac{\Delta U_p U_n^2 \cdot 10^3}{S_H} = \frac{4,86 \cdot 10^2 \cdot 10^3}{630} = 7,71 \text{ Om}$$

Liniyadagi kuchlanishning yoʻqotilishi:

$$\Delta U' = \frac{Pr_0 + Qx_0}{U} l = \frac{600 \cdot 0,46 + 400 \cdot 0,35}{10,5} \cdot 10 = 316,35 \text{ V}$$

Liniyaning oxiridagi kuchlanish:

$$U_2 = U_1 - \Delta U' = 10,5 - 0,316 = 10,186 \text{ kV}$$

Liniyadagi aktiv va reaktiv quvvat isrofi:

$$\Delta P_1 = \left(\frac{S}{U_1}\right)^2 r_0 l = \frac{600^2 + 400^2}{10,5} \cdot 0,46 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 17,36 \text{ kW}$$

$$\Delta Q_1 = \left(\frac{S}{U_1}\right)^2 x_0 l = \frac{600^2 + 400^2}{10,5} \cdot 0,35 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 13,206 \text{ kVAr}$$

Liniya oxiridagi toʻla quvvat:

$$S_2 = S_1 - (\Delta P_1 + j\Delta Q_1) = 600 + j400 - (17,36 + j13,2) = (582,64 + j386,8) \text{ kVA}$$

Transformatorning yuqori kuchlanish tomonidagi kuchlanishni bilib, undagi kuchlanish yoʻqotilishini aniqlaymiz:

$$\Delta U_T = \frac{PR_T + QX_T}{U} l = \frac{582,64 \cdot 1,9 + 386,8 \cdot 7,71}{10,184} = 404,95 \text{ V}$$

Tarmoqdagi kuchlanishning yoʻqotilishi:

$$\Delta U = \Delta U_1' + \Delta U_T = 316,35 + 404,95 = 721,2 \text{ V}$$

Nominal kuchlanishga nisbatan foiz hisobida:

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{10 \text{ kV}} \cdot 100 = \frac{721,2}{10000} \cdot 100 = 7,21 \%$$

MUSTAQIL ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-misol. Uzunligi 80 m, kesim yuzasi 6 mm^2 , 220 V li, yuklamasi 300 W/m bir tekisda taqsimlangan yoritgich tarmogʻida kuchlanish yoʻqotilishini aniqlang.

2-misol. Zavodning boʻsh pasaytiruvchi podstantsiyasi 220 kV li uzunligi 120 km, ACO-300 simdan tayyorlangan liniya bilan taminlanadi. Taminlash manbai Shinasidagi kuchlanish maksimal $(12000 + j9000) \text{ kVA}$ yuklamada 240 kV ga teng. Tarmoqdagi kuchlanish pasayishi va yoʻqotilishini hamda pasaytiruvchi podstantsiya Shinalaridagi kuchlanishni aniqlang.

3-misol. 30 kW qabul qiluvchi yuklama 380/220 V kuchlanishli 200 m uzunlikdagi toʻrtta simli havo liniyasidan taminlanadi. Liniya mis simli boʻlib,

faza simining kesim yuzasi 16 mm^2 , nol simniki esa 10 mm^2 . Liniyadagi kuchlaniSh yo‘qotiliShini (votlarda, foizda) aniqlang.

4-misol. 400 kVA quvvatli sex transformator podstansiyasi zavodning boSh pasaytiruvchi podstansiyasidan 10 kV kuchlaniShda 2 km uzunlikdagi havo liniyasi orqali taminlanadi. Liniya AS-50 simdan tayyorlangan bo‘lib, sim bir xil tomonli uch burchakning qirralarida 1 m uzoqlikda joylaShgan. Past kuchlaniSh tarafida (320+j210) kVA quvvat qabul qiluvchi yuklama ulangan. Liniya va transformatorlardagi kuchlaniSh yo‘qotiliShini aniqlang.

5-misol. AAB-3x70 kabel liniyasidan tayyorlangan taqsimlaSh punktidan 1600 kVA quvvatli 10 kVli transformator podstansiyasi taminlanadi. Liniyaning uzunligi 2,2 km bo‘lib podstansiyaning iste‘mol qiluvchi quvvati (1100+j50) kVA. Qabul qiliSh liniyasidagi kuchlaniSh yo‘qotiliShini aniqlang.



Саволлар

1. Nominal kuchlaniShlar haqida tuShuncha bering?
2. Elektr tarmoqda nominal kuchlaniSh necha foizga o‘zgaradi?
3. Nominal kuchlaniShni o‘zgartiriShning turlari qanday bo‘ladi?



I-BOB BO‘YICHA XULOSALAR

UShbu bobda Elektr tarmoq va tizimni taShkil etuvchi elementlar , elektr iste‘molchilarning toifalari hamda elektr tarmoq va tizimdagi nominal kuchlaniShlar haqida batafsil yoritilgan.

UShbu bobni o‘zlashtirgandan keyin talabalar Elektr tarmoq va tizimni nimaligini tasavvur etib elektr iste‘molchilarini elektr energiya bilan taminlaShning asosiy faktorlarini biliSh bo‘yicha bilim va ko‘nikmalarni o‘zlashtiradilar. SHuningdek nazariy bilimlarni mustahkamlaSh borasida elektr uzatiSh liniyasining iSh rejimini aniqlaSh bilan bir qatorda , liniyadagi kuchlaniSh isrofini aniqlaSh bilan o‘z bilimlarini yanada mustahkamlaydilar.

II-BOB. HAVO VA KABEL LINIYALARINING ASOSIY ELEMENTLARI

2.1-MAB3Y

HAVO LINIYALARINING ISH SHAROITLARI, ULARNING TUZILISHI, ISHLATILADIGAN MATERIALALARGA TALABLAR.

Ўқув мақсади

Havo liniyalarini tarkibi va tuzilishi, ishlatiladigan materiallarga haqida bilimlarini, elektr uzatish haqida tushunchalar bo'yicha amaliy ko'nikmalarni hosil qilish



- Asosiy ma'lumotlar

Havodagi elektr uzatish liniyalari (HL) elektr energiyasini o'tkazgichlar yordamida masofaga uzatish uchun xizmat qiladi. HLning asosiy konstruktiv elementlari bo'lib o'tkazgichlar, trosalar, tayanchlar, izolyatorlar va uzatish liniyasi armaturalari hisoblanadi. *O'tkazgichlar* elektr energiyani uzatish uchun xizmat qiladi. Tayanchlarning yuqori qismida HLni atmosfera o'ta kuchlanishlaridan himoyalash uchun *troslar* o'rnatiladi.

Tayanchlar o'tkazgichlar va troslarni er va suv sathidan ma'lum balandlikda tutib turadi. *Izolyatorlar* o'tkazgichlarni tayanchdan izolyasiyalaydi. *Uzatish liniyasi armaturalari yordamida* o'tkazgichlar izolyatorlarga, izolyatorlar esa tayanchlarga mahkamlanadi. Ayrim hollarda o'tkazgichlar izolyatorlar va uzatish liniyasi armaturalari yordamida muhandislik inshootlarining kronshiteynlariga mahkamlanadi.

Bir va ikki zanjirli HL ayniqsa keng qo'llaniladi. Uch fazali HLning bir zanjiri har xil fazalar o'tkazgichlaridan tashkil topgan. HLda ikki zanjir birgina tayanchda joylashgan bo'lishi mumkin.

HL konstruktiv qismlarining ishlashiga o'tkazgichlar va troslarning o'z og'irliklaridan, ularda hosil bo'luvchi muz qatlamlaridan, Shamol bosimidan, Shuningdek havo haroratining o'zgarishidan mexanik ta'sir ko'rsatiladi. Bundan tashqari, Shamol ta'sirida o'tkazgichlarning titraishi (yuqori chastota va kichik amplitudada tebraniishi), Shuningdek silkiniishi yuz berishi mumkin.

O'tkazgich.

O'tkazgichlar izolyasiyalangan va izolyasiyalanmagan bo'ladi:

-izolyasiyalangan o'tkazgichlarning yuza qismi rezina yoki plastmasa bilan qoplangan bo'ladi. Ular metall turiga qarab mis (M), alyuminiy (A), po'lat (C) simlardan tayorlangan bo'lib, Shuningdek o'tkazgichlar bir vaqtda qo'llaniladigan ikki metal alyuminiy va po'lat (po'lat yurakcha). yurakcha g'ayriixtiyoriy xarakterni kattalaShtiriShiga va chidamli o'tkazgich bo'lib xizmat qiladi. Bu o'tkazgichlarning ko'ndalang kesim yuzasida po'latlilik qismi taxminan 5 marta kam, lekin po'lat o'ziga 40% mexaniq yuklamani oladi. Mis simlar qimmat bo'lganligi uchun hozirda liniyalarda ishlatilmaydi. Kanstruktiv o'tkazgich bajariShiga ko'ra bir va ko'p o'tkazgichli va kovak o'tkazgichlar qilinadi. Bir simli o'tkazgichlar bita ingichka yumaloq simdan iborat, ko'psimlik ozgina egiluvchan, lekin yuklamada chidamiylik darajasi kamroq.

Po'latli ko'psimli o'tkazgich (PKO') po'latning soliShtirma qarShiligi yuqori bo'lganligi uchun kam foydaniladi. Ular yuqori bo'lmagan yuklama joylarda yani qiShloq xo'jalik tarmoqlarida ishlatiladi. Alyumenli bir simli o'tkazgichlar umuman olganda sanoatda ishlab chiqarilmaydi chunki uning mexaniq chidamiyligi juda past. Ko'p tolali alyumenli simlar asosan 35 kV gacha bo'lgan tarmoqlarga ishlatiladi. Yuqori kuchlaniShda po'lat-alyumenli AS, ASKS, ASK va boShqa markali simlar ishlatiladi. Masalan, ASK alyumenli misli va po'lat yurakdan taShkil topgan Po'latli ko'ptolali o'tkazgich PMS bilan belgilaniladi. Kovak simlar tekis ingichka simdan tayorlanadi, birlaShtirilgan va o'tkazgichni ichida bo'Sh fazoda joylaShadi. Bu metalning taShqi diametrini kattalaShiShini taminlaydi, tojlaniShning sarfini kamaytiradi. Bunaqa simlar asosiy ko'riniShda potstansiyalarda 330 kV va undan yuqori kuchlaniShga ishlatiladi.

Yuqorida ko'rsatilgan o'tkazgichlardagi mexanik yuklar, silkiniShlar va titraShlar ularning uziliShiga, tayanchlarning siniShiga, o'tkazgichlarning chalkaShib qoliShiga, izolyasiya oraliqlarini kamayiShi natijasida bu oraliqlarning teShiliShi yoki izolyatorlar ustida yoy paydo bo'liShiga olib keliShi mumkin.

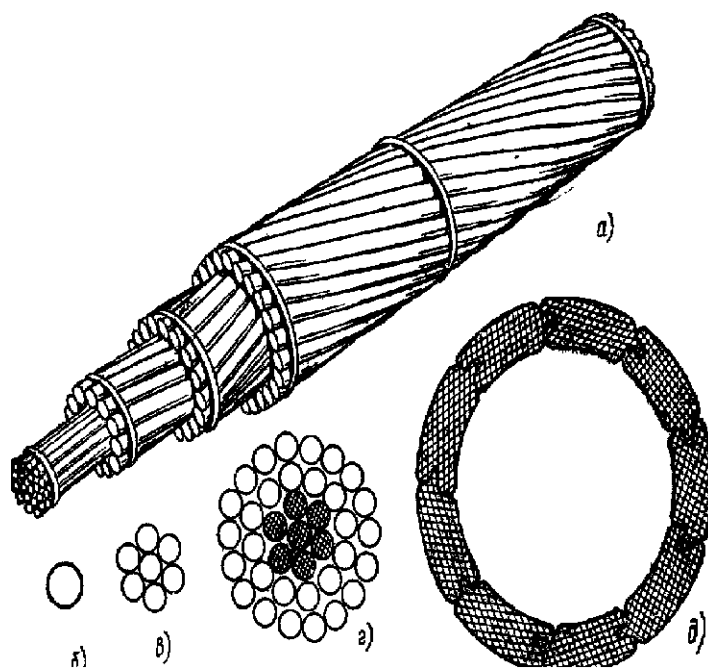
HLda izolyasiyalanmagan, ya'ni izolyasion qobiqsiz o'tkazgichlar foydalaniladi. HLlarda alyuminiy va po'lat-alyuminiy o'tkazgichlardan foydalaniSh keng tarqalgan. Mis o'tkazgichlar hozirgi davrda maxsus texnik-iqtisodiy hisoblaShlar bilan asoslanmasdan HLda foydalanilmaydi. HLda po'lat simlardan foydalaniSh odatda tavsiya etilmaydi.

Atmosfera o'ta kuchlaniShlaridan himoyalovchi troslar, qoidaga muvofiq, po'latdan tayerlanadi. So'nggi yillarda troslar yuqori chastotali kanallarni taShkil etiSh uchun ham foydalaniladi. Bunday hollarda ular po'lat-alyuminiydan tayyorlanadi.

Izolyasiyalanmagan o'tkazgichlarning tuziliShi va umumiy ko'riniShi 2.1.1a-rasmda keltirilgan. Bir simli o'tkazgich (2.1.1b-rasm) bitta dumaloq simdan taShkil topgan. Bunday o'tkazgichlar ko'p simli o'tkazgichlarga nisbatan arzonroqdir, biroq ular kam egiluvchan va kam mexanik

mustahkamlikka ega. Bir metallardan tayyorlangan ko'p simli o'tkazgichlar (2.1.1v-rasm) bir-biri bilan o'zaro o'ralgan simlardan taShkil topgan. Simlar sonining ortiShi bilan kesim yuzasi ortadi. Ikki metallardan tayyorlangan ko'p simli o'tkazgichlarda – po'lat-alyuminiy o'tkazgichlarda (2.1.1g-rasm) – ichki simlar (o'tkazgichning o'zagi) po'latdan, taShqi simlar alyuminiydan tayyorlanadi.

Po'lat o'zak mexanik mustahkamlikni oShirsa, alyuminiy – o'tkazgichning tok o'tkazuvchi qismi hisoblanadi.



2.1.1-rasm. HL o'tkazgichlarining tuziliShi.

a-ko'p simli o'tkazgichning umumiy quriniShi; **b**-bir simli o'tkazgichning ko'ndalang kesimi; **v,g**-bir va ikki xil metallardan taShkil topgan ko'p simli o'tkazgichlarning ko'ndalang kesimi; **d**-g'ovak o'tkazgichning ko'ndalang kesimi.

G'ovak o'tkazgichlar (2.1.1d-rasm) bir-biri bilan mexanik mustahkamlikni taminlovchi pazlar orqali tutaShtirilgan yassi simlardan tayyorlanadi. Bunday o'tkazgichlarning taShqi diametri katta bo'lganligidan tojlanuvchi razryadni hosil qiluvchi kuchlaniShning qiymati ortadi va tojlaniSh tufayli isrof bo'luvchi quvvat ancha kamayadi. HLLarida g'ovak o'tkazgichlar juda kam qo'llaniladi. Ular asosan 330 kV va undan yuqori kuchlaniShdagi nimstansiyalarning Shinalarida qo'llaniladi. 330 kV va undan yuqori nominal kuchlaniShdagi HLning har bir fazasi bir nechta o'tkazgichlarga *parchalanadi*.

O'tkazgichlarning materiallari yuqori elektr o'tkazuvchanlikga va imkoni boricha yuqori mexanik mustahkamlikga ega bo'liShi lozim. O'tkazuvchanlik bo'yicha birinchi o'rinda mis, so'ngra alyuminiy turadi. Po'lat esa ancha kam o'tkazuvchanlikga ega. Mexanik mustahkamlik bo'yicha birinchi o'rinda po'lat, so'ngra mis turadi. Bu jihatlarni, ularning tabiatda tarqalganlik darajasini hamda

bundan kelib chiqib nisbiy narxlarini e'tiborga olib, HLLarida alyuminiy va po'lat-alyuminiy o'tkazgichlardan foydalaniladi.

HLLda po'lat o'zakning o'tkazuvchanligi e'tiborga olinmaydi va o'tkazgichning elektr qarshiligini aniqlashda faqat alyuminiy qismining qarshiligi hisoblanadi.

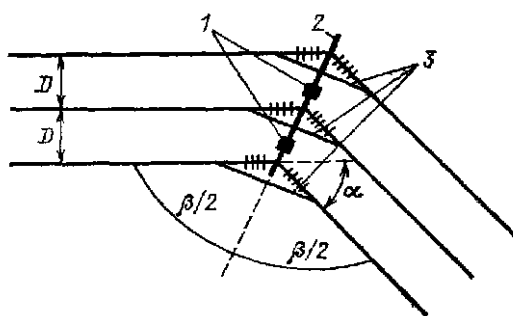
Havo liniyasining simlari xavfsizlik maqsadida liniya kuchlanishiga qarab erdan bir necha metrdan o'nlab (30-40) metrgacha bo'lgan balandliklarda joylashtiriladi. Havo liniyalari elektr energiyani uzatishga mo'ljallangan simlardan, tayanchlarni yuqori qismiga ulangan, simlarni atmosferada bo'ladigan o'ta yuqori kuchlanishdan himoya qiladigan himoya trosarlari, simlar va izolyatorlarni o'shga mo'ljallangan tayanchlardan, simlarni tayanchlardan (yakkaalaydigan) izolyasiya qiladigan izolyatorlardan, simlar va trosslarni izolyator va tayanchlarga mahkamlaydigan hamda ularni birlashtiradigan liniya armaturalaridan tashkil topgan[1].

Vazifasiga ko'ra tayanchlar oraliq (80-90% atrofida), ankerli, burchakli, oxirlilik va maxsus (o'tishli, tarmoqlaydigan va transpozitsiyali) tayanchlarga bo'linadi.

Ankerli tayanchlar bo'shqa hamma tayanchlar oralig'idagi simlar va trosarlarning tortilish kuchlarini butunlay o'ziga qabul qiladi. Ular HLLarni o'ta mas'uliyatli nuqtalarida (liniyaning oxirida, uning to'g'ri uchastkalarining oxirida, suv havzalarini, temir yo'llarning, avtomobil trassalarining kesishgan joylarida va b.) simlarni kattik mahkamlash uchun o'rnatiladi. Ankerli tayanchlar orasidagi masofa anker oralig'i deyiladi.

O'tish tayanchlari turli muhandislik inshootlari va tabiiy to'siqlardan (katta daryolar, yo'llar, ko'priklar va b.) o'tishni taminlash uchun xizmat qiladi.

Burchak tayanchlari HLLning burilish joylarida o'rnatiladi. HLLning burilish burchagi α deb uning burilishida paydo bo'luvchi ichki β burchakni 180° ga to'ldiruvchi burchakka aytiladi (2.1.2-rasm). Burchak tayanchlari anker va oraliq tipida bo'lishi mumkin. Burilish burchagi 20° gacha bo'lgan hollarda burilish tayanchi sifatida oraliq tayanchidan foydalanish mumkin.

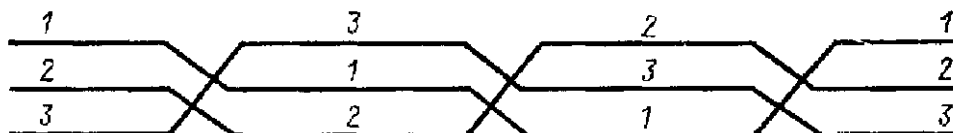


2.1.2-rasm. HLLning burilish burchagi. 1-tayanch oyog'i; 2-tirsak; 3-sirtmoq

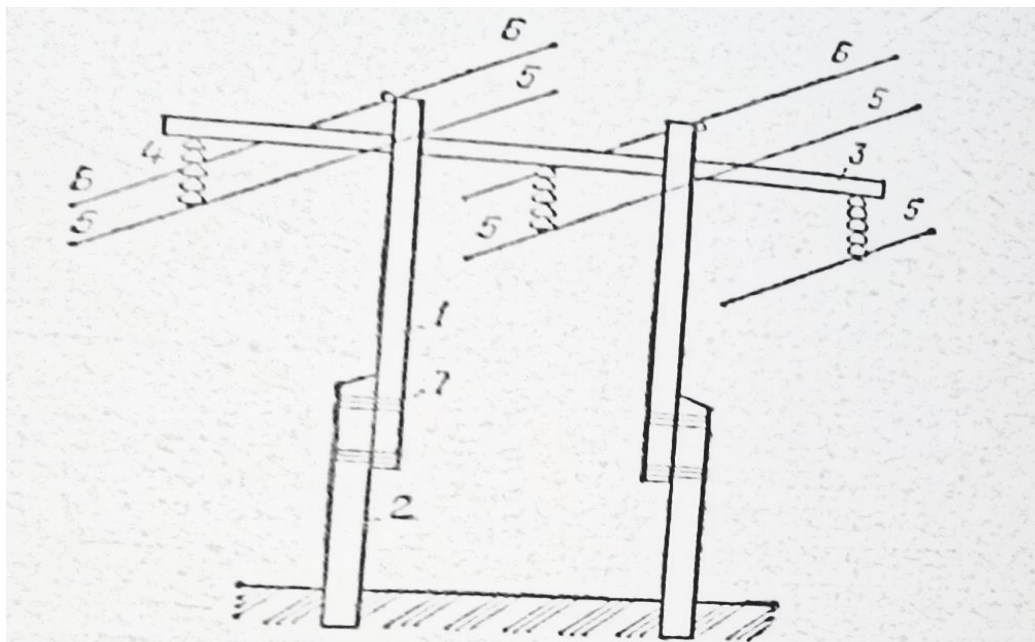
SHuningdek, HLLda quyidagi tipdagi maxsus tayanchlardan ham foydalaniladi: tayanchlarda o'tkazgichlarni joylashuv tartibini o'zgartirish uchun xizmat qiluvchi – *transpozitsiyalovchi tayanchlar*; HLLni tarmoqlash

uchun xizmat qiluvchi – *tarmoqlovchi tayanchlar*; HLni daryolar, daralar kabilar ustidan kesib o‘tiSh uchun xizmat qiluvchi – *o‘tkazuvchi tayanchlar*.

Transpozitsiyali tayanchlar faza simlarining tayanchdagi joyini o‘zgartiriSh uchun xizmat qiladi va liniya parametrlarining nosimmetriyasini kamaytiradi. TranspozitsiyalaSh 110 kV dan yuqori kuchlanishdagi va 100 km dan uzun HLda barcha uchala fazalarning sig‘im va induktivliklarini bir xil qiliSh maqsadida qo‘llaniladi. Bunda tayanchlarda o‘tkazgichlarning o‘zaro joylashuvi ketma-ket raviShda almashtiriladi (2.1.3-rasm).



2.1.3-rasm. Bir zanjirli elektr uzatiSh liniyasi o‘tkazgichlarini transpozitsiyalaSh sikli



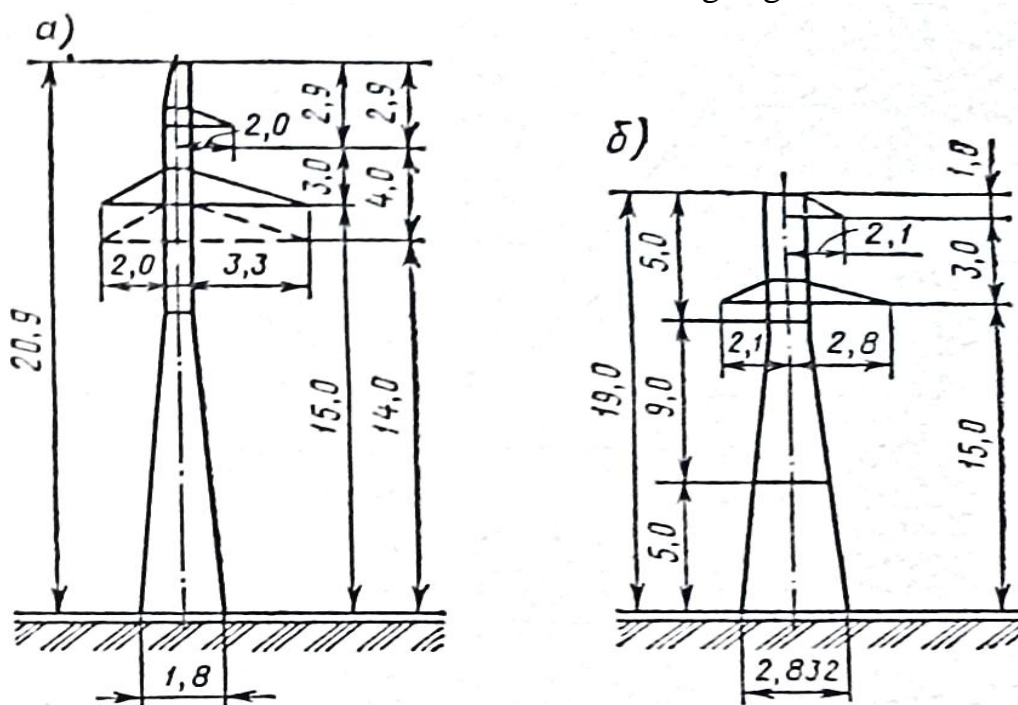
2.1.4-rasm: 1-tayanch, 2-tayanchning ulamasi, 3-travers, 4-armatura,5-sim,6-yaShindan himoyalovchi tross,7-belbog‘

Materiallarining turiga qarab tayanchlar yog‘ochli, temir-betonli va metalli bo‘liShi mumkin.

- **yog‘ochli** – 220 kV gacha bo‘lgan bir tizimli liniyalar uchun, quriliSh o‘rmonlariga boy bo‘lgan rayonlarda iShlatiladi; arzon, iShlatiShda va yig‘iShda qulay, lekin past mustahkamlikka ega va chiriShi mumkin, ya’ni kichik iSh muddatiga ega (3-5 yil). Ish muddatini oShiriSh uchun ularga kimyoviy vositalar (krezot va b.) singdiriladi (20 yilgacha).
- **temir-betonli** – 500 kV gacha barcha kuchlanishlar uchun, yog‘ochlilarga karaganda chidamli (mustahkam), qismlari zanglamaydi, iShlatiShda kulay va Shuning uchun keng ko‘llaniladi; ularning narxi past, lekin og‘irligi katta

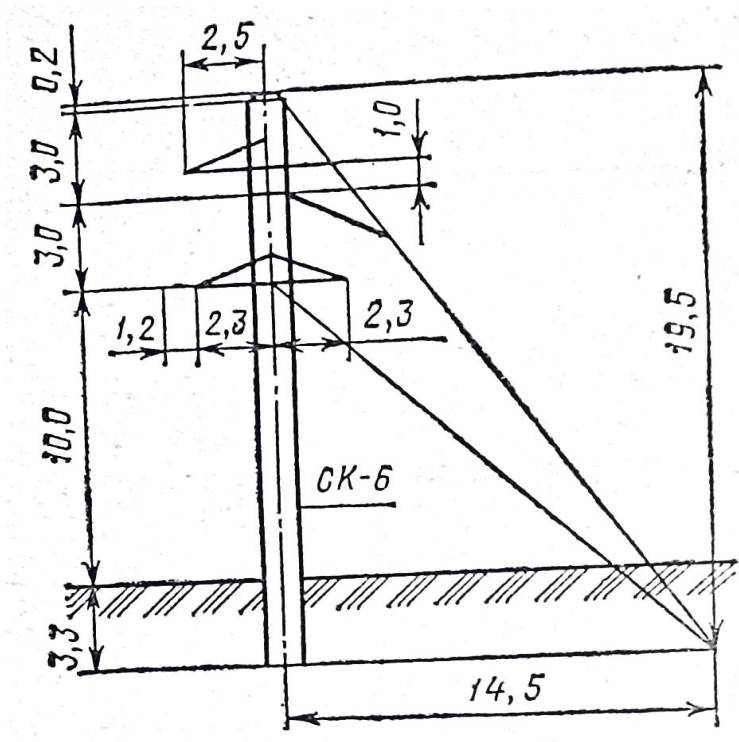
va beton yuzasi nisbatan mo'rt bo'ladi, hamda ko'ndalang egilishlarga kichik mustahkamlikka ega.

- **metalli** – 35 kV va yuqori kuchlanishli liniyalar uchun, ko'p miqdorda metall va muntazam bo'lib turishni talab qiladi, lekin yuqori mexanik mustahkamlikka va ish muddatiga ega.

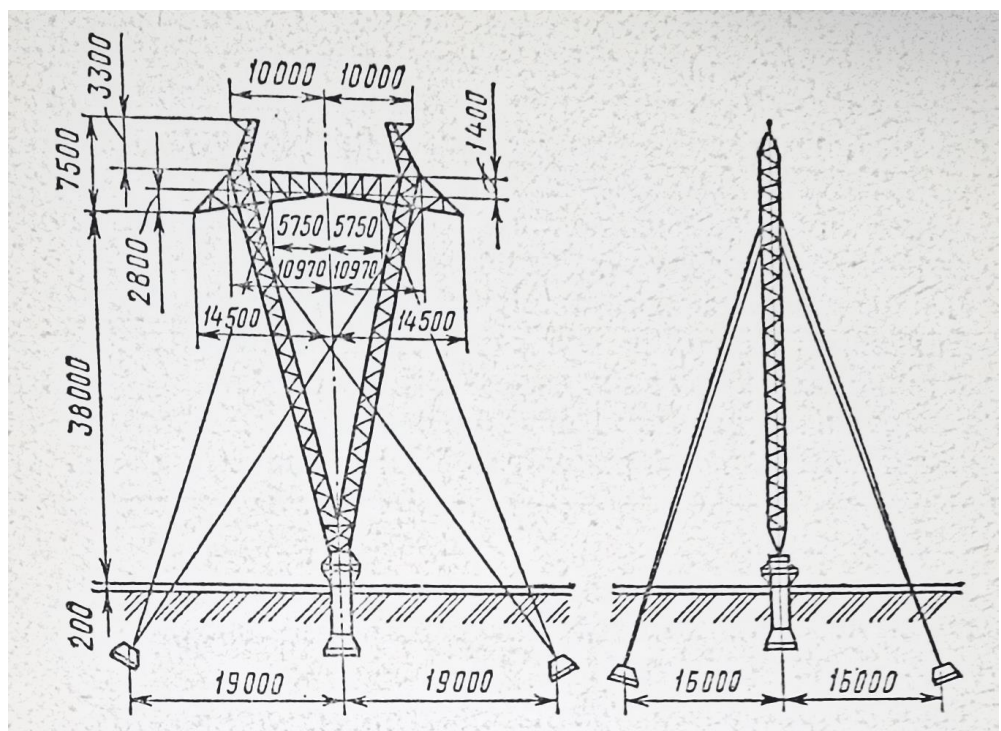


2.1.5-rasm: a) oraliq tayach; b) burchak-ankerli tayach

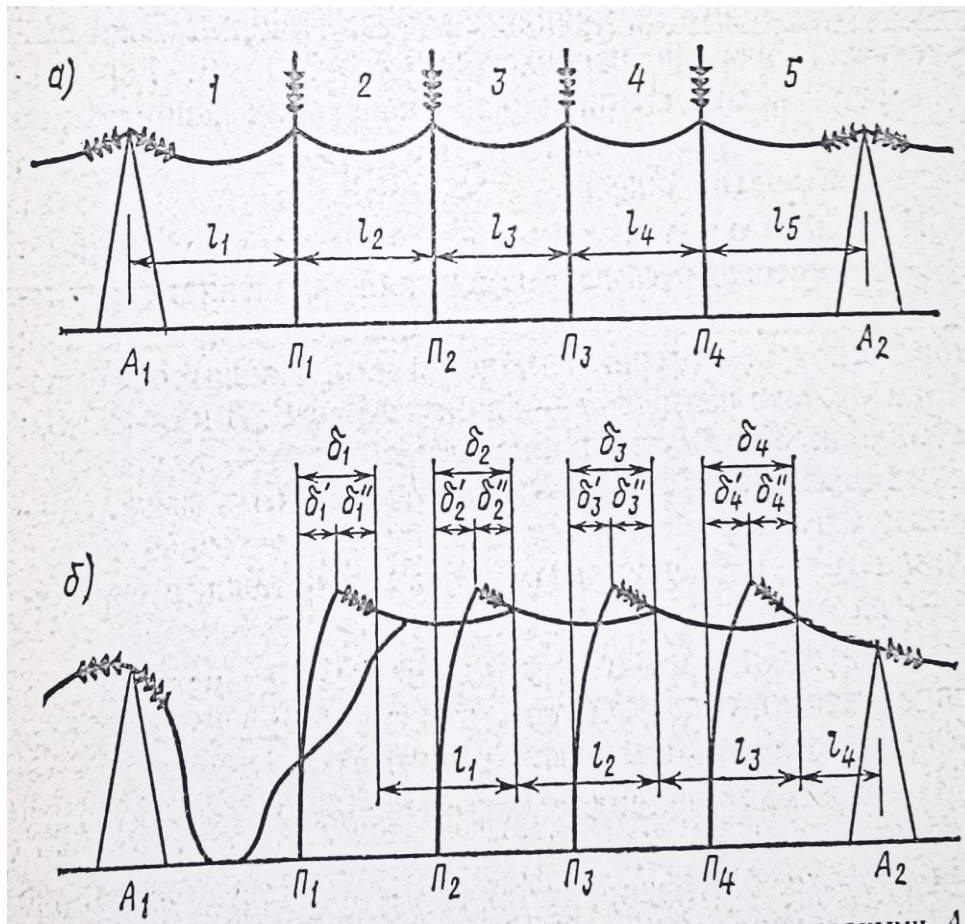
So'ngi yillarda sintetik materiallardan (Shishaplastinka, poliferni elim) eksperimental ish olib borilmoqda. Bu metallar mexanik chidamliligini taminlab beradi, oddiy tayyorlangan va zanglamaydigan yoki aktiv oksidlovchi moddalardir. Ularda izolyasiya maxsus izolyator mavjud, lekin talab qilinmaydi. Xar hil uzunlikda qo'shni tayanchlar orasidagi masofa turli bosim payti, tayanch turi va xar hil iqlim Sharoitda qarab qo'llanilnilada



2.1.6-rasm.temir-betonli tayanch

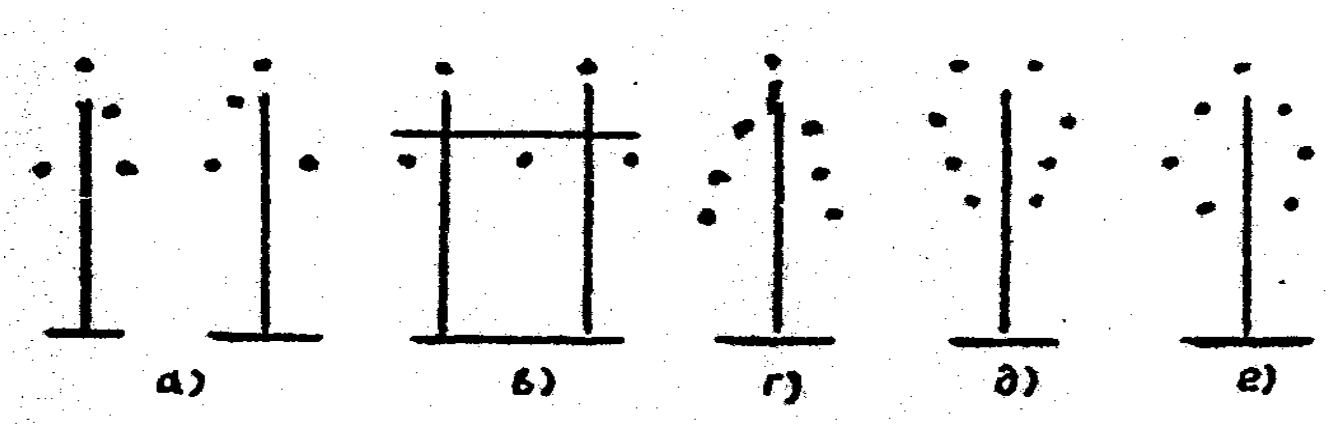


2.1.7-rasm.V-ko'rinishdagi temirli oraliq tayanch



2.1.8-rasm. A-Ankerlar orasidagi va P-oraliq tayachlar;l-oraliq

Bir tizimli tayanchlarda simlar uchburchakning cho‘qqisida yoki gorizontal tekislikda (2.1.8 a,b -rasm), ikki tizimlida esa to‘g‘ri va teskari "archa" ko‘rinishida yoki oltiburchak (2.1.9.g,e-rasm, "bochka" ko‘rinishida) ko‘rinishida joylashadi.



2.1.9 - рasm. Бир ва икки тизимли ХЛ ларининг симлари ва тросларини таянчларда жойлашиши.

Uchburchakning cho‘qqisida joylaShtiriSh kuchlaniShi 20 kV gacha bo‘lgan liniyalarda, hamda 35-330 kV kuchlaniShli metall va temir-beton tayanchli liniyalarda qo‘llaniladi. Simlarni gorizontal joylaShtiriSh 330 kV va undan yuqori

kuchlanishi liniyalarda koʻllaniladi. Simlarni bunday joylashtirish foydalanişda juda qulay hisoblanadi, chunki juda past tayanchlardan foydalaniş imkonini beradi va simlarni chuvalashtirish ketishini yoʻq qiladi.

Ikki tizimli liniyalarda simlarni teskari "archa" (2.1.9 g-rasm) koʻrinishida joylashtirish yigʻish paytida qulay hisoblanadi, lekin tayanch ogʻirlikni oʻshiradi va ikkita himoya trosslarini oʻrnatishni talab qiladi. SHuning uchun "bochka" koʻrinishidagi joylashtirish (2.1.9 v -rasm) 35-330 kV li ikki tizimli liniyalarda qoʻllashtirish taklif qilingan [2].

Koʻrinib turibdiki, hamma variantlarda – faza simlari bir-biriga nisbatan nosimmetrik joylashtirishgan, demak liniya fazalari boʻyicha parametrlar (L va S) bir hil emas.

Parametrlardagi bunday farqni yoʻq qilish uchun transpozitsiyalashtirish koʻllaniladi, yaʼni tayanchlarda sim fazalarining joylashtirish oʻrnini davriy oʻzgartirishdir.

Izolyatorlar va liniya armaturalari. Izolyatorlar forfor yoki pişhiq shishadan tayyorlanadi, yaʼni atmosfera taʼsirida yuqori mexanikaga ega materiallardan tayyorlanadi. Izolyatorlar ikki turga boʻlinadi; Shtirli –1kV va 6-35 kV li liniyalar uchun; 35 kV li liniyalarda kam ishlatiladi; osma–35 kV dan yuqori liniyalar uchun. Osma izolyatorlar Shtirligiga nisbatan ancha yuksak mexanik xususiyatlarga egadir. Ular 35kV va undan yuqori kuchlanishi HLLarida qoʻllaniladi. PF (osmali chinni) yoki PS (osmali shisha) izolyator hillari toza atmosfera xollarida qoʻllaniladi [1].

Osma izolyatorlar tutib turuvchiga (simlarni oraliq tayanchlarga maxkamlashtirish uchun) va tortib turuvchi (simlarni ankerli tayanchlarga maxkamlashtirish uchun) tizimlarga yigʻiladi. Tizimlardagi izolyatorlarning soni liniyaning kuchlanishiga, atmosferaning ifloslanish darajasiga, tayanchning materialiga va izolyatorning turiga bogʻliq. YUzaki deyiş mumkin: 35kV uchun-3ta izolyator; 110 kV 6-8ta, 220 kV 10-14; 330 kV 15-20ta; 500 kV 20-25ta.

Osma girlyandlarda sim faqat qisqichlarda uşlab turiladi, choʻzilmalilarda mahkam qotiriladi. Choʻzilmali girlyandlar uşlab turuvchilarga qaraganda ancha qiyin Sharoitda boʻlishadi. SHuning uchun 110 kV gacha boʻlgan liniyalarda (izolyatorlarning solishtirma soni katta boʻlmaganda) choʻzilma girlyandlarda izolyatorlar soni katta boʻlmaganda bittaga koʻp boʻladi. YUqori yaşin qaytaruvchi yogʻoch tayanchli liniyalarda izolyatorlar soni 1 ga kam boʻladi. Shtirli izolyatorlar tayanch ustuni bilan izolyatorni bogʻlovchi ilgak orqali tortiladi.

Izolyatorlar simlarni tayanchlarga maxkamlashtirish uchun va kuchlanishi ostida simlar bilan tayanchlar orasida kerakli izolyasiya oraligʻi hosil qilish uchun ishlatiladi. SHishali izolyatorlar chinniga nisbatan yuqori mexanik mustaxkamlikka kichik ogʻirlikka ega va ishlatishda, koʻz bilan nazorat kilib nuqsonlarini topishda osondir. Hozirgi vaqtda oʻta yuqori kuchlanishi H.L.larida izolyasiya qiladigan elementiga faqat toblangan shishadan tayyorlangan izolyatorlar oʻrnatiladi.

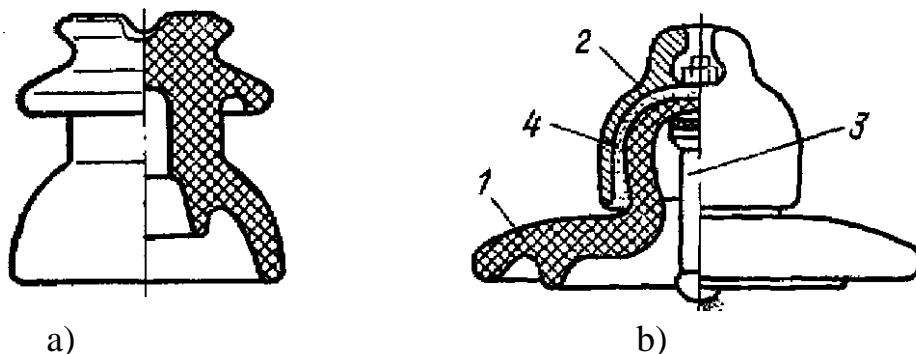
YAxmalak, Shamol, momoqaldiraq natijasida simlarning oʻynaşi, tebranişi, yogʻoch tayanchlarining yonişi va boşqa sabablar HLning

Shikastlanishiga va istemolchilarning energiya taminotidan uzilishga olib keliishi mumkin. Bunday noxush xolatlarni yo'q qilish uchun maxsus vositalar ko'llaniladi: Tebraniشلar so'ndirgichi, chaqmoqdan saqlanuvchi trosslar va boShqalar. Trosslar liniyani yaShinning to'g'ri zarbalaridan (liniya yaqinida) himoyalaydi va liniyaning aloqa simlariga ta'sirini kamaytiradi

Izolyatorlar HL hamda elektr stansiyalari va nimstansiyalari taqsimlovchi qurilmalarini izolyasiyalash va mahkamlash uchun xizmat qiladi. ular sopol yoki toblangan Shishadan yasaldi. Tuzilishi bo'yicha izolyatorlar Shtirli va osma izolyatorlarga bo'linadi.

Shtirli izolyatorlar 10 kV gacha kuchlanishli HLda foydalaniladi (2.10a-rasm). Izolyatorlarni Shartli belgilanishidagi harflar va sonlar quyidagilarni bildiradi: SH – Shtirli; F – chinnidan yasalgan (farforovyy); S – Shishadan yasalgan (steklyannyy); son – nominal kuchlanish, kV; so'nggi harf (A, B, V) – izolyatorning tuzilish sinfi.

Tarekasiimon osma izolyatordan foydalaniSh 35 kV va undan yuqori kuchlanishli HLLarida keng qo'llaniladi. Osma izolyatorlar (2.1.10 b-rasm) sopol yoki Shishadan yasaluvchi izolyasiyalovchi qism 1 va metall qism – Shapka 2 va sterjen 3 hamda izolyasiyalovchi qism bilan tutaShtiruvchi sement bog'lamasidan taShkil topgan. Bu tipdagi izolyatorning Shartli belgilanishidagi harf va sonlar quyidagilarni bildiradi: P – osma (podvesnoy); F (S) – chinni yoki Shishadan tayyorlangan; G – ifloslangan tumanlar uchun; son – izolyator sinfi, kN; A, B, V – izolyatorning tuzilish sinfi.



2.1.10-rasm. Shtirli va osma izolyatorlar.

a- 6-10 kV uchun mo'ljallangan Shtirli izolyator; **b-** likopchasimon osma izolyator.

Osma izolyatorlar oraliq tayanchlarda tutib turuvchi va anker tayanchlarda tortib turuvchi Shodalarga yig'ilgan ko'rinishda foydalaniladi. SHodadagi izolyatorlar soni HLning kuchlanishi bog'liq holda aniqlanadi. Masalan, metall va temirbeton tayanchli HLLarining tutib turuvchi Shodalarida 35 kV uchun 3 ta; 110 kV – 6-8 ta; 220 kV – 10-14 ta va h.k.

Havo liniyalarining armaturalari.

HLda o'tkazgichlarni izolyatorlarga va izolyatorlarni tayanchlargi mahkamlash uchun xizmat qiluvchi armaturalar quyidagi asosiy turlarga bo'linadi: o'tkazgichlarni osma izolyatorlar Shodasiga mahkamlash uchun xizmat qiluvchi qisqichlar; izolyatorlar Shodalarini tayanchlarga va ularni o'zaro

ketma-ket osiSh uchun xizmat qiluvchi ulovchi armaturalar; osiliSh oraliqlarida o'tkazgichlar va troslarni ulaSh uchun xizmat qiluvchi tutaShtirgichlar.

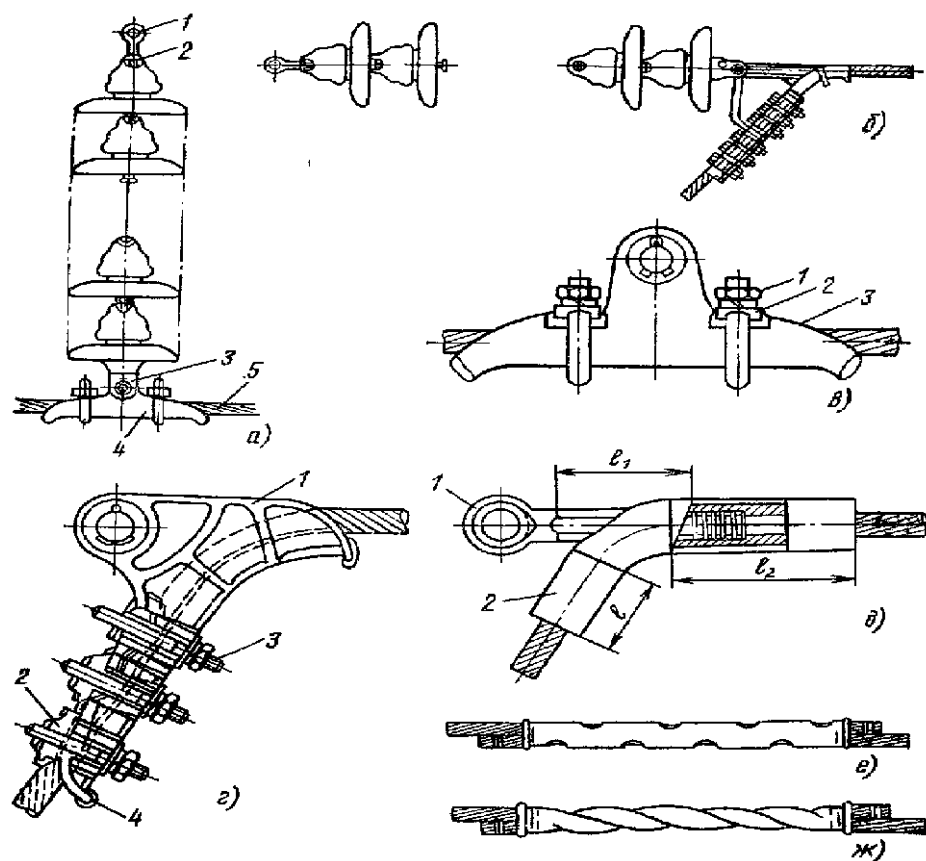
Ulovchi armatura skoba, sirg'a va quloqchalardan taShkil topgan. Skoba Shodalarni tirsaklarga eki tirsaklarning mahkamlovchi detallariga tutaShtiriSh uchun xizmat qiladi. Tutib turuvchi izolyatorlar Shodasi (6.10a-rasm) oraliq tayanch tirsagiga sirg'a 1 yordamida mahkamlanadi. Sirg'a bir tomondan skoba yoki tirsak detaliga, ikknchi tomondan yuqoridagi izolyator Shapkasi 2 ga tutaShtiriladi. Pastki izolyatorga quloqcha 3 orqali tutib turuvchi qisqich 4 maxkamlanadi. Qisqich 4 ning ichiga o'tkazgich 5 joylaShtiriladi.

SHodalarda o'tkazgich va troslarni mahkamlaSh uchun xizmat qiluvchi *qisqichlar* ikkiga – oraliq tayanchlarida o'rnatiladigan *tutib turuvchi* va anker tayanchlarida o'rnatiladigan *tortib turuvchi* qisqichlarga bo'linadi. O'tkazgichni mahkamlaSh mustahkamligi bo'yicha tutib turuvchi *qisqichlar o'ta mustahkam* va *cheklangan mastahkamlikdagi qisqichlarga* bo'linadi. O'ta mastahkam qisqichda (2.1.11v-rasm) siquvchi bolt 1 plaShcha 2 yordamida o'tkazgichni qisqich korpusi 3 ga («qayiqchaga») siqadi va uni bir tomonlama tortiSh ta'sir etganda qo'zg'almas holda tutib turadi. O'ta mustahkamlikdaga qisqichlar hozirga davrda 35-500 kV kuchlaniShli HLLarida foydalaniluvchi asosiy qisqichlardir.

CHeklangan mustahkamlikdagi qisqichlar 500 kV kuchlaniShli HLLarida foydalaniladi. O'tkazgich uzilganda u qisqich orqali ikkinchi tomonga sirpanib o'tadi va natijada oraliq tayanchiga ta'sir etuvchi yonlama kuch kamayadi.

Anker tayanchlarida o'tkazgichlar tortib turuvchi qisqichlar yordamida butunlay mahkamlab qo'yiladi. Bunda bir osiliSh oralig'idagi o'tkazgich boShqa orliqdagi o'tkazgichga sirtmoq yoki Shleyf orqali ulanadi. Tortib turuvchi qisqichlarning bir nechta–35-500mm² ko'ndalang kesimli o'tkazgichlarni tutaShtiriShda qo'llaniluvchi - *boltli*, 300 mm² va undan yuqori kesimdagi o'tkazgichlarni tutaShtiriShda qo'llaniluvchi - *presslanuvchi*, po'lat troslarni mahkamlaSh uchun qo'llaniluvchi - *tirsakli* turlari muvjud.

Boltli qisqichlar (2.1.11g-rasm) korpus 1, plaShcha 2, gayka bilan siquvchi boltlar 3 va alyuminiydan yasaluvchi prokladka 4 lardan iborat. Siqiluvchi qisqichlar (2.1.11d-rasm) po'lat anker 1 va alyuminiy korpus 2 dan taShkil topgan. Po'lat ankerda o'tkazgichning l_1 uzunlikdagi po'lat o'zagi va alyuminiy korpusga o'tkazgichning l_2 uzunlikdagi alyuminiy qismi xamda Shleyfning l uzunlikdagi qismi presslanadi.



2.1.11-rasm. Tutib turuvchi va taranglab turuvchi izolyatorlar Shodalari va armaturalar.

a-qat'iy qisqichli tutib turuvchi izolyatorlar Shodasi; b-bolt qisqichli taranglab turuvchi izolyatorlar Shodasi; v-qat'iy tutib turuvchi qisqich; g-boltli taranglab turuvchi qisqich; d-presslanuvchi taranglab turuvchi qisqich; e,j-siqiluvchi va buraluvchi oval ulagichlar.

Sanoatda o'tkazgichlar ma'lum uzunlikdagi bo'laklar ko'rinishida ishlab chiqariladi. HLLarida ularni ulaSh uchun *tutaShtirgichlar* qo'llaniladi. Ular oval va presslanuvchi *tutaShtirgichlar*ga bo'linadi.

Oval tutaShtirgichlar 185 mm^2 va undan kichik kesim yuzali o'tkazgichlarni tutaShtirishda qo'llaniladi. *Presslanuvchi tutaShtirgichlar* esa 240 mm^2 va undan yuqori o'tkazgichlar hamda troslarni tutaShtirishda qo'llaniladi.



Саволлар

1. Elektr uzatish liniyalari elementlari nimalardan iborat?
2. Tayanchlarning vazifasi va ular necha xil bo'ladi ?
3. O'tkazgichlarning turlarini sanab o'ting?
4. Izolyatorlar nima uchun kerak?

2.2-MAB3Y

KABELLARNING TUZILISHI, ULARNI O'TKAZISH USULLARI, YUQORI KUCHLANISHLI KABELLAR. SANOAT KORXONALARINING TOK O'TKAZGICHLARI.

Ўқув мақсади

Kabellarning turlari, vazifasi, tuzilishi, ularning elektr tokini o'tkazish holatlari, kabellarni qo'llanish shartlari haqida talabalarning bilimlarini, ishlab chiqarishdagi o'rni bo'yicha amaliy ko'nikmalarini shakllantirish.



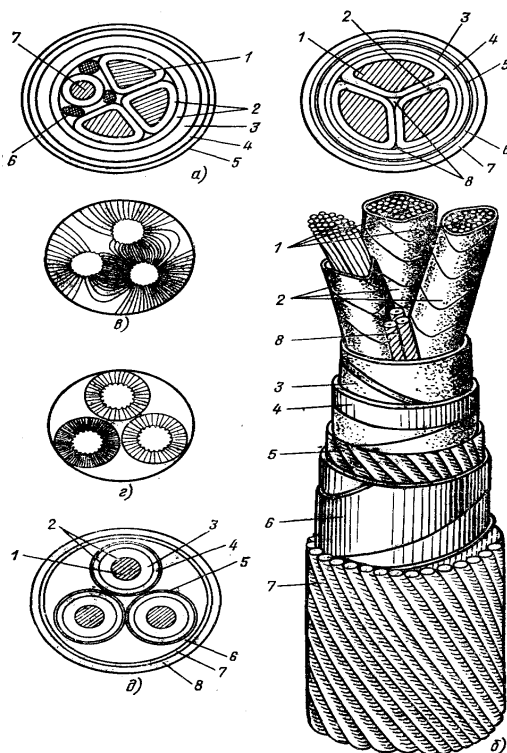
- Asosiy ma'lumotlar



Kabel deb, germetik qobiqqa joylashgan, ustiga kerak bo'lganida himoya qoplamasi ko'yilgan bir yoki bir necha izolyasiya qilingan tok o'tkazuvchi sim tomirlarining yig'indisi aytiladi.

Kabellar yuqori kuchlanishli va nazorat kabellariga bo'linadi. Ikkinchisi elektr signallarini uzatish, o'lchash va bo'shqariش vazifalari uchun ishlatiladi [1].

Yuqori kuchlanishli kabellar kuchlanishi, kesim yuzasi, sim tomirlarining soni va yana kabelni o'rab olgan materiallarning hili (alyumin, qo'rg'oshin va b. k.) bilan farq qiladi.

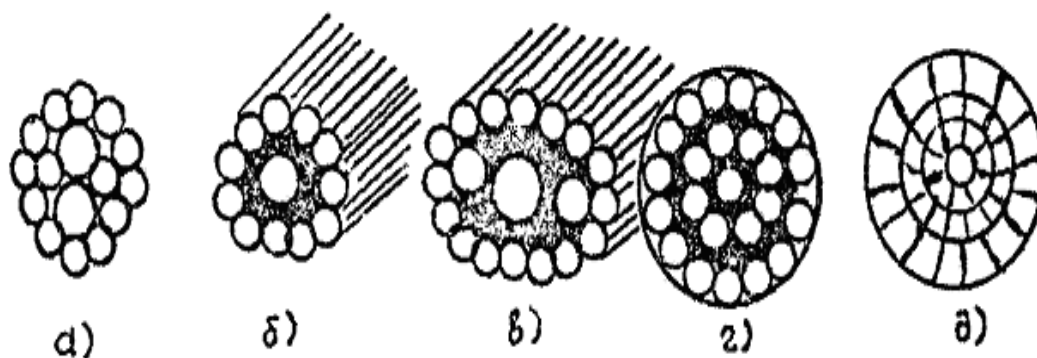


2.2.1-расм. Кабелнинг кўндаланг кесим юзасининг кўриниши.

Kabelning asosiy elementlari (2.2.1-rasm) quyidagilar – tok o‘tkazuvchi sim tomiri-1, tomir izolyasiyasi-2, o‘ralgan jut tolasi- 3, belbog‘ (poyasnaya) izolyasiyasi-4, qobiq-5, to‘qima qatlami-6, zirx-7, bitumli qoplama-8

Kabelning sim tomiri deb bir yoki bir necha buralgan, ustiga faza izolyasiyasi o‘ralgan simlar (tolalar)ga aytiladi. Tok o‘tkazuvchi sim tomirlari mis va alyumendan tayyorlanadi.

Kabel sim tomirlarining kesim yuzasi to‘garaksimon (2.2.2 a-rasm), segmentli bo‘lib, bunda sim tomiri tig‘izlanmagan. (2.2.2 g-rasm) hamda tig‘izlangan (2.2.2 d-rasm) bo‘lishi mumkin. Kabellar tomirining soniga karab bir, ikki, uch va to‘rt sim tomirli kabelga bo‘linadi.



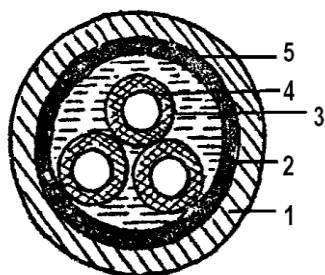
2.2.2-рasm. Кабел ток ўтказувчи сим томирларини хар хил кўриниши.

Bir sim tomirli kabellar o‘zgaras tok kabel liniyalarida (KL) va 110 kV va undan yuqori kuchlanishli uch fazali o‘zgaruvchan tok KL larida, ikki sim tomirlisi faqat o‘zgaras tok KL larida, uch sim tomirlisi 1 kV dan yuqori bo‘lgan uch fazali o‘zgaruvchan tok KL larida, 1 kV dan past kuchlanishli KL larida esa to‘rt sim tomirlisi qo‘llaniladi.

Kabellarda izolyasiya materiallari uchun rezina, kabel qog‘ozi va plastmassalar ishlatiladi.

Tuzilishi jihatdan 110 kV da undan yuqori kuchlanishli kabellar markazi moy o‘tkazish kanali bo‘lgan bir sim tomirli yoki moyi po‘lat trubada bo‘lgan uch sim tomirli bo‘lishi mumkin. Moyning bosimini uShlab turiSh uchun maxsus taminlash punktlaridan foydalaniladi.

Past moy bosimli kabellar 110 kV kuchlanishli tarmoqlarda juda keng tarqalgan. Bu bir sim tomirli, markazi moy o‘tkazish kanali bor kabellardir. 220 – 500 kVli kabel liniyalarini qurish uchun yuqori bosimli moy bilan to‘ldirilgan kabellar ishlatiladi. Kabel inshootlariga kabel tunellari, kanallar, kollektorlar, Shaxtalar, binoni maxsus qavatlar, bloklar, estakadalar, korobkalar va taminlab turuvchi punktlar kiradi. Kabel tunneli deb, kabel va kabel muftalari uchun kerak bo‘lgan tayanch konstruksiyalari joylashgan, o‘tkazilgan kabel va kabel liniyalarini ta‘mirlash va nazorat qiliSh uchun mo‘ljallangan, odamlar butun bo‘yi basti bilan erkin o‘tishi mumkin bo‘lgan yopik inshoot (koridor)ga aytiladi.



2.2.3 –rasm. Moy bilan to‘ldirilgan yuqori kuchlanishli kabelni tuziliShi

Kabel kanali deb kabel yotqizishga mo‘ljallangan usti yopiq er to‘laga aytiladi. Bu kanalda odamlar yurishi mumkin bo‘lmaydi kabellarni joylashi, tamirlash va nazorat qilish vazifalari faqat kabelni usti ochiq holda bajariladi.

Ko‘p holatlarda maxsus inshootlar qo‘llanmasdan kabellar chuqur handaklarga to‘g‘ridan to‘g‘ri yotqiziladi. Buning uchun handakka sof tuproq qatlami yoki qum 110 mm qalinlikda yotkiziladi. U qatlamning ustiga kabel yotqiziladi, ustidan mexanik shikastdan saqlash uchun g‘isht yoki plita yopiladi, keyin handak tuproq bilan to‘ldiriladi.

Moy bilan to‘ldirilgan kabellarda moyning taminlovchi er usti yoki ostida qurilgan punktlar, tegishli uskunalar (taminlash blok va agregatlari, bosim baklari va b. k.) bilan jihozlanadi.



Саволлар

1. Kabellar nima maqsadlarda ishlatiladi?
2. Kabellarning turlari haqida tushuncha bering?
3. Kabellarni qo‘llanishi bo‘yicha ma‘lumot bering?

HAVO VA KABEL LINIYALARI PARAMETRLARINI HISOBLASH

Nazariy qism

Uzatuvi liniyasini nazariy jihatdan uzunligi davomida bir tekisda joylashgan ko‘p sonli aktiv va reaktiv qarshiliklar hamda o‘tkazuvchanliklardan iborat deb faraz qilish mumkin. Ammo bunday tarmoqlarni hisoblash murakkab, shuning uchun aktiv R , reaktiv X qarshiliklar hamda aktiv G va reaktiv V o‘tkazuvchanliklardan iborat liniya uchun yig‘ilgan parametrli almashtiruv sxemasini qo‘llash maqsadga muvofiqdir [7].

1 km uzunlikdagi simning normal haroratdagi ($t=20^0$) aktiv qarshiligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$r_o = \frac{\rho}{F} = \frac{1000}{\gamma F}, \text{ Om/km} \quad (2.2.1)$$

bu yerda: ρ - soliShtirma qarShilik, Om·mm²/km (mis uchun $\rho = 18,8$ Om·mm²/km, alumin uchun $\rho = 31,5$ Om·mm²/km);

γ - soliShtirma o'tkazuvchanlik, km/Om·mm²,

(alumin uchun $\gamma = 0,0317$ km/Om·mm²; mis uchun $\gamma = 0,053$ km/Om·mm²);

F - simning ko'ndalang kesim yuzasi, mm².

Normal holatda havo liniyasining aktiv qarShiligi:

$$R = r_o \cdot \ell, \text{ Om} \quad (2.2.2)$$

bu yerda: r_o - 1 km simning hisoblangan aktiv qarShilik qiymati, Om/km;

ℓ - liniyaning uzunligi, km.

Normal haroratdagi 1 km havo liniyasining induktiv qarShiligi quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$x_o = (0,144 \lg \frac{D_{o'r}}{r_s} + 0,016), \text{ Om/km} \quad (2.2.3)$$

bu yerda: r_s - simning radiusi, sm.

Havo liniyasining umumiy induktiv qarShiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$X = x_o \cdot \ell, \text{ Om} \quad (2.2.4)$$

bu yerda: $D_{o'r}$ - faza simlari o'rtasidagi o'rtacha geometrik masofa.

$D_{o'r}$ quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$D_{o'r} = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}}, \text{ sm} \quad (2.2.5)$$

bu yerda: D_{12}, D_{23}, D_{31} - ayrim faza simlari orasidagi masofa, sm.

330-750 kV li elektr uzatuv liniyalarida induktiv qarShilikni kamaytiriSh uchun har bir faza simi 2-3 ta simga bo'linadi. Unda x_o quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$x_o = (0,144 \lg \frac{D_{o'r}}{r_{ek}} + \frac{0,016}{n}), \text{ Om/km} \quad (2.2.6)$$

bu yerda: r_{ek} - bo'lingandagi ekvivalent radius.

r_{ek} quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$r_{ek} = \sqrt[r_s \cdot a_{o'r}^{n-1}]{} \quad (2.2.7)$$

bu yerda: n- fazadagi simlar soni;

$a_{o'r}$ - bir fazadagi simlar o'rtasidagi o'rtacha geometrik masofa, sm;

r_{ek} - simlarning bo'lingandan keyingi ekvivalent radiusi, sm.

1 km havo liniyasining aktiv o'tkazuvchanligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$g = \Delta P_{toj} \cdot 10^{-3} / U_n^2, \text{ Sm/km} \quad (1.8)$$

bu yerda: ΔP_{toj} - tojlaniShdagi quvvat isrofi (kW/km) ob-havoga bog'liq bo'lib, jadvaldan yoki quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta P_{toj} = \frac{0,18}{\delta} \sqrt{\frac{r_s}{D_{o'r}}} (U_f - U_{kr})^2, \quad kW/km \quad (2.2.9)$$

bu yerda: δ – barometr bosimi va haroratni hisobga oluvchi koeffitsient
($t=25^0$ da $\delta=1$);

U_{kr} - kritik kuchlaniSh, kV.

Kritik kuchlaniSh U_{kr} quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$U_{kr} = 48,9 m_0 m_n \delta \lg \frac{D_{o'r}^2}{r_c}, \quad kV \quad (2.10)$$

bu yerda: m_0 – sim yuzasi silliqiligini hisobga oluvchi koeffitsient.

Ko‘p tolali sim uchun $m_0=0,83 \div 0,87$;

m_n – ob-havoni holatini hisobga oluvchi koeffitsient.

Quruq ob-havoda $m_n=1$, yomon ob-havo (tuman, yomg‘ir, qor) da $m_n=0,8$.

TojlaniShga bo‘lgan quvvat isrofining yo‘qligi holati uchun simlar markasi, eng kichik kesim yuzasi va diametri 1-ilovadagi 1-jadvalda keltirilgan.

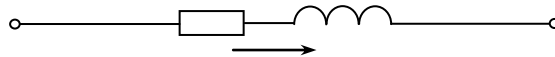
Kabel liniyalarining aktiv o‘tkazuvchanligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$G = g_0 l, \quad sm \quad (2.2.11)$$

Kabel liniyalarining uzunligi katta bo‘lmaganligi va g ning qiymati kichik bo‘lgani uchun ko‘p hollarda bu o‘tkazuvchanlik hisobga olinmaydi.

Liniyalardagi reaktiv (sig‘im) o‘tkazuvchanligi fazalar orasida fazalar bilan yer orasida sig‘im borligi tufayli yuzaga keladi. Kabel liniyalarida sig‘im o‘tkazuvchanligi esa tok o‘tkazuvchi tomirlarni o‘ragan dielektrdagi elektr maydonining ta’siri tufayli yuzaga keladi.

1 km liniyaning sig‘im o‘tkazuvchanligi:



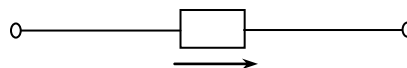
2.2.4-rasm. Mahalliy havo tarmog‘ining almaShtiriSh sxemasi

$$b_o = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{o'r}}{r_s}}, \quad Sm/km \quad (2.2.12)$$

Liniyalardagi sig‘im o‘tkazuvchanligi zaryad toki, ya’ni liniya generatsiya qiladigan reaktiv quvvatni yuzaga keltiradi.

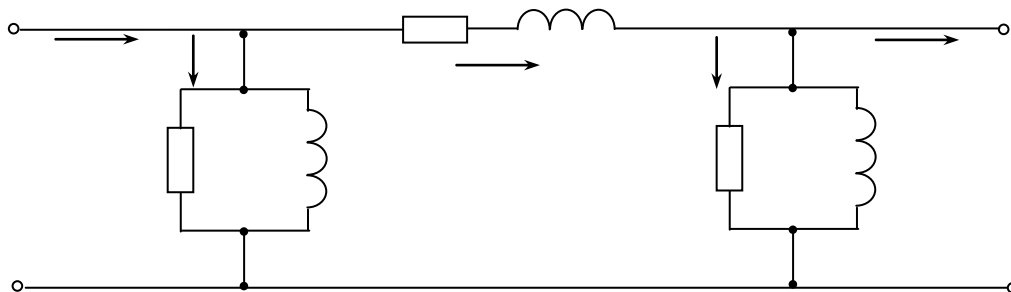
$$Q_s = U^2 b_o l, \quad MVar \quad (2.2.13)$$

2.2.4-rasmda mahalliy havo tarmog‘ining almaShtiriSh sxemasi keltirilgan. 35 kV va undan kichik kuchlaniShli mahalliy tarmoqlarda zaryad quvvati hisobga olinmaydi, izolatorlarda yo‘qoladigan toklar sababli bo‘ladigan aktiv quvvat isrofi ham juda kichik, Shuning uchun bunday tarmoqlardagi aktiv o‘tkazuvchanlik G ni nolga teng deb hisoblaSh mumkin.



2.2.5-rasm. 35 kV va undan kichik kuchlaniShli havo liniyalarining almaShtiriSh sxemasi

Uch fazali kabel liniyalarida induktiv qarshilik X ham hisobga olinmaydi, chunki tok o'tkazuvchi tomirlar juda yaqin joylashgan. AlmaShtiruv sxema (2.2.5-rasm) bunda juda soddalashtadi. 110 kV va undan yuqori kuchlanishli havo liniyalarining almaShtiruv sxemasi 2.2.6-rasmda ko'rsatilgan.



2.2.6-rasm. 110 kV va undan yuqori kuchlanishli havo liniyalarining almaShtiruv sxemasi

Masalalarni yechish uchun misollar

1-masala. 45 km uzunlikka ega bo'lgan AS-95 simlardan tayyorlangan 110 kV li elektr uzatuv liniyasining almaShtiruv sxemasi parametrlarini aniqlang. Simlarni tayanchlarda osilishi gorizontali, faza simlari orasidagi masofa - 4 m, liniyada transpozitsiya amalga oshirilgan.

Yechish. Alumin uchun $\rho = 31,5 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2/\text{km}$ va $\gamma = 0,0317 \text{ km}/\text{Om} \cdot \text{mm}^2$ ekanligini hisobga olib, 1 km liniyaning aktiv qarshiligini aniqlaymiz. Unda:

$$r_i = \frac{\rho}{F} = \frac{1000}{\gamma F} = \frac{31,5}{95} = \frac{1000}{0,0317 \cdot 95} = 0,33 \text{ Om / km}$$

Liniyaning aktiv qarshiligi:

$$R = r_0 \cdot \ell = 0,33 \cdot 45 = 14,85 \text{ Om}$$

Simlar orasidagi o'rtacha geometrik masofani hisobga olib, 1 km liniyaning induktiv qarshiligini hisoblaymiz.

$$D_{o'r} = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 10^6} = 504 \text{ sm}$$

AC-95 simning diametrini 1-ilovadagi 1-jadvaldan ($2r_s = 13,5 \text{ mm}$) aniqlaymiz. Unda:

$$x_0 = 0,144 \lg \frac{D}{r_s} + 0,016 = \left(0,144 \lg \frac{504}{0,675} + 0,016 \right) = 0,431 \text{ Om/km}$$

Liniyaning induktiv qarshiligi:

$$X = x_0 \cdot \ell = 0,431 \cdot 45 = 19,395 = 19,4 \text{ Om}$$

1 km liniyaning aktiv o'tkazuvchanligini aniqlash uchun dastlab kritik faza kuchlanishini aniqlash kerak.

$$U_{kr} = 48,9 m_0 m_n \delta r_c \lg \frac{D_{o'r}^2}{r_s} = 48,9 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,675 \lg \frac{504^2}{0,675} = 76,5 \text{ kV}$$

Simlarning gorizontaI joylaShiShida o'rtadagi simning kritik kuchlaniShi:

$$U_{kr1} = 0,96 U_{kr} = 0,96 \cdot 76,5 = 73,4 \text{ kV}$$

Chetdagi simlarda:

$$U_{kr2} = 1,06 U_{kr} = 1,06 \cdot 76,5 = 81,09 \text{ kV}$$

$$U_{f1} = \frac{110}{\sqrt{3}} = 63,5 \text{ kV}$$

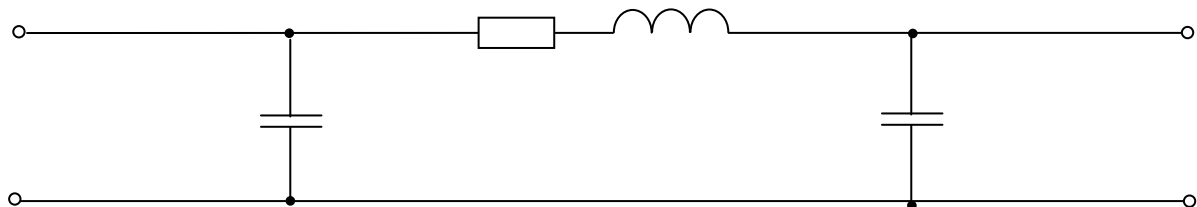
Liniyaning eng katta faza kuchlaniShi kritik kuchlaniShdan kichik, Shuning uchun liniyaning butun uzunligi davomida tojlaniSh bo'lmaydi. Hisoblarsiz bunday xulosaga keliSh mumkin, agar 1-ilovadagi 3-jadvaldan foydalansak, unda tojlaniShdagi quvvat isrofi bo'lmaydigan simning eng kichik diametri ko'rsatilgan. 110 kVli elektr uzatiSh liniyasi uchun bunday sim AC-70 hisoblanadi.

1 km uzunlikdagi liniyaning sig'im o'tkazuvchanligini quyidagi ifoda bilan aniqlaymiz:

$$b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{o'r}}{r_s}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{504}{0,675}} = 2,84 \cdot 10^{-6} \text{ Sm / km}$$

Liniyaning sig'im o'tkazuvchanligi:

$$B = b_0 \cdot l = 2,84 \cdot 10^{-6} \cdot 45 = 1,28 \cdot 10^{-4} \text{ Sm}$$



2.2.7-rasm. 110 kVli elektr uzatiSh liniyasining almaShtiriSh sxemasi

2-masala. 330 kVli EUL faza simlari gorizontaal joylashgan, ular orasidagi masofa 10 m liniyada, agar AS-600/72 sim o'rniga fazada ikkita AS-300/27 markali sim tanlansa, 1 km uzunlikda induktiv va sig'im o'tkazuvchanliklari o'zgarishini aniqlang.

YechiSh. Faza simlari orasidagi o'rtacha geometrik masofani aniqlaymiz:

$$D_{o'r} = 1,26 \cdot D = 1,26 \cdot 10 = 12,6 \text{ m}$$

1-ilovadagi 1-jadvaldan AC-600/72 sim diametrini aniqlaymiz. $2r_s = 33,2$ mm.

1 km uzunlikdagi simning induktiv qarshiligini aniqlaymiz:

$$x_0 = (0,144 \lg \frac{D_{o'r}}{r_s} + 0,016) = 0,144 \lg \frac{12600}{16,6} + 0,016 = 0,43 \text{ Om / km}$$

UShbu

simning 1 km uchun sig'im o'tkazuvchanligini aniqlaymiz:

$$b_o = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{o'r}}{r_s}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{12600}{16,6}} = 2,63 \cdot 10^{-6} \text{ Sm / km}$$

Fazalari bo'lingan 1 km uzunlikdagi simning induktiv qarshiligini aniqlaymiz:

$$x_0 = 0,144 \lg \frac{D_{o'r}}{r_{ek}} + \frac{0,016}{n} = 0,144 \lg \frac{12600}{69,86} + \frac{0,016}{2} = 0,33 \text{ Om / km}$$

Bunda $r_{ek} = \sqrt{r_s \cdot a_{o'r}^{n-1}} = \sqrt{12,2 \cdot 400} = 69,86 \text{ mm}$ (Bu yerda AC-300/27 sim uchun $r_s = 12,2 \text{ mm}$)

Fazalari bo'lingan 1 km uchun sig'im o'tkazuvchanligini aniqlaymiz:

$$b_o = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{o'r}}{r_s}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{12600}{69,86}} \approx 3,36 \cdot 10^{-6} \text{ Sm / km}$$

Shunday qilib, faza simini ikkiga bo'lganimizda 1 km uzunlikdagi simning induktiv qarshiligi o'zgaradi

$$\frac{0,33}{0,43} 100 = 76,7 \%$$

Ya'ni 23,3 % ga induktiv qarshilik kamayadi, 1 km uzunlikdagi sig'im o'tkazuvchanligi bo'ladi.

$\frac{3,36 \cdot 10^{-6}}{2,63 \cdot 10^{-6}} 100 \% = 127,7\%$, ya'ni 27,7% ga sig'im o'tkazuvchanligi kattalaShadi.

3-masala. AC-150/34 simdan tayyorlangan faza simlari o'rtasida o'rtacha geometrik masofa 7 m bo'lgan 220 kV kuchlaniShli 130 km uzunlikdagi havo liniyasida yaxShi va yomon ob-havoda tojlaniShga bo'lgan quvvat isrofini va liniyada generatsiya qilinadigan reaktiv quvvat miqdorini aniqlang.

YechiSh. TojlaniShga bo'lgan quvvat isrofini aniqlaymiz.

1-ilovadagi 1-jadvaldan AC-150/34, $2r_s=17,5$ mm da yaxShi ob-havo-da $b=1$, $m_s=1$ va kritik faza kuchlaniShi.

$$U_{krf} = 48,9 m_0 m_n \delta r_c \lg \frac{D_{o'r}}{r_s} = 48,9 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,875 \lg \frac{7000}{8,75} = 105,6 \text{ kV}$$

Yomon ob-havoda $b=0,9$; $m_s=0,8$.

$$U_{krf} = 48,9 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,875 \lg \frac{7000}{8,75} = 76,2 \text{ kV}$$

YaxShi ob-havoda 1 km uzunlikdagi liniyaning quvvat isrofi:

$$\Delta P_{toj} = \frac{0,18}{\delta} \sqrt{\frac{r_s}{D_s}} (U_f - U_{krf})^2 = \frac{0,18}{1} \sqrt{\frac{8,75}{7000}} \left(\frac{220}{\sqrt{3}} - 105,6 \right)^2 = 2,9 \text{ kW / km}$$

Yomon ob-havoda liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_{toj} = \frac{0,18}{\delta} \sqrt{\frac{r_s}{D_s}} (U_f - U_{krf})^2 = \frac{0,18}{0,9} \sqrt{\frac{8,75}{7000}} \left(\frac{220}{\sqrt{3}} - 76,02 \right)^2 = 18,5 \text{ kW / km}$$

YaxShi ob-havoda liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_g = \Delta P_{toj} \cdot l = 2,96 \cdot 130 = 384,8 \text{ kW / km}$$

Hisoblar Shuni ko'rsatadiki, AC-150/34 ($d_s=17,5$ mm) simni 220 kVli liniyalarda quvvat isrofi katta bo'lganligi sababli iShlatiShga ruxsat etilmaydi, chunki yaxShi ob-havoda isrof bo'lmasligi kerak.

1 km uzunlikdagi liniyaning sig'im o'tkazuvchanligini aniqlaymiz:

$$b_o = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{o'r}}{r_s}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{7000}{8,75}} = 2,61 \cdot 10^{-6} \text{ Sm / km}$$

Liniya generatsiya qiladigan reaktiv quvvat:

$$Q_c = U^2 b_o \cdot l \cdot 10^3 = 220^2 \cdot 2,61 \cdot 10^{-6} \cdot 130 \cdot 10^3 = 16422 \text{ kVAr} = 16,4 \text{ MVar}$$

MUSTAQIL YECHISH UCHUN MISOLLAR

1-misol. 220 kV li 150 km uzunlikdagi AS-240 simli elektr uzatiSh liniyasi fazalari bir-biridan o'rtacha 7 m geometrik masofada joylaShgan. Elektr uzatiSh liniyasining parametrlarini, yaxShi va yomon ob-havoda tojlaniShdagi quvvat isrofini hamda liniya generatsiya qiladigan reaktiv quvvatni aniqlang.

2-misol. Sanoat korxonasi 10 kV kuchlanishli ikki manbadan havo va kabel liniyalari orqali ta'minlanadi. Havo liniyasining uzunligi 10 km bo'lib, fazalari orasidagi masofa 3 m li AC-95 simdan tayyorlangan. Kabel liniyasining uzunligi (AAB-95) 6 km. Ko'rsatilgan liniyalar almashiri sh sxemasi parametrlarini aniqlang.

3-misol. Zavod podstantsiyasidan 6 kV kuchlanishda sexga ASB-120 kabel orqali elektr energiya uzatiladi. Agar uzatuv liniyasi AC-95 havo liniyasiga almashirilsa, uning qarshiligi qanday o'zgaradi? Liniyaning uzunligi 5 km.

4-misol. 110 kV li 85 km uzunlikdagi AS-95 simdan tayyorlangan liniyaning almashiri sh sxemasini tuzing va parametrlarini aniqlang. Liniyada faza simlari gorizantal joylashgan va ular orasidagi masofa 5 m.

5-misol. ACK-95 simdan tayyorlangan 110 kV li liniya qarshiligi $z_1=15,51$ Om. Agar $D_{or}=5$ m bo'lsa, liniya uzunligini aniqlang.

6-misol. Uzunligi 15 km bo'lgan AC-70 simdan tayyorlangan ikki tizimli havo liniyasining almashiri sh sxemasini tuzing va parametrlarini aniqlang. Liniya simlari orasidagi masofa 1 m, liniya parallel ishlaydi. Bir tayanchda joylashgan simlarning o'zaro ta'sirini hisobga olmang.

7-misol. 6 kV li 5 km uzunlikdagi AC-50 simdan tayyorlangan EULning parametrlarini aniqlang. Liniya simlari gorizantal joylashgan, ular orasidagi masofa 1,2 m.

8-misol. 380/220 V li yoritgich liniyasining almashiri sh sxemasini tuzing. Taqsimlash punkitini ta'minlovchi 25 m uzunlikdagi liniya 4 tomirli 50 mm² kesim yuzali kabeldan tayyorlangan, 5 ta taqsimlash punkitidan ketayotgan 40 m uzunlikdagi bir fazali liniyalar 6 mm² kesim yuzali simdan tayyorlangan. Faza va nol sim orasidagi masofa 200 mm. Almashiri sh sxemasi parametrlarini aniqlang.



II- BOB BO'YICHA XULOSALAR

Ushbu bobda Elektr energiya iste'molchilarini energiya bilan taminlashning asosiy talablari bilan yaqindan taniishi bilan birga, elektr tarmoqlarning asosiysi bo'lgan havo liniyasining tayanchlari, o'tkazgichlari, ularning elementlari, materiallari, ishlatilishi haqida batafsil yoritilgan. Ayniqsa tayanchlarning turlari, ularni kuchlanishga bog'liq holda qo'llanilishi, Shuningdek tayanch elementlaridan izolyatorlar haqida batafsil ma'lumotlarga ega bo'ladilar. SHu bilan bir qatorda tok o'tkazgichlarning yuragi bo'lgan kabellar, ularning turlari, qo'llanilishi haqida tuShunchalarga ega bo'ladilar.

Ushbu bobni o'zlashtirgandan keyin talabalar Elektr tarmoq va tizimning elektr iste'molchilarini elektr energiya bilan taminlashning asosiy tok o'tkazgichlarini bili sh bo'yicha bilim va ko'nikmalarni oshiradilar.

III-BOB. ELEKTR TARMOQLAR

3.1-MAB3Y

ELEKTR TARMOQ VA ELEKTR YUKLAMALARINI TAVSIFI. YUKLAMALAR GRAFIGI.

Ўқув мақсади

Elektr energiyaning iste'mol qiliSh tartibi,elektr yuklamalarning iSh grafigi elektr energiya bilan taminlaniShning asosiy talablari haqida talabalar bilimlarini, elektr energiyaning iShonchliligini oShiriShning amaliy ko'nikmalarini ShakllantiriSh.



- *Asosiy ma'lumotlar*



Odatda elektr tarmoqlarning ba'zi bir hos iSh tartiblari qarab chiqiladi. SHuningdek yuklamalarning vaqtdagi o'zgarish jarayonlari ideallashtiriladi. YUklamalar vaqtdagi o'zgarishining o'rtacha grafiklari tuziladi (qisqartirganda – yuklamalar grafigi). Iste'molchilar yuklamasi o'zgarish qiyamatga ega bo'lmay, balki u vaqt, oy, yil davomida va fasllarga qarab o'zgarib turadi. Bundan taShqari halq xo'jaligini rivojlaniShi va aholi farovonligini oShiShi tufayli yuklamalarni muntazam raviShda o'siShi mavjud. Har bir loyihalalanayotgan va qurilayotgan elektr tarmog'i iste'molchilarni yuqori sifatli elektr energiya bilan iShonchli raviShda taminlaShi Shart.

HisoblaShlar uchun dastlabki asosiy ma'lumotlar, bu iste'molchilarni yuklamalari, stansiya va podstansiyalar joylaShgan mintakalar to'g'risidagi ma'lumotlardir.

Elektr energiyaning iste'mol qiliSh tartibiga energetika uskunalari; ET, EUL va transformator podstansiyalarini iShlaSh tartibi bog'liqdir.

Elektr yuklamalari grafigi deb, absissa o'qida vaqt va ordinata o'qida esa yuklama o'lchamida, tokda yoki yuklama maksimumiga nisbatan foizda

ko'yilgan grafik aytiladi va bu qandaydir bir keltirilgan vaqt davomida elektr energiyani qabul qilingan miqdori haqida ta'surot beradi.

YUklamalar grafigi tarmoqlarni hisoblashda dastlabki zarur ma'lumot hisoblanadi. Energiya iste'molchisini tuzilishi (xususiyatlari) va elektr yuklamalarini qiymatlari ehtimollik xarakteriga egadir, Shuning uchun hisoblangan (oldindan rejalangan) grafiklar haqiqiy grafiklardan ko'pincha farq qiladi.

Elektr energiyasining ishlatilish nuktai nazaridan elektr iste'molchilar 4 ta asosiy guruxga bo'linadi.

a) Elektr yuritmalar – elektr energiyasini elektr motorlar orkali mexanik energiyasiga o'zgartiradi, turli dastgoxlarda ishlatiladi. Bu xil iste'molchi eng katta guruxni tashkil etadi.

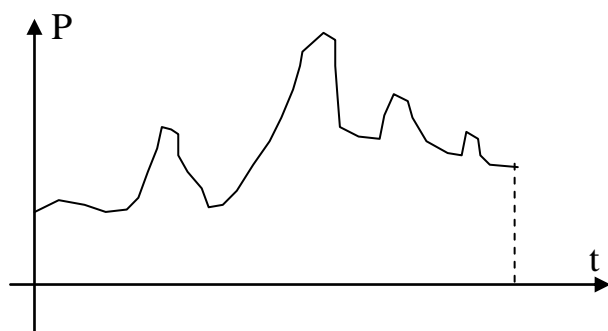
b) Elektrotermik uskunalari - elektr energiyasi issiklik energiyasiga o'zgartiriladi. Bu turli iste'molchilarga elektrotexnik po'latning eng sifatli ko'rinishlar elektrotermik uskunalarda ishlab chiqariladi.

v) Elektrotexnologik uskunalari – elektr energiya bevosita ishlab-chiqarish texnologiyalarida ishlatiladi. Masalan, elektroliz uskunalari, elektropayvandlash, chigitni saralash va x.k.

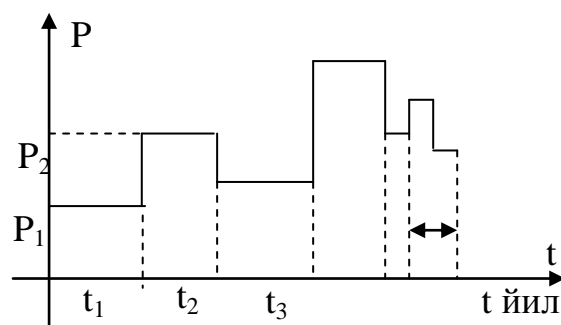
g) Yoritish tizimi uchun qo'llaniladigan elektr jihozlar.

Xar bir iste'molchini smena sutkali, kvartal va yillik iste'mol grafiklari olinadi. Bu grafiklar iste'molini hisoblash, iste'molchi va tarmoq o'rtasidagi oldi-sotdi munosabatlar va elektrotexnik uskunalarni tanlash katta ahamiyatga ega. Har bir ishlab chiqarishning o'ziga hos iste'mol grafigi mavjud va bu grafigi mavjud va bu grafiklar ma'lumotlarga ko'rsatiladi.

Iste'mol grafiklari o'lchash asboblari yordamida olinadi. O'lchash asboblarining ikki xili mavjud: birinchisi, iste'molning uzluksiz o'lchaydigan asbob. Elektr o'lchash asbobining bu turi bilan iste'mol grafigi tuzgani 3.1.1-rasmda ko'rsatilgan.



3.1.1.-rasm



3.1.2.-rasm

SHu iste'molchining elektr schyotchik orkali tuzilgan iste'mol grafigi 3.1.1.-rasmda ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, 3.1.2.-rasmdagi grafik anikligi yukori, chunki xar bir nuqtasi iste'moli o'lchanadi va umumiy iste'mol quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{\Sigma}(t) = \int_0^{T_{ii}} P(t)dt$$

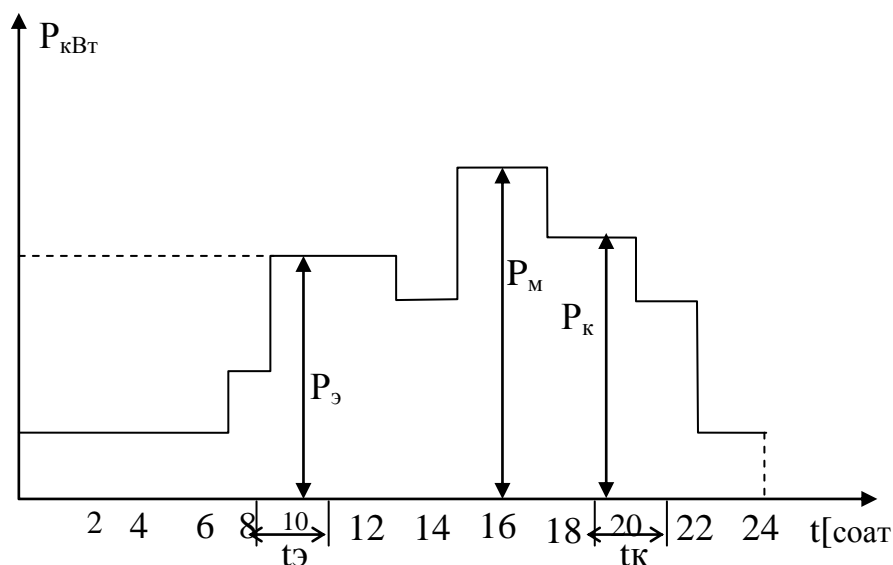
3.1.2.-rasmda ko‘rsatilgan grafik asosida esa umumiy iste‘mol oddiy yig‘indi asosida aniqlanadi:

$$R_{\Sigma} = \sum_0^{T_{ii}} P_i$$

Ikkinchi usul oddiy, anikligi uncha yuqori bo‘lmasa xam aynan ana ikkinchi usul muxandislik hisoblarda ko‘pincha qo‘llanadi.

Elektr iste‘mol grafiklari xar bir iste‘molchi uchun, bir guruh bir xil xossali iste‘molchilar, butun korxonaga uchun olinishi mumkin. Amalda grafik bir kvartal yoki yil uchun olinadi. SHu asosda korxonaga va tarmoq orasida hisob-kitoblar amalga oshiriladi.

Maksimal aktiv quvvat yuklanmasi deb – bir sutka davomida aktiv quvvatning eng katta kamida yarim soat davom etuvchi qiymatiga deyiladi. elektr taminlovchi muassasa, masalan Buxoro elektr tarmog‘i tomonidan, ertalabki va kechki eng katta yuklama vaqti aniklanadi. Agar sanoat korxonalarining umumiy quvvati bo‘lsa eng katta yuklanma vaqtiga to‘g‘ri kelgan quvvatining 1 kVt bir yilda 6000 sum elektr energiyani qiymatiga ko‘shimcha narx olinadi. Ko‘shimcha narxning qiymati energetika vazirligi tomonidan aniqlanadi. Eng katta yuklanish vaqtiga to‘g‘ri keladigan quvvatni qiymati sanoat korxonaga va elektr tarmoq orasidagi Shartnoma xar yil kayta aniqlanadi. Demak, korxonaga bo‘sh energetigi bu raqamni sutkali grafiklar asosida aniklash kerak, iloji boricha kamaytirish kerak, masalan Shu soatlar, zarur bo‘lmagan iste‘molchilarni tarmoqdan uzish, ishlab chiqarish ishni maksimal yuklanish vaqtdan chiqarish va bo‘shqa texnikaviy va adminstrativ choralar asosida.



3.1.2-rasm Sanoat korxonalarining sutkali grafigi

bu erda: t_e - ertalabki eng katta quvvat

t_k - keskin maksimal quvvat vaqti.

t_e va t_k -lar vazirlik tomonidan butun mamlakatni elektr sistemasini eng katta iste'moli vaqti asosida aniqlanadi.

Aynan Shu vaqtda mamlakatni barcha elektr stansiyalarini umumiy quvvati iste'molchilarni yuklanmasiga etishmasligi mumkin. Ayni Shu vaqtda bo'shqa mamlakatlardagi elektr stansiyalarni quvvatidan, masalan, Mari, NUREK elektr stansiyalarini quvvatidan foydalaniShga majbur bo'lamiz. «Elektr tarmoqlari» fanidan bizga ma'lumki, bu elektr stansiyalar «O'rta Osiy va Janubiy Kozog'iston» birlashtirgan yagona elektr sistemasiga kiradi va O'zbekiston elektr sistemi bilan kuchlanishi EUL bilan bog'langan. Bu mamlakatlar xam maksimal quvvat vaqtini aniklaydi va sotiladigan elektr quvvatga narx qo'yadi. Maksimal quvvat vaqtidagi elektr iste'molini kamaytiriSh – elektr energiyasini narxini kamaytiriSh demakdir.

SHakl koefitsienti. Iste'molchining iste'mol grafigini xarakterlovchi ikkinchi kattalik, bu Shakl koefitsienti. Bu koefitsient grafigining ich-ichida notekisligini xarakterlaydi.

Yagona iste'molchi uchun:

$$K_{Sh} = S_{uk} / S_u$$

Gurux yoki butun korxonaga iste'molchilari uchun. $K_{Sh} = S_{uk} / S_u$

Bu erda:

S_{uk} – to'lik quvvatni o'rta kvadratik qiymati.

S_u – to'lik quvvatning o'rtacha quvvati.

Aktiv va reaktiv quvvatlar uchun:

$$K_{Sh} = R_{uk} / R_u$$

$$Q_{Sh} = Q_{uk} / Q_u$$

$$P_{yk} = \frac{P_1^2 \cdot \Delta t_1 + P_2^2 \Delta t_2 + \dots + P_i^2 \Delta t_i}{\sum_1^m \Delta t_i}$$

$$\text{Agar } \Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_i; \quad T = \sum_1^m \Delta t_i = m \cdot \Delta t$$

Bu ifodalarni hisobga olgan holda yukoridagi ifoda quyidagicha yoziladi:

$$P_{yk}^2 = \frac{\Delta t \sum_1^m P_i^2}{m \sum_1^m \Delta t} = \frac{1}{m} \sum_1^m P_i^2$$

bir kator algebraik o'zgartiriShlardan keyin: $P_y = \frac{\partial}{T}$

$$K_{uk} = \sqrt{m} \cdot \frac{\sqrt{\sum_1^m \Delta \vartheta_i^2}}{\vartheta_a}$$

SHunga o'xShaSh reaktiv va to'la quvvat Shakl koefitsientini topib bo'ladi. Hozirgi zamon elektr tarmoqlari va tizimlarini loyihalashta, ya'ni asosiy va murakkab bo'lgan texnik-iqtisodiy masalalarni ratsional echishta, kutiladigan elektr yuklamalarni to'g'ri aniqlashta muhim o'rin tutadi. Elektr

yuklamalarni ahamiyati loyihalayanayotgan elektr taminoti tizimini butun elementlarini tanlaShni aniqlaydi, hamda elektr taminoti va texnik iqtisodiy ko'rsatgichlarni hisoblaShga yordam beradi. Kutiladigan elektr yuklamalarni to'g'ri baholaSh elektr taminoti tizimida kapital xarajatlar, rangli metallar chiqimi, elektr energiya isrofi eksplutatsiya xarajatlariga ta'sir etadi. Elektr yuklama yakka holatda yoki iste'molchilar guruhining elektr energiya iste'molini xarakterlaydi.

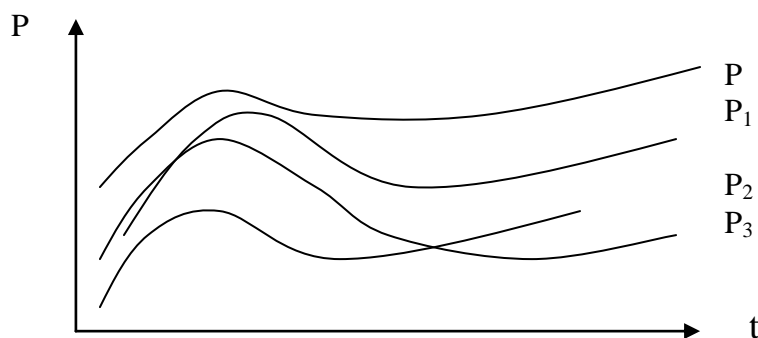
Elektr yuklamalarning asosiy ko'rsatgichlari aktiv R, reaktiv Q quvvat va tok I, hisoblanadi.

$P, Q, I = f(t)$ - o'zgariShi elektr yuklamalarning grafigi deb ataladi. Elektr yuklamalar individual yakka holdagi iste'molchilar, guruh iste'molchilari-guruh elektr energiya iste'molchilari kabi turlarga bo'linadi.

$P(t), g(t), i(t)$ -individual elektr energiya iste'molchilari.

$R(t), Q(t), I(t)$ -gurux elektr energiya iste'molchilari kuriniShida belgilanadi.

Bu iste'molchilar grafigini quyidagi 3.1.3-rasmda ko'rib chiqamiz.



3.1.3-rasm. Elektr yuklamalar grafigi.

1. Individual elektr yuklama R_1 grafigi
2. Individual elektr yuklama R_2 grafigi
3. Individual elektr yuklama R_3 grafigi
4. Guruh elektr yuklamalar grafigi: R

Iste'molchilarning guruhini vaqt bo'yicha umumiy quvvatlari va toki quyidagicha aniqlanadi

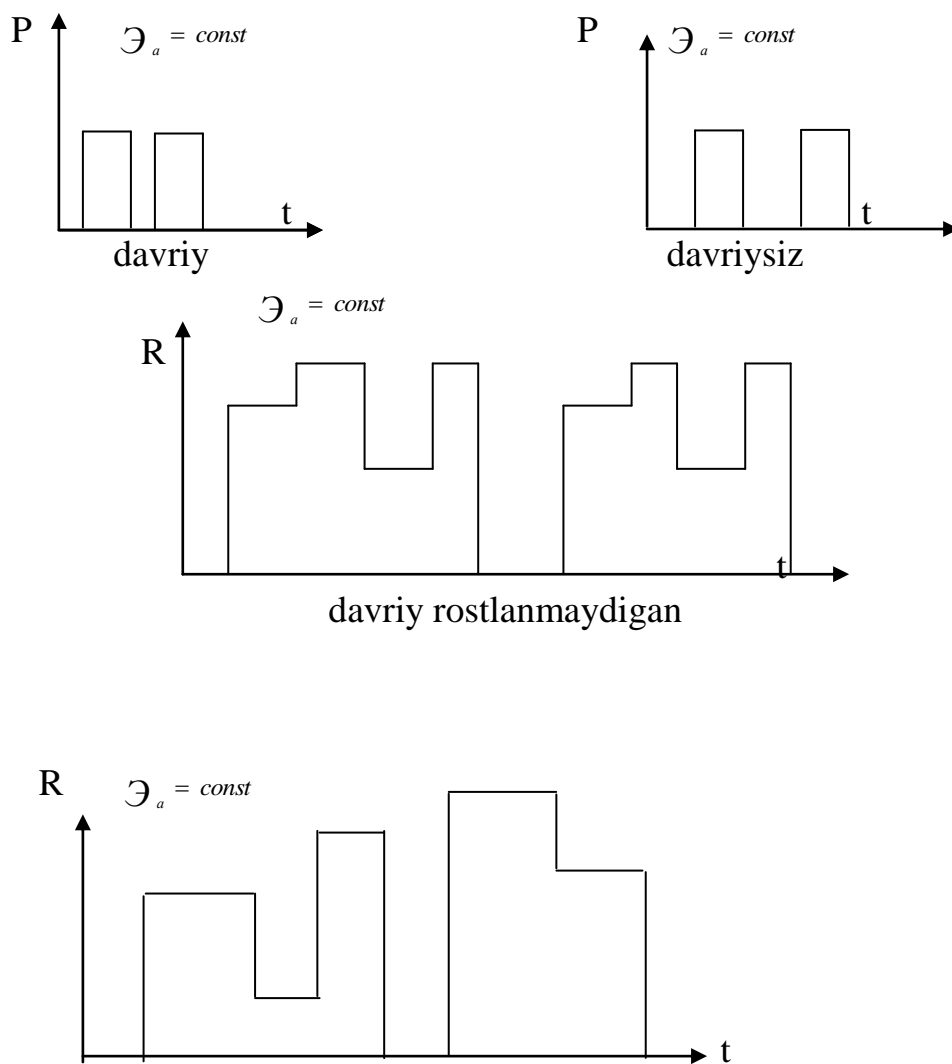
$$P(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t);$$

$$Q(t) = \sum_{i=1}^n Q_i(t);$$

$$I(t) = \frac{\sum_{i=1}^n S_i(t)}{\sqrt{3} U_n} = \frac{\sqrt{P^2(t) + Q^2(t)}}{\sqrt{3} U_n}$$

Individual elektr yuklamalarning grafigi: davriy, davriysiz, davriy rostanmaydigan turlarga bo'linadi.

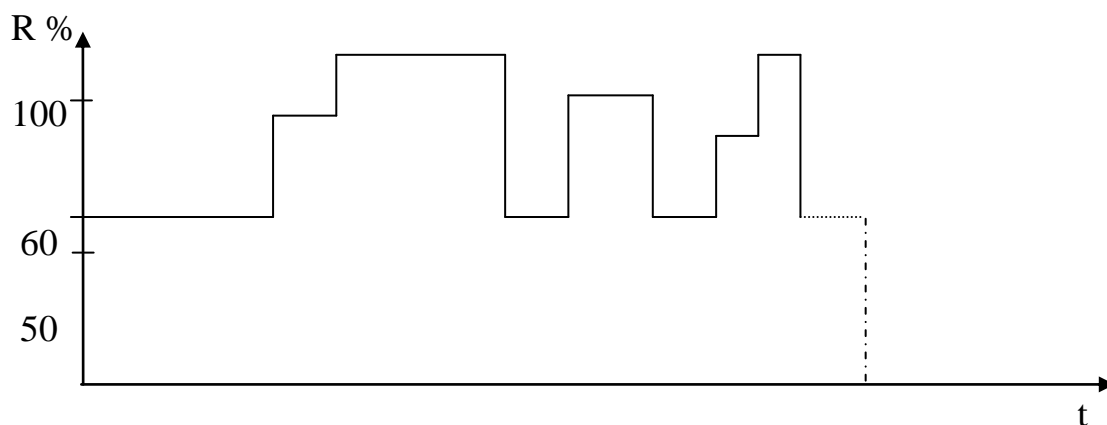
Individual elektr yuklamalarni grafiklarini 3.1.4-rasmda ko'rib chiqamiz.



3.1.4-rasm. Individual yuklamalar grafigi.

Sikl vaqti $t = t + t$

Istemojchilarda elektr yuklamalari kundalik aktiv, reaktiv va yillik aktiv, reaktiv turlarga bo'linadi. Ularni grafisini quyidagi 3.1.5-rasmda keltirilgan.



3.1.5-rasm. Elektr yuklamalarning kunlik va yillik grafiklari.

Elektr taminotida tizimida elektr yuklamalar: kuch transformatorlarning soni va quvvati, kompensatsiya qiluvchi qurilmalarning quvvati va ulaniSh joyi, ruxsat etilgan qiziShi bo'yicha tok o'tkazuvchi elementlarni tanlaSh va tekShiriSh, kuchlaniShni tebraniShi (va isrofini hisoblaSh) va isrofini hisoblaSh hamda tanlaSh uchun kerak bo'ladi.

Maksimal yuklama deb elektr taminoti tizimining yuklamali Shunday katta bir qiymatiga aytiladiki, bunda elementlar ma'lum vaqt oralig'ida temperaturasi o'rnatilgan qiymatiga etadi. Maksimal yuklamalarni aniqlaSh ikki davrda bajariladi. Birinchi davrda yakka iste'molchilarni, bo'lak sexlarni va iShlab chiqariSh uchastkalarini hamda butun korxonani yuklamalri aniqlanadi.

Birinchi davrda ETT (elektr taminoti tizimida) reaktiv quvvat manbalari hisobga olinmaydi. Bu elektr yuklamalarning natijasi:kuch transformatorlar soni va quvvati va Shu bilan birga kompensatsiya qiluvchi qurilmalarni quvvati hamda ulaniSh joyini aniqlaSh uchun foydalaniladi.

Ikkinchi davrda butun elektr taminoti tizimi uchun elektr yuklamalarni kompensatsiya qiluvchi qurilmalarni quvvati va ulaniSh joyini hamda SDni reaktiv quvvatidan foydalaniSh darajasini hisobga olib, hisoblaSh iShlari bajariladi. Elektr yuklamalarning hamma koeffitsientlari va parametrlari bir elektr va iste'molchiga bog'liq bo'lgani guruh iste'molchilari uchun belgilanadi.

Har bir loyihalananayotgan va qo'rilayotgan elektr tarmog'i iste'molchilarni yuqori sifatli elektr energiya bilan iShonchli raviShda taminlaShi Shart.

Hisoblar uchun dastlabki asosiy ma'lumotlar, bu iste'molchilarni yuklamalari, stansiya va podstansiyalar joylaShgan mintaqalar to'g'risidagi ma'lumotlardir.

Iste'molchilar yuklamasi o'zgarmas qiymatga ega bo'lmay, balki u vaqt, oy, yil davomida va fasllarga qarab o'zgarib turadi. Bundan taShqari halq xo'jaligini rivojlaniShi va aholi farovonligini oShiShi tufayli yuklamalarni muntazam raviShda o'siShi mavjud. Masalan hozirgi vaqtda televizorlarni o'zi 1940 chi yillarda bo'lgan mamlakatdagi hamma elektr stansiyalarni quvvatiga teng quvvatni iste'mol qiladi.

Bu erda: 1 soatda yuklamalar o'zgarmas deb taxmin qilinadi, Shuning uchun bir sutkada har bir yuklama 24-ta qiymat bilan belgilanadi, ayrimlari takrorlaniShi mumkin. Hamma qiymatlar– eng katta va eng kichik qiymatlar orasida bo'ladilar. YUklamalar grafiklari o'xShaSh bo'lganda, elektr tarmoqning eng yuksak iSh tartiblari (eng katta va eng kichik yuklama qiymatlari) etarlicha o'xShaSh bo'lardi: qolganlari esa oraliq qiymatlar bo'lardi. Aslida yuklamalar grafiklari bir- biriga mos emas. Ammo ayrim umumiy moyillik kunu-tun o'zgariShi hamda boShqa o'xShaSh faktorlari bilan izohlaniShi mumkin. SHuning uchun ko'p hollarda eng katta va eng kichik yuklamalar etarlicha namunaviy hisoblaSh mumkin. Odatda, eng katta yuklama tartibi, eng katta umumiy yuklama bilan tavsiya etiladi, garchi ayrim yuklamalar katta qiymatga ega emas. Bu tartibda toklar, tarmoqning ko'p elementlarda kata qiymatga ega. Bu kuchlaniShlarning katta farqligiga olib keladi. Eng kichik yuklama tartibi, eng kichik umumiy yuklama bilan tavsiya etiladi. Bu erda: iShga ulangan

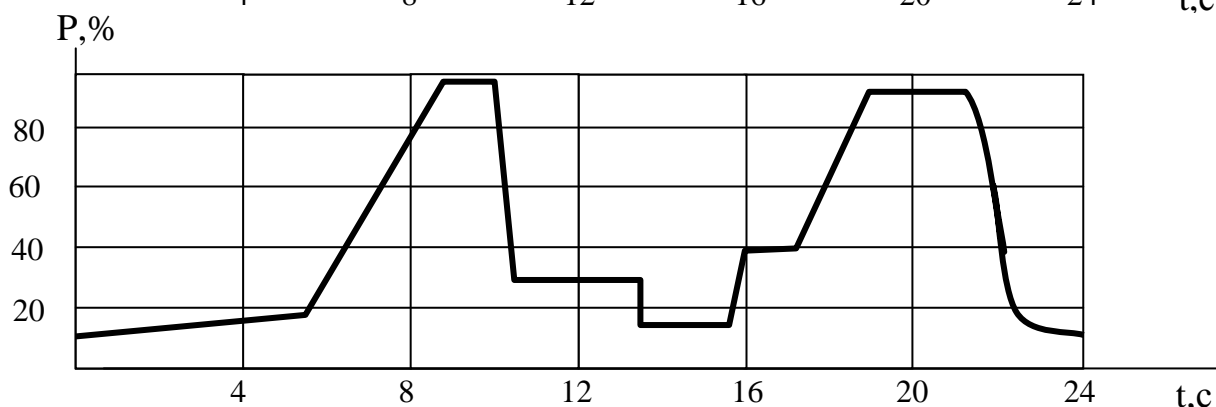
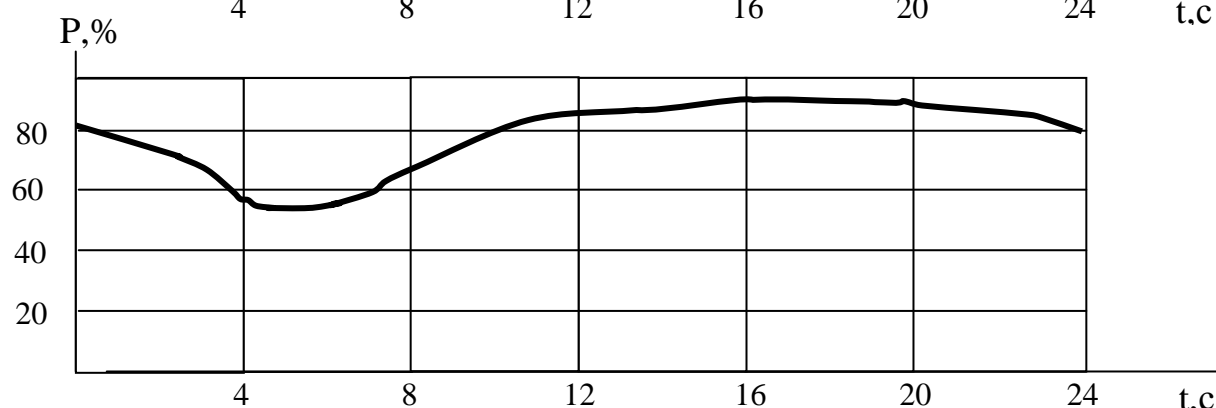
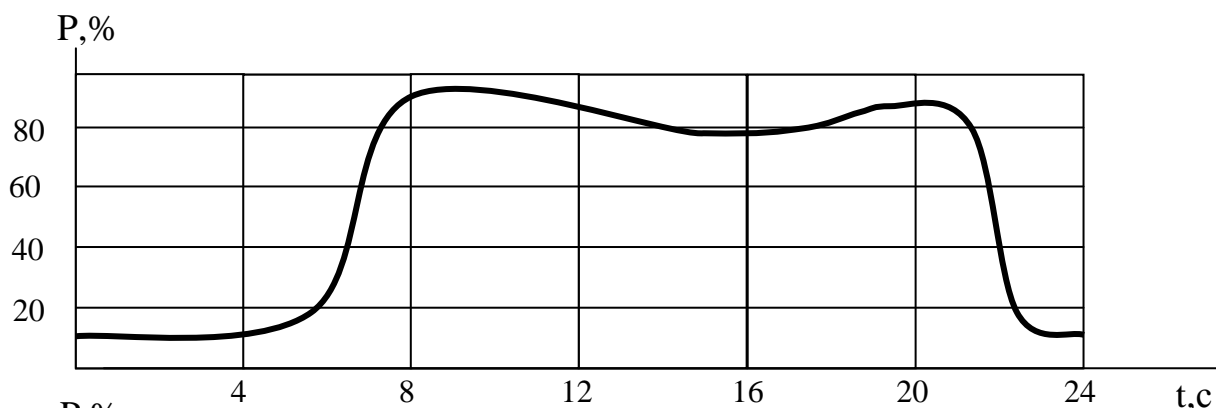
generatorlarning kam miqdori talab etiladi. Tarmoqning ishiga ayniqsa halokat holatdan keyingi tartiblar og'ir bo'lishi mumkin, ular jixozlarning buzilishi orqali har qanday o'chirishlardan kelib chiqadi. Uch fazali kuchlanish simmetriya tizimi yoki ularning sinusoidaligi buzilgani sababli elektr tarmoqlarning zamonaviy ish sharoitlarida elektr energiyaning sifat ko'rsatkichlarining tekshirish zarurlari paydo bo'ladi. Keltirilgan ma'lumotlardan ma'lum bo'ladiki zamonaviy sharoitlarda ish tartiblari yoki bu darajada nosimmetrik va nosinusoidal bo'ladilar. Lekin ko'p hollarda ularning simmetrik va sinusoidal qismlarini qarab chiqishi bilan cheklansa bo'ladi. Chunki bu qismlar asosiy tebranma harakatning to'g'ri ketma-ketligining ta'skil etuvchisi hisoblanadi. Aslida ko'pincha alohida yuklamalar bir biriga nisbatan tez va mustaqil o'zgariladi. Bunaqa sharoitda yuklamalar qiymatining belgilangan fursatda kerakli to'g'rilik bilan aniqlab bo'lmaydi. O'shanda yuklamalar vaqtining tasodifiy funksiya deb hisoblanadilar. Tarmoqning ish tahlili faqat ehtimoliy-statistik usuli bilan bajariSh mumkin. Ushbu kursda shu savollarga faqat bo'shlang'ich ma'lumotlar keltirilgan, umuman olganda ular xam maxsus hisoblanadilar va ko'shimcha tayyorgarlikni talab etadilar.

Elektr yuklamalari grafigi deb, absissa o'qida vaqt va ordinata o'qida esa yuklama o'lchamida, tokda yoki yuklama maksimumiga nisbatan foizda qo'yilgan grafik aytiladi va bu qandaydir bir keltirilgan vaqt davomida elektr energiyaning qabul qilingan miqdori haqida ta'surot beradi.

Grafiklar sutka davomida, faslli, yillik aktiv va reaktiv yuklamalar grafigiga bo'linadi. Elektr energiyaning iste'mol qiliSh tartibiga energetika uskunalari; ES, EUL va transformator podstantsiyalarini ishlaSh tartibi bog'liqdir.

Sanoat iste'molchilari yuklamalar grafigining turlari ishlab chiqarishdagi texnologiya jarayonlarini xususiyatlariga bog'liq. Kommunal-maishiy korxonalarining yuklamalar grafigi yoritish uskunalari tufayli o'ziga xos to'satdan o'zgaruvchan xarakterga egadir.

Masalan 3.1.6.a,b,v-rasmlarda mashinasozlik zavodining (a), kimyoviy ishlab chiqarishning (b), maktab yoki institutning (v) grafiglari keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki bu grafiglar bir-birlaridan ancha farq qiladi. Kimyoviy ishlab chiqarishda, yuklama sutka davomida maksimal qiymatga yaqindir, maktabda esa ertalabki o'quvchilar maktabga kelgandagi, kechki qorong'i tushib yana yoritish uskunalari yoqishga to'g'ri kelgandagi ikki maksimum bo'ladi.



3.1.6-расм. Истеъмолчиларнинг ҳар хил шакллардаги юкламалар графиги

SHunday har xil grafiklar va statistik ma'lumotlarga asosan ayrim rayonlarni elektr taminot grafigi va umuman energetika sistemalarini grafigi tuziladi.

YUklamalar grafigi tarmoqlarni hisoblashda dastlabki zarur ma'lumot hisoblanadi. Energiya iste'molchisini tuzilishi (xususiyatlari) va elektr yuklamalarini qiymatlari ehtimollik xarakteriga egadir, Shuning uchun hisoblangan (oldindan rejalangan) grafiklar haqiqiy grafiklardan ko'pincha farq qiladi.



Саволлар

1. YUklamalar grafigi nima maqsadda quriladi?
2. YUklamalar grafigi qanday bo'ladi?
3. Maksimal yuklama deb nimaga aytiladi?
4. YUklamalar necha davrga bo'linadi?

Ўқув мақсади

Elektr energiyaning iste'molchilariga energiyani kam chiqimli qilib etkazish va iste'molchilarni elektr energiyaga bo'lgan ishonchligini oshirishning asosiy elektr uzatish liniyalarining asosiy parametrlari va almashirish sxemalari bajarish bo'yicha amaliy ko'nikmalarini shakllantirish.

**- Asosiy ma'lumotlar**

Elektr tarmoqlari elektr energiyani ishlab chiqaradigan joydan elektr iste'molchilari joylashgan joyga uzatib va elektr iste'molchilari o'rtasidagi taqsimlanishiga xizmat qiladi. Bunda elektr tarmoqlariga quyidagi be-shta asosiy talab: ishdagi ishonchligiga, sifatiga, tejamkorlikka (iqtisodiylikka), havfsizlik va ishlatish qulayligiga, keyinchalik kengaytirish mumkinligiga tegishli bo'ladi.

IShdagi ishonchlik: elektr tarmoqlarining ishonchligi deganida biz iste'molchilarni kerakli vaqt davomida to'xtamasdan sifatli energiya bilan taminlanishini tushunamiz.

Elektr uskunalarning tuzilishi qoidalariga (EUTQ) asosan, hamma elektr iste'molchilari ishonchlik darajasi bo'yicha shartli ravishda asosan uch toifaga bo'linadi.

Birinchi toifaga shunday elektr iste'molchilar kiradiki, agarda ularning elektr taminoti uzilib qolsa, odamlar hayotiga havf tug'ili-shi, halq xo'jaligiga katta zarar etkazilishi, texnika uskunalari shikastlanishi, ommaviy ravishda yaroqsiz mahsulot ishlab chiqarilishi, murakkab texnologiya jarayonlari ishdan chiqishi va shahar xo'jaligining muhim elementlari buzilishi mumkin.

Ikkinchi toifaga shunday iste'molchilar kiradiki ularning elektr taminoti uzilishi korxonalarining mahsulotini kamayib ketishi bilan, ishlab chiqarish mexanizmlari va sanoat transporti turib qolishi bilan va shahar aholisining katta qismini normal turmush sharoitlari buzilishi bilan bog'langan.

Uchinchi toifaga uncha mas'uliyatli bo'lmagan iste'molchilar kiradi: masalan, mahsuloti seriyali bo'lmagan kichik sexlar, kichik qishloqlar, kichik korxonalar va hokazo...

Birinchi toifali elektr iste'molchilari EUTQda ko'rsatilgandek, ikki va undan kam bo'lmagan mustaqil manbadan elektr quvvatini olish kerak. Mustaqil deb shunday manbaga aytiladiki, qachonki unda kuchlanish bosha manbalarda yo'qotilganda xam saqlanib qoladi.

Quvvati katta bo'lmagan iste'molchilar uchun ikkinchi manba o'rnida xarakatlanadigan yoki turg'un holdagi dizel elektr stansiyalari yoki akkumulyator batareyalarini ishlatish mumkin.

Birinchi toifali iste'molchilar uchun elektr taminotini uziliSh vaqti zahiralangan manbani avtomatik raviShda ulaSh vaqtiga teng.

SHunday birinchi toifali iste'molchilar borki, ular yuqori darajali iShonchlilikni talab qiladi, chunki to'satdan elektr taminoti to'xtab qolsa, odamlar hayoti havf ostida qoliShi, uskunalarni iShdan chiqiShi va portlaSh sodir bo'liShi mumkin. Bunday iste'molchilar uchun albatta quvvati o'chirib bo'lmaydigan iste'molchilar quvvatiga teng uchinchi manba (avariyaga oid) kerak. Ikkinchi toifali iste'molchilar uchun elektr taminotini mumkin bo'lgan uzilib qoliSh qisqa vaqti, navbatchi xodim orqali yoki xarakatdagi brigada yordamida zahiralangan manbani ulaSh vaqtiga teng. Havo liniyalarini yuqori iShonchlili ekanligi va ularni iSh holatini tez tiklaSh mumkinligini hisobga olgan holda, EUTQ ikkinchi toifali iste'molchilarni bir tizimli havo liniyasi orqali taminlaShga ruxsat beradi. Ayrim paytda bir kabel (bo'lingan va alohida uzgichlari bor) liniyasi orqali va xatto bir transformator yordamida taminlaSh (Sharoitga qarab) ruxsat etiladi.

Uchinchi toifali iste'molchilar uchun elektr taminotini uzilib qoliSh vaqti ta'mirlaSh yoki Shikastlangan elementlarni almaShtiriSh vaqtiga teng bo'ladi, lekin bu vaqt bir sutkadan oShmasligi kerak.

Elektr taminotini iShonchliligi zahira qo'yiShdan taShqari rele himoyasi va avtomatik uskunalarni iShlaShiga bog'liq.

Energiyani sifati. Har bir iste'molchi sifatli energiya bilan taminlaniShi zarur. Bu sifat kuchlaniSh va chastotani qiymati, uch fazali kuchlaniShni simmetriyasi va kuchlaniSh egri chizig'ini Shakli bilan belgilanadi.

KuchlaniShni qiymati. KuchlaniShni kerak bo'lgan qiymatdan kamayiShi yoki oShiShi maqsadga muvofiq emas. KuchlaniShni o'zgariShi generatorlarni elektr yurituvchi kuchi yoki yuklama o'zgariShi tufayli elektr tarmoqlaridagi kuchlaniSh yo'qotiliShini o'zgariShiga bog'liq. CHo'g'lanish lampalarida va boShqa yorug'lik manbalarida kuchlaniShni kamayiShi yorug'likni kamayiShiga va boShqa noxuSh holatlarga olib keladi. KuchlaniShni oShiShi lampani xizmat muddatini kamaytiradi. SHunday qilib, kuchlaniShni oShiShi ham, kamayiShi ham iqtisodiy chiqimga olib keladi. Eng kam iqtisodiy yo'qotiSh eng maqbul kuchlaniShda bo'ladi. Uskunalar SHunday tuzilgan bo'liShi kerakki nominal kuchlaniSh maqbul kuchlaniShga teng bo'lsin.

Buni asinxron motorlar misolida ham ko'riSh mumkin.

KuchlaniSh og'iShini kamaytiriSh uchun maxsus usullar qo'llaniladi, masalan, yuklangan holda rostlovchi transformatorlardan (YUHRT) foydalaniSh, kompensatsiya uskunalarni (KU) o'rnatish va hokazo...

CHastota qiymati. CHastotani o'z qiymatidan og'iShi motorlarning va ular bog'langan qurilmalarning aylaniSh tezligini o'zgariShiga olib keladi. Bu esa texnologik jarayonlarni yo'ldan chiqiShiga olib keliShi mumkin. Shuning uchun, hozirgi vaqtda chastotani mumkin bo'lgan og'iSh darajasi faqatgina $\pm 0,1$ Gs. qilib qabul qilinadi.

Uch fazali kuchlaniShni simmetriyasi. Uch fazali simmetrik sistemalarda hamma kuchlaniShlar o'zining absolyut qiymati bo'yicha teng bo'lib, ular orasidagi burchak 120° bo'lishi kerak: Shunda ular faqat to'g'ri ketma-ketlikni taShkil qiladi. Simmetriyani buziliShi bir fazali teng bo'lmagan yuklamalar mavjudligi, fazalardagi parametrlarni nosimmetrik bo'lishi sababli kelib chiqadi.

Simmetriyani buziliShi teskari va nol ketma-ketligini yoki ularning ikkalasini ham bir vaqtning o'zida paydo bo'lishiga olib keladi. KuchlaniShni teskari ketma-ketligi tokni teskari ketma-ketligini keltirib chiqaradi. Bu esa, o'z navbatida, uch fazali motorlar xarakatini tormoz qiladi, quvvat isrofini ko'paytiradi, generator rotorlarida hosil bo'lgan teskari magnit maydoni ketma-ketligi orqali qo'Shimcha qizdiradi.

KuchlaniShni nol ketma-ketligi ham quvvat isrofini oShiradi, qo'Shni aloqa liniyalariga zararli ta'sir etadi. Nol ketma-ketlik toklari esa, erda oqa turib er ostidagi inShoatlarni korroziyaga (chiriShga) olib keladi. Bundan taShqari normal hollarda tok va kuchlaniShlarning nol ketma-ketliklarini bo'lishi rele himoyasini nosimmetrik qisqa tutaShuv paytida tanlab iShlaSh xususiyatini yo'qotib qo'yiShiga olib keliShi mumkin.

KuchlaniSh egri chizig'ini Shakli. Ko'pchilik o'zgaruvchan tok iste'molchilari uchun kuchlaniSh egri chizig'i sinusoida Shaklida bo'lishi zarur. KuchlaniSh egri chizig'ini sinusoidadan og'iShi generatorlarni elektr yurituvchi kuchlari sinusoidal bo'lmagani, sistemada nochiziqli elementlarni mavjudligi sababli (masalan, to'yingan po'lat o'zaklari, yarim o'tkazgichlik tok o'zgaruvchi uskunalari va hokazo) kelib chiqadi.

Iqtisodiylik. Elektr tarmoqni iqtisodiy bo'lishligi uchun bir necha mumkin bo'lgan tarmoq Shakllarini, kuchlaniSh qiymatini, simning ko'ndalang kesimlarini ko'rib chiqiSh kerak. SHuning uchun qator variantlarni ko'rib chiqib ularni bir birlari bilan "kumulyativ xarajat" usuli orqali taqqoslaSh lozim. Bu usul (mezon) energiya isrofining qiymatini, sarf qilingan kapital mablag'ni, kelib chiqqan ziyonni o'z ichiga oladi.

SHunday variant optimal hisoblanadiki, Shunda "kumulyativ xarajat" eng kam bo'lishi kerak.

Havfsizlik va iShlatiSh qulayligi. IShchi xodimlarni va boShqa odamlarni havfsizligini taminlaSh uchun "texnika iShlatiSh qoidalariga" ko'ra erga ulaSh, elektr uskunalarni o'rab oliSh, signalizatsiya, maxsus kiyim va boShqa moslamalar qo'llaniladi. Havo liniyalari simlarini kuchlaniShiga qarab erdan belgilangan balandlikka tayanchlarda tortiladi.

Havfsizlikdan taShqari iShlatiSh qulayliklari hisobga oliniShi kerak. Masalan, har xil o'zgartiriSh qulayliklari, qurilmalar va kabellarni tuzatiSh va ko'zdan kechiriSh uchun kerakli yo'llar, yorituv uskunalari, avariya transporti va boShqalar ko'zda tutiladi.

Keyinchalik kengaytiriSh, "RivojlaniSh" mumkinligi. Elektr tarmoqlarida yuklamalarni o'zgariShi va ketma-ket yangi iste'molchilarni paydo bo'lishi har doim kengaytiriSh va jihozlaSh zarurligini keltirib chiqaradi.

Stansiya va transformatorlar almashtiriladi, qo‘shimcha quriladi va qaytadan jihozlanadi, yangi avtomatika qo‘yiladi va hokazo. Hozirgi paytda har yil 5-6% yangi elektr tarmoqlari ishga tuShiriladi. Sistemalarni Shunday loyihalash kerakki, ular mavjud stansiyalar, podstansiyalar, tarmoqlar va boShqa qurilmalarda to‘la foydalanilgan taqdirda uzoq vaqt rivojlaniSh imkoniyatini taminlab tursin.



Savollar

1. Elektr tarmog‘iga qo‘yilgan asosiy talablarni sanab o‘ting?
2. Necha xil toifani bilasiz va ta’riflab bering?
3. Elektr tarmog‘ida sifat ko‘rsatgichini aytib bering.?

3.3-MAB3Y

ELEKTR UZATISH LINIYASINING (EUL) PARAMETRLARI VA ALMASHTIRISH SXEMALARI. ULAR ASOSIDAGI HODISA VA JARAYONLAR. EUL PARAMETRLARIGA TA’SIR ETISH IMKONIYATLARI.

Ўқув мақсади

Elektr uzatish liniyasining parametrlarini aniqlashda almashtirish sxemalari bajariSh, liniyaning aktiv, reaktiv qarshiliklari va aktiv, reaktiv o‘tkazuvchanliklar orqali liniyalarining ish rejimlarini aniqlashga imkoniyatlar yaratiladi va ular orqali amaliy ko‘nikmalarini shakllantirish.



Asosiy ma’lumotlar

Elektr tarmoqlari yoki tizimlarini almashtirish sxemasi umuman olganda uning ayrim elementlarining (elektr uzatish liniyalari, transformatorlar, avtotransformatorlar, reaktorlar, sig‘im batareyalari, yuklamalar, taminlash manbai) almashtirish sxemalaridan taShkil topadi va bir fazali ekvivalent uchun tuziladi.

Almashtirish sxemada liniyada bo‘ylamasiga va ko‘ndalangiga to‘g‘ri keladigan elementlar bor. Birinchisiga – yuklama toki okadigan tarmoq elementi, ikkinchisiga – to‘liq kuchlanishga ulangan element kiradi. Tarmoq almashtirish sxemasining bo‘ylama (tarmoqning qarshiligi) va ko‘ndalang (tarmoqning o‘tkazuvchanligi) elementlari yordamida tarmoqning xususiyati va unda bo‘layotgan fizik hodisalar ko‘rsatiladi.

Elektr tarmoqlari parametrlarini aniqlash, haqiqiy tarmoqlarning almaShtiriSh sxemasini to'g'ri ko'llaSh, ularning iShlaSh tartibini va boShqaruvini o'rganiShda haqiqatga yaqin natijalarni olishga imkon beradi.

UzatiSh liniyasi quyidagi parametrlar: aktiv qarShilik $R_{(O_M)}$, reaktiv qarShilik $X_{(O_M)}$, aktiv o'tkazuvchanlik $G_{(C_M)}$, reaktiv o'tkazuvchanlik $B_{(C_M)}$ bilan ifodalanadi. Rangli metallardan tayyorlangan simlar uchun R, X, G, B ni tarkibini ko'ramiz.

Aktiv qarShilik. Aktiv qarShilik simdan oqayotgan o'zgaruvchan tokka nisbatan bo'lgan qarShilikni ko'rsatadi. O'zgaruvchan tok oqayotganda sim ko'ndalang kesimida tokning taqsimlanishi bir hil bo'ladi. Bunda qarShilik

$$R_{O_M} = \ell / \gamma F \quad (3.3.1)$$

Bu erda: ℓ - simning uzunligi, γ - soliShtirma o'tkazuvchanlik, alyuminiy material uchun taxminan ko'rsatiliShicha $\gamma_{a=32.10} = 32.10 \text{ Sm/m}$, mis uchun $\gamma_m = 53.10 \text{ Sm/m}$, F - simning ko'ndalang kesim yuzasi, mm^2 .

Lekin o'zgaruvchan tokni simning kesim yuzasida taqsimlanishi yuza effekti hodisasi tufayli bir hil emas, buning natijasida tok simning markaziy qismiga qaraganda, chetida ko'proq oqadi. Bu hodisa simning ichida joylaShgan o'zgaruvchan magnit maydoni hosil qilgan qarama-qarshi E.YU.K. sababli ro'y beradi. Natijada, tok yuzani markaziga nisbatan kam bo'lib, simning kesim yuzasi to'liq holda iShlatilmaydi, simning qarShiligi R_{Om} qarShilikka nisbatan oShadi.

YUza effektining ta'siri ayniqsa yuqori chastotali toklar va po'lat simlarda sezilarli bo'ladi.

Rangli metallardan iShlangan elektr tarmoqlari uchun sanoat chastotasida va kesim yuzasi 500 mm^2 dan kichik bo'lgan simlarda bu farq katta emas. $F > 500 \text{ mm}^2$ bo'lgan tarmoqlar uchun bu farq 5% ga teng bo'lib, sezilarli qiymatni taShkil etadi. Ammo katta kesimli simlar po'lat-alyuminiydan tayyorlanadi, Shuning uchun ular "yuza effekti" kam ko'rinadi. SHunday kilib, amaliy hisoblarda $R = R_{Om}$ deb qabul qiliSh mumkin, ya'ni aktiv qarShilikni aniqlash uchun (3.3.1) ifodani iShlatiSh mumkin. QarShilik R ni haroratga bog'liqligi hisobga olinmaydi va hisoblarda bu qarShilikning o'rtacha ($+20^\circ\text{S}$ dagi) qiymati iShlatiladi. SHunday qilib

$$R = r_o \cdot \ell, \quad \text{Om} \quad (3.3.2)$$

Bu erda: $r_o = 1 \text{ km}$ simning hisoblangan aktiv qarShilik qiymati, Om/km.

Hamma konstruksiyali simlarning, ayniqsa ko'p tomirli simlarning hisoblagandagi haqiqiy kesim yuzasi, maqsadda ko'rsatilgan ancha to'liq bo'lgan tayyor qiymatidan foydalaniSh tavsiya etiladi.

Induktiv qarShilik. O'zgaruvchan tok liniyadan oqayotganida simlar atrofida hosil bo'lgan magnit maydoni simda teskari yo'nalgan o'zinduksiya E.YU.K ni hosil qiladi. O'zinduksiya E.YU.K. sababli tokka bo'lgan qarShilik, reaktiv induktiv qarShilik deb aytiladi. YOnma-yon joylaShgan uch fazali

liniyalarining simlari ko‘rilayotgan simdagi tokka nisbatan teskari sim bo‘lib, unda ko‘rilayotgan tokni yo‘naliShiga mos yo‘nalgan E.YU.K. ni yuzaga keltiradi, bu o‘z navbatida o‘zinduksiya E.YU.K. ni va Shu tufayli reaktiv qarShilikning qiymatini kamaytiradi. SHuning uchun liniyaning faza simlari kanchalik bir-biridan uzoq joylaShsa, qo‘Shni simlarning magnit oqimi sababli bo‘ladigan o‘zaro ta’siri xam Shunchalik kamayadi va liniyaning induktiv qarShiligi oShib boradi.

Induktiv qarShilikning qiymatiga yana simlarning diametri, simning magnit singdiruvchanligi va o‘zgaruvchan tok chastotasi ta’sir qiladi. 1 km uzunlikdagi liniyaning induktiv qarShiligi, Om/km da

$$x_o = 2\pi Lf = 0,144 \lg\left(\frac{D_{yp}}{r}\right) + 12500 \quad M \quad (3.3.3)$$

Bu erda: L - induktivlik, Gn; f - chastota, Gs; D_{yp} faza simlari orasidagi o‘rtacha geometrik masofa, m; r -simning radiusi D_{O-R} va r ning qiymati bir hil o‘lchamda bo‘liShi kerak, M - magnit singdruvchanlik.

Rangli metallardan tayyorlangan (alyumin va mis) simlar uchun magnit singdiruvchanlik o‘zgarmas va juda kichik bo‘lgani sababli uni havoning magnit singdiruvchanligiga tenglaShtiriSh mumkin, ya’ni xalqaro o‘lchov birligi SI ga binoan

$$M_x = M_a = M_M \approx 0,4\pi \cdot 10^{-6} = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ } \Gamma_H / M \quad (3.3.4)$$

Agarda (3.3.3) ga M ning (3.4.4) dagi rangli metallar uchun bo‘lgan qiymatini qo‘ysak, hosil bo‘ladi:

$$x_o = 0,144 \lg\left(\frac{D_{yp}}{r}\right) + 0.016 \quad (3.3.5)$$

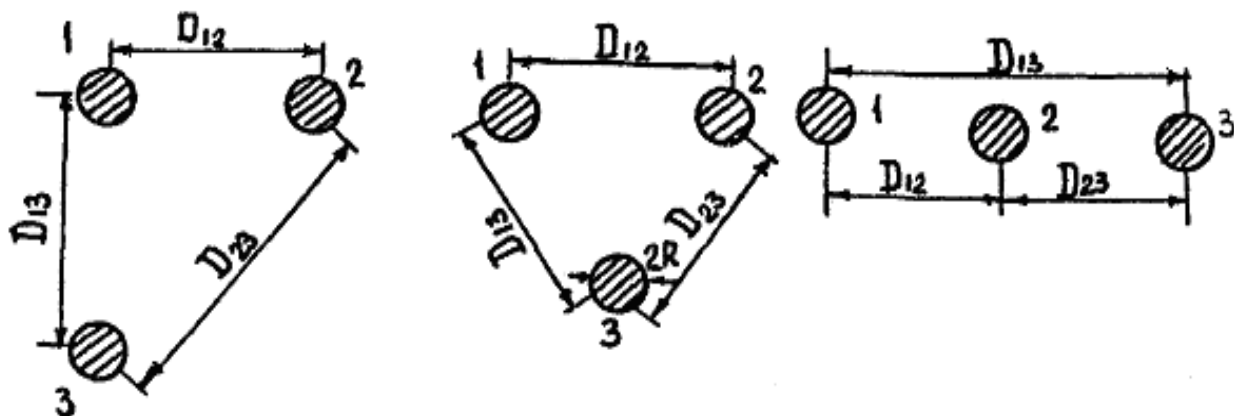
D_{UR} ni qiymati faza simlari kuchlaniShi oShiShi bilan oShib boradi. Masalan, 750 kV kuchlaniShdagi liniyalarda tayanchlar 30 m dan balandrok bo‘lib (ya’ni taxminan 9-10 m qavat uyning balandligidir), faza simlari orasidagi masofa 10-20 m bo‘ladi. Uch fazali bir tizimli EULda simlar orasidagi o‘rtacha masofa

$$D_{yp} = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}} \quad (3.3.6)$$

Bu erda: D_{12}, D_{23}, D_{31} -ayrim fazalarning simlari orasidagi masofa (3.3.1a-rasm)

Simlar teng tomonli uchburchakning cho‘qqilariga joylashsa (3.3.1. b - rasm)

$$D_{O'R} = D_{12} = D_{23} = D_{13} = D$$



3.3.1.расм. Симларни ХЛ таянчларида учбурчакларнинг чўққиларида (а,б) ва горизонтал жойланиши.

Agar simlar gorizontall joylashsa (3.3.1. v - rasm), unda

$$D_{yp} = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{13}} = \sqrt[3]{D \cdot D \cdot 2D} = D \sqrt[3]{2}$$

EUL induktiv qarshiligini ikki qarshilikning yig‘indisi,

ya’ni x_o^I -taShqi qarshilikning va x_o^{II} -ichki qarshilikning yig‘indisi deb

tasavvur qiliSh mumkin:

$$x_o = x_o^I + x_o^{II} \quad (3.3.7)$$

TaShqi induktiv qarshilik simlar atrofidagi magnit maydoni o‘zaro ta’siri sababli yuzaga keladi va simlar orasidagi D masofaga bog‘liq bo‘ladi.

Havo liniyalarida simlar orasidagi masofa anchagina katta bo‘lgani uchun x_o^I ham nisbatan katta qiymati 0,4 Om/km atrofida bo‘ladi.

$$x_o^I = 0.144 \lg \frac{D_{yp}}{r} \quad (3.3.8)$$

Ichki induktiv qarshilik simning ichidagi magnit maydoni sababli yuzaga kelib M ga bog‘liq bo‘ladi.

$$x_o^{II} = 12500 M \quad (3.3.9)$$

Rangli metallardan tayyorlangan simlar uchun $x_o^{II} = 0,016 \frac{Om}{km}$,

bu x_o^I ga nisbatan ancha kichik. SHuning uchun x_o^{II} ni ko‘pincha hisobga olishmaydi. EUL ni induktiv qarshiligi x_o ni 0,36-0,440 Om/km ga teng qilib olinadi.

Kabel liniyalarida simlar orasidagi masofa havo liniyalariga nisbatan ancha kichik, demak induktiv qarshilik ham kichik. SHuning uchun ko‘pincha

kabellarda induktiv qarshilikni, (ayniqsa simlarning katta bo'lmagan kesim yuzalari uchun) hisobga olmaslik mumkin:

$$R_{kab} \gg X_{kab}$$

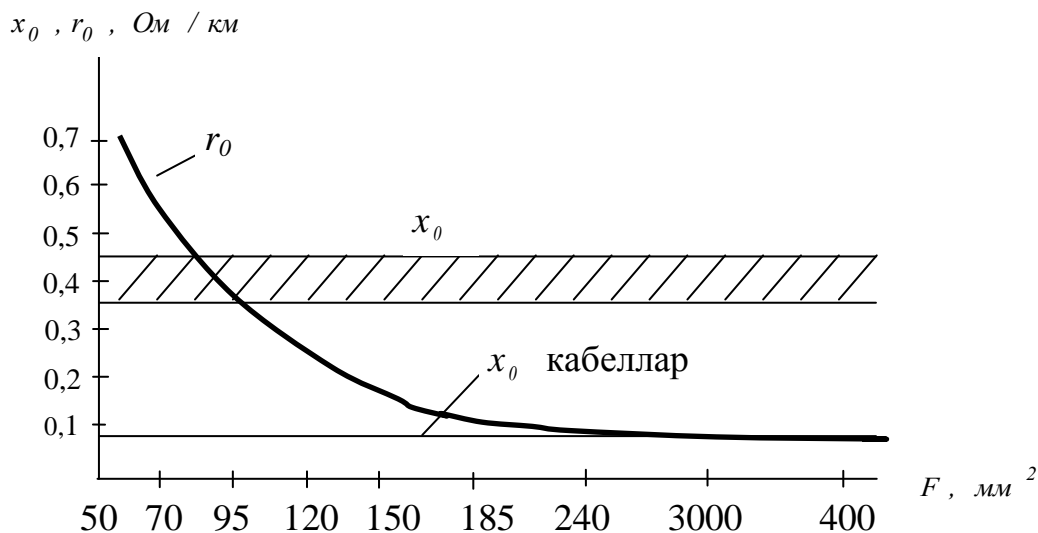
(3.3.9) dan ko'rinadiki, induktiv qarshilik X ni va shu tufayli reaktiv quvvat isrofini ($\Delta Q = 31^2 X$) kamaytirish uchun masofa $D_{O'R}$ ni kamaytirish yoki radius r ni kattalashtirish kerak. $D_{O'R}$ ni qiymati liniyaning kuchlanishiga bog'liq, uni kamaytirish havoni teshtirish havfini yuzaga keltirishi mumkin. SHunday kilib, X ni kamaytirish uchun radius r ni kattalashtirish kerak, ya'ni simni kesim yuzasini kattalashtirib, metall sarfini oshirish kerak. Bu albatta, iqtisodiy nuqtai nazardan foydali emas.

$D_{O'R}$, r ni qiymati logarifm belgisi ostiga kiradi, x'' esa o'zgarmasdir.

Demak, rangli metallardan tayyorlangan simlar uchun qarshilik x_0 kesim yuzasi F ni o'zgarishiga nisbatan kam o'zgaradi (3.3.2-rasm).

35 kV va undan kichik liniyalar uchun kesim yuzasi $F=50 \div 95 \text{ mm}^2$ bo'lgan simlar, 110 kV liniyalar uchun $F=70 \div 150 \text{ mm}^2$ simlar qo'llaniladi.

SHunday kilib, induktiv qarshilikni kamaytirish uchun radiusni kattalashtirish kerak. Uni to'g'idan-to'g'ri kattalashtirib bo'lmaydi, chunki bunda rangli metallar sarfi ko'payadi. r ni kattalashtirish yo'li shundan iboratki, har bir faza simlari qo'shimcha metall sarfini oshirmay bir necha simlarga bo'linadi. Masalan, 150 mm^2 li faza simini uchta simga bo'lganimizdan keyin, bu fazada bir sim emas, balki har birining kesim yuzasi 50 mm^2 dan bo'lgan, 3 ta sim bo'ladi. YOki, kesim yuzasi 300 mm^2 edi, ikkiga bo'lingandan keyin fazada ikkita 150 mm^2 dan iborat sim hosil bo'ladi.



3.3.2-расм. Пулат-алюмин симлар ва кабель томирлари актив ва индуктив қаршиликларини симнинг kesim

юзасига боғлиқ ҳолда ўзгариши

Agar har bir fazadagi simning har birini haqiqiy radiusi r_x va ularning orasidagi masofa a_1, a_2, a_3 ($a=300 \div 600 \text{ mm}$) bo'lgan m sim bilan almaShtirsak, unda qandaydir ekvivalent radius hosil bo'ladi.

$$r_{\text{ЭKB}} = \sqrt[n]{a_{\text{YP}}^{n-1} r_x} \quad (3.3.10)$$

Bu erda: a_{YP} bo'lingan simlar orasidagi o'rtacha geometrik masofa

$$a_{\text{YP}} = \sqrt[n]{\prod a_i} \quad (3.3.11)$$

Agarda, $n=3$ bo'lsa, unda, $a_{\text{YP}} = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$.

Faza ikki, uch, to'rt va ko'p parallel qo'shilgan simlarga bo'linib, birlari bilan kerakli moslamalar orqali biriktiriladi.

$r_{\text{ЭKB}}$ uchun yozilgan ifoda simlar bo'lingandagi magnit oqimining o'zgarishini hisobga olib topilgan. Ekvivalent radius taxminan bir hil metall sarfida, simni birinchi holatidagi radiusdan har doim katta $r_{\text{ЭKB}} > r$

Masalan, agar 600 mm^2 faza simi $16,5 \text{ mm}$ li taShqi radiusga ega bo'lsa, uning radiusi $12,2 \text{ mm}$, yuzasi 300 mm^2 , simlar orasidagi o'rtacha masofa $a_{\text{or}} = a = 400 \text{ mm}$ bo'lgan ikki simga bo'lsak, unda

$$r_{\text{ЭKB}} = \sqrt{a \cdot r_x} = \sqrt{400 \cdot 12,2} = 69,9 \text{ mm}$$

Bu qiymatni bo'linmagan sim radiusi bilan solishtirsak, ($16,5$ va $69,9$) ekvivalent radius taxminan 4 marta o'shadi, bu esa simni shartli kesim yuzasi o'sha metall sarfida 16 marta o'shganini ko'rsatadi.

Bu ajoyib xususiyatga shu bilan erishiladiki, simlar bo'linganda magnit maydoni qaytadan taqsimlanadi. Xuddi kesim yuzasini kattalashtirilgandek, maydon bo'lingan simlar o'rtasida bo'shashib, taShqariga siqib chiqariladi. Fazada kancha sim ko'p bo'lsa, bu ta'sir shuncha kuchli bo'ladi. Ammo, har bir ko'shimcha simning ta'siri pasayib boradi. Masalan, fazada ikkita sim bo'lsa, induktiv qarshilik 19% ga kamayadi, uchta - 28%, to'rtta - 32% ga va xokazo.

Rangli metallardan tayyorlangan faza simlarining bo'linishi hisobiga induktiv va aktiv qarshiliklar (Om/km va Om) quyida gicha aniqlanadi:

$$x_{\text{о}} = 0,144 \ell g \frac{D}{r_{\text{ЭKB}}} + 0,016 / n \quad (3.3.12)$$

$$R = \ell / (n \gamma F_x) \quad (3.3.13)$$

Bu erda: F_H - bo'lingan simlarning har birining haqiqiy kesim yuzasi.

Amaliyotda simlarni bo'lish 330 kV va undan yuqori kuchlanishda bajariladi.

Kuchlanish yo'qotilishini kamaytirish, qarshilik X ni qiymatini kamaytirish uchun faza simlari bo'linishi zarur, ammo bu ikkinchi darajali omildir. Asosiysi, simlar bo'linganda elektr tojlaniishi sababli bo'ladigan elektr energiya isrofining kamayishidir.

Aktiv o'tkazuvchanlik. EUL ni o'tkazuvchanligi dielektrlarda aktiv quvvat isrofi tufayli yuzaga keladi. Havo liniyalaridagi bu isrof simlarning tojlaniishi va izolyatorlarning kamchiliklari bilan bog'langan. Lekin, havosi eng ifloslangan joylarda ham izolyatorlar orqali tokni yo'qotishi juda kam.

Kachonki, sim atrofidagi elektr maydonining kuchlanganligi havoning mustahkamligidan yuqori bo'lsa, sim atrofidagi havo ionlashadi va tojlaniSh sababli elektr energiya isrofi yuzaga keladi. Bunda havorang nurlaniSh va chirsillaSh kuzatiladi, Shuning uchun bu hodisa "tojlanish" nomini olgan.

Ayniksa, nam havoda va har hil yog'ingarchilik kunlarida tojlaniSh tezlashadi va tojlaniShga sarf bo'lgan elektr energiyaning isrofi katta miqdorga oShadi. SHunday qilib 330-750 kV kuchlanishli havo liniyalarida tojlaniShga sarf bo'lgan elektr energiyaning isrofi yaxshi havoli kundagi isrofga nisbatan qorda 14% gacha, simlar yaxlaganda esa, 17% gacha ko'payadi. TojlaniSh aktiv quvvat va energiyaning isrofidan taShqari simlarda zanglashni yuzaga keltiradi, aloqa liniyalariga halaqit beradi, radioni tiniq eShitishga to'sqinlik qiladi. SHuning uchun normal holatda EUL tojlanmasligi uchun ayrim tadbirlar ko'riladi, bu choralar asosan EUL tojlaniSh boShlanadigan kuchlanishini oShirishdan iboratdir. Bu kuchlanish quyidagi ifoda orqali topiladi.

$$U_{\text{tox}} = U_{\text{msh}} \cdot E_o / E \quad (3.3.14)$$

Bunda, U_{ISH} - ish davomidagi o'rtacha kuchlanish, kV.

E_o - yaxshi havoda umumiy tojlaniShga to'g'ri keladigan simning boShlang'ich kuchlanganligi.

E - simning yuzasidagi elektr maydonining ish davridagi kuchlanganligi kV/Sm

Elektr maydoning boShlang'ich kuchlanganligini (emperik) tajribadan olingan quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin.

$$E_o = 30,3 m \delta (1 + 0,3 / \sqrt{\tau \delta}) \quad (3.3.15)$$

Bunda, m - simlarni silliklik koeffitsienti, sillik silindr shaklidagi simlar uchun $m=1$, ko'p tolali simlar uchun $m=0,82 \div 0,92$ (katta qiymat simni katta kesim yuzasiga to'g'ri keladi).

$\delta = \frac{0386 P}{(273 + V)}$ - havoning nisbiy zichligi ($r=100$ kPa atmosfera bosimida va

havoning harorati $Q=293^0\text{K}$ bo'lganda $b=1$), r - simning radiusi, sm da.

Simning yuzasidagi elektr maydonining ish davomidagi kuchlanganligi fazasi bo'linmagan EUL uchun quyidagi ifoda bilan topiladi.

$$E = 0.355 U_{\text{msh}} / (\tau \ell g (D_{\text{yp}} / r)) \quad (3.3.16)$$

Fazalari bo'lingan EUL uchun bunday ifoda topiladi.

$$E = 0,355 U_{\text{msh}} / (r \tau \ell g (D_{\text{yp}} / r_{\text{okb}})) \quad (3.3.17)$$

Bunda logarifm oldidagi r santimetrda qo'yiladi. Simlar gorizontol joylashganda o'rtadagi faza simi uchun kuchlanganlik 10% ga yuqori qilib olishadi, chunki bu sim ikki chetdagi simlar ta'sirida bo'ladi. (3.3.17) dan ko'rinadiki, tojlaniShda bo'lgan energiya isrofini kamaytiriSh uchun simlarning kesim yuzasini oShirish, faza simlarini bo'lish yoki simlarni ichi bo'sh kilib bajarilishi kerak. SHu nuqtai nazardan simlarning kesim yuzasi boShqa hisoblash natijalarga ko'ra kattaroq qilib olinadi. Masalan, 110 kV kuchlanish uchun tojlaniShda bo'lgan energiya isrofi sharti bo'yicha eng kichik yuza 70 mm², 220 kV uchun 240 mm² va h.k.

TojlaniShda bo‘lgan energiya isrofi EUL ni haqiqiy kuchlaniShga bog‘liq. Misol uchun 750 kV kuchlaniShli EUL da tojlaniShda bo‘lgan isrofni liniyadagi haqiqiy kuchlaniShga bog‘liq o‘zgarishi quyida keltirilgan.

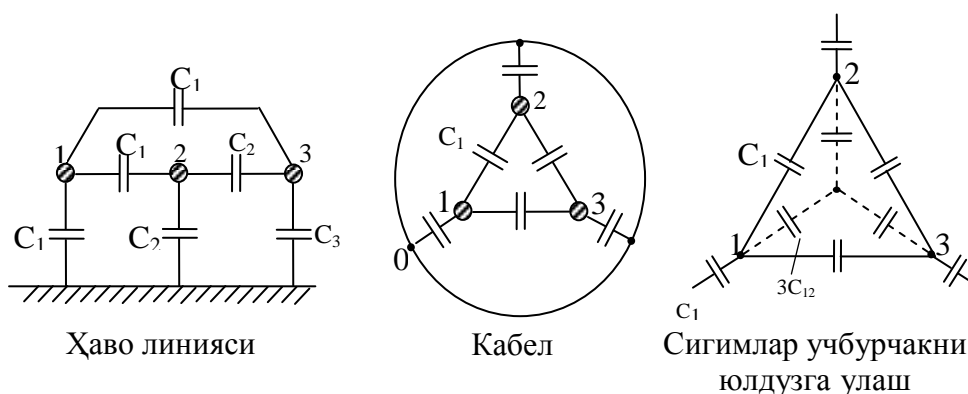
KuchlaniSh, kV	715	700	750	770	787
TojlaniShda yo‘qotish R toj, kVt/km	10.4	11.36	13.75	15.74	18

Keltirilgan qiymatlardan ko‘rinadiki, kuchlaniSh 5% ga oShsa, tojlaniShga bo‘lgan energiya isrofi taxminan 31% ga oShadi. KuchlaniSh 5% ga kamaysa energiya isrofi 750 kV nominal kuchlaniShga nisbatan 24% ga kamayadi. SHunday qilib, yomon ob-havoda yuqori kuchlaniShli EUL larida tojlaniShga bo‘lgan energiya isrofini kamaytiriSh uchun kuchlaniSh darajasini nominal kuchlaniShga nisbatan birmuncha kamaytiriSh maqsadga muvofiqdir. TojlaniShda bo‘lgan quvvat isrofi $P_{\Delta \text{ тож}}$ tojlaniSh va kuchlaniSh U ga tegiShli aktiv o‘tkazuvchanlik havo liniyalarida quyidagicha topiladi:

$$g = \frac{P_{\Delta \text{ тож}}}{U^2} \quad (3.3.18)$$

Aktiv o‘tkazuvchanlik asosan yuqori kuchlaniShli liniyalarda hisobga olinadi.

Kabel liniyalari uchun iShlab chiqaruvchi zavod tomonidan 1km liniya uchun dielektrikda bo‘lgan quvvat isrofi ko‘rsatiladi va u orqali aktiv o‘tkazuvchanlik xuddi havo liniyalaridek topiladi. Odatda 35 kV va undan yuqori kuchlaniShli kabel liniyalari uchun dielektrikdagi quvvat isrofi hisobga olinadi.



3.3.3-расм. Ҳаво (а, б) ва КЛ (в) бир жисм сифимлари

Liniyaning reaktiv o‘tkazuvchanligi fazalar orasida, fazalar bilan er orasida sig‘im borligi tufayli yuzaga keladi (3.3.3-rasm). CHunki har bir havo va kabel liniyalirining juft simlarini va yana Shu simlar bilan er orasini kondensator deb faraz qiliSh mumkin.

Havo liniyalarining to‘liq iSh sig‘imi faza – faza va faza – er sig‘imi qismlaridan taShkil topgan bo‘lib, u har bir qo‘rilayotgan sim zaryadini uning potensialiga nisbatini ifodalaydi. Ish sig‘imi tuShunchasi faqat simmetrik liniyalar uchun, masalan uch fazali kabellar uchun, transpozitsiyani hisobga olgan holda havo liniyalari uchun haqlidir. Ish sig‘imi ekvivalent yulduz

elkasining sig‘imi kabi, sig‘im uchburchagini yulduzga o‘zgartirilganidan keyin aniqlanadi.

$$C = 3C_{12} + C_{10}, \quad (3.3.19)$$

Buni rasmlardagi belgilar orqali tuShuntiriSh mumkin.

iSh sig‘imi simlarning diametriga, ularning o‘zaro joylaShuviga ular orasidagi masofaga, muhitning dielektrik o‘tkazuvchanligiga bog‘liq. Qo‘Shni liniyaning va momaqaldiraqdan himoya qiluvchi sim ta‘sirini hisobga olinmasa, injenerlik hisoblarida yo‘l ko‘yiladigan 5% lik mumkin bo‘lgan noaniqlik bilan uch fazali tok havo liniyalarining iSh sig‘imi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$C_o = 0,024 \cdot 10^{-6} / \lg(D_{yp} / \kappa), \quad \phi / \kappa M \quad (3.3.20)$$

Bu erda: D_{YR} ayrim faza simlari orasidagi o‘rtacha masofa, r-simning radiusi.

Fazalari bo‘lingan EUL uchun iSh sig‘imining aniqlangan qiymati quyidagicha topiladi.

$$C_o = 0,024 \cdot \xi \cdot 10^{-6} / \lg(D_{yp} / r_{\text{эKB}}) \quad (3.3.21)$$

Bunda, S_0 -er va trosning tasirini hisobga oladigan koeffitsient ($S_0 = 1,05$ – bir tizimli ikkita trosli EUL uchun)

Faza simining ekvivalent radiusi (3.3.10) bilan aniqlanadi.

Kabel liniyalari uchun iSh sig‘imining qiymati iShlab chiqaruvchi zavod tomonidan berildi, chunki uni hisoblaSh uchun izolyasiyaning dielektrik o‘tkazuvchanligini, geometrik o‘lchamini va kabel haqida yana boShqa konstruktiv ma‘lumotlarni biliSh kerak.

Havo va kabel liniyalari uchun reaktiv (sig‘im) o‘tkazuvchanlik quyidagi ifodadan topiladi.

$$B_o = \omega C_o, \quad C_M / \kappa M \quad (3.3.22)$$

Lekin kabellarda sig‘im o‘tkazuvchanligi simlar orasidagi va simlar bilan erga tutaShtirilgan qobiq orasidagi masofa kichik bo‘lganligi va izolyasiyaning yuqori dielektrik o‘tkazuvchanligi tufayli havo liniyalariga nisbatan kattadir.

50 Gs lik o‘zgaruvchan tokli faza simlari bo‘linmagan havo liniyalari uchun B_o quyida gicha topiladi.

$$B_o = 7,5 \cdot 10^{-6} / \lg(D_{yp} / r) \quad (3.3.23)$$

faza simlari bo‘lingan HL uchun.

$$B_o = 7,58 \cdot \xi \cdot 10^{-6} / \lg(D_{yp} / r_{\text{эKB}}) \quad (3.3.24)$$

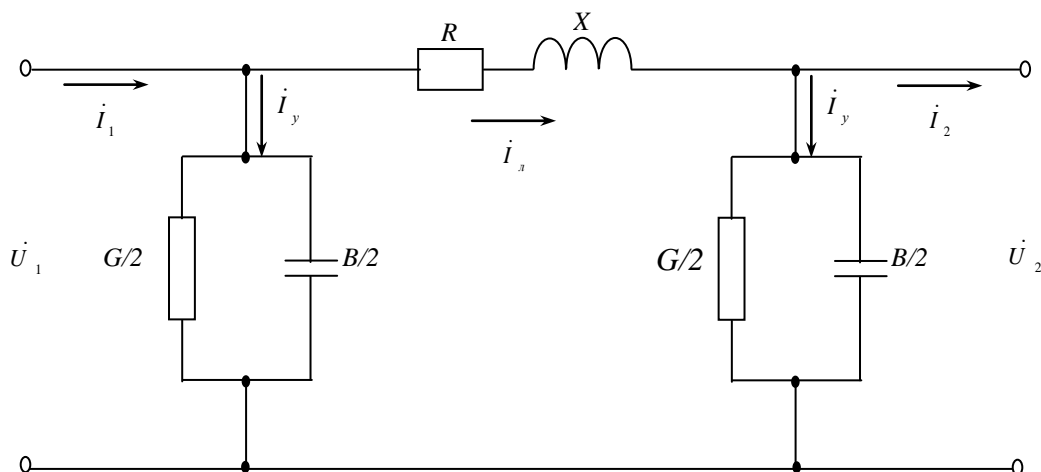
KuchlaniShga qarab o‘rtacha sig‘im o‘tkazuvchanligi HL quyidagicha o‘zgaradi.

Liniyaning kuchlaniShi kV	110-220	330-500	750	1150
$V_0, \text{ Sm. km}$	$2.7 \cdot 10^{-6}$	$3.7 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$4.6 \cdot 10^{-6}$

ℓ - km uzunlikdagi EUL sig‘im o‘tkazuvchnligi

$$B_{\wedge} = \epsilon_o \cdot \ell, \quad C_M \quad (3.3.25)$$

Liniyalarda sig‘im o‘tkazuvchanligini bo‘liShi liniyaning zaryad toki va zaryad quvvati deb ataluvchi sig‘im tokini (siljiSh toki) va sig‘im quvvatini o‘tiShini yuzaga keltiradi.



Zaryad toki

$$I_3 = B_{\wedge} \cdot U_{\phi} \quad (3.3.26)$$

Bunda, U_F - faza kuchlaniShi

Zaryad quvvati

$$Q_3 = \sqrt{3} U I_3 = B_{\wedge} \cdot U^2 \quad (3.3.27)$$

Bunda, U-liniya kuchlaniShi.

Liniyalarda sig'im o'tkazuvchanligi tufayli hosil bo'ladigan zaryad quvvati reaktiv (sig'im) quvvati asosan liniyaning kuchlaniShiga bog'liq bo'lib, 110 kV va undan yuqori kuchlaniShli liniyalar uchun muhim ahamiyatga egadir[2].

Po'lat simlarning qarShiligi va o'tkazuvchanligi.

Po'lat simlarda yuza effekti juda katta bo'lganligi uchun rangli metallar uchun ko'llanilgandek, Om qarShiligini o'zgaruvchan tok aktiv qarShiligiga tenglashtirish mumkin emas, ya'ni

$$R_{\text{mvl}} \neq R_{\text{om}}$$

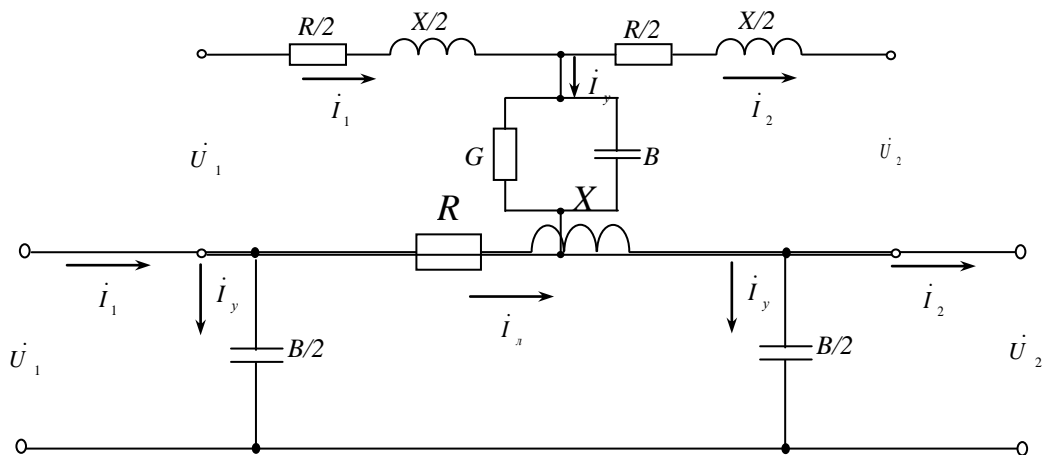
3.3.4-rasm "P"-ko'rinishli almashtirish sxema

Po'lat simlarning magnit singdiruvchanligi μ juda katta va o'zgaruvchan qiymatga egadir. Ichki magnit okimi I tokka va magnit singdiruvchanlik μ ga bog'liq bo'ladi. O'z navbatida μ , I tokka va po'latning ko'Shilmalariga bog'liq. Bunday murakkab bog'laniShlar tufayli (3.3.2) ifodani qo'llash mumkin emas.

SHuning uchun jadvallarda r_o va x_o ning (po'lat simlar uchun) har hil diametrlil simlar uchun oqayotgan tokka bog'liq holdagi aniqlangan qiymati keltiriladi. G va V o'tkazuvchanliklar yuza effekti ga bog'liq emas va rangli metallardan yasalgan simlar uchun qanday aniqlansa, po'lat simlar uchun ham shunday aniqlanadi.

Almashtirish sxema. EUL uzunligi davomida bir tekisda taqsimlangan aktiv R va reaktiv X qarShiliklar, hamda aktiv G, reaktiv V o'tkazuvchanliklar

bilan ta'riflanadi. Biroq EULni hisoblarida soddalashtirilgan usullardan foydalaniladi, ya'ni liniyani uzunligi davomida aktiv va reaktiv qarshiliklar va o'tkazuvchanliklar bir hil taqsimlanmagan, balki bular yig'indisi bir joyga to'plangan, deb karaymiz.



3.3.5
-
rasm
“T”-

ko'rinishli almashtirish sxema

EUL ning to'liq qarshiligi [Om] μ

$$\underline{Z}_{\wedge} = R + jX = \underline{Z}_{\wedge} \exp(j\phi)$$

Bunda,

$$\underline{Z}_{\wedge} = \sqrt{R^2 + X^2}; \phi_{\underline{Z}_{\wedge}} = \text{arctg}(X/R)$$

EUL ning to'liq o'tkazuvchanligi [Om]

$$Y_{\wedge} = G - jB = Y_{\wedge} \exp(j\psi_{Y_{\wedge}})$$

$$Y_{\wedge} = \sqrt{G^2 + B^2}; \psi_{Y_{\wedge}} = \text{arctg}(B/G)$$

3.3.6-rasm“P”-ko'rinishli o'tkazuvchanlik bo'yicha almashtirish sxema

Umumiy hollarda EUL “P” yoki “T” Shaklidagi almashtirish sxemasi (3.3.5-rasm) bilan ifodalanadi va unda qarshilik bo'ylamasida, o'tkazuvchanlik esa ko'ndalangida ko'rinishli parametrlarga to'g'ri keladi.

Uzunligi 300 km gacha bo'lgan EUL larida o'tkazuvchanliklar liniyalar o'rtasiga, qarShilik liniyaning chetlarida yig'ilgan deb yoki uning teskarisi-qarShiliklar o'rtada o'tkazuvchanliklar liniyaning chetlarida yig'ilgan (3.3.6-rasm) deb faraz qiliSh mumkin.

O'zgarmas tokli EUL almaShtiriSh sxemasini $X=0$ va $V=0$ holatdagi o'zgaruvchan tokli EUL ning tarkibiy qismi deb karaSh mumkin.



HAVO VA KABEL LINIYALARI PARAMETRLARINI HISOBLASH

Nazariy qism

UzatiSh liniyasini nazariy jihatdan uzunligi davomida bir tekisda joylaShgan ko'p sonli aktiv va reaktiv qarShiliklar hamda o'tkazuvchanliklardan iborat deb faraz qiliSh mumkin. Ammo bunday tarmoqlarni hisoblaSh murakkab, Shuning uchun aktiv R , reaktiv X qarShiliklar hamda aktiv G va reaktiv V o'tkazuvchanliklardan iborat liniya uchun yig'ilgan parametrli almaShtiriSh sxemasini qo'llaSh maqsadga muvofiqdir [7].

1 km uzunlikdagi simning normal haroratdagi ($t=20^0$) aktiv qarShiligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$r_o = \frac{\rho}{F} = \frac{1000}{\gamma F}, \text{ Om/km}$$

bu erda: ρ - soliShtirma qarShilik, $\text{Om}\cdot\text{mm}^2/\text{km}$

(mis uchun $\rho=18,8 \text{ Om}\cdot\text{mm}^2/\text{km}$, alyumin uchun $\rho=31,5 \text{ Om}\cdot\text{mm}^2/\text{km}$);

γ - soliShtirma o'tkazuvchanlik, $\text{km}/\text{Om}\cdot\text{mm}^2$,

(alyumin uchun $\gamma=0,0317 \text{ km}/\text{Om}\cdot\text{mm}^2$; mis uchun $\gamma=0,053 \text{ km}/\text{Om}\cdot\text{mm}^2$);

F - simning ko'ndalang kesim yuzasi, mm^2 .

Normal holatda havo liniyasining aktiv qarShiligi:

$$R = r_o \cdot \ell, \text{ Om}$$

bu erda: r_o - 1 km simning hisoblangan aktiv qarShilik qiymati, Om/km ;

ℓ - liniyaning uzunligi, km.

Normal haroratdagi 1 km havo liniyasining induktiv qarShiligi quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$x_o = (0,144 \lg \frac{D_{o'r}}{r_s} + 0,016), \text{ Om/km}$$

bu erda: r_s - simning radiusi, sm.

Havo liniyasining umumiy induktiv qarShiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$X = x_o \cdot \ell, \text{ Om}$$

bu erda: $D_{o'r}$ - faza simlari o'rtasidagi o'rtacha geometrik masofa.

$D_{o'r}$ quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$D_{o'r} = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}}, \text{ sm}$$

bu yerda: D_{12}, D_{23}, D_{31} – ayrim faza simlari orasidagi masofa, sm.

330-750 kV li elektr uzatish liniyalarida induktiv qarshilikni kamaytirish uchun har bir faza simi 2-3 ta simga bo'linadi. Unda x_0 quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$x_0 = (0,144 \lg \frac{D_{o'r}}{r_{ek}} + \frac{0,016}{n}), \text{ Om/km}$$

bu erda: r_{ek} - bo'lingandagi ekvivalent radius.

r_{ek} quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$r_{ek} = \sqrt[r_s \cdot a_{o'r}^{n-1}]{}$$

bu erda: n- fazadagi simlar soni;

$a_{o'r}$ - bir fazadagi simlar o'rtasidagi o'rtacha geometrik masofa, sm;

r_{ek} - simlarning bo'lingandan keyingi ekvivalent radiusi, sm.

1 km havo liniyasining aktiv o'tkazuvchanligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$g = \Delta P_{toj} \cdot 10^{-3} / U_n^2, \text{ Sm/km}$$

bu erda: ΔP_{toj} - tojlanihdagi quvvat isrofi (kW/km) ob-havoga bog'liq bo'lib, jadvaldan yoki quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta P_{toj} = \frac{0,18}{\delta} \sqrt{\frac{r_s}{D_{o'r}}} (U_f - U_{kr})^2, \text{ kW/km}$$

bu erda: δ – barometr bosimi va haroratni hisobga oluvchi koeffitsient

($t=25^0$ da $\delta=1$);

U_{kr} - kritik kuchlanish, kV.

Kritik kuchlanish U_{kr} quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$U_{kr} = 48,9 \mu_0 \mu_n \delta \lg \frac{D_{o'r}^2}{r_c}, \text{ kV}$$

bu erda: μ_0 – sim yuzasi silliqiligini hisobga oluvchi koeffitsient. Ko'p tolali sim uchun $\mu_0=0,83 \div 0,87$;

μ_n – ob-havoni holatini hisobga oluvchi koeffitsient. Quruq ob-havoda $\mu_n=1$, yomon ob-havo (tuman, yomg'ir, qor) da $\mu_n=0,8$.

Kabel liniyalarining aktiv o'tkazuvchanligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$g = r_0 l, \text{ sm}$$

Kabel liniyalarining uzunligi katta bo'lmaganligi va g ning qiymati kichik bo'lgani uchun ko'p hollarda bu o'tkazuvchanlik hisobga olinmaydi.

Liniyalardagi reaktiv (sig'im) o'tkazuvchanligi fazalar orasida fazalar bilan er orasida sig'im borligi tufayli yuzaga keladi. Kabel liniyalarida sig'im o'tkazuvchanligi esa tok o'tkazuvchi tomirlarni o'ragan dielektrdagi elektr maydonining ta'siri tufayli yuzaga keladi.

1 km liniyaning sig'im o'tkazuvchanligi:

$$D_{o'r} = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 10^6} = 504 \text{ sm}$$

AC-95 simning diametrini 1-ilovadagi 1-jadvaldan ($2r_s=13,5$ mm) aniqlaymiz. Unda:

$$x_0 = 0,144 \lg \frac{D}{r_s} + 0,016 = (0,144 \lg \frac{504}{0,675} + 0,016) = 0,431 \text{ Om/km}$$

Liniyaning induktiv qarshiligi:

$$X = x_0 \cdot l = 0,431 \cdot 45 = 19,395 = 19,4 \text{ Om}$$

1 km liniyaning aktiv o'tkazuvchanligini aniqlash uchun dastlab kritik faza kuchlanishini aniqlash kerak.

$$U_{kr} = 48,9 \mu_0 \epsilon_n \delta r_c \lg \frac{D^2}{r_s} = 48,9 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,675 \lg \frac{504^2}{0,675} = 76,5 \text{ kV}$$

Simlarning gorizontall joylashida o'rtadagi simning kritik kuchlanishi:

$$U_{kr1} = 0,96 U_{kr} = 0,96 \cdot 76,5 = 73,4 \text{ kV}$$

CHetdagi simlarda:

$$U_{kr2} = 1,06 U_{kr} = 1,06 \cdot 76,5 = 81,09 \text{ kV}$$

$$U_{f1} = \frac{110}{\sqrt{3}} = 63,5 \text{ kV}$$

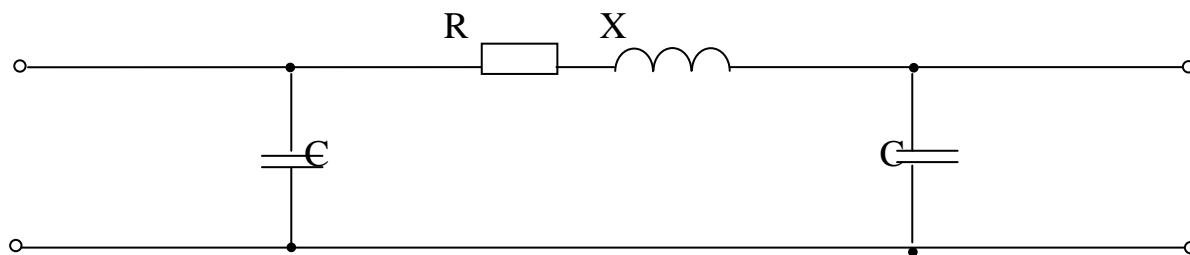
Liniyaning eng katta faza kuchlanishi kritik kuchlanishdan kichik, shuning uchun liniyaning butun uzunligi davomida tojlaniSh bo'lmaydi. 110 kVli elektr uzatish liniyasi uchun bunday sim AC-70 hisoblanadi.

1 km uzunlikdagi liniyaning sig'im o'tkazuvchanligini quyidagi ifoda bilan aniqlaymiz:

$$b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D}{r_s}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{504}{0,675}} = 2,84 \cdot 10^{-6} \text{ Sm / km}$$

Liniyaning sig'im o'tkazuvchanligi:

$$g = b_0 \cdot l = 2,84 \cdot 10^{-6} \cdot 45 = 1,28 \cdot 10^{-4} \text{ Sm}$$



3.3.8-rasm. 110 kVli elektr uzatish liniyasining almashtirish sxemasi

2-masala. 330 kVli EUL faza simlari gorizontaal joylashgan, ular orasidagi masofa 10 m liniyada, agar AS-600/72 sim o'rniga fazada ikkita AS-300/27 markali sim tanlansa, 1 km uzunlikda induktiv va sig'im o'tkazuvchanliklari o'zgarishini aniqlang.

EchiSh. Faza simlari orasidagi o'rtacha geometrik masofani aniqlaymiz:

$$D_{o'r} = 1,26 \cdot D = 1,26 \cdot 10 = 12,6 \text{ m}$$

1-ilovadagi 1-jadvaldan AC-600/72 sim diametrini aniqlaymiz. $2r_s = 33,2$ mm.

1 km uzunlikdagi simning induktiv qarshiligini aniqlaymiz:

$$x_0 = (0,144 \lg \frac{D}{r_s} + 0,016) = 0,144 \lg \frac{12600}{16,6} + 0,016 = 0,43 \text{ Om / km}$$

Ushbu simning 1 km uchun sig'im o'tkazuvchanligini aniqlaymiz:

$$b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D}{r_s}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{12600}{16,6}} = 2,63 \cdot 10^{-6} \text{ Sm / km}$$

Fazalari bo'lingan 1 km uzunlikdagi simning induktiv qarshiligini aniqlaymiz:

$$x_0 = 0,144 \lg \frac{D_{o'r}}{r_{ek}} + \frac{0,016}{n} = 0,144 \lg \frac{12600}{69,86} + \frac{0,016}{2} = 0,33 \text{ Om / km}$$

Bunda; $r_{ek} = \sqrt{r_s \cdot a_{o'r}^{n-1}} = \sqrt{12,2 \cdot 400} = 69,86 \text{ mm}$ (Bu erda: AC-300/27 sim uchun $r_s = 12,2 \text{ mm}$)

Fazalari bo'lingan 1 km uchun sig'im o'tkazuvchanligini aniqlaymiz:

$$b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D}{r_s}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{12600}{69,86}} \approx 3,36 \cdot 10^{-6} \text{ Sm / km}$$

SHunday qilib, faza simini ikkiga bo'lganimizda 1 km uzunlikdagi simning induktiv qarshiligi o'zgaradi $\frac{0,33}{0,43} \cdot 100 = 76,7\%$

YA'ni, 23,3 % ga induktiv qarshilik kamayadi, 1 km uzunlikdagi sig'im o'tkazuvchanligi bo'ladi. $\frac{3,36 \cdot 10^{-6}}{2,63 \cdot 10^{-6}} \cdot 100 \% = 127,7\%$

ya'ni, 27,7% gasig'im o'tkazuvchanligi kattalashadi.

3-masala. AC-150/34 simdan tayyorlangan faza simlari o'rtasida o'rtacha geometrik masofa 7 m bo'lgan 220 kV kuchlanishli 130 km uzunlikdagi havo liniyasida yaxshi va yomon ob-havoda tojlaniShga bo'lgan quvvat isrofini va liniyada generatsiya qilinadigan reaktiv quvvat miqdorini aniqlang.

EchiSh. TojlaniShga bo'lgan quvvat isrofini aniqlaymiz.

1-jadvaldan AC-150/34, $2r_s=17,5$ mm da yaxshi ob-havoda $b=1$, $m_s=1$ va kritik faza kuchlanishi.

$$U_{krf} = 48,9 m_0 m_n \delta r_c \lg \frac{D_{o'r}}{r_s} = 48,9 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,875 \lg \frac{7000}{8,75} = 105,6 \text{ kV}$$

YOmon ob-havoda $b=0,9$; $m_s=0,8$.

$$U_{krf} = 48,9 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,875 \lg \frac{7000}{8,75} = 76,2 \text{ kV}$$

YAxshi ob-havoda 1 km uzunlikdagi liniyaning quvvat isrofi:

$$\Delta P_{voj} = \frac{0,18}{\delta} \sqrt{\frac{r_s}{D_s}} (U_f - U_{krf})^2 = \frac{0,18}{1} \sqrt{\frac{8,75}{7000}} \left(\frac{220}{\sqrt{3}} - 105,6 \right)^2 = 2,9 \text{ kW / km}$$

YOmon ob-havoda liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_{voj} = \frac{0,18}{\delta} \sqrt{\frac{r_s}{D_s}} (U_f - U_{krf})^2 = \frac{0,18}{0,9} \sqrt{\frac{8,75}{7000}} \left(\frac{220}{\sqrt{3}} - 76,02 \right)^2 = 18,5 \text{ kW / km}$$

YAxshi ob-havoda liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_g = \Delta P_{voj} \cdot l = 2,96 \cdot 130 = 384,8 \text{ kW / km}$$

Hisoblar shuni ko'rsatadiki, AC-150/34 ($D_s=17,5$ mm) simni 220 kVli liniyalarda quvvat isrofi katta bo'lganligi sababli iShlatiShga ruxsat etilmaydi, chunki yaxshi ob-havoda isrof bo'lmasligi kerak.

1 km uzunlikdagi liniyaning sig'im o'tkazuvchanligini aniqlaymiz:

$$b_o = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{o'r}}{r_s}} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{7000}{8,75}} = 2,61 \cdot 10^{-6} \text{ Sm / km}$$

Liniya generatsiya qiladigan reaktiv quvvat:

$$Q_c = U^2 \cdot b_o \cdot l \cdot 10^3 = 220^2 \cdot 2,61 \cdot 10^{-6} \cdot 130 \cdot 10^3 = 16422 \text{ kVAr} = 16,4 \text{ MVar}$$

MUSTAQIL ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-misol. 220 kV li 150 km uzunlikdagi AS-240 simli elektr uzatiSh liniyasi fazalari bir-biridan o'rtacha 7 m geometrik masofada joylaShgan. Elektr uzatiSh liniyasining parametrlarini, yaxshi va yomon ob-havoda tojlaniShdagi quvvat isrofini hamda liniya generatsiya qiladigan reaktiv quvvatni aniqlang.

2-misol. Sanoat korxonasi 10 kV kuchlanishi ikki manbadan havo va kabel liniyalari orqali taminlanadi. Havo liniyasining uzunligi 10 km bo'lib, fazalari orasidagi masofa-3 m li AC-95 simdan tayyorlangan. Kabel liniyasining uzunligi (AAB-95) 6 km. Ko'rsatilgan liniyalar almaShtiriSh sxemasi parametrlarini aniqlang.

3-misol. Zavod podstansiyasidan 6 kV kuchlanishda sexga ASB-120 kabel orqali elektr energiya uzatiladi. Agar uzatiSh liniyasi AC-95 havo liniyasiga almaShtirilsa, uning qarShiligi qanday o'zgaradi? Liniyaning uzunligi 5 km.

4-misol. 110 kV li 85 km uzunlikdagi AS-95 simdan tayyorlangan liniyaning almaShtiriSh sxemasini tuzing va parametrlarini aniqlang. Liniyada faza simlari gorizantal joylaShgan va ular orasidagi masofa 5 m.

5-misol. ACK-95 simdan tayyorlangan 110 kV li liniya qarShiligi $z_1=15,51$ Om. Agar $D_{0,r}=5$ m bo'lsa, liniya uzunligini aniqlang.

6-misol. Uzunligi 15 km bo'lgan AC-70 simdan tayyorlangan ikki tizimli havo liniyasining almaShtiriSh sxemasini tuzing va parametrlarini aniqlang. Liniya simlari orasidagi masofa 1 m, liniya parallel iShlaydi. Bir tayanchda joylaShgan simlarning o'zaro ta'sirini hisobga olmang.

7-misol. 6 kV li 5 km uzunlikdagi AC-50 simdan tayyorlangan EULning parametrlarini aniqlang. Liniya simlari gorizantal joylaShgan, ular orasidagi masofa 1,2 m.

8-misol. 380/220 V li yoritgich liniyasining almaShtiriSh sxemasini tuzing. TaqsimlaSh punkitini taminlovchi 25 m uzunlikdagi liniya 4 tomirli 50 mm² kesim yuzali kabeldan tayyorlangan, 5 ta taqsimlaSh punkitidan ketayotgan 40 m uzunlikdagi bir fazali liniyalar 6 mm² kesim yuzali simdan tayyorlangan. Faza va nol sim orasidagi masofa 200 mm. AlmaShtiriSh sxemasi parametrlarini aniqlang.



Саволлар

1. *Elektr uzatiSh liniyasining aktiv, reaktiv qarShiliklari nima?*
2. *Liniyaning o'tkazuvchanligi haqida ma'lumot bering?*
3. *Elektr uzatiSh liniyasining almaShtiriSh sxemasi nima maqsadda qo'llaniladi?*

3.4-MAB3Y

IKKI VA UCH CHULG'AMLI TRANSFORMATORLAR, CHULG'AMLARI BO'LINGAN TRANSFORMATORLAR. AVTOTRANSFORMATORLARINING PARAMETRLARINI HISOBLASH VA ULARNI ALMASHTIRISH SXEMALARI.

Ўқув мақсади

Talabalarda transformatorlar haqida ma'lumot-larni beriSh bilan birga ikki va uch chulg'amli transformatorlarning iShlaSh jarayonlari, vazifasi, ularning almaShtiriSh sxemalari, aktiv va reaktiv qarShiliklarni topiSh bo'yicha amaliy ko'nikmalarini ShakllantiriSh.



Asosiy ma'lumotlar



Elektr uzatiShning ko'pgina hisoblarida quvvat va kuchlaniSh liniyalarning oxirida berilmay, balki elektr stansiyalarining generatorida,

taminlovchi podstansiyalarning yuqori kuchlanishli shinalarida yoki pasaytiruvchi podstansiyalarning past va oʻrta kuchlanishli shinalarida ham beriladi.

Bu hollarda hisoblanayotgan elektr energiyani uzatish kanaliga liniyaning ikkala tomoniga koʻyilgan transformatorlar yoki qabul qiluvchi podstansiyaning transformatori kiradi. Transformatorlar oʻzining qarshiliklari va oʻtkazuvchanliklariga ega, shuning uchun elektr uzatish hisoblarida bu parametrlarni ham eʼtiborga olish kerak: ularning qiymati transformatorning nominal quvvatiga va chulgʻamlarining kuchlanishiga bogʻliq.

Transformator va avtotransformatorlarda reaktiv quvvat isrofi ayniksa kattadir. Ular elektr energiyani uzatishda sezilarli darajada kuchlanish yoʻqotilishini yuzaga keltiradi va buni albatta hisobga olish kerak boʻladi. Transformatorlar orqali elektr energiyani uzatish hisoblari qarshiliklarni, kuchlanishni, liniya va transformatorlarning toklarini muvofiqlashtirilgan bir kuchlanishga keltirib amalga oshiriladi. Bunda quvvat oʻzgarish boʻlib, magnit aloqalar bilan almashiriladi (quvvat keltirilmaydi). Umuman olganda, parametrlar qaysi kuchlanishga keltirilmasin yuqori kuchlanish U_{yu} oʻrta kuchlanish U_o , yoki transformatorning past kuchlanish U_p chulgʻamlarigami, uning farqi yoʻq. Koʻpincha, keltirilish yuqori kuchlanish U_{yu} da amalga oshiriladi. Masalan, transformatsiya koeffitsienti $K=U_{yu}/U_p$ desak, unda past tomondagi barcha uzatish elementlarini kuchlanishning yuqori tomonga keltirilishi quyida gicha boʻladi:

$$U_n^1 = U_n \cdot K = U_n \cdot U_{yo} / U_n = U_{yo} \quad \text{ya'ni, } U_n^1 = U_{yo}$$

SHunga muvofiq, qarshilik va toklarning keltirilishi

$$Z_k^1 = Z_k \cdot K^2, \varphi I_k^1 = I_k / K$$

Transformator va avtotransformatorlar uchun zavod tomonidan toʻrtta qiymat beriladi: qisqa tutaShuvdagi quvvat isrofi, salt yurishdagi quvvat isrofi, salt yurish toki va qisqa tutaShuv kuchlanishi. Bu qiymatlarning hammasi jadvalda keltirilgan.

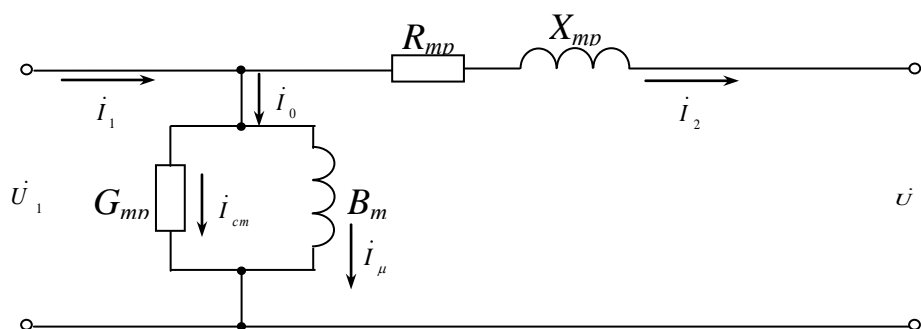
Qisqa tutaShuvdagi quvvat isrofi R_K (qisqa tutaShuv tajribasidan aniqlanadi) deb tok nominalga teng boʻlganda transformator chulgʻamlaridagi uni qizdirishga sarf boʻlgan aktiv quvvat isrofi aytiladi. Salt yurishdagi quvvat isrofi (salt yurish tajribasidan aniqlanadi) deb nominal kuchlanishda transformator poʻlatini magnitlanishi va uyurma toklari tufayli uni kizdirishga sarf boʻlgan quvvat isrofi aytiladi.

Salt yurish toki $I_{syu} \%$ deb, nominal kuchlanishga ulangan biror chulgʻam toki (salt yurish tajribasi), boʻshqa chulgʻamlar ochik kolgandagi holatida aytiladi. Salt yurish toki transformatorning ishlatishi uchun zarur boʻlgan magnitlash quvvatini yuzaga keltiradi.

Biror juft chulgʻamning qisqa tutaShuv kuchlanishi $U_{k,t} \%$ deb, ularning biri qisqa tutaShtirilib, ikkinchisiga tokning nominal qiymatini olish uchun berilgan kuchlanish aytiladi (qisqa tutaShuv tajribasi). Bu kuchlanish nominal tok oqayotgan paytda transformatorning aktiv va reaktiv qarshiliklaridagi kuchlanishning pasayishiga teng.

Ikki chulg'amli transformatorlarning eng aniq almaShtiriSh sxemasi 3.4.1-rasmda keltirilgan, bu «T» ko'riniShli sxemadir. Bunda bir faza ekvivalent uchun birlamchi chulg'amli qarShiliklari R_{t1} va X_{t1} ikkilamchi chulg'amniki R_{t2} , X_{t2} va G_t , V_t aktiv, reaktiv o'tkazuvchanliklardir.

Transformatorlar uchun ayniqsa to'liq «T» ko'riniShlisining ko'llaSh (3.4.1-rasm) hisoblarni soddalaShtiradi. Bunda salt yuriSh tokini transformatorning birlamchi chulg'am tokining qiymati va fazasiga ta'siri juda kichik bo'lgani tufayli transformatoridagi kuchlaniSh pasayiShini aniqlaShda paydo bo'lgan noaniqlik sezilarli darajada emas va uni hisobga olmasa ham bo'ladi. O'tkazuvchanlik ko'pincha birlamchi tomonga, ya'ni kuchaytiruvchi transformatorlar uchun past kuchlaniSh (PK) tomonidan, pasaytiruvchi transformatorlar uchun yuqori kuchlanili (YUK) chulg'am tomonidan ulanadi.



3.4.1-рasm. Икки чулғамли трансформаторнинг алмаштирув схемаси.

Aktiv qarShilik. Qisqa tutaShuv tajribasidan topiladigan transformator chulg'amlaridagi aktiv quvvat isrofi

$$\Delta P_{KT} = 3 I_H^2 R_T \quad (3.4.1)$$

Transformatorning to'liq nominal quvvati $S_H = \sqrt{3} U_H I_H$

Bunda; U_N —liniya kuchlaniShi

Bundan

$$I_H = S_H / (\sqrt{3} U_H) \quad (3.4.2)$$

(3.4.2) ni (3.4.1) ga ko'yib, (3.4.3) dan R_T topamiz.

$$R_T = \frac{\Delta P_{KT} U_H^2}{S_H^2} \quad (3.4.3)$$

Agarda U ni kV da, S_N ni MVA da va R_{kt} ni kVt orqali ifodalasak, R_t ni Omda olamiz:

$$R_t = \frac{\Delta P_{KT} U_H^2}{10^3 S_H^2}$$

Transformator chulg'ami asosiy Shoxobchasidan iShlaSh uchun boShqa bir Shoxobchasiga o'tkazilsa, chulg'amning aktiv qarShiligi juda kam miqdorda o'zgaradi. SHuning uchun uni o'zgarmas deb faraz qiliSh mumkin.

Induktiv qarShilik. X_T qisqa tutaShuv tajribasidan $U_k\%$ topiladi. Qisqa tutaShuv holatida, oqayotgan tokdan hosil bo'lgan aktiv va induktiv qarShiliklardagi kuchlaniShni pasayiShi $U_a\%$ va $U_r\%$ quyidagicha ifodalanadi.

$$\begin{aligned} u_a &= 100 \sqrt{3} R_T I_H / U_H = 100 \Delta P_{K.T} / S_H \\ u_p &= 100 \sqrt{3} X_T I_H / U_H \end{aligned} \quad (3.4.4)$$

Qisqa tutaShuv uchburchagidan

$$u_p = \sqrt{u_H^2 + U_a^2}$$

(3.4.4) ga ko'ra transformatorning induktiv qarShiligi

$$X_T = \frac{u_p U_H}{100 \sqrt{3} I_H} = \frac{u_p U_H^2}{100 S_H} \quad (3.4.5)$$

Hozirgi elektr tarmoqlarida qo'llanilayotgan katta quvvatli transformatorlarda u_a ni qiymati u_p ga nisbatan juda kichik, Shu sababli hisobga olinmaydi va $u_H = u_p$ qabul qilinadi. Unda (3.4.5) quyidagi ko'rinishni egallaydi.

$$X_m = \frac{u_H U_H^2}{100 S_H} \quad (3.4.6)$$

Bunda; U_n -kV da, S_n -MVA da, u_k -%, X_{tr} – Om da o'lchanadi.

Kabel liniyalarda va o'rta kuchlaniShli havo liniyalarida aktiv qarShilik induktiv qarShilikka nisbatan katta bo'lsa, aksincha, hamma qarShilik katta quvvatli transformator va avtotransformatorlarda induktiv qarShilik aktiv qarShilikdan ko'p marta kattadir.

$$X_T \gg R_T$$

YU.H.R (yuklangan holda rostlanuvchi) transformatorlarning induktiv qarShiligi transformatorning asosiy Shoxobchasidan bo'Shqasiga o'tkazilganda aktiv qarShilik R_T ga nisbatan ancha ko'p o'zgaradi. Bu holatni tarmoqlarga tegiShli elektr hisoblarida e'tiborga olmaslik mumkin, ammo qisqa tutaShuv (K.T) tokini hisoblashda nazarda tutiSh kerak.

(3.4.3) va (3.4.6) ifodalardan foydalanib transformator qarShiligining Om qiymatini aniqlashda chulg'am qaysi nominal kuchlaniShga tegiShli ekanligini hisobga oliSh kerak. Elektr tarmoqlari hisoblarida hisoblash chulg'amining nominal kuchlaniShi olinadi.

Aktiv o'tkazuvchanlik G_T . SHunday qilib, salt yuriSh holatida aktiv quvvat isrofi

$$\Delta P_{c.io} = U_H^2 G_T \quad (3.4.7)$$

bo'lsa, unda aktiv o'tkazuvchanlik

$$G_T = \Delta P_{c.io} / U_H^2$$

$\Delta R_{s,yu}$ kVt da, U_N -kV da bo'lsa, unda G_T aniqlanadi.

$$G_T = \frac{\Delta P_{c.io}}{10^3 U_H^2}, \quad C_M \quad (3.4.8)$$

Reaktiv o'tkazuvchanlik $B_T \cdot G_T \ll B_T$ bo'lgani uchun salt yuriSh (I syu%) tokning hammasi o'tkazuvchanlik V_t orqali oqadi deb qabul qiliSh

mumkin. Unda transformatorning magnitlaSh quvvati (ikkinchi chulg'am ochiq qolganda birlamchi chulg'amdagi reaktiv quvvat)

$$\Delta Q_{c10} = \frac{I_{c10} \% S_H}{100}, \quad (3.4.9)$$

bu erda: Isyu%-nominal tokka nisbatan salt yuriSh tokining qiymati, %, Ikkinchi tomondan magnitlaSh quvvati

$$\Delta Q_{c10} = U_H^2 B_T, \quad (3.4.10)$$

(3.4.9) va (3.4.10) ifodalarning o'ng tomonlarini tenglaShtirib topamiz:

$$B_T = \frac{I_{c10} \% S_H}{U_H^2 10} \quad (3.4.11)$$

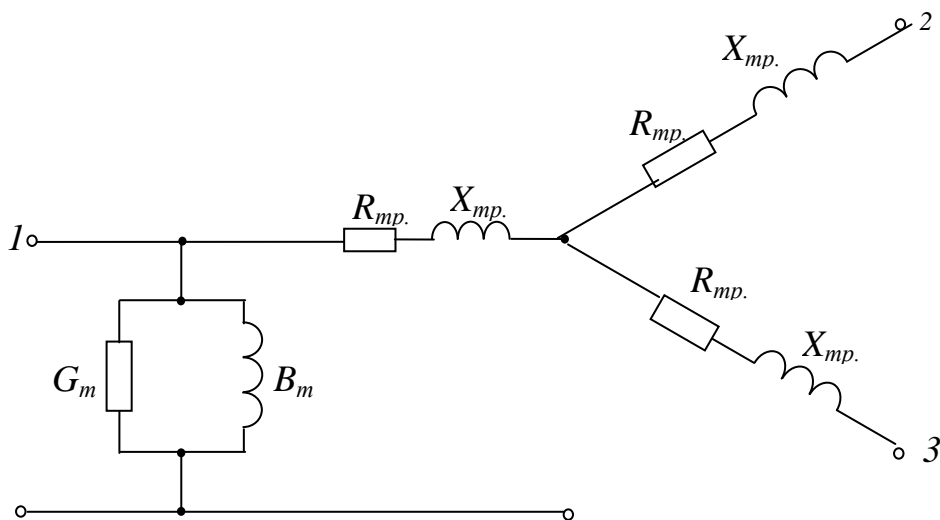
Agarda, S_N - kVA da, U_N – kV da bo'lsa, unda

$$B_T = \frac{I_{c10} \% S}{U_H^2 10^6}$$

Bu magnitlaSh quvvatiga bog'liq o'tkazuvchanlik liniyaning sig'im xarakteriga ega reaktiv o'tkazuvchanligiga qarama-qarShi induktiv hususiyatini namoyon qiladi. Uch cho'lg'amli transformatorlarning almaShtiriSh sxemasi uch nurli yulduz Shaklida bo'lib (3.4.2-rasm) unda R_{TYU} , R_{TO} , R_{TP} , X_{TYU} , X_{TU} , X_{TP} , lar YUK, O'K, PK li cho'lg'amlarga tegiShli aktiv va induktiv qarShiliklarning birlamchi cho'lg'am kuchlaniShiga keltirilgan qiymatidir.

Uch chulg'amli transformatorlarning chulg'amlari har hil quvvatga mo'ljallangan bo'liShi mumkin. Transformatorlarning nominal quvvati S_{11} deb, uning ayrim chulg'amlarining eng katta quvvatiga teng quvvat qabul qiliniladi.

Hozirgi vaqt da iShalb chiqarilayotgan transformatorlarni har qanday chulg'ami 100% quvvatni o'tkaza oladi. SHuning uchun, chulg'amlarning quvvati 100/100/100 bo'lganda, ekvivalent sxema nurlari qarShiliklarning yuqori kuchlaniSh tomonga keltirilgan qiymatlari taxminan bir hil deb hisoblaSh mumkin.



3.4.2-расм. Уч чулғамли трансформаторнинг алмаштирув

$$R_T \approx R_{\text{пю}} \approx R_{\text{тв}}^1 \approx R_{\text{тл}}^1 \approx \frac{R_{\text{тумум}}}{2}, \quad (3.4.12)$$

Uch chulg'amli transformatorlarning chulg'amlarini aktiv va induktiv qarshiliklari ikki chulg'amli transformatorlar kabi chulg'amlar juftligi uchun qisqa tutaShuv tajribasidan olinadi. Bunda uchinchi chulg'am salt yuriSh holatida iShlaydi.

Bu esa, qarshiliklarni hisoblaShda uch chulg'amli transformatorlarning almaShtiriSh sxemasi ikki ketma-ket ulangan nur deb faraz qiliSh imkonini beradi.

Aktiv qarshilik. Uch chulg'amli transformatorlar uchun iShlab chiqaruvchi zavod tomonidan eng og'ir holat, ya'ni qisqa tutaShuv tajribasidagi maksimal quvvat isrofi ΔR_{kt} beriladi.

Maksimal quvvat isrofi tok ikki chulg'am YUK va O'K yoki YUK va PK orqali okib, uchinchi PK yoki O'K ga tegiShli chulg'am ochiq qolganda sodir bo'ladi. Bu holatda (bir faza uchun):

$$\Delta P_{\text{кф } 2} = I^2 R_{\text{пю}} + I^2 R_{\text{тв}}^1 = I^2 R_{\text{пю}} + I^2 R_{\text{тл}}^1 = 2 I^2 R_T, \quad (3.4.13)$$

BoShqa hollarda qisqa tutaShuv quvvat isrofi kamroq. Masalan, O'K va PK chulg'amlari qisqa tutaShtirilib, tok ularning o'rtasida teng taqsimlanganda:

$$\Delta P_{\text{кф } 3} = I R_{\text{пю}} (0,5I)^2 R_{\text{тл}}^1 + (0,5I)^2 R_{\text{тв}}^1 = 1,5 I^2 R_T, \quad (3.4.14)$$

SHunday qilib, eng og'ir holat, tok ikki chulg'am orqali to'liq oqib, uchinchi ochiq qolganda sodir bo'ladi, ya'ni:

$$\Delta P_{\text{кф } 2} = \Delta P_{\text{кф макс}}$$

Unda (3.4.13) dan

$$R_{\text{пю}} = R_{\text{тв}}^1 = R_{\text{тл}}^1 = \frac{R_{\text{тумум}}}{2} = \frac{\Delta P_{\text{км}}}{2 S_H^2} \frac{U_H^2}{10^3}, \quad (3.4.15)$$

Induktiv qarShilik. Uch chulg'amli transformatorlar uchun qisqa tutaShuv kuchlaniShi zavod tomonidan nominal kuchlaniShga nisbatan har bir juft chulg'am uchun foiz hisobida beriladi.

Qisqa tutaShuv kuchlaniShi ikki chulg'am uchun $U_{K(P-O)}$, $U_{K(O'-P)}$, $U_{K(YU-P)}$ ko'rsatiladi va chulg'amlarni o'zaro joylaniShiga bog'liq bo'ladi. KuchlaniSh $U_{K(P-O)}$ O'K chulg'amini qisqa tutaShtirilib, transformator YUK tomonidan taminlangan holda topiladi. $U_{K(YU-P)}$ PK chulg'am qisqa tutaShtirilib, transformator YUK tomonidan taminlangan holda aniqlanadi: $U_{K(O'-P)}$ past kuchlaniSh chulg'am qisqa tutaShtirilib, transformator O'K tomonidan taminlangan holda aniqlanadi, unda

$$\left. \begin{aligned} u_{K(YU-O')} &= u_{KYU} + u_{KO'} \\ u_{K(O'-P)} &= u_{KYU} + u_{KN} \\ u_{K(O'-P)} &= u_{KO'} + u_{KP} \end{aligned} \right\} \quad (3.4.16)$$

(3.4.16) tenglamalarini birgalikda echib, har bir nur uchun qisqa tutaShuv kuchlaniShini (foiz, %, hisobida) topamiz:

$$\left. \begin{aligned} u_{KYU} &= 0,5 (u_{K(YU-O')} + u_{K(YU-P)} - u_{K(O'-P)}) \\ u_{KO'} &= 0,5 (u_{K(YU-O')} + u_{K(O'-P)} - u_{K(YU-P)}) \\ u_{KP} &= 0,5 (u_{K(YU-P)} + u_{K(O'-P)} - u_{K(YU-P)}) \end{aligned} \right\} \quad (3.4.17)$$

Endi uch chulg'amli transformatorlarni induktiv qarShiliklari qisqa tutaShuv kuchlaniShning bu qiymatlariga asosan har bir nur uchun alohida (3.4.17) bo'yicha topiladi:

$$\begin{aligned} X_{\text{IO}} &= u_{K \cdot \text{IO}} \cdot u_H^2 / (100 S_H) \\ X_{\text{TV}} &= u_{KV} \cdot u_H^2 / (100 S_H) \\ X_{\text{III}} &= u_{KII} \cdot u_H^2 / (100 S_H) \end{aligned} \quad (3.4.18)$$

Bu qarShiliklar hisoblaShni qulaylaShtiradigan Shartli qiymatni ifodalaydi. Agarda boShqa ikki chulg'am orasida joylaShgan biron chulg'am nurini olsak, unda bu nurning qarShiligi qo'Shni chulg'amlarning o'zaro ta'siri tufayli doimiy nolga yaqin o'lchamga, yoki katta bo'lmagan manfiy ma'noga egadir (ya'ni sig'im qarShiliklari). Amaliy hisoblarda bu manfiy o'lchamni ko'pincha nolga teng qilib olinadi.

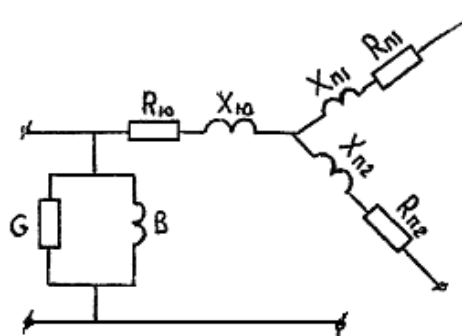
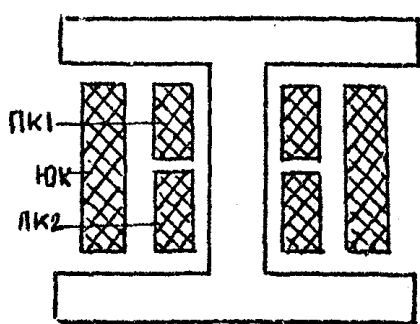
Uch chulg'amli transformatorlarning o'tkazuvchanligi ikki chulg'amli transformatorlar kabi (3.4.18) va (3.4.11) dan topiladi.

CHulg'amlari bo'lingan transformatorlar.

Biror transformatorga ikki va undan ko'p genertorlarni, yoki biriga bog'lanmagan bir hil yoki har hil (ko'Shni klass) kuchlaniShli yuklamalarni ulaSh imkoniyati bo'liShi uchun pasaytiruvchi podstantsiyalarining hozirgi zamon yuqori kuchlaniShli transformatorlarini past kuchlaniShli chulg'amlari ikki (yoki undan ko'p) Shaxobchaga bo'lingan holda tayyorlanadi. CHulg'amlari bo'lingan transformatorlarning (3.4.3-rasm) almaShtiriSh sxemasi uch nurli yulduz ko'riniShiga ega bo'lib (3.4.4-rasm) unda R_{P1} , R_{P2} , X_{p1} , X_{p2} -PKli bo'lingan chulg'amning birlamchi keltirilgan aktiv va induktiv

qarShiliklaridir. Uch fazali transformatorlarda bo‘lingan chulg‘am Shaxobchalari har bir fazada magnit o‘zagini bir tomonida (3.4.3-rasm) bir-birining ustiga joylaShadi. SHunday qilib, Shaxobchalar boShqa asosiy chulg‘amga nisbatan bir hil induktiv qarShilikka egadir va bularning aktiv qarShiligi ham bir-biriga tengdir. Amaliy hisoblarni etarli aniqlik bilan bunday transformatorni umumiy YUK chulg‘am tarafdin taminlangan bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan ikki transformator deb faraz qiliSh mumkin. Har bir PK chulg‘amning quvvati YUK chulg‘ami quvvatining yarmiga, ya’ni transformator nominal quvvatining yarmiga tengdir. SHunday qilib, qarShiliklar esa:

$$R_{\Pi 1} = R_{\Pi 2} = 2 R_{\text{Ю}} \quad (3.4.19)$$



3.4.3-rasm. Ikki chulg‘amli, chulg‘amlari bo‘lingan transformator.

3.4.4-rasm. CHulg‘amlari bo‘lingan transformatorning almaShtiriSh sxemasi.

CHulg‘amlari bo‘lingan transformatorni past chulg‘amini parallel ulasak, u oddiy ikki chulg‘amli transformator kabi iShlaydi.

Bunda YUKni chiqiSh joyidagi va PK₁, PK₂ ning umumiy chiqiSh joyi orasidagi nominal quvvatga keltirilgan qarShilik R_{UMUM}, X_{UMUM}ga teng bo‘ladi.

$$R_{\text{УМУМ}} = R_{\text{Ю}} + R_{\Pi 1} \cdot R_{\Pi 2} / (R_{\Pi 1} + R_{\Pi 2}) \quad (3.4.20)$$

$$X_{\text{УМУМ}} = X_{\text{Ю}} + X_{\Pi 1} \cdot X_{\Pi 2} / (X_{\Pi 1} + X_{\Pi 2})$$

(3.4.20) ni hisobga olganda

$$R_{\text{Ю}} = 0,5 R_{\text{УМУМ}} \text{ bo‘ladi.}$$

Uch fazali bo‘lingan chulg‘amli transformatorlarda magnit aloqaning darajasi oddiy ikki chulg‘amlikdan farq qilib, chulg‘amlarni o‘zakda qanday joylaShganiga bog‘liq bo‘ladi. Bo‘lingan chulg‘amlar birining ustiga biri joylaShganda bo‘liniSh koeffitsienti 3.5 ga teng va uch fazali transformatorning qarShiligi:

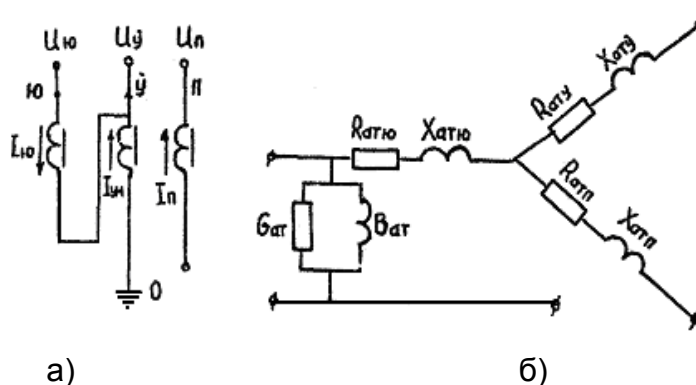
$$X_{\Pi 1} = X_{\Pi 2} = 1,8 X_{\text{УМУМ}}$$

Chulgʻamlari boʻlingan transformatorni qoʻllashdan maqsad PK tomonida kattalashtirilgan induktiv qarshilikni olishdir. SHu tufayli PK Shinasi tomonidagi qisqa tutaShuv quvvati deyarli ikki marta kamayadi, bu koʻp hollarda tokni chegaralaydigan reaktorlarsiz ishlaShga imkon beradi.

Hozirgi paytda uch fazali chulgʻamlari boʻlingan ikki chulgʻamli transformatorlar 110 va 220 kV kuchlanishlari uchun qabul qiluvchi podstansiyalarning asosiy transformatorlari hisoblanadi.

Avtotransformatorlarning parametrlari.

Avtotransformator (3.4.5-rasm) deb Shunday transformator aytiladiki, unda oʻrta kuchlanish chulgʻami (OʻK) yuqori kuchlanish chulgʻami (YUK) ning bir qismini taShkil qiladi.



3.4.5-rasm a-Avtotransformator chulgʻamlarining ulaniShi, b-Avtotransformatorning almaShtiriSh sxemasi.

SHunday qilib, yuqori kuchlanishli chulgʻam ikki qismdan –YU va Oʻ orasidagi faqat yuqori kuchlanish toki I_{yu} okadigan ketma-ket chulgʻamdan va Oʻ va O orasidagi qarama-qarshi tomonga yuqori va oʻrta kuchlanish toklari, yaʼni ularning ayirmasi oqadigan umumiy chulgʻamdan iboratdir.

$$I_{yuyum} = I_y - I_{10} \quad (3.4.21)$$

Hamma 220, 330, 500 kV li avtotransformatorlarda oʻrta kuchlanish chulgʻami OʻK yuqori kuchlanish chulgʻami YUK va past kuchlanish chulgʻami PK orasida joylaShgan holda boʻlib, yuqori va oʻrta kuchlanish chulgʻamlarining uchta fazasi O nuqtasida yulduzga yigʻilgan boʻlib, bu ikkala kuchlanish uchun umumiy erga bevosita ulangan nul nuqtani taShkil etadi. Past kuchlanish chulgʻami boShqa chulgʻamlar bilan magnit aloqaga ega.

Agar har bir YUK va OʻK chulgʻamlar quvvatini 100% deb qabul qilsak, PK chulgʻamini quvvati 20-50% ni taShkil etadi.

Uchinchi garmonika toklarini kompensatsiya qiliSh uchun past kuchlanish chulgʻami PK har doim uchburchakka yigʻiladi. Baʼzan , bu chulgʻamga xech qanday isteʼmolchi ulanmaydi.

Avtotransformatorlar quyidagi afzalliklarga ega: narxi, o'lchami, og'irligi, quvvat isrofi kam. Kamchiligi—yuqori va o'rta kuchlaniSh tomonlari orasidagi elektr alokasidir, masalan, agar transformator yuqori kuchlaniSh tomonidan erga ulangan bo'lsa, unda u o'rta kuchlaniSh tomonidan ham erga ulangan bo'lib qoladi.

Avtotransformatorning nominal-quvvati deb, YUK yoki O'K chulg'amlarining quvvati qabul qilinadi:

$$S_H = \sqrt{3}U_{\text{yo}} I_{\text{yo}} = \sqrt{3}U_y I_y \quad (3.4.22)$$

Transformatorning katta-kichikligini (gabaritini), quvvat isrofini va boShqa hususiyatlarini aniqlaydigan quvvat – avtotransformatorning andozali (tipovoy) quvvati deyiladi va bu quvvat transformator chulg'amlari ayrim-ayrim iShlagandagina yuzaga chiqadi.

$$S_{\text{and}} = \sqrt{3}I_{ym} \cdot U_y = \sqrt{3}U_y (I_y - I_{\text{yo}}) = \sqrt{3}I_{\text{yo}} (U_{\text{yo}} - U_y) \quad (3.4.23)$$

unda (3.4.22) va (3.4.23) dan

$$\frac{S_{\text{and}}}{S_H} = \frac{\sqrt{3}I_{\text{yo}} (U_{\text{yo}} - U_y)}{\sqrt{3}U_{\text{yo}} I_{\text{yo}}} = \frac{U_{\text{yo}} - U_y}{U_{\text{yo}}} \quad (3.4.24) \quad \text{ya'ni}$$

$$\frac{S_{\text{and}}}{S_n} = 1 - \frac{1}{K} \quad (3.4.25)$$

Bunda; $K=U_{YU}/U_O$ transformatsiya koeffitsientidir.

SHunday qilib, avtotransformator uzatiSh mumkin bo'lgan andozali quvvati nominal quvvatidan kamdir. Bunday chulg'amlar kuchlaniShi 220 va 110 kV va $K=220/110=2$ bo'lganda (3.4.25) ga asosan, ya'ni avtotransformatorlar orqali o'Sha bir hil katta-kichiklik va bir hil miqdordagi quvvat isrofida, transformatorlarga karaganda ikki marta ko'p quvvat uzatiSh mumkin.(3.4.25) dan ko'rinadiki, S_n va S_{and} orasida munosabat transformatsiya koeffitsienti K ga bog'liq.

K ning qiymati qancha katta bo'lsa, ($K>1$) masalan, 330/110, 500/110 va hokazo, bu ajoyib effekt Shuncha kam, ya'ni K qancha kichik bo'lsa, avtotransformator Shuncha qulay bo'ladi.

Aktiv qarShilik R. Avtotransformatorlar uchun zavod tomonidan aktiv quvvat isrofining eng katta qiymati uch chulg'amli transformatorlarda bo'lganidek, butun transformator uchun berilmay, balki har bir juft chulg'am uchun beriladi.

YA'ni, $\Delta R_{K(YU-P)}$, $\Delta R_{K(YU-P)}$, $\Delta R_{K(O'-P)}$.

Uch chulg'amli transformatorning almaShtiriSh sxemasidan yulduz nurlarining aktiv qarShiliklari R_{ATYU} , $R_{ATO'}$ va R_{ATP} zarur aniqlikda topiSh uchun quyida gi ifodalardan foydalaniladi:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\kappa\text{yo}} &= 0,5(\Delta P_{\kappa(\text{yo}-y)} + \Delta P_{\kappa(\text{yo}-n)} - \Delta P_{\kappa(y-n)}) \\ \Delta P_{\kappa y} &= 0,5(\Delta P_{\kappa(\text{yo}-y)} + \Delta P_{\kappa(y-n)} - \Delta P_{\kappa(\text{yo}-n)}) \\ \Delta P_{\kappa n} &= 0,5(\Delta P_{\kappa(\text{yo}-n)} + \Delta P_{\kappa(y-n)} - \Delta P_{\kappa(\text{yo}-y)}) \end{aligned} \quad (3.4.26)$$

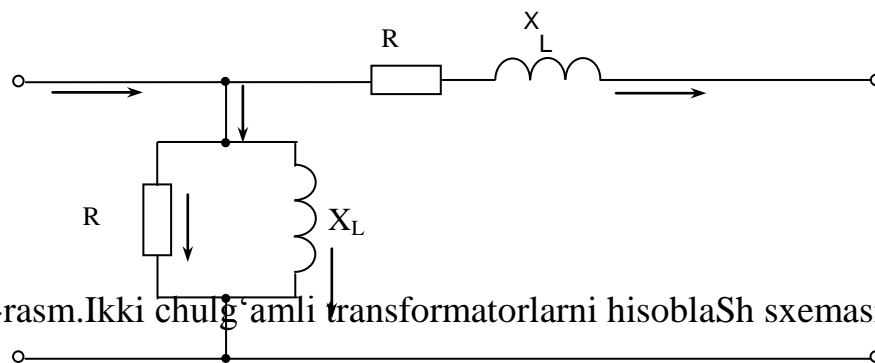
$$\begin{aligned}
 R_{am\omega} &= \Delta P_{\kappa\omega} \cdot U_H^2 / S_H^2 \cdot 10^3 \\
 R_{amy} &= \Delta P_{\kappa y} \cdot U_H^2 / S_H^2 \cdot 10^3 \\
 R_{amn} &= \Delta P_{\kappa n} \cdot U_H^2 / S_H^2 \cdot 10^3
 \end{aligned}
 \tag{3.4.27}$$

Unda

Uch chulgʻamli transformatorlardagi aktiv qarshilik kabi qarshilik R_{AT} ham chulgʻamning quvvatiga bogʻliq.

Induktiv qarshilik X_{AT} . Bu qarshilik uch chulgʻamli transformatorlardagi kabi (3.4.26) va (3.4.27) ifodalar orqali topiladi.

Avtotransformatorlarning oʻtkazuvchanligi ikki chulgʻamli transformatorlarga oʻxshab, (3.4.8) va (3.4.11) ifodalar orqali topiladi.



3.4.6-rasm. Ikki chulgʻamli transformatorlarni hisoblash sxemasi

Nominal quvvatga keltirib kayta hisoblash. SHunday kilib past kuchlanish chulgʻami OʻK va YUK chulgʻamlari bilan magnitli bogʻlanganligi sababli zavod tomonidan qisqa tutaShuv quvvat isrofi $\Delta P_{\kappa(\omega-n)}$ va $\Delta P_{\kappa(y-n)}$ ni qiymati andozali quvvat uchun beriladi. Koʻpincha bu qiymatni S_{nom} ga keltirib kayta hisoblashga toʻgʻri keladi va quvvat isrofi quvvatining kvadratiga proporsional boʻlgani tufayli $S_H^2 \propto S_{and}^2$ nisbatdan foydalaniladi.

$$\begin{aligned}
 \Delta P_{\kappa(\omega-y)} &= \Delta P_{\kappa(\omega-y)} \\
 \Delta P_{\kappa(\omega-n)} &= \Delta P_{\kappa(\omega-n)} \cdot (S_H / S_{and})^2 \\
 \Delta P_{\kappa(y-n)} &= \Delta P_{\kappa(y-n)} \cdot (S_H / S_{and})^2
 \end{aligned}
 \tag{3.4.28}$$

Bu erda: chiziqli qiymatlar nominal quvvatga keltirilgan qiymatlaridir.

Qisqa tutaShuv kuchlanishini qaytadan hisoblash kvadratga koʻtarishni talab qilmaydi, chunki qisqa tutaShuv kuchlanishi quvvatning kvadratiga emas, quvvatning oʻziga mutanosib boʻlgan nominal tokda oʻlchanadi.

3.4.6-rasmda koʻrsatilgan G-koʻrinishdagi almaShtirish sxemasidan foydalaniladi.

Bir faza uchun transformatorning aktiv qarshiligi quyida keltirilgan maʼlumotlar asosida aniqlanadi:

$$R_t = \frac{\Delta P_{qt} \cdot U_n^2 \cdot 10^3}{S_n^2}, \text{ Om}
 \tag{3.4.29}$$

bu erda: ΔP_{qt} -qisqa tutaShuv holatida aktiv quvvat isrofi, kW;

U_n -nominal kuchlaniSh, kV;

S_n - nominal quvvat, kVA.

Transformatorning reaktiv qarShiligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$X_m = \frac{U_{qt} U_n^2 \cdot 10^3}{S_n}, \text{ Om} \quad (3.4.30)$$

bu erda: U_{qt} - qisqa tutaShuv kuchlaniShi, %.

Gisterezis va uyurma toklari tufayli transformatorning po'latidagi aktiv quvvat isrofini yuzaga keltiruvchi aktiv o'tkazuvchanlik, bir faza uchun quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$G_T = \frac{\Delta P_{syu}}{U_n^2 \cdot 10^3}, \text{ Sm} \quad (3.4.31)$$

bu erda: ΔP_{syu} - salt yuriSh holatidagi aktiv quvvat isrofi, kWt

Asosiy magnit oqimi sababli bo'ladigan reaktiv o'tkazuvchanlik quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$B_T = \frac{\Delta Q_\mu}{U_n^2 \cdot 10^3}, \text{ Sm} \quad (3.4.32)$$

bu erda: $\Delta Q_\mu = \frac{I_{syu} S_n}{100}$ - reaktiv quvvat isrofi, kVAr;

I_{syu} - nominal tokka nisbatan foiz hisobidagi salt yuriSh toki, A.

Uch chulg'amli transformatorlar 100/100/100 tamoyilida iShlaganda, ya'ni har bir chulg'ami nominal quvvatga hisoblanganda har bir chulg'amning aktiv qarShiliklari quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{T1} = R_{T2} = R_{T3} = 0,5 R_{Tumum}$$

bu erda: R_{Tumum} ga asosan ΔP_{kt} yordamida aniqlanadi.

Transformator 100/100/66,7 iShlanganda aktiv qarShilik quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{T1} = R_{T2} = 0,5 R_{Tumum}, \quad R_{T3} = 0,75 R_{Tumum}$$

100/66,7/100 iShlanganda esa quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{T1} = R_{T3} = 0,5 R_{Tumum}, \quad R_{T2} = 0,75 R_{Tumum}$$

Uch chulg'amli transformatorlarning induktiv qarShiligini aniqlaSh uchun qisqa tutaShuv kuchlaniShini foiz hisobida almaShtiriSh sxemasi yulduz nurlarining har biri uchun hisoblaSh kerak.

$$\begin{aligned} U_{qt1} &= 0,5(U_{qt1-2} + U_{qt1-3} - U_{qt2-3}) \\ U_{qt2} &= 0,5(U_{qt2-3} + U_{qt1-2} - U_{qt1-3}) \\ U_{qt3} &= 0,5(U_{qt1-3} + U_{qt2-3} - U_{qt1-2}) \end{aligned} \quad (3.4.33)$$

Avtotransformatorlarning xarakterli xususiyati, bu nominal quvvat S_n , namunaviy quvvat S_t va ular orasidagi bog'laniSh:

$$S_t = a \cdot S_n,$$

$$a = 1 - \frac{U_{o'r}}{U_{yu}} = 1 - \frac{1}{K}$$

bu erda: $K = U_{yu} / U_u$

$U_{o'r}$ - o'rta chulg'am kuchlaniShi;

U_{yu} -yuqori chulg'am kuchlaniShi.

Avtotransformatorlar uchun ham qisqa tutaShuv kuchlaniShlari (3.4.33) ifodalar yordamida aniqlanadi. Keyin induktiv qarShiliklar (3.4.30) ifoda orqali aniqlanadi. Lekin dastlab kuchlaniShlarni quyidagicha bir kuchlaniSh pog'onasiga keltiriSh kerak.

$$U_{qt1-2} = U'_{kl-2}, \quad U'_{qt1-3} = U_{qt1-3}(S_{nom}/S_t), \quad U'_{qt2-3} = U_{qt2-3}(S_{nom}/S_t).$$

AlmaShtiriSh sxemasining aktiv qarShiliklarini aniqlaSh uchun barcha qisqa tutaShuv quvvat isrofi avtotransformatorlar nominal quvvatiga keltiriliShi kerak.

$$\Delta P'_{qt1-3} = \Delta P_{qt1-3}(S_{nom}/S_t)^2, \quad \Delta P_{qt1-2} = \Delta P'_{qt1-2}, \quad \Delta P'_{qt2-3} = \Delta P'_{qt2-3}(S_{nom}/S_t)^2.$$

Unda

$$R_{1-2} = \frac{\Delta P_{qt1-2} U_n^2 \cdot 10^3}{S_n^2}, \quad R_{1-3} = \frac{\Delta P'_{qt1-3} U_n^2 \cdot 10^3}{S_n^2},$$

$$R_{2-3} = \frac{\Delta P'_{qt2-3} U_n^2 \cdot 10^3}{S_n^2},$$

$$R_1 = 0,5(R_{1-2} + R_{1-3} - R_{2-3}), \quad R_2 = 0,5(R_{1-2} + R_{2-3} - R_{1-3}), \quad R_3 = 0,5(R_{2-3} + R_{1-3} - R_{1-2}).$$



IKKI, UCH CHULG'AMLI TRANSFORMATORLAR VA AVTOTRANSFORMATORLARNING PARAMETRLARINI HISOBLASH

Podstansiyalarga ikki va uch chulg'amli, past kuchlaniShning chulg'ami bo'lingan transformatorlar va avtotransformatorlar o'rnatiladi [7].

MASALARNI ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-masala. Uch fazali ikki chulg'amli TRDS-80000/220 transformatori almaShtiriSh sxemasi parametrlarini aniqlang.

EchiSh. 2-ilovadagi 4-jadvaldan transformator uchun texnik ma'lumotlarni yozib olamiz.

$$S_{nt} = 80000 \text{ kVA}, \quad U_n = 242 \text{ kV}, \quad P_{syu} = 10,5 \text{ kWt},$$

$$\Delta P_{qt} = 320 \text{ kWt}, \quad i_{syu} = 0,6\%, \quad u_{qt} = 11\%.$$

CHulg'amlarning aktiv qarShiligi:

$$P_t = \frac{\Delta P_{qt} U_n^2 \cdot 10^3}{S_n^2} = \frac{320 \cdot 242^2 \cdot 10^3}{80000^2} = 2,93 \text{ Om}$$

CHulgʻamlarning induktiv qarShiligi:

$$X_t = \frac{U_{qt} \cdot U_n^2 \cdot 10^3}{S_n} = \frac{11 \cdot 242^2 \cdot 10^3}{80000} = 80,5 \text{ Om}$$

Transformatorning aktiv oʻtkazuvchanligi:

$$G_t = \frac{\Delta P_{syu}}{U_n^2 \cdot 10^3} = \frac{105 \cdot 10^{-3}}{242^2} = 1,79 \cdot 10^{-6} \text{ Sm}$$

Transformatorning reaktiv oʻtkazuvchanligi:

$$B_t = \frac{\Delta Q_{\mu}}{U_n^2 \cdot 10^3} = \frac{I_{syu} \% S_n}{U_n^2 \cdot 10^3 \cdot 100} = \frac{0,6 \cdot 80000}{242^2 \cdot 10^5} = 7,58 \cdot 10^{-6} \text{ Sm}$$

2-masala. Uch fazali uch chulgʻamli TDSN-63000/220 transformatori uch nurlu almaShtiriSh sxemasining yuqori kuchlaniShga keltirilgan parametrlarini aniqlang.

EchiSh. 2-ilovadagi 4-jadvaldan texnik maʼlumotlarni yozib olamiz.

$$S_{nt}=63000 \text{ kVA}, \quad U_n=230 \text{ kV}, \quad U_{s.yu.}=91 \text{ kW}, \quad \Delta P_{qt}=320 \text{ kW}, \\ i_{syu}=1,0 \%, \quad u_{qt1-2}=11\%, \quad u_{qt1-3}=12,5\%, \quad u_{qt2-3}=10,5\%.$$

CHulgʻam quvvatlari orasidagi bogʻlaniSh 100/100/100.

Qisqa tutaShuv quvvat isrofi Δu_{qt} qisqa tutaShuv tajribasida ikkita chulgʻam iShtirok etgan holat uchun berilgan. Umumiy aktiv qarShilik qiymatini aniqlaymiz:

$$R_{umum} = \frac{\Delta P_{qt} U_{qt}^2 \cdot 10^3}{S_n^2} = \frac{320 \cdot 230^2 \cdot 10^3}{63000^2} = \frac{16928}{3963} = 4,26 \text{ Om}$$

CHulgʻamlarning aktiv qarShiliklarini aniqlaymiz:

$$R_{T1} = R_{T2} = R_{T3} = 0,5 R_{umum} = 0,5 \cdot 4,26 = 2,13 \text{ Om}$$

Uch fazali almaShtiriSh sxemasi nurlarining qisqa tutaShuv kuchlaniShi:

$$U_{qt1} = 0,5(U_{qt1-2} + U_{qt1-3} - U_{qt2-3}) = 0,5(24 + 12,5 - 10,5) = 13\%$$

$$U_{qt2} = 0,5(U_{qt2-3} + U_{qt1-2} - U_{qt1-3}) = 0,5(24 + 10,5 - 12,5) = 11\%$$

$$U_{qt3} = 0,5(U_{qt1-3} + U_{qt2-3} - U_{qt1-2}) = 0,5(10,5 + 12,5 - 24) = 0$$

Nurlarning induktiv qarShiliklarini aniqlaymiz:

$$X_{T1} = \frac{U_{qt1} \cdot U_n^2 \cdot 10^3}{S_n} = \frac{13 \cdot 242^2 \cdot 10^3}{63000} = 120,84 \text{ Om}$$

$$X_{T2} = \frac{U_{qt2} \cdot U_n^2 \cdot 10^3}{S_n} = \frac{11 \cdot 242^2 \cdot 10^3}{63000} = 102,25 \text{ Om}$$

$$X_{T3} = \frac{U_{qt3} \cdot U_n^2 \cdot 10^3}{S_n} = 0$$

Hisoblardan ko‘rinadiki, katta quvvatli transformatorlarda aktiv qarshilik induktiv qarshilikka nisbatan ancha kichik bo‘lganligi sababli hisobga olinmasa ham bo‘ladi.

Transformatorning aktiv o‘tkazuvchanligi:

$$G_T = \frac{\Delta P_{syu}}{U_n^2 \cdot 10^3} = \frac{91}{242^2 \cdot 10^3} = 1,55 \cdot 10^{-6} \text{ Sm}$$

Reaktiv quvvatni aniqlaymiz:

$$Q_\mu = \frac{I_{syu} \cdot S_n}{100} = \frac{1,1 \cdot 63000}{100} = 693 \text{ kVAr}$$

Transformatorning reaktiv o‘tkazuvchanligi:

$$B_r = \frac{\Delta Q_\mu}{U_n^2 \cdot 10^3} = \frac{693}{242^2 \cdot 10^3} = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ Sm}$$

3-masala. Birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlari nominal kuchlaniShga keltirilgan TM-630/10 transformatorning almaShtiriSh sxemasi parametrlarini aniqlang.

EchiSh. 1-jadvaldan transformator uchun ma‘lumotlar olamiz.

$$\begin{aligned} S_{nt} &= 630 \text{ kVA}; & U_{nyu} &= 10 \text{ kV}; & U_{np} &= 0,4 \text{ kV}; & \Delta P_{qt} &= 8,5 \text{ kW}; \\ \Delta P_{syu} &= 1,65 \text{ kW}; & \Delta u_{qt} &= 5,5\%; & i_{s,yu} &= 3\% \end{aligned}$$

KuchlaniShni kV da, quvvatni mVA da, qarshilikni Om da va o‘tkazuvchanlikni – Sm (simens)da olamiz. Transformatorning birlamchi chulg‘am (10kV) va ikkilamchi chulg‘am (0,4kV) ga keltirilgan r_t va r_p larni aniqlaymiz. YUqori kuchlaniShga keltirilgan r_t ni hisoblaShda $U_{yu,nom}=10$ kV ni, past kuchlaniSh tomoniga keltirilgan r_p ni hisoblaShda $U_{p,nom}=0,4$ kV qiymatlarni qo‘yamiz.

$$r_{tyu} = \frac{\Delta P_{qt} \cdot U_{yu,nom}^2}{S_n^2} = \frac{8,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2}{0,63^2} = 2,14 \text{ Om}$$

$$r_p = \frac{\Delta P_{qt} \cdot U_{p,nom}^2}{S_n^2} = \frac{8,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4^2}{0,63^2} = 3,43 \cdot 10^{-3} \text{ Om}$$

Kichik quvvatli transformator chulg‘amlarining induktiv qarshiligini aniqlaSh uchun $u_{qt}\%$ ga teng bo‘lmagan $u_{qt,r}\%$ ni aniqlaSh kerak. SHuning uchun oldindan aktiv qarshilikdagi kuchlaniSh yo‘qotiliShini foizda $u_{qt,a}\%$, keyin $u_{qt,r}\%$ da topamiz:

$$U_{qt,a}\% = \frac{\sqrt{3} I_{nom} \cdot r_t}{U_n^2} 100\% = \frac{S_n r_t}{U_n^2} 100\% = \frac{\Delta P_{qt}}{S_n} 100\% = \frac{8,5 \cdot 10^{-3}}{0,63} 100\% = 1,35\%$$

$$U_{qt,r}\% = \sqrt{U_{qt}^2 - U_{qt,a}^2} = \sqrt{5,5^2 - 1,35^2} = 5,33\%$$

Bu qiymatdan X_{tyu} va X_{tp} ni topamiz:

$$X_{tyu} = \frac{U_{qt,r}\% \cdot U_{yu,nom}^2}{100 S_n} = \frac{5,33 \cdot 10^2}{100 \cdot 0,63} = 8,64 \text{ Om}$$

$$X_{tp} = \frac{U_{qt.r}'' \% \cdot U_{p.nom}^2}{100 S_n} = \frac{5,33 \cdot 0,4^2}{100 \cdot 0,63} = 1,35 \cdot 10^{-2} \text{ Om}$$

MagnitlaShning aktiv o'tkazuvchanligini aniqlaymiz:

$$G_{tyu} = \frac{\Delta P_{syu}}{U_{yu.nom}^2} = \frac{1,65 \cdot 10^{-3}}{10^2} = 1,65 \cdot 10^{-5} \text{ Sm}$$

$$G_{tp} = \frac{\Delta P_{syu}}{U_{p.nom}^2} = \frac{1,65 \cdot 10^{-3}}{0,4^2} = 1,03 \cdot 10^{-2} \text{ Sm}$$

MagnitlaShning reaktiv o'tkazuvchanligini aniqlaymiz:

$$B_{tyu} = \frac{I_{syu} \% S_{nom}}{100 U_{yu.nom}^2} = \frac{3 \cdot 0,63}{100 \cdot 10^2} = 1,89 \cdot 10^{-4} \text{ Sm}$$

$$B_{tp} = \frac{I_{syu} \% S_{nom}}{100 U_{p.nom}^2} = \frac{3 \cdot 0,63}{100 \cdot 0,4^2} = 0,12 \text{ Sm}$$

Kichik quvvatli transformatorlarda magnitlaSh quvvatini salt yuriSh quvvat isrofi bilan almaShtirilgan almaShtiriSh sxemasini iShlatiSh mumkin.

$$\Delta S_{syu} = \Delta P_{syu} + j\Delta Q_{syu}$$

Reaktiv quvvat isrofini aniqlaymiz:

$$\Delta Q_{syu} = \frac{3 \cdot 0,63}{100} = 0,0189 \text{ MVar}$$

Unda

$$\Delta S_{syu} = (1,65 + j18,9) \cdot 10^3 \text{ MVA}$$

1-jadvaldan to'g'ridan - to'g'ri yuqori kuchlaniSh tomonga keltirilgan r_t va x_t va Δq_{syu} ni oliShimiz mumkin. $r_t=2,12 \text{ Om}$, $x_t=8,5 \text{ Om}$, $\Delta q_{syu}=0,0189 \text{ MVar}$.

Jadvallar yordamida qiymatlarni aniqlaSh hisoblaShlarni ancha soddalaShtiradi.

4-masala. Ikki parallel ulangan TDN-10000/110 transformatorni yuqori kuchlaniShga keltirilgan almaShtiriSh sxemasi parametrlarini aniqlang.

EchiSh. 3-jadvaldan transformator uchun ma'lumotlar olamiz.

$$S_n=10 \text{ MVA}; \quad U_{nyu}=115 \text{ kV}; \quad U_{np}=11 \text{ kV}; \quad \Delta P_{qt}=60 \text{ kW};$$

$$\Delta P_{syu}=14 \text{ kW}; \quad \Delta u_{qt}=10,5\%; \quad i_{syu}=0,7\%$$

AlmaShtiriSh sxemasining bitta transformator parametrlarini aniqlaymiz.

YUqori kuchlaniShga keltirilgan almaShtiriSh sxemasi parametrlarini aniqlaShda ifodaga $U_{n.yu}$ ni qo'yiSh kerak:

$$r_t = \frac{60 \cdot 10^{-3} \cdot 115^2}{10^2} = 7,94 \text{ Om}$$

$$X_t = \frac{10,5 \cdot 115^2}{100 \cdot 10} = 139 \text{ Om}$$

$$G_t = \frac{14 \cdot 10^{-3}}{115^2} = 1,06 \cdot 10^{-6} \text{ Sm}$$

$$\Delta Q_{s.yu} = \frac{10 \cdot 0,7}{100} = 0,07 \text{ MVar}$$

$$B_t = \frac{0,07}{115^2} = 5,293 \cdot 10^{-6} \text{ Sm}$$

2-ilovadagi 3-jadvaldan TDN-10000/110 transformatorning parametrlarini to'g'ridan - to'g'ri oliSh mumkin. $r_t=7,95 \text{ Om}$, $x_t=139 \text{ Om}$, $\Delta q_{syu}=70 \text{ kVAr}$.

Umumiy holatda k sonli transformatorni parallel ulaganda r_{ek} va x_{ek} k marta kamayadi, o'tkazuvchanliklar B_{ek} va G_{ek} k marta oShadi, ya'ni $k=2$ holat uchun.

$$r_{ek} = \frac{7,95}{2} = 3,98 \text{ Om}$$

$$x_{ek} = \frac{139}{2} = 69,5 \text{ Om}$$

$$G_{ek} = 2 \cdot 1,06 \cdot 10^{-6} = 2,12 \cdot 10^{-6} \text{ Sm}$$

$$B_{ek} = 2 \cdot 5,29 \cdot 10^{-6} = 10,58 \cdot 10^{-6} \text{ Sm}$$

$U_{nyu}=110$ kV transformatorni almaShtiriSh sxemasida magnitlovchi salt yuriSh quvvat isrofi hisobga olinadi. Ko‘rilayotgan holat uchun quvvat isrofi quyidagini taShkil etadi:

$$\Delta S_{syu}=2(14+j70)=(0,028+j0,14) \text{ MVA}$$

5-masala. Uch chulg‘amli TDNT-40000/220 transformatorning almaShtiriSh sxemasi yuqori kuchlaniSh tomonga keltirilgan parametrlarini aniqlang.

EchiSh. 6-jadvaldan transformator uchun ma’lumotlar olamiz.

$$S_n=40 \text{ MVA}, \quad U_{yun}=230 \text{ kV}, \quad U_{o'n}=38,5 \text{ kV}, \quad U_{pn}=11 \text{ kV},$$

$$u_{qt(yu-p)}\%=22\%, \quad u_{qt(yu-o')}\%=12,5\%, \quad u_{qt(o'-p)}\%=9,5\%,$$

$$\Delta P_{qt(yu-p)}=P_{qt(yu-o')}=P_{qt(o'-p)}=220 \text{ kW}, \quad \Delta P_{s,yu}=55 \text{ kW}, \quad P_{s,yu}=1,1\%.$$

CHulg‘amlarning quvvatlari nisbati 100/100/100%.

Ko‘rilayotgan holatda chulg‘amlar quvvatlari bir xil bo‘lgan holat uchun:

$$\Delta P_{qt,yu}=P_{qt,o'}=P_{qt,p}=0,5P_{qt(yu-p)}=0,5 \cdot 220=110 \text{ kW};$$

Ko‘rilayotgan transformator uchun:

$$u_{qt,yu}=0,5(22+12,5-9,5)=12,5\%$$

$$u_{qt,o'}=0,5(12,5+9,5-22)=0$$

$$u_{qt,p}=0,5(22+9,5-12,5)=9,5\%$$

Uch chulg‘amli transformator almaShtiriSh sxemasi chulg‘am nurlarining aktiv qarShiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$r_{t,yu} = r_{t,o'} = r_{t,p} = \frac{110 \cdot 10^{-3} \cdot 230^2}{40^2} = 3,64 \text{ Om}$$

CHulg‘am nurlarining induktiv qarShiligi, tegiShli nurlarni qisqa tutaShuv kuchlaniSh yo‘qotiliShini qo‘yganimizdan so‘ng aniqlanadi.

$$X_{t,yu} = \frac{U_{q,yu} \cdot U_{yu,nom}^2}{100 S_n} = \frac{12,5 \cdot 230^2}{100 \cdot 40} = 165 \text{ Om} \quad X_{t,o'} = \frac{U_{q,yu} \cdot U_{yu,nom}^2}{100 S_n} = 0$$

$$X_{t,p} = \frac{U_{q,yu} \cdot U_{yu,nom}^2}{100 S_{t,n}} = \frac{9,5 \cdot 230^2}{100 \cdot 40} = 126 \text{ Om}$$

$$\text{Reaktiv quvvat isrofi:} \quad \Delta Q_{syu} = \frac{1,1 \cdot 40}{100} = 0,44 \text{ MVAr}$$

MUSTAQIL ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-misol. TMN-6300/35 transformatorning almaShtiriSh sxemasini tuzing va uning parametrlarini ikkala nominal kuchlaniShni galma-gal bazis qiymat sifatida qabul qilib aniqlang.

2-misol. TMN-16000/110 transformatorning almaShtiriSh sxemasini tuzing va uning parametrlarini yuqori kuchlaniSh chulg‘amiga keltirib hisoblang.

3-misol. ATDSN-32000/220/110/11 transformatorining almaShtiriSh sxemasini tuzing va uning parametrlarini aniqlang.

4-misol. ATDSN-100000/220/110 avtotransformatorning almaShtiriSh sxemasini tuzing va avtotransformatorning yuqori kuchlaniSh chulg'amiga keltirib uning parametrlarini aniqlang.

5-misol. TDN-125000/220 transformatorining almaShtiriSh sxemasini tuzing va uning parametrlarini yuqori kuchlaniSh chulg'amiga keltirib hisoblang.

6-misol. Nominal yuklamada $\cos\varphi=1$ holat uchun kuchlaniShni pasayiShi nominal kuchlaniShga nisbatan 2,4% ni taShkil qilgan, qisqa tutaShuv kuchlaniShi 5,5% bo'lgan TM-1600/10 transformatorining aktiv va reaktiv qarShiliklarini yuqori kuchlaniSh chulg'amiga keltirib hisoblang.



Саволлар

1. Transformatorlarni elektr tarmog'ida qo'llaShdan maqsad nima?
2. Transformatorlarning almaShtiriSh sxemalarini o'rganiSh nimani beradi?
3. Avtotransformatorlar nima uchun kerak?



III-BOB BO'YICHA XULOSALAR

UShbu bobda Elektr tarmoq va tizimni iSh rejimlari haqida ma'lumot beriSh bilan bir qatorda elektr iste'molchilarning yuklamalari, yuklama grafiklari, Shuningdek elektr tarmoq va tizimga qo'yilgan asosiy talablar, elektr uzatiSh liniyasini parametrlari va almaShtiriSh sxemalari bo'yicha batafsil ma'lumotlar yoritilgan. Elektr tarmoq va tizimning asosiy elementlaridan biri transformatorlar va avtotransformatorlar va ularning almaShtiriSh sxemalarini o'rganib va uni o'zlaShtirgandan keyin talabalar elektr tarmoq nimaligini tasavvur etib, elektr iste'molchilarini elektr energiya bilan taminlaShning asosiy faktorlarini biliSh bo'yicha bilim va ko'nikmalarga ega bo'ladilardilar. SHuningdek nazariy bilimlarini yanada mustahkamlaSh maqsadida mavzuga mos raviShda misollar echiSh usullari ko'rsatilgan.

IV-BOB. ELEKTR TARMOQLAR LINIYALARI BO‘YICHA ELEKTR ENERGIYANI UZATISH NAZARIYASINING ELEMENTLARI

4.1-MAB3Y

TARMOQLAR ISH TARTIBINING ANALIZI. ELEKTR QUUVATINING KOMPLEKS IFODASI. LINIYALARDAGI QUUVAT ISROFI.

Ўқув мақсади

Talabalarda Elektr tizim va tarmoqlarda elektr energiyani uzatiSh usullari va energiyani uzatiSh jarayonida liniyada sodir bo‘ladigan quvvat va energiya isroflari haqida amaliy ko‘nikmalarini ShakllantiriSh.



- Asosiy ma'lumotlar



Ma'lumki, elektr energiyani uzatiSh jarayoni simlarning elektromagnit maydoni tufayli amalga oShiriladi va bu jarayon to'liqinsimon xususiyatga ega bo'lib, bunda energiyani isrofi sodir bo'ladi, ya'ni tok simlar va transformatorlardan oqayotganda ularni befoyda qiziShini yuzaga keltiradi.

Bu isrof yuklama toklari bilan bog'liq bo'lganligi tufayli yuklamali deb aytiladi. O'rtacha, isrof uzatilayotgan quvvatning 10% ni taShkil qilib, davlat uchun bir yilda yuz millionlab so'm zararga aylanadi. Yil davomidagi bu isrofga ketadigan xarajatdan taShqari bunday sistemalarda isrofni qoplaSh uchun stansiya qurilmalariga qo'Shimcha uskunalar, reaktiv energiya kompensatsiyasi uskunalari, qo'Shimcha xodimlar, yoqilg'i va boShqalar uchun bir vaqtning o'zida sarflanadigan qo'Shimcha mablag' zarurdir. SHuning uchun bu isrofni kamaytiriSh yo'llarini qidirib, tadbirlarini iShlab chiqarmoq uchun doimiy ilmiy-tekShiriSh iShlarini olib bormoq zarurdir [2].

Asosan yangicha yo'l bilan energiyani uzatiShga yuqori o'tkazuvchanlik liniyalari tegiShlidir, bularda energiya 4°K xaroratgacha sovutilgan maxsus qotiShmalaridan bajarilgan simlar orqali uzatiladi. Bunday liniyalarni yaratishning asosiy qiyinchiliklari past xaroratni uShlab turiShdir.

Katta oqimdagi energiyani isrofsiz uzatiSh uchun juda ko'p muammo va masalalarni echiSh kerak.

Quvvat isrofi ikki xil bo'ladi: yuklamali, yuklamaga bog'liq bo'lgan va salt iSh isrofi, yuklamaga bog'liq bo'lmagan.

BoShqa tomondan, isroflarni texnikaviy, taShkiliy va kommersion isroflariga ajratiSh mumkin.

Texnikaviy isroflar – tarmoqni qayta quriSh, uskunalarni almaShtiriSh yoki qo'Shimcha uskunalar o'rnatish tadbirlarini ko'zda tutadi. Bularga quyidagilar kiradi:

- 1) kompensatsiyalovchi uskunalarni o'rnatish;

- 2) simlarni katta kesim yuzali simlar bilan almaShtiriSh;
- 3) ko'p yuklangan va kam yuklangan transformatorlarni almaShtiriSh;
- 4) rostlaSh uskunalarni o'rnatish (RPN va PBV li transformatorlar, kuchlaniSh qo'Shuvchi transformatorlar, punktlangan reaktorlar va boShqalar);
- 5) transformatsiya koeffitsientlarini avtomatik rostlaSh;
- 6) sig'imli batareyalar quvvatini avtomatik rostlaSh;
- 7) yuqori va o'ta yuqori kuchlaniShli yopiq tarmoqlarda quvvat oqimini rostlovchi uskunalarni o'rnatish(masalan, rostlovchi transformatorlar, RT);
- 8) tarmoqni yuqori kuchlaniShga o'tkaziSh;
- 9) rele himoyasi, avtomatika, telemexanikaning takomillaShgan turlarini tadbiiq etiSh.

TaShkiliy isroflar – xizmat ko'rsatishni yaxshilash tarmoq sxemalarini va ish rejimlarini optimallashtirish tadbirlarini ko'zda tutadi. Bularga quyidagilar kiradi:

- 1) tarmoqning o'rnatilgan rejimini ish tartibini reaktiv quvvat bo'yicha optimallashtirish (KU va transformatsiyalash koeffitsientini optimal rostlash qonunlarini tanlash)
- 2) 6-35 kV li tarmoqlarning uzilish joylarini optimallashtirish;
- 3) sistemada reaktiv quvvat tanqisligi mavjud bo'lganda generatorlarni sinxron kondensatorlar rejimiga o'tkazish;
- 4) radial tarmoqlarning taminlash markazlarida ish kuchlanishlarini optimallashtirish;
- 5) kam yuklamali rejimlarda transformatorlarni o'chirish;
- 6) tarmoq fazalarida yuklamalarni teng taqsimlash
- 7) ta'mirlash va xizmat ko'rsatish vaqtini qisqartirish va sifatini yaxshilash;
- 8) quvvat isrofini kamaytirishning yangi usullarini ishlab chiqish va yaratish;
- 9) xizmat xodimlarini rag'batlantirish va boShqalar.

Kommersiya isroflari – xizmat ko'rsatishni yaxshilash ko'zda tutiladi va iste'molchilar bilan hisob-kitob vaqtida energonazorat amalga oshiradi. Bunga kiradi:

- 1) energiya o'lchagich asboblarini o'rnatish;
- 2) o'g'irliklar bilan kurashiSh;
- 3) nazorat sistemasini yaxshilash va boShqlar.

Quvvat isrofini kamaytirish tadbirlari loyihalashda hamda ishlatish vaqtida amalga oshiriladi. Eksploatatsiya tadbirlari rejimlarni optimallashtirish vaqtida doimo amalga oshiriladi.

Tarmoq yuklamasi ortganda isroflar oshadi. Iste'molchilarning aktiv va reaktiv yuklamalarini o'zgarishi energosistemada aktiv va reaktiv quvvatlar oqimlarini hamda undagi isrofnini o'zgarishiga sabab bo'ladi.

SHuning uchun doimo isrof darajasini nazorat qilish kerak, chunki ular butun tarmoqning tejamli ishlatishini aniqlaydi. Isrof darajasini boShqariSh muammosiga tizimli yondashiSh murakkab masala hisoblanadi va faqat zamonaviy iqtisodiy-matematik modellar va EHM lar yordamida uni

kompleks echiSh mumkin. Bunda asosiy qiyinchilik, tarmoq rejimlari to'g'risida xabarlarini yig'iSh va qayta iShlaSh hisoblanadi, chunki ular yuklamalar o'zgarishi bilan doimo o'zgarib turadi.

Ichki elektr taminlaSh tarmoqlaridagi yuklama va isroflar o'zgarishini energosistema tarmoqlaridagi isroflarga ta'sirini hisobga oliSh uchun umumlaShtirilgan koeffitsientlar iShlatiladi: iste'molchilar tarmoqlarida aktiv quvvat o'zgarganda energosistema tarmoqlarida aktiv quvvat isrofining ortiShi koeffitsienti K_p ; reaktiv quvvat o'zgarganda aktiv quvvat isrofini ortiShi koeffitsienti $-K_e$. K_e koeffitsienti reaktiv quvvatning iqtisodiy ekvivalenti deb ataladi. Agar, masalan, $K_e=0,05$ bo'lsa, bu degani, agar sanoat korxonasi tarmog'ida reaktiv quvvat 100 kVar ga ortsa, energosistema tarmog'ida isrof energosistema xodimi EHM yordamida xarakterli rejimlar uchun aniqlaydi.

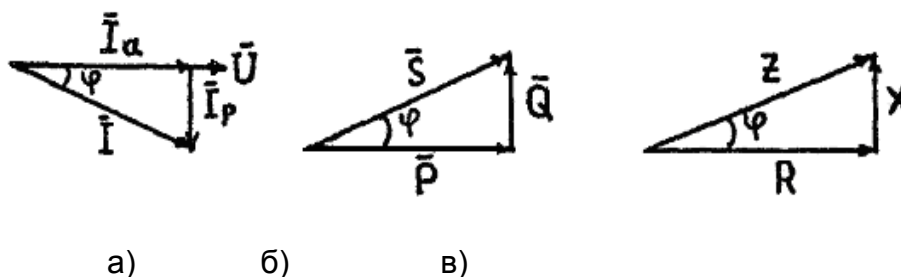
Uch fazali o'zgaruvchan tok liniyalaridagi aktiv va reaktiv quvvatlar isrofi, agar liniyaning o'tkazuvchanliklarini ($V=0, G=0$) hisobga olmasak:

$$\Delta P = 3I^2 R = 3(I_a^2 + I_p^2)R \quad (4.1.1)$$

$$\Delta Q = 3I^2 X = 3(I_a^2 + I_p^2)X \quad (4.1.2)$$

Bu erda: R va X – liniyaning aktiv va induktiv qarShiliklari I_a va I_R – yuklama to'liq toki I ni aktiv va reaktiv taShkil etuvchilarining qiymatlari.

4.1.1-rasm. Tok, quvvat va qarShilik uchburchaklari



Bilamizki,

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi; Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi \quad (4.1.3)$$

To'liq tokni qiymatini uning aktiv va reaktiv taShkil etuvchilari orqali ifodalaymiz.

$$I \cos \varphi = I_a; I \sin \varphi = I_p \quad (4.1.4)$$

I_a va I_R qiymatlarini (4.1.3) ga qo'yib topamiz:

$$P = \sqrt{3}I_a U; Q = \sqrt{3}I_p U \quad (4.1.5)$$

undan

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3}U}; I_p = \frac{Q}{\sqrt{3}U} \quad \text{- aniqlangan ifodani (4.1.1) va (4.1.2) ga ko'yib,}$$

elektr tarmoqlari uchun juda ham zarur bo'lgan ifodani olamiz:

$$\Delta P = 3I^2 R = 3\left(\frac{P^2}{3U^2} + \frac{Q^2}{3U^2}\right)R = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{S^2}{U^2} X. \quad (4.1.6)$$

$$\Delta Q = 3I^2 X = 3\left(\frac{P^2}{3U^2} + \frac{Q^2}{3U^2}\right)X = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} X = \frac{S^2}{U^2} X. \quad (4.1.7)$$

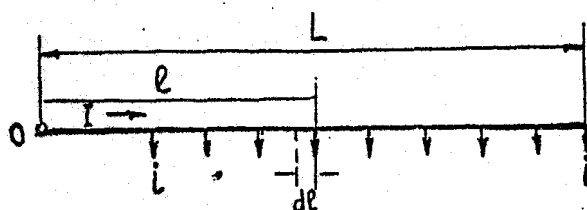
Olingan ifodalardan hulosalalar:

Aktiv va Shuningdek reaktiv quvvatlar isrofi R va Q ga bog'liqdir.

Isrof kuchlanishi kvadratiga teskari proporsional. Shuning uchun kuchlanishni kichik biror qiymatga ko'tarilishi quvvat isrofini anchaga kamaytiradi. Ammo kuchlanishni ko'tarish sarflangan mablag' vositalarini qo'shimcha talab qiladi.

Bir necha yuklama bo'lganda liniyadagi quvvat isrofi har bir uchastkasidagi quvvat isroflarini yig'indisidan iboratdir.

$$\frac{P_1 + jQ_1}{\Delta P_1 + j_{\Delta}Q_1} \frac{P_2 + jQ_2}{\Delta P_2 + j_{\Delta}Q_2} \frac{P_3 + jQ_3}{\Delta P_3 + j_{\Delta}Q_3} \dots \frac{P_n + jQ_n}{\Delta P_n + j_{\Delta}Q_n}$$



4.1.2 – pacm

$$\Delta P_z = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \dots + \Delta P_n$$

$$\Delta Q_z = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 + \Delta Q_3 + \dots + \Delta Q_n$$

Bu erda: ΔR_1 , ΔR_2 va ΔQ_1 , ΔQ_2 – tegishli (4.1.6) va (4.1.7) ifodalari orqali aniqlanadi.

Yuklama liniyaning uzunligi davomida bir hil taqsimlanganda quvvat isrofi. Liniyaning butun uzunligida simning kesim yuzasi bir hil deb qabul qilamiz:

Uzunlik birligidagi liniyaning yuklamasini i_0 orqali belgilaymiz, ya'ni $i_0 = I/L$, A/km, liniyaning boshidan o'tkazuvchan uzunlik l gacha bo'lgan taminlanuvchi liniyada joylashgan juda kichik dl masofadagi yuklama $i_0 dl$ bo'ladi.

Tok tufayli yuzaga keladigan, qarshiliklari $r_0 dl$ bo'lgan dl uzunlikdagi liniyada quvvat isrofi:

$$d(\Delta P) = 3(i_0 dl)^2 r_0 dl$$

Butun ko'rilayotgan L uzunlik liniyasidagi ΔR aniqlash uchun 0 va L oralig'idagi hamma juda kichik (ΔR) qiymatlarini qo'shib chiqamiz, ya'ni,

$$\Delta P = \int_0^L 3(i_0 l)^2 r_0 dl = 3i_0^2 r_0 \int_0^L l^2 dl = 3i_0^2 r_0 \left[\frac{l^3}{3} \right]_0^L =$$

$$= I^2 R = \frac{P^2 + Q^2 R}{3U^2} \quad (4.1.8)$$

Shunga o'xshash

$$\Delta Q = I^2 X = \frac{P^2 + Q^2}{3U^2} X \quad (4.1.9)$$

SHunday qilib, yuklama liniya davomida bir hil taqsimlanganda quvvat isrofi xuddi Shu yuklama liniyaning oxirida bo‘lganiga nisbatan uch marta kam bo‘ladi, ya’ni (4.1.4), (4.1.5), (4.1.8), (4.1.9) ifodalarni taqqoslang.

Uch fazali tizim juda keng tarqalgandir, chunki bu tizimda xuddi Shu quvvat va kuchlanishda bir fazali tizimga nisbatan quvvat isrofi kamdir. Haqiqatdan uch fazali tarmoqlar uchun

$$S = \sqrt{3}UI_3, \quad I_3 = \frac{S}{\sqrt{3}U} \quad (4.1.10)$$

Bir fazali tarmoqlar uchun

$$S = UI \cos \varphi I_1 = \frac{S}{U} \quad (4.1.11)$$

Uch fazali tarmoq uchun quvvat isrofi

$$\Delta P_3 = 3I_3^2 R_3, \quad \Delta Q_3 = 3I_3 X_3 \quad (4.1.12)$$

bir fazali tarmoq uchun

$$\Delta P_1 = 2I_1^2 R_1, \quad \Delta Q_1 = 2I_1 X_1 \quad (4.1.13)$$

(4.1.10) va (4.1.11) ni tegishli bo‘lgan (4.1.12) va (4.1.13) ga qo‘yganimizdan keyin, quyidagilarni olamiz:

uch fazali tarmoq uchun quvvat isrofi

$$\Delta P_3 = \frac{S^2}{U^2} R_3, \quad \Delta Q_3 = \frac{S^2}{U^2} X_3 \quad (4.1.14)$$

bir fazali tarmoq uchun

$$\Delta P_1 = \frac{2S^2}{U^2} R_1, \quad \Delta Q_1 = \frac{2S^2}{U^2} X_1 \quad (4.1.15)$$

(4.1.14) va (4.1.15) ifodalarni taqqoslashdan ko‘ramizki, haqiqatdan ham bir fazali tarmoqlarga nisbatan uch fazali tarmoqlarda quvvat isrofi 2 marta kam. Ammo, bir fazali tizimda ikkita sim, uch fazalida esa uchta. Metall isrofini bir hil qilish uchun uch fazali liniyada simlarning ko‘ndalang kesim yuzasini bir fazaliga nisbatan 1.5 marta kamaytirish kerak. SHuncha marta qarshilik oshadi, ya’ni $R_3=1,5R_1$. Bu qiymatni ΔR_3 ga qo‘ysak, natijalovchi ifoda quyidagicha bo‘ladi:

$$\Delta P_3 = (1,5 S^2 / U^2) R_1$$

ya’ni bir fazali liniyalarda quvvat isrofi $2/1,5=1,33$ marta uch fazaliga nisbatan ko‘p bo‘ladi.

Elektr energiyani stansiyalardan iste’molchilarga uzatish jarayonida o‘tkazgichlarni qizishi, elektromagnit maydonning hosil bo‘lishi va bo‘shqa effektlarga bu energiyaning bir qismi isrof bo‘ladi.

Elektr tarmoqning har qanday elementida elektr energiya isrofi yuklamaning xarakteri va qurilayotgan vaqt jarayonida uning o‘zgarishiga bog‘liq. O‘zgarimas yuklama bilan ishlab, ΔP aktiv quvvat isrofiga ega bo‘lgan EUL da t vaqt davomida isrof bo‘luvchi energiya quyidagicha aniqlanadi:

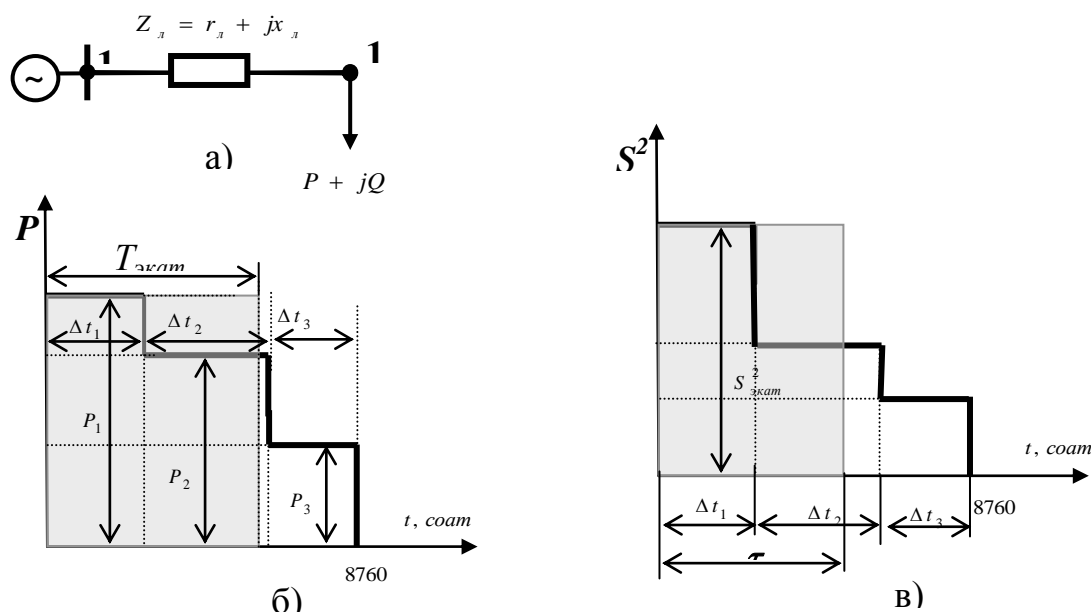
$$\Delta W = \Delta P t \quad (4.1.16)$$

Agar yuklama yil davomida o‘zgarib tursa, u holda elektr energiya isrofini turli usullar yordamida hisoblash mumkin. Mavjud barcha usullarni

foydalaniluvchi matematik modelga bog‘liq raviShda ikkita katta guruhga bo‘liSh mumkin. Bular – aniq va ehtimoliy-statistik usullardir.

Elektr energiya isrofini hisoblaShning eng aniq usuli –bu Shoxobchalarning yuklama grafiklari bo‘yicha aniqlaShdir. Bunda hisoblaSh yuklama grafigining har bir darajasi uchun quvvat isroflarini aniqlaSh va ularning yig‘indisini topiShni ko‘zda tutadi. Bu usul ba‘zan grafik interpolyasiyalaSh usuli deb yuritiladi.

YUklama grafiklari sutkalik va yillik yuklama grafiklariga bo‘linadi. Sutkalik grafiklar yuklama quvvatlarini sutka davomida, yillik grafiklar esa yil davomida o‘zgarishiShini ifodalaydi. Yillik grafik bahorgi-yozgi va kuzgi-qishiShki davrlar uchun xarakterli sutkalik grafiklar asosida quriladi. Yillik energiya isrofini hisoblaShda davomiylik bo‘yicha yuklama grafiklaridan foydalaniladi.



4.1.3-rasm. Elektr energiya isrofini yuklama grafigi va maksimal isroflar vaqti bo‘yicha topiSh: a – EULning almaShtiriSh sxemasi;

b – uch pag‘onali yuklama grafigi; v –uch pag‘onali S^2 grafigi

Bunday grafikni hosil qiliSh quyidagi tartibda amalga oShiriladi. Bu grafikning boShlang‘ich ordinatasi maksimal yuklamaga teng qilib qabul qilinadi.

Sutkalik grafiklar bo‘yicha turli tipdagi sutkalar sonini hisobga olib (Shanba, yakShanba, duShanba, ish kuni) yuklama quvvatining har bir qiymati uchun u yil davomidagi soatlar soni aniqlanadi. Avvalo, maksimal yuklama o‘rinli bo‘lgan vaqt, so‘ngra yuklama quvvatining boShqa qiymatlari uchun (kamayib boriSh tartibida) vaqt oraliqlari aniqlanadi. Misol tariqasida uch pag‘onali yuklama grafigini (4.1.3(b)-rasm) olamiz. YUklama P_1 bo‘lgan holat uchun 4.1.3(a)-rasmdagi EUYda quvvat isrofi quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta P_1 = \frac{S_1^2}{U_1^2} r_n \quad (4.1.17)$$

Elektr energiya isrofini uShbu holat uchun quvvat isrofini Shu holatning davomiylik vaqtiga ko‘paytiriSh orqali topamiz:

$$\Delta W_1 = \Delta P_1 \Delta t_1 . \quad (4.1.18)$$

Qolgan holatlar uchun ham elektr energiya isrofi Shu tartibda topiladi.
YUklama P_2 bo'lgan holat uchun

$$\Delta P_2 = \frac{S_2^2}{U_2^2} r_a ; \quad (4.1.19)$$

$$\Delta W_2 = \Delta P_2 \Delta t_2 , \quad (4.1.20)$$

yuklama P_3 bo'lgan holat uchun

$$\Delta P_3 = \frac{S_3^2}{U_3^2} r_a . \quad (4.1.21)$$

$$\Delta W_3 = \Delta P_3 \Delta t_3 \quad (4.1.22)$$

YUqoridagilardan kelib chiqib, N ta pag'onaga ega bo'lgan ko'p pag'onali yuklama grafigining i -pag'onasi uchun quvvat va yil davomidagi energiya isroflari quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi:

$$\Delta P_i = \frac{S_i^2}{U_i^2} r_a , \quad i = 1, \dots, N , \quad (4.1.23)$$

$$\Delta W = \sum_{i=1}^N \Delta P_i \Delta t_i . \quad (4.1.24)$$

Bu erda: Δt_i -yuklama grafigining i -pag'onasi davomiyligi.

Δt_i vaqt davomida transformatorlarda quvvat va energiya isroflari quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta P = \Delta P_\kappa \left(\frac{S_{2i}}{S_{nom}} \right)^2 + \Delta P_c ; \quad (4.1.25)$$

$$\Delta W = \left[\Delta P_\kappa \left(\frac{S_{2i}}{S_{nom}} \right)^2 + \Delta P_c \right] \Delta t_i . \quad (4.1.26)$$

Bu erda: ΔP_κ , ΔP_c - mos raviShda transformatorning misi va po'latida isrof bo'luvchi quvvat;

S_{2i} - transformatorning ikkilamchi tomonida grafikning i - pag'onasidagi yuklamasi; S_{nom} - transformatorning nominal quvvati.

K ta transformator parallel iShlaganda N ta pag'onali yuklama grafigining i -pag'onasida isrof bo'luvchi quvvat va yillik energiya isrofi mos raviShda quyidagi formulalar bo'yicha topiladi:

$$\Delta P_i = \frac{1}{k} \Delta P_\kappa \left(\frac{S_{2i}}{S_{nom}} \right)^2 + k \Delta P_c ; \quad (4.1.27)$$

$$\Delta W = \left[\Delta P_\kappa \left(\frac{S_{2i}}{S_{nom}} \right)^2 + \Delta P_c \right] \Delta t_i . \quad (4.1.28)$$

Isroflarni yuklama grafigi bo'yicha aniqlash usulining afzalligi katta aniqligidir. Ammo barcha Shoxobchalarning yuklamalari haqida ma'lumotning etarlimasligi ushbu usulning qo'llanilishini cheklaydi.

Isroflarni aniqlashning eng sodda usullaridan biri eng katta isroflar vaqti bo'yicha topiladi. Barcha holatlar ichidan quvvat isrofi eng katta bo'lgan holat aniqlanadi. Bu holatni hisoblab, bu holat uchun quvvat isrofi $\Delta P_{\text{экам}}$ topiladi. Yil davomida energiya isrofini bu quvvat isrofini eng katta isroflar vaqti τ ga ko'paytirib topiladi:

$$\Delta W = \Delta P_{\text{экам}} \tau . \quad (4.1.29)$$

Eng katta isroflar vaqti shunday vaqt, agar bu vaqt davomida eng katta yuklama bilan ishlanganda isrof bo'luvchi energiya yil davomida yuklama grafigi bo'yicha ishlanganda isrof bo'luvchi energiyaga teng bo'ladi, ya'ni,

$$\Delta W = \Delta P_1 \Delta t_1 + \Delta P_2 \Delta t_2 + \dots + \Delta P_N \Delta t_N = \Delta P_{\text{экам}} \tau , \quad (4.1.30)$$

bu erda: N - yuklama grafigi pag'onalar soni.

Elektr energiya isrofi va iste'molchi tomonidan qabul qilingan elektr energiya orasida bog'laniшни quyidagi tartibda o'rnatish mumkin.

Iste'molchi tomonidan qabul qilingan energiya:

$$\Delta W = \Delta P_1 \Delta t_1 + \Delta P_2 \Delta t_2 + \dots + \Delta P_N \Delta t_N = \sum_{i=1}^N \Delta P_i \Delta t_i = \Delta P_{\text{экам}} \tau , \quad (4.1.31)$$

bu erda: $P_{\text{экам}}$ -yuklama qabul qiluvchi eng katta quvvat.

Eng katta yuklama vaqti $T_{\text{экам}}$ shunday vaqt, bu vaqt davomida eng katta yuklama bilan ishlovchi iste'molchi tarmoqdan olgan energiyasi bir yil davomida u yuklama grafigi bo'yicha ishlab tarmoqdan olgan energiyaga teng bo'ladi, ya'ni

$$T_{\text{экам}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i \Delta t_i}{P_{\text{экам}}} . \quad (4.1.32)$$

$S^2 = f(t)$ grafikni quramiz (4.1.3(v)-rasm). Faraz qilaylik, yuklama grafigining i -pag'onasida quvvat isrofining taxminiy qiymati nominal kuchlaniSh bo'yicha topiladi, ya'ni (4.1.23)ning o'rniga quyidagi ifodadan

foydalanamiz:
$$\Delta P_i = \frac{S_i^2}{U_{\text{ном}}^2} r_a .$$

Agar $r_a / U_{\text{ном}}^2 = \text{const}$ ekanligini e'tiborga olsak, Δt_i vaqt davomida isrof bo'luvchi energiya ma'lum mashtabda $S_i^2 \Delta t_i$ ga teng, ya'ni tomonlari Δt_i va S_i^2 ga teng bo'lgan to'g'ri to'rtburchakning yuziga teng (4.1.3,v-rasm).

Elektr energiya isrofi ma'lum mashtabda 4.1.3,v- rasmdagi grafikda tasvirlangan figuralar bilan chegaralangan yuzaga teng.

τ uchun yuqorida keltirilgan ta'rifga muvofiq

$$S_{\text{экам}}^2 \tau = \sum_{i=1}^N S_i^2 \Delta t_i . \quad (4.1.33)$$

Maksimal ko'rinishidagi grafiklar uchun τ ning qiymati quyidagi imperik formuladan topiladi:

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_{\text{экат}}}{10000}\right)^2 \cdot 8760 \quad . \quad (4.1.34)$$

(4.1.34) formulani yil uchun, ya'ni $T = 8760$ soat uchun foydalaniSh mumkin. Bunga nisbatan kichik vaqt davomi uchun hisoblaSh aniqligini oShiriSh uchun (4.1.34) o'rniga quyidagi ifodadan foydalaniSh maqsadga

muvofoiq:
$$\tau = 2T_{\text{кат}} - T + \frac{T - T_{\text{экат}}}{1 + \frac{T_{\text{экат}}}{T} - \frac{2P_{\text{экич}}}{P_{\text{экат}}}} \left(1 - \frac{P_{\text{экич}}}{P_{\text{экат}}}\right)^2 \quad (4.1.35)$$

Ko'plab turli xarakterdagi yuklama grafiklari uchun hisoblaSh yo'li bilan $\tau = f(T_{\text{экат}}, \cos \varphi)$ bog'laniShni quriSh mumkin va undan foydalanib, ma'lum $T_{\text{экат}}$ va $\cos \varphi$ lar bo'yicha τ ni aniqlaSh mumkin.



Саволлар

1. *Elektr tarmoqlari va tizimlarida isroflar qanday bo'ladi?*
2. *Quvvatlar uchburchagi haqida nimani bilasiz?*
3. *Aktiv va reaktiv quvvat bo'yicha ma'lumot bering?*
4. *Bir va uch fazali quvvatlar isrofini tuShuntiring?*
5. *Elektr tarmoqlarda quvvat va energiya isrofi nima maqsadda hisoblanadi?*
6. *EULda quvvat isrofi qanday aniqlanadi?*
7. *EULda quvvat isrofi qanday parametrlarga bog'liq?*

4.2-MAB3Y

TRANSFORMATORLARDAGI QUVVAT ISROFLARI.

Ўқув мақсади

Transformatorlardagi sodir boʻladigan aktiv va reaktiv quvvatlar isrofining paydo boʻlish holatlari, energiyani uzatish va taqsimlash jarayonida ikki va uch chulgʻamli transformatorlardagi quvvat isroflari haqida amaliy koʻnikmalarini shakllantirish.



- Asosiy maʼlumotlar



Transformator va avtotransformatorlardagi aktiv va reaktiv quvvat isrofi salt yurish quvvat isrofiga (G_T va V_T -oʻtkazuvchanliklardagi) va qisqa tutaShuv quvvat isrofiga ΔR_T , ΔQ_T (chulgʻamlar karshiligi R_T va X_T dagi) boʻlinadi. Transformatorlarni eʼtiborga olib, uzatish liniyalarini hisoblashda, oʻtkazuvchanliklar G_T va V_T tegishli yuklama koʻrinishida hisobga olinib, uzatilayotgan quvvat tenglamasiga (balansiga) kiradi.

1. Transformator poʻlatidagi qayta magnitlash uchun va uyurtma toklar tufayli boʻladigan aktiv quvvat isrofi (aktiv oʻtkazuvchanlik G_T ga bogʻliq) transformatorlar xujjatida beriladigan nominal kuchlanish U da salt yurishdagi isrofi orqali topiladi.

Bunda, YUK chulgʻamidagi salt yurish toki sababli ajraladigan quvvat juda kam boʻlganligi uchun quyidagi ifoda toʻgʻri boʻladi.

$$\Delta P_{\text{yur}} \approx \Delta P_{c.no} \approx U_H^2 G_T \quad (4.2.1)$$

2. Transformator magnitlanishdagi reaktiv quvvat (Q reaktiv oʻtkazuvchanlik V_T ga bogʻliq) nominal tokka nisbatan foiz hisobida ifodalanadigan transformatorning salt yurish tokidan topiladi. Salt yurish tokining aktiv qismi juda kichik boʻlganligi uchun $I_{pul}=0$ deb faraz qilsak, magnitlanish quvvati quyidagiga teng boʻladi.

$$\Delta Q_{\text{yur}} = \Delta Q_{c.no} = \frac{I_{c.no} \% S_H}{100} = U^2 B_T \quad (4.2.2)$$

3. Chulgʻamlarni qizdiradigan qisqa tutaShuvdagi aktiv quvvat isrofini (bu isrof misdagi quvvat isrofi deb aytiladi) ifoda (4.2.1) orqali aniqlangan qarshilik yordamida topish mumkin, yaʼni:

$$\Delta P_T = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} R_T \quad (4.2.3)$$

4. Shunga o'xShaSh reaktiv quvvat isrofini (4.2.3) ifoda yordamida aniqlab, magnit oqimini yoyiliShidan yuzaga keladigan reaktiv quvvat isrofi topiladi:

$$\Delta Q_T = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} X_T \quad (4.2.4)$$

Bunda (4.2.3) va (4.2.4) ifodalardagi nominal kuchlaniSh transformatorning bevosita hisoblanayotgan liniyaga ulangan tarafidagi kuchlaniShdir. Ifoda (4.2.3) boShqa ko'riniShda bo'liShi mumkin. Ma'lumki, $I=I_N$ bo'lganda qisqa tutaShuv isrofi:

$$\Delta P_H \approx 3 I_k^2 R_T = \frac{S_k^2}{U_H^2} R_T$$

Yuklama tokining boShqa qiymatida ham bir transformatoridagi isrof:

$$\Delta P_T = 3 I^2 R_T = \frac{S^2}{U_H^2} R_T$$

O'zaro munosabat $\Delta R_T / \Delta R_N$ dan topamiz:

$$\Delta P_T = \Delta P_H (S / S_H)^2 \quad (4.2.5)$$

Agarda ΔQ_T ni aniqlaydigan (4.2.4) ifodadagi X_T ni uning (4.2.2) tenglamadagi qiymati bilan almaShtirsak, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\Delta Q = \frac{U_H}{100} \frac{S^2}{S_H^2} \quad (4.2.6)$$

(4.2.5) va (4.2.6) ifodalar, ikki chulg'amli va Shuningdek uch chulg'amli transformatorlar uchun ularning chulg'amlarida har qanday yuklama bo'lganda ham quvvat isrofini aniqlaShga yaroqlidir. Oxirgi holda transformatorning umumiy yuklamasi o'rniga ifodaga uning chulg'amlarining yuklamasi qo'yiladi, hamda R_T va X_T qarShiliklar o'rniga almaShtiriSh sxemasidagi tegiShli chulg'amlar qarShiligi qo'yiladi. Ifodalar (4.2.5) va (4.2.6) bilan ikki chulg'amli transformatorlardagi hamda PK chulg'ami bo'lingan, ya'ni PK-1 va PK-2 chulg'am yuklamalari teng bo'lingan transformatorlardagi quvvat isrofi topiladi. Bu ifodalarni uch chulg'amli transformatorlar uchun qachonki uch chulg'amdan faqat ikkitasi yuklanganda yoki uchinchi chulg'am nisbatan kam yuklamaga ega bo'lganda, qo'llaSh mumkin.

Shunday qilib,

$$\begin{aligned} \Delta P_{T\Sigma} &= \Delta P_T + \Delta P_{c.io} \\ \Delta Q_{T\Sigma} &= \Delta Q_T + \Delta Q_{c.io} \\ \Delta S_{T\Sigma} &= \sqrt{\Delta P_{T\Sigma}^2 + \Delta Q_{T\Sigma}^2} \end{aligned}$$

Salt yurish quvvat isrofi ΔR_{syu} transformatoridan oqayotgan quvvatiga bog'liq bo'lmay, balki berilgan transformatorning tuziliShiga bog'liq bo'lib, kuchlanish va quvvatning biror qiymatlarida o'zgarmas kattalikni taShkil etadi.

Qisqa tutaShuv quvvat isrofi ΔR_q qoida bo'yicha bu isrofning nominal qiymatiga teng bo'lmay, balki transformatoridan oqayotgan quvvatga bog'liq

holda o'zgaradi. Shunday qilib bu isrof quvvatning kvadratiga proporsionaldir, unda

$$\Delta P_{\kappa} / \Delta P_{\kappa.H} = S_T^2 / S_{T.H}^2$$

bu erda: S_T - transformatoridan oqayotgan haqiqiy quvvat
 $S_{T.N}$ - uning nominal quvvati

Unda haqiqiy qisqa tutaShuv quvvati

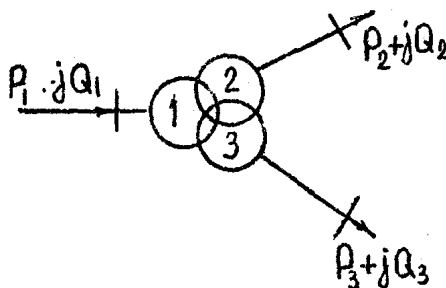
$$\Delta P_{\kappa} = \Delta P_{\kappa.H} S_T^2 / S_{T.H}^2 \quad (4.2.7)$$

ΔR_{syu} va ΔR_{kt} ning qiymatlari har bir transformator uchun jadvallarda keltiriladi. τ kattaligi T_{maks} va sosφ ning qiymatlari bilan aniqlanadi.

Bir necha n transformator bo'lganda (4.2.6) va (4.2.7) ga asosan energiya isrofi

$$n \Delta \mathcal{E}_T = n [\Delta P_{\text{сво}} T + \Delta P_{\kappa.H} (S_T^2 / S_{T.H}^2 n)] \quad (4.2.8)$$

bu erda: S_T – transformatorlardan oqayotgan quvvatlar yig'indisi;
 $S_{T.N}$ – har bir ayrim transformatorning nominal quvvati.



4.2.1 расм. Уч чулғамли трансформаторнинг схемаси

Uch chulg'amli transformatorlarda to'liq quvvat isrofini (4.2.1 - rasm) topish uchun eng avval 2 va 3 chulg'amlardagi isrof aniqlanadi, so'ngra bu quvvat isroflarini ikkala chulg'amlardan oqayotgan quvvatlarga qo'shib 1-chulg'amdagi isrof aniqlanadi. Bo'lingan chulg'amli transformatorlarda ham quvvat isrofi har bir chulg'am uchun alohida hisobga olinadi [2].

Har bir transformator uchun quyidagi parametrlar (katalog ma'lumotlari) ma'lum bo'ladi: s_n - transformatorning nominal quvvati, MVA; $U_{b.n}, U_{h.n}$ - yuqori va quyi chulg'amlarning nominal kuchlanishlari, kV; ΔP_x - salt ishlaSh holatidagi aktiv isrof, kVt;

I_x %- salt ishlaSh toki, I_n dan %; ΔP_k - qisqa tutaShuv isrofi, kVt; u_k %- qisqa tutaShuv kuchlanishi, U_n dan %. Bu ma'lumotlar bo'yicha almaShtirish sxemasining barcha parametrlarini (qarShiliklar va o'tkazuvchanliklarni), Shuningdek ulardagi isroflarni topish mumkin.

Magnitlanish Shoxobchasi o'tkazgichlari salt ishlaSh tajribasi natijalaridan foydalanib topiladi. Bu da transformator faqat salt ishlaSh holatidagiga teng bo'lgan quvvat isrof qiladi:

$$\dot{S}_x = \Delta P_x + j \Delta Q_x .$$

Bundan kelib chiqib, o'tkazgichlar quyidagi ifodalar bo'yicha topiladi:

$$g_{\tau} = \Delta P_x / U_H^2, \quad (4.2.9)$$

$$b_{\tau} = \Delta Q_x / U_H^2, \quad (4.2.10)$$

Transformatorlarda magnitlash toki juda kichik aktiv taShkil etuvchiga ega:
 $I_{\mu} = I_x \approx I''_x$,

bu erda: $I''_x - I_x$ ning reaktiv taShkil etuvchisi.

YUqoridagidan

$$\Delta Q_x = 3I_x U_{\tau} \approx 3I_x U_{\tau} = 3 \cdot \frac{I_x \% I}{100} \cdot U_{\tau} = \frac{I_x \% S}{100}. \quad (4.2.11)$$

Transformatorlarning r_{τ} va x_{τ} qarShiliklari qisqa tutaShuv tajribasi natijalaridan foydalanib topiladi. Bu tajribada transformatorning ikkilamchi chulg'ami qisqa tutaShtiriladi va birlamchi chulg'amiga har ikkala chulg'amlarda nominal toklar oqiShini taminlovchi kuchlaniSh beriladi. Bu kuchlaniSh qisqa tutaShuv kuchlaniShi u_k deb yuritiladi. Qisqa tutaShuv holatida u_k U_H ga nisbatan juda kichik bo'lganligi sababli magnitlaniSh Shoxobchasida isrof bo'luvchi quvvat ham juda kichik bo'ladi va isrof bo'luvchi quvvatning barchasi chulg'amda yuz beradi, ya'ni

$$\Delta P_k = 3I_H^2 r_{\tau} = \frac{S_H^2}{U_H^2} r_{\tau}, \quad (4.2.12)$$

va

$$r_{\tau} = \frac{\Delta P_k U_H^2}{S_H^2}, \quad (4.2.13)$$

Zamonaviy katta quvvatli transformatorlarda $r_{\tau} \ll x_{\tau}$ va $u_k \approx u''_k$. Qisqa tutaShuv tajribasidan

$$u_k = \frac{u_k \% U_H}{100} \approx \sqrt{3} I_H x_{\tau}.$$

va

$$x_{\tau} = \frac{u_k \% U_H^2}{100 S_H}. \quad (4.2.14)$$

Ko'p hollarda nimstansiyada uchta nominal kuchlaniSh – yuqori U_B , o'rta U_c va quyi U_H kuchlaniShlar talab etiladi. Buning uchun ikkita ikki chulg'amli transformatorlardan foydalaniSh mumkin. Biroq ikita ikki chulg'amli transformatorlarga nisbatan bitta uch chulg'amli transformator yoki uch chulg'amli avtotransformatoridan foydalaniSh iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir.

Avtotransformatorning nominal quvvati deb u nominal Sharoitlarda yuqori kuchlaniSh tarmog'idan oliShi yoki unga uzatiShi mumkin bo'lgan eng katta quvvatga aytiladi:

$$S_H = \sqrt{3} U_{B.H} I_{B.H}. \quad (4.2.15)$$

Bu quvvat, shuningdek, *o'tiSh quvvati* deb ham yuritiladi. Bu quvvat avtotransformatorning quyi chulg'amida yuklama bo'lmagan holda yuqori kuchlaniSh tarmog'idan o'rta kuchlaniSh tarmog'iga yoki teskari yo'naliShda uzatiShi mumkin bo'lgan eng katta quvvatga aytiladi.

Avtotransformatorning ketma-ket chulg'ami *S tip quvvatga* mo'l-jallanadi

$$S_{T.H.H} = \sqrt{3}(U_{B.H} - U_{C.H})I_{B.H} = \sqrt{3}U_{B.H}I_{B.H} \left(1 - \frac{U_{C.H}}{U_{B.H}}\right) = \alpha S_H, \quad (4.2.16)$$

bu erda: $\alpha = 1 - U_{C.H} / U_{B.H}$ - $S_{T.H}$ ning S_H ga nisbatan necha marta kichik ekanligini ko'rsatuvchi afzallik koeffitsienti.

Yuqoridagi tartibda umumiy chulg'amning quvvati ham tip quvvatiga teng ekanligini isbotlaSh mumkin. Quyi kuchlaniSh chulg'ami ham tip quvvati yoki undan kichik quvvatga mo'l-jallanadi. U nominal quvvat orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$S_{H.H} = \alpha_{H.H} S_H, \quad (4.2.17)$$

bu erda: $U_{B.H} \leq 330$ kV bo'lgan hollarda $\alpha_{H.H} = 0,25; 0,4; 0,5$.

UShbu holatda ham salt iShlaShda isrof bo'luvchi quvvatlar ΔP_x va ΔQ_x ikki chulg'amli transformatorlardagidek hisoblanadi. Uch chulg'amli transformator va avtotransformatolar uchun qisqa tutaShuv isroflari va kuchlaniShlarining uchala chulg'amlar juftliklari uchun, ya'ni $\Delta P_{k(B-H)}, \Delta P_{k(B-C)}, \Delta P_{k(C-H)}$ va $u_{k(B-H)}\%$, $u_{k(B-C)}\%$, $u_{k(C-H)}\%$ ko'riniShida beriladi. Har bir ΔP_k va $u_k\%$ mumkin bo'lgan uchta tajribaning biriga taluqlidir.

Masalan, $\Delta P_{k(B-H)}$ va $u_{k(B-H)}$ larning qiymatlari quyi chulg'am qisqa tutaShtirilgan, o'rta chulg'am salt holda bo'lgan yuqori chulg'amga quyi chulg'am orqali nominal tok oqiShini taminlovchi $u_{k(B-H)}$ kuchlaniSh berilgan holatda aniqlanadi. Bunday holda xuddi ikki chulg'amli transformatorlardagidek

$$r_{T.B} + r_{T.H} = \Delta P_{k(B-H)} U_H^2 / S_H^2, \quad (4.2.18)$$

$$r_{\%B} + r_{\%C} = \Delta P_{k(\%B-C)} U_H^2 / S_H^2, \quad (4.2.19)$$

$$r_{T.C} + r_{T.H} = \Delta P_{k(C-H)} U_H^2 / S_H^2, \quad (4.2.20)$$

(4.2.18)-(4.2.20) tenglamalarda uchta noma'lum aktiv qarShiliklar mavjud. Ularni birgalikda echiSh asosida qarShiliklar uchun ifodaga ega bo'lamiz:

$$r_{T.B} = \frac{\Delta P_{k.B} U_H^2}{S_H^2}, \quad (4.2.21)$$

$$r_{T.C} = \frac{\Delta P_{k.C} U_H^2}{S_H^2}, \quad (4.2.22)$$

$$r_{T.H} = \frac{\Delta P_{k.H} U_H^2}{S_H^2}, \quad (4.2.23)$$

bu erda: $\Delta P_{k.B}, \Delta P_{k.C}, \Delta P_{k.H}$ lar quyidagi formulalar bo'yicha topiladi:

$$\Delta P_{k.B} = 0,5(\Delta P_{k(B-C)} + \Delta P_{k(B-H)} - \Delta P_{k(C-H)}), \quad (4.2.24)$$

$$\Delta P_{k.C} = 0,5(\Delta P_{k(B-C)} + \Delta P_{k(C-H)} - \Delta P_{k(B-H)}), \quad (4.2.25)$$

$$\Delta P_{k.H} = 0,5(\Delta P_{k.(B-H)} + \Delta P_{k.(C-H)} - \Delta P_{k.(B-C)}) . \quad (4.2.26)$$

Xuddi Shunga o'xShaSh raviShda $u_{k.B} \% , u_{k.C} \% , u_{k.H} \%$ lar hisoblanadi:

$$u_{k.B} \% = 0,5(u_{k.(B-C)} \% + u_{k.(B-H)} \% - u_{k.(C-H)} \%) , \quad (4.2.27)$$

$$u_{k.C} \% = 0,5(u_{k.(B-C)} \% + u_{k.(C-H)} \% - u_{k.(B-H)} \%) , \quad (4.2.28)$$

$$u_{k.H} \% = 0,5(u_{k.(B-H)} \% + u_{k.(C-H)} \% - u_{k.(B-H)} \%) . \quad (4.2.29)$$

$u_{k.B} \% , u_{k.C} \% , u_{k.H} \%$ larning topilgan qiymatlaridan foydalanib, quyidagi formulalar bo'yicha alohida chulg'amlarning reaktiv qarShiliklari aniqlanadi:

$$x_{T.B} = \frac{u_{k.B} \% \cdot U_H^2}{100 S_H} , \quad (4.2.30)$$

$$x_{T.C} = \frac{u_{k.C} \% \cdot U_H^2}{100 S_H} , \quad (4.2.31)$$

$$x_{T.H} = \frac{u_{k.H} \% \cdot U_H^2}{100 S_H} . \quad (4.2.32)$$



PASAYTIRUVCHI TRANSFORMATORNI HISOBLASH

1-masala. Iste'molchidagi pasaytiruvchi transformatorni hisobga olib echamiz.

3-jadvaldan iShonchlilik nuqtai nazardan 6300 kVA quvvatli ikki transformatorni qabul qilamiz va Shu jadvaldan transformatorning kerakli xujjat ma'lumotlarini yozib olamiz:

$$\begin{aligned} S_H &= 6300 \text{ } \kappa BA , & R_T &= 1.60 \text{ } OM \\ U_{\text{юк}} &= 35 \text{ } \kappa B & X_T &= 16.10 \text{ } OM \\ U_{\text{нк}} &= 11 \text{ } \kappa B & \Delta P_{\text{сю}} &= 9.4 \text{ } \kappa Bm \\ \Delta Q_{\text{сю}} &= 56.7 \text{ } \kappa BAp \end{aligned}$$

Podstansiya ikkita parallel iShlovchi transformatorlarga ega bo'lganligi uchun

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{сю}} &= 9.4 \cdot 2 = 18,8 \text{ } \kappa Bm & R_T &= 1.6 : 2 = 0.8 OM , \\ \Delta Q_{\text{сю}} &= 56.7 \cdot 2 = 113.4 \text{ } \kappa BAp , & X_T &= 16.1 : 2 = 8.05 OM \end{aligned}$$

(4.1.3) va (4.1.4), va (4.1.5) ifodalarga asosan transformatoridagi quvvat isrofini topamiz.

$$\Delta P_T = \frac{S^2}{U^2} R_T = \frac{5500^2}{35^2} \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 19,76 \text{ } \kappa Bm ,$$

$$\Delta Q_T = \frac{S^2}{U^2} X_T = \frac{5500^2}{35^2} \cdot 8,05 \cdot 10^{-3} = 198,79 \text{ } \kappa Bm$$

$$\Delta P_{T\Sigma} = \Delta P_T + \Delta P_{\text{сю}} = 19,76 + 18,8 = 38,56 \text{ } \kappa Bm$$

$$\Delta Q_{T\Sigma} = \Delta Q_T + \Delta Q_{\text{сю}} = 198,79 + 113,4 = 312,19 \text{ } \kappa BAp$$

$$\Delta S_{T\Sigma} = \sqrt{38,56^2 + 312,19^2} = 314,56 \text{ } \kappa BA$$

Liniyaning oxiridagi quvvatni topamiz.

$$S_2 = S_1 + \Delta S_{\Sigma} = 5500 + 314 \cdot 56 = 5814 \cdot 56 \text{ } \kappa BA$$

Liniyadagi quvvat isrofi

$$\Delta P_{\Delta} = \frac{S_2^2}{U^2} R_{\Delta} = \frac{5814 \cdot 56^2}{35^2} \cdot 4 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 125 \cdot 22 \text{ } \kappa Bm$$

$$\Delta Q_{\Delta} = \frac{S_2^2}{U^2} X_{\Delta} = \frac{5814 \cdot 56^2}{35^2} \cdot 4 \cdot 04 \cdot 10^{-3} = 112 \cdot 42 \text{ } \kappa Bm$$

$$\Delta S_{\Delta} = \sqrt{125 \cdot 22^2 + 112 \cdot 42^2} = 168 \cdot 28 \text{ } \kappa BA$$

Liniyaning boShidagi quvvat

$$S_3 = S_2 + \Delta S = 5814 \cdot 56 + 168 \cdot 28 = 5982 \cdot 4 \text{ } \kappa BA$$

2-masala. Rayon podstatsiyasiga uch fazali ikki chulg'amli TDN-10000/115 turli, 10 mVA quvvatli yuklama ostida rostlaSh oralig'i, 115 kV±9x1,78%, ikkilamchi chulg'am kuchlaniShi $U_2=11$ kV, qisqa tutaShuv kuchlaniShi 10,5% bo'lgan transformator o'rnatilgan.

Transformatorning eng katta yuklamasi $S=8+j5$ mVA. iSh tartibida birlamchi chulg'amdagi kuchlaniSh $U_1=120$ kV bo'lganda ikkilamchi chulg'amdagi kerakli kuchlaniSh $U_{2k}=10,5$ kV, eng kichik yuklamali $S=5+j2$ MVA iSh tartibida, $U_1=114$ kVda, $U_{2k}=10$ kV bo'lishi kerak.

Berilgan yuklamalar iSh tartibi uchun transformatorning rostlovchi shoxobchasini tanlaSh va olingan rostlaSh oralig'ining mumkinligini tekShiriSh talab etiladi.

Echish. Eng katta yuklamali iSh tartibida transformatoridagi kuchlaniSh yo'qotiliShini hisoblaymiz. ($U_n=110$ kV)

$$\Delta U_T = \frac{Q}{S_{nom}} \cdot U = \frac{5}{10} \cdot 10,5\% = 5,28\% \text{ yoki } 5,8 \text{ } kV$$

eng kichik yuklamali iSh tartibida:

$$\Delta U_T = \frac{Q}{S_{nom}} \cdot U = \frac{2}{10} \cdot 10,5\% = 2,1\% \text{ yoki } 2,3 \text{ } kV$$

eng katta yuklamali iSh tartibida, birlamchi tarafga keltirilgan ikkilamchi chulg'am kuchlaniShi:

$$U'_2 = U_1 - \Delta U_{tr} = 120 - 5,8 = 114,2 \text{ } kV$$

eng kichik yuklamali iSh tartibida:

$$U'_2 = U_1 - \Delta U_{tr} = 114 - 2,3 = 111,7 \text{ } kV$$

Rostlovchi Shoxobchani talab qilinayotgan iSh holati:

$$U_{1Sh.R.} = \frac{U'_2 \cdot U_2}{U_{2k}} = \frac{114,2 \cdot 11}{10,5} = 119,5 \text{ } kV$$

(Rostlovchi Shoxobcha 119,56 kV, $U_n+2x1,78\%$)

eng kichik yuklamali iSh tartibida:

$$U_1 = \frac{111,7 \cdot 11}{10} = 123 \text{ } kV$$

(Rostlovchi Shoxobcha 122,2 kV, $U_n+4x1,78\%$)

Shunday qilib, olingan rostlash oralig'i etarli.



Саволлар

- 1. Transformatorlarda quvvat isrofi qanday aniqlanadi?*
- 2. Maksimal yuklamadan foydalanish vaqti nima? U yuklama grafigi bo'yicha qanday aniqlanadi?*
- 3. Transformatorlarda quvvat isrofi qanday parametrlarga bog'liq?*
- 4. Transformatorlarda energiya isrofi yuklama grafigi bo'yicha qanday aniqlanadi?*

4.3.MAB3Y

LINIYA VA TRANSFORMATORLARDAGI ENERGIYA ISROFI.

Ўқув мақсади

Talabalarda Elektr tizim va tarmoqlarning elementlari bo'lgan liniya va transformatorlardagi energiya isrofining sodir bo'lishligi, oqibatlarini, yuklamaga bog'liqligi haqida ma'lumotga ega bo'lish va elektr tarmoqlari va tizimlarini ishlab chiqarishdagi o'rni bo'yicha misol echiSh bilan amaliy ko'nikmalarini shakllantirish.



- Asosiy ma'lumotlar



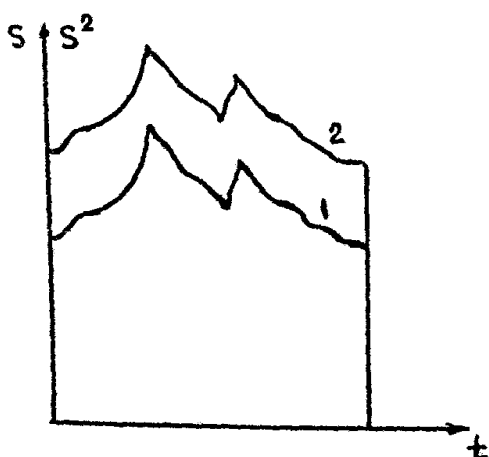
Spunday qilib, quvvat vaqt birligidagi energiya bo'lganligi uchun, tarmoqdagi energiya isrofini, quvvat isrofini tarmoqni berilgan yuklamada ishlayotgan vaqt ig ko'paytirib aniqlash mumkin.

$$\Delta \mathcal{E} = 3 I^2 R t = \Delta P t \quad (4.3.1)$$

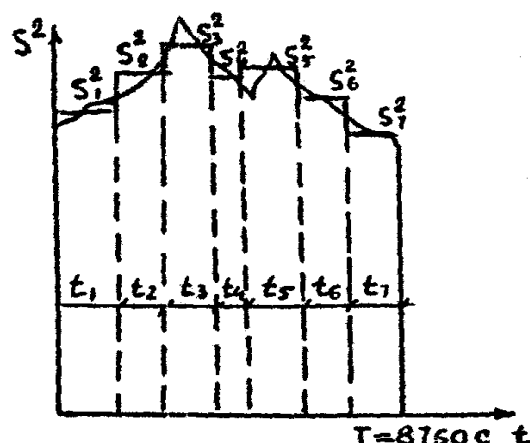
Ammo iste'molchilar yuklamalari sutka, yil davomida o'zgarib turganligi uchun, quvvat isrofining qiymati ham o'zgarib turadi.

Agarda ajratib ko'rsatilgan iste'molchi yuklamalarining yillik grafigi 4.3.1.- rasmda (1- egri chiziq) tasvirlanganidek bo'lsa, unda tarmoqdagi energiya isrofi yuklamalar kvadrati grafigining yuzasiga mutanosibatda bo'ladi (2- egri chiziq) va quyidagicha ifodalaniShi mumkin.

$$\Delta \mathcal{E} = \int_0^T P dt \quad (4.3.2)$$



4.3.1-расм. Ажратиб кўрсатилган истеъмолчининг йиллик графиги



4.3.2.-расм. Поғонали йиллик юклар графиги.

(4.3.2) da ko'rsatilgan qiymatni qo'ysak, unda quyidagi hosil bo'ladi.

$$\Delta \mathcal{E} = \int_0^T \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R dt = \frac{R}{U^2} \int_0^T (P^2 + Q^2) dt = \frac{R}{U^2} \int_0^T S^2 dt, \quad (4.3.3)$$

bu erda:, T-iste'molchini ulaniSh vaqti, bu holat uchun iste'molchi butun yil davomida ulangan, ya'ni $T=8760$ s. bo'lsa, bundan ko'rinadiki, energiya isrofini aniqlaSh uchun 2-egri chiziq bilan chegaralangan yuzani aniqlaSh etarlidir. Amaliyotda yuklamalar kvadratini yillik grafigini kichik vaqt t_1, t_2, t_3, \dots oraliqlaridagi, s_1, s_2, s_3, \dots (4.3.2.-rasm) yuklamalar qiymatiga tegiShli bo'lgan boskichli taxminiy grafik bilan bajariSh mumkin. unda isrof qiymatlar yig'ilib aniqlanadi.

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{R}{U^2} (S_1^2 t_1 + S_2^2 t_2 + S_3^2 t_3 + \dots + S_n^2 t_n) \quad (4.3.3)$$

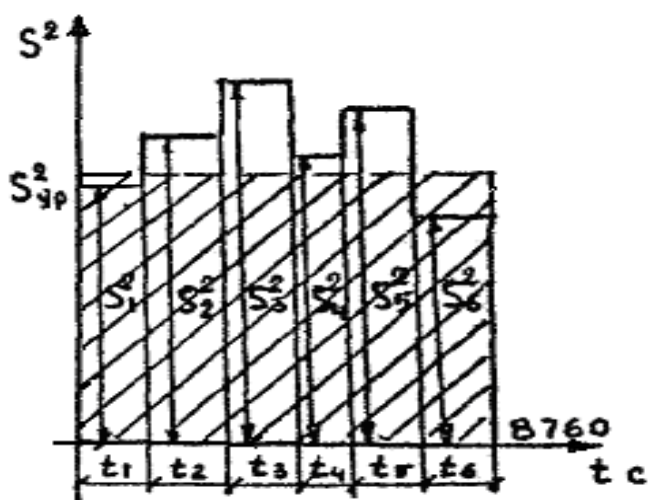
Tarmoqdagi energiya isrofini aniqlaShning keyingi usuli o'rtacha kvadrat quvvat qiymatlariga asoslangan isrofnani aniqlaSh usulidir (4.3.2-rasm). O'rtacha kvadrat quvvat shunday quvvatki, butun vaqt davomida liniyadan o'zgarmasdan oqib, haqiqiy quvvat liniyadan oqqanida beradigan isrofnani beradi. Bunda koordinat o'klari $S_{o'r.kv}$ va T bilan chegaralanib chizilgan to'g'ri burchaklar yuzasi shu grafikning haqiqiy yuzasiga teng bo'ladi [1].

$S_{o'r.kv}$ ni qiymatini aniqlab, energiya isrofini quyidagi ifodadan topiSh mumkin.

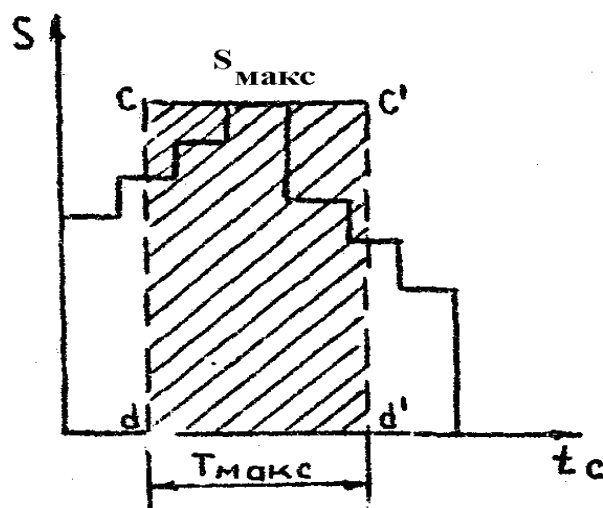
$$\Delta \mathcal{E} = \frac{R}{U^2} S_{yp}^2 \cdot T \quad (4.3.4)$$

Bu usul o'rtacha kvadrat quvvatiga asoslangan isrofnani aniqlaSh usuli deb ataladi.

Yrqorida keltirilgan energiya isrofini aniqlaSh usullari bir kator kamchiliklarga ega bo'lib, faqat yuklamalar grafigi bo'lgandagina ishlatiliShi mumkin.



4.3.3-рasm. Ўртача квадрат қувватни аниқлаш графиги.



4.3.4-рasm. Максимал юкламада ишлаш вақти $T_{макс}$ ни аниқлаш учун боғлиқлик графиги.

Spuning uchun keng tarqalgan, isrofnı aniqlaydigan, maksimal isrof vaqti tuShunchasiga asoslangan usul hisoblarnı ancha soddalaShtiradi. Yuklamalarning yillik grafigi uchun (4.3.3.-rasm) Shunday T_{maks} vaqtnı topish mumkinki, bunda iste'molchi S_{maks} yuklamada ma'lum vaqtda iShlayotganda tarmoqdan Shunday energiya qabul qilinsinki, bu energiya iste'molchi yil davomida o'zgaruvchan yuklamali $S=S(t)$ grafikda ishlaganda qabul qilgan energiyaga teng bo'lsin. Bu energiya to'g'ri burchakli yuza bilan aniqlanadi.

Quvvat koeffitsienti o'zgarmas bo'lganda bu Shartni quyidagicha yoziSh mumkin

$$\mathcal{E} = P_{maks} T_{maks} = S_{maks} \cos \varphi_{yp} T_{maks} = \cos \varphi_{yp} \int_0^{t=8760} S dt \quad (4.3.5)$$

bu erda:

$$T_{maks} = \frac{\int_0^{t=8760} S dt}{S_{maks}} \quad (4.3.5)$$

$\cos \varphi_{yp}$ - yil davomida taxminan o'zgarmas deb qabul qilingan quvvat koeffitsientining o'rtacha qiymati.

T_{maks} -kattaligi maksimal yuklamada ishlash vaqti deb ataladi.

Liniyadan uzatilayotgan yillik energiya miqdorini va maksimal aktiv quvvatni bilib, (4.3.5.) ifodadan maksimal quvvatda iShlaSh vaqtini aniqlaSh mumkin.

$$T_{maks} = \frac{\mathcal{E}}{P_{maks}} = \frac{\mathcal{E}}{S_{maks} \cos \varphi_{yp}} \quad (4.3.6)$$

Har qanday iste'molchi o'zining maksimal yuklamada ishlaSh vaqti kattaligi bilan xarakterlidir. Hisoblarda bu kattalikni statistik ma'lumotlarga asosan qabul qiliSh mumkin.

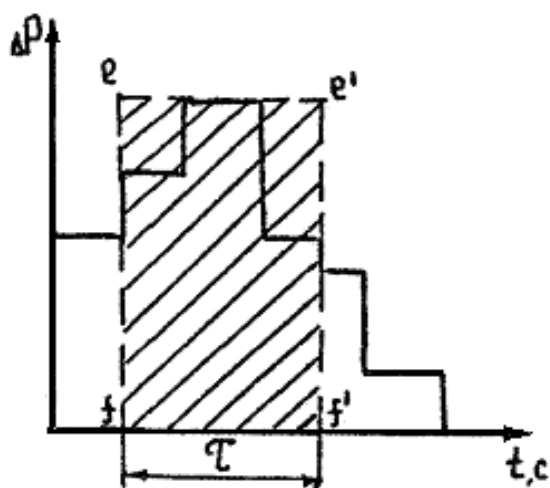
Shunga o'xshaSh (4.3.5.-rasm) liniya vaqt davomida maksimal quvvat isrofi ΔR_{maks} da iShlaganida maksimal energiya isrofi haqiqatdan xuddi Shuningdek yillik yuklama grafigidagi energiya isrofiga teng bo'lgan vaqt maksimal isrof vaqti τ deb ataladi.

Bu isrof to'g'ri burchakning yuzasi bilan aniqlanadi, ya'ni

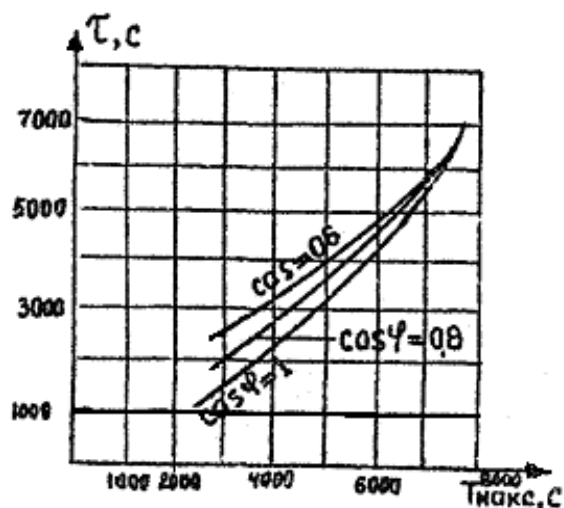
$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P_{maks} \tau = \frac{R}{U^2} S_{maks}^2 \tau = \frac{R}{U^2} \int_0^{\tau} S^2 dt \quad (4.3.7)$$

Bu erda: maksimal isrofdan iShlaSh vaqti aniqlanadi.

$$\tau = \frac{\Delta \mathcal{E}}{\Delta P_{maks}} = \frac{\int_0^{\tau} S^2 dt}{S_{maks}^2} \quad (4.3.8)$$



4.3.5.-расм. Максимал исроф вақтини аниқлаш боғлиқлиги.



4.3.6.-расм. Максимал исроф вақти τ ни максимал юклама билан ишлаш вақти T_{\max} га боғлиқлиги.

Amaliyotda kattalik τ ni kattalik T_{\max} orqali aniqlash mumkin, chunki ular orasida muayyan bog‘liqlik mavjud.

(4.3.7) va (4.3.8) formulalardan ko‘rinib turibdiki va T_{\max} , yuklamalar grafigini o‘zgartirishi xarakteriga, ya’ni bu ifodalardagi integral ostidagi $S=S(t)$ funksiyasiga bog‘liq. τ ning T_{\max} ga bog‘liqligini aniqlash uchun har hil iste’molchilarning har hil T_{\max} kattaliklarga ega bo‘lgan bir kator yuklamalar grafigini hamda $S^2=S^2(t)$ egri chizig‘ini aniqlab, bu grafiklarni integrallash kerak, keyin esa (4.3.7) va (4.3.8) ifodalar yordamida τ ning T_{\max} ga bog‘liqligini har hil sosφ larni qiymatlari uchun aniqlash kerak.

Bu egri chiziqlardan maksimal isrof vaqti usuli yordamida energiya isrofini aniqlash mumkin.

Hisoblash tartibi quyidagicha, ko‘rilayotgan liniyaning aktiv karshiligi R , omni $\cos \varphi_{yp} = \frac{P_{\max}}{S_{\max}}$ li $S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2}$ bo‘lgan maksimal yuklamasini va berilgan toifali iste’molchining maksimal yuklamada ishlash vaqti T_{\max} ni bilib, berilgan $\cos \varphi_{yp}$ va ma’lum T_{\max} uchun 4.3.6-rasmda keltirilgan egri chiziqlar orqali maksimal isrof vaqti τ ni topamiz. Liniyaning muayyan bo‘lgan nominal kuchlanishi U_n kV da va elektr energiyasi isrofi ΔE kVt.soatni (4.3.7) formulasi yordamida topishimiz mumkin:

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{R}{U_H^2} S_{\max}^2 \tau 10^3$$

yoki

(4.3.9)

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2}{U_H^2} R \tau 10^3$$

Bu erda:

$$S - mBA, P - MBT, Q - mBAp,$$

$$U_k - \kappa B, R - Om.$$

Bir nechta yuklamalar bo'lganda energiya isrofi har bir uchastkadagi energiya isrofini qo'shib aniqlanadi.

Agarda qo'rilayotgan liniya uchastkasi orqali har hil $R_{1maks}, R_{2maks}, R_{3maks}$ va ularga tegishli maksimal yuklamada ishlash vaqt i T_1, T_2, T_3 bo'lgan iste'molchilarga quvvat uzatilayotgan bo'lsa, unga isrofini aniqlash uchun uzatilayotgan energiyani o'rtacha qiymatini hisobga olgan holda, (4.3.9) formulasi bilan aniqlanadigan maksimal quvvatda ishlaSh vaqtining o'rtacha qiymatini olish kerak.

$$T_{maksur} = \frac{\Theta}{P_{maks}} = \frac{P_{1maks} T_{1maks} + P_{2maks} T_{2maks} + \dots + P_{nmaks} T_{nmaks}}{K_o (P_{1maks} + P_{2maks} + \dots + P_{nmaks})} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{imaks} T_{imaks}}{K_o \sum_{i=1}^n P_{imaks}} \quad (4.3.10)$$

Bu erda: K –yuklamalar gruppasini grafigidan aniqlanadigan bir vaqtlilik koefitsienti.

Po'lat simli liniyalarda energiya isrofini hisoblaShda tokni o'zgariShi tufayli bo'ladigan aktiv qarShilikni hisobga olish kerak.

Transformator**dagi energiya isrofi.** Transformatordagi energiya isrofi ikki qismdan tashkil topgan:

1. yuklamalarga bog'liq bo'lgan $\Delta R_k \cdot \tau$,
2. yuklamalarga bog'liq bo'lmagan $\Delta R_{syu} T$,

unda

$$\Delta \Theta = \Delta P_{cyo} T + \Delta P_k \cdot \tau, \quad (4.3.11)$$

Bu erda: T -transformatorni ishlaSh vaqti (agarda transformator yil davomida ulangan bo'lsa, unda $T=8760$ s).

Salt yurish quvvat isrofi ΔR_{syu} transformatordan oqayotgan quvvatiga bog'liq bo'lmay, balki berilgan transformatorning tuziliShiga bog'liq bo'lib, kuchlaniSh va quvvatning biror qiymatlarida o'zgarmas kattalikni taShkil etadi.

Qisqa tutaShuv quvvat isrofi ΔR_k qoida bo'yicha bu isrofning nominal qiymatiga teng bo'lmay, balki transformatordan oqayotgan quvvatga bog'liq holda o'zgaradi. SHunday kilib bu isrof quvvatning kvadratiga proporsionaldir, unda

$$\Delta P_k / \Delta P_{k.H} = S_T^2 / S_{T.H}^2$$

bu erda: S_T - transformatordan oqayotgan haqiqiy quvvat

S_{in} - uning nominal quvvati

Unda haqiqiy qisqa tutaShuv quvvati

$$\Delta P_k = \Delta P_{kH} S_T^2 / S_{T.H}^2 \quad (4.3.12)$$

ΔR_{syu} va ΔR_{KN} ning qiymatlari har bir transformator uchun jadvallarda keltiriladi. τ kattaligi T_{maks} va sosφ ning qiymatlari bilan aniqlanadi.

Bir necha n transformator bo'lganda (4.3.11) va (4.3.12) ga asosan energiya isrofi

$$n \Delta \mathcal{E}_T = n \left[\Delta P_{cjo} T + \Delta P_{\kappa H} \left(S_T^2 / S_{T.H}^2 n \right) \right] \quad (4.3.13)$$

bu erda: S_T – transformatorlardan oqayotgan quvvatlar yig'indisi;

$S_{t.n}$ – har bir ayrim transformatorning nominal quvvati.

Uch chulg'amli transformatorlarda to'liq quvvat isrofini (4.3.7 a- rasm) topish uchun eng avval 2 va 3 chulg'amlardagi isrof aniqlanadi, so'ngra bu quvvat isroflarini ikkala chulg'amlardan oqayotgan quvvatlarga qo'shib 1- chulg'amdagi isrof aniqlanadi. Bo'lingan chulg'amli transformatorlarda ham quvvat isrofi har bir chulg'am uchun alohida hisobga olinadi.

LINIYA VA TRANSFORMATORLARDA ENERGIYA ISROFINI HISOBLASH

Nazariy qism

Uch fazali elektr uzatish liniyasida aktiv va reaktiv quvvat isrofi quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_n^2} R \cdot 10^{-3} \text{ kW}, \quad \Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_n^2} X \cdot 10^{-3} \text{ kVAr} \quad (4.3.14)$$

bu erda: P, Q – yuklamaning aktiv va reaktiv quvvatlari kW, kVAr;

U_n - liniyaning nominal kuchlanishi, kV;

R, X – bir fazaning aktiv va reaktiv qarshiliklari, Om.

Yuklama liniyaning uzunligi davomida bir xil taqsimlanganda quvvat isrofi, yuklama liniyaning oxiridagi holatiga nisbatan uch marta kam bo'ladi:

$$\Delta P = \frac{S^2}{3U_n^2} R \cdot 10^{-3} \text{ kW}, \quad \Delta Q = \frac{S^2}{3U_n^2} X \cdot 10^{-3} \text{ kVAr} \quad (4.3.15)$$

Liniyadagi energiya isrofi quyidagiga asosan aniqlanadi:

$$\Delta E = \Delta P_{\max} \tau, \text{ kW}\cdot\text{s} \quad (4.3.16)$$

bu erda: τ – eng katta quvvat isrofi vaqti;

ΔP_{\max} - eng katta quvvat isrofi.

Transformatorlar orqali quvvat uzatish chulg'amlarining aktiv va reaktiv qarshiliklaridagi quvvat isrofi po'lat o'zakning magnitlanishiga sarf bo'lgan isrof bilan bog'liqdir [7].

$$\left. \begin{aligned} \Delta P &= \frac{P^2 + Q^2}{U_n^2} R_T + \Delta P_{\text{syu}} \\ \Delta Q &= \frac{P^2 + Q^2}{U_n^2} X_T + \Delta Q_{\mu} \end{aligned} \right\} \quad (4.3.17)$$

Bu erda: $\Delta P_{\text{syu}}, \Delta P_{\mu}$ - po'latni magnitlanishga bog'liq bo'lgan salt yurishdagi quvvat isrofiga teng quvvat.

2-ilovadagi jadvallarda keltirilgan ma'lumotlarga asosan quvvat isrofini tegishli ifodalardan aniqlash juda qulay:

$$\left. \begin{aligned} \Delta P &= \frac{\Delta P_k S^2}{S_n^2} + \Delta P_{syu} \\ \Delta Q &= \frac{U_k S^2}{S_n^2} + \Delta Q_{\mu} \end{aligned} \right\} \quad (4.3.18)$$

bu erda: S - transformatorning yuklamasi, kVA;

S_n - transformatorning nominal quvvati, kVA.

Bir xil transformatorlar parallel ishlaganida quvvat isrofi quyidagicha aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} \Delta P &= \frac{\Delta P_{qt} S^2}{n S_n^2} + n \Delta P_{syu} \\ \Delta Q &= \frac{U_{qt} S^2}{n S_n^2} + n \Delta Q_{\mu} \end{aligned} \right\} \quad (4.3.19)$$

Transformatorlarda energiya isrofi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta E = \Delta P_{\max} \frac{S_{\max}^2}{S_n^2} \tau + \Delta P_{syu} T$$

bu erda: ΔP_{syu} – yuklamaga bog‘liq bo‘lmagan energiya isrofi;

T= 8760 soat.

MASALALARNI ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-masala. (30+j20) mVA quvvat iste‘mol qiladigan mashinasozlik zavodi 220 kV kuchlanishda taminlanadi. 150 km uzunlikdagi liniya ACO-240 simdan tayyorlangan. Maksimal yuklamada liniyaning oxiridagi kuchlanish 215 kV. Liniyadagi quvvat isrofini aniqlang.

Echish. 1-ilovadagi 2-jadvaldan liniya ma‘lumotlarini aniqlaymiz:

$\rho_0=0,13$ Om/km, $x_0=0,43$ Om/km, $b_0=2,66 \cdot 10^{-6}$ Sm/km, $\Delta P_{toj}=2,7$ kW/km.

Unda

$$R=\rho_0 \cdot l=0,13 \cdot 150=19,5 \text{ Om}$$

$$X=x_0 \cdot l=0,43 \cdot 150=64,5 \text{ Om}$$

Liniya generatsiya qiladigan quvvat:

$$Q_s=U^2 b_0 l=25^2 \cdot 2,66 \cdot 10^{-6} \cdot 150=18,44 \text{ MVar}$$

TojlaniShda quvvat isrofi:

$$\Delta P_{toj}=\Delta P_{toj} \cdot l=2,7 \cdot 150=405 \text{ kW}=0,405 \text{ MW}$$

Almashtirish sxemasida aktiv va reaktiv o‘tkazuvchanliklarni yarmi liniyaning oxiriga ulanganligini hisobga olib liniyaning oxiridagi yuklamani aniqlaymiz.

Unda

$$S_l=P+jQ+0,5(\Delta P_{toj}-jQ_c)=30+j20+0,5(0,405-j18,4)=(30,202+j10,78) \text{ MVA}$$

Liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_n^2} R = \frac{30,202^2 + 10,78^2}{215^2} \cdot 19,5 = 0,433 \text{ MW}$$

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_n^2} X = \frac{30,202^2 + 10,78^2}{215^2} \cdot 64,5 = 1,42 \text{ MVAr}$$

Liniyadagi to'liq quvvat isrofi:

$$\Delta S = (0,433 + j1,42) \text{ MVA}$$

2-masala. AC-95 simdan tayyorlangan 20 km uzunlikdagi uch fazali 35 kV kuchlanishli havo liniyasi 5000 kVA quvvat iste'mol qiladigan mashinasozlik zavodini taminlaydi. Quvvat koeffitsienti $\cos\varphi=0,8$. Maksimal yuklamada ishlaSh vaqti $T=4500$ soat. Bir yillik aktiv energiya isrofini aniqlang.

Echish. 1-ilovadagi 2-jadvaldan AC-95 simning 1 km uzunlikdagi aktiv qarshiligini aniqlaymiz. $\rho_0=0,33 \text{ Om/km}$

Liniyaning bir fazasi qarshiligi:

$$R = 0,33 \cdot 20 = 6,6 \text{ Om}$$

Maksimal yuklama paytidagi aktiv quvvat isrofini aniqlaymiz:

$$\Delta P_{max} = \left(\frac{S_{max}}{U_n}\right)^2 R \cdot 10^{-3} = \left(\frac{5000}{35}\right)^2 6,6 \cdot 10^{-3} = 134,7 \text{ kW}$$

1-ilovadagi 4-jadvaldan $\tau=3200$ soat ($\cos\varphi=0,8$) ga teng bo'lgan holat uchun.

Taminlovchi liniyadagi aktiv energiya isrofi:

$$\Delta E = \Delta P_{max} \tau = 134,7 \cdot 3200 = 431040 \text{ kW}\cdot\text{soat}$$

3-masala. Mashinasozlik zavodi 110 kV li rayon elektr tarmog'idan taminlanadi. Bosh pasaytiruvchi podstantsiyada TDN-10000/110 markali transformator o'rnatilgan. Zavod qabul qiluvchi maksimal quvvat 7000 kVA, $\cos\varphi=0,8$. Aktiv va reaktiv quvvat isrofini hamda yillik energiya isrofini aniqlang.

Echish. 2-ilovadagi 3-jadvaldan transformator ma'lumotlarini aniqlaymiz.

$$\Delta P_{qt}=60 \text{ kW}, \quad \Delta P_{syu}=14 \text{ kW}, \quad U_{qt}=10,5 \%, \quad U_{syu}=0,9\%$$

Transformatoridagi aktiv quvvat isrofi:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_{qt} S^2}{S_n^2} + \Delta P_{syu} = \frac{60 \cdot 7000^2}{10000^2} + 14 = 43,4 \text{ kW}$$

Reaktiv quvvat isrofi:

$$\Delta Q = \frac{U_{qt} S^2}{100 \cdot S_n} + \frac{I_{syu} S_n}{100} = \frac{10,5 \cdot 7000^2}{100 \cdot 10000} + \frac{0,9 \cdot 10000}{100} = 604,5 \text{ kVAr}$$

Aktiv energiya isrofini aniqlaSh uchun 1-ilovadagi 4-jadvaldan mashinasozlik zavodi uchun maksimal yuklamada ishlaSh vaqti $T_{max}=4345$ soatni aniqlaymiz. $T_{max}=4345$ soat va $\cos\varphi=0,8$ uchun maksimal isrof vaqtini aniqlaymiz, $\tau=3100$ soat, unda

$$\Delta E = \Delta P_{max} \frac{S_{max}^2}{S_n^2} \tau + \Delta P_{syu} T = \frac{60 \cdot 7000^2}{10000^2} 3100 + 14 \cdot 8760 = 213,780 \text{ kW}\cdot\text{soat}$$

4-masala. Ko‘ndalang kesim yuzasi AS-95 bo‘lgan simdan tayyorlangan uzunligi 7 km kuchlanishi 10 kV li liniyadagi maksimal aktiv va reaktiv quvvat isrofini va yillik elektr energiya isrofini aniqlash kerak. Elektr uzatish liniya yuklamasi $R_{\text{maks}}=3,0 \text{ mVt}$ va o‘rtacha quvvat koeffitsienti $\cos\varphi=0,9$ bo‘lgan uch smenali sanoat korxonasini taminlaydi. Yillik yuklamalar grafigi 4.3.5 –rasmda ko‘rsatilgan. Masalani o‘rtacha quvvat hamda maksimal quvvat isrofi vaqti bilan eching.

AS-95 sim uchun 10 kV kuchlanishli liniyaning 1 km uzunligiga jadvaldan aktiv qarshilik qiymatini $\tau_0=0,33 \text{ Om/km}$ olamiz. Liniyaning butun uzunligi uchun aktiv qarshilikni topamiz

$$R = r_0 l = 0,33 \cdot 7 = 2,31 \text{ Om}$$

Liniyadan uzatilayotgan to‘liq quvvat

$$S_{\text{maks}} = \frac{P_{\text{maks}}}{\cos \varphi} = \frac{3,0}{0,9} = 3,33 \text{ MB} \cdot A$$

(4.3.18) formulaga asosan liniyadagi quvvat isrofini topamiz

$$\Delta P = \frac{S_{\text{maks}}}{U^2} R_{\wedge} = \frac{3,33^2}{10^2} \cdot 10^3 = 256 \text{ kBm}$$

O‘rtacha kvadrat quvvat usuli yordamida energiya isrofini aniqlaymiz. Buning uchun yuklamalar grafigini ordinalari $S=1.0$; $S=1.5$; $S=3,33$; $S=2.0$; $S=3.0$; $S=1.0$; $S=0,5 \text{ mVA}$ va unga to‘g‘ri keladigan vaqt oraliqlari $t_1=t_5=t_6=1000\text{s}$, $t_2=t_3=1500\text{s}$, $t_4=2000\text{s}$, $t_7=760\text{s}$ bo‘lgan bosqichli grafik bilan almastiramiz,. (4.3.16) formulaga asosan liniyadagi yillik energiya isrofini topamiz

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{2,31 \cdot 10^3}{10^2} (1,0^2 \cdot 1000 + 1,5^2 \cdot 1,500 + 3,33^2 \cdot 1500 + 2,0^2 \cdot 2000 + 3,0^2 \cdot 1000 + 1,0^2 \cdot 1000 + 0,5^2 \cdot 760) = 898540 \text{ kBm} \cdot c$$

Maksimal quvvat isrofi vaqti usuliga asosan liniyadagi isrofini aniqlaymiz. Buning uchun vaqt qiymatini iste‘molchining toifasiga asosan jadvaldan yoki bu holat uchun yuklamalar grafigi ma‘lum bo‘lganligi uchun, uni bu grafikdan topamiz.

$$T_{\text{maks}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i t_i}{S_{\text{maks}}} = \frac{1,0 \cdot 1000 + 1,5 \cdot 1500 + 3,33 \cdot 1500 + 2,0 \cdot 2000 + 3,0 \cdot 1000 + 1,0 \cdot 1000 + 0,5 \cdot 760}{3,33} = 5000 \text{ c}$$

$\cos\varphi=0,9$ holat uchun 4.5.6- rasmdagi egri chiziqqa asosan bu maksimum yuklamada ishlaSh vaqtiga maksimal isrof vaqt $\tau=3200$ soat to‘g‘ri keladi. (4.3.16) formulaga asosan liniyadagi energiya isrofini topamiz.

$$\Delta \Theta = \frac{R}{U^2} S_{\text{макс}}^2 \cdot \tau = \frac{2,31 \cdot 10^3}{10^2} \cdot 3,33^2 \cdot 3200 =$$

$$= \frac{2,31 \cdot 10^3}{10^2} \cdot 35485 = 819700 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

MUSTAQIL ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-misol. MaShinasozlik zavodi 10 kVli havo va kabel liniyalaridan taminlanadi. Liniyalarning iste'mol quvvati 1200 va 1500 kVA ga teng. AS-150 simdan tayyorlangan havo liniyasi 5 km uzunlikda va AAB (3x120) simdan tayyorlangan kabel liniyasi 2 km uzunlikda bo'lsa, liniyalardagi quvvat isrofini aniqlang. Havo liniyasining faza simlari orasidagi o'rtacha masofa 2 m ni taShkil etadi.

2-misol. Agar maksimal yuklama 2500 kVA, $\cos\varphi=0,95$, maksimal yuklamada ishlaSh vaqti $T_{\text{max}}=5000$ soat bo'lsa, 60 km uzunlikdagi 110 kV kuchlaniShli AS-120 simdan tayyorlangan havo liniyasidagi quvvat va energiya isrofini aniqlang.

3-misol. $\cos\varphi=0,9$ da maksimal 4500 kW quvvat qabul qiluvchi zavodni taminlovchi 35 kV kuchlaniShli 25 km uzunlikdagi AS-95 simdan tayyorlangan liniyadagi quvvat va energiya isrofini aniqlang. Yillik energiya iste'moli $26,4 \cdot 10^6$ kW·soat.

4-misol. Rayon podstansiyasidan 120 km uzunlikdagi zavodni taminlaydigan 220 kV li havo liniyasi ASO-300 simdan tayyorlangan. Zavod qabul qiladigan quvvat $(55000+j25000)$ kVA. Agar liniyani AS-240 simdan tayyorlasak, quvvat isrofi liniyada qancha foizga oShadi.

5-misol. Agar transformatorning yuklamasi 55000 kVA va $\cos\varphi=0,91$ bo'lsa, TRDSN-63000/220 transformatoridagi va uni taminlovchi 220 kV 180 km uzunlikdagi AS-240 simdan tayyorlangan liniya quvvat isrofini aniqlang.

6-misol. 380/220 Vli taminlovchi va taqsimlovchi yorituvchi tarmoqdagi quvvat isrofini aniqlang. Taminlovchi tarmoq APRTO-25 o'tkazgichdan tayyorlangan bo'lib, 150 m uzunlikka ega. Taqsimlovchi tarmoq esa A-6 o'tkazgichdan tayyorlangan, uzunligi esa 20 m. Sexni taqsimlovchi qurilmadan uchta uch fazali guruh taminlangan bo'lib, har biriga 450 Wli 12 ta lampochka ulangan.



Саволлар

1. Elektr uzatiSh liniyasidagi energiya isrofi nimalarga bog'liq?
2. Transformatorlarda energiya isrofi formulasini aytib bering?
3. Energiya isrofi elektr tarmog'iga qanday ta'siri bor?

IV-BOB BO‘YICHA XULOSALAR

UShbu bobda elektr tarmoq va tizimida elektr uzatiSh liniyasi va transformator podstansiyasida sodir bo‘layotgan quvvat isrofi haqida ma‘lumot beriSh bilan bir qatorda elektr iste‘molchilarni iShonchli va kam chiqimli qilib energiya etkaziSh bo‘yicha batafsil ma‘lumotlar yoritilgan. Elektr tarmoq va tizimning asosiy elementlaridan biri transformatorlar va avtotransformatorlar va ulardagi aktiv va reaktiv quvvatlarning isrofini o‘rganib va uni o‘zlashtirgandan keyin talabalar Elektr tarmoqda energiya tejamkorligini tasavvur etib elektr iste‘molchilarini elektr energiya bilan taminlaShning asosiy faktorlarini biliSh bo‘yicha bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘ladilardilar. SHuningdek nazariy bilimlarini yanada mustahkamlaSh maqsadida liniya va transformatorlarda quvvat va energiya isroflarini aniqlaSh masalasi bo‘yicha misollar echiSh usullari ko‘rsatilgan.

V-BOB. MAHALLIY VA RAYON ELEKTR TARMOQLARI

5.1-MAVZU

KUHLANISHNING PASAYISHI VA YO‘QOTILISHI. OCHIQ ZANJIRLI TA‘MINLOVCHI TARMOQLAR.

O‘quv maqsadi

Talabalar uchun elektr uzatish liniyasida sodir bo‘layotgan kuchlanishning pasayishi hamda kuchlanishning isrofi haqida bilimlarini, elektr tarmoqlaridagi ish rejimlarini o‘rganishda nominal kuchlanishning roli haqida ma‘lumotlar berish bilan amaliy ko‘nikmalarini shakllantirish.



- Asosiy ma‘lumotlar



Elektr tarmoqlari va tizimlarida qancha kuchlanishning rostlanishi mukammal bo‘lsa, shuncha iste‘molchilarda kuchlanish og‘ishi kam bo‘ladi va bu og‘ish bilan bog‘liq bo‘lgan sarf xarajatlar ham kam bo‘ladi.

Energotizimining taminlash tarmoqlarida (tugunli nuqtalarida) kuchlanishni bir xilda ushlab turish rejimi uchun asosiy vazifa bo‘lib, iste‘molchilarda, ya‘ni taqsimlovchi tarmoqlarda, elektr energiyasining kerakli ko‘rsatkichlarini ta‘minlashdan iborat. O‘z navbatida taqsimlovchi tarmoqlarda kuchlanishni rostlash bevosita taminlash markazida (TM) yuklama ostida rostlash (YUOR) transformatorlar va rostlashning mahalliy vositalari bilan amalga oshiriladi.

Taqsimlovchi tarmoqning taminlash markazi (TM) sifatida energositemaning taminlash tarmoqlariga (35-220 kV) kuchlanish ulangan podstansiya hisoblanadi. Transformatorlar odatda, qo‘l bilan yoki avtomatik ravishda rostlash YUOR orqali amalga oshiriladi. Ta‘minlash markazi shinasiga kuchlanishi 6-20 kV bo‘lgan taqsimlovchi transformatorlar ulangan. Bu transformatorlarning past kuchlanish cho‘lg‘amiga past kuchlanish tarmoq ulangan, ya‘ni elektr qurilmalar (iste‘molchilar) bevosita taminlanadi [2].

Iste‘molchilardagi kuchlanishni nominalga nisbatan og‘ishi $U_{iste'm}$ har qanday nuqtada quyidagiga teng, %

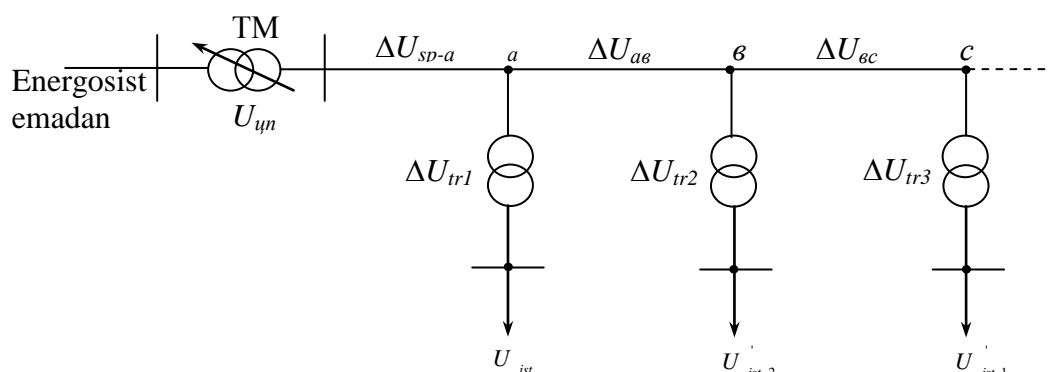
$$V_{учир} = \frac{U_{исте'м} - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100 \% \quad (5.1.1)$$

Agar iste‘molchi transformator orqali energiya olsa, unda $U_{iste'm}$ kattaligi yuqori kuchlanish tomoniga keltirilishi kerak, ya‘ni $U_{iste'm}$ qiymatiga.

YUqori quvvatga ega bo‘lgan motorlarni ishga tushirilishi, tarmoqlarda qisqa tutaShuv va boShqalar holatlarda kuchlanishni qisqa vaqt o‘zgarishi bilan ifodalanadigan kuchlanish tebraniShi V_{teb} quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin, %

$$V_{me\delta} = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{nom}} \quad (5.1.2)$$

Bu erda: U_{max} va U_{min} - bir tebraniSh oralig'idagi max va min kuchlaniShlar.



5.1.1-pacm.

Demak, 5.1.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, yuqori tomondagi TM dan istemolchigacha bo'lgan jami kuchlaniShning yo'qotiliShi iste'molchidagi kuchlaniSh quyidagi omillariga bog'liq;

-TM dagi kuchlaniShga U_{tm} , taminlaSh markazidan ko'rilayotgan istemolchigacha bo'lgan jami kuchlaniSh yo'qotiliShiga ΔU_i ;

- transformatsiyalaSh koeffitsienti K_{tr} .

SHunday qilib, kuchlaniShni rostlaSh past kuchlaniSh tarmoqlarida ruxsat etilgan kuchlaniSh og'ishini taminlaSh vazifasidan iborat bo'lib quyidagilarga amal qilinadi.

1) O'chirilgan holatda rostlaSh, ya'ni transformatorlarning kerakli Shaxobchalarini tanlaSh, ya'ni K_{tr} ni o'zgartiriSh.

2) TM da kuchlaniShni rostlaSh U_{tm}

3) Taqsimlovchi tarmoqlarda kompensatsiyalovchi uskunalardan foydalanib kuchlaniSh yo'qotiliShini ΔU_{Σ} o'zgartiriSh.

KuchlaniSh rostlaniShidan uzoqda joylaShgan iste'molchilarda kuchlaniSh og'ishi ruxsat etilgan oraliqdan oShib ketiShi mumkin. SHu sababli «qarama-qarShi» deb atalgan rostlaSh zarur, ya'ni yuklama ortiShi bilan transformator podstansiyasi Shinasidagi kuchlaniShni ko'tariSh. Qarama-qarShi rostlaSh qo'llanilganda U_3 kattaligi ancha kamayadi va iste'molchi sifatliroq energiya oladi. Elektr qurilmalar qoidasi (EQQ) ga asosan maksimal yuklamalar rejimida TM Shinasidagi kuchlaniShni 5-10% ga ko'tariSh, minimal yuklamalar rejimida esa tarmoqning naminal kuchlaniShiga teng qilib uShlab turiSh, ya'ni TM Shinasidagi kuchlaniShning og'ishini nolga teng qilib uShlab turiSh ($V=0$) tavsiya qilinadi.

TM ga yaqin birinchi transformatorida odatda, birinchi Shaxobcha o'rnatiladi (kuchlaniShga qo'Shimcha $U_{qo'Sh}=0$ bilan; Qayta o'chirib ulaShli transformatorlarda hammasi bo'lib, kuchlaniSh qo'Shimchasini 0-10% oralig'ida o'zgartira oladigan har biri 2,5% dan to'rtta Shaxobcha mavjud), TM Shinasidagi kuchlaniSh SHunday tanlanadiki, bunda past kuchlaniSh tarmog'i

Shinasidagi kuchlaniShning og'ishi $V_{nom} = +5\%$ ga teng olinsin, bu esa imkoni bor eng ko'p kuchlaniSh yo'qotiliShiga to'g'ri keladi va uni kompensatsiya qiliShi kerak bo'ladi;

$$\Delta V_{taqsim} = U_{nom} - U \quad (5.1.3)$$

bu erda: U_{nom} - tarmoqning boShidagi kuchlaniShning og'ishi;

U – eng uzoq joylaShgan iste'molchi uchun kuchlaniSh og'ishining pastki chegarasi.

Agar, masalan $U_{nom} = +5\%$ bo'lsa, unda iste'molchida kerakli kuchlaniShni uShlab turiSh uchun imkoni bor kuchlaniShning yo'qotiliShi 10% ga teng bo'liShi mumkin, ya'ni:

$$\Delta V_{taqsim} = U_{nom} - U = \pm 5 = 10\%$$

Maksimal yuklamalar rejimida TM Shinasidagi kuchlaniSh og'ishi

$$U = U_{h1} + \Delta U_{e1} - U_{qo'Shim} \quad (5.1.4)$$

Bu erda: U_{h1} - transformatorning past kuchlaniSh cho'lg'amidagi iste'molchi uchun kuchlaniSh og'ishi (raqamidagi birliklar maksimal rejimga tegiShli).

Energotizimning iShlaShi faqat bir nechta universal tartib qoidalarini qo'llaSh bilan mumkin bo'lgan uzluksiz boShqaruvni quyidagi talablar asosida amalga oShiriladi.

Dekompozitsiya prinsipi (qoidasi). Bunda, masala Shunday tarkibiy qismlarga bo'linadiki, unda qismlarning echimi hammasi bo'lib umumiy echimga olib kelsin. Dekompozitsiya ikki hilga bo'linadi: masala turi bo'yicha va hududiy. Masala turi bo'yicha dekompozitsiyada turli rejim tarkiblarini alohida boShqariShga olib kelinadi, masalan, normal holatda chastota f , aktiv quvvatni (P), kuchlaniSh U va reaktiv quvvatni Q alohida boShqariSh tizimini yaratishi. Bundan taShqari ShikastlaniShga qarshi boShqariSh tizimi qo'llaniladi. Bu uchta boShqariSh tizimlari birgalikda barcha rejim tarkiblarini umumiy boShqariShni amalga oShiradi.

Hududiy dekompozitsiyada energotizim hududi regionlarga, yani chegaralangan qismlarga bo'linadi. Masalan, f va R ni boShqariSh, taxminan 10 ta katta quvvatli elektr stansiyalarga ega bo'lgan hududda amalga oShiriladi, bu bir nechta energotizimlarni birlashtirishga to'g'ri keladi.

Ierarxiyalik tuziliSh. Dekompozitsiya prinsipidan taShqari boShqariSh tizimi yaratilayotganda avtomatik qurilmalar va ularning bog'lanishini ierarxiyalik prinsipi orqali amalga oShiriladi.

Qurilmaning bunday tuziliShi yordamida hududiy boShqariSh tizimlari iShini, ularning chegaralarida aniqlangan rejim parametrlari asosida muvofiqashtirish amalga oShiriladi. II-ierarxiyalik darajadagi har bir avtomat I-darajadagi bir necha avtomatlar iShini, III-darajadagi har bir avtomat - II-darajadagi avtomatlar iShini, IV-darajadagi avtomatlar-III-darajadagi avtomatlar iShini muvofiqashtiradi.

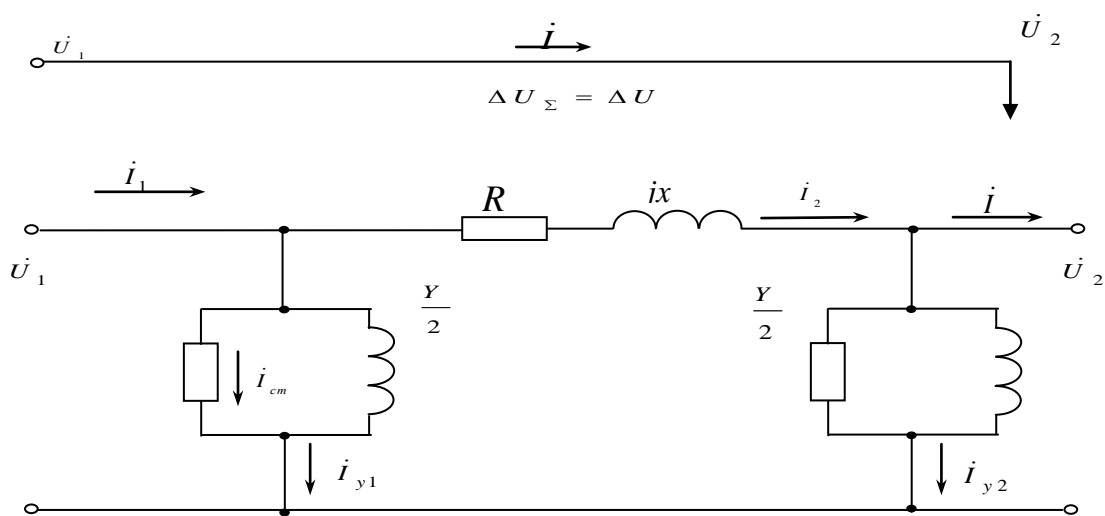
I-past ierarxiyalik darajada, energetika uskunalari (turbina, generator, transformatorlar) elementlarining ajralmas qismi bo'lgan avtomatik boShqariSh qurilmalari qo'llaniladi. Bu qurilmalar iShini energetika ob'ektlari (masalan,

elektr stansiyalar) doirasida muvofiqlashtirish II-ierarxiyalii daraja qurilmalari yordamida amalga oshiriladi, energotizim yoki energobirlashtirma doirasida esa III-daraja qurilmalari yordamida va hokazo.

Avtomatik boshqaruvni ierarxiyalii tuzish ishonchli tizimlarni yaratadi I-darajadagi tizimining ishonchliligi, odatda boshqarilayotgan uskunalarni ishonchliligidan kam emas. O'ta yuqori ierarxiyalii darajadagi elementlar ishdan chiqqanda, rejim vaqt bo'yicha ancha optimaldan chetga chiqadi (og'adi), lekin ishchi holatdagi qurilmalarning ta'sirida texnik ruxsat etilgan oraliq saqlanadi.

Faraz qilaylik, tok va liniyaning oxirida joylashtgan iste'molchining kuchlanishi U_2 berilgan bo'lsin. Taminlash tomonidagi kuchlanish U_1 ni aniqlash uchun U_2 kuchlanishga liniyadan oqayotgan tok (quvvat) tufayli yuzaga keladigan kuchlanishni pasayishi ΔU_Σ ni qo'shish kerak.

$$U_1 = U_2 + \Delta U_\Sigma \quad (5.1.5)$$



5.1.2 rasm. Elektr uzatish liniyasi va uning almashtiruv sxemasi

Bu ifoda faza va xuddi shunday liniya kuchlanishlari uchun to'g'ridir. ΔU_Σ ni qiymatini bir yoki bir nechta yuklamalar uchun topamiz. Buning uchun qo'rilayotgan liniyani «P» ko'rinishli simmetrik sxema bilan almashtiramiz unda qarshiliklar R va X , o'tkazuvchanliklar $Y=g+jy$.

Sxemadagi ko'ndalang bo'yicha o'tkazuvchanliklar toki

$$I_{y2} = I_{G2} + jI_{P2} = U_2 \frac{G}{2} + jU_2 \frac{B}{2} \quad (5.1.6)$$

$$I_{y1} = I_{G1} + jI_{P1} = U_1 \frac{G}{2} + jU_1 \frac{B}{2}$$

liniya toklari esa

$$I_2 = I + I_{y2}; I_1 = I_2 + jI_{y1}$$

Ko'pincha mahalliy elektr tarmoqlari uchun U_{U1} va U_{U2} hisobga olinmaydi, ya'ni ularda

$$I_1 = I_2 = I$$

Vektor diagrammasini qurish. Buning uchun kuchlanish U_2 vektorini haqiqiy o'q yo'nalishida yo'naltiramiz (5.1.3-rasm). Vektor diagrammasida AS

kesmasi $\Delta \dot{U}_{\phi} = \dot{U}_{1\phi} - \dot{U}_{2\phi}$ ga tengdir. Bu ko‘rilayotgan liniyaning bo‘shi va oxiridagi kuchlanishlarning geometrik ayirmasi- kuchlanishning pasayishi deyiladi. Kesma AS $\Delta U_F = U_{1F} - U_{2F}$ (ustida nuqtalarsiz) liniyaning bo‘shi va oxiridagi kuchlanishlarning algebraik ayirmasi kuchlanishning yo‘qotilishi deyiladi.

Kuchlanishning pasayish vektorini ikki ta‘shkil etuvchiga ajratish mumkin:

- a) Bo‘ylamasiga ta‘shkil etuvchi $\Delta U_{pvf} = AD$;
- b) Ko‘ndalangiga ta‘shkil etuvchi $\Delta U_{ppf} = SD$;

$$\Delta U_{\Sigma\phi} = \dot{I}Z = AC = \Delta U_{n\phi} + j\Delta U_{m\phi} \quad (5.1.7)$$

ΔU_{PVF} va ΔU_{PPF} kattaliklarni berilgan U_2 kuchlanish topish bilan, liniyaning bo‘shidagi kuchlanishning absolyut qiymatini topish mumkin.

$$U_{1\phi} = \sqrt{(U_{2\phi} + \Delta U_{n\phi})^2 + \Delta U_{m\phi}^2} \quad (5.1.8)$$

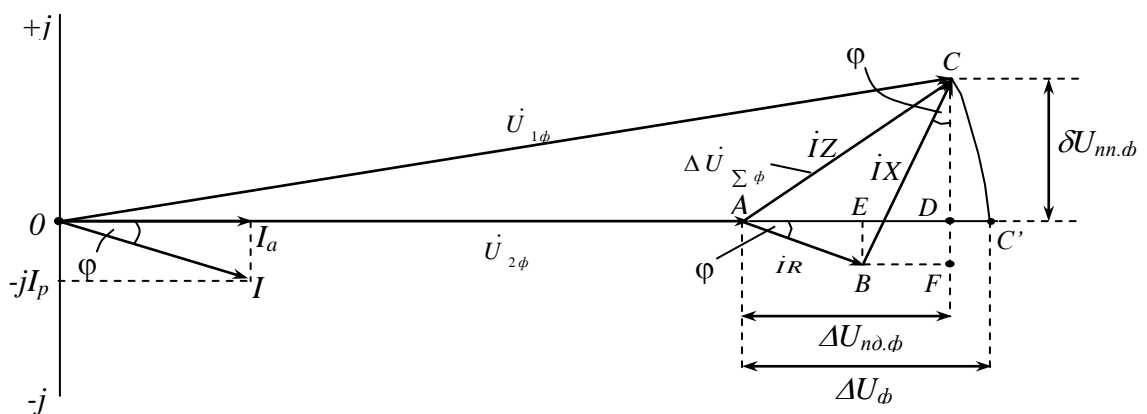
Kuchlanishning pasayish uchburchagi $A V S$ dan, kuchlanish pasayishining bo‘ylamasiga ta‘shkil etuvchisi quyidagicha.

$$\Delta U_{n\phi} = AE + ED = IR \cos \varphi + IX \sin \varphi = I_a R + I_p X \quad (5.1.9)$$

Xuddi shuningdek ko‘ndalangiga ta‘shkil etuvchisi

$$\Delta U_{m\phi} = CF + FD = IX \cos \varphi + IR \sin \varphi = I_a X + I_p R \quad (5.1.10)$$

(5.1.6) va (5.1.7) lardagi U_f va U_R larni quvvatlar bilan almashiramiz



5.1.3-rasm. Liniyaning vektor diagrammasi

natijada $\sqrt{3}$ ga ko‘paytirib, fazali qiymatlarni liniyali unda $\Delta U_{n\phi} = \frac{PR + QX}{\sqrt{3}U}$;

$$(5.1.11)$$

$$\Delta U_{m\phi} = \frac{PX + QR}{\sqrt{3}U}; \quad (5.1.12)$$

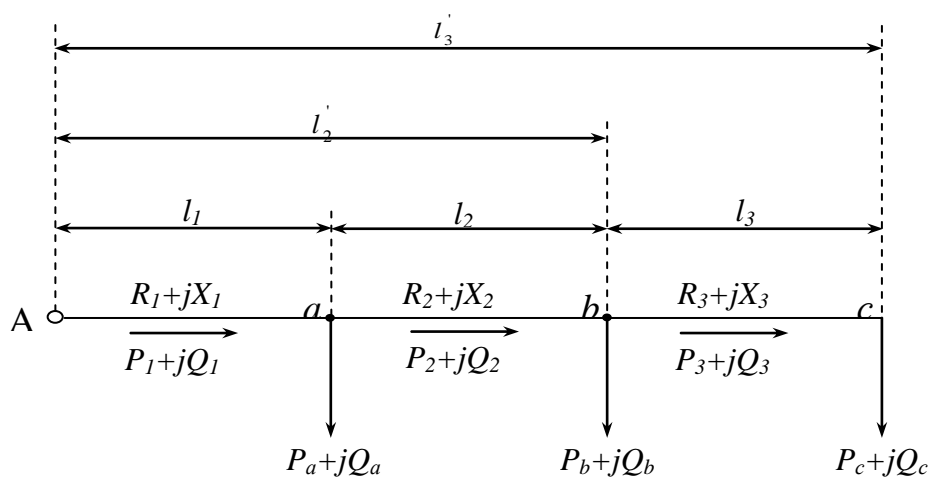
qiymatlariga almashiramiz: $\Delta U_{\phi.m} = \frac{PR + QX}{U}$

$$(5.1.13)$$

$$\Delta U_{\kappa.m} = \frac{PX + QR}{U} \quad (5.1.14)$$

Aniq hisoblar uchun (5.1.11) va (5.1.13) da kuchlaniSh har bir ko‘rilayotgan nuqtadagi kuchlaniShga teng bo‘lishi kerak. Ammo ko‘p hollarda iste’molchilarning kuchlaniShlari noma’lum bo‘lganda, hisoblaShlarni keraklacha aniqlikda haqiqiy kuchlaniSh bilan emas, balki nominal kuchlaniShda olib boriSh mumkin.

(5.1.13) ifodadan ikkinchi ΔU_{kff} kvadratga ko‘tarib qo‘shilganligi uchun, U_{kff} kattaligi U_{IF} ni absolyut qiymatiga uncha ta’sir etmaydi, Shuning uchun (5.1.14) da kesma DS^1 ni hisobga olmasdan yoziSh mumkin



5.1.4-rasm. Uzunligi davomida uchta yuklama bo‘lgan liniya

$$U_1 \approx U_2 + \Delta U_{\delta.m}$$

$$\Delta U = U_1 - U_2 \approx \Delta U_{\delta.m}$$

Ya’ni,

$$\Delta U \approx \Delta U_{\delta.m}$$

SHunday qilib, kuchlaniShning yo‘qotiliShini, bo‘ylamasi bo‘yicha kuchlaniShning pasayishi taShkil etuvchisiga tenglashtiriSh mumkin:

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} \quad (5.1.15)$$

Bir necha yuklamalar bo‘lganda kuchlaniShning yo‘qotiliShi:

$$\Delta U = \sum \frac{P_n R_n + Q_n X_n}{U_n} \quad (5.1.16)$$

HisoblaShlar yuklama quvvatlari yoki liniya quvvatlari bilan olib boriladi.

Birinchi holatda R_p va X_p elkalari har bir yuklamadan ta’minlaSh punktigacha bo‘lgan to‘liq qarShiliklar, ikkinchisida liniyaning har bir uchastkasidagi qarShilik. 5.1.4- rasmdan ko‘rinadiki $R_3^1 = R_1 + R_2 + R_3$;

$$R_2^1 = R_2 + R_1; R_1^1 = R_1 \quad (5.1.17)$$

$$X_3^1 = X_1 + X_2 + X_3; X_2^1 = X_2 + X_1; X_1^1 = X_1.$$

YUklamalar quvvati bilan hisoblanganda

$$\Delta U = \frac{P_c R_3^1 + P_o R_2^1 + P_a R_1^1 + Q_c X_3^1 + Q_o X_2^1 + Q_a X_1^1}{U_\kappa} \quad (5.1.18)$$

Liniya quvvatlari bilan hisoblanganda

$$\Delta U = \frac{P_3 R_3 + P_2 R_2 + P_1 R_1 + Q_3 X_3 + Q_2 X_2 + Q_1 X_1}{U_\kappa} \quad \text{hosil bo'ladi (5.1.19)}$$

Kesim yuzasi bir hil bo'lganda, hamda liniyaning butun uzunligi davomida simlar tayanchlarda bir hil joylashsa $R=p_0 \ell$, $X=x_0 \ell$, unda r_0 va x_0 qarshiliklarni yig'ish belgisidan chiqarsak, hisoblash faqat uzunlik bo'yicha olib boriladi, bu amaliy hisoblar uchun juda qulaydir.

YUklamaning quvvatlari bo'yicha

$$\Delta U = \frac{r_o (P_c l_3^1 + P_o l_2^1 + P_a l_1^1) + X_o (Q_c l_3^1 + Q_o l_2^1 + Q_a l_1^1)}{U_H}$$

Liniyaning quvvatlari bo'yicha

$$\Delta U = \frac{r_o (P_3 l_3 + P_2 l_2 + P_1 l_1) + X_o (Q_3 l_3 + Q_2 l_2 + Q_1 l_1)}{U_H}$$

bu erda:

$$l_3^1 = l_1 + l_2 + l_3; \quad l_2^1 = l_1 + l_2; \quad l_1^1 = l_1.$$

Birinchi bosqichda quvvat isrofini hisobga olmasak, ikkala usul bilan qilingan hisoblashlar, bir hil natijani beradi.

Liniyaning uzunligi davomida ko'p yuklama bo'lganda hamma hisoblashlar shunday tartibda bajariladi. Liniyaning oxirida berilgan kuchlanishdan bo'shlab, yuklamadan yuklamaga ketma-ket o'tilib, (5.1.5a-rasm) kuchlanish U_1 ma'lum bo'lib, uzatishning oxiridagi kuchlanishni topish talab qilinsa, unda uzatishning oxiridagi kuchlanishning absolyut qiymatini (5.1.5b rasm) topish quyidagi ko'rinishni oladi.

$$U_2 = \sqrt{(U_1 - \Delta U_{\text{om}}^1)^2 + \Delta U_{\text{km}}^2} \quad (5.1.20)$$

(5.1.15) dan ko'rinadiki ΔU kattaligi U_1 dan ayiriladi (5.1.5b-rasm).

Agarda liniyaning oxiridagi kuchlanish U_2 berilgan bo'lsa, vektor diagrammasi 5.1.5v- rasmdagi ko'rinishni oladi.

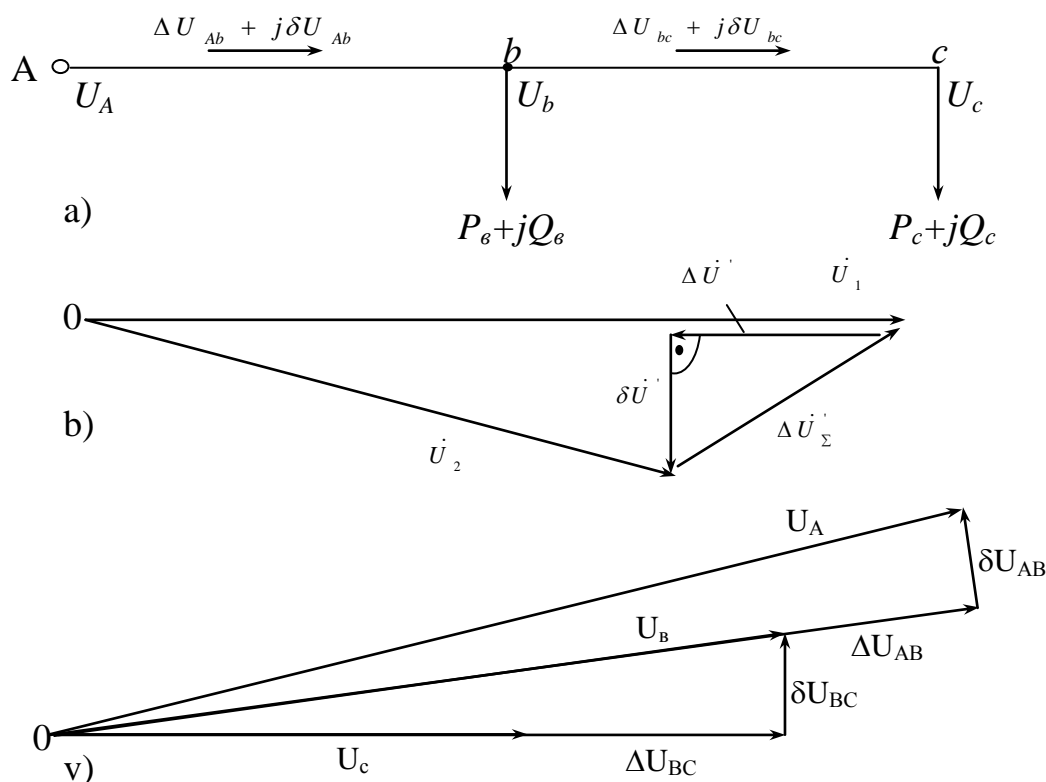
Ko'p hollarda uzatilayotgan tomonning U_1 kuchlanishi berilgan bo'ladi. SHuning uchun hisoblash (5.1.20) ga asosan tarmoqning uzatayotgan tomonidan qabul qiluvchi tomoniga qarab bajariladi.

Berilgan U_1 kuchlanishga asosan U_2 kuchlanishni topish uchun zarur:

1. Sxemaning har bir shohobchasidan (oldingi yuklamadan keyingi yuklamaga) ketma-ket o'ta turib (5.1.15) bilan kuchlanishning keyingi qiymati yoki (5.1.20) bilan kuchlanish yo'qolishini topish kerak.

2. Bu aniqlangan yo'qolishni (pasayishi) shahobchanning uzatilayotgan tomonidagi kuchlanishdan ayirib, shohobchanning keyingi tugunidagi kuchlanish aniqlanadi, bu keyingi shahobcha uchun uzatilayotgan tomon bo'lib qoladi va hokazo. 110 kV va undan past kuchlanishli tarmoqlarda

kuchlaniShning pasayiShini ko‘ndalangiga taShkil etuvchisi bu ifoda (5.1.11) va (5.1.20) ga uncha ta’sir qilmagani uchun ko‘pincha hisobga olinmaydi.



5.1.5 rasm. Uzunligi davomida ikkita yuklama bo‘lgan liniyaning ko‘rinishi va kuchlaniShning vektor diagrammasi.

EUL sining to‘rt qutblilarini iShlatib, ko‘ndalangiga o‘tkazuvchanlikni hisobga olib hisoblaSh holatini ko‘rib o‘tamiz.

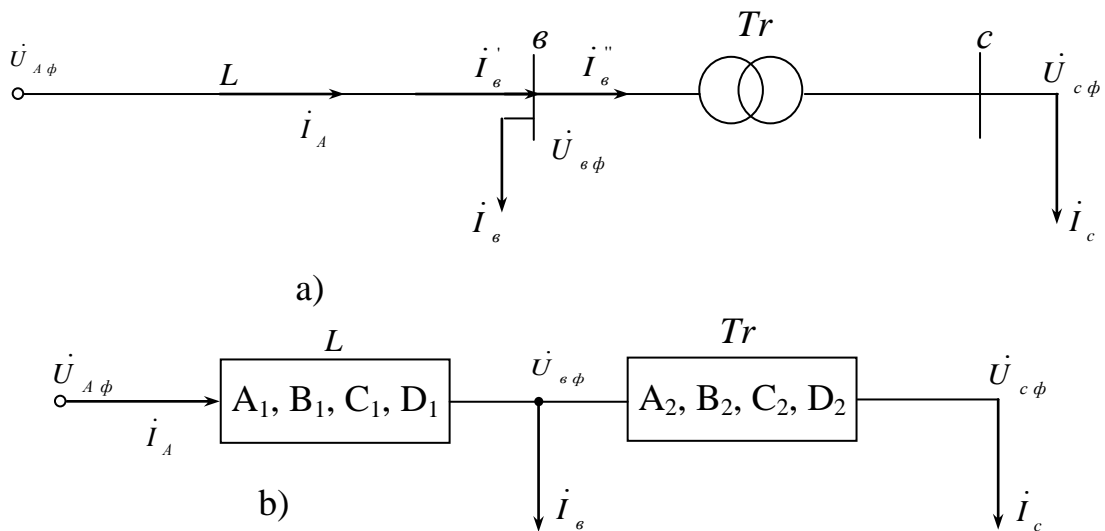
Ko‘ndalangiga o‘tkazuvchanlik hisobga olinishi zarur bo‘lgan murakkab elektr tarmoqlarida tarmoqni hamma elementlarini to‘rt qutbliklar bilan almashtirib, hamma toklar va kuchlaniShlar bu to‘rt qutbliklarning parametrlarini hisobga olgan holda topiladi. 5.1.6a rasmda ko‘rsatilgandek, berilgan tok va kuchlaniShli uzatishni hisoblaSh uchun bu uzatishning har bir elementi to‘rt qutblik bilan almashtiriladi. Liniya umumlashtirilgan to‘rt qutblikni doimiyliklari A, V, S, va D bilan (5.1.6b-rasm) almashtiriladi. SHuningdek, D nuqtadagi yuklama $I_\epsilon = I'_\epsilon - I''_\epsilon$ bo‘lganda to‘rt qutbliklar tenglamasi quyidagicha bo‘ladi.

$$\dot{U}_{\epsilon\phi} = A_2 \dot{U}_{c\phi} + D_2 I_\epsilon; \quad I'_\epsilon = C_2 U_{c\phi} + D_2 I_\epsilon; \quad (5.1.21)$$

$$\dot{U}_{A\phi} = A_1 \dot{U}_{\epsilon\phi} + B_1 I_\epsilon^1; \quad I_\wedge = C_1 U_{\epsilon\phi} + D_1 I_\epsilon^1; \quad (5.1.22)$$

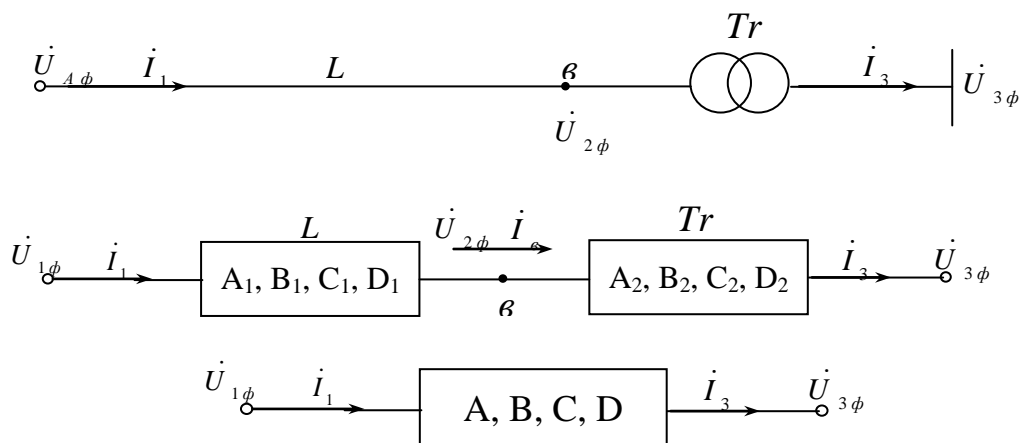
To‘rt qutbliklar yordamida hisoblaSh kuchlaniShning faza qiymatlari uchun kulaydir.

SHunday kilib, berilgan I_ϵ va $\dot{U}_{c\phi}$ qiymatlari bilan v nuqtadagi \dot{U}_v va $\dot{U}_{\epsilon\phi}$ (5.1.21) yordamida aniqlanadi. SHunga o‘xShaSh (5.1.22) yordamida U_v va U_{vf} ni bilib liniyaning boShidagi U_A va $\dot{U}_{A\phi}$ aniqlanadi.



5.1.6-расм. Кўндалангига ўтказувчанлик ҳисобга олинган узатиш линиясининг схемаси ва узатиш элементларини алмаштирувчи тўрт қутбликлар

Agarda oraliqda yuklama bo‘lmasa ($U_g=0$), unda berilgan i_3 va $\dot{U}_{3\phi}$ bilan liniyaning bo‘shidagi $\dot{U}_{1\phi}$ va i_1 ni liniya va transformator uchun bo‘lgan ikkala to‘rt qutblikni ketma-ket qo‘shib topish mumkin, ya’ni hisoblash umumlashtirilgan doimiylik A, V, S, D li ekvivalent to‘rt qutbliklar bilan bajariladi.



5.1.7 rasm. To‘rt qutblikni ketma-ket qo‘shish sxemasi.

To‘rt qutbliklarni parallel ko‘shish ham mumkin, ammo imkoniyat bo‘lsa, to‘rt qutbliklar sonini kamaytirishga harakat qilish kerak.

LINIYALARDA KUCHLANISHNING YO‘QOTILISHINI HISOBLASH

Nazariy qism

Liniyaning bo‘shidagi (U_1) va oxiridagi (U_2) kuchlanish vektor qiymatlarining algebraik farqi kuchlanishning yo‘qotilishi deyiladi.

$$\Delta U = U_1 - U_2$$

Liniyaning bo‘shidagi va oxiridagi kuchlanish vektorlarining geometrik farqi kuchlanishning pasayishi deyiladi. Kuchlanishning pasayishi bo‘ylamasiga va ko‘ndalangiga ta‘shkil etuvchilardan iborat deb qara‘sh mumkin.

Bo‘ylamasiga ta‘shkil etuvchi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\Delta U_f = U r_0 l \cos \varphi + U x_0 l \sin \varphi$$

$$\Delta U_f = \sqrt{3} (U_a r_0 + U_r x_0) l$$

$$\Delta U = \frac{Pr_0 + Qx_0}{U} l, \quad \Delta U = \frac{PR + QX}{U}$$

Ko‘ndalangiga ta‘shkil etuvchi esa quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\delta U_f = U x_0 l \cos \varphi - U r_0 l \sin \varphi$$

$$\delta U_f = \sqrt{3} (U_a x_0 - U_r r_0) l$$

$$\delta U = \frac{Pr_0 - Qx_0}{U} l, \quad \delta U = \frac{PX - QR}{U}$$

Liniyaning bo‘shidagi va oxiridagi kuchlanish, liniyadagi kuchlanishning pasayishini bo‘ylamasiga va ko‘ndalangiga ta‘shkil etuvchilari bilan quyidagicha bog‘langan:

$$U_1 = \sqrt{(U_2 + \Delta U)^2 + (\delta U)^2}$$

$$U_2 = \sqrt{(U_1 - \Delta U)^2 + (\delta U)^2}$$

Mahalliy elektr tarmoqlarida kuchlanishning pasayishi ko‘ndalangiga ta‘shkil etuvchisi juda kichik, Shuning uchun ko‘p hollarda hisobga olinmaydi

$$U_1 = U_2 + \Delta U$$

$$U_2 = U_1 - \Delta U$$

YA’ni, bunda kuchlanishning yo‘qotilishini ko‘ramiz (kuchlanishni algebraik farqi), qachonki, u kuchlanishning pasayishi bo‘ylama ta‘shkil etuvchisi bo‘ladi:

$$\Delta U = \frac{Pr_0 + Qx_0}{U} l, \quad \Delta U = \frac{PR + QX}{U}$$

YUklama bir tekisda taqsimlangan liniyalarda (ko‘chani yoritish, sexlarning yuklamalari) kuchlanish yo‘qotilishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta U = \sqrt{3} r_0 I \frac{l}{2}$$

bu erda: l – liniyaning uzunligi, km.

Kuchlanishning yo‘qotilishi transformatorlarda quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta U_T = \frac{PR_T + QX_T}{U_h}$$

MASALALARNI ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-masala. Liniyaning boʻshidagi kuchlanishi 115 kV boʻlganda, 7200+j6400 kVA yuklamani taʼminlovchi 120 km uzunlikdagi AS-120 rusumli simdan tayyorlangan liniyaning oxiridagi kuchlanishni aniqlang.

EchiSh. 1-ilovadagi 2-jadvaldan AS-120 simning qarshiliklarni aniqlaymiz.

$$r_0=0,21 \text{ Om/km}, \quad x_0=0,42 \text{ Om/km}$$

Liniyadagi kuchlanishning pasayishi boʻylamasiga taʼskil etuvchisini aniqlaymiz.

$$\Delta U = \frac{Pr_0 + Qx_0}{U} l = \frac{7200 \cdot 0,21 + 6400 \cdot 0,42}{115} \cdot 120 = 4383 \text{ V}$$

Kuchlanishnin pasayishi koʻndalangiga taʼskil etuvchisi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\delta U = \frac{Px_0 - Qr_0}{U} l = \frac{7200 \cdot 0,42 - 6400 \cdot 0,21}{115} \cdot 120 = 1753 \text{ V}$$

Liniyaning oxiridagi kuchlanishni aniqlaymiz.

$$U_2 = \sqrt{(U_1 - \Delta U')^2 + (\delta U')^2} = \sqrt{(115 - 4,38)^2 + (1,753)^2} = 110,63 \text{ kV}$$

Kuchlanishning yoʻqotilishini hisobga olib liniyaning oxiridagi kuchlanish quyidagicha boʻladi:

$$U_2 = U_1 - \Delta U = 115 - 4,38 = 110,62 \text{ kV}$$

2-masala. AC-70 rusumli simdan tayyorlangan 10 km uzunlikga ega boʻlgan liniyadagi hamda TM-630/10 kV li transformatoridagi kuchlanishning yoʻqotilishini, agar yuklamaning quvvati (600+j400) kVA va liniyaning boʻshidagi kuchlanishi 10,5 kV boʻlsa, tarmoqdagi nominal kuchlanishga nisbatan aniqlang.

EchiSh. 1-ilovadagi 2-jadvaldan AS-70 rusumli sim uchun qarshiliklarni aniqlaymiz.

$$r_0=0,46 \text{ Om/km}, \quad x_0=0,35 \text{ Om/km}$$

TM-630/10 transformatorning pasport koʻrsatkichlari:

$$\Delta P_{qt}=7,6 \text{ kW}, \quad U_{qt}=5\%$$

Transformatorning aktiv qarshiligini topamiz:

$$R_T = \frac{\Delta P_{kt} U_n^2 \cdot 10^3}{S_n^2} = \frac{7,6 \cdot 10^2 \cdot 10^3}{630^2} = 1,9 \text{ Om}$$

Transformatorning aktiv qarshiligidagi kuchlanishning yoʻqotilishi:

$$\Delta U_a \% = \frac{S_n R_T}{U_n^2 \cdot 10^3} \cdot 100 = \frac{630 \cdot 1,9}{10^2 \cdot 10^3} \cdot 100 = 1,2 \%$$

Transformatorning reaktiv qarshiligidagi kuchlanishning yoʻqotilishini aniqlaymiz:

$$\Delta U_r = \sqrt{U_{\kappa 3}^2 - \Delta U_a^2} = \sqrt{5^2 - 1,2^2} = 4,86 \%$$

Transformatorning induktiv qarshiligini topamiz:

$$X_T = \frac{\Delta U_p U_n^2 \cdot 10^3}{S_H} = \frac{4,86 \cdot 10^2 \cdot 10^3}{630} = 7,71 \text{ Om}$$

Liniyadagi kuchlaniShning yo‘qotiliShi:

$$\Delta U' = \frac{Pr_0 + Qx_0}{U} l = \frac{600 \cdot 0,46 + 400 \cdot 0,35}{10,5} 10 = 316,35 \text{ V}$$

Liniyaning oxiridagi kuchlaniSh:

$$U_2 = U_1 - \Delta U' = 10,5 - 0,316 = 10,186 \text{ kV}$$

Liniyadagi aktiv va reaktiv quvvatlar isrofi quyidagicha bo‘ladi:

$$\Delta P_1 = \left(\frac{S}{U_1}\right)^2 r_0 l = \frac{600^2 + 400^2}{10,5} 0,46 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 17,36 \text{ kW}$$

$$\Delta Q_1 = \left(\frac{S}{U_1}\right)^2 x_0 l = \frac{600^2 + 400^2}{10,5} 0,35 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 13,206 \text{ kVAr}$$

Liniyaning oxiridagi to‘la quvvat:

$$S_2 = S_1 - (\Delta P_1 + j\Delta Q_1) = 600 + j400 - (17,36 + j13,2) = (582,64 + j386,8) \text{ kVA}$$

Transformatorning yuqori kuchlaniSh tomonidagi kuchlaniShni bilib, undagi kuchlaniShning yo‘qotiliShini aniqlaymiz:

$$\Delta U_T = \frac{PR_T + QX_T}{U} l = \frac{582,64 \cdot 1,9 + 386,8 \cdot 7,71}{10,184} = 404,95 \text{ V}$$

Tarmoqdagi kuchlaniShning yo‘qotiliShi:

$$\Delta U = \Delta U' + \Delta U_T = 316,35 + 404,95 = 721,2 \text{ V}$$

Nominal kuchlaniShga nisbatan foiz hisobida quyidagicha bo‘ladi.

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{10 \text{ kV}} \cdot 100 = \frac{721,2}{10000} \cdot 100 = 7,21 \%$$

MUSTAQIL ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-misol. Uzunligi 80 m, ko‘ndalang kesim yuzasi 6 mm^2 , kuchlaniShi 220 V li, yuklamasi 300 W/m bir tekisda taqsimlangan yoritgich tarmog‘ida kuchlaniShning yo‘qotiliShini aniqlang.

2-misol. Zavodning boSh pasaytiruvchi podstansiyasining kuchlaniShi 220 kV, uzunligi 120 km, ACO-300 rusumli simdan tayyorlangan liniyadan elektr energiya bilan ta‘minlanadi. Ta‘minlaSh manbai Shinasidagi kuchlaniSh maksimal (12000+j9000) kVA yuklamada 240 kV ga teng. Tarmoqdagi kuchlaniShning pasayiShi va yo‘qotiliShini hamda pasaytiruvchi podstansiya Shinalaridagi kuchlaniShni aniqlang.

3-misol. Quvvati 30 kVt qabul qiluvchi yuklama 380/220 V kuchlaniShli 200 m uzunlikdagi to‘rtta simli havo liniyasidan ta‘minlanadi. Liniya mis simli bo‘lib, faza simining ko‘ndalang kesim yuzasi 16 mm^2 , nol simniki esa 10 mm^2 . Liniyadagi kuchlaniSh yo‘qotiliShini (voltlarda, foizda) aniqlang.

4-misol. 400 kVA quvvatli sex transformator podstansiyasi zavodning boSh pasaytiruvchi podstansiyasidan 10 kV kuchlaniShda 2 km uzunlikdagi havo liniyasi orqali ta‘minlanadi. Liniya AS-50 rusumli simdan tayyorlangan

bo‘lib, sim bir xil tomonli uch burchakning qirralarida 1 m uzoqlikda joylaShgan. Past kuchlaniSh tarafida $(320+j210)$ kVA quvvat qabul qiluvchi yuklama ulangan. Liniya va transformatorlardagi kuchlaniSh yo‘qotiliShini aniqlang.

5-misol. AAB-(3x70) rusumli kabel liniyasidan tayyorlangan taqsimlaSh punktidan quvvati 1600 kVA va nominal kuchlaniShi 10 kVli transformator podstansiyasi ta‘minlanadi. Liniyaning uzunligi 2,2 km bo‘lib podstansiyaning iste‘mol qiluvchi quvvati $(1100+j850)$ kVA. Qabul liniyasidagi kuchlaniShning yo‘qotiliShini aniqlang.



Savollar

1. KuchlaniShning og‘iShi nima va u qanday aniqlanadi?
2. KuchlaniShning o‘zgariSh oralig‘i nima va u qanday aniqlanadi?
3. KuchlaniSh va tokning nosimmetrikligi qanday aniqlanadi?
4. KuchlaniSh va tok egri chiziqlarining nosinusoidalligi nimani anglatadi?
5. KuchlaniShning teskari ketma-ketlik koeffitsienti nima?
U qanday aniqlanadi?

O'quv maqsadi

Talabalarda elektr energiya iste'molchilarini elektr energiya bilan ta'minlaSh, taqsimlaSh va foydalaniSh, Shuningdek elektr uzatiSh liniyalari ning sxemalarini qo'llaSh bo'yicha amaliy ko'nikmalarini ShakllantiriSh

**Asosiy ma'lumotlar**

Asosiy tuShunchalar va qo'llaniSh doirasi. Ochiq elektr tarmoqlarining jiddiy kamchiligi, bu tarmoqlarning biror uchastkasi iShdan chiqsa iste'molchilarning katta qismi elektr energiya taminotidan mahrum bo'ladi. SHuning uchun mas'uliyatli, elektr taminoti uzilib qoliSh mumkin bo'lmagan iste'molchilarni iShonchli elektr energiya bilan ta'minlaSh uchun berk zanjirli (halqasimon) elektr tarmoqlari qo'llaniladi. Halqasimon elektr tarmoqlari deb Shunday tarmoqlarga aytiladiki, ularda elektr energiya iste'molchilarga kamida ikki tomondan etkazib beriladi.

Bular yuklamalar ikki va undan ko'p bo'lmagan tomondan ta'minlaydigan oddiy berk zanjirli tarmoqlarga va tugun nuqtalariga ega elektr energiya esa kamida uchta tomondan beriliShi kerak bo'lgan murakkab berk zanjirli tarmoqlarga bo'linadi 5.2.1v-rasm.

bu erda: a, b – oddiy berk tarmoqlar,

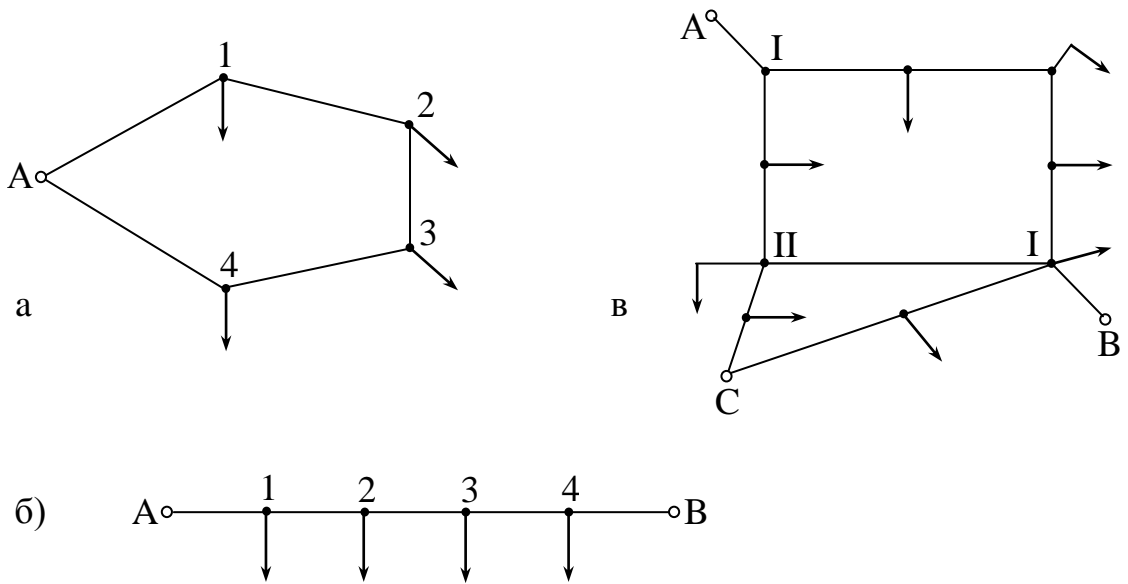
a- halqasimon tarmoq:

b- ikki tarafdin taminlangan tarmoq:

v - murakkab berk zanjirli tarmoqning sxemasi.

Oddiy berk zanjirli tarmoq bitta taminlaSh manbaiga ega bo'lib, halqasimon ko'riniShda bo'liShi mumkin, unda uni berk zanjirli tarmoq deb aytiladi; yoki liniya ikkita ta'minlaSh manbaiga ega bo'liShi mumkin, bunda uni ikki tarafdin ta'minlovchi liniya deb aytiladi. Berk zanjirli tarmoqni taminlovchi manbadan bo'lib ikki tarafdin taminlanuvchi tarmoqqa keltiriSh mumkin. 5.2.1v-rasmda murakkab berk zanjirli tarmoqning sxemasi ko'rsatilgan. Bunday tarmoqni ikki tarafdin ta'minlanadigan tarmoqqa keltiriSh mumkin emas, chunki bu murakkab o'zgariShlarni talab etadi. Mahalliy tarmoqlarda ko'pincha oddiy berk zanjirli halqasimon, yoki ikki tarafdin taminlangan tarmoqlar va yana halqasimon taminlanadigan bir turi bo'lgan ikki tizimli liniyalar qo'llaniladi.

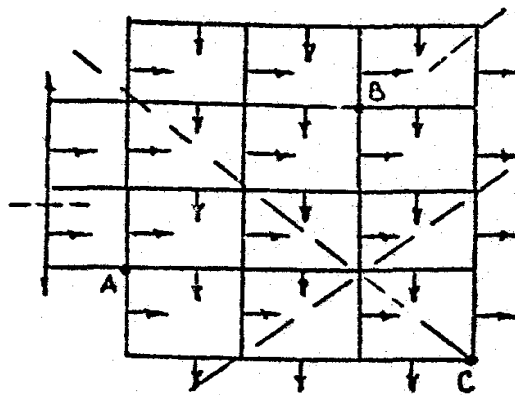
Mahalliy tarmoqlardagi past kuchlaniShning murakkab berk sxemalari berk setka (to'r) deb ataladigan ko'riniShda bo'liShi mumkin, bunday ko'riniShli tarmoqlar katta Shaharlarda kuchlaniShi 400/230 V bo'lgan Shaharning elektr yuklamalarini taminlaShda qo'llaniladi.



5.2.1-rasm. Berk zanjirli tarmoqlarning sxemasi.

Bunday tarmoqning sxemasi (5.2.1-rasm) Shahar ko'chalarida o'tkazilgan, kesishgan joylarni birlashtiruvchi va parallel bir necha manbadan taminlanuvchi liniyalarni ifoda etadi [2].

Amaliy hisoblashlarda berk setkani ochiq tarmoqlarga aylantirish uchun shartli ravishda tugun nuqtalaridan (shtrixli liniyalar) kesamiz va so'ngra ma'lum usullarida metalni minimal sarfi hamda mumkin bo'lgan



5.2.2-rasm. Berk setkani sxemasi

kuchlanishning yo'qotilishi bo'yicha hisoblaymiz. Bunday kesish juda aniq natijalarni beradi, chunki tarmoqni bo'linish joyi ko'pincha yuklamalar bo'lingan nuqtalar bilan yaqin ustma-ust tushadi.

Berk zanjirli tarmoqlarning asosiy afzalliklari:

ISHONCHLILIK. Manbaning birortasi ishdan chiqqanida (A yoki V) hamma iste'mol qiladigan yuklamalar shikastlangan uskunani ajratish uchun kerak bo'lgan vaqtli uzilishdan so'ng boshqa manbalardan energiyani qabul qilishi mumkin. Shuningdek bu yana liniyaning qandaydir uchastkasidagi shikastga ham tegishlidir. Masalan A-1 uchastka shikastlanganda hamma iste'molchilarni energiya bilan taminlovchi V manbadan davom etishi mumkin. Shuningdek boshqa, masalan 2-3 uchastkasida shikastlanish bo'lsa, u o'chirilgandan so'ng

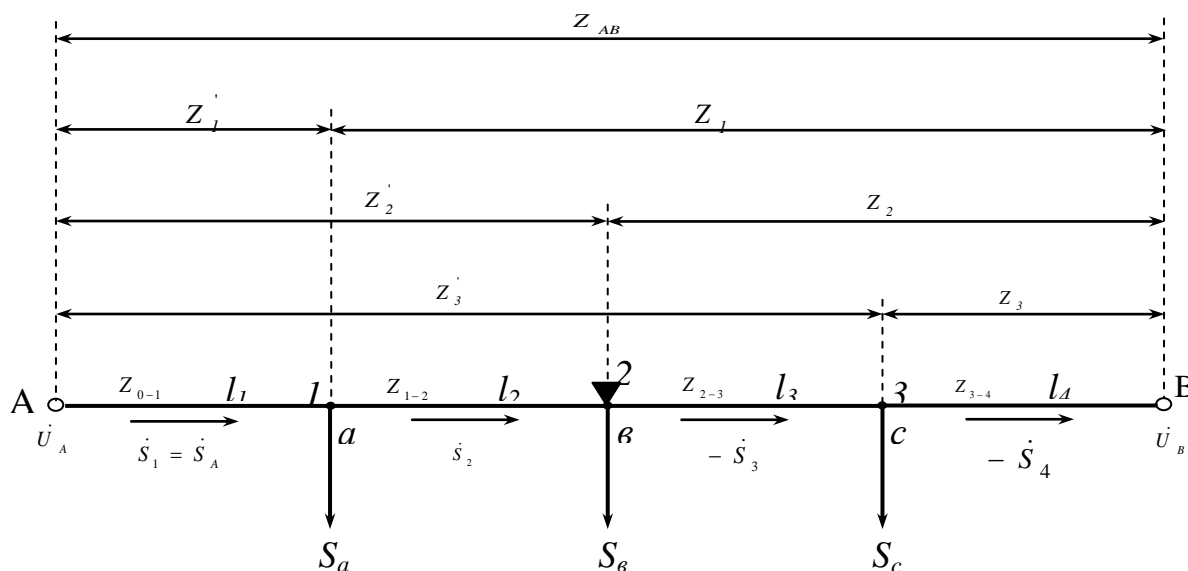
bir qism iste'molchilar birinchi manbadan, qolganlari ikkinchisidan ta'minlanishi davom etadi.

Moslanuvchanlik. Berk zanjirli tarmoqlarda qisqa vaqtli iste'molchilar yuklamani tebraniishi yoki uzoq vaqtli uni o'zgarishi, ochiq tarmoqlarga nisbatan kuchlanishning kam tebraniishi va yo'qotilishini yuzaga keltiradi.

Kuchlanishni yo'qotilishi. Quvvatlarni tabiiy raviShda qaytadan taqsimlanishi tufayli taminlovchi punktlarning kuchlanishlari bir hil $U_A=U_V$ bo'lganda kuchlanishni yo'qotilishi minimal bo'ladi. Yuklamalarni o'zgarishi jarayonida quvvatlarni ixtiyoriy o'zgarishi va ularni berk zanjirli tarmoq uchastkalarida eng maqbul quvvatlarni (toklarni) taqsimlanishini taminlaydi. Bo'lish nuqtasi deb atalgan nuqtalar berk zanjirli tarmoqlarda erkin harakatlanadiki, bu holatda berk zanjirli tarmoqlarda toklarning (quvvatlarni) taqsimlanishi bo'linish nuqtasiga asosan majburiydir.

Taminlovchi punktlarning har hil $U_A \neq U_B$ kuchlanishda bo'lishi potentsiallarning har hilligidan tenglashtiruvchi deb ataladigan tokni yuzaga keltiradi. Bu toklar ko'pincha qo'shimcha quvvat isrofini beradi.

Kaytadan chukur tuzatishsiz tarmoqlarni rivojlantirish. Berk zanjirli tarmoqlarda quvvatlarni ixtiyoriy taqsimlanishi tufayli o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshirish imkoniyati bo'ladi, ya'ni yuklamalar oshishi bilan tarmoqni esa qaytadan o'zgartirish shart emas. Bularning barchasi yuklamalarni ma'lum bir qiymatlarida to'g'ridir. Madomiki, yuqorida ko'rsatilganidek berk zanjirli tarmoqlarni osonlik bilan ikki tarafdin taminlanadigan liniyalarga keltirish mumkin ekan, oddiy berk zanjirli tarmoqlarni hisoblashda umumiy hol bo'lgan ikki tarafdin ta'minlanadigan liniyalarni hisoblash usulini ko'rib chiqamiz.



5.2.3 –rasm. Ikki tarafdin taminlanadigan tarmoqning sxemasi.

Bu erda: S_A, S_V va $S_{S-1,2}$ va 3 nuqtalardagi yuklamalar.

S_1, S_2 va S_3 – uchastkalardagi to'liq quvvatlar:

$Z_{01}, Z_{12}, Z_{23}, Z_{34}$ va $\ell_1, \ell_2, \ell_3, \ell_4$ va – tegishli bo‘lgan uchastkalarining to‘liq qarshiliklari va uzunliklari: A va V – taminlash manbalari:

U_A va U_V -taminlash manbalarining kuchlanishlari.

Har bir uchastkalar oralig‘idagi liniya kuchlanishining pasayishi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\Delta \dot{U}_i = \sqrt{3} I_i Z_i$$

bu erda: U_i - berilgan i uchastkadagi tok:

Z_i - Shu uchastkaning qarshiligi.

SHunday ekan,

$$\dot{S}_i = \sqrt{3} I_i \dot{U}_i, \text{ unda } \Delta \dot{U}_i = \frac{\dot{S}_i}{U_i}$$

Liniyalardagi quvvatlar isrofini hisobga olmasdan, ya'ni har bir uchastka uzunligi davomida kuchlanishlar o‘zgarmas deb faraz qilib $\dot{U}_1 = \dot{U}_2 = U_H$ (mahalliy elektr tarmoqlari uchun mumkin bo‘lgan holat). Kirxgofning ikkinchi qonuniga asosan A va V nuqtalar orasidagi kuchlanishning pasayishi uchun quyidagi tenglikni yozishimiz mumkin.

$$\dot{U}_A = \dot{U}_B = \frac{\dot{S}_1 Z_{01}}{U_H} + \frac{\dot{S}_2 Z_{12}}{U_H} + \frac{\dot{S}_3 Z_{23}}{U_H} + \frac{\dot{S}_4 Z_{34}}{U_H}$$

yoki

$$\dot{S}_1 Z_{01} + \dot{S}_2 Z_{12} + \dot{S}_3 Z_{23} + \dot{S}_4 Z_{34} = (\dot{U}_A + \dot{U}_B) \dot{U}_H \quad (5.2.1)$$

Bu erda: U_N - tarmoqning nominal kuchlanishi.

Natijada Kirxgofning birinchi qonunini qo‘llab, 1; 2; 3 nuqtalar uchun va tarmoqda quvvat isrofi bo‘lmaydi deb qabul qilingan farazlarga asosan quyidagi tenglikni tuzamiz:

$$\dot{S}_1 + \dot{S}_a = \dot{S}_2; \quad \dot{S}_1 + \dot{S}_a + \dot{S}_e = \dot{S}_3; \quad \dot{S}_1 + \dot{S}_a + \dot{S}_e + \dot{S}_c = \dot{S}_4 \quad (5.2.2)$$

Bu ifodani (5.2.1) tenglamaga qo‘ysak hosil bo‘ladi.

$$\begin{aligned} & \dot{S}_1 Z_{01} + (\dot{S}_1 + \dot{S}_a) Z_{12} + (\dot{S}_1 + \dot{S}_a + \dot{S}_e) Z_{23} + \\ & + (\dot{S}_1 + \dot{S}_a + \dot{S}_e + \dot{S}_c) Z_{34} = (\dot{U}_A + \dot{U}_B) \dot{U}_H. \end{aligned}$$

yoki

$$\begin{aligned} & \dot{S}_1 (Z_{01} + Z_{12} + Z_{23} + Z_{34}) + \dot{S}_a (Z_{12} + Z_{23} + Z_{34}) + \\ & \dot{S}_e (Z_{23} + Z_{34}) + \dot{S}_c Z_{34} = (\dot{U}_A + \dot{U}_B) \dot{U}_H \end{aligned}$$

Natijada A punktdan liniyaga chiquvchi izlanayotgan quvvat quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\dot{S}_1 = \dot{S}_A = \frac{\dot{S}_a (Z_{12} + Z_{23} + Z_{34}) + \dot{S}_e (Z_{23} + Z_{34}) + \dot{S}_c Z_{34} + (\dot{U}_A + \dot{U}_B) \dot{U}_H}{Z_{01} + Z_{12} + Z_{23} + Z_{34}} \quad (5.2.3)$$

Quyidagilarni belgilaymiz

$$\begin{aligned} z_1^1 &= z_{01}; \quad z_1 = z_{12} + z_{23} + z_{34}; \quad z_2^1 = z_{01} + z_{12}; \quad z_2 = z_{23} + z_{34} \\ z_3^1 &= z_{01} + z_{12} + z_{23}; \quad z_3 = z_{34}; \quad z_{AB} = z_{01} + z_{13} + z_{23} + z_{34} \end{aligned}$$

va bu kattaliklarni (5.2.3) formulaga qo‘ysak, quyidagi hosil bo‘ladi.

$$S_A^* = \frac{S_a^* z_1 + S_a^* z_2 + S_c^* z_3}{z_{AB}} + \frac{U_A^j U_B^j}{z_{AB}} U_H \quad (5.2.4)$$

yoki yuklamalari ko‘p bo‘lgan holat uchun umumiy ko‘rinish:

$$S_A^* = \frac{\sum_{i=1}^n S_i^* z_i}{z_{AB}} + \frac{U_A^j U_B^j}{z_{AB}} U_H \quad (5.2.5)$$

Xuddi Shunday formulani V nuqtadan chiquvchi quvvat uchun quyidagicha aniqlash mumkin

$$S_A^* = S_B^* = \frac{\sum_{i=1}^n S_i^* z_i^1}{z_{AB}} \frac{U_A^j U_B^j}{z_{AB}} U_H$$

Bu erda: z_i^1 A punktdan har bir yuklamagacha bo‘lgan qarshilik.

S_i^* ni bilib (5.2.2) ifoda yordamida uchastkalar bo‘yicha taqsimlash natijasida qolgan yuklamalar oson topiladi. Chunki 5.2.3-rasmda quvvatning musbat yo‘naliishi qilib shartli ravishda A dan V gacha bo‘lgan yo‘naliish qabul qilingan, unda V ta‘minot manbasiga yaqin uchastkalardagi yuklamalarning bir qismi manfiy belgida bo‘ladi, bu esa ularni teskari yo‘naliishda ekanligini ko‘rsatadi. Qandaydir nuqtaga quvvat ikki tarafdin oqadi. Ko‘rilayotgan holat uchun shunday nuqta 2-chi nuqtadir. Bu nuqta- bo‘liish nuqtasi deb ataladi va ko‘pincha Δ ishora bilan belgilanadi. Tenglama (5.2.4) da ikkinchi a‘zo kuchlanishlar farqi tufayli potentsiali ancha yuqori nuqtadan past potentsialli nuqtaga yo‘nalgan A-V liniyadan oquvchi tenglashtiruvchi quvvatni ifodalaydi. Bu juda ham keragi yo‘q bo‘lgan quvvat yuklamalarga bog‘liq emas (ya‘ni S_A , S_V , S_S , S_n larga), va u tufayli quvvat isrofi ortadi. SHuning uchun imkoniyatga qarab tarmoqni taminlaydigan punktlarning kuchlanishlarini tenglashtirishga harakat qilinadi. Taminlash nuqtasida kuchlanishlarning tengligi yoki berk zanjirli sxemada (A va V nuqtalar ustma-ust tushganda) $U_A = U_B$ (5.2.4) dan tenglikning o‘ng tomonidagi ikkinchi a‘zo yo‘qoladi va A punktdan chiquvchi quvvatni topish formulasi quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$S_A^* = \frac{\sum_{i=1}^n S_i^* z_i}{z_{AB}} \quad (5.2.6)$$

SHunday qilib bir tomondan taminlash manbaidan chiqadigan quvvatni aniqlash uchun yuklamalar momenti yig‘indisini bo‘shqa manbaga nisbatan aniqlash va uni to‘liq qarshilik z_{AB} ga bo‘liish kerak. $U_A = U_B$ bo‘lganda yoki halqasimon sxemalarni hisoblaganda ikkala taminlash manbaidan bo‘liish nuqtasigacha kuchlanish bir hil. SHuning uchun bu nuqtada tarmoq shartli

kesiladi va kuchlaniShning yo‘qotiliShi xohlagan yarmi uchun bir tomondan ta‘minlanadigan tarmoqlarga o‘xShab aniqlanadi.

Umumiy hollarda hisoblaSh quyidagicha kompleks ko‘rinishda bo‘ladi.

$$S_A^* = P_A + jQ_A = \frac{\sum_{i=1}^n [(P_i - jQ_i)(R_i + jX_i)]}{R_{AB} + jX_{AB}}$$

Agarda aktiv (R_A) va reaktiv (Q_p) quvvatlarni taqsimlaniShi ayrim-ayrim aniqlansa hamda (5.2.5) formuladagi qarShiliklarni o‘tkazuvchanliklar bilan almaShtirilsa ko‘p hollarda hisoblaShni osonlaShtiriSh mumkin.

$$U = \frac{1}{Z_{AB}} = G_{AB} - jB_{AB}$$

bu erda:

$$G_{AB} = \frac{R_{AB}}{R_{AB}^2 + X_{AB}^2}, B_{AB} = \frac{X_{AB}}{R_{AB}^2 + X_{AB}^2}.$$

Bu kattaliklarni (5.2.5) formulaga qo‘ysak:

$$S_{AB}^* = (G_{AB} + jB_{AB}) \sum_{i=1}^n [(P_i + jq_i)(R_i + jX_i)],$$

hamma amallarni ko‘llab haqiqiy va mavhum qiymatlarga ajratib olamiz:

$$\begin{aligned} P_A &= G_{AB} \sum_{i=1}^n (P_i R_i + q_i X_i) - B_{AB} \sum_{i=1}^n (R_i X_i - q_i R_i) \\ Q_A &= G_{AB} \sum_{i=1}^n (R_i X_i - q_i R_i) + B_{AB} \sum_{i=1}^n (P_i R_i + q_i X_i) \end{aligned} \quad (5.2.7)$$

(5.2.6) formula aktiv va reaktiv quvvatlarning taqsimlaniShini yuklamani mutloq haqiqiy va mavhum qiymatlari va qarShiliklari yordamida hisoblaShga imkon beradi. Bu formulalardagi quvvatlar taqsimlaniShining qiymatlariga ikki tarafdin ta‘minlanadigan tarmoqlarda $U_A \neq U_B$ bo‘lganida tenglaShtiriSh quvvatini qo‘shiSh kerak.

Ikki tomonlama taminlanadigan liniyalarda quvvatning taqsimlaniShi aniqlanib odatdagi usul bilan kuchlaniShning yo‘qotiliShini aniqlaShga o‘tiladi.

YUqorida hisoblangan ifodalarni soddalaShtiriSh va hisoblaShni osonlaShtiriSh uchun ayrim hollarni ko‘rib chiqamiz.

1. Agarda liniyaning butun uzunligi davomida tayanchlarda simlar bir xil osilgan va nazariy jihatdan reaktiv va aktiv qarShiliklarning o‘zaro nisbati (bir turdagi) o‘zgarmas bo‘lsa

$$\frac{X}{R} = m = const$$

unda (5.2.5) formulani quyidagicha o‘zgartiriSh mumkin.

$$S_A^* = \frac{\sum_{i=1}^n S_i^* z_i}{Z_{AB}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i^* (R_i + jX_i)}{R_{FB} + jX_{AB}},$$

$$S_A^* = \frac{\sum_{i=1}^n S_i^* (1 + jm) R_i}{(1 + jm) R_{AB}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i^* R_i}{R_{AB}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i R_i}{R_{AB}} + j \frac{\sum_{i=1}^n q_i R_i}{R_{AB}} \quad (5.2.8)$$

YA'ni, bu hisoblashni ayrim holda aktiv qarshilik bo'yicha quvvatning haqiqiy va mavhum qismlarga ajratib olib borish mumkin.

Kompleks holatda tenglama quyidagi ko'rinishda bo'lishi mumkin:

$$\dot{S}_A = \frac{\sum_{i=1}^n \dot{S}_i R_i}{R_{AB}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i R_i}{R_{AB}} + j \frac{\sum_{i=1}^n Q_i R_i}{R_{AB}} \quad (5.2.9)$$

2. Ko'ndalang kesim yuzasi bir xil bo'lgan bir liniya.

Ko'ndalang kesim yuzasi bir xil, butun uzunlik davomida liniya bir turda, ya'ni ko'pincha amalda uchraydigan $r_n = \text{sonst}$ bo'lsa, biz (5.2.7) dan $R_i = r_0 L_i$ va $R_{AB} = r_0 L_{AB}$ bilan almashirishimiz mumkin,

bu erda: L_i – tegishli yuklamadan V punktgacha bo'lgan masofa, L_{AB} – liniyaning butun uzunligi.

$$\dot{S}_A = \frac{\sum_{i=1}^n P_i r_0 L_i}{r_0 L_{AB}} + j \frac{\sum_{i=1}^n q_i r_0 L_i}{r_0 L_{AB}}$$

yoki

$$P_A = \frac{\sum_{i=1}^n P_i L_i}{L_{AB}} \quad Q_A = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i L_i}{L_{AB}}$$

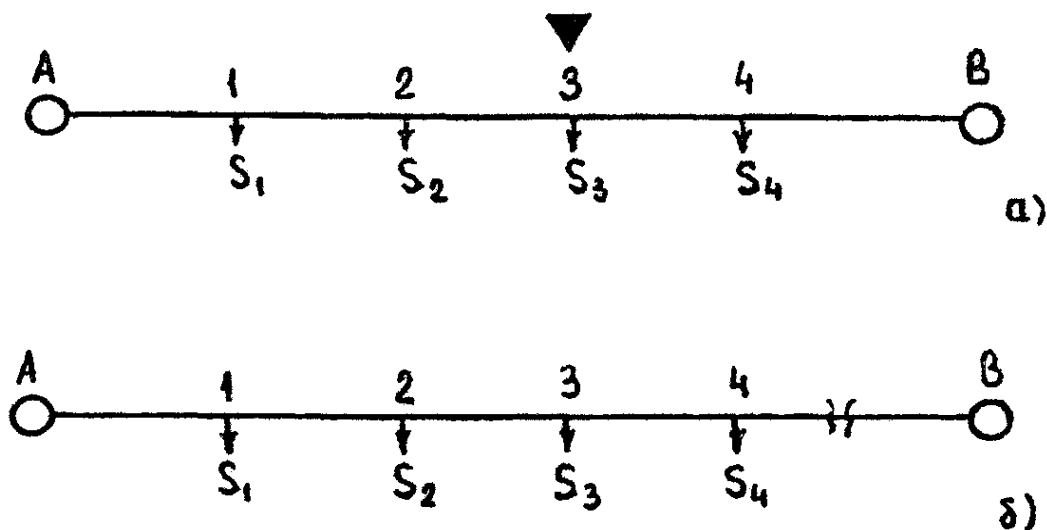
Bu holda hisoblashni liniyaning uzunligi bo'yicha ayrim aktiv va reaktiv yuklamalarning taqsimlanishini aniqlab olib borish mumkin.

3. Bir xil quvvat koeffitsientiga ega bo'lgan yuklamali liniyalar.

Agarda hamma yuklamalarning $\cos \varphi$ ci bir xil va liniyalar bir turda bo'lsa, unda hisoblashni (5.2.7) formulaga asosan to'liq quvvatlarning qiymatlarini qo'yib olib borish mumkin, yuklamaning reaktiv qismi bo'lmasa ($\cos \varphi = 1$) bu formulaga faqat aktiv quvvatlar qo'yiladi. Oddiy berk zanjirli tarmoqlarni hisoblash uchun sho'lasimon liniyalardan farqi ular tarmoqni tekshirishni ikki: normal – qachonki iste'molchilar bir vaqtni o'zida har ikki manba A va V orqali taminlangan (5.2.4a-rasm) va shikastlangan – qachonki ta'minlash manbalardan bittasi masalan manba V yoki unga ulangan liniya ishdan chiqqan (5.2.4b-rasm) holat uchun olib borish kerak.

Birinchi holatda uchastkalar bo'yicha olingan yuklamalarning taqsimlanishi tarmoq ta'minlash punktlaridan bo'lish nuqtasigacha bo'lgan ruxsatlangan kuchlanishning yo'qotilishi sharti bo'yicha qoniqtirishi kerak. Ikkinchi holatda shikastlangan holat uchun eng uzoqlashgan nuqtasigacha ruxsatlangan kuchlanishning yo'qotilishi shartiga rioya qilmoq kerak (4- nuqta 5.2.4b-rasm).

SHikastlangan holat uzoq davom etmaydi, Shuning uchun bu hollarda simlarning ko'ndalang kesim yuzasi iqtisodiy zichligi talablarini qondirmasligi



5.2.4-rasm. Ikki tarafdin ta'minlanuvchi tarmoqlar sxemasi.

mumkin ammo, tokning issiqlik miqdori bo'yicha ruxsat etilgan maksimal qiymatiga tekshirishi kerak.

Ikki tarafdin taminlanadigan berk zanjirli tarmoqlarni hisoblashda ikki xususiyatli holat uchraishi mumkin:

a) liniya butun uzunligi davomida ko'ndalang kesim yuzasi bir xil bo'lgan simdan tayyorlangan.

b) ta'minlash manbalariga yaqin joylashgan uchastkalar uchun ko'ndalang kesim yuzasi katta bo'lgan simlar, bo'linish nuqtasiga tutashtirilgan uchastkalarda esa ko'ndalang kesim yuzasi kichik simlar ishlatilgan.

Birinchi holat ko'proq uchraydi, chunki liniyaning butun uzunligi davomida simni bir hil kesim yuzasi amaliy jihatdan qulaydir. Iqtisodiy nuqtai-nazardan bunday echim juda ko'p yuklamalar liniyaga bir-biriga yaqin masofada ulansa va yana liniyaning uzunligi davomida yuklamalar bir hil taqsimlansa, o'zini oqlaydi. Hisoblash tartibi quyidagicha olib boriladi: liniyaning normal ish holati uchun formula asosida uchastkalar bo'yicha quvvat taqsimlanishi topiladi. Magistral uchastkalardagi toklarni topib, ular orqali, yuklamalar bir xil taqsimlangan liniyalar uchun iqtisodiy kesim yuzasi topiladi. Olingan iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzalarini yaqin standartga yaxlitlashtirilgan o'rtachasi qabul qilinadi. Yuklamalari bir xil taqsimlangan liniyalarda iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasini aniqlashdagi hatolik amaldagi ruxsat etilgan oraliqda bo'ladi va yana yuklamalar soni qancha katta bo'lsa va liniyaning uzunligi davomida qancha ko'p joylashsa, shuncha kichik bo'ladi.

Liniya simlarining ko'ndalang kesim yuzasi formula orqali topilgandan so'ng, bo'linish nuqtasigacha bo'lgan kuchlanishning yo'qotilishi topiladi va agar normal holatda ruxsat etilgan qiymatdan katta bo'lsa, tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasi o'zgartiriladi.

So'ngra esa shikastlangan holat ko'riladi. SHikastlangan holat— juda og'ir, taminlanish manbalaridan birini o'chirilgandagi holatdir. Bunda,

iste'molchilarning hammasi ta'minlanishi bir tarafdin amalga oshiriladi. Uchastkalar bo'yicha quvvat taqsimlanishi aniqlangandan so'ng, eng uzoqlashtgan nuqtasigacha bo'lgan kuchlanishning yo'qotilishi topiladi va tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasi qizish darajasi bo'yicha tekshiriladi.

Tekshirish, shikast holatida ruxsat etilgan kuchlanishning yo'qotilishi yoki mumkin bo'lgan qizish toki oshib ketganligini ko'rsatsa, unda simning ko'ndalang kesim yuzasini kattalashtirish kerak.

Ikkinchi holat bo'yicha har xil ko'ndalang kesim yuzasini qo'llashda ham, tarmoqni hisoblash tartibi yuqorida ko'rsatilgandek bo'ladi.

Liniyani bir turli deb ko'rsatib, avval normal holat uchun uchastkalar bo'yicha dastlabki quvvat taqsimlanishi aniqlanadi. So'ngra, topilgan quvvat taqsimlanishiga asosan, har bir uchastka uchun simning iqtisodiy kesim yuzasi topiladi va ularni qizishga chidamliligi normal va shikastlangan holat uchun tekshiriladi. So'ngra normal holat (5.2.4) yoki (5.2.5) formulalar yordamida qaytadan quvvat taqsimlanadi va tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasi normal va shikastlangan holat uchun ruxsat etilgan kuchlanishni yo'qotilishiga tekshiriladi.

Agarda tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasi mumkin bo'lgan kattaliklarni qoniqtirmasa, kesim o'zgartirilib, hisoblash yana takrorlanadi.

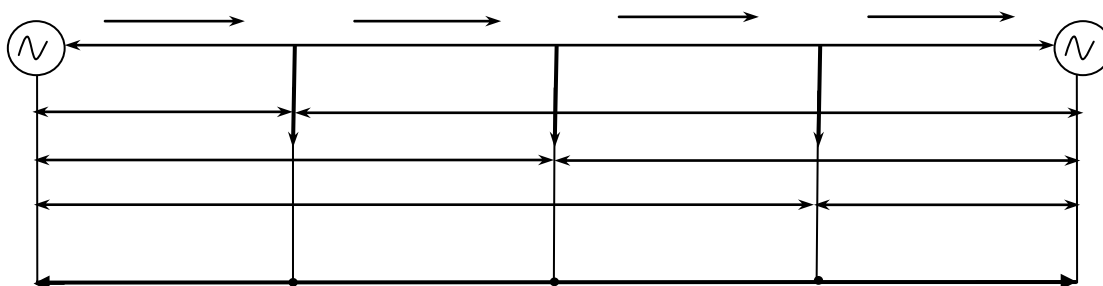
Ba'zan normal holatda aktiv va reaktiv quvvatlarni bo'linish nuqtalari bir biriga to'g'ri kelmaydi, unda eng katta kuchlanishning yo'qotilishini topish uchun birinchi va ikkinchi nuqtalargacha hisoblash kerak va simning ko'ndalang kesim yuzasini to'g'riligiga kuchlanishning yo'qotilishini eng katta qiymati bo'yicha baho berish kerak.

Shaxobchaga ega bo'lgan berk zanjirli tarmoqlarda eng katta kuchlanishning yo'qotilishi, bo'lish nuqtasida bo'lmay, balki shohobchaning eng uzoqlashtgan nuqtasida bo'lishi mumkin. Shaxobchalar uchun simlarning kesim yuzasi shu'lasimon tarmoqlarni hisoblash usuli kabi shaxobchadan bo'lish nuqtasigacha qolgan ruxsat etilgan kuchlanishning yo'qotilishi bo'yicha aniqlanadi.

Shu'lasimon tarmoqlar deb shunday tarmoqlarga aytiladiki, ulardan energiya iste'molchilarga bir tomondan uzatiladi. Ko'pincha bunday tarmoqlarga 110 kV kuchlanishigacha mahalliy ahamiyatga ega bo'lgan energiyani 20-30 km dan oshmagan masofadagi iste'molchilarga etkazib beradigan tarmoqlar kiradi.

IKKI TARAFDAN TA'MINLANUVCHI LINIYALARNI HISOBLASH TARTIBI

Nazariy qism



5.2.6-rasm Ikki tarafdandan ta'minlanuvchi elektr tarmog'ining sxemasi

Ikki tarafdandan ta'minlanuvchi elektr tarmoqlarida elektr uzatishni (5.2.6-rasm) hisoblash uchun ikkita shartni qabul qilamiz [7].

1. Iste'molchilarni ta'minlovchi kuchlanish o'zaro teng va nominal kuchlanishga teng, deb qabul qilamiz.

2. Ko'rilayotgan tarmoqda quvvat isrofini hisobga olmaymiz.

Umumiy holatni ko'ramiz.

a) ta'minlash punktlarining kuchlanishlari o'zaro teng emas va fazalari bir-biriga to'g'ri kelmaydi.

b) $Z=R+jX$ – tarmoqning to'liq qarshiligini belgilaymiz.

d) $u=u_a-u_r$ – yuklama kompleks holda ko'rsatilgan va quvvat koeffitsienti o'zaro to'g'ri kelmasligi mumkin.

Ikki tarafdandan ta'minlanadigan tarmoqning bo'linish nuqtasini aniqlash uchun $U_A \neq U_B$ kuchlanishlar teng bo'lmaganda, uchastka bo'shidagi quvvat yoki tokni bilish kerak.

Belgilaymiz: $z_1=z_{A1}$; $z_1' = z_{12} + z_{23} + z_{34}$; $z_2' = z_{A1} + z_{12}$;

$$z_2 = z_{23} + z_{34}; z_3 = z_{A1} + z_{12} + z_{23}; z_3' = z_{34}; z_{AB} = z_{01} + z_{12} + z_{23} + z_{32}$$

$$I_A = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_{AB}} + \frac{i_1 z_1' + i_2 z_2' + i_3 z_3'}{Z_{AB}}; S_A = \frac{U_A - U_B}{Z_{AB}} U_H + \frac{\sum S \cdot z'}{Z_{AB}}$$

$$I_B = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_{AB}} + \frac{i_1 z_1 + i_2 z_2 + i_3 z_3}{Z_{AB}}; S_B = \frac{U_A - U_B}{Z_{AB}} + \frac{\sum S \cdot z}{Z_{AB}}$$

Umumiy holat uchun

$$U_A = U_{AB} + U'_A$$

$$U_B = U_{AB} + U'_B$$

bu erda: $I_{AB} = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} Z_{AB}}$ - U_{AB} -ta'minlash punktlarining kuchlanishlari va

tarmoqning umumiy qarshiligiga bog'liq tenglashtiruvchi tok;

U_A, U_B - yuklama toklaridan aniqlanadigan toklar. Ta'minlaSh punktlaridagi kuchlaniShlar teng bo'lganda, yuklama toklari va liniyaning parametrlariga bog'liq bo'ladi.

Agar $U_A=U_B$ – ta'minlaSh punktlaridagi kuchlaniShlari o'zaro teng va fazalari ustma-ust tuShadi. Bunda, $U_{AB}=0$, chunki $U_A-U_B=0$

$$I_A = \frac{\sum iz'}{Z_{AB}}; \quad I_B = \frac{\sum iz}{Z_{AB}}; \quad S_A = \frac{\sum Sz'}{Z_{AB}}; \quad S_B = \frac{\sum Sz}{Z_{AB}}$$

Agar ta'minlaSh punktlaridagi kuchlaniSh o'zaro teng va fazalari ustma-ust tuShsa, liniya o'zining uzunligi davomida bir xil ko'ndalang kesim yuzali simdan tayyorlanadi va tayanchlarda simlarning joylaShuvi bir xil bo'ladi. SHunda:

$$I_A = \frac{\sum iL'}{Z_{AB}}; \quad I_B = \frac{\sum iL}{Z_{AB}}; \quad S_A = \frac{\sum SL'}{Z_{AB}}; \quad S_B = \frac{\sum SL}{Z_{AB}}$$

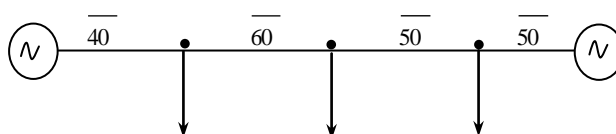
MASALALARNI ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-masala. 5.2.7-rasmda ko'rsatilgan elektr tarmog'i uchun ikki holatga tokni taqsimlanishi aniqlang.

a) $U_A=U_B$ fazalar ustma-ust tuShadi $U_n=220$ V;

b) $U_A=222$ V $U_B=228$ V va fazalar ustma-ust tuShadi. Liniya mis tomirli, ko'ndalang kesim yuzasi 50 mm^2 bo'lgan simdan tayyorlangan.

Sxemada uzunlik m da, toklar Amperda berilgan.



5.2.7-rasm

YUklama toklarini kompleks holda ko'rsatamiz:

$$i_1=(50-j0)A$$

$$i_2=(54-j26,4)A$$

$$i_3=(56-j42)A$$

Uchastka qarShiliklarini aniqlaymiz:

$$R_{A-1} = \frac{l_{A-1}}{\gamma F} = \frac{40}{53 \cdot 50} = 0,015 \text{ Om}$$

$$R_{1-2} = \frac{l_{1-2}}{\gamma F} = \frac{60}{53 \cdot 50} = 0,023 \text{ Om}$$

$$R_{2-3} = R_{3-B} = \frac{50}{53 \cdot 50} = 0,019 \text{ Om}$$

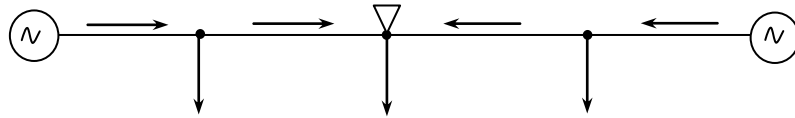
(a) holat uchun, $U_A=U_V$ va kabel liniyalari uchun $X_0=0$

$$I_A = \frac{\Sigma iR'}{R_{AB}} = \frac{\Sigma (i_a - ji_p)R'}{R_{AB}} = \frac{\Sigma i_a R'}{R_{AB}} - j \frac{\Sigma i_p R'}{R_{AB}} = I_{Aa} - jI_{Ar}$$

$$I_{Aa} = \frac{\Sigma iR'}{R_{AB}} = \frac{50 (0,023 + 0,019 + 0,019) + 54 (0,019 + 0,019) + 56 \cdot 0,019}{0,076} = 80,5 \text{ A}$$

$$I_{Ar} = \frac{\Sigma iR'}{R_{AB}} = \frac{26,4(0,019 + 0,019) + 42 \cdot 0,019}{0,076} = 23,7 \text{ A}$$

SHunday qilib, toklarning taqsimlanishini ko'rsatamiz.



5.2.8-rasm

$$U_B = (79,5 - j44,7) \text{ A}$$

$$I_{Ba}' = \frac{56 (0,019 + 0,023 + 0,015) + 54 (0,023 + 0,015) + 56 \cdot 0,015}{0,076} = 79,5 \text{ A}$$

$$I_{Bp}' = \frac{42 (-0,019 + 0,023 + 0,015) + 26,4 (0,023 + 0,015) + 56 \cdot 0,015}{0,076} = 44,7 \text{ A}$$

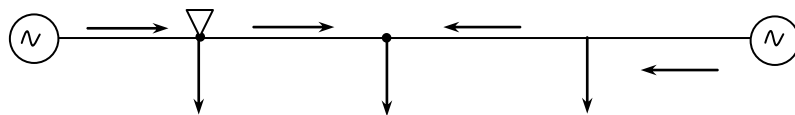
Bundan ko'rinadiki hisoblashlar to'g'ri, manbalar kuchlanishi teng bo'lganda 2-nuqtada tokning bo'linishi nuqtasiga to'g'ri keladi.

(b) holat uchun $U_A=222 \text{ V}$, $U_V=228 \text{ V}$

$$I_{AB} = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} R_{AB}} = \frac{222 - 228}{1,73 \cdot 0,076} = \frac{-6}{1,73 \cdot 0,076} = 45,5 \text{ A}$$

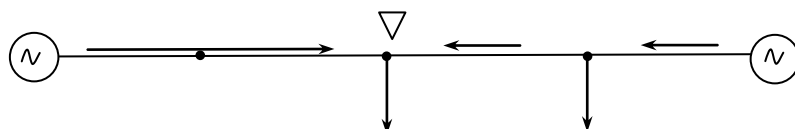
$$U_A = U_{AB} + U_{BA} = 45,5 + (80,5 - j23,7) = (35 - j23,7) \text{ A}$$

Aktiv tokning taqsimlanishi:



5.2.9-rasm

Reaktiv tokning taqsimlanishi:



5.2.10-rasm

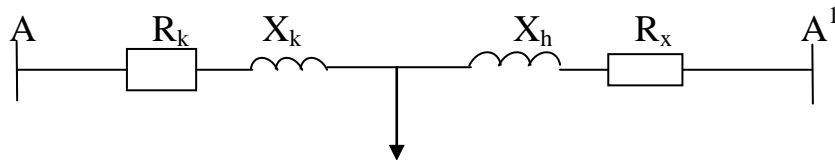
SHunday qilib, $U_b=(125-j44,7) A$ hosil bo'ladi, natijani tekshirib ko'ramiz:

$$U_V=U_{AB}+U_B=45,5+(79,5-j44,7)=(125-j44,7)A$$

2-masala. Toki 500 A, $\cos\varphi=0,8$ bo'lgan iste'molchi 10 kV kuchlanishli ikkita EUL dan ta'minlanadi. Birinchi liniya AS - 120 simdan tayyorlangan havo liniyasi, uzunligi 6 km; ikkinchisining uzunligi 4 km li AAB-(3x95) rusumli kabel liniyasi tayyorlangan. Liniyadagi tok va kuchlanishning yo'qotilishini, nominal va avariya holatlarida tarmoqning ishlatilishini aniqlang. 1 km uzunlikdagi AS - 120 simning qarshiligi $R_0=0,27\text{Om/km}$, $X_0=0,33\text{Om/km}$; AAB-(3x95) kabel liniyasini $R_{0kl}=0,33\text{Om/km}$, $X_{0kl}=0,083\text{Om/km}$. Liniyaning to'la qarshiligi:

$$R_x + jX_x = (0,27 + j0,33) \cdot 6 = (1,62 + j1,98) \text{ Om}$$

$$R_{kl} + jX_{kl} = (0,33 + j0,083) \cdot 4 = (1,32 + j0,33) \text{ Om}$$



5.2.11-rasm

Elektr tarmog'ini ikki tarafdin ta'minlanadigan liniya deb qaraymiz. Kabel liniyasidagi tok:

$$I_k = \frac{I(R_x + jX_x)}{R_x + jX_x + R_k + jX_k} = \frac{(400 + j300)(1,62 + j1,98)}{1,62 + j1,98 + 1,32 + j0,33} = (222,5 + j259,8) A$$

SHunga o'xshash, havo liniyasidagi tok:

$$I_x = \frac{I(R_x + jX_x)}{R_x + jX_x + R_k + jX_k} = \frac{(400 + j300)(1,32 + j0,33)}{1,62 + j1,98 + 1,32 + j0,33} = (177,5 + j40,2) A$$

Tekshirish:

$$I_k + I_x = 222,5 + j259,8 + 177,5 + j40,2 = (400 + j300) A = I$$

Tarmoqning me'yoriy ish tartibida kuchlanishning yo'qotilishi ta'minlash manbaidan bo'linish nuqtasigacha aniqlanishi kerak.

(Bu holatda yuklama o'rnatilgan nuqtasigacha)

$$\Delta U = \sqrt{3}(I_{ak} R_k + I_{pk} X_k) = 1,73(222,5 \cdot 1,32 + 259,8 \cdot 0,33) = 656 \text{ V}$$

SHikastlangan holatda havo liniyasini o'chirilgan deb tasavvur qilib, kuchlanishning yo'qotilishini aniqlaymiz.

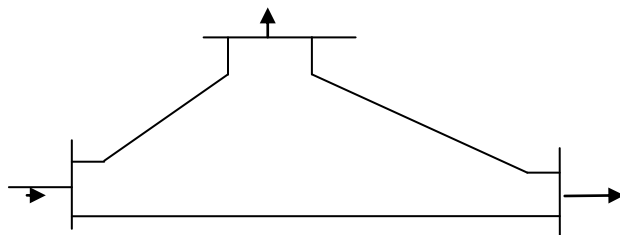
$$\Delta U = \sqrt{3}(I_a R_k + I_p X_k) = 1,73(400 \cdot 1,32 + 300 \cdot 0,33) = 1085 \text{ V}$$

3-masala. Kuchlanishi 110 kV li halqasimon tarmoq elektr stansiya

1-podstansiyaning va

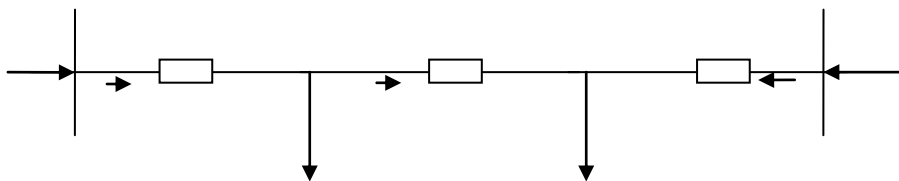
$S_2=36,18+j29,17\text{MVA}$, $S_3=39,2+j32,89\text{MVA}$ quvvatga ega 2-3- podstansiyalar bilan bog'laydi. Simlar markasi va liniyalar uzunligi rasmda ko'rsatilgan. Ularning qarshiliklari tegishli holda $Z_{12}=3,6+j12,15\text{Om}$,

$Z_{23}=9,84+j10,21$ Om, $Z_{12}=8,1+j20,65$ Om elektr stansiya Shinasidagi kuchlaniSh 117,7 kV. Elektr stansiya Shinasidan keladigan quvvatni aniqlang. HisoblaShlarni quvvat isrofini hisobga olmasdan amalga oShiring.



5.2.12-rasm

1-tugundan tarmoqni kesib ikki tarafdin ta'minlanadigan liniyaga keltiramiz:



5.2.13-rasm

Bo'liniSh nuqtasini aniqlaSh uchun halqasimon tarmoqdagi taxminiy quvvat taqsimlanishiShini aniqlaymiz:

$$S_{12} = \frac{(36,18 + j29,17)(9,84 - j10,21 + 8,1 - j20,65) + (39,2 + j32,89)(8,1 - j20,65)}{3,6 - j12,15 + 9,84 - j10,21 + 8,1 - j20,65} = 44,82 + j36,75 \text{ MVA}$$

$$S_{43} = \frac{(39,2 + j32,89)(9,84 - j10,21 + 3,6 - j12,15) + (36,18 + j29,17)(3,6 - j12,15)}{3,6 - j12,15 + 9,84 - j10,21 + 8,1 - j20,65} = 30,56 + j25,31 \text{ MVA}$$

Berk tarmoq liniyalarining boShidagi quvvatning taqsimlanishiShini $S_{12} + S_{43} = S_2 + S_3$ Sharti bilan to'g'riligini tekShiramiz:

$$44,82 + j36,75 + 30,56 + j25,31 = 75,38 + j62,06 \text{ MVA}$$

Bunda, S_{12} va S_{43} to'g'ri aniqlandi. 2-tugun uchun Kirxgofning birinchi qonunini iShlatib 2 va 3 liniyadagi quvvatning taqsimlanishiShini aniqlaymiz:

$$S_{23} = S_{12} - S_2 = 44,82 + j36,75 - (36,18 + j29,17) = 8,64 + j7,58 \text{ MVA}$$

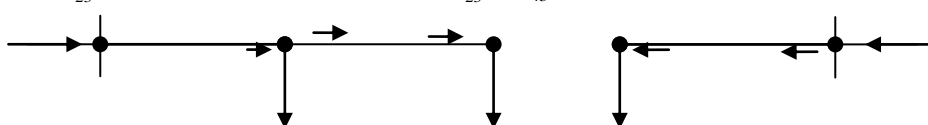
3 - tugunda aktiv va reaktiv quvvat taqsimlanishiShining bo'liniSh nuqtasi. Quvvat isrofini hisobga olmagan holda elektr stansiyasi Shinasidan kelayotgan quvvat quyidagiga teng:

$$S_1 = S_{12} + S_{43} = 75,38 + j62,06 \text{ MVA}$$

Misolni liniyalarda bo'ladigan quvvat isrofini hisobga olib davom ettiramiz.

S_{12} , S_{23} , S_{43} , quvvatlar quvvat isrofini hisobga olmasdan aniqlangan. Ikki tarafdin ta'minlangan liniyaning bo'liniSh nuqtasini 3-tugunda qirqamiz. 3 va 3' nuqtalardagi yuklama teng.

$$S_{23}^{ox} = 8,64 + j7,58 \text{ MVA} = S_{23} \quad S_{43}^{ox} = 30,56 + j25,31 \text{ MVA} = S_{43}$$



5.2.14-rasm

2-3, 1-2 - liniyalarda quvvat oqimini aniqlaymiz.

2-3 - liniya oxiridagi quvvat:

$$S_{23}^{ox} = S_{23} = 8,64 + j7,58 \text{ MVA}$$

2-3 liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta S_{23} = \frac{8,64^2 + 7,58^2}{110^2} (9,84 + j10,21) = 0,11 + j0,11 \text{ MVA}$$

1-2 liniya oxiridagi quvvat:

$$S_{13}^{ox} = S_{23}^{ox} + \Delta S_{23} + S_2 = 8,64 + j7,58 + 0,11 + j0,11 + 36,18 + j29,17 = 44,93 + j36,86 \text{ MVA}$$

1-2 liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta S_{12} = \frac{44,93^2 + 36,86^2}{110^2} (3,6 + j12,15) = 1 + j3,39 \text{ MVA}$$

1-2 liniya boShidagi quvvat:

$$S_{12}^b = S_{12}^{ox} + \Delta S_{12} = 44,93 + j36,86 + 1 + j3,39 = 45,93 + j40,25 \text{ MVA}$$

4-3-liniyadagi quvvatni hisoblaymiz. 4-3-liniya oxiridagi quvvat

$$S_{43}^{ox} = 30,56 + j25,31 \text{ MVA} .$$

4 3 liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta S_{43} = \frac{30,56^2 + 25,31^2}{110^2} (8,1 + j20,65) = 1,05 + j2,69 \text{ MVA}$$

4-3-liniya boShidagi quvvat:

$$S_{43}^b = 30,59 + j25,31 + 1,05 + j2,69 = 31,61 + j28 \text{ MVA}$$

Elektr stansiya Shinasidan iste'mol qilinayotgan quvvat:

$$S_1 = S_{12}^b + S_{43}^b = 45,93 + j40,25 + 31,61 + j28 = 77,54 + j68,25 \text{ MVA}$$

YUqorida keltirilgan berk elektr tarmog'ida quvvatning taqsimlanishini hisobga olib 2,3-tugunlardagi kuchlanish va kuchlanishning yo'qotilishini aniqlaymiz.

Quvvat isrofini hisobga olmagan holda kuchlanishning yo'qotilishi ΔU_{ek} (eng katta) ni hamda ko'ndalangiga quvvat isrofini hisobga olmay amalga oshiramiz.

Kuchlanishi $U_1=U_4=117,7 \text{ kV}$ bo'lganda kuchlanishning yo'qotilishi quyidagicha:

$$\Delta U_{43} = \frac{30,56 \cdot 8,1 + 25,31 \cdot 20,65}{117,7} = 6,54 \text{ kV}$$

$$U_3 = 117,7 - 6,54 \approx 111,2 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{44,82 \cdot 3,6 + 36,15 \cdot 12,15}{117,7} = 5,16 \text{ kV}$$

$$U_2 = 117,7 - 5,16 \approx 112,5 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{8,64 \cdot 9,84 + 7,58 \cdot 10,21}{117,7} = 1,44 \text{ kV}$$

$$U_3 = 117,7 - 1,44 \approx 111,1 \text{ kV}$$

Quvvat isrofini hisobga olinmagan holda me'yoriy tartibda eng katta kuchlanishning yo'qotilishi:

$$\Delta U_{ek} = \Delta U_{13} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} = 5,16 + 1,44 = 6,6 \text{ kV}$$

Quvvat isrofini hisobga olib eng katta kuchlaniShning yo‘qotiliShi ΔU_{ek} ni

aniqlaymiz:
$$\Delta U_{43} = \frac{31,16 \cdot 8,1 + 28 \cdot 20,65}{117,7} = 7,1 \text{ kV}$$

$$U_3 = 117,7 - 7,1 \approx 110,6 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{45,93 \cdot 3,6 + 40,25 \cdot 12,15}{117,7} = 5,56 \text{ kV}$$

$$U_2 = 117,7 - 5,56 \approx 112,1 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{8,75 \cdot 9,84 + 7,69 \cdot 10,21}{112,1} = 1,47 \text{ kV}$$

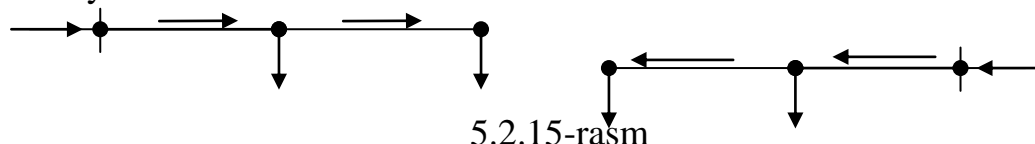
$$U_3 = 112,1 - 1,47 \approx 110,6 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{13} = 5,56 + 1,47 = 7,03 \text{ kV}$$

Eng katta quvvat isrofi bo‘yicha xatolik

$$\Delta U_{43} - \Delta U_{13} = 0,07 \text{ kV}$$

Avariya holatini ko‘ramiz



4-3-liniya uzilganda 1-2-liniyadagi quvvat

$$S_{12} = S_3 + S_2 = 39,2 + j32,89 + 36,18 + j29,17 = 75,38 + j62,06 \text{ MVA}$$

2-3-liniyadagi quvvat $S_{23} = S_3 = 39,2 + j32,89 \text{ MVA}$

1-2, 2-3-liniyalardagi kuchlaniShning yo‘qotiliShi 1- va 2- tugunlardagi kuchlaniSh va eng katta kuchlaniShning yo‘qotiliShi ΔU_{ek} ni aniqlaymiz.

$$\Delta U_{12 \text{ a var}} = \frac{75,38 \cdot 3,6 + 62,06 \cdot 12,15}{117,7} = 8,71 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{23 \text{ a var}} = \frac{39,2 \cdot 9,84 + 32,89 \cdot 10,21}{109} = 6,62 \text{ kV}$$

$$U_3 = 109 - 6,62 \approx 102,4 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{13 \text{ a var}} = 8,71 + 6,62 = 15,33 \text{ kV}$$

1-2-liniya uzilgan holatda

$$S_{43} = S_2 + S_3 = 39,2 + j32,89 + 36,18 + j29,17 = 75,38 + j62,06 \text{ MVA}$$

$$S_{23} = S_3 = 36,18 + j29,17 \text{ MVA}$$

$$\Delta U_{43 \text{ a var}} = \frac{75,38 \cdot 8,1 + 62,06 \cdot 20,65}{117,7} = 16,08 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{3 \text{ a var}} = 117,7 - 16,08 \approx 101,6 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{23 \text{ a var}} = \frac{36,18 \cdot 9,84 + 29,17 \cdot 10,21}{101,6} = 6,44 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{2 \text{ a var}} = 101,6 - 6,44 \approx 95,2 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{42 \text{ avar}} = 16,08 + 6,44 \approx 22,5 \text{ kV}$$

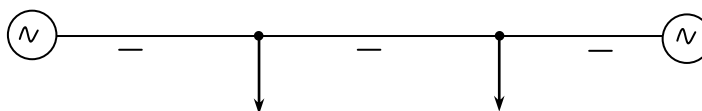
Avariya holatida eng katta kuchlanishning yo'qotilishi 1-2 liniya uzilganda bo'ladi, ya'ni $\Delta U_{\text{avar .e.k}} = \Delta U_{42 \text{ avar}} = 22,5 \text{ kV}$,

$$\Delta U_{\text{avar .e.k}} \% = 20,5 \%$$

MUSTAQIL ECHISH UCHUN MISOLLAR

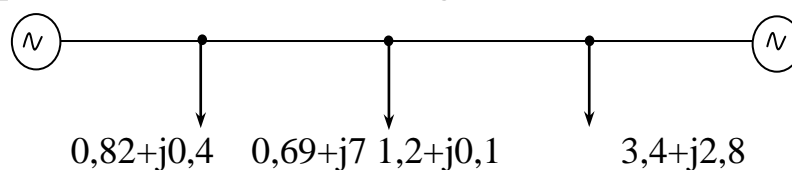
1-misol. 5.2.16-rasmda ko'rsatilgan iste'molchilar kuchlanishlari $U_A=11 \text{ kV}$, $U_V=10,5 \text{ kV}$ bo'lgan ikki manbadan ta'minlanadi. Uchastkalar uzunligi (km)da, yuklamalar (MVA)da simlar markasi rasmda ko'rsatilgan.

Tok bo'linish nuqtasini va 5.2.16-rasmda ko'rsatilgan uchastkalardagi quvvat taqsimotini aniqlang:



5.2.16-rasm

2-misol. 5.2.17-rasmda tasvirlangan ikki tarafdin ta'minlangan tarmoqda, ta'minlash manbalarining kuchlanishlari bir xil, 6 kVga teng bo'lganda quvvatning taqsimlanishini aniqlang. Sxemada yuklama (kVA)da tarmoq uchastkalarini qarshiliklari (Om)da ko'rsatilgan.



5.2.17-rasm



Savollar

1. Rayon elektr tarmoqlari deb nimaga aytiladi ?
2. Elektr energiya bilan ta'minlashda iShonchlilikni oShiriSh uchun nima qiliSh kerak?
3. Xalqasimon elektr tarmoq deb nimaga aytiladi?
4. Rayon elektr tarmoqlarining turlarini ayting?

5.3-MAVZU

LINIYANING ZARYAD TOKI VA ZARYAD QUVVATI. EUL NING VEKTOR DIAGRAMMASI. UZUNLIGI KATTA BO'LGAN EUL NI HISOBLASH HAQIDA ASOSIY MA'LUMOTLAR.

O'quv maqsadi

Talabatlarda elektr uzatish liniyasining zaryadlanish toki, quvvati, ularning kuchlanishga bog'liqligi, aktiv va reaktiv o'tkazuvchanlikning yuklama toklarigata'siri bo'yicha amaliy ko'nikmalarini shakllantirish.



- *Asosiy ma'lumotlar*

110, 220, 330 kV li kuchlanishlar energetika tizimining elektr stansiyalari tomonidan ishlab chiqilgan quvvatlarni iste'molchilar markaziga uzatish va quvvatni yirik iste'molchilar o'rtasida taqsimlashga xizmat qiladi.

500, 750, (400-750) kV kuchlanishlar esa katta miqdordagi elektr energiyani ta'minlash manbaidan ancha uzoqlarda joylashgan yirik sanoat markazlariga uzatishda, hamda energetika tizimlari o'rtasida aloqa uchun xizmat qiladi.

Elektr energiyani uzatishda nominal kuchlanishni ko'tarish bilan liniyaning o'tkazuvchanlik qobiliyati oshiriladi, hamda xuddi shunday quvvat uzatilsa uzatish masofasi kattalashishga imkon yaratiladi.

Elektr energetika taminotida kuchlanish texnik-iqtisodiy hisoblarga asosan tanlanadi. Agarda taqqoslangan variantlar iqtisodiy jihatdan bir hil bo'lsa, kelajakda elektr energiya iste'molining ko'payishini hisobga olib yuqoriroq kuchlanishli variant tanlanadi.

Bunda shunga diqqatni qaratis kerakki, ishchi kuchlanishini U_i nominal kuchlanish U_n ga nisbatan uzoq vaqt oshirishi, izolyasiyaning ishlash sharoitiga qarab 110-220 kV kuchlanishlarda 15% dan, 330 kV kuchlanishda 10% dan va 500 kV va undan yuqori kuchlanishlarda 5% dan oshmasligi kerak. Bu esa ma'lum darajada liniyaning uzunligini chegaralaydi.

Agar,

Nominal kuchlanish, kV 110; 220; 330; 500; 750 (+750) bo'lsa
Liniyaning uzunligi, km 160; 240; 300; 1100 ; 2000 (2000-2500) ga nisbatan elektr tarmoqlarining aktiv va sig'im o'tkazuvchanliklariga egadir. O'tkazuvchanliklarni bo'lishi liniyalarda siljish va sig'im toklarini yuzaga keltiradi, uning qiymati yuklamaga bog'liq bo'lmay, balki liniyaning tuzilishi, uzunligi va ishchi kuchlanishi U_N bilan aniqlanadi [5].

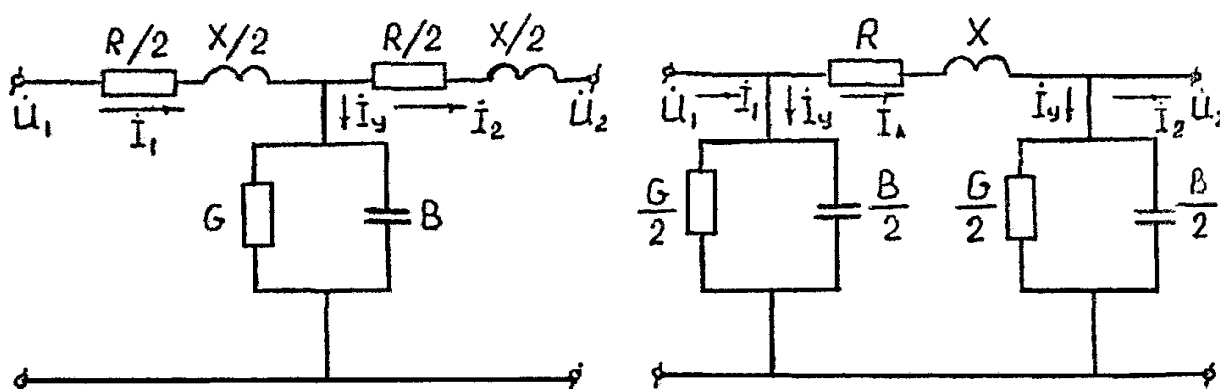
Mahalliy elektr tarmoqlarida o'tkazuvchanlik hisobga olinmaydi, chunki bu liniyalar nisbatan kichik uzunlik ℓ bo'lib, kuchlanish U ga egadir va o'tkazuvchanlik toklari yuklama toklariga nisbatan ancha kichikdir.

Uzoq masofaga ℓ va U kuchlanishli rayon elektr tarmoqlarida o'tkazuvchanlik toklari yuklama toklariga nisbatan etarli darajada katta

o'Ichamga egadir, Shuning uchun elektr hisoblashlarda ularni hisobga olish shart. Shunday qilib, rayon elektr tarmoqlarini mahalliy elektr tarmoqlaridan farqi: elektr uzatish liniyalarini hisoblashda faqat R va X qarshiliklar emas, balki o'tkazuvchanlik G va V ham hisobga olinadi.

Aktiv o'tkazuvchanlik G va reaktiv o'tkazuvchanlik V ham, R va X qarshiliklarga o'xshab elektr uzatish liniyasining uzunligi davomida bir xil taqsimlangandir. Ammo hisoblashda soddalashtirilgan usullardan foydalanib ko'rilayotgan liniyani yig'ilgan parametrlardan iborat deb qarash mumkin. 300 km uzunligacha bo'lgan liniyalarda o'tkazuvchanlik liniyaning o'rtasida, qarshiliklar esa chetlarida yoki teskarisi – qarshiliklar o'rtasida, o'tkazuvchanliklar esa chetlarida joylashgan deb qarash mumkin;

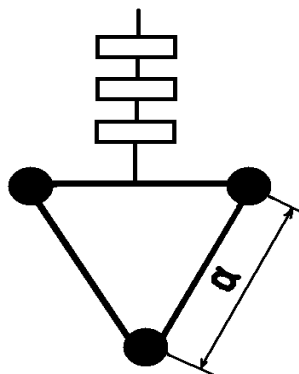
bunda – «T» - ko'rinishli yoki «P» - ko'rinishli almashtirish sxemasi hosil bo'ladi.



5.3.1-rasm. Liniyaning «T» va «P» - ko'rinishli almashtiruv sxemasi

Elektr hisoblashlar uchun liniyaning «P» - ko'rinishli almashtirish sxemasi qulay bo'lganligi uchun keyingi hisoblashlarda uni ko'rib o'tamiz.

Mahalliy elektr tarmoqlari uchun qo'rilayotgangan R va X ni aniqlash



5.3.2 rasm. Fazani uch simga bo'lish

usuli fazadagi simlarning joylashuvi bir hil bo'lgani uchun rayon elektr tarmoqlarida ham qo'llanilishi mumkin.

Liniyaning o'tkazish qobiliyatini oshirish (X-ni kamaytirish) va uch fazali tok liniyasini tojlanihdagi elektr energiya isrofini kamaytirish uchun 330, 500, 750 kV kuchlanishli liniyalar bo'lingan fazali qilib bajariladi.

Faza simlarining ko'ndalang kesim yuzasi bir simlardagiga o'xshab aniqlanadi.

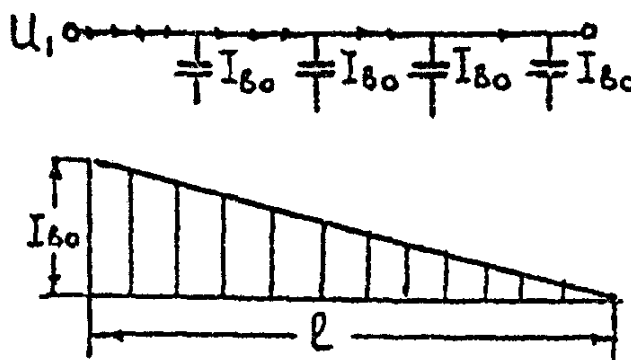
n - simga bo'lish, bu bo'lish qadamiga bog'liq bo'lgan katta radiusli simga o'tish deb qarash mumkin va 5.3.2 –rasmga asosan a ni kattalashtirish bilan induktiv qarshilik kamayadi, o'tkazuvchanlik V esa kattalashadi.

Liniyaning zaryad toki. Liniyaga ulangan o'zgaruvchan kuchlanish ostida liniyaning sig'imlarida o'zgaruvchan elektr maydoni paydo bo'lib elektr zaryadlarining harakati yuzaga keladi, ya'ni reaktiv o'zgaruvchan tok hosil bo'ladi. Bu tok liniyaning sig'im yoki zaryad toki deb ataladi. Uzunligi davomida sig'im ($V=const$) bir xil taqsimlangan liniyaning uzunlik birligidagi sig'im tokining qiymati liniyaning har bir nuqtasidagi kuchlanishlarga bog'liqdir. Chunki yuklamaga bog'liq bo'lgan liniyadagi kuchlanishning pasayishi doim o'zgarib turadi va shunga asosan liniyaning uzunligi davomidagi kuchlanish ham kattalik va faza jihatdan o'zgarganligi uchun sig'im toki ham o'zgaradi. Ammo amaliyotda esa bular hisobga olinmaydi va uzunlik birligidagi sig'im tokini (A/km) aniqlashda haqiqiy kuchlanish o'rniga o'rtacha yoki nominal kuchlanishning qiymati qo'yiladi:

$$I_{\epsilon_0} = U_{\phi} \epsilon_0 = \frac{U_H}{\sqrt{3}} \epsilon_0 \quad (5.3.1)$$

Sig'im toki liniyaning uzunligiga mutanosib ravishda o'zgaradi. Liniyaning bo'shidagi sig'im toki liniyaning hamma sig'im toklarining yig'indisidan iborat bo'lib, bir-biriga teng bo'ladi:

$$I_{\epsilon} = I_{\epsilon_{ol}} = \frac{U_H}{\sqrt{3}} \epsilon_0 l = \frac{U_H}{\sqrt{3}} \quad (5.3.2)$$



5.3.3. rasm. Liniyaning uzunligi davomida sig'im toklarining o'zgarishi.

Liniyadagi haqiqiy tokning yig'indisi har bir nuqtadagi yuklama toki va U_{bo} ni geometrik yig'indisidan topiladi, hamda liniyaning uzunligi davomida kattaligi va faza jihatidan o'zgarib turadi. Ammo «P» ko'rinishli almashtiriSh sxemada liniyaning hamma o'tkazuvchanliklari sxemaning oxirida Shartli

yig'ilgan deb, R va X orqali oqayotgan toklar yig'indisi kattalik va faza jihatidan o'zgaras, deb qaraladi.

AlmaShtiriSh sxemadagi $V/2$ tufayli hosil bo'lgan butun liniyaning zaryad (sig'im) toki ikki tokning yig'indisidan topiladi.

$$I_{\sigma} = I_{\sigma_1} + I_{\sigma_2} = \frac{U_1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{B}{2} + \frac{U_2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{B}{2} \quad (5.3.3)$$

yoki taxminan nominal kuchlaniShda

$$I_B = 2 \frac{U_H}{\sqrt{3}} \frac{B}{2} = \frac{U_H}{\sqrt{3}} B \quad (5.3.4)$$

bu holatda

$$I_{B1} = I_{B2} = \frac{I_B}{2}$$

Keltirilgan formuladan ko'rinadiki, sig'im toki I , v_0 va ℓ ga to'g'ri mutanosibdadir. v_0 ko'pincha har hil kuchlaniShli liniyalar uchun juda kam miqdorda o'zgaradi, ya'ni amaliy jihatdan o'zgaras, deb qabul qilinadi. SHuning uchun sig'im toki I_v asosan U va liniyaning uzunligi orqali aniqlanadi.

Mahalliy elektr tarmoq liniyalari (35 kV va undan past kuchlaniShli) uncha yuqori bo'lmagan uzunlikga ega, Shuning uchun ularning zaryad toki juda kichik va tarmoqni hisoblaShda hisobga olinmaydi.

Rayon elektr tarmoqlari (110 kV va undan yuqori kuchlaniShli) asosan katta uzunlik ℓ ga egadir, ularning zaryad toklari yuklama toklari bilan birgalikda katta miqdorga ega, Shuning uchun hisoblaShlarda inobatga olinadi.

KuchlaniShi 6-35 kVli kabel liniyalarda soliShtirma o'tkazuvchanlik havo liniyalarnikiga qaraganda 10 martalab kattadir, lekin kabel liniyalarining uzunligi uncha katta bo'lmagani uchun, ularning zaryad toklari ham kichik va kabelning umumiy tokiga uncha ta'sir etmaydi.

Ammo kuchlaniShi 110-220 kVli kabel liniyalarda zaryad toklari kattadir. SHuning uchun ularning ta'sirini hisobga oliSh kerak.

Zaryad quvvati. Sig'im o'tkazuvchanligi V ning bo'liShi tufayli liniyaning reaktiv sig'im quvvatini iShlab chiquvchi, deb qaraSh mumkin. Sig'im quvvati (MVAr/km) quyidagi formuladan aniqlanadi va liniyaning

$$\text{zaryad quvvati deb ataladi. } Q_{\sigma_0} = \sqrt{3}UI_{\sigma_0} = \sqrt{3}U \frac{U}{\sqrt{3}} \sigma_0 = U^2 \sigma_0 \quad (5.3.5)$$

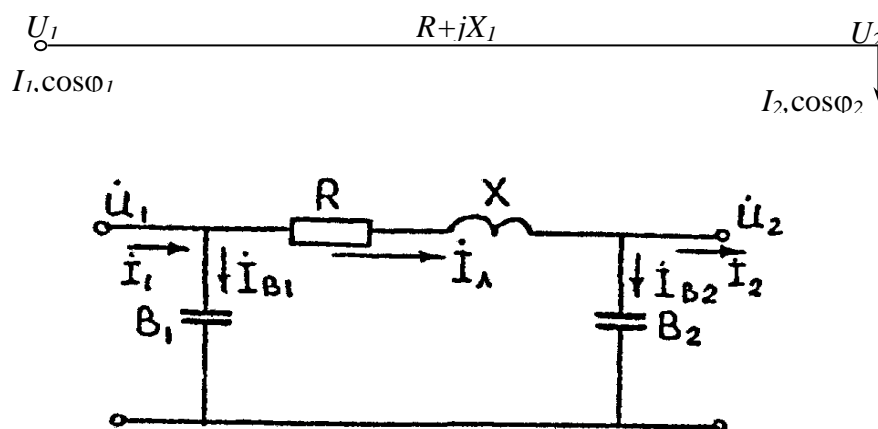
Zaryad quvvati teskari iShoraga ega bo'lib, liniyadan iste'molchiga uzatilayotgan quvvatning induktiv taShkil etuvchisini kamaytiradi, «P» ko'riniShli almaShtiriSh sxemasi bo'yicha hisoblaShda, zaryad quvvati haqiqiy U_1 va U_2 kuchlaniShga asosan aniqlanadi:

$$Q_{B1} = U_1^2 B / 2, Q_{B2} = U_2^2 B / 2 \quad (5.3.6)$$

yoki, U_N ga asosan:

$$Q_{B1} = Q_{B2} = U_H^2 B / 2 \quad (5.3.7)$$

Ko'pincha 35 kV va undan past kuchlanishli liniyalar kam zaryad quvvatiga ega bo'lgani uchun, ularda bu quvvat hisobga olinmaydi. 110 kV va undan yuqori kuchlanishli liniyalarda zaryad quvvatini hisobga olish zarur.

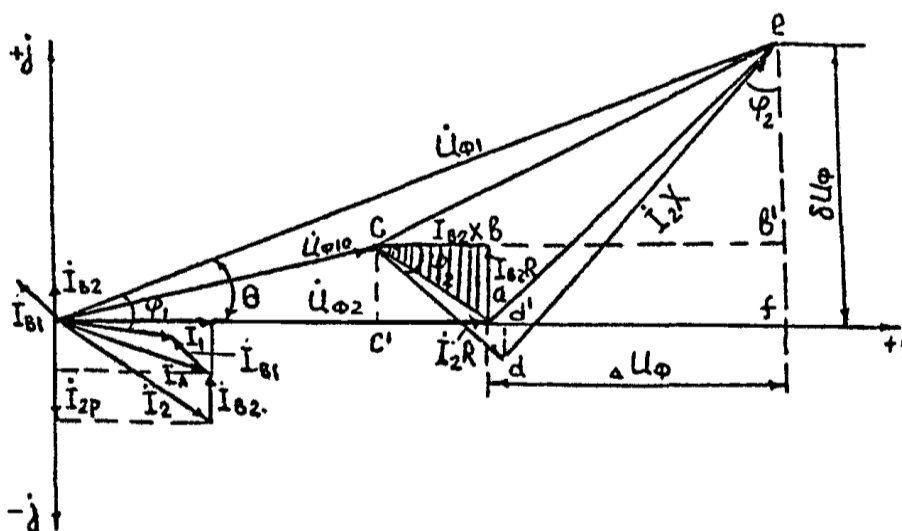


5.3.4-rasm. Elektr uzatish liniyasining almashtiruv sxemasi

Rayon ahamiyatiga ega bo'lgan elektr uzatish liniyasining vektor diagrammasini tuzishda tojlaniShdan sodir bo'lgan quvvat isrofi yo'q deb faraz qilamiz. Berilgan: liniyaning oxiridagi tok I_2 quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ va kuchlanish U_2 . Aniqlash kerak: liniyaning boshidagi $U_1, I, \cos \varphi$. Masalani grafik usulda echamiz. Vektor U_{F2} haqiqiy o'q bilan ustma-ust tuShadi.

Vektor diagrammadan ko'rinadiki: sig'im toki liniyadagi kuchlanishning pasayishini bo'ylamasiga tarkibiy qismini a_s^1 kattalikga kamaytiradi va ko'ndalangiga tarkibiy qismini e_s^f kattalikga ko'paytiradi. SHunday qilib, liniyadagi kuchlanishning yo'qotilishi kamayadi, $U_{\phi 1}$ va $U_{\phi 2}$ orasidagi fazalar burilishi esa kattalaShadi.

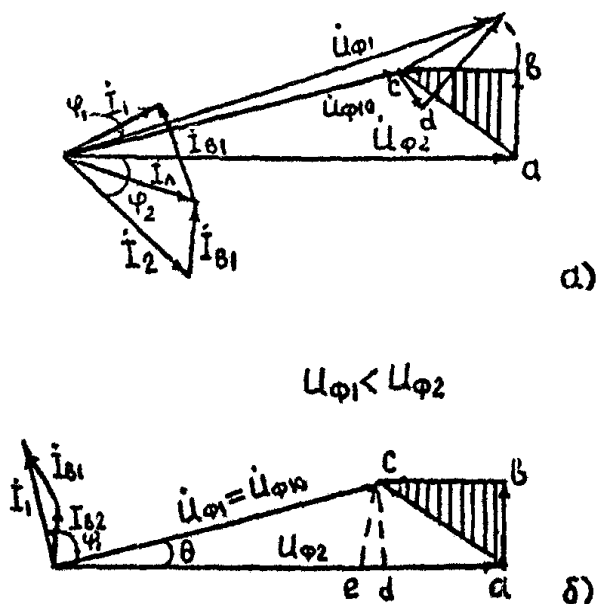
Birinchi natija – kuchlanishning yo'qotilishini kamayishi ayniqsa o'rtacha va katta yuklamalarda liniyaning ishlaSh holatiga ijobiy ta'sir ko'rsatib, liniyaning oxiridagi kuchlanishini normal darajada uShlaShga imkon beradi.



5.3.5-rasm. Rayon elektr uzatish liniyasining vektor diagrammasi

O‘ta yuqori bo‘lmagan yuklamalarda i_2 toki tufayli bo‘lgan kuchlaniShning yo‘qotiliShi va sig‘im toki i_{B2} tufayli bo‘lgan kuchlaniShning yo‘qotiliShi bir – birini o‘rni to‘ldiradi (5.3.6 a-rasm). Bu holatda liniyaning bo‘shi va oxiridagi kuchlaniShlarning tengligida quvvat uzatiliShi amalga oShiriladi. Keyingi yuklamaning kamayishi dan toki i_{B2} tufayli kuchlaniShning yo‘qotiliShi yuklama tokiga asoslangan kuchlaniShning yo‘qotiliShidan katta bo‘ladi (5.3.6 b-rasm); Shunday ekan bu holat uchun liniyaning bo‘shidagi kuchlaniSh liniyaning oxiridagi kuchlaniShga nisbatan kichik bo‘ladi.

$$(U_{\phi_1} < U_{\phi_2})$$



5.3.6 rasm. a) kam yuklama bo‘lganida; b) salt yurish holatida elektr uzatish liniyasining vektor diagrammalari.

Liniyaning salt ishlaSh holatida ($i_2 = 0$) i_{B2} sig‘im tokidan faqat manfiy kuchlaniShning yo‘qotiliShi yuzaga kelib, liniyaning oxiridagi kuchlaniSh bo‘shidagidan $ad \approx ae$ kattalikka ega bo‘ladi (5.3.6 b-rasm), ya’ni i_{B2} - toki sababli liniyaning induktiv qarShiligidagi kuchlaniShning yo‘qotiliShi katta bo‘ladi. Liniyaning sig‘imi tufayli generatsiya qilinadigan sig‘im quvvati stansiyalarning generatorlari tomoniga yo‘nalgan bo‘lib, ularning magnit tizimiga magnitlovchi kuchlar ta’sir qilib, elektr stansiya Shinalariga ulangan generator va tarmoqning kuchlaniShini oShiradi [2].

Bundan ko‘rinadiki, sig‘im toki o‘rta va katta yuklamalarda ijobiy natija beradi, kichik yuklamalarda va salt yurish holatida esa liniyaga yomon ta’sir qiladi. Masalan, yuqori kuchlaniShli, uzunligi katta bo‘lgan liniyalarda yuklamani to‘satdan uzilib qolishi dan, liniyaning oxiridagi kuchlaniShini Shunday me’yorga etkazish mumkinki, bu kuchlaniShni qabul qiluvchi podstansiya apparatlarining izolyasiyasi hisoblanmagan bo‘liShi mumkin.

SHuning uchun uzoq masofaga uzatuvchi liniyalarda bu noqulay holatdan qutilish uchun uzatish liniyasining bir qator punktlariga parallel reaktorlar ulanib, ko'ndalangiga sig'im kompensatsiya qilinadi.

Ikkinchi natija. i_{B2} toki tufayli kuchlanishning pasayishini ko'ndalangiga tarkibiy qismini kattalashtirish sababli, liniyaning boshi va oxiridagi kuchlanishlar orasidagi faza siljishi kattalashtadi. Bu holat esa elektr stansiyalarni parallel ishlatishning turg'unligi bilan bog'langan bo'lib, ichki va tizimlararo aloqadagi uzunligi katta liniyalarning holatlarini hisoblashda ahamiyatga ega.

5.3.6-rasmda keltirilgan diagrammadan liniyadagi zaryad tokini hisobga olgan holda liniya boshidagi kuchlanishning formulasini keltirib chiqarish mumkin:

$$\dot{U}_{\phi 1} = \dot{U}_{\phi 2} + \Delta \dot{U}_{\phi} + j\delta \dot{U}_{\phi}$$

yoki quvvatlar orqali:

$$\dot{U}_{\phi 1} = \dot{U}_{\phi 2} + \frac{P_{\phi 2} R + (Q_{\phi 2} - Q_{\phi B 2}) X}{U_{\phi 2}} + j \frac{P_{\phi 2} R + (Q_{\phi 2} - Q_{\phi B 2}) R}{U_{\phi 2}}$$

va liniya kuchlanishlariga o'tgan holda:

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_2 + \frac{P_2 R + (Q_2 - Q_{B2}) X}{U_2} + j \frac{P_2 X + (Q_2 - Q_{B2}) R}{U_2}$$

Bu erda:

$$P_2 + j(Q_2 - Q_{B2}) = P_2 + jQ_{\wedge} \text{ va } X \text{ qarshiliklari orqali oqadigan quvvat.}$$

Liniyaning salt ishlatish holatida

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_2 - \frac{Q_{B2} X}{U_2} + j \frac{Q_{B2} R}{U_2}$$

Bu formulalar va uzatish liniyasining vektor diagrammasi liniyaga ulangan har xil yuklamalarda, liniyaning sig'im toki va zaryad quvvatini liniyaning boshidagi kuchlanish va quvvat koeffitsientini o'zgarishga ta'sirini ko'rsatadi.

Bir turli EUL si parametrlari bir hil taqsimlangan elektr zanjirini ifodalab, bunda qarshiliklar - $z_o = r_o + jx_o$ va o'tkazuvchanliklar $y_o = g_o + jb_o$ - zanjirning uzunligida o'zgarish deb qaraladi. Tok va kuchlanish liniyada doim o'zgarib turadi: tok- o'tkazuvchanlikdagi toklar, kuchlanish- qarshiliklardagi kuchlanishning pasayishi ΔU sababli o'zgaradi.

Energiyani liniyadan to'lqinsimon xarakterda uzatishda tok va kuchlanishning o'zgarishi, nazariy elektrotexnika kursidan qo'rilgan katta uzunlikdagi liniyalar uchun tenglamalardan ma'lum bo'lib, ma'lum uzunlikdagi liniyaning boshi va oxiridagi kuchlanishlar U_1 va U_2 , toklar I_1 va I_2 orasidagi bog'lanishlarni beradi.

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_2 = \sqrt{ZY} + i_2 \sqrt{3} = \sqrt{\frac{Z}{Y}} \sqrt{ZY}$$

$$i_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{U}_2 \sqrt{\frac{Y}{Z}} = \sqrt{ZY} + i_2 = \sqrt{ZY} \quad (5.3.8)$$

Bu erda: isrofsiz liniyalar uchun ($r_0=0, g_0=0$)

$$Z = j\omega L_0 \ell, Y = j\omega C_0 \ell,$$

$$\sqrt{ZY} = j\omega \ell \sqrt{L_0 C_0} = j\lambda, \varphi \sqrt{Z/Y} = \sqrt{L_0 C_0}$$

$$\ell_\lambda = \omega \ell \sqrt{L_0 C_0} = \omega \sqrt{LC} - \text{liniyaning to'liqinsimon uzunligi}$$

$$Z_c = \sqrt{L_0 / C_0} = \sqrt{L / C} - \text{liniyaning to'liqinsimon qarShiligi.}$$

Haqiqiy liniya uchun

$$Z_c = \sqrt{Z / Y}$$

O'ta yuqori kuchlaniShli zamonaviy ($U > 330$ kV) liniyalarni isrofsiz liniyalar deyiladi, chunki katta miqdordagi quvvatni uzatiSh uchun ularda ko'ndalang kesim yuzasi katta bo'lgan simlar qo'llaniladi.

Masalan, liniyaning har bir fazasidagi ko'ndalang kesim yuzasi 240 mm^2 li 5 ta bo'lingan simdan taShkil topgan. SHunday qilib, $F = 1200 \text{ mm}^2$. F ning katta qiymatlarida $R \ll X$, hamda bu liniyalarda $g_0 \ll b$, chunki tokni tojlaniShdagi isrofi (faza simlari bo'lingan va katta kesim yuzasiga egadir) katta emas.

Z_c va ℓ_λ - liniyaning asosiy xarakteristikallari hisoblanadi. Formuladan ko'rinadiki, Z_c uzunlik ℓ ga bog'liq emas va liniyaning parametrlari bir xil bo'lganida zanjirning har qanday nuqtasi uchun o'zgarmasdir. YAkka simli havo liniyalarida $Z_c = 400 \text{ } \Omega$, fazasi ikkita simdan iborat bo'lganida $Z_c = 320 \text{ } \Omega$, fazasida uchta sim bo'lsa $Z_c = 275 \text{ } \Omega$ kabel liniyalari uchun yakka simli havo liniyasiga nisbatan 6-8 marta kamayadi.

Energiyani tarqaliSh tezligi $v = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ to'liqinsimon va to'liqin

uzunligi $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{50} = 6000 \text{ km}$. Unda liniyaning to'liqinsimon uzunligi

$$\text{quyidagicha bo'ladi: } \ell_\lambda = \omega L \sqrt{L_0 C_0} = \frac{\omega \ell}{\lambda f} = \frac{2\pi}{\lambda} \ell$$

Har qanday uzunlikdagi liniyaning qarShiliklari $Z = R + jX$ va chetlaridagi o'tkazuvchanlik $Y/2 = G/2 + jB/2$ bo'lgan «P» ko'rinishdagi to'plangan parametrlilik ekvivalent almaShtiriSh sxema sifatida tasavvur qilsa bo'ladi. Liniyaning «P» ko'rinishli almaShtiriSh sxemasi yordamida (5.3.1) ifodaga o'xShagan U_1 uchun tenglama tuziSh mumkin:

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_{2\phi} + (\dot{U}_{2\phi} Y / 2 + i_2) \sqrt{3} Z = \dot{U}_2 (1 + ZY / 2) + \sqrt{3} i_2 Z \quad (5.3.9)$$

bu erda: $U_{2F} \cdot U / 2$ - liniyaning oxiridagi o'tkazuvchanlik toki. SHunday qilib, uzunligi katta liniyalar uchun ifodalarda ko'rsatilgan liniyaning parametrlarini liniyaning uzunligiga taqsimlaniShini hisobga oluvchi qandaydir tuzatiSh koeffitsientlari K_Z, K_U yordamida bog'lab, so'ngra oddiy almaShtiriSh sxemadagi (5.3.3) ga o'xShagan ifodalar yordamida hisoblaSh mumkin.

Masofasi 300 km. uzunligacha bo'lgan havo elektr uzatish liniyalari va 50 km gacha bo'lgan kabel liniyalarda tuzatish koeffitsientlari 1 ga yaqindir, Shuning uchun taqsimlangan parametrli liniyalarni hisoblashda hisobga olinmaydi. Uzunligi kattaroq liniyalarni Shunday uzunlikdagi qator uchastkalarga bo'lib, parametrlari taqsimlanish xususiyatidan voz kechish hisoblashlarda katta xatoliklarni yuzaga keltirmaydi. Har bir 280-320 km: uzunlikdagi havo EUL uchastkalari «P» ko'rinishli almaShtirish sxemasi sifatida ko'rsatiladi va natijada katta liniyalarni zanjirli ketma-ket ulangan «P» ko'rinishli almaShtirish sxemasi hosil bo'ladi. Bunday sxemaga o'tish liniyaning oxiridagi kuchlanish va toklar orasidagi munosabatni aniqlashga imkon beribgina qolmay, balki uzunligi katta bo'lgan liniyalarda ularni qiymatlarini oraliq nuqtalarida ham ko'rsatadi, bu esa amaliy maqsadlar uchun juda zarurdir. Zanjir sxemali liniyalarni hisoblash ketma-ket bir uchastkadan ikkinchisiga o'tib amalga oshiriladi.



Savollar

1. Zaryad toki va zaryad quvvati deb nimaga aytiladi?
2. Elektr uzatish liniyalarning elementlariga nimalar kiradi?
3. Liniyaning vektor diagrammasi qanday quriladi?
4. Elektr uzatish liniyasining salt ishlash holati qanday bo'ladi?
5. Liniyaning ish rejimiga zaryad quvvatining ta'siri qanday?
6. Rayon elektr tarmoqlarida yuklamaning to'satdan o'chishi nimaga olib keladi?

V-BOB BO'YICHA XULOSALAR

Ushbu bobda elektr tarmoq va tizimidagi elektr uzatish liniyasi va transformator podstantsiyasida sodir bo'layotgan kuchlanishning yo'qotilishi haqida ma'lumot berish bilan bir qatorda, elektr iste'molchilarni ishonchli va kam chiqimli qilib energiya uzatish bo'yicha batafsil ma'lumotlar yoritilgan. Elektr tarmoq va tizimning asosiy sxemalaridan biri ochiq va xalqasimon tarmoqlar, ulardagi aktiv va reaktiv quvvatlarning isrofini o'rganib va uni o'zlashtirgandan keyin talabalar elektr tarmoqda energiya tejamkorligini tasavvur etib, elektr iste'molchilarini elektr energiya bilan taminlashning asosiy faktorlarini bilish bo'yicha bilim va ko'nikmalarga ega bo'ladilar. Shuningdek liniyadagi zaryad tok, liniyaning vektor diagrammasini qurish bo'yicha ma'lumotlarga ega bo'lib, elektr uzatish liniyasini hisoblash usullarini o'rganish uchun tavsiyalar berilgan.

VI-BOB. YOPIK ZANJIRLARLI TARMOQLAR

6.1-MAVZU

BITTA ENERGIYA MANBAI BO'LGAN MURAKKAB BERK ZANJIRLI TARMOQLARNI HISOBLASH

O'quv maqsadi

Talabalarda bitta energiya manbaiga ega bo'lgan murakkab xalqasimon elektr tarmoqlarini nazariy jihatdan o'rganish va havo liniyalarining tarkibi va tuzilishi, shlatiladigan materiallari haqida tushuncha berish, ularga mos ravishda elektr energiya iste'molchilarga quvvatni isrofsiz tarqalishi haqida tushunchalar berib amaliy ko'nikmalarni hosil qilish



- Asosiy ma'lumotlar



Bitta energiya manbaiga ega bo'lgan murakkab xalqasimon tarmoqlar deb shunday tarmoqlarga aytiladiki, ulardan elektr energiya iste'molchilarga bir tomondan uzatiladi. Ko'pincha bunday tarmoqlarga 110 kV kuchlanishgacha mahalliy ahamiyatga ega bo'lgan energiyani 20-30 km dan oshmagan masofadagi iste'molchilarga etkazib beradigan tarmoqlar kiradi.

10 kV kuchlanishli bunday tarmoqlarning mumkin bo'lgan shaxobchasiz va shaxobchali sxemalari 6.1.1- a,b rasmlarda ko'rsatilgan. Rasmlarda quvvatlar P-kilovatt aktiv va Q-kilovolt–amper reaktiv, l-uzunlik kilometrlarda (ustiga chizilgan sonlarni qarang) ko'rsatilgan. Agarda hisoblashni birinchi bosqichida quvvat isrofi hisobga olinmasa, unda yuklamalarning to'liq quvvatini hamda har bir uchastkaldagi liniya quvvatlarini (toklarini) topish mumkin. Demak, 0-1 uchastkada (6.1.1a rasm) liniya quvvati $1200+j900$, 1-2 uchastkada $600+j270$ kVA va hokazo.

Shunday qilib, shu'lasimon tarmoqlarda quvvat taqsimlanishi majburiydir hamda yuklamalar va tugunlardagi quvvatni tenglik muvozanati sharti bilan aniqlanadi. Shu'lasimon elektr tarmog'i har bir shaxobchalarining to'liq quvvati tarmoqning shu uchastka orqali ta'minlanayotgan hamma yuklamalar quvvatining yig'indisidan hosil bo'ladi.

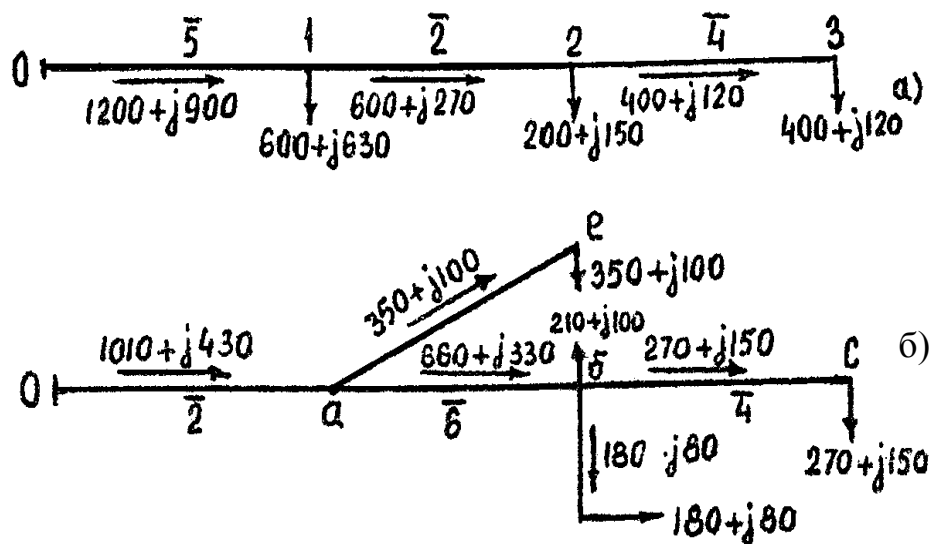
Har bir uchastkadagi ishchi toki quyidagi formula orqali topiladi.

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U_H} \quad (6.1.1)$$

Maksimal yuklamada ishlash vaqti bilan yoki uni quyida keltirilgan ifoda orqali topib (liniyaning uzunligi davomida juda ko'p iste'molchilar bo'lganda)

qizdiriShga tekShiriliShi kerak bo'lgan simning iqtisodiy kesim yuzasi F_{iqt} aniqlanadi.

$$T = \frac{\sum_1^n P_i T_i}{K_o \sum_1^n P_i} \quad (6.1.2)$$



6.1.1-rasm. 10 kV li shu'lasimon tarmoq sxemasi

Quvvat isrofi ΔS ni aniqlaSh uchun eng avval uzatayotgan uchastkaning oxiridan ketma-ket birinchi uzatayotgan uchastkaning oxirigacha siljiShni tavsiya etiladi. Quvvat isrofiga uchastkalardagi topilgan quvvatni qo'Shib, uzatayotgan uchastkaning oxiridagi to'liq quvvatni quvvat isrofini hisobga olgan holda topiSh mumkin.

$$P_{i-1} = P_i + \Delta P_i \quad (6.1.3)$$

$$Q_{i-1} = Q_i + \Delta Q_i \quad (6.1.4)$$

6.1.1.a-rasmda keltirilgan sxema uchun birinchi bosqichdagi hisoblaShlardan keyin aktiv va reaktiv quvvatlarining taqsimlanishi topilgan. Bu quvvatlar har bir shaxobcha uchun rasmda ko'rsatilgan. Ikkinchi bosqichdagi hisobda, ya'ni quvvat isrofini hisobga olib to'liq quvvat quyidagicha aniqlanadi:

(6.1.3; 6.1.4) orqali (2-3) uchastkadagi quvvat isrofi topiladi.

$$\Delta S_{2-3} = \Delta P_{2-3} + j \Delta Q_{2-3}$$

(2-3) uchastkadagi to'liq quvvat topiladi. Buning uchun kattaliklar qo'Shiladi. $P_{2-3} = 400 + \Delta P_{2-3}$, $Q_{2-3} = 120 + \Delta Q_{2-3}$

(2-3) uchastkaning ma'lum bo'lgan quvvatidan so'ng (1-2) uchastkaga o'tiladi. Bu uchastkadagi quvvat $P_{1-2} = 600 + \Delta P_{2-3}$ va $Q_{1-2} = 270 + \Delta Q_{2-3}$ quvvatlar orqali quvvat isrofi ΔP_{1-2} va ΔQ_{1-2} aniqlanadi.

0-1 uchastkadagi quvvat $P_{0-1} = 1200 + \Delta P_{1-2} + \Delta P_{2-3}$ kattalikni taShkil etadi va hokazo. SHunday qilib, bu uchastkadagi aniqlangan quvvat taqsimlanishi birinchi bosqichda hisoblab topilgandan keyin uchastkalarda quvvat isroflarini

qo‘Shib aniqlanadi. Aniqlangan quvvat taqsimotidan 0-1 uchastkadagi quvvat isrofi topiladi. Bu bo‘sh uchastkadagi quvvat taqsimotiga undagi quvvat isrofini qo‘Shib oxiri 0 dan uzatayotgan to‘liq quvvat aniqlanadi.

$$\Delta U = \sum \frac{P_i R_i + Q_i X_i}{U_k} \text{ formula yordamida tarmoqning eng uzoqlashtgan}$$

nuqtasigacha bo‘lgan kuchlanishning yo‘qotilishi topiladi. Agarda uning qiymati ΔU_{PVX} dan katta bo‘lsa unda simlarning ko‘ndalang kesim yuzasini kattalashtirish zarur.

110 kV va undan yuqori tarmoqlarning ishlatish tartibi liniya generatsiya qiladigan quvvat hisobiga o‘zining mahsus xususiyatiga egadir [5].

Murakkab berk zanjirli elektr tarmog‘i - bu tugun nuqtalariga ega bo‘lgan tarmoqdir. Tugun nuqtalari shunday nuqtalarki, ularga yuklamalardan ta‘shqari kamida uchta shohobcha birlashtadi. 6.1.2- rasmda I, II va III tugun nuqtalari bo‘lgan murakkab berk zanjirli tarmoqni sxemasi ko‘rsatilgan. Berk zanjirli tarmoqlarni hisoblash ancha murakkab va ochiq tarmoqlarni yoki ikki tarafdan ta‘minlanadigan tarmoqlarni hisoblashga qaraganda ancha farq qiladi. Murakkab zanjirlarni hisoblash kontur toklari (quvvatlari), tugun kuchlanishlari, tarmoqni o‘zgartirish usullari yordamida amalga oshirilishi mumkin. Bu hisoblardagi vazifa, ikki tarafdan ta‘minlanuvchi tarmoqlardagi kabi, berilgan yuklamalar va qarshiliklarni inobatga olib, liniya uchastkalaridagi quvvatlarni (yoki toklarni) aniqlashdan iboratdir.

Murakkab zanjirli tarmoqlarni hisoblashdagi maqsadga muvofiq usullardan biri kontur toklari usulidir. Bu usulni bir ta‘minlovchi punkti bo‘lgan tarmoqlar uchun ko‘rib chiqamiz.

Murakkab berk zanjirli tarmoqni hisoblashning birinchi bosqichida tarmoqdagi quvvatlar taqsimlanishi o‘tkazuvchanliklarni va quvvat isrofini, ya‘ni U_0 va ΔS ni hisobga olmasdan aniqlanadi.

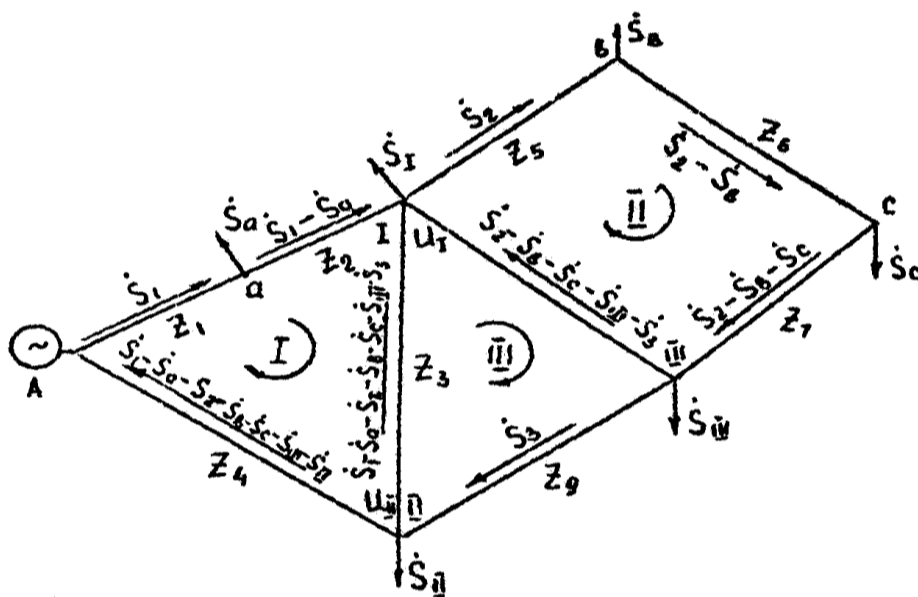
Hisoblash bandlari quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

1. Mustaqil konturlar soni liniyalar sonidan tugunlar sonini ayirib aniqlanadi (mustaqil deb shunday konturga aytiladiki, qachonki uni bitta ham shaxobchasi bo‘shqa konturga kirmaydi).

6.1.2- rasmdan ko‘rinadiki, bu erda: liniyalar soni 6 ga teng bo‘ladi: A-a-I; I-v-s-III; I-III; I-II; III-II; II-A. tugunlar soni esa uchta: I, II, III. Ta‘minlovchi punkt A shartli tugun hisobiga kirmaydi. Liniya deb, tarmoqning manbadan tugungacha yoki tugundan, bir liniyada qancha yuklama joylashtganidan qat‘iy nazar, tugungacha bo‘lgan bir qismi qabul qilinadi. Masalan «v» va «s» nuqtalardagi yuklamalardan qat‘iy nazar liniya bitta 1-v-s-III, bo‘lib qoladi. Konturlar soni aniqlangandan so‘ng har bir kontur uchun quvvat (tok) tarqalish yo‘nalityshini ko‘rsatamiz (bu holat uchun, soat strelkasi bo‘yicha yo‘nalitysh qabul qilingan).

Mustaqil konturlar sonini shohobchalar va yuklamali tugunlar sonining ayirmasidan aniqlash mumkin. Shaxobcha- liniyaning yuklamadan yuklamagacha bo‘lgan qismidir. Yuklamali tugun- tarmoqning undan ketadigan yuklamalari har qanday nuqtasidir [8].

2. Noma'lum quvvatlarni (toklarni) konturlar soniga qarab ko'rsatamiz. Masalan S_1, S_2, S_3 .



6.1.2 – rasm. Murakkab berk zanjirli tarmoq.

3. Kirxgofni birinchi qonuniga asosan har bir uchastkadagi hamma noma'lum quvvatlarni, berilgan quvvatlar orqali belgilaymiz. SHunga asosan A-a uchastkadagi quvvat S_1 . deb qabul qilingan, unda a-I uchastkadagisi esa S_1-S_Q , I-II uchastkasidagi esa $\dot{S}_I - \dot{S}_a - \dot{S}_I - \dot{S}_B - \dot{S}_C - \dot{S}_{III} - \dot{S}_3$ va h.k.

4. Quvvat isrofini hisobga olmasdan quvvatlar tarqalishini aniqlash uchun kontur tenglamalarini tuzamiz. Bu tenglamalar Kirxgofning ikkinchi qonuniga asoslangandir. Tenglamalarning hamda noma'lumlarning soni, konturlar soniga tengdir.

$$\begin{aligned} & \dot{S}_1 Z_1 + (\dot{S}_1 + \dot{S}_a) Z_2 + (\dot{S}_1 + \dot{S}_a + \dot{S}_I + S_B + \dot{S}_C + \dot{S}_{III} + \dot{S}_3) Z_3 + \\ & + (\dot{S}_1 + \dot{S}_a + \dot{S}_I + \dot{S}_{III} + \dot{S}_{II} + \dot{S}_B + \dot{S}_C) Z_4 = 0 \\ & \dot{S}_2 Z_5 + (\dot{S}_2 + \dot{S}_B) Z_6 + (\dot{S}_2 + \dot{S}_B + \dot{S}_C) Z_7 + \\ & + (\dot{S}_2 + \dot{S}_B + \dot{S}_C + \dot{S}_{III} + \dot{S}_3) Z_8 = 0 \\ & \dot{S}_3 Z_9 = (\dot{S}_1 + \dot{S}_a + \dot{S}_I + \dot{S}_B + \dot{S}_C + \dot{S}_{III} + \dot{S}_3) Z_3 \\ & (\dot{S}_2 + \dot{S}_B + \dot{S}_C + S_{III} + \dot{S}_3) Z_8 = 0 \end{aligned}$$

5. Tuzilgan uchta tenglamadan uchta noma'lumlar $(\dot{S}_1, \dot{S}_2, \dot{S}_3)$ ni har qanday mavjud usullarni qo'llab qo'lda yoki EHM yordamida topamiz.

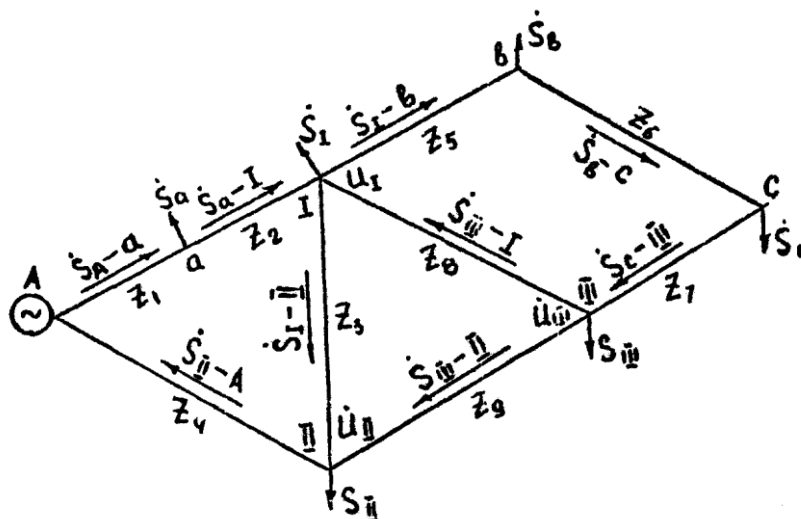
6. Har bir uchastkadagi quvvatlarni, avvalgiga o'xshab tugun va yuklama nuqtalari uchun Kirxgofning birinchi qonuniga asoslanib topamiz.

7. Echimning to'g'riligini Kirxgofning birinchi qonuniga asoslanib, sonlar orqali tekshiramiz va tokning tarqalish nuqtasini aniqlaymiz.

Bir ta'minlovchi punkt bo'lgan tarmoqni tugun kuchlanishlari usulida hisoblash.

Agarda, birinchi bosqichda uchastkalardagi o'tkazuvchanlik va quvvat isrofini hisobga olmasak, unda hisoblash bir qancha ketma-ket bandlardan iborat bo'ladi:

1. Hamma tugunlardagi noma'lum kuchlanishlarni (6.1.3-rasm) \dot{U}_I , \dot{U}_{II} , \dot{U}_{III} kuchlanishlar orqali belgilaymiz.



6.1.3 – rasm. Liniyalı quvvatlar sxemasi

2. Ikki tarafdin ta'minlanuvchi liniyalari kabi har bir uchastkalar uchun quvvatlarni (toklarni) aniqlaymiz. Buning uchun har bir liniyaning boshi va oxirini belgilaymiz: A, I (S_0 yuklama bilan), I, III (S_B , S_C yuklamalari bilan); III-I; III-III; I-II; II-A (yuklamalarsiz). Yuklamalarsiz liniyalarda faqat tenglashtiruvchi quvvat (tok) aniqlanadi. Masalan tenglashtiruvchi tok (I-II liniya uchun):

$$\dot{I}_{TEHG} = (\dot{U}_{I\phi} - \dot{U}_{II\phi}) / Z_3$$

va tenglashtiruvchi quvvat

$$\dot{S}_{TEHG} = 3\dot{U}_{K\phi} \dot{I}_{TEHG}$$

Bunda, quvvatlarni va kuchlanishlarni ko'rilayotgan faza qiymatlari uchun hisoblash qulaydir.

Yuklamaning mavjudligida ko'rilayotgan liniya uchun (liniya I-v-s-II)

$$\dot{S}_{I-B\phi} = \frac{\dot{S}_s (Z_6 + Z_1) + \dot{S}_c Z_1}{Z_5 + Z_6 + Z_1} + U_{K\phi} \dot{I}_{TEHG}^* \quad (6.1.5)$$

Bu erda:

$$\dot{I}_{TEHG} = (\dot{U}_{I\phi} - \dot{U}_{III\phi}) / (Z_5 + Z_6 + Z_1) \quad (6.1.6)$$

(5.1.1) va (5.1.2) dan, ifodaga kiruvchi noma'lum kattaliklar – bu faqat tugun kuchlanishlari \dot{U}_I , \dot{U}_{II} , \dot{U}_{III} . Qolgan qiymatlar berilgan.

SHunga o'xshash

$$\dot{S}_{C-III\phi} = [\dot{S}_B Z_5 + \dot{S}_C (Z_6 + Z_5)] / (Z_5 + Z_6 + Z_7) + U_{K\phi} \dot{I}_{TEHG}^* \quad (6.1.7)$$

Yuklama bo'lganida (6.1.1) va (6.1.3) da birinchi a'zo bo'lmaydi.

3. Tugunga oquvchi va undan chiquvchi quvvatlarni (toklarni) bilib, Kirxgofning birinchi qonuniga asosan tugun tenglamalarini tuzamiz (har bir tugundagi toklar va quvvatlarning yig'indisi, ularni yo'naliShini hisobga olganda nolga tengdir). Tenglamalar soni, noma'lumlar soniga o'xShab, tugunlar soniga teng bo'lishi kerak (ta'minlovchi punkt A tugun deb hisoblanmaydi). 6.1.3- rasmda keltirilgan sxema uchun I, II va III tugunlar uchun tegiShli tenglama quyidagicha yoziladi.

$$\begin{aligned} \dot{S}_{A-I} - \dot{S}_{I-B} + \dot{S}_{III-I} - \dot{S}_{I-II} - \dot{S}_I &= 0 \\ \dot{S}_{I-III} - \dot{S}_{III-II} - \dot{S}_{II-a} - \dot{S}_{II} &= 0 \\ \dot{S}_{c-III} - \dot{S}_{III-I} - \dot{S}_{III-II} - \dot{S}_{III} &= 0 \end{aligned} \quad (6.1.8)$$

Bu erda: va 5.1.2- rasmda liniya quvvatlari yozilgan (fazalarniki emas).

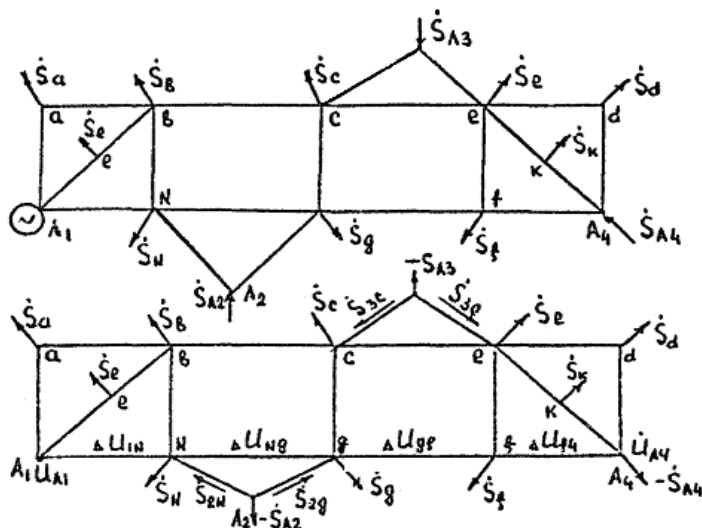
SHunday qilib, liniyaning quvvatlari \dot{S}_{a-I} , \dot{S}_{II-III} va boShqalar hisobida faqat tugun kuchlaniShlari noma'lum bo'lganligi uchun, tenglama (6.1.8) ham faqat Shu \dot{U}_I , \dot{U}_{II} , \dot{U}_{III} noma'lumlarga ega bo'ladi.

4.(6.1.2)tenglamalardan noma'lum kuchlaniSh \dot{U}_I , \dot{U}_{II} , va \dot{U}_{III} lar aniqlanadi.

5. Har bir uchastkalardagi quvvatlar (6.1.1), (6.1.3) ga o'xShab topiladi.

Bir nechta ta'minlaSh punktlariga ega bo'lgan murakkab berk zanjirli tarmoqlarni hisoblaSh xususiyatlari.

Bir nechta elektr stansiyalarga ega bo'lgan energosistemaning berk zanjirli elektr tarmoqlarini hisoblaShda, bittasidan boShqa hamma elektr stansiyalarni belgilangan grafikda iShlaydi, deb hisoblanadi.



6.1.4 – rasm. Bir nechta ta'minlash punktlari bo'lgan murakkab berk zanjirli tarmoqning sxemasi.

(6.1.4)- rasmda ko'rsatilgan tarmoqda A_1 , A_4 punktlar uchun kuchlaniShlar \dot{U}_{A1} , \dot{U}_{A4} , A_2 , A_3 punktlar uchun esa quvvatlar \dot{S}_{A2} va \dot{S}_{A3} berilgan.

Hamma ta'minlovchi punktlarning quvvatini ixtiyoriy oliSh mumkin emas. Elektr stansiyalaridan bittasi erkin grafikda iShlaydi va to'satdan bo'ladigan qo'Shimcha yuklamalarni va elektr sistemasida bo'ladigan quvvat isrofini qoplaSh imkoniyatiga ega deb qaraladi. Bu elektr stansiyasining quvvati berilgan tarmoqdagi quvvatning tenglik Sharti bilan aniqlanadi.

6.1.4–rasmda tenglaShtiriSh uchun A qabul qilingan. Bu tugunning quvvatini birinchi yaqinlaShiShda quyidagi ifoda bilan aniqlaSh mumkin:

$$\dot{S}_{A1}^I = \dot{S}_a + \dot{S}_b + \dot{S}_c + \dot{S}_e + \dot{S}_d + \dot{S}_n + \dot{S}_g + \dot{S}_f + \dot{S}_k + \dot{S}_l - \dot{S}_{A2} - \dot{S}_{A3} - \dot{S}_{A4} \quad (6.1.9)$$

Tarmoqdagi quvvat isrofi aniqlangandan so'ng, uning yig'indisi ($\sum \Delta S$) hisobga olinib, yana muvozanatlovchi tugunning quvvati aniqlanadi.

$$\dot{S}_{A1} = \dot{S}_{A1} + \sum \Delta \dot{S} \quad (6.1.10)$$

KuchlaniSh berilgan tenglaShtiruvchi tugundan taShqari quvvatlari berilgan ta'minlovchi punktlarning kuchlaniShlari (U_{A2} va U_{A3}) noma'lum bo'lib qoladi.

Quvvati berilgan ta'minlovchi punktlarni manfiy yuklamali iste'mol qiluvchi punktlar bilan almaShtiriSh mumkin so'ngra esa hisoblaSh har qanday biror – kontur toklari (quvvatlari), tugun kuchlaniShlari va hokazo usullarida amalga oShiriliShi mumkin. Bunda, kontur toklari usulini qo'llaShda, har bir konturdagi noma'lum quvvatlar (toklar), tugun kuchlaniShlari usuli uchun esa, tugunlardagi kuchlaniShlar belgilanadi.

Ammo bir nechta ta'minlovchi punktlari bo'lgan tarmoqlarda ko'rsatilgan noma'lumlardan taShqari qo'Shimcha noma'lumlar paydo bo'ladi:

-quvvatlari berilgan ta'minlovchi punktlarning kuchlaniShlari va

-kuchlaniShlari berilgan ta'minlovchi punktlarning quvvatlari (tenglaShtiruvchidan taShqari).

1. Har bir berilgan kuchlaniShli tugun uchun bu kuchlaniShni tenglaShtiruvchi tugun kuchlaniShi va ko'rilyotgan tugunlar orasidagi kuchlaniShning pasayiShini ayirmasiga teng bo'liShi kerak. SHuningdek 6.1.4-rasm uchun bu tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$\dot{U}_{A4} = \dot{U}_{A1} - \Delta U_{A14}$$

Bu erda: ΔU_{A14} - har qanday liniya bo'yicha A_1 va A_{1-4} punktlari orasidagi kuchlaniSh pasayiShining yig'indisiga teng.

$$\Delta U_{A14} = \sum \Delta \dot{U}_M = \Delta \dot{U}_{IN} + \Delta \dot{U}_{Ng} + \Delta \dot{U}_{gf} + \Delta \dot{U}_{14} \quad (6.1.11)$$

2. Quvvati berilgan ta'minlovchi punktlar uchun Kirxgofning birinchi qonuniga asosan tenglama tuzamiz

$$\dot{S}_{2N} + \dot{S}_{2g} - \dot{S}_{A2} = 0; \quad \dot{S}_{3C} + \dot{S}_{3R} + \dot{S}_{A3} = 0 \quad (6.1.12)$$

SHunday qilib, noma'lumlarning umumiy soni, hamda tenglamalarning umumiy soni ta'minlovchi punktlarning soniga ko'payadi (tenglaShtiruvchi punktdan taShqari).

Soʻngra esa kontur toklari usuli uchun (6.1.1), (6.1.7) va (6.1.8) tenglamalar tugun kuchlanishlari uchun esa (6.1.4), (6.1.9) tenglamalar birgalikda echiladi. Keyingi harakatlar esa oldingi keltirilgan tartibda ketadi.



Savollar

1. Murakkab berk zanjirli elektr tarmoq deb qanday tarmoqga aytiladi?
2. Kontur quvvati (toklari) ni hisoblash usulining tartibi qanday?
3. Berk zanjirli elektr tarmoqning afzalligi qanday?
4. Bir nechta taʼminlash punktli tarmoqlar hisoblashning xususiyatlarini tushuntiring.
5. Tarmoqda oʻzgartirish usulining oddiy qoidalari nimadan iborat?

ELEKTR TAMINOTI TIZIMLARIDA QUVVAT ISROFINI KAMAYTIRISH CHORALARI. REAKTIV QUVVAT BALANSI VA UNI BUZULISH OQIBATLARI

O'quv maqsadi

Talabalarda elektr taminoti tizimi bo'yicha quvvatlar tuShunchasiga ega bo'lish, elektr uzatish liniyasida sodir bo'layotgan quvvat isrofini kelib chiqish oqibatlari va uni kamaytirish choralarini, quvvatlar balansi bo'yicha amaliy ko'nikmalarini Shakllantirish.



Asosiy ma'lumotlar



Iste'molchilarni normal ishlashi uchun aktiv va reaktiv quvvatlar kerak bo'ladi. Reaktiv quvvat magnit maydonini hosil qilish uchun sarflanadi va yoqilg'i sarflaniShini talab qilmaydi. Ammo uni liniyalar orqali uzatish tarmoq elementlarida ma'lum aktiv quvvat sarfi bilan bog'liq. Bu elementlarda reaktiv quvvat ham sarflanadi, bu esa reaktiv quvvat ishlab chiqariliShini talab qiladi. SHuning uchun reaktiv quvvat aktiv energiyani tejaydi, quvvat isrofi va kuchlaniSh yo'qotiliShini kamaytiradi.

Quvvat isrofi ikki hil bo'ladi: yuklamali, yuklamaga bog'liq bo'lgan va salt ish isrofi, yuklamaga bog'liq bo'lmagan.

SHuningdek, isroflarni texnikaviy, taShkiliy va kommersiya isroflariga ajratiSh mumkin.

Texnikaviy isroflar – tarmoqni qayta qurish, uskunalarni almashtirish yoki qo'shimcha uskunar o'rnatish tadbirlarini ko'zda tutadi. Bularga quyidagilar kiradi:

- 1) kompensatsiyalovchi uskunalarni o'rnatish;
- 2) simlarni katta kesim yuzali simlar bilan almashtirish;
- 3) ko'p yuklangan va kam yuklangan transformatorlarni almashtirish;
- 4) rostlash uskunalarni o'rnatish (YUOR va PBV li transformatorlar, kuchlaniSh qo'shuvchi transformatorlar, reaktorlar va boShqalar);
- 5) transformatsiya koeffitsientlarini avtomatik rostlash;
- 6) sig'imli batareyalar quvvatini avtomatik rostlash;
- 7) yuqori va o'ta yuqori kuchlaniShli yopiq tarmoqlarda quvvat oqimini rostlovchi uskunalarni o'rnatish (masalan, rostlovchi transformatorlar RT);
- 8) tarmoqni yuqori kuchlaniShga o'tkazish;
- 9) rele himoyasi, avtomatika, telemexanikaning takomillaShgan turlarini tadbir etish.

TaShkiliy isroflar – xizmat ko'rsatishni yaxshilash tarmoq sxemalarini va ish rejimlarini optimallashtirish tadbirlarini ko'zda tutadi. Bu isrof turiga quyidagilar kiradi:

- 1) tarmoqning o'rnatilgan rejimiga asoslanib ish tartibini reaktiv quvvat bo'yicha optimallashtirish (KU va transformatsiyalashtirish koeffitsientini optimal rostdalashtirish qonunlarini tanlash)
- 2) 6-35 kV kuchlanishli tarmoqlarning uzilish joylarini optimallashtirish;
- 3) tizimda reaktiv quvvat tanqisligi mavjud bo'lganda sinxron generatorlarni kondensatorlar rejimiga o'tkazish;
- 4) radial tarmoqlarning taminlash markazlarida ishchi kuchlanishlarini optimallashtirish;
- 5) kam yuklamali rejimlarda transformatorlarni o'chirish;
- 6) tarmoq fazalarida yuklamalarni teng taqsimlash;
- 7) ta'mirlash va xizmat ko'rsatish vaqtini qisqartirish va sifatini yaxshilash;
- 8) quvvat isrofini kamaytirishning yangi usullarini ishlab chiqish va yaratish;
- 9) xizmat xodimlarini rag'batlantirish va boshqalar.

Kommersiya isroflari – xizmat ko'rsatishni yaxshilash ko'zda tutiladi va iste'molchilar bilan hisob-kitob vaqtida energonazorat amalga oshiradi. Bunga quyidagilar kiradi:

- 1) energiya o'lchagich asboblarini o'rnatish;
- 2) o'g'irliklar bilan kurashish;
- 3) nazorat tizimini yaxshilash va boshqalar.

Quvvat isrofini kamaytirish tadbirlari loyihalashtirishda hamda ishlatilish vaqtida amalga oshiriladi. Eksploatatsiya tadbirlari rejimlarni optimallashtirish vaqtida doimo amalga oshiriladi.

Tarmoq yuklamasi ortganda isroflar oshadi. Iste'molchilarning aktiv va reaktiv yuklamalarini o'zgarishi energotizimda aktiv va reaktiv quvvatlar oqimlarini hamda undagi isrofnini o'zgarishiga sabab bo'ladi [1].

SHuning uchun doimo isrof darajasini nazorat qilish kerak, chunki ular butun tarmoqning tejamli ishlashini aniqlaydi. Isrof darajasini boshqarish muammosiga tizimli yondashish murakkab masala hisoblanadi va faqat zamonaviy iqtisodiy-matematik modellar hamda EHM lar yordamida uni kompleks echiş mumkin. Bunda asosiy qiyinchilik, tarmoq rejimlari to'g'risida xabarlarini yig'ish va qayta ishlash hisoblanadi, chunki ular yuklamalar o'zgarishi bilan doimo o'zgarib turadi

Ichki elektr taminlash tarmoqlaridagi yuklama va isroflar o'zgarishini energotizim tarmoqlaridagi isroflarga ta'sirini hisobga olish uchun umumlashtirilgan koeffitsientlar ishlatiladi:

- iste'molchilarning aktiv quvvati o'zgaranda energotizim tarmoqlarida aktiv quvvat isrofining ortish koeffitsienti $-K_p$;
- reaktiv quvvat o'zgaranda aktiv quvvat isrofini ortish koeffitsienti $-K_e$.

Bunda K_e - koeffitsienti reaktiv quvvatning iqtisodiy ekvivalenti deb ataladi. Masalan, $K_e=0,05$ bo'lsa, bu degani, agar sanoat korxonasi tarmog'ida reaktiv quvvat 100 kVar ga ortsa, energotizim tarmog'ida isrofnini energotizim xodimi EHM yordamida xarakterli rejimlar uchun aniqlaydi.

Isrof ifodasidan ko‘rinib turibdiki, reaktiv quvvat Q ortishi bilan, reaktiv va aktiv quvvatlar isrofi ortayapti. Ularni kamaytirish uchun, reaktiv quvvat manbasi bo‘lgan kompensatsiyalovchi uskunalar (KU) qo‘llaniladi va iste‘molchilarni quvvat bilan ta‘minlaydi. Liniyani katta reaktiv quvvat bilan yuklamalik uchun manbalar iste‘molchilarga yaqin o‘rnatiladi.

Bunda liniyadagi isroflar

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R \quad \text{va} \quad \Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} X \quad \text{qiymatdan}$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + (Q - Q_{KV})^2}{U^2} R \quad \text{va} \quad \Delta Q = \frac{P^2 + (Q - Q_{KV})^2}{U^2} X \quad (6.2.1)$$

qiymatgacha kamayadi.

(6.2.1) dan ko‘rinib turibdiki, kompensatsiyalovchi uskunaning quvvati Q_{ku} qancha katta bo‘lsa ($Q_{ku} < Q$ atrofida), Shuncha quvvat isrofi kichik bo‘ladi. Lekin, isrofnings kamayishi kompensatsiyalovchi uskunalarga ketadigan qo‘shimcha xarajatni talab qiladi, buni texnik-iqtisodiy hisoblarda hisobga olish kerak.

Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash elektr taminoti tizimida samaradorlikni oshirishning muhim (vositachi) omili hisoblanadi. U faqat quvvat isrofini kamaytiribgina qolmay, balki elektr energiya sifatini oshiradi va elektr tarmoqlari va elektr stansiyalarining yukini engillashtiradi.

Aytilish lozimki, elektr tarmoqlarini kompensatsiyalovchi vositalar bilan taminlanishi 0,2 kVAR/kVt atrofida ta‘shkil qilinadi. SHu bilan birga, hisoblashlar ko‘rsatdiki iqtisod tomondan maqsadga muvofiq qiymati 0,5 kVAR/kVt ta‘shkil qiladi.

Reaktiv quvvat manbalariga generatorlar, kompensatorlar, sinxron dvigatellar, kondensatorlar va boshaq statik rostlovchi manbalar kiradi. Reaktiv quvvatni EUL lari ham ishlab chiqaradi (110 kV va yuqori kuchlanishlarda ahamiyatga ega).

Generatorlarda aktiv va reaktiv quvvatlar $s = \sqrt{P^2 + Q^2}$ tenglik bilan bog‘langan. Aktiv quvvatning ortishi reaktiv quvvatni kamayishiga olib keladi va teskarisi. Lekin generatorlarning aktiv quvvat hisobiga reaktiv quvvat bilan ancha yuklanishi tejimli emas, faqat ayrim hollardan ta‘shqari, qachonki tizimda ortiqcha reaktiv quvvat bo‘lganda.

Sinxron dvigatel (SD) bevosita iste‘molchilarda joylashgan. Faqat reaktiv quvvatni ishlab chiqarmasdan, iste‘molchi iste‘mol qilayotgan aktiv quvvatni ham ishlatadi. SD lar iqtisodiy jihatdan qimmat bo‘lsa ham, lekin ular KU lar bilan birga ishlatiladigan asinxron dvigatellardan arzon.

Sinxron kompensator (SK) lar iste‘molchilarga kerak bo‘ladigan faqat reaktiv quvvatni ishlab chiqarish uchun maxsus o‘rnatiladi. U o‘zini ishga tushirish uchun tarmoqdan kichik aktiv quvvat iste‘mol qiladi.

Generator, SD va SK zaruratga qarab reaktiv quvvatni ishlab chiqarishi («perezobujdenie» rejimi), hamda tarmoqdan iste‘mol qilishi («nedovobujdenie rejim») mumkin.

Kondensator batareyalari iste'molchilarga parallel ulaniShi (ko'ndalang kompensatsiya) yoki liniyaga ketma-ket (bo'ylama kompensatsiya) ulaniShi mumkin.

Batareyalar parallel ulanganda undagi kuchlaniSh normal rejimda taxminan o'zgaras bo'ladi. Bunda reaktiv quvvat:

$$Q_{KY} = W_c^2 C;$$

ko'rinib turibdiki, quvvat sig'imga proporsional.

Ketma-ket ulanganda batareya iShlab chiqargan reaktiv quvvatni tok orqali ifodalaSh qulay;

$$Q_{KY} = \frac{I^2}{(\omega C)}$$

Bu holda, quvvat sig'imga teskari proporsional.

Qisqa tutaShuvda kuchlaniSh birdaniga oShib ketmaydi, bundan farqli o'laroq tok keskin ko'tariladi.

Bunda, har bir kondensatordagi kuchlaniSh U_o oShadi va kondensatorlarning teShiliShini oldini oliSh uchun bu kuchlaniSh ruxsat etilgandan katta bo'lmasligi kerak. SHuning uchun, kondensatorlarni ketma-ket ulanganda kondensator batareyalarning uchala fazasiga parallel raviShda razryadniklar ulanadi, ular kuchlaniSh oShganda teShiladi va batareyalarni saqlaydi. Lekin batareyaning tuziliShi va uni iShlatiSh ancha murakkablaShadi [6].

Kondensatorli batareyalarning samaradorligi ma'lum darajada ular ulangan tarmoq yuklaniShiga bog'liq bo'ladi. Asosan bu reaktiv quvvatni iqtisodiy ekivalenti Q_e bilan aniqlanadi.

Kondensatorli batareyalar rostlanadigan (KBR) va rostlanmaydigan (RKB) bo'ladi.

Generator, liniya va dvigatellar tizimning asosiy elementlari, kompensator va kondensatorlar esa –reaktiv quvvat iShlab chiqariSh uchun o'rnatilgan qo'Shimcha manbalar hisoblanadi. SHuning uchun ularning o'zaro afzallik va kamchiliklarini baholaSh muhimdir.

Kondensatorlarning kompensatorlarga nisbatan afzalliklari:

- 1) arzonligi;
- 2) aktiv quvvat isrofi kamligi;
- 3) kichik quvvatlarda kam iShlatiSh mumkinligi;
- 4) mustahkamligi va iShlatiShda oddiyligi (harakatlanuvchi qismlarning yo'qligi)
- 5) kuchlaniSh chizig'i Shaklining yaxShilaniShi.

Kompensatorlarning afzalliklari:

- 1) reaktiv quvvatni bir tekis rostlaSh imkoniyati;
- 2) reaktiv quvvatni iShlab chiqariSh, hamda iste'mol qiliSh imkoniyatlari.

Aktiv va reaktiv quvvatlar balansi Shartini bajariShi:

$$\sum P_r = \sum P_u = \sum P_{\text{yo}} + \sum \Delta P$$

$$\sum Q_r = \sum Q_u = \sum Q_{\text{yo}} + \sum \Delta Q$$

bu erda: ΣP_r va ΣQ_r -stansiya iShlab chiqarayotgan aktiv va reaktiv quvvatlar (o'z ehtiyoji iste'molchilari hisobga olinmaydi);

ΣP_u va ΣQ_u -jami iste'mol qilinayotgan aktiv va reaktiv quvvatlar;

ΣP_{jo} va ΣQ_{jo} - iste'molchilarning aktiv va reaktiv quvvatlari;

$\Sigma \Delta P$ va $\Sigma \Delta Q$ - aktiv va reaktiv quvvat isrofi yig'indilari.

Butun tizim bo'yicha reaktiv quvvat balansi kuchlaniShning ma'lum darajasini aniqlaydi. Tarmoq tugunlaridagi kuchlaniSh ma'lum darajasi o'rtacha darajadan farq qiladi, bu farq tarmoq tuziliShi, yuklama va kuchlaniSh og'iShiga bog'liq bo'lgan boShqa omillarda aniqlanadi.

Butun tizim uchun, reaktiv quvvat balansi reaktiv quvvat manbalarining quvvatiga qo'yiladigan talablarni to'la-to'kis aniqlaShi mumkin emas.

Reaktiv quvvat balansi tarmoqdagi kuchlaniSh miqdorlarining o'zgariShiga olib keladi. Reaktiv quvvatning tanqisligida ($\Sigma Q_r < \Sigma Q_{jo}$) tarmoqda kuchlaniShning pasayiShiga sabab bo'ladi. Agar iShlab chiqarilayotgan reaktiv quvvat (barcha vositalar bilan) iste'mol qilinayotgandan katta bo'lsa ($\Sigma Q_r > \Sigma Q_{jo}$), u holda tarmoqda kuchlaniSh oShadi (salt iShlaShda liniyaning sig'imli toki uning oxiridagi kuchlaniShni oShirganga o'xShab).

Odatda, aktiv quvvat tanqis bo'gan energotizimlarda, reaktiv quvvat ham etiShmaydi. Lekin, etiShmayotgan reaktiv quvvatni qo'Shni energotizimdan oliSh emas, balki Shu tizimda o'rnatilgan kompensatsiyalovchi uskunalarda iShlab chiqariSh foydali bo'ladi. [1].

Barcha iste'molchilarni kerakli aktiv va reaktiv quvvatlar bilan taminlaSh tizim elementlaridagi quvvatlarni turlicha taqsimlaniShni amalga oShiriSh mumkin. Bunga bog'liq holda quvvat isrofi ko'p yoki kam bo'liShi mumkin. Masalan, Shu nuqtai nazardan ko'p hollarda iste'molchilarni yaqin stansiyadan qisqa masofa bo'yicha energiya bilan taminlaSh maqsadga muvofiq.

Eng kam quvvat isrofi, ya'ni tarmoqda aktiv quvvatni optimal taqsimlaShni turli usullar bilan amalga oShiriSh mumkin. Masalan, tizimning alohida generatorlari o'rtasida aktiv quvvatni tegiShlica taqsimlab, bo'ylama rostlaShni amalga oShiruvchi maxsus chiziqli rostlagichlarni qo'llab, tarmoq tuziliShini o'zgartiriSh (alohida elementlarni o'chiriSh yoki ulaSh) va boShqalar.

Quvvat isrofini kamaytiriSh tadbirlari bir vaqtning o'zida boShqa omillarga kam ta'sir ko'rsatadi. Masalan, turbogeneratorlar o'rtasida quvvatni taqsimlaSh iste'mol qilinayotgan yoqilg'i narxini o'zgariShiga olib keladi, chunki bir hil generatorlar boShqalardan samarali, mazkur generator yuqori yoki kam tejimli rejimlarda iShlaShi mumkin.

SHunga o'xShaSh gidrogeneratorlar quvvatini o'zgariShi turli suv omborlarida suv sarfini qayta taqsimlaniShiga olib keladi, bu esa turli resurslarning samaradorligini o'zgariShiga sabab bo'liShi mumkin. CHiziqli rostlagichlardan foydalanilganda bu rostlagichlarga sarf bo'lgan kapital xarajatlar hisobga oliniShi kerak.

Demak, tizimda aktiv quvvatni ratsional taqsimlaSh murakkab kompleks masala bo‘lib, quyidagilarni hisobga oliShi lozim; quvvat isrofi, generatorlarni tejimli iShlaShi va boShqalar.

Reaktiv quvvatni ratsional taqsimlaSh ham optimallaShni talab qiladi. Reaktiv quvvatni uzoq masofalarga uzatiSh yoqilg‘i sarfini oShiradi, tarmoqnig o‘tkaziSh qobiliyatini va uskunalarning xizmat vaqtini kamaytiradi, ya’ni butun tizim iShining texnik-iqtisodiy ko‘rsatgichlarini yomonlaShtiradi, bir vaqtning o‘zida bu kuchlaniShning katta og‘iShiga sabab bo‘ladi, bu esa – barqarorlik Sharti bo‘yicha quvvat uzatiSh imkoniyatlarini (chegaralarini) kamaytiradi, demak energotizimning iShonchli iShlaShi kamayadi.

(6.2.1) dan ko‘rinib turibdiki, reaktiv quvvat manbalarini iste‘molchilarga yaqin o‘rnatish aktiv va reaktiv quvvatlar isrofini kamaytiradi, va demak energotizimning umumiy rejimini yaxshilaydi.

Aytib o‘tilganidek, aktiv va reaktiv quvvatlar taqsimlanishini yaxshilash, quvvat isrofini kamaytirish tarmoqning alohida elementlarni (masalan, transformatorlarni) ulash va o‘chirish orqali ham mavjud transformatorlarda quvvat isrofi quyidagi tarkibga ega:

- yuklamaga bog‘liq q.t. isrofi va yuklamaga bog‘liq bo‘lmagan salt ishlaSh isrofi. Iste‘molchilar katta quvvat iste‘mol qilinayotgan davrda transformatorlar sonini oShirib ulash maqsadga muvofiq. Kam yuklanish soatlarida, teskari, transformatorlarning bir qismini o‘chirish maqsadga muvofiq.

Lekin, podstantsiya rejimi o‘zgarganda transformatorlarni o‘chirib-yokiSh ma’lum qiyinchiliklarga ega, chunki har qaysi transformatorga yuklamali o‘chirgichni o‘rnatish talab qiladi. Agar uni o‘rnatish, quvvat isrofini tejasht bilan oqlansa, maqsadga muvofiq bo‘ladi.



Savollar

1. *Quvvat isrofi necha xil bo‘ladi?*
2. *Isrofnii kamaytirishning asosiy turlari qanday?*
3. *Quvvat balansii deganda nimani tuShunasiz?*

O'quv maqsadi

Talabalarda elektr energiyani ishlab chiqarish va undan samarali foydalaniShning asosiy faktorlaridan biri texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlar bo'yicha to'liq ma'lumotlar berish bilan birga, elektr tarmog'iga qo'yilgan talablar, elektr tarmoq elementlarini to'g'ri tanlash natijasida keltirilgan texnikaviy samara, kam chiqimlar haqida tushunchalarga ega bo'lish, shuningdek mavzuga mos holda formulalar asosida amaliy ko'nikmalarini shakllantirish.



Asosiy ma'lumotlar

Xalq ho'jaligini rivojlantirishning muhim shartlaridan biri – bu sanoatning barcha tarmoqlarida, shuningdek, elektr energetikada yonilg'i – energiya zahiralari asosli ravishda iqtisod qiliSh va tejaSh bo'ladi. O'zbekiston Respublikasida asosiy e'tibor, yonilg'i – energetika tizimini takomillashtirish bo'yicha ishlarni olib borishga, energiya tejamkorligi siyosatiga, neft, gaz, ko'mir bilan bir qatorda gidravlik energiyadan yangilanuvchi va ikkilamchi energiya zahiralari foydalaniShga qaratilmoqda. SHuning uchun elektr muhandislaridan ularga ishonib qo'yilgan xalq mablag'ini, energetika tizimining hamma bosqichlarida oqilona va iqtisodiy ravishda foydalaniSh talab qilinadi. LoyihalaSh jarayonida iqtisodiy samaradorlik asoslari barpo bo'lganligi uchun bu bosqichning o'zida chuqur iqtisodiy tahlil qilmoq va texnikaviy qarorlarni asoslab bermoq kerak. Bunda eng zarur texnik-iqtisodiy masalalar quyidagidan iborat bo'ladi:

- Elektr energiya manbalari va iste'molchilarining joylashishini hisobga olgan holda tarmoqning asoslangan maqbul shaklini qabul qiliSh;
- hamma loyihalananayotgan liniyalarning nominal kuchlanishini, simlar va kabellarning ko'ndalang kesim yuzasini tanlash;
- EUL va PS ni maqsadga muvofiq bo'lgan tuzilishini ishlab chiqiSh.

Zamonaviy energetika tizimlarini murakkab, katta kenglikda va vaqt jarayonida rivojlanayotgan holda tasavvur qilsa bo'ladi. Ularni loyihalaSh jarayonida ko'p xillilik, ko'p o'lchovlilik, egri chizikli bog'laniShlar, o'zgarishga moyillik, uzlikli va bir qator parametrlarni cheklanganligi bilan bog'langan texnikaviy va iqtisodiy qiyinchiliklar yuzaga keladi. Bu masalani hal qilishda maqbul variant qabul qilish parametrlarini kompleks holda nazarga olishni, tizimning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olib to'liq va har tomonlama tekshirishni, katta miqyosda mantiqiy va hisoblash ishlarini talab qiladi.

Texnik-iqtisodiy hisoblaShlardan maqsad quyidagilardan iborat ;

-energetika tizimlarini loyihalaShga, quriShga, tiklaShga, kengaytiriShga va iShlatiShga sarflangan kapital mablag'ni xalq xo'jaligining rivojlantiriSh talablariga binoan samaradorligini baholaSh;

-iqtisodiy ko'rsatgichlarni va tizimning iqtisodiy samaradorligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadigan parametrlarning boShqariSh usullarini to'g'ri tanlaSh. Bunga tizimning ayrim qismlaridagi energiya isrofini kamaytiriSh, elektr energiyaning iShonchliligini va sifatini ko'tariSh, kompensatsiyalaydigan va rostlaydigan qurilmalarni qo'llaSh, elektr uskunalarining quvvat koeffitsientini oShiriSh va boShqalar kiradi.

-Elektr energetika tizimlarini keyingi rivojlaniShini (navbatdagi iste'molchilarni paydo bo'liShi, yuklamalarni o'siSh sur'ati, tizimning navbatma-navbat quriliSh mumkinligi va boShqalar) hisobga olib loyihalaSh. [2].

Energetik tizim, tarmoq yoki ularning ayrim qismlarini loyihalayotganda uShbu aytib o'tilgan mulohazalarga rioya qilib, texnik-iqtisodiy nuqtai nazardan bir nechta variant taqqoslanadi. Bunday taqqoslaSh maxsus texnik-iqtisodiy hisoblaSh usullari asosida bajariladi va eng kam xarajatli variant qabul qilinadi.

Ko'p yillar davomida qo'llanib kelinayotgan «keltirilgan xarajatlar» usuli hozirgi paytda Respublikamiz bozor iqtisodiyotiga o'tayotgan jarayonda o'zini oqlamay qoldi.

Hozirgi kunda «kumulyativ xarajatlar» usuli tavsiya etiladi. (kumulyativ so'zi «jang'ariSh, to'plaSh, yig'iSh» ma'nosini beradi). Albatta bir necha variantni taqqoslayotganimizda uskunani quriliShiga ajratilgan kapital mablag' (investitsiya), joriy inflyasiya va uskunani iShlatiShga bo'lgan hamma chiqimlarni (odatda bir necha yil davomidagi) hisobga oliShimiz kerak.

Kumulyativ xarajatlar usuli Shularning hammasini hisobga oladi va ular asosida variantlarni taqqoslaSh quyidagi formula yordamida o'tkaziladi:

$$Z_K = (1 + E_K)^n \cdot K_Z + C_Z \quad (6.3.1)$$

bu erda: Z_K - har bir variantga to'g'ri keladigan kumulyativ xarajati.

K_Z -uskuna qismlariga ajratilgan kapital mablag'lar yig'indisi.

E_K -kapital mablag'ga bank orqali qo'yilgan foizning darajasi, inflyasiyani hisobga olgan holda o'zgarib turadi:

S_Z -bir yillik uskunadan foydalaniShga (uskunani iShlatiSh uchun) bo'lgan xarajatlar yig'indisi.

S_Z xarajatlarni ochib yozsak, quyidagicha bo'ladi

$$S_Z = S_{Z_{ren}} + S_{Z_{tx}} + S_{Z_{\Delta E}} \quad (6.3.2)$$

(6.3.2) dagi tarkibiy qismlarni ko'rib chiqamiz.

Bunda, $S_{Z_{ren}}$ –bir variantga tegiShli hamma uskunalarni «renovatsiya» siga (yangilaniSh) bo'lgan xarajatlar yig'indisi. Buning ma'nosi quyidagidan iborat. Har bir inShoat, uskuna (elektr tarmoqlari uchun transformatorlar, liniyalar va boShqalar) qandaydir n yil davomida iShga loyiq bo'liShi mumkin. Masalan metall tayanchlardagi liniyalar bir necha o'nlab yil iShda bo'liShi mumkin, yog'och tayanchlardagisi esa 10 yildan kam iShlaShi mumkin, so'ngra bu

liniyani almaShtiriSh kerak. Bunga mablag‘ bo‘liShi uchun kapital mablag‘dan har yili yangilaShga (to‘liq yoki qisman almaShtiriSh uchun) asosiy fond sifatida mablag‘ ajratilib turiladi. Demak, renovatsiyaning asosiy mablag‘ (fond) narxini Shu fondni keyinchalik qisman yoki to‘liq yangilaSh maqsadida asta-sekin iShlab chiqarilayotgan mahsulotni qiymatiga o‘tkaziSh deb tuShunsa bo‘ladi. Renovatsiya xarajati har bir uskuna uchun alohida berilgan maxsus koeffitsientlar R_{ren} yordamida topiladi.

(6.3.2) formuladagi S_{Ztx} uskunalarni davriy ta‘mirlaSh va ularga tegiShli xizmatlar uchun bo‘lgan bir yillik xarajatlar yig‘indisi. Endi (6.3.2) dagi $S_{\Sigma\Delta E}$ bir yil davomida tarmoqdagi elektr energiya isrofiga bo‘lgan xarajatlarni hisobga oladi. Bu xarajatlar elektr energiyaning yillik isrofi aniqlangandan keyin, O‘zdavenergonazorat orqali beriladigan koeffitsientlar (bular 1 kVt soat narxini topiShga yordam beradi va vaqt o‘tiShi bilan o‘zgarib turadi) yordamida hisoblanadi.

Shunday qilib, texnika nuqtai nazaridan bir-biriga teng bir nechta variant taqqoslanayotganda ularning har biri uchun (6.3.1) asosida kumulyativ xarajatlar hisoblab chiqiladi va so‘ng iShlab chiqiShda eng kam xarajatga olib kelgan variant qabul qilinadi.

Texnika iqtisodiy ko‘rsatgich – kapital xarajatlar (investitsiya) K dir, ya‘ni tarmoqlarni, stansiyalarni, energetika obektlarini quriSh uchun xarajatlar Elektr tarmoqlari uchun investitsiya holati quyidagidan iborat.

$$\mathbf{I}=\mathbf{I}_L+\mathbf{I}_{P/ST} \quad (6.3.3)$$

bu erda: I_L – liniyani quriSh uchun investitsiya, so‘m

$I_{p/st}$ – p/stni quriSh uchun investitsiya, so‘m.

Liniyani qurish uchun investitsiya qidiruv iShlari va trassani tayyorlaSh xarajatlaridan, tayanchlar, simlar, izolyatorlar va boShqa uskunalarni sotib oliSh uchun va ularni taShiSh, yig‘iSh va boShqa iShlar uchun sarflangan xarajatlardan iborat. Podstansiya quriliShi uchun investitsiya hududni tayyorlaSh, transformator, o‘chirgich va boShqa uskunalarni sotib oliSh xarajatlaridan, moylaSh iShlari xarajatlaridan va boShqalardan iborat. Investitsiya tarmoq elementlari narxining yaxlitlangan ko‘rsatgichlari asosida yoki maxsus tuzilgan smeta asosida aniqlanadi. Ikkinchi muhim texnik iqtisodiy ko‘rsatgich-iShlatiSh xarajatlaridir, bular energetika uskunalari va tarmoqlarini bir yil davomida iShlatiSh uchun kerak bo‘ladi.

$$C = C_{\Delta} + C_{n/cm} + C_{\Delta\Theta} = \frac{P_{a\Delta} + P_{p,\Delta} P_{o,\Delta}}{100} \cdot H_{\Delta} + \frac{P_{a,n/cm} + P_{p,n/cm} + P_{o,n/cm}}{100} \cdot H_{n/cm} + C_{\Delta\Theta}$$

bu erda: C_{Δ} , $C_{n/cm}$ – liniya va podstansiya uchun iShlatiSh xarajatlari, ming so‘m/yil

$C_{\Delta\Theta}$ – elektr energiya isrofi narxi, ming so‘m/yil.

$P_{a\Delta}$, $P_{p,\Delta}$, $P_{o,\Delta}$ – bir yilda liniya uchun amartizatsiya, oddiy ta‘mirlaSh va xizmat ko‘rsatiSh chegirmalar, %

$P_{a,n/cm}, P_{p,n/cm}, P_{o,n/cm}$ – xuddi Shular podstansiya uchun.

Agar liniya va podstansiya uchun amortizatsiya, oddiy ta'mirlash va xizmat ko'rsatish xarajatlari birlashtirilsa, unda umuman tarmoq uchun ish xarajatlarining ifodasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$C = C_a + C_p + C_o + C_{\Delta\varnothing} \quad (6.3.4)$$

Amortizatsiya chegirma kapital ta'mirlashga, ishdan chiqqan va ma'naviy eskirgan uskunalarni almashtirish uchun kerak bo'ladigan mablag'larni yig'ishga sarf bo'ladigan xarajatlarni o'z ichiga oladi. Uskunaning xizmat vaqti qancha kam bo'lsa, shuncha amortizatsiya chegirma katta bo'ladi.

Oddiy ta'mirlash uchun chegirma uskunalarni ishchi holatda saqlab turish uchun mo'ljallangan. Oddiy ta'mirlash vaqtida izolyatorlar almashtiriladi, tayanchlar va podstansiya uskunalarning qobig'i bo'yaladi, kichik shikastlanishlar tuzatiladi. Shikastlanishning oldini olish uchun tarmoqning barcha elementlari vaqti-vaqti bilan tekshirilib turiladi va profilaktiv sinovdan o'tkaziladi. Bu tadbirlar oddiy ta'mirlash chegirmalaridan mablag' bilan ta'minlanadi.

Xizmat ko'rsatish chegirmalari ishchi xodimlarning maoshiga, hamda transport vositalariga, xodimlar uchun uy joylari va boshqalarga sarflanadi.

Amortizatsiya va oddiy ta'mirlash xarajatlarini birlashtirish mumkin:

$$C_a + C_p = P_{\varnothing} K \quad (6.3.5)$$

bu erda: P_{\varnothing} - amortizatsiya va oddiy ta'mirlash uchun yillik chegirma, 1/yil.

Isrof uchun elektr energiya narxi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

bu erda: $\Delta\varnothing$ - elektr energiya isrofi, kVt. soat;

β - 1 kVt.soat elektr energiya isrofining narxi [sum/kVt.soat]

Texnik iqtisodiy ko'rsatkichlarga uzatiladigan elektr normaning tan narxi ham kiradi:

$$r = C / \varnothing \quad (6.3.6)$$

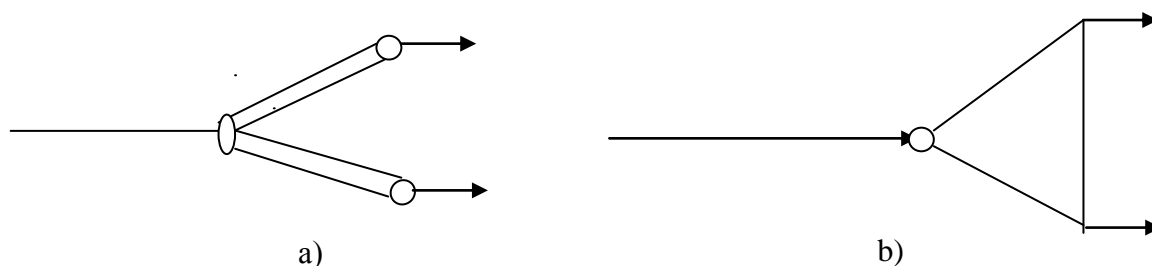
bu erda: S – tarmoqni ishlatish xarajatlari, sum/yil;

G – bir yilda iste'molchilar olgan elektr energiya, kVt.soat.

Texnik iqtisodiy solishtirishda faqat texnik talablarga javob beradigan variantlar solishtiriladi, ya'ni bunda, ishonchliligi bir hil bo'lgan sifatli elektr energiya bilan taminlangan iste'molchilar.

Texnik-iqtisodiy solishtirishning birinchi bosqichida ruxsat etilgan texnik talablar bo'yicha variantlar tanlanadi, ikkinchi bosqichda esa ulardan texnik iqtisodiy ko'rsatkich (TIK) lar bo'yicha optimal variant tanlanadi.

Masalan, rasmda ko‘rsatilgan tarmoq variantlarini solishtirish kerak
Eng oson yo‘l – bu K va S larni aniqlash va ularni solishtirish.



6.3.1- rasm. Tarmoq sxemasining variantlari
a) radial; b) berk.

Agar $K_1 > K_2$ va $S_1 > S_2$ bo‘lsa, unda ikkinchi variant (b) tanlanadi.

Agar $K_1 > K_2$ va $S_1 < S_2$ bo‘lsa, unda bunday variantlar qanday qilib solishtiriladi?

Eng qulay variantni aniqlaydigan iqtisodiy mezon sifatida komulyativ xarajatlar [sum/yil] ishlatiladi:

$$Z_{\kappa} = (1 + E_{\kappa})K + C, \text{ сум / йил}$$

bu erda: K – jami kapital xarajatlar (investitsiya), sum

E_{κ} – kapital xarajatlar uchun foizi, %

S – yillik ekspluatatsion sarflar, sum/yil.

Tarmoq rivojlaniShining barcha solishtirilayotgan variantlari berilgan iste‘mol rejimida (yuklamalar quvvatida) iste‘molchilarni bir hil foydali elektr energiya bilan taminlaniShi kerak. Tarmoqning har bir varianti kerakli iShonchlilikni taminlaniShi lozim, bunda, normativ hujjatlarda keltirilgan Sharoitlarda topShirilgan funksiyani bajariSh qobiliyati tuShuniladi. Elektr taminoti iShonchliligiga talablar elektr iste‘molchilarning toifasiga bog‘liq holda elektr usunalardan foydalaniSh qoidalarida (PUE) ko‘rsatilgan[2].

PUEga asosan barcha elektr iste‘molchilar kerakli iShonchlilik darajasi bo‘yicha uchta toifaga (I, II, III) bo‘lingan:

Energotizim tarmoqlari iShonchliligiga talablar normativ hujjatlarda qat‘iy (aniq) belgilangan. Bu hujjatlarda zahira qilib qo‘yiSh, zanjirlar soni, podstansiyada transformatorlar soni, ulaniSh sxemalari va boShqalar bo‘yicha talablar keltirilgan.

I toifali iste‘molchilar uchun elektr taminoti tizimidagi uziliSh oqibatidagi zararni iqtisodiy ekvivalent tarzida ifodalaSh mumkin emas. I va II toifali iste‘molchilarni taminlovchi tarmoq sxemalarining iShonchliligini baholaSh mezonlari sifatida iShonchlilikning quyidagi texnik ko‘rsatgichlari qabul qilinadi:

-uziliSh oqimi parametri (bir yilda o‘rtacha uziliSh soni), ω ;

-bir yilda uzluksiz iShlaniSh ehtimoli, ρ , nisbiy birlik%

-elektr taminoti tiklaniShini o‘rtacha vaqti T_v , yil/uziliSh.

Xarajatlar bo‘yicha Shunday I – toifali iste‘molchilarni taminlovchi tarmoq variantlarini solishtirish mumkinki, bunda ular uchun iShonchlilikning

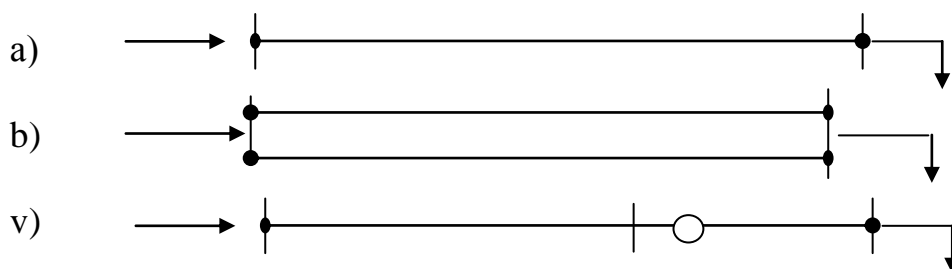
texnik ko'rsatkichlari tegishli normativ hujjatlarda aniq belgilangan talablarni qoniqtiradi.

II-toifali iste'molchilar elektr taminotidagi uziliSh oqibatlarini iqtisodiy ekvivalent tarzida ifodalaSh mumkin:

Elektr ta'minotini uziliShi natijasida kutilayotgan o'rtacha yillik xalq xo'jalik ziyoni (zarari) U , ming so'm/yil:

Elektr energiyani iste'molchiga etkazib bermaslik natijasidagi zion U xarajat tarkibiga kiritiladi va II-toifali iste'molchilarni ta'minlovchi tarmoq variantlarini tanlaShda hisobga olinadi. Agarda tarmoq variantlari iShonchlilik bo'yicha bir-biridan ancha farq qilsa, bunda, elektr taminoti tizimining buziliShi natijasidagi ziyonni o'z ichiga olgan xarajatlar eng kam bo'lgan variant tanlanadi.

6.3.3-rasmda ko'rsatilgan tarmoq variantlaridan birining iShonchlilikni hisobga olgan holda tanlaSh uchun, har qaysi variantning hisobiy xarajatlariga elektr energiyani etkazib bermaslik natijasidagi o'rtacha yillik zion qo'Shiladi va eng kam xarajatli variant tanlanadi.



6.3.3- rasm. Tarmoq variantlari: a) bitta liniya; b) ikkita parallel liniya; v) liniya-transformator bloki.

$$Z_1 = C_1 + (1 + E_k)K_1 + Y_1$$

$$Z_2 = C_2 + (1 + E_k)K_2 + Y_2$$

Natijada elektr tarmog'idagi zion quyidagicha aniqlanadi:

$$Y_{\text{e}} = \omega T_{\text{e}} P_{\text{kb}} + E_n V_{\text{ov}}$$

bu erda: ω - uziliSh oqimi parametri (bir yilda o'rtacha uziliShlar soni);

T_v - o'rtacha tiklaSh vaqti, yil/uziliSh;

R_{kb} - normal rejim uchun jami eng ko'p yuklama, kVt;

E_n - iste'molchi yuklamasini cheklaSh koeffitsienti;

U_{ov} - elektr ta'minotining majburiy uziliShi oqibatidagi hisobiy soliShtirma yillik zion; ming so'm/kVt.yil.

Elektr tarmoqlari elementlarining ω va T_v ko'rsatkichlari ma'lumotnomadan olinadi.

E_n -koeffitsienti Shu rejimdagi uziliShda o'chiriliShi zarur bo'lgan yuklamani normal rejimdagi eng ko'p jami yuklamaga nisbatiga teng. Elektr taminoti batamom uzilsa $E_n=1$ ga teng. To'la zaxiralangan tarmoqda

(6.3.2b - rasm) $E_n=0$.

R_n, E_n kattaligi uziliShda o'chiriladigan yuklama quvvatiga teng.

Ziyonning soliShtirma ko'rsatgichlari chiziqlardan yuklama tarkibiga va E_n ga bog'liq holda aniqlanadi [4].

YUqorida ko'rsatilgan ziyoning ifodasi elektr tarmog'ining bitta elementini avariyaali o'chirishi mumkin bo'lgan holat uchun tegishi. Haqiqatda elektr tarmog'ida avariya natijasida bir nechta elementlar o'chirishi mumkin: liniyalar, transformatorlar, o'chirgichlar, Shinalar va boShqalar. SHuning uchun, bu holatdagi o'rganilayotgan tarmoq uchastkasining tarkibiy almaShtirishi sxemasi tuziladi.

6.2.3 b – rasm – parallel ulangan elementlarning tarkibiy sxemasi

6.2.3v – rasm – ketma-ket ulangan elementlarning tarkibiy sxemasi.

Ketma-ket ulangan elementlardan taShkil topgan tarmoqning tarkibiy sxemasi Shaxobchasi uchun majburiy (avariyasi) bekor to'xtab turishdan ziyonning matematik kutilishi U_v bilan aniqlanadi:

$$V_{\sigma} = K_{\sigma} \cdot P_{\omega\sigma} \cdot E_n V_{\sigma\sigma}$$

bu erda: K_v – majburiy bekor to'xtab turish koeffitsienti, nisbiy birlik. Tarmoqning bir elementi uchun

$$K_{\sigma} = \omega T_{\sigma}$$

Elektr tarmoqlarini loyihalaSh vaqtida iShonchlilikni hisobga olish uchun tarmoq elementlarini avariyaali o'chirishidan taShqari ulanishi reja asosida o'chirishini ham (rejali ta'mirlaSh paytida) hisobga olish kerak. Bunda, avariyaali va rejali bekor to'xtab turish sababli elektr ta'minotini u EUL ishidan ko'rilgan ziyonlarning matematik qo'Shinishlari xarajat tarkibiga yig'indisi kiritiladi.



Savollar

1. *Elektr tarmoqlarida texnik isrof deganda nimani tuShunasiz?*
2. *Iqtisodiy ko'rsatkichlarning asosiy parametrlari nimadan iborat?*
3. *Toifalar haqida nimani tuShunasiz?*
4. *Keltirilgan xarajatlar nimalardan tarkib topgan?*

6.4-MAVZU

EUL O‘TKAZGICHLARINING KO‘NDALANG KESIM YUZALARINI TOKNING IQTISODIY ZICHLIGI BO‘YICHA TANLASH.

O‘quv maqsadi

Talabalarda elektr uzatish liniyalaridagi tok o‘tkazgich (sim va kabel) larining ko‘ndalang kesim yuzasini tanlashning eng optimal usullarini nazariy asoslash, texnik jihatdan sim va kabellarni elektr jihozlarga qo‘llash bo‘yicha ko‘nikmalarni berish.



- Asosiy ma'lumotlar



Ko‘pchilik elektr tarmoqlarini loyihalash va qurishda, simlarning iqtisodiy kesim yuzasini tanlash eng muhim masalalardan biri hisoblanadi. Hususan, ko‘pgina EULni qurish va ishlatish juda katta miqdordagi kapital mablag‘, sim materiallarining sarfi, elektr tizimlarida quvvat va elektr energiyaning isrofi bilan bog‘langan.

Elektr tizimlarining iqtisodiylikiga (mamlakatni hozirgi mashtabda elektrlashtirish paytida) tarmoqning shunday jiddiy ta‘siri bo‘lgani tufayli simlarning kesim yuzasini iqtisodiy tanlash maqsadga muvofiqligi muhim ahamiyatga egadir. Faqat 10 kV va undan past kuchlanishli tarmoqlarning o‘zidagi elektr energiya isrofi, elektr tizimi tarmoqlaridagi umumiy energiya isrofining 60-70% ni ta‘shkil qiladi.

Shu bilan birga bu tarmoqlarning simlari va kabellariga butun tarmoqlarda sarf bo‘ladigan rangli metallarning yarmidan ko‘pi sarf bo‘ladi.

Hozirgi vaqtda simlarning iqtisodiy kesim yuzasini tanlashda biror aniq usul bo‘lmagani uchun oldindan qo‘llanilib kelinayotgan keltirilgan xarajatlarga asoslangan usuldan foydalanamiz [5].

SHunga asosan simning iqtisodiy kesim yuzasi deb, keltirilgan xarajatning minimum qiymatiga taalluqli kesim yuzasi aytiladi. Simning iqtisodiy kesim yuzasining tokni iqtisodiy zichligini normaga solingan qiymati bo‘yicha yoki yuklamaning iqtisodiy intervali bo‘yicha tanlanishi mumkin.

Tokning iqtisodiy zichligi elektr tarmoqlardagi 1 km simning qurilish narxi va simning kesim orasidagi bog‘lanish to‘g‘ri chiziqli bog‘lanishga yaqin degan taxminga asoslanib tanlanadi:

$$K = a + \epsilon F \quad (6.4.1)$$

bu erda: a- kesim yuzasiga bog‘liq bo‘lmagan narxning o‘zgarmas ta‘shkil etuvchisi (qidiruv ishlariga, loyihalashga, yo‘llarni, aloqa liniyalarini yotqizishga va bo‘shqalarga sarflangan mablag‘);

v- 1 km liniyani qurishda simning kesim yuzasiga qarab narx o‘zgarishini hisobga oladigan qimmatlash koeffitsienti. (so‘m/km.mm²)

1 km liniyadagi elektr energiya isrofining narxi quyidagi ifodadan topilishi mumkin:

$$C_{\Delta\varnothing} = 3I^2 (S / F) \tau \beta \cdot 10^{-3} \quad (6.4.2)$$

bu erda: I – normal holatga tegiShli liniyadagi maksimal tok, A,

ρ - sim materialining soliShtirma qarShiligi;

τ - maksimal quvvat isrofi ajraladigan vaqt , soat;

β - elektr energiya isrofining soliShtirma narxi (so‘m/kVt.soat)

F-simning ko‘ndalang kesim yuzasi.

(6.4.1) va (6.4.2) larni hisobga olganda 1 km liniya uchun keltirilgan xarajat quyidagiga teng bo‘ladi:

$$3 = (E_{\kappa} + p)(a + \epsilon F) + 3I^2 (\rho / F) \cdot \tau \cdot \beta \cdot 10^{-3} \quad (6.4.3)$$

bu erda: r – liniyani amortizatsiyasiga, tuzatiShga va u uchun xizmat qiluvchilarga ajratilgan mablag‘ ko‘effitsienti.

Keltirilgan xarajatning eng kichik qiymati bo‘ladi, qachonki

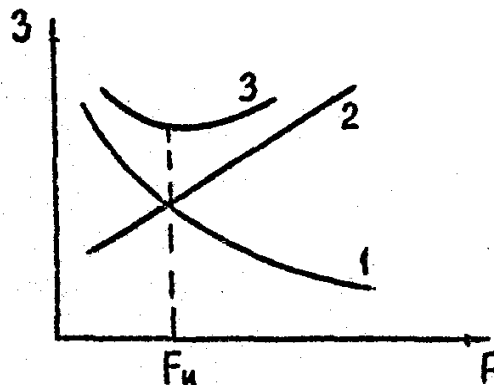
$$\frac{d3}{dF} = (E_{\kappa} + p)\epsilon - 3I^2 (\rho / F) \tau \cdot \beta \cdot 10^{-3} = 0$$

bo‘lsa,

Bundan tokning iqtisodiy zichligi:

$$j_{\kappa} = I / F = \sqrt{(E_{\kappa} + p)\epsilon / 3\rho \cdot \tau \cdot \beta \cdot 10^{-3}} \quad \text{teng bo‘ladi. (6.4.4)}$$

YUqorida keltirilgan liniyani iShlatiSh (ekspluatatsiya) ga bo‘lgan yillik xarajatlarni simning kesim yuzasiga bog‘liqligi egri chiziqli o‘zgariShi 6.4.1-rasmda ko‘rsatilgan. Undan ko‘rinib turibdiki $C_{\Delta\varnothing} = 3I^2 (P / F) \cdot \tau \cdot \beta$ (energiyani isrofiga ketgan xarajat) ga tegiShli 1 – egri chiziq, simning kesim yuzasiga teskari munosabatda o‘zgaradi, a’zolar $C = (E_{\kappa} + p) \cdot (a + \epsilon F)$ ifodalaydigan (2-chiziq) keltirilgan xarajatning kapital mablag‘iga tegiShli qismi simning kesim yuzasiga taxminan to‘g‘ri chiziqli bog‘langandir, chunki simning kesim yuzasi katta bo‘lsa, boShlang‘ich kapital mablag‘ sarfi Shuncha ko‘p bo‘ladi, 1- va 2- egri chiziqlarni qo‘Shib 3 – egri chiziq, ya’ni kesim yuzasi F ga bog‘liq bo‘lgan yillik keltirilgan xarajatlarning o‘zgariShini olamiz (6.4.1-rasm).



6.4.1-rasm. Yillik keltirilgan xarajatning simni kesim yuzasiga bog‘lanishi

Simning ko'ndalang kesim yuzasi kattalaShiShi tufayli energiya isrofining narxi kamayadi, lekin liniyani iShlatiShga bo'lgan mablag' ajratiSh ko'payadi, bunda umumiy egri chiziqdagi minimumga tegiShli bo'lgan kesim yuzasining qiymati iqtisodiy kesim yuzasi deb atalgan qandaydir F_n kesim yuzasiga to'g'ri keladi.

SHunday qilib, simni iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasini aniqlaSh uchun matematik funksiya $Z=f(F)$ ni biliSh, bu funksiyaning minimumini va unga tegiShli F_n ni topiShning o'zi etarligha o'xShaydi. Bunday uriniShlar ko'pchilik mualliflar tomonidan qilingan. Birlari faqat simplarning narxini hisobga olib, liniyaning quriliSh qismini hisobga oliShmagan, boShqalari rangli metallarni iqtisod qiliShni hisobga oladigan tuzatiShlarni kiritiShgan [6]. Ammo, iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasini qiymatiga ta'sir etuvchi murakkab faktorlarning barchasini hisobga oliSh matematik jihatdan mumkin emas, Shuning uchun har hil materiallardan tayyorlangan havo va kabel liniyalari uchun bir qator texnik-iqtisodiy hisoblaShlarga asosan, yana har xil maksimum yuklamadan foydalaniSh vaqti T_{maks} uchun iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasini aniqlaShda quyidagi ifodadan foydalaniSh tavsiya etiladi.

$$F = \frac{I_{maks}}{j_n} \quad (6.4.5)$$

bu erda: I_{maks} - tarmoqni normal iSh holatida simdagi maksimal yuklama toki, A

J_n – tok oquvchi simning materialiga, liniyaning tuziliShiga, maksimal yuklamadan foydalaniSh vaqtiga bog'liq holda aniqlanadigan tokning iqtisodiy zichligi, A/mm².

Sim materialining o'tkazuvchanligi qancha yuqori bo'lsa (mis-alyumin), yoki liniya qancha qimmatroq bo'lsa (kabel-havo liniyasi), Shuncha tokning zichligi kattadir va Shunga bog'liq simning iqtisodiy kesim yuzasi F_m kichikdir.

J_n va F_n ni maksimal yuklamalardan foydalaniSh vaqti T_{maks} ga bog'liqligi teskari o'zgariShlidir, ya'ni T_{maks} ni kattalaShiShi bilan kamayadi, F esa kattalaShadi, chunki T_{maks} ni o'siShi bilan keltirilgan xarajatdagi elektr energiya narxi oShadi. (6.2.4 ifodadagi τ o'sadi).

Liniyadagi I_{maks} ning qiymatini normal iShlayotgan holatidagi tokni oShiShi hisobga olinmaydi. Masalan, normal liniyalardan, Shikastdan keyin bittasi iShlab, ikki marta ko'p yuklamani ta'minlaydi, ammo, bu holat uzoq bo'lmagani uchun, iqtisodga ta'sir qilmaydi. Bu erda: liniyaning kesim yuzasini mumkin bo'lgan qiziSh darajasi bo'yicha maksimal tokga asosan tekShiriSh kerak.

iShlatiSh Sharoitiga asosan tavsiya etilgan tokning iqtisodiy zichligi qo'Shimcha jadvallarda keltirilgan.

SHu yo'l bilan topilgan kesim yuzasi F_n ni standartga yaqin qilib yaxlitlanadi.

Agarda tarmoqdagi yuklama maksimumi tungi (kechki) vaqtga to'g'ri kelsa, unda tokning iqtisodiy zichligini (jadvaldagi) 40% ga oShiriladi. 16 mm²

va undan kichik ko'ndalang kesim yuzali izolyasiya qilingan simlarda ham j_n ni 40% ga kattalashtirish mumkin.

Uchastkalari katta bo'lmagan va ulardagi T_{maks} lar har hil bo'lgan tarmoqlarda iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasi har bir uchastka uchun alohida aniqlanadi, lekin bunda uchastkalardagi har hil T_{maks} o'rniga butun tarmoq uchun uning o'rtacha qiymati $T_{o'r.maks}$ quyidagi ifodaga asoslanib qabul qilinadi.

$$T_{VP.MAKC} = \frac{\varnothing}{P_{MAKC}} = \frac{P_{1.MAKC} \cdot T_{1.MAKC} + P_{2.MAKC} \cdot T_{2.MAKC} + \dots}{K_o (P_{1.MAKC} + P_{2.MAKC} + \dots)} = \frac{\sum_1^n P_{i.MAKC} \cdot T_{i.MAKC}}{K_o (\sum_1^n P_{i.MAKC})}. \quad (6.4.6)$$

bu erda: K_o – yuklamalar maksimumi bir vaqtga to'g'ri kelishini hisobga oladigan koeffitsient.

Agarda iste'molchilar liniyaga o'zaro katta bo'lmagan masofalarda ulangan bo'lsa, unda amaliy jihatdan va liniyaning tuzilishi jihatidan har bir uchastka uchun har xil ko'ndalang kesim yuzasini qabul qilish maqsadga muvofiq emas. Bunday holda eng katta yuklangan uchastka (liniyaning bo'shi) uchun olinadigan bir xil iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasi qabul qilinadi. J_n qiymatiga tuzatish koeffitsienti K_u olinadi, ya'ni ekvivalent qiymat $J_n = j_n K_u$ qabul qilinadi.

bu erda: j_n – oxirida bir yuklamasi bo'lgan va $T_{maks} = T_{o'r.maks}$ holdagi bir liniyaga tegishli tokning iqtisodiy zichligi.

K_u koeffitsienti quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$K_u = \sqrt{\frac{I_1^2 L}{I_1^2 \ell_1 + I_2^2 \ell_2 + \dots + I_n^2 \ell_n}} \quad (6.4.7)$$

bu erda: I_1, I_2, I_n – ayrim uchastkalardagi yuklama toklari;

$\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_n$ - ayrim uchastkalarining uzunliklari;

L – liniyaning to'liq uzunligi.

Simlarning ko'ndalang kesim yuzasi kuchlanishi 500 kV gacha bo'lgan HL larida tokning iqtisodiy zichligi asosida tanlanadi. 500 kV dan yuqori kuchlanishi HL larida, 1000 V li bo'lgan EUL larda tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha simning ko'ndalang kesim yuzasi quyidagi hollarda tanlanmaydi:

a) sanoat korxonalarining va qurilmalarining kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan tarmoqlarda maksimal yuklamadan foydalanih vaqti 4000-5000 s ortiq bo'lmasa;

b) 1000 V gacha bo'lgan ayrim elektr iste'molchilargacha cho'zilgan Shahobchalar va yoritish tarmoqlarida;

v) vaqtinchalik qurilmalarning va ish muddati 3 yildan 5 yilgacha bo'lgan qurilmalarning tarmoqlarida.

Tokni normallashtirgan iqtisodiy zichligi bo'yicha simlarning ko'ndalang kesim yuzasini tanlash usuli shunday kamchilikka egaki, bu zichligi har xil turdagi liniyalar uchun amortizatsiyaga bo'lgan mablag' ajratish qayd qilingan deb aniqlanadi va simlarning solishtirma narxi ko'ndalang kesim yuzasiga nisbatan to'g'ri chiziqli bog'lanishda hisoblanadi. Keltirilgan omillar iqtisodiy

kesim yuzasini tanlaShda katta xatoliklarga olib keladi, bu ayniqsa bir turda bo‘lmagan tarmoqlarda, qaysiki ayrim uchastkalari har xil texnik va iqtisodiy ko‘rsatkichlariga (sim materialini Shaklan iShlaniShi, amortizatsiyaga ajratiSh va boShqalar) ega bo‘lganda bilinadi. Maksimal yuklamadan foydalaniSh vaqtining katta oraliqdagi ham sezilarli xatoni yuzaga keltiradi. Masalan uchinchi oraliq uchun (qo‘Shimcha jadval) $T_{maks}=5000$ s bo‘lganda F_m ni aniqlaShdagi xatolik +30%; $T_{maks}=8760$ s da esa xatolik intervali o‘rtacha vaqt qiymati uchun tanlangan kesim yuzasiga nisbatan 20% ni taShkil etadi. YUklamaning iqtisodiy oralig‘i (intervali) usuli [A] aniqroq echimini beradi, bunda keltirilgan xarajatga ta’sir qiladigan simlarni standart kesim yuzasini uzluqligi, parametrlarni haqiqiy qiymati hisobga olinadi.

Simlarning ma’lum bir kesim yuzasi uchun Shunday yuklamalar oralig‘i iqtisodiy deyiladiki, qachonki Shu oraliqlardagi yuklamalarga tegiShli bir o‘lcham tokni, (yoki quvvatni) bir o‘lcham uzunlikka uzatiSh uchun bo‘ladigan keltirilgan xarajat boShqa ko‘ndalang kesim yuzalaridagiga nisbatan eng minimal bo‘ladi.

Uzunlik birligidagi aktiv qarShiligi r (Om) li standart F_m kesim yuzali 1 km liniyaga tegiShli keltirilgan xarajat tok I ga bog‘langan raviShda quyidagi ifoda orqali topiladi.

$$3_{(m)} = (E_n + p) K_{(m)} + 3I^2 r_{(Om)} \tau \beta \cdot 10^{-3} \quad (6.4.8)$$

UShbu ko‘ndalang kesim yuzasi F_m uchun iqtisodiy oraligni hosil qiluvchi mumkin bo‘lgan yuklamalar qiymatini ko‘ndalang kesim yuzalari $F_{(n-1)}$ va F_m , F_m va $F_{(mn)}$ ga taalluqli keltirilgan xarajatlarni bir-biroviga tenglaShtirilib aniqlaSh mumkin. $Z_m=Z_{(m-1)}$ Shartiga asoslanib, ko‘ndalang kesim yuzasi uchun tokni minimal qiymati aniqlanadi:

$$I_{(m)\kappa.min} = \sqrt{(E_\kappa + p)(K_{(m)} - K_{(m-1)}) \cdot 10^{-3} / 3\tau\beta (\tau_{0(m-1)} - \tau_{0(m)})}$$

$Z_{(m)}=Z_{(m+1)}$ Sharti bo‘yicha xuddi Shu ko‘ndalang kesim yuzasi uchun tokni maksimal qiymati aniqlanadi:

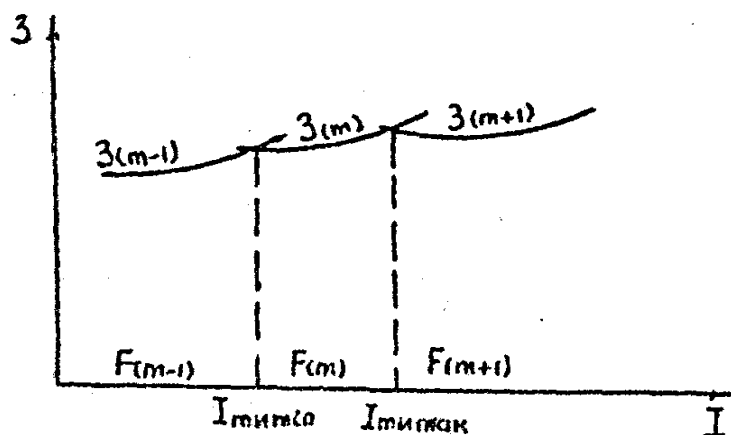
$$I_{(m)\kappa.mak} = \sqrt{(E_\kappa + p)(K_{(m+1)} - K_{(m)}) \cdot 10^{-3} / 3\tau \cdot \beta (\tau_{0(m)} - \tau_{0(m+1)})}$$

Simlarning iqtisodiy ko‘ndalang kesim yuzasini (6.4.7) va (6.4.8) ga asosan tuzilgan iqtisodiy oraliq jadvallari orqali, yoki (6.4.6) ifodaga asosan har hil ko‘ndalang kesim yuzalari uchun qurilgan keltirilgan xarajatning yuklama tokiga bog‘laniSh grafiklariga asosan aniqlaSh mumkin.

SHunday qilib, iqtisodiy nuqtai nazardan topilgan (j_n yoki iqtisodiy intervalga asosan) ko‘ndalang kesim yuzalari standart qiymatga yaxlitlanadi va tokni mumkin bo‘lgan qizdiriSh darajasi bo‘yicha (HL uchun ShikastlaniShdan keyingi holat), tojlaniShga (110 kV va undan yuqori havo liniyalari), mexanik mustahkamlikka (35 kV gacha bo‘lgan HL), mumkin bo‘lgan kuchlaniSh yo‘qotiliShiga (35 kV gacha bo‘lgan uzun tarmoqlar) tekShiriladi.

Hozirgi vaqtda sim va kabellarning ko‘ndalang kesim yuzalarini iqtisodiy nuqtai nazaridan tanlaSh usuli yo‘k. SHuning uchun, ma’lum bo‘lgan usul–

liniyalarning ko'ndalang kesim yuzasini tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha tanlashni ko'rib chiqamiz.



6.4.2- rasm. Keltirilgan sarfni yuklamaga bog'liqligi.

Liniyaning ko'ndalang kesim yuzasi muhim parametr hisoblanadi. Liniya simlarining ko'ndalang kesim yuzasi kattalaShiShi bilan uni quriShga sarflangan xarajatlardan chegirmalar oShadi. Bir vaqtning o'zida elektr energiya isrofi va uning bir yilgi narxi oShadi.

Keltirilgan xarajatlar funksiyasi minimumiga

$$Z(F) = C + P_{HK}$$

ko'ndalang kesim yuzasining ma'lum qiymati to'g'ri keladi, uni F_{ek} deb ataymiz.

Liniyaning narxi uning uzunligiga bog'liq

$$K = K_0 \ell$$

bu erda: ℓ - liniya uzunligi, km;

K_0 - liniya uchun soliShtirma xarajatlar, so'm/km.

$$K_0 = a + \sigma F$$

bu erda: a - ko'ndalang kesim yuzasiga bog'liq bo'lmagan 1 km liniyaning kapital xarajati (trassani tayyorlaShga, yo'lga, botqoqliklari quritiShga va boShqalarga xarajatlar) [so'm/km]

σ - soliShtirma kapital xarajatlarning kesim yuzasiga bog'liq bo'lgan qismi (metall, tayanch, armaturalar narxi) [so'm/km.mm²].

Xizmat ko'rsatiSh chegirmalari liniya simining ko'ndalang kesim yuzasiga deyarli bog'liq emas. Elektr energiya isrofi narxi ko'ndalang kesim yuzasiga bog'liq.

$$C_{\Delta \vartheta} = \beta \cdot \Delta \vartheta = \beta_{\Delta} P_{\kappa \sigma} \cdot \tau = \beta \cdot 3 I_{\kappa \sigma}^2 \tau_{\wedge} \cdot \tau = \beta \cdot 3 I_{\kappa \sigma}^2 \rho \cdot \frac{\ell}{F} \cdot \tau$$

bu erda: $I_{\kappa \sigma}$ - liniyaning eng katta iShchi toki, A;

ρ - sim materialining soliShtirma qarShiligi, Om.mm²/m;

τ - eng ko'p isrof vaqti, soat.

Amortizatsiya va oddiy ta'mirlaSh uchun iShlatiSh sarflari uShbu ifoda bo'yicha simning ko'ndalang kesim yuzasiga bog'liq:

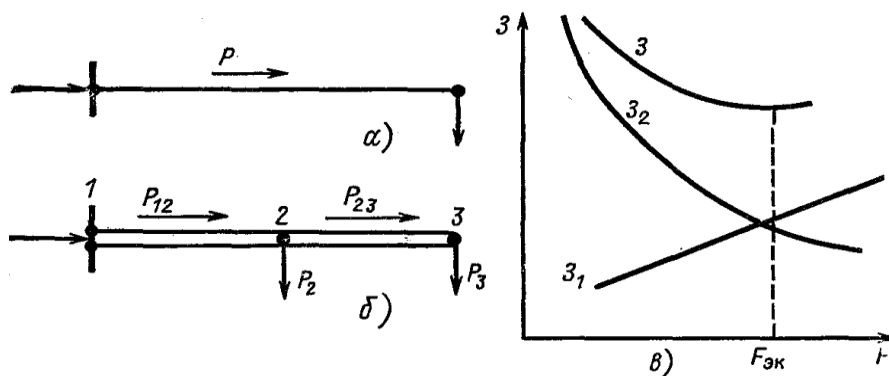
$$C_a + C_p = P_n \cdot K = P_n (a + \epsilon F) \cdot \ell$$

bu erda: P_n - amortizatsiya va oddiy ta'mirlash uchun yillik chegirmalar nisbiy birlikda, 1/yil. YUqoridagilar asosida olamiz.

$$Z(F) = (a + \epsilon F)(P_n = P_n) \ell + \beta \cdot 3 I_{\kappa\sigma}^2 \rho \cdot \frac{\ell}{F} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = Z_1 + Z_2$$

Xarajatlar funksiyasining birinchi tarkibi (Z_1) kesim yuzasi o'shish bilan ortadi (Z_1 - to'g'ri chiziq), ikkinchi tarkibi (Z_2) - bu elektr energiya isrofining narxi bo'lib, F o'shishi bilan kamayadi (Z_2 - chiziq) (6.4.3- rasm)

$Z(F)$ ni kesim yuzasi bo'yicha differentsiallab va hosilani yuzaga tenglab, xarajat funksiyasining minimum shartini topamiz:



6.4.3 - rasm. Keltirilgan xarajatlarni liniya simining kesim yuzasiga bog'liqligi.

$$\frac{\partial Z}{\partial F} = (P_n + P_n) \cdot \epsilon \cdot \ell - \frac{\beta \cdot 3 I_{\kappa\sigma}^2 \rho \cdot \ell \cdot \tau \cdot 10^{-3}}{F^2} = 0$$

Bu erda:n, $F_n = I_{\kappa\sigma}^2 \sqrt{\frac{3 \beta \cdot \rho \cdot \tau \cdot 10^{-3}}{\epsilon (P_n + P_n) \cdot 10^{-3}}}$

Tokning iqtisodiy zichligi, A/mm^2 - bu liniyadan oqayotgan eng katta tokning iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasiga nisbatidir.

$$j_n = I_{\kappa\sigma} / F_n$$

$$\text{YA'ni, } j_n = \sqrt{\frac{\epsilon (P_n + P_n) \cdot 10^{-3}}{3 \beta \cdot \rho \cdot \tau \cdot 10^{-3}}}$$

PUEga asosan tokning iqtisodiy zichligi o'tkazishning turiga va maksimal yuklamadan foydalaniSh vaqti T_{kb} ga bog'liq holda tanlanadi. j_n ning qiymatlari ma'lumotnomalarda keltirilgan[2].

Amaliyotda liniyaning ko'ndalang kesim yuzasini j_n bo'yicha tanlash uchun boShida jadvalda j_n aniqlanadi, so'ngra iqtisodiy ko'ndalang kesim

yuzasi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi $F_n = I_{\kappa\sigma} / j_n$

va standart ko'ndalang kesim yuzasiga yaxlitlanadi. Tahlillar Shuni ko'rsatayaptiki, agar simning ko'ndalang kesim yuzasi F , qiymatdan ma'lum miqdorda og'sa, keltirilgan xarajatlar o'zgariShi kichkina, chunki $z = f(F)$ xarakteristika aniq ifodalangan minimumga ega emas.

j_{sk} aniqlaShda avariya rejimidan keyingi tok hisobga olinmaydi.

Tokning iqtisodiy zichligi bir necha yillar davomida kuchlaniShi 1 kV dan yuqori bo'lgan kabel liniyalarining va 35 – 500 kVli HL larinnng kesim yuzasini tanlaShda ko'llanilgan. Hozirgi vaqtda j_s bo'yicha kuchlaniShi 1 kV dan yuqori bo'lgan KL va 6-20 kVli XL lari kesim yuzasi tanlanadi.

Quyidagi holatlarda simning ko'ndalang kesimyuzasi j_s bo'yicha tanlanmaydi:

-kuchlaniShi 1 kV gacha va $T_{KB} \leq 4000-5000$ soat bo'lgan sanoat korxonalarining tarmoqlari;

-sanoat korxonalari, turar-joy va jamoat binolarining kuchlaniSh yo'qotiliShi bo'yicha tekShirilgan yoritish tarmoqlari.



Savollar

1. Tokning iqtisodiy zichligi deganda nimani tuShunasiz?
2. Sim va kabellarini ko'ndalang kesim yuzasini tanlaShda qanday usullari mavjud?
- 3)Elektr uzatiSh liniyaning ko'ndalang kesim yuzasini tanlaShda iqtisodiy samaradorlik qanday?
- 4)YUklamaga bog'liqlik jihatidan sim va kabellarini ko'ndalang kesim yuzasini tanlaSh qanday?

6.5-MAVZU

QUL O‘TKAZGICHLARINING KO‘NDALANG KESIMLARINI IQTISODIY INTERVALLAR VA RUXSAT ETILGAN KUCHLANISH USULLARI BO‘YICHA TANLASH. LINIYA KESIM YUZASINI TOJLANISH SHAROITI VA QISQA TUTASHUV TOKLARINI QIZDIRISHI BO‘YICHA TEKSHIRISH

O‘quv maqsadi

Talabalarda elektr o‘tkazgich sim va kabellarni tanlashning eng qulay variantlarini qabul qilish, elektr uzatish sim va kabellarini kuchlanishga moslab tanlash, tanlangan simlarni tojlaniSh va qisqa tutaShuv toki natijasida sodir bo‘lgan qiziSh imkoniyati bo‘yicha amaliy ko‘nikmalarini shakllantirish.



- Asosiy ma‘lumotlar



Tokning iqtisodiy zichligi simlarning ko‘ndalang kesim yuzasi tanlanayotganda liniyani qurish uchun sarflanayotgan kapital xarajatlardan taShqari, elektr energiya isrofi narxini ham hisobga olish imkonini beradi. Ko‘rsatilgan afzalliklarga qaramasdan HL ning ko‘ndalang kesim yuzasini j_s bo‘yicha tanlash xatoliklarga olib keladi, chunki bir necha tahlillarga asoslangan:

Birinchidan, j_{sk} uchun ifoda liniyaning kapital mablag‘lari uning uzunligiga chiziqli bog‘langan degan taxmin asosida olingan. Chiziqli bog‘lanish, HL larni tayanchlarda qurishga o‘tilganda, buziladi.

Sanoat korxonalari tayanchlarning cheklangan sonini ishlab chiqaradi. Ularning har biri faqat bir nechta standart ko‘ndalang kesim yuzalarini olish uchun mo‘ljallangan.

Ikkinchidan, j_{sk} uchun ifoda keltirib chiqarilganda, keltirilgan xarajatlar ifodasida ko‘ndalang kesim yuzasi uzluksiz o‘zgaradi degan faraz asoslanmagan taxmin hisoblanadi.

Uchinchidan, taxmin, xarajat ifodasidagi I_{kb} o‘zgarmas, deb olingandir. Bu unday emas, chunki turli liniya uchun I_{kb} har xil. Bu holatda, kam iqtisodiy kesim yuzasi $(F_E) = \partial \beta / \partial I_{k\bar{O}}$ shartidan aniqlanishi kerak.

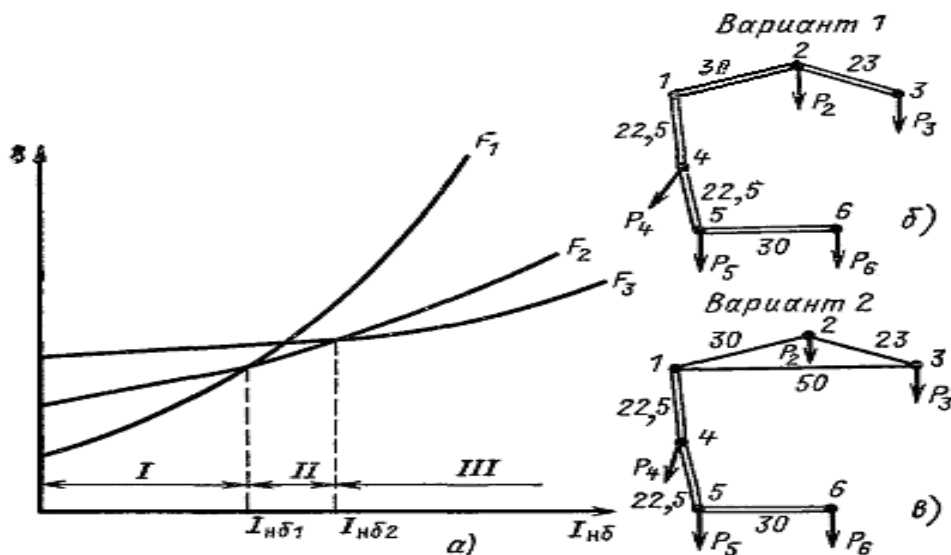
Yuqorida ko‘rsatilgan kamchiliklardan holi bo‘lgan simning ko‘ndalang kesim yuzasini tanlash usuli “**iqtisodiy intervallar usuli**” deb ataladi.

Simlarning ko‘ndalang kesim yuzasini tanlash uchun tokli yuklamalarning iqtisodiy intervallari quyidagicha aniqlanadi. Turli standart kesim yuzalari uchun liniyaga sarflangan keltirilgan xarajatlarni I_{kb} tokiga bog‘lanishi ko‘riladi.

Har qaysi ko'ndalang kesim yuzasi uchun xarajatlar uShbu ifoda bilan aniqlanadi.

$$3 = (P_n + P_a)K + 3I_{\kappa 0}^2 R \cdot \tau \cdot \beta$$

Xarajatning o'zgarmas qismi birinchi tarkibga to'g'ri keladi, ikkinchi tarkibga esa – elektr energiya isrofining narxi to'g'ri keladi va u tok kvadratiga bog'liq, Shuning uchun xarajat chiziqlari – parabolalar.



6.5.1- расм.

6.5.1-rasmga binoan chiziqlarning kesiShiSh nuqtalari iqtisodiy nuqtai nazardan bir kesim yuzasida ikkinchisiga o'tiSh (iqtisodiy intervallar) maqsadga muvofiq bo'lgan tokning qiymatini aniqlaydi. Pastki chiziq (qora) minimal xarajatlar chizig'i bo'ladi, ya'ni eng qulay kesim yuzasiga to'g'ri keladi. CHiziqlardan ko'rinib turibdiki, alohida ko'ndalang kesim yuzalari ma'lum tok oraliqlariga eng qulay hisoblanadi.

Iqtisodiy intervallarni boShqa turdagi uskunalar uchun qo'llaSh nazariy isbotlangan va taklif qilingan.

Iqtisodiy tokning chiziqlar kesiShiShi joyidagi qiymati I_e quyidagi ifodadan aniqlaniShi mumkin:

$$3_{\wedge 1} = 3_{\wedge 2}$$

bu erda: $3_{\wedge 1}$ va $3_{\wedge 2}$ - tokga bog'liq bo'lgan soliShtirilayotgan yonmayon simning ko'ndalang kesim yuzalari uchun xarajatlar.

Ularning qiymati quyidagigi teng:

$$3_{\wedge 1} = (P_n + P_a)K_{\wedge 1} + 3I^2 R_1 \tau \beta \cdot 10^{-3}$$

$$3_{\wedge 2} = (P_n + P_a)K_{\wedge 2} + 3I^2 R_2 \tau \beta \cdot 10^{-3}$$

Unda,

$$I_e = \sqrt{\frac{P_n + P_a}{\tau \cdot \beta}} \sqrt{\frac{(K_{\wedge 2} - K_{\wedge 1}) \cdot 10^{-3}}{3(R_1 - R_2)}}$$

bu erda: $K_{\wedge 1}$ va $K_{\wedge 2}$ - soliShtirilayotgan simning ko'ndalang kesim yuzalari uchun liniyaning narxi, so'm/km;

R_1 va R_2 - liniyalarga tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzalari qarShiliklari, Om.

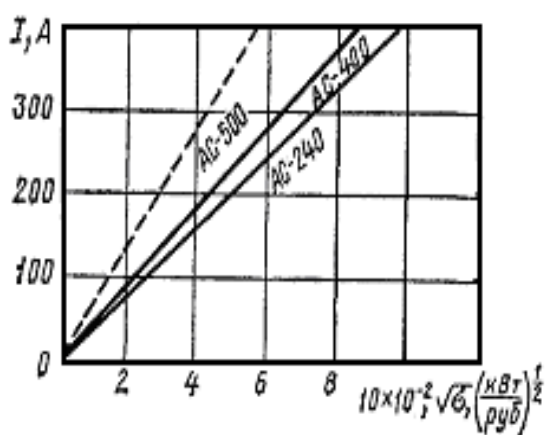
Ifodadan ko'rinib turibdiki, iqtisodiy tok $\sqrt{(P_n + P_a)/(\tau - \beta)}$ kattaligiga proporsional $(P_n + P_a)/(\tau - \beta)$ deb belgilab olamiz.

$$I_{\text{opt}} = \sqrt{\xi} \sqrt{\frac{(K_{\wedge 2} - K_{\wedge 1}) \cdot 10^{-3}}{3(R_1 - R_2)}}$$

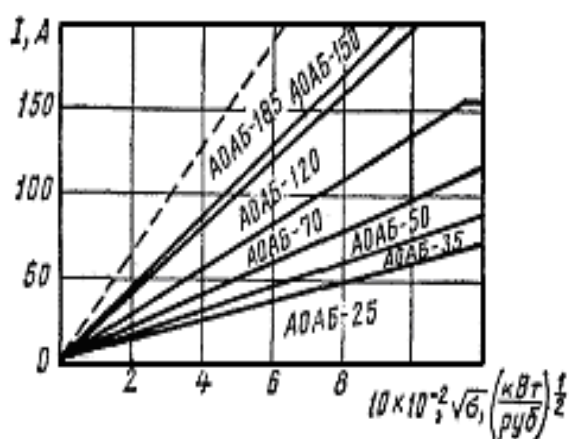
Liniyalar uchun iqtisodiy intervallar nomogrammalari.

YUqorida ko'rib chiqilgan usul bo'yicha iqtisodiy intervallar nomogrammalari $I = f(\xi)$ qurilgan, ular turli kuchlanishdagi va turli tuzilishdagi tarmoq liniyalari uchun iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasini to'g'ri tanlash imkonini beradi. (6.5.2÷6.5.3-rasmlar) [5].

6.5.2-rasmdan ko'rinib turibdiki, ma'lum tuzilishdagi kuchlanishi 220 kV li HL uchun AS-300 rusumli ko'ndalang kesim yuzasi iqtisod tomondan foydali emas va uni qo'llash tavsiya etilmaydi.; CHuqurlikda yotqizilgan 20 kVli kabellar uchun AOAB-95 ko'ndalang kesim yuzasi iqtisod tomonidan foydali emas. (6.5.2- rasm)



6.5.2- rasm. Temir-beton tayanchlarda o'rnatilgan o'rnatilgan 220 kVli bir zanjirli kabellar uchun nomogrammmalar



6.5.3- rasm. Chuqurliklarda AOAB markali 20 kVli liniyalar nomogrammalari

SHunday qilib, turlicha bajarilgan va turli kuchlanishlardagi tarmoqlar uchun boShqa ko'ndalang kesim yuzalari ham foydali emas ekan.

Iqtisodiy intervallar nomogrammalari bo'yicha simlarning ko'ndalang kesim yuzasi tanlanayotganda liniyaning maksimal tokini I va $\sqrt{\xi}$ ning qiymatini aniqlash kerak bo'ladi. Koordinatalari $\sqrt{\xi}$, I bo'lgan nuqta tuShgan zona iqtisodiy kesim yuzasini aniqlaydi. [5].

YUklama o‘siShini hisobga oliSh.

YUklamani yil davomida o‘zgarishi hisobga olinganda hisobiy tokni o‘rtacha qiymati olinadi. Masalan, agar yuklama o‘siShi bir hil bo‘lsa ($\alpha, \%$), unda hisobiy tok aniqlanadi:

$$I_{xucob} = \beta I_1$$

bu erda: I_1 – liniyaning 1 – yil ishlaShidagi maksimal toki.

β - hisobli yuklamani nisbiy o‘siShi.

Iqtisodiy intervallar nomogrammalari bo‘yicha $\sqrt{\xi}$ va I_{xucob}^1 koordinatalari bilan iqtisodiy ko‘ndalang kesim yuzasi tanlanadi. $\beta = f(\tau\varphi)$ bog‘laniShi 6.5.3-rasmda ko‘rsatilgan. [2]

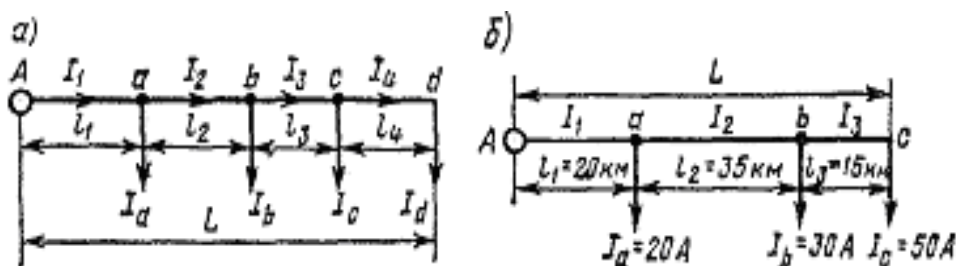
Ko‘p miqdordagi yuklamalarni hisobga oliSh.

Liniyalar bo‘yicha ko‘p miqdorda yuklamalar taminlanayotganda hisobli tok sifatida Shunday I_{xucob}^1 tok qabul qilinadiki, u liniyada haqiqiy yuklama toki hosil qilgan isrofni hosil qilsin:

$$I_{xucob}^{1-2} \cdot h = I_1^2 \ell_1 + I_2^2 \ell_2 + \dots = \sum_{m=1}^{m=n} I_m^2 \ell_m$$

bu erda: m – uchastka tartibi;

n – uchastkalar soni.



6.5.4-rasm. Ko‘p miqdorli yuklamalari hisobga olish sxemasi

SHunday qilib, iqtisodiy intervallar usuli quyidagicha bo‘ladi:

- 1) $K_{\lambda} = f(F)$ ning haqiqiy, ya’ni noxiziqli bog‘laniShini hisobga oladi, tokning zichligi esa chiziqli bog‘laniShda hisoblangan;
- 2) τ_{max} (ekun τ) ning haqiqiy qiymatlarini hisobga oladi;
- 3) j_s esa τ_{max} ning diskvit o‘zgarishi uchun hisoblanadi, buning ustiga τ_{max} ning keng oraliqlari uchun (1000-3000, 3000-5000 va 5000-8760);
- 4) Kesim yuzalarni pog‘onaliligini hisobga oladi;
- 5) Nomogrammalar yordamida $E_n, \tau_{\text{max}} C_s$ larning haqiqiy qiymatlarini va ularning o‘zgarishi hisobga oladi;
- 6) Normal rejimdagi o‘yicha cheklaShni hisobga oladi, bu nomogrammalarning gorizontali qismi bilan bog‘liq bo‘lgan cheklaShni kam

hisobga oladi, buning uchun mumkin bo'lmagan ko'ndalang kesim yuzalar nomogrammalarda ko'rsatilmaydi;

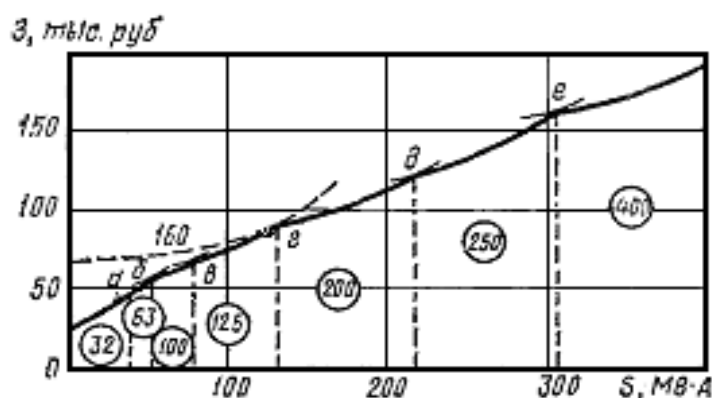
7) YUklamalarning ko'p miqdorli sonini va ularni o'siSh dinamikasini hisobga oliSh imkonini beradi;

8) Minimal xarajatlar bermaydigan ko'ndalang kesim yuzalarin ko'rsatadi;

9) Kabellarning katta ko'ndalang kesim yuzalarini kichik bo'lgan qo'Shaloq ko'ndalang kesim yuzalar o'rniga iShlatiSh doimo tejimli. Bir vaqtning o'zida issiqlikka bardoshliligi nuqtai nazaridan bu foydalidir. Qo'Shaloq ko'ndalang kesim yuzalarni iShlatiSh faqat katta yuklamalarda, ya'ni yakka ko'ndalang kesim yuzalari iShonchlilik Sharti bo'yicha etarli bo'lmasa, tavsiya etiladi;

10) Kesim yuzasini j_j bo'yicha tanlaSh optimal ko'ndalang kesim yuzasini 1,5-2 barobar kamaytiriShini ko'rsatadi, bu esa elektr energiya isrofini oShirib, xarajatlarni ko'paytiradi.

Masalan. 6.5.5 – rasmdan, j_j bo'yicha tanlangan F_j kesim yuzasi m – nuqtaga to'g'ri keladi, iqtisodiy intervallar bo'yicha tanlangan $F_{\text{ek.u}}$ - n nuqtaga.



6.5.5 - rasm. Turli nominal quvvatli transformator uchun xarajatlarni quvvati S ga bog'liqligi

Bu holatda, iqtisodiy intervallar bo'yicha tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasiga to'g'ri keladigan xarajatlar $Z_{\text{ek.i}}$, j_j bo'yicha tanlangan kesim yuzasi xarajatlaridan z_j ancha kam.

$$z_{\text{ek.u}} < z_j$$

Transformatorlar uchun iqtisodiy intervallar nomogrammasi.

Iqtisodiy intervallar usulining barcha mazmuni transformatorlarning optimal quvvatini tanlaSh uchun ham to'g'ri.

6.5.5 – rasmda xarajatlari 3ta transformatorlarning quvvatiga 3 ta bog'liqligi ko'rsatilgan.

Transformatorlar uchun amaliyotda qo'llaSh qulay bo'lgan nomogrammalari quriSh liniyalarga nisbatan murakkab, chunki ularda ikki hil isrof mavjud: $\Delta P_{xy} \cdot \Delta P_{\text{ka.z}}$.

Bir vaqtning o'zida transformatorlarning optimal quvvatini tanlash, yuklama grafigiga va atrof muhit haroratiga bog'liq bo'lgan transformatorning ortiqcha yuklanish qobiliyatini hisobga olib, amal oshirishi kerak.

6.5.5-6.5.6 – rasmlarda ikki va uch cho'lg'amli transformator va avtotransformatorlarning optimal quvvatini tanlash uchun ma'qul taxminlarni hisobga olib qurilgan iqtisodiy intervallar nomogrammalari keltirilgan.

U erda gorizontaal chiziqlar bilan transformatorning ortiqcha yuklanish qobiliyati zonalari ham ko'rsatilgan.

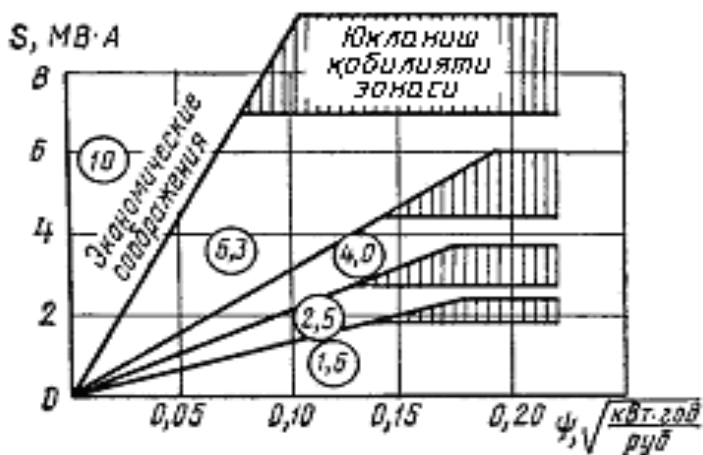
Liniyalardan farqli o'laroq, ularning simlari ortiqcha yuklanganda o'zining o'rnatilgan haroratiga tez eriishi sababli, transformatorlarning o'lchamlari katta bo'lgani uchun uning harorati ancha sekin ko'tariladi. SHuning uchun transformatorlarning ruxsat etilgan qo'shimcha yuklanishi qo'shimcha yuklanish vaqtiga bog'liq bo'ladi. SHunga ko'ra, nomogrammalarda bitta gorizontaal chiziq emas, ikkita to'g'ri chiziq orasidagi zanjir ko'rsatilgan. Uzoq muddatli qo'shimcha yuklanishda pastki to'g'ri chiziqni, qisqa muddatlida esa – yuqoridagi to'g'ri chiziqni ($1,5 S_{nom}$) ishlatish kerak.

Transformatorlarning optimal quvvatini tanlash uchun nomogrammalar, transformatorning haqiqiy masimal quvvatini S_R , $\Psi = [\sqrt{\kappa B m \cdot \text{йил} / \text{сум}}]$ koeffitsientiga bog'lanishi hisoblanadi.

Bu erda:

$$\Psi = \sqrt{1 / \tau \cdot C_k}$$

Bunda, S_K – qisqa tutaShuv isrofi narxi, [sum/kVt.s]



6.5.6- rasm. 6-10 kV li 2 chulg'amli transformatorlar uchun nomogrammalar

Salt yurish isrofining narxi $S_{si} T=8760$ s uchun o'zgarish qabul qilingan. Iqtisodiy zichlikka asoslanib tanlangan 110 kV va undan yuqori kuchlanishli HL larining simlari tojlaniSh paydo bo'lish sharoitlari va radio aloqa uskunalari xalaqit darajasi bo'yicha tekshirishi shart.

TojlaniShga bo'lgan isrof elektr maydonining kuchlanganligiga bog'liqdir. Simning diametri o'ishi bilan maydonning ish paytidagi kuchlanganligiga teskari bog'langan holda kamayadi. SHunday qilib, tojlaniShga bo'lgan isrofni kamaytirish uchun simning kesim yuzasini oshirish

(yoki fazani bo‘lish) kerak. 2- jadvalda tojlaniShga bo‘lgan energiya isrofi Sharti bo‘yicha simning eng kichik ko‘ndalang kesim yuzasi keltirilgan. Texnik-iqtisodiy hisoblashlar tojlaniShga bo‘lgan isrof 330 kV va undan yuqori kuchlaniShli liniyalarda hisobga olinadi. Fazaning eng kichik kesim yuzasi uning bo‘liniShini hisobga olganda 330 kV kuchlaniSh uchun 500 mm²ga yaqin bo‘ladi. 900 mm²-500 kV uchun, 1200 mm²-750 kV uchun va 2400 mm²-1150 kV uchun (A).

Kuchlanganlikni pasaytiriSh uchun eng ta’sirli tadbir faza simlarini bo‘lishdir, bu tufayli tojlaniShga bo‘lgan o‘rtacha yillik quvvat isrofini bir necha marta kamaytiriladi. 330-500 kV HL larini loyihalaShdagi ko‘p tajribalarga asosan amaliyotda 300 kV kuchlaniShli liniyalarning fazasi bo‘lingan ikki simga egadir, 500 kV kuchlaniShli liniyalarning fazasi esa 3 simga egadir.

TojlaniShga bo‘lgan energiya isrofini aniqlaSh uchun avval elektr maydonining iSh paytidagi kuchlanganligini aniqlaSh kerak. CHetdagi simlar uchun faza bo‘lingandagi kuchlanganlik, kV/sm, teng:

$$E = \frac{0,354 U}{n \tau \ell g \frac{D_{yp}}{\tau_{\kappa B}}} (1 + 0,25 \ell gn)$$

bu erda: U – liniya kuchlaniShi;

n – fazadagi simlar soni;

τ - har bir simning radiusi.

O‘rtadagi sim uchun kuchlanganlikni qiymati 10% ga katta qilib olinadi, chunki bu sim ikki chetki simning ta’sirida bo‘ladi. 6.5.7-rasmda faza simning radiusi 1 sm bo‘lgan liniyaning 1 km uzunligi uchun o‘rtacha yillik soliShtirma energiya isrofi $\Delta \vartheta_{moxc}$ ni kuchlanganlikka bog‘liqlik taxminiy egri chizig‘i keltirilgan.

Kabellarni qisqa tutaShuv toklari qizdiriShiga chidamligi bo‘yicha tekShiriSh. Qisqa tutaShuv toki simdan oqib, uni tez qizdirgani tufayli izolyasiya ShikastlaniShi va kabelning bir qismi yonib ketiShi mumkin. Bu qisqa tutaShuv vaqtida simda ajraladigan issiqlik miqdoriga borliq.

Hajm birligi uchun qisqa tutaShuv paytida ajraladigan issiqlik miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

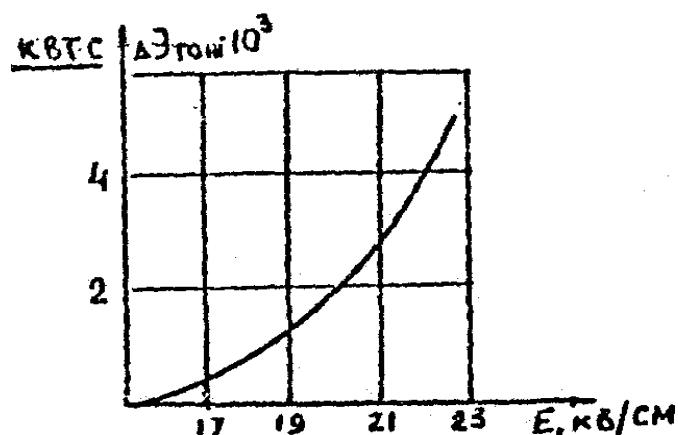
$$\vartheta = \frac{R}{l \cdot F} \int_0^{t_k} i_k^2 \cdot dt \quad (6.5.2)$$

$$\text{yoki } R = \frac{l}{\gamma \cdot F} \text{-ni qo‘yib } \vartheta = \frac{R}{\gamma \cdot F^2} \int_0^{t_k} i_k^2 \cdot dt \text{ ni topami (6.5.3)}$$

bu erda: i_k - lahzali tutaShuv toki;

t_k - qisqa tutaShuv davom etgan vaqt ;

i_k - ning qiymati qisqa tutaShuv davomida o'zgarganligi uchun amaliyotda (6.5.3) integralni hisoblashda soddalashtirilgan ifodasi qo'llaniladi. Bunda, haqiqiy vaqt t_k va soxta tok ishlatiladi (Shunday o'zgaras tok,



6.5.7-rasm. 1 km liniyaning 1 fazasini tojlanishga bo'lgan isrofining elektr maydoni kuchlanganligiga bog'liqligi.

bunda ajraladigan energiyaning miqdori haqiqiy tokdagiga teng bo'ladi) yoki $I_{k,t}$ toki vaqtning ayrim lahzalarida, masalan $I_{o'm}$ va soxta vaqt (Shunday vaqtki, bunda Shunday energiya ajratadiki. bu haqiqiy vaqtdagiga teng).

Kabel liniyasi ishdan chiqmasligi uchun (6.5.3) orqali hisoblangan energiya qiymati mumkin bo'lganidan oshmasligi kerak. E - ning qiymatini kamaytirish uchun quyidagi mumkin bo'lgan tadbirlar ko'riladi:

- kabelning ko'ndalang kesim yuzasini kattalashtirish;
- t_k vaqtini kamaytirish uchun tezda harakat qiluvchi himoyani qo'llash;
- tokni cheklovchi qurilmalar (reaktorlar va boshqalar) yordamida q.t.

tokini kamaytirishi.

Ko'p jihatdan eng arzon usul tez harakatlanuvchi himoyani qo'llash bo'ladi. Bunda qisqa tutaShuv vaqtida kabelning qizishga turg'unligini ta'minlash uchun uning ko'ndalang kesim yuzasini maqbulligidan oshirish talab etilmaydi. EUTK (Elektr uskunalari tuzilishi qoidalari) ga asosan saqlagichlar yordamida himoyalangan simlar va kabellar qisqa tutaShuv toklari qizdirishiga chidamlik bo'yicha tekshirilmaydi, chunki kabel ruxsat etilgan haroratga qirib ketguncha saqlagich oldinroq yonib ketadi.



Savollar

1. Sim va kabellarni tanlashning eng qulay usuli qanday?
2. Liniyaning iqtisodiy interval nomogrammasi qanday aniqlanadi?
3. O'tkazgichlarda tojlaniSh qanday sodir bo'ladi?
4. Liniyani qisqa tutaShuv toki bo'yicha qanday tekshiriladi?

SIM VA KABELLARNING KO'NDALANG KESIM YUZASINI TOKNING IQTISODIY ZICHLIGI VA KUCHLANISH YO'QOTILISHI BO'YICHA TANLASH

Nazariy qism

Sim va kabellarning ko'ndalang kesim yuzasini tanlash hamda qaysi materiallardan tanlangan sim va kabellardan tayyorlangan tarmoqni qurish va ishlatishda eng kam keltirilgan xarajatlar usuli qabul qilinadi.

35 kV va undan yuqori kuchlanishli havo elektr tarmoqlari uchun ko'pincha AS, ASO rusumli po'lat-alyumin simlar ishlatiladi. Kichik kuchlanishli tarmoqlar asosan alyumin simlardan tayyorlanadi. Atrof-muhit sharoitlari alyumin simlarni ishlatishga imkon bermasa unda mis simlari va kabellar ishlatiladi.

Elektr uskunalarning tuzilish qoidalariga asosan rayon elektr tarmoqlari tokni iqtisodiy zichlik j_{iq} qiymatlari bo'yicha hisoblanadi.

2-ilovadagi 8-jadvalda j_{iq} ning qiymatlari keltirilgan. Ushbu jadvalda keltirilgan qiymatlar 220 kV kuchlanishgacha bo'lgan liniyalarga tegishli. 330 kV va 500 kV kuchlanishli liniyalar uchun tokning iqtisodiy zichligi usuli tavsiya etilmaydi. Bu liniyalar uchun simning ko'ndalang kesim yuzasi bir nechta, bo'lingan simlar tuzilmalari va ularni umumiy kesim yuzalari uchun kumulativ xarajatlar bo'yicha taqqoslanib tanlanadi.

Tokning iqtisodiy zichligi simni tayyorlangan material, elektr uzatish liniyasi joylashgan hudud iste'molchilarni maksimal yuklamada ishlatish vaqtiga bog'liq.

Simning kerakli iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$F = \frac{I_n}{j_{iq}}$$

bu erda: I_n -normal ish sharoitida hisobiy tok.

Hisoblangan natija yaqin standart qiymatga yaxlitlanadi.

Mahalliy elektr tarmoqlarining aktiv qarshiligi induktiv qarshilikka nisbatan ancha katta, ko'ndalang kesim yuzasi kichik simlardan tayyorlanadi. Liniyaning induktiv qarshiligi simning ko'ndalang kesim yuzasining o'zgarishiga ham bog'liq. Shuning uchun mahalliy elektr tarmoqlarida sim va kabellarning ko'ndalang kesim yuzasini tanlashda, undagi kuchlanish yo'qotilishining maksimal qiymati ruxsat berilgan qiymatdan oshishi kerak emas. Iste'molchilarga kerakli sifatli kuchlanish berish – hozirgi vaqtda iqtisodiy jihatidan o'zini oqlagan usul hisoblanadi [7].

Hisoblashlar quyidagicha olib boriladi: havo liniyalarining induktiv qarshiligi kichik oraliqda ($x_0=0,384\div 0,42$ Om/km) o'zgaradi, shuning uchun X_0 ni o'rtacha qiymatini berib, X va reaktiv yuklama Q ga bog'liq kuchlanishning yo'qotilishini aniqlaymiz:

$$\Delta U_p = \frac{Q}{U_n} x_0 l$$

Keyin liniyaning aktiv qarshiligidagi ruxsat berilgan kuchlaniSh yo'qotiliShi aniqlanadi:

$$\Delta U_{arux} = \Delta U_{rux} - \Delta P_r$$

Qidirilayotgan simning ko'ndalang kesim yuzasi quyidagi ifodadan topiladi:

$$F = \frac{Pl}{\gamma \Delta U_{rux} U_n}$$

bu erda: P- yuklamani aktiv taShkil etuvchisi;

l- liniya uzunligi;

γ – simning soliShtirma o'tkazuvchanligi.

Bir nechta iste'molchilar bo'lgan liniyalarda asosiy Shartlardan biri, liniyaning hamma uchastkalarida simning ko'ndalang kesim yuzasining bir xil bo'liShi.

Bu holatda x ning qiymati orqali induktiv qarshilik va reaktiv quvvatga bog'liq umumiy kuchlaniSh yo'qotiliShi aniqlanadi.

$$\Delta U_r = \frac{x_0}{U_n} \sum Q_i l_i$$

So'ngra $\Delta U_{arux} = \Delta U_{rux} - \Delta P_p$ aniqlanadi va simning ko'ndalang kesim yuzasi topiladi:

$$F = \frac{I}{\gamma \Delta U_{arux} U_n} \sum P_i l_i$$

bu erda: P_i va Q_i – liniya uchastkalarining aktiv va reaktiv quvvatlari;

l_i – i uchastka uzunligi.

BoShqa qo'Shimcha Shart liniyaning hamma uchastkalarida tok zichligi, ya'ni $j_1=j_2=j_3= \dots j_n=j$ bir xilligidir. Avval ΔU_a hisoblanib, so'ngra tok zichligi topiladi:

$$J_{\Delta U} = \frac{\gamma \Delta U}{\sqrt{3 \sum l_i \cos \varphi_i}}$$

bu erda: $\cos \varphi_i$ – uchastkaning quvvat koeffisienti.

Topilgan quvvat zichligidan simlarning kesim yuzasi aniqlanadi:

$$F_1 = \frac{I_1}{j}; \quad F_2 = \frac{I_2}{j}; \quad F_n = \frac{I_n}{j};$$

bu erda: I_1, I_2, I_n – uchastkalardagi liniya toklari.

Kabel liniyalari uchun $X=0$ deb qabul qiliShimiz mumkin. SHuning uchun ko'ndalang kesim yuzasi to'g'ridan-to'g'ri ruxsat etilgan kuchlaniSh yo'qotiliShi - ΔU_{rux} – orqali tanlanadi. Hamma ifodalarga bunda $\Delta U_{rux} = \Delta U_a$ qiymati qo'yiladi.

MASALALARNI ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-masala. (80+j40) MVA quvvat iste'mol qiluvchi korxonada ikki tizimli 110 kV kuchlanishli liniya orqali ta'minlanishi kerak. Maximal yuklamada ishlash vaqti 4500 soat. Po'lat-alyumin liniya simlarining ko'ndalang kesim yuzasini aniqlang.

EchiSh. Liniyadagi hisobiy tokni aniqlaymiz:

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2} \cdot 10^3}{2\sqrt{3}U_n} = \frac{\sqrt{80^2 + 40^2} \cdot 10^3}{2 \cdot 1,73 \cdot 110} = 232 \text{ A}$$

2-ilovadagi 8-jadvaldan tokning iqtisodiy zichligi $j_{iq}=1,1 \text{ A/mm}^2$ ni topamiz. Iqtisodiy mumkin bo'lgan liniya simining kesim yuzasini ko'ndalang kesim yuzasi:

$$F_u = \frac{I}{j_{iq}} = \frac{232}{1,1} = 211 \text{ mm}^2$$

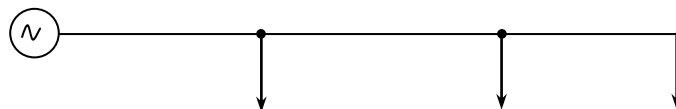
Standart AC-240 kesim yuzasini tanlab, uni qizish bo'yicha tekshiramiz. Binodan ta'shqarida $t=25^{\circ} \text{ C}$ da 1-ilovadagi 1-jadvalga asosan ruxsat etilgan tok $I_{rux}=605 \text{ A}$. Tanlangan ko'ndalang kesim yuzali simni qizishga tekshiramiz. $I < I_{rux}$. Avariya so'nggi ish tartibi bitta liniya o'chirilganda ishda qolgan liniyadagi ish toki:

$$I_{ish} = 2 \cdot 232 = 464 \text{ A} < I_{rux}$$

2-masala. 6.5.8-rasmda ko'rsatilgan 110 kV kuchlanishli magistral tarmoqdan quvvat iste'mol qiladigan uchta sex podstantsiyalari – birinchisi – 4,8 mVA, ikkinchisi – 5,2 mVA, uchinchisi – 13,5 mVA ta'minlanadi. Agar maksimal yuklamada ishlash vaqti 4200 soat bo'lsa, tarmoq uchastkalari simlarining ko'ndalang kesim yuzasini aniqlang.

EchiSh. Quvvat isrofini hisobga olmasdan uchastkalardagi quvvat oqimini aniqlaymiz. Uchinchi uchastkadagi quvvat oqimi 13,5 MVA, ikkinchisida:

$$S_{1-2} = S_3 + S_2 = 13,5 + 5,2 = 18,7 \text{ MVA}$$



6.5.8-rasm

birinchisida:

$$S_{A-2} = S_1 + S_2 + S_3 = 18,7 + 4,8 = 25,5 \text{ MVA}$$

Liniya uchastkalaridagi ish tokini aniqlaymiz:

$$I_{A-1} = \frac{25,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 134 \text{ A}; \quad I_{1-2} = \frac{18,7 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 98,3 \text{ A};$$

$$I_{2-3} = \frac{13,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 71 \text{ A}$$

$T_{max}=4200$ soatda po'lat-alyumin simlar uchun $j_{iq}=1,12 \text{ A/mm}^2$. Uchastka simlarining kesim yuzasi:

$$F_{A-1} = \frac{134}{1,12} \approx 122 \text{ mm}^2; \quad F_{1-2} = \frac{98,3}{1,12} \approx 89,5 \text{ mm}^2;$$

$$F_{2-3} = \frac{71}{1,12} = 64,5 \text{ mm}^2$$

YAqin joylaShgan standart kesim yuzasini tanlaymiz.

F_{A-1} -120 mm², $I_{\text{rux}}=380$ A; F_{1-2} -95 mm², $I_{\text{rux}}=330$ A; F_{2-3} -70 mm², $I_{\text{rux}}=265$ A.

Hamma tanlangan kesim yuzalari qiziSh Shartini qoniqtiradi, chunki liniya uchastkalaridagi iSh toki $I_{\text{iSh}} < I_{\text{rux}}$

3-masala. 1000 kVA transformator o'rnatilgan korxonada, podstansiyasi 10 kV kuchlanishi havo liniyasi orqali ta'minlanadi. Oraliq masofasi 1 m bo'lgan uchburchak shaklida joylaShgan alyumin simdan tayyorlangan liniyaning uzunligi 2,5 km. Podstansiyaning yuklamasi (750+j650) kVA. Kuchlanishi yo'qotilishining ruxsat etilgan qiymati 4,5 %ga teng. Liniya kabelning ko'ndalang kesim yuzasini toping.

EchiSh. Kuchlanishi yo'qotilishining ruxsat etilgan qiymati:

$$\Delta U_{\text{rux}} = \frac{10000 \cdot 4,5}{100} = 450 \text{ V}$$

1 km liniyaning induktiv qarshiligi $x_0=0,38$ Om/km, reaktiv yuklama tufayli hosil bo'lgan kuchlanishi yo'qotilishini topamiz:

$$\Delta U = \frac{Qx_0 l}{U} = \frac{600 \cdot 0,38 \cdot 2,5}{10} = 57 \text{ V}$$

Kuchlanishi yo'qotilishining aktiv tarkibiy qismi:

$$\Delta U_a = \Delta U_{\text{rux}} - \Delta U_r = 450 - 57 = 396 \text{ V}$$

kabelga kerak bo'lgan kabelning ko'ndalang kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$F = \frac{Pl}{\Delta U_a \gamma U_i} = \frac{750 \cdot 2,5 \cdot 10^3}{393 \cdot 32 \cdot 10} = 14,7 \text{ mm}^2$$

Standartga yaqin: AASHv-16 kabelni tanlaymiz. Kabelning qarshiliklari: $r_0=1,98$ Om/km, $x_0=0,39$ Om/km. Tanlangan kabel bo'yicha liniyadagi kuchlanishi yo'qotilishi:

$$\Delta U = \frac{Pr_0 + Qx_0 l}{U} = \frac{750 \cdot 1,98 + 600 \cdot 0,39}{10} \cdot 2,5 = 430 \text{ V}$$

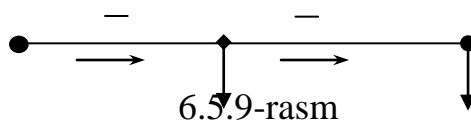
SHunday qilib, $\Delta U=430\text{V} < \Delta U_{\text{rux}}=450\text{V}$ va tanlangan kabelning ko'ndalang kesim yuzasi kuchlanishi yo'qotilishining ruxsat etilgan qiymati Shartini qoniqtiradi. Tanlangan kabelni kesim yuzasini qiziSh Shartiga ko'ra tekshiramiz. AASHv-16 sim uchun $I_{\text{rux}}=105$ A, liniyaning maksimal toki:

$$I = \frac{\sqrt{750^2 + 600^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 55,5 \text{ A}$$

SHunday qilib, tanlangan kabelning ko'ndalang kesim yuzasi qiziSh Shartini qoniqtiradi.

4-masala. 35/6 kV podstansiyasini ta'minlovchi 35 kV kuchlanishi elektr uzatuvchi havo liniyasi simlarining kesim yuzasini aniqlang. Liniyaga AC markali simlar oraliq masofasi 3 m dan gorizontal o'sha mo'ljallanmoqda. Kuchlanishi yo'qotilishining ruxsat etilgan qiymati 6%.

Liniyadagi ayrim uchastkalari simlarining ko'ndalang kesim yuzasi, tokning iqtisodiy zichligi bir xil bo'lishi uchun tanlanishi kerak. Rasmda toklar (A)da quvvat koeffitsienti ($\cos\varphi$) uchastkalar uzunligi (km) da ko'rsatilgan.



Echish. Kuchlanishi yo'qotilishining ruxsat etilgan qiymati:

$$\Delta U_{rux} = 0,06 \cdot 35000 = 2100 \text{ V}$$

1 km liniyaning $x_0 = 0,38 \text{ Om/km}$ induktiv qarshiligini qabul qilib, reaktiv yuklama tufayli undagi kuchlanishi yo'qotilishini aniqlaymiz:

$$\Delta U = \sqrt{3} (I_1 l_1 \sin \varphi_1 + I_2 l_2 \sin \varphi_2) x_0 =$$

$$\sqrt{3} (100 \cdot 15 \cdot 0,43 + 60 \cdot 10 \cdot 0,43) \cdot 0,38 = 539,6 \text{ V}$$

Kuchlanishi yo'qotilishini aktiv tarkibiy qismini topamiz:

$$\Delta U_a = \Delta U_{rux} - \Delta U_p = 2100 - 593,6 = 1506,4 \text{ V}$$

Liniyadagi tok zichligini topamiz:

$$j = \frac{\gamma \Delta U_a}{\sqrt{3} (l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2) \cdot 10^3}$$

$$= \frac{32 \cdot 1506,4}{\sqrt{3} (15 \cdot 0,9 + 10 \cdot 0,9) \cdot 10^3} = 1,23 \text{ A/mm}^2$$

Uchastkalar uchun simning ko'ndalang kesim yuzasini tanlaymiz:

$$F_1 = \frac{I_1}{j} = \frac{100}{1,23} = 81,3 \text{ mm}^2; \quad F_2 = \frac{I_2}{j} = \frac{60}{1,23} = 48,8 \text{ mm}^2$$

Standart AC-95 sim uchun 1-ilovadagi 2-jadvaldan 1 km uzunlik qarshiliklari $r_{01} = 0,35 \text{ Om/km}$, $x_{01} = 0,397 \text{ Om/km}$ va AC-50 uchun 1 km uzunlik qarshiliklari $r_{02} = 0,65 \text{ Om/km}$, $x_{02} = 0,418 \text{ Om/km}$ ni tanlaymiz.

Tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasida tarmoqdagi kuchlanishning yo'qotilishi:

$$\Delta U = \sqrt{3} [I_1 l_1 (r_{01} \cos \varphi_1 + x_{01} \sin \varphi_1) + I_2 l_2 (r_{02} \cos \varphi_2 + x_{02} \sin \varphi_2)] =$$

$$= \sqrt{3} [100 \cdot 15 (0,35 \cdot 0,9 + 0,397 \cdot 0,43) + 60 \cdot 10 (0,69 \cdot 0,9 + 0,418 \cdot 0,43)] = 2046 \text{ V}$$

SHunday qilib, $\Delta U < \Delta U_{rux} = 2100 \text{ V}$ va tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasi ruxsat etilgan kuchlanishning yo'qotilish shartini qoniqtiradi.

Tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasini qizish shartiga tekshiramiz, 1-ilovadagi 1-jadvaldan AC-95 sim uchun $I_{rux} = 330 \text{ A} > I_1 = 100 \text{ A}$, AC-50 sim uchun $I_{rux} = 210 \text{ A} > I_2 = 60 \text{ A}$.

SHunday qilib, tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasi qizish shartini ham qoniqtirdi.

5-masala. Sanoat korxonasi 6.5.10-rasmda ko'rsatilgan 110 kVli berk zanjirli tarmoqdan ta'minlanadi. Uchastkalardagi quvvatlar megovol'tlarda rasmda ko'rsatilgan maksimal yuklamada iShlaSh vaqti 4800 soat. Tarmoq simlarini kesim yuzasini aniqlang.

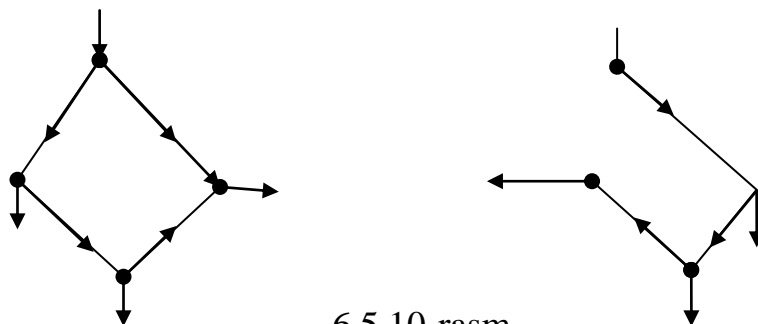
EchiSh. Tarmoq uchastkalarida oqayotgan iShchi tokini aniqlaymiz:

$$I_1 = \frac{S_1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{43 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 110} = 226 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{S_2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{21,5 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 110} = 113 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{S_3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{13,3 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 110} = 70 \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{S_4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{17,3 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 110} = 92 \text{ A}$$



6.5.10-rasm

Po'lat-alyumin simlar uchun $T_{\max}=4800$ soat bo'lganda 2-ilovadagi 8-jadvaldan j_{iq} ning qiymatini olamiz. $j_{iq}=1,1 \text{ A/mm}^2$ teng bo'lganda uchastkalardagi simlarning ko'ndalang kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$F_1 = \frac{226}{1,1} = 205 \text{ mm}^2, \quad F_2 = \frac{113}{1,1} = 102,7 \text{ mm}^2,$$

$$F_3 = \frac{70}{1,1} = 63,6 \text{ mm}^2, \quad F_4 = \frac{92}{1,1} = 83,6 \text{ mm}^2$$

YAqin standart kesim yuzasini tanlaymiz:

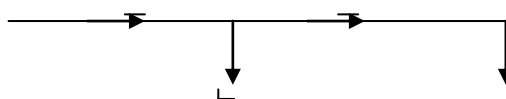
$$F_1 = 240 \text{ mm}^2, \quad I_{rux} = 610 \text{ A}, \quad F_2 = 120 \text{ mm}^2, \quad I_{rux} = 380 \text{ A},$$

$$F_3 = 70 \text{ mm}^2, \quad I_{rux} = 265 \text{ A}, \quad F_4 = 95 \text{ mm}^2, \quad I_{rux} = 330 \text{ A}.$$

Hamma tanlangan simlarning ko'ndalang kesim yuzalari tojlaniSh Shartini qoniqtiradi. Eng og'ir avariya holati, tarmoqning birinchi uchastkasi uzilganda bo'ladi. UShbu holatlarda tarmoq uchastkalarida quvvat oqimi 6.5.11-rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi. Avariya dan keyingi holatda eng katta tok tarmoqning to'rtinchi uchastkasidan oqadi, uning qiymati:

$$I_{ak} = \frac{60,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 318 \text{ A}$$

Uning qiymati AC-95 markali simning ruxsat etilgan $I_{\text{rux}}=330$ A dan kichik.



6.5.11-rasm

6-masala. Rasmda ko'rsatilgan ikki iste'molchini ta'minlaydigan 6 kV EUL uchun simning ko'ndalang kesim yuzasi va markasini aniqlang. Liniya fazalari orasida o'rtacha geometrik masofa 800 mm bo'lgan po'lat-alyumin simdan tayyorlangan. Liniyada kuchlaniShning ruxsat etilgan qiymati 4%. Rasmda tok amperda liniya uchastkalari km, quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ da ko'rsatilgan.

EchiSh. KuchlaniShning ruxsat etilgan qiymati:

$$\Delta U_{\text{rux}} = 0,04 \cdot 6000 = 240 \text{ V}$$

Liniyaning induktiv qarShiligini $x_0=0,4$ Om/km deb qabul qilib, reaktiv quvvatdan bo'ladigan kuchlaniSh yo'qotiliShini aniqlaymiz:

$$\Delta U_r = \sqrt{3}(I_2 l_2 \sin \varphi + I_1 l_1 \sin \varphi) x_0 = \sqrt{3} \cdot 0,4(15 \cdot 2 \cdot 0,6 + 35 \cdot 5 \cdot 0,6) = 85 \text{ V}$$

KuchlaniSh yo'qotiliShining aktiv taShkil etuvchisini aniqlaymiz:

$$\Delta U_a = \Delta U_{\text{rux}} - \Delta U_x = 240 - 85 = 155 \text{ V}$$

Liniya simining ko'ndalang kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$F = \frac{\sqrt{3} \cos \varphi (I_2 l_2 + I_1 l_1)}{\gamma \Delta U_p} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^3 \cdot 0,8(15 \cdot 2 + 35 \cdot 5)}{32 \cdot 155} = 57,2 \text{ mm}^2$$

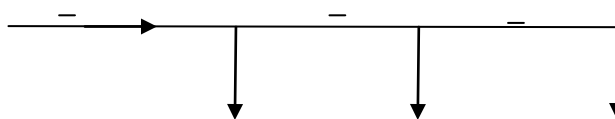
Standart AC-70 sim uchun 1-ilovadagi 2-jadvaldan $r_0=0,42$ Om/km, $x_0=0,327$ Om/kmni tanlaymiz.

Unda liniyadagi kuchlaniShning yo'qotiliShi:

$$\Delta U_x = \sqrt{3}[(I_2 l_2 + I_1 l_1)(r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi)] = \sqrt{3}[(15 \cdot 2 + 35 \cdot 5)(0,42 \cdot 0,8 + 0,327 \cdot 0,6)] = 188,7 \text{ V}$$

SHunday qilib, $\Delta U = 188,7 \text{ V} < \Delta U_{\text{rux}} = 240 \text{ V}$ va tanlangan sim kuchlaniSh yo'qotiliShi bo'yicha qoniqtiradi.

7-masala. 6.5.12-rasmda ko'rsatilgan masofada joylaShgan podstansiya 6 kV li havo liniyasi orqali ta'minlanadi. Liniya po'lat-alyumin simdan tayyorlangan bo'lib, simlar teng qirrali uchburchakning cho'qqilarida 800 mm masofada joylaShgan. KuchlaniShning mumkin bo'lgan yo'qotiliShi 6% (360 V) bo'lganda, o'tkazgich materiallarning minimum Sharti bo'yicha liniya uchastkalari kesim yuzasini aniqlang. 6.5.12-rasmda yuklama kilovoltamperda va uchastkalar uzunligi km da ko'rsatilgan.



6.5.12-rasm

EchiSh. Simning induktiv qarShiligi $x_0=0,38$ Om/km deb qabul qilib, reaktiv yuklama tufayli kuchlaniShning yo'qotiliShini aniqlaymiz:

$$\Delta U_p = X_0 \sum_{i=1}^n \frac{Q_i l_i}{U_n} = 0,38 \frac{690 \cdot 2 + 570 \cdot 1 + 300 \cdot 4}{6} = 199,5 \text{ V}$$

KuchlaniSh yo‘qotiliShining aktiv taShkil etuvchisini aniqlaymiz:

$$\Delta U_a = \Delta U_{pyx} - \Delta U_x = 360 - 199,5 = 160,5 \text{ V}$$

Oxirgi uchastkadagi uchinchi simning ko‘ndalang kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$F_3 = \frac{\sqrt{P_3} 10^3}{\gamma \Delta U_a U_n} (l_1 \sqrt{P_1} + l_2 \sqrt{P_2} + l_3 \sqrt{P_3}) = \frac{\sqrt{320}}{32 \cdot 160,5 \cdot 6} (2\sqrt{1000} + 1\sqrt{800} + 4\sqrt{320}) = 94,7 \text{ mm}^2$$

Standart AC-95 sim uchun 1-ilovadagi 2-jadvaldan qarShiliklarni aniqlaymiz: $r_0=0,316 \text{ Om/km}$, $x_0=0,318 \text{ Om/km}$.

Ikkinchi uchastkadagi simning ko‘ndalang kesim yuzasi:

$$F_2 = F_3 \sqrt{\frac{P_2}{P_3}} = 94,7 \sqrt{\frac{800}{320}} = 167,4 \text{ mm}^2$$

Standart AC-185 sim uchun 1-ilovadagi 2-jadvaldan qarShiliklarni aniqlaymiz: $r_{01}=0,154 \text{ Om/km}$, $x_{01}=0,298 \text{ Om/km}$.

Tanlangan ko‘ndalang kesim yuzali simlardagi kuchlaniShning yo‘qotiliShi:

$$\Delta U_1 = \frac{\sum (P_i r_{0i} + Q_i x_{0i}) l_i}{U_n} = \frac{(1000 \cdot 0,154 + 690 \cdot 0,298) \cdot 2}{6} + \frac{(820 \cdot 0,195 + 570 \cdot 0,305) \cdot 1}{6} + \frac{(320 \cdot 0,316 + 300 \cdot 0,318) \cdot 4}{6} = 306,5 \text{ V}$$

SHunday qilib, $\Delta U = 306,5 \text{ V} < \Delta U_{rux} = 360 \text{ V}$ va tanglangan simlarda kuchlaniShning yo‘qotiliShi bo‘yicha qoniqtiradi.

Tanlangan simning ko‘ndalang kesim yuzasi simlarning qiziSh Sharti bo‘yicha tekShiramiz. Liniya uchastkalaridagi va ruxsat etilgan toklarning qiymati:

$$I_1 = \frac{\sqrt{1000^2 + 690^2}}{\sqrt{3} \cdot 6} = 117 \text{ A} < I_{rux} = 510 \text{ A} \quad \text{AC-185 sim uchun;}$$

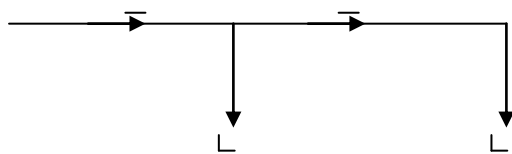
$$I_2 = \frac{\sqrt{820^2 + 570^2}}{\sqrt{3} \cdot 6} = 96 \text{ A} < I_{rux} = 445 \text{ A} \quad \text{AC-150 sim uchun;}$$

$$I_3 = \frac{\sqrt{320^2 + 300^2}}{\sqrt{3} \cdot 6} = 42 \text{ A} < I_{rux} = 330 \text{ A} \quad \text{AC-95 sim uchun.}$$

SHunday qilib, tanglangan simlar qiziSh darajasi bo‘yicha ham qoniqtiradi.

8-masala. Ikki sex podstansiyasini ta‘minlovchi 10 kV kuchlaniShli elektr uzatiSh liniyasi AAB kabelidan tayyorlangan. Liniyadagi kuchlaniShning yo‘qotiliShini ruxsat etilgan qiymati 3% (300V).

Tok zichligini liniya uchastkalarida bir xilligi Sharti bilan kabel tomirlarini kesim yuzasini aniqlang. 6.5.13-rasmda toklar A da, quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ va liniya uzunligi km da ko'rsatilgan.



6.5.13-rasm

EchiSh. Kabel liniyasining induktiv qarShiligi kichik bo'lganligi uchun uni hisobga olmaymiz, $x_0=0$ unda $\Delta U_a = \Delta U_{rx}$.

Liniyadagi tokning zichligini aniqlaymiz:

$$j = \frac{\gamma \Delta U_a}{\sqrt{3} (I_1 \cos \varphi_1 + I_2 \cos \varphi_2) \cdot 10^3} = \frac{32 \cdot 300}{\sqrt{3} (2,8 \cdot 0,92 + 3,4 \cdot 0,92) \cdot 10^3} = 0,99 \text{ A/mm}^2$$

Ikkinchi uchastkadagi kabel tomirlarining ko'ndalang kesim yuzasi:

$$F_2 = \frac{I_2}{j_{iq}} = \frac{34,7}{0,99} = 35,05 \text{ mm}^2$$

Tomirlar ko'ndalang kesim yuzasi 35 mm²li standart kabel tanlaymiz, $r_{02}=0,89$ Om/km, $x_{01}=0,095$ Om/km.

Birinchi uchastkadagi kabel tomirlarining ko'ndalang kesim yuzasi:

$$F_1 = \frac{I_1}{j_{iq}} = \frac{67,5}{0,99} = 68,2 \text{ mm}^2$$

Tomirlar kesim yuzasi 70 mm²li standart kabel tanlaymiz, $r_{02}=0,443$ Om/km, $x_{01}=0,086$ Om/km.

Tanlangan ko'ndalang kesim yuzali kabel liniyadagi kuchlanishning yo'qotilishi:

$$\begin{aligned} \Delta U_x &= \sqrt{3} [I_1 l_1 (r_{o1} \cos \varphi_1 + x_{01} \sin \varphi_1) + I_2 l_2 (r_{o2} \cos \varphi_2 + x_{02} \sin \varphi_2)] = \\ &= \sqrt{3} [67,5 \cdot 2,8 (0,443 \cdot 0,92 + 0,086 \cdot 0,93) + 34,7 \cdot 3,4 (0,89 \cdot 0,92 + 0,095 \cdot 0,39)] = \\ &= 318,9 \text{ V} > \Delta U_{rx} = 300 \text{ V} \end{aligned}$$

Hisoblangan kuchlanishning yo'qotilishi ruxsat etilgan qiymatdan katta bo'lganligi uchun ikkinchi uchastka uchun 50 mm²li kabel tanlaymiz. $r_{02}=0,62$ Om/km, $x_{01}=0,09$ Om/km.

Unda liniyadagi kuchlanishning yo'qotilishi:

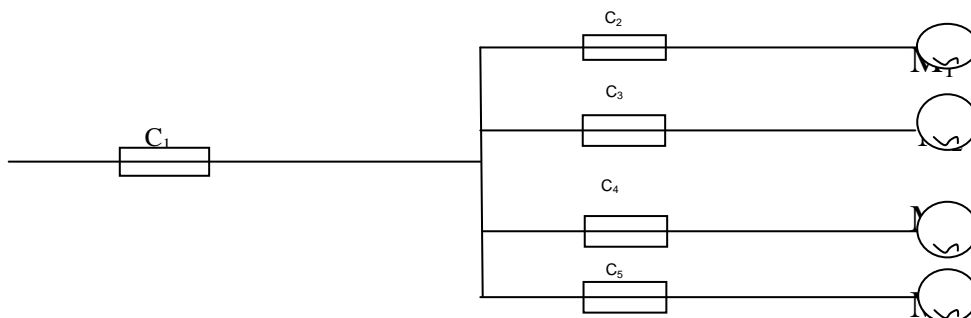
$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} [67,5 \cdot 2,8 (0,443 \cdot 0,92 + 0,086 \cdot 0,93) + 34,7 \cdot 3,4 (0,62 \cdot 0,92 + \\ &+ 0,09 \cdot 0,39)] = 267,8 \text{ V} < \Delta U_{rx} \end{aligned}$$

9-masala. 380/220 V li taqsimlovchi tarmoqdan M₁-M₄ motorlari va 25 kW, $\cos \varphi = 1$ yoritgich yuklamasi rasmda ko'rsatilgandek ta'minlanadi. Motorlar M₁ va M₂ ning ishchi toki 28 A ga, ishga tuShiriSh tokining darajasi 7 ga teng. Motorlar M₃ va M₄ ning ish toki 40,5A ga, ishga tuShiriSh tokining darajasi 2, ishga tuShiriSh darajasi og'ir. Eruvchan elementning nominal tokini

toping. Tarmoqni kesim yuzasi kuchlaniShining yo‘qotiliShi va saqlagichga to‘g‘ri keliShi bo‘yicha tanlang.

EchiSh. C_2 va C_3 saqlagich eriSh elementi tokini quyidagi Shart bo‘yicha aniqlaymiz: $I_e \geq I_m = 28 \text{ A}$

$$I_e \geq \frac{7 I_m}{2,5} = \frac{7 \cdot 28}{2,5} = 78,4 \text{ A}$$



6.5.15-rasm

2-ilovadagi 9-jadvaldan 80 A nominal tok uchun saqlagichlarning eriSh elementini tanlaymiz.

Trubada yotqizilgan bir tomirli alyumin simning ko‘ndalang kesim yuzasini tanlaymiz. QiziSh Sharti bo‘yicha ruxsat etilgan tok iShchi tokdan katta bo‘liShi kerak.

$$I_{rux} \geq I_n = 28 \text{ A}$$

Himoya Sharti bo‘yicha:

$$I_{rux} \geq \frac{I_e}{3} = \frac{8}{3} = 26,7 \text{ A}$$

1-ilovadagi 5-jadvaldan 4 mm² ko‘ndalang kesim yuzali sim tanlaymiz. Ruxsat etilgan tok $I_{rux}=27 \text{ A}$.

Saqlagichlar C_4 va C_5 uchun eriSh elementini nominal tokini aniqlaymiz:

$$I_e \geq I_n = 40,5 \text{ A}; \quad I_e \geq \frac{2 I_n}{1,6} = \frac{2 \cdot 40,5}{1,6} = 50,6 \text{ A}$$

2-ilovadagi 9-jadvaldan 60 A nominal tok uchun eriSh elementini tanlaymiz.

Trubada yotqiziladigan bir tomirli alyumin simning ko‘ndalang kesim yuzasini tanlaymiz:

$$I_{rux} \geq I_n = 40,5 \text{ A}; \quad I_{rux} \geq \frac{I_e}{3} = 60 \text{ A}$$

1-ilovadagi 5-jadvaldan 10 mm² ko‘ndalang kesim yuzali sim tanlaymiz. Ruxsat etilgan tok $I_{rux}=42 \text{ A}$. Normal iSh holatida yoritgich liniyasining iShchi toki:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} U_n} = \frac{2,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 38 \text{ A}$$

Saqlagich C_5 eriSh elementining nominal tokini aniqlaymiz:

$$I_e \geq I_n = 38 \text{ A}$$

2-ilovadagi 9-jadvaldan standartga yaqin eriSh elementini tanlaymiz.
Nominal toki 45 A:

Trubada yotqiziladigan bir tomirli alyumin simning ko'ndalang kesim yuzasini tanlaymiz:

$$I_{rux} \geq I_n = 38 \text{ A} ; \quad I_{rux} \geq \frac{I_e}{3} = \frac{45}{3} = 15 \text{ A}$$

1-ilovadagi 5-jadvaldan 10 mm² ko'ndalang kesim yuzali sim tanlaymiz.
Ruxsat etilgan tok I_{rux}=42 A. ab liniyadagi iShchi toki:

$$I_i = m(2I_1 + 2I_2 + I_3) = 0,8(2 \cdot 28 + 2 \cdot 40,5 + 38) = 140 \text{ A}$$

Motorlarni iShga tuShiriShda va eng katta iShga tuShiriSh tokida liniyadagi tok:

$$I_{max} = m(I_1 + 2I_2 + I_3) + \frac{I_{um}}{2,5} = 0,8(2,8 + 2 \cdot 40,5 + 38) + \frac{7 \cdot 28}{2,5} = 196 \text{ A}$$

Saqlagich C₆ eriSh elementining nominal tokini aniqlaymiz:

$$I_e \geq I_n = 139 \text{ A} ; \quad I_e \geq I_{max} = 196 \text{ A}$$

2-ilovadagi 9-jadvaldan standartga yaqin eriSh elementini tanlaymiz.
Nominal tok 200 A.

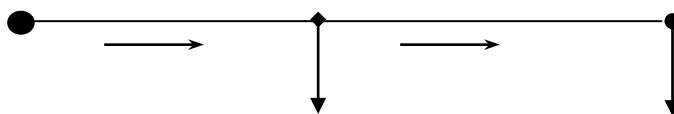
Sex devorida yotqiziladigan uch tomirli alyumin simning ko'ndalang kesim yuzasini tanlaymiz.

$$I_{rux} \geq I_n = 139 \text{ A} ; \quad I_{rux} \geq \frac{I_e}{3} = \frac{200}{3} = 67 \text{ A}$$

1-ilovadagi 5-jadvaldan 70 mm² ko'ndalang kesim yuzali kabel tanlaymiz.
Uning ruxsat etilgan toki I_{rux}=140 A.

MUSTAQIL TAYYORLASH UCHUN MISOLLAR

1-misol. (40+j30) MVA quvvat iste'mol qiluvchi korxonaning boSh pasaytiruvchi podstansiyasi 110 kV kuchlaniShli ikkita liniya orqali ta'minlanadi. T_{max}=5200 s. Podstansiyani ta'minlovchi liniya simlarining markasi va kesim yuzasini tanlang.

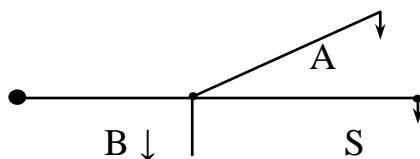


6.5.15-rasm

Bir-biridan uncha uzoq bo'lmagan masofada joylaShgan ikki podstansiya 35 kV li bitta liniyadan ta'minlaniShi kerak. Liniyani bir xil ko'ndalang kesim yuzali po'lat-alyumin simdan tayyorlab, faza simlarini 3,5 m oraliq masofada osiliShi mo'ljallanmoqda. 6.5.15-rasmda berilgan maksimal yuklama (kVA) va uzunlik km da ko'rsatilgan. Liniyada kuchlaniSh yo'qotiliShi 5 % dan oShmaydi, deb liniya simlarining markasi va kesim yuzasini tanlang.

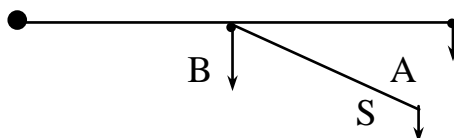
2-misol. 35 kV kuchlaniShli rayon podstansiyasidan ko'rsatilgan sxema bo'yicha 3 ta korxonaga ta'minlanadi. Elektr uzatiSh liniyasi faza simlari o'rtacha geometrik oraliq masofasi 3 m dan po'lat-alyumin simdan tortiladi. Ruxsat

etilgan kuchlaniSh yo‘qotiliShi 6,8 %. 6.5.16-rasmda maksimal yuklama (kVA) uchastkalar uzunligi (km) da ko‘rsatilgan. Tarmoqning hamma uchastkalarida tok zichligining bir xillik Sharti bilan, uchastka simlarning markasini tanlang.



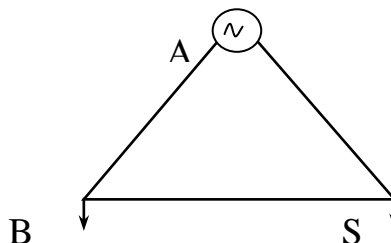
6.5.16-rasm

3-misol. Korxonadagi sex podstansiyalari 10 kV kuchlaniSh bilan ta‘minlanadi. Tarmoq kabelda bajariladi. Ruxsat etilgan kuchlaniShning yo‘qotiliShi 5,5 %. 6.5.17-rasmda tarmoq uchastkalarining toki (A), uzunligi (km) va quvvat koeffitsienti ($\cos\phi$) ko‘rsatilgan. Tarmoq uchastkalari uchun kabel tanlang.



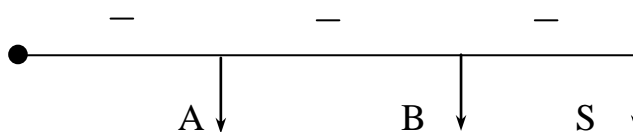
6.5.17-rasm

4-misol. A va B bo‘sh pasaytiruvchi podstansiyalar rayon podstansiyasidan 110 kV kuchlaniShda xalqasimon tarmoq orqali elektr energiyasi oladi. Tarmoq uchastkalari bir xil ko‘ndalang kesim yuzali simdan tayyorlangan. Tarmoq uchastkalarining yuklamasi (MVA), uzunligi (km)da ko‘rsatilgan. $T_{\max B}=2900$ soat, $T_{\max}=5600$ soat. Tokning iqtisodiy zichligi bo‘yicha simning markasi va ko‘ndalang kesim yuzasini tanlang.



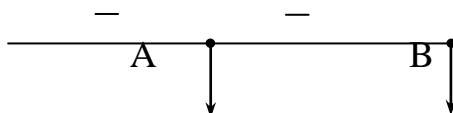
6.5.18-rasm

5-misol. A, B, C podstansiyalari havo liniyalari orqali 6 kV kuchlaniShda ta‘minlanadi. Liniya po‘lat-alyumin simdan tayyorlangan bo‘lib, tomonlari teng uchburchakning cho‘qqilarida 800 mm masofada joylaShgan. Liniyada kuchlaniShning ruxsat etilgan yo‘qotiliShi 5% (300 V) ga teng. Materialning minimal sarfi Sharti bo‘yicha simning ko‘ndalang kesim yuzasini toping. 6.5.19-rasmda yuklama (kVA) liniya uchastkalarining uzunligi (km) da ko‘rsatilgan.



6.5.19-rasm

6-misol. Sex podstansiyalarini ta'minlovchi 10 kV kuchlanishli elektr uzatish liniyasi AAB kabeldan tayyorlangan. Ruxsat etilgan kuchlanishning yo'qotilishi 3 % (300V) ga teng. Liniya uchastkalarida tokning iqtisodiy zichligi o'zgarishlik sharti bo'yicha, kabel tomirlarining ko'ndalang kesim yuzasini toping. 6.5.20-rasmda liniya uchastkalaridagi tok (A), uzunligi (km)da va quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ ko'rsatilgan.



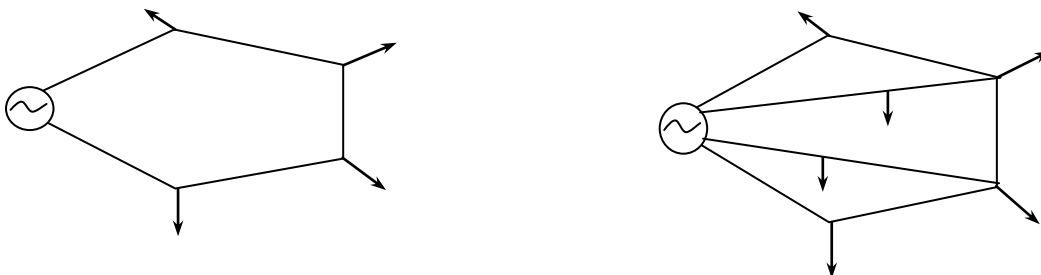
6.5.20-rasm

7-misol. Ikkita korxonani ta'minlovchi magistral tarmoq bir xil ko'ndalang kesim yuzali simdan tayyorlangan. Birinchi korxonaga $I_1=140A$ ($T_{max}=3400$ soat) iste'mol qilib, ta'minlovchi manbadan 4 km masofada joylashgan. Ikkinchi korxonaga $I_2=80 A$ ($T_{max}=4300$ soat) iste'mol qilib, ta'minlovchi manbadan 7 km masofada joylashgan. Magistral simning iqtisodiy kerakli ko'ndalang kesim yuzasini tanlang.

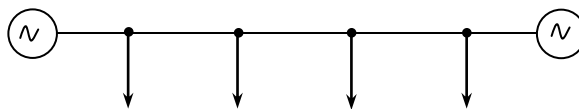
BERK ZANJIRLI TARMOQLARDA QUVVAT TAQSIMLANISHINI HISOBLASH

Nazariy qism

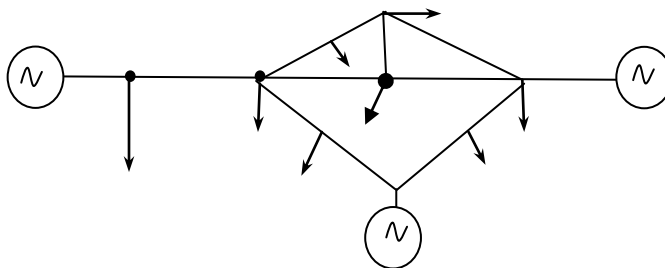
Hamma iste'molchilari minimum ikki tarafdin ta'minlanadigan tarmoqlar berk zanjirli tarmoqlar deyiladi. Berk zanjirli tarmoq turlari 6.5.21-6.5.23 rasmlarda keltirilgan.



6.5.21-rasm Halqasimon elektr tarmoqlari

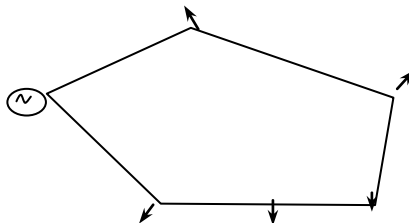


6.5.22-rasm Ikki tarafdin ta'minlanadigan tarmoq

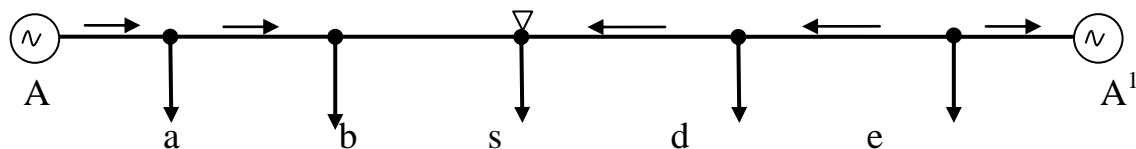


6.5.23-rasm. Murakkab zanjirli elektr tarmog'i

Berk zanjirli tarmoqlarda (6.5.24-rasm) ayrim uchastkalardagi quvvatning taqsimlanishini quyidagi usulni qoʻllab topamiz: halqasimon tarmoq generator stansiyadan xayolan qirqilib, ikki tomondan taʼminlanuvchi liniyaga keltiriladi. Bunda manba (A va A') bir xil kuchlanishga ega boʻladi.



6.5.24-rasm. Berk zanjirli elektr tarmogʻi



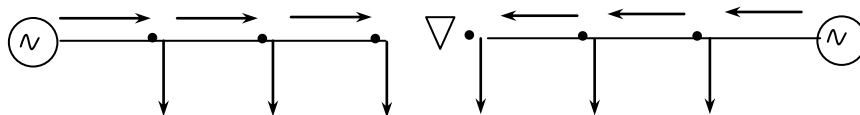
6.5.25-rasm. Ikki tomondan taʼminlanuvchi liniyalarda quvvat taqsimlanishi.

Bunda Kirxgofning birinchi qonunini qoʻllab, hamma uchastkalardagi quvvat oqimini aniqlash etarlidir.

Ikki tomondan taʼminlanadigan liniyalarda P , L va U ga bogʻliq holda isteʼmolchilar a, b, c, d, e elektr energiyani A yoki A' stansiyalardan olishi mumkin, ammo yuklamalarning umumiy quvvati, stansiyalarning umumiy quvvatiga (6.5.26-rasm) teng boʻlishi kerak.

Meʼyoriy ish tartibida isteʼmolchi C nuqtada ikki tomondan taʼminlanadi.

Isteʼmolchi ikki tomondan elektr energiyasi oladigan elektr tarmoq nuqtasi – tokning boʻlinish nuqtasi deyiladi va sxemada quyidagicha belgilanadi - ▼. Tok boʻlinish nuqtasidan tarmoqni xayolan ikkiga boʻlib, ikkita alohida hisoblash mumkin boʻlgan ochiq zanjirli tarmoqqa keltiriladi.



6.5.26-rasm Tok boʻlinish nuqtasini aniqlash

Shunday qilib, berk zanjirli tarmoqlar bilan ochiq zanjirli tarmoqlarni hisoblashdan farqi, asosan, boʻlinish nuqtasini aniqlash, soʻngra tarmoq, ochiq zanjirli tarmoqlarni hisoblash usullari bilan hisoblanadi.

Murakkab tuziliShli tarmoqlarda bir qator o‘zgartiriShlar kiritilib, sxema soddalaShtiriladi va ikki tarafdin ta‘minlanuvchi liniyaga keltiriladi. Murakkab berk zanjirli elektr tarmoqlarni hisoblaShda ko‘pincha quyidagi – tugun potentsiallarini qo‘shiSh, kontur tenglamalari va boShqa nazariy elektrotexnikadan ma‘lum usullar qo‘llaniladi.

Berk zanjirli elektr tarmoqlar tartibini hisoblaShning vazifasi uni almaShtiriSh sxemasidagi tarmoq va tugun nuqtalaridagi tok va kuchlaniShlarni aniqlaShdir. Berk zanjirli (6.5.24-rasm) elektr tarmoqlarni hisoblaSh ochiq zanjirlikga nisbatan ancha murakkab. Ochiq zanjirli tarmoqlarning ayrim uchastkalaridan o‘tayotgan quvvatni aniqlaSh uchun quvvatga quvvat isrofini qo‘shib aniqlanadi. Berk zanjirli elektr tarmoqlarida ayrim uchastkalardagi quvvat taqsimlaniShi maxsus hisoblardan so‘ng aniqlanadi.

Murakkab berk zanjirli elektr tarmoqlarni hisoblaSh uchun kontur toklari va tugun kuchlaniShlari usulini qo‘llab, birgalikda algebraik tenglamalarni echiSh ko‘p mehnatni talab etadi. Ancha oddiy usul bu berk tarmoqni ketma-ket o‘zgartirib, ikki tarafdin ta‘minlanadigan tarmoqqa keltiriShdir.

Bu bir-biriga ekvivalent tarmoqda quvvatning taqsimlaniShi aniqlanib so‘ngra sxemani ketma-ket kengaytirib, berilgan tarmoqdagi quvvatning taqsimlaniShi aniqlanadi. Tarmoqni o‘zgartiriSh jarayonida maxsus iShlar bajariladi, ta‘minlaSh punktlari va tugunlardagi yuklamalarni tarqatiSh, bir xil ko‘ndalang kesim yuzali tarmoqqa keltiriSh, parallel tarmoqlarni qo‘shiSh, yulduzni teng uchburchak bilan va uchburchakni teng yulduz bilan almaShtiriSh.

I-qabul qiliSh. YUklama yo‘q holatida parallel liniyalarni ekvivalent liniya bilan almaShtiriSh.

Ikki parallel liniya uchun:

$$Z_{ek} = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2}; \quad i_{ek} = i_1 + i_2 \text{ yoki } S_{ek} = S_1 + S_2$$

Uchta parallel liniya uchun:

$$Z_{ek} = \frac{Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3}{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_1 Z_3}; \quad i_{ek} = i_1 + i_2 + i_3 \text{ yoki}$$

$$S_{ek} = S_1 + S_2 + S_3$$

Agar liniyaning ko‘ndalang kesim yuzasi bir xil bo‘lsa, hisoblaSh uchastkalar uzunligi bo‘yicha olib boriladi.

$$l_{ek} = \frac{l_1 \cdot l_2}{l_1 + l_2}; \quad l_{ek} = \frac{l_1 \cdot l_2 \cdot l_3}{l_1 l_2 + l_2 l_3 + l_1 l_3}$$

Teskari vazifa Shundan iboratki, ma‘lum tenglik toki I_{ek} va Z_{ek} orqali tarmoqlardagi qiymatlari aniqlanadi:

$$I_1 = I_{ek} \frac{Z_{ek}}{Z_1}; \quad I_2 = I_{ek} \frac{Z_{ek}}{Z_2};$$

$$I_3 = I_{ek} \frac{Z_{ek}}{Z_3}$$

II-qabul qiliSh. Tarmoqning bir nuqtasiga ulangan kuchlaniSh manbalarini bitta ekvivalent manba bilan almaShtiriSh

$$E_{ekf} = \frac{\sum E_{mf} Y_m}{\sum Y_m}$$

bu erda:

E_{mf} - m elektr liniyaga ulangan EUL;

U_m - m liniyaning o'tkazuvchanligi.

Teskari vazifa Shundan iboratki, I_{ek} toki orqali berilgan sxema liniyalarida oqadigan toklar aniqlanadi:

$$I_m = I_{ek} \frac{Z_{ek}}{Z_m} + \frac{E_{mF}}{Z_m}$$

III-qabul qiliSh. QarShiliklar uchburchagini teng yulduzga o'zgartiriSh. Uchburchak tomonlarining qarShiliklari orqali yulduz tomonlarining qarShiliklari ma'lum ifodalar orqali aniqlanadi.

$$Z_1 = \frac{Z_{31} \cdot Z_{12}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}; \quad Z_2 = \frac{Z_{12} \cdot Z_{23}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}; \quad Z_3 = \frac{Z_{31} \cdot Z_{23}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

YUlduz tomonlarining toklari:

$$I_1^* = I_{12}^* - I_{13}^*; \quad I_2^* = I_{23}^* - I_{13}^*; \quad I_3^* = I_{23}^* - I_{31}^*$$

Teskari vazifa Shundan iboratki, yulduzning qarShiliklarini teng uchburchakka almaShtiriSh. Ma'lum yulduz qarShiliklari orqali uchburchak tomonlarining qarShiliklari quyidagicha aniqlanadi:

$$Z_{12} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 * Z_2}{Z_3}; \quad Z_{23} = Z_2 + Z_3 + \frac{Z_2 * Z_3}{Z_1};$$

$$Z_{31} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 * Z_3}{Z_2};$$

Agar yulduz nurlari yoki uchburchak tomonlari toklarini hisoblaganda manfiy belgida chiqsa, ko'rilayotgan sxemadagi toklarning Shartli yo'naliShini teskari tomonga o'zgartiriSh kerak.

Birinchi yaqinlaShuv sifatida liniyaning butun uzunligi davomida kuchlaniSh, nominal kuchlaniSh qiymatiga teng deb qabul qilinib, quvvat isrofi hisobga olinmaydi. Liniya yuklamasining qiymatiga liniyaning zaryad quvvati va transformatoridagi quvvat isrofi qo'Shiladi, ya'ni yuklama hisobiy qiymatlarda ko'rsatiladi.



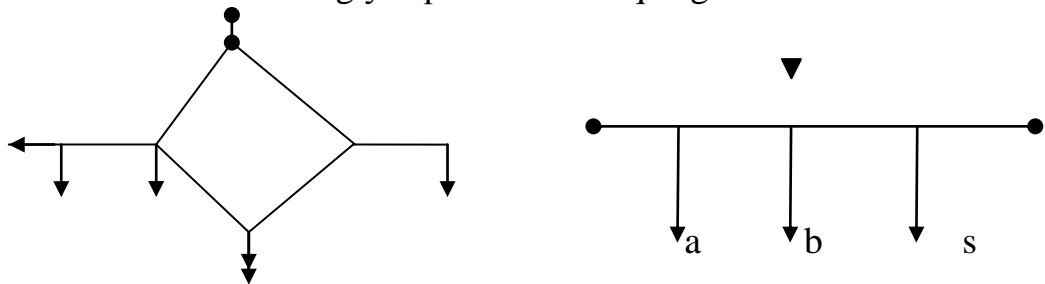
6.5.27-rasm. Uchburchakdan yulduzga va yulduzdan uchburchakka o'tish sxemalari.

Uchburchak tomonlarining toklari

$$I_{12} = \frac{I_1^* Z_1 - I_2^* Z_2}{Z_{12}}; \quad I_{23} = \frac{I_2^* Z_2 - I_3^* Z_3}{Z_{23}}; \quad I_{31} = \frac{I_3^* Z_3 - I_1^* Z_1}{Z_{31}}$$

MASALALARNI ECHISH UCHUN MISOLLAR

1-masala. To'rtta elektr iste'molchilari 10 kV li berk zanjirli liniyalardan ta'minlanadi. Iste'molchilarning quvvatlari kVA da va uchastkalarining uzunligi km da 6.5.28-rasmda ko'rsatilgan. Halqasimon liniya AS-70 simdan, Shaxobchalari AS-50 simdan tayyorlangan. Hamma uchastkalaridagi quvvat va ulardagi maksimal kuchlanishning yo'qotilishini aniqlang.



6.5.28-rasm

EchiSh. Xalqasimon tarmoqni ta'minlash manbaidan kesib, ikki tomondan ta'minlanadigan liniyaga keltiramiz.

Ta'minlash manbalarining kuchlanishlari va magistral liniyalari bir xil bo'lganligi uchun liniyaning bosh uchastkalaridagi quvvatni hisoblash uchastkalarining uzunligi bo'yicha olib borilishi mumkin.

$$\begin{aligned} \underline{S}_1 &= \frac{S_a(l_2 + l_3 + l_4) + S_b(l_3 + l_4) + S_c l_4}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \\ &= \frac{(1200 + j900)(4 + 3 + 2) + (500 + j300)(3 + 2) + (1500 + j1200) \cdot 2}{2 + 4 + 3 + 2} = (1482 + j1091) \text{ kVA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{S}_4 &= \frac{S_a l_1 + S_b(l_1 + l_2) + S_c(l_1 + l_2 + l_3)}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \\ &= \frac{(1200 + j900) \cdot 2 + (500 + j300) \cdot 6 + (1500 + j1200) \cdot 9}{2 + 4 + 3 + 2} = (1718 + j1309) \text{ kVA} \end{aligned}$$

Ikkinchi uchastkadagi quvvat:

$$S_2 = S_1 - S_a = (1482 + j1091) - (1200 + j900) = (282 + j191) \text{ kVA}$$

Quvvatning bo'linishi b nuqtaga to'g'ri keladi, chunki $S_b = S_u = (500 + j300) \text{ kVA}$ katta $S_2 = (282 + j191) \text{ kVA}$ quvvatdan. SHuning uchun A manbadan ta'minlanadi.

Simlarning uzunlik birligidagi qarshiliklari:

$$\text{AS-70 } r_{01} = 0,35 \text{ Om / km ; } x_{01} = 0,38 \text{ Om / km}$$

$$\text{AS-50 } r_{01} = 0,46 \text{ Om / km ; } x_{01} = 0,39 \text{ Om / km}$$

Liniyadagi eng katta kuchlanishning yo'qotilishini aniqlash uchun bo'linish nuqtasi b gacha va eng uzoq shaxobcha d va f gacha bo'lgan kuchlanishning yo'qotilishini hisoblaymiz.

$$\Delta U_{Av} = \frac{P_1 l_1 + P_2 l_2}{U_{nom}} r_{01} + \frac{Q_1 l_1 + Q_2 l_2}{U_{nom}} x_{01} = \frac{1482 \cdot 2 + 282 \cdot 4}{10} 0,35 + \frac{1091 \cdot 2 + 191 \cdot 4}{10} 0,38 = 255 \text{ V}$$

$$\Delta U_{Ad} = U_{Ab} + U_{Bd} = 255 + \frac{500 \cdot 0,46 \cdot 1 + 300 \cdot 0,39 \cdot 1}{10} = 289,7 \text{ V}$$

2-masala. A nuqtadan ta'minlanuvchi T_1 va T_2 transformatorlar bilan o'zaro bog'langan 220 kV 110 kVli EUL (Elektr uzatish liniyasi) dan tashkil topgan, xalqasimon tarmoqdagi (6.5.29-rasm) quvvat taqsimlanishini aniqlang. Liniyaning ayrim uchastkalari va transformatorlarning 220 kV ga keltirilgan almashtiri sh sxemasiga asosan qarshiliklari: $z_1 = (4 + j40) \text{ Om}$; $z_2 = (6 + j50) \text{ Om}$;

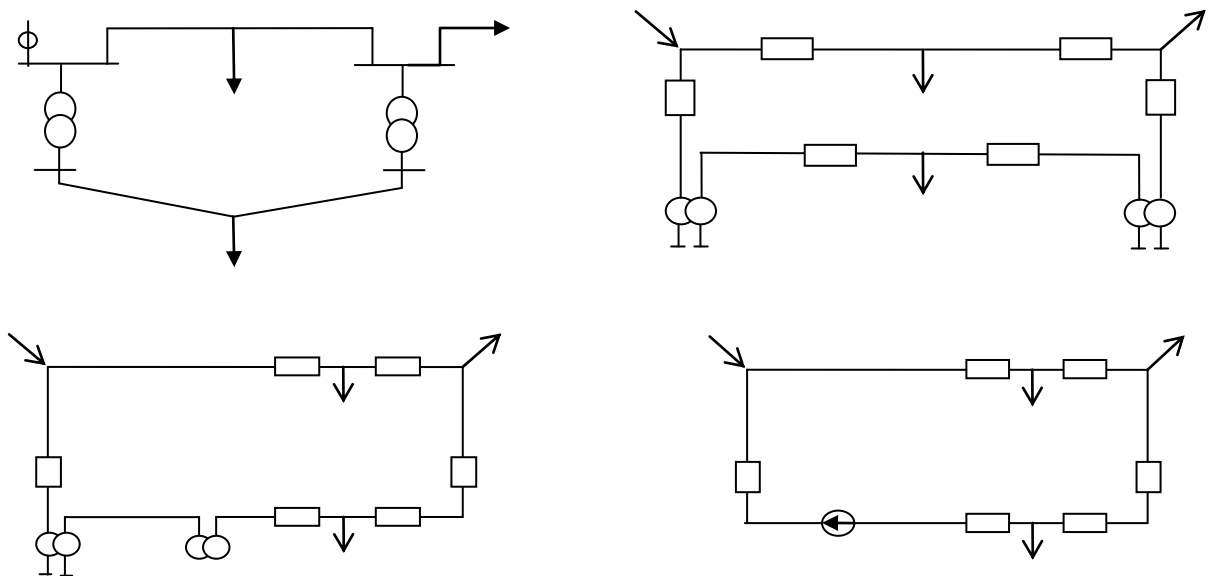
$$z_3 = (39 + j75) \text{ Om} ; \quad z_4 = (38 + j80) \text{ Om} ; \quad z_{Tp1} = (2 + j120) \text{ Om} ; \quad z_{Tp2} = (1 + j25) \text{ Om} .$$

Yuklama quvvatlari:

$$S_a = (50 + j30) \text{ MVA} , \quad S_b = (150 + j100) \text{ MVA} .$$

Transformatorlarning transformatsiya koeffitsienti $K_{T1}=231/110$; $K_{T2}=209/110$.

Transformator po'lat o'zagidagi quvvat isrofini hisobga olamiz.



6.5.29-rasm. Berk zanjirli elektr tarmoqlarining almashtiri sh sxemasi.

EchiSh. AlmaShtiriSh sxemasini (6.5.29-rasm) tuzamiz, birinchi bosqichda T_1 va T_2 transformatorlar transformatsiya koeffitsientining har xilligini hisobga olmasdan quvvat taqsimlanishini topamiz. BoSh uchastkalardagi quvvat oqimi:

$$S_{Aa} = \frac{S_a(Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_{Tp1}) + S_b(Z_{Tp2} + Z_3 + Z_4 + Z_{Tp1}) + S_c(Z_4 + Z_{Tp1})}{Z_1 + Z_2 + Z_{Tp2} + Z_3 + Z_4 + Z_{Tp1}} =$$

$$= \frac{(50 + j30)(6 - j50 + 1 - j25 + 39 - j75 + 38 - j80 + 2 - j120) + (150 + j100)(1 - j25 + 39 - j75 + 33 - j80 + 2 - j120) + (30 + j10)(38 - j80 + 2 - j120)}{4 - 406 - j50 + 1 - j25 + 39 - j75 + 38 - j80 + 2 - j120} =$$

$$(174 + j114) MVA$$

$$S_{Aa} = \frac{S_a Z_1^* + S_b(Z_1 + Z_2^*) + S_c(Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_{Tp2})}{Z_1 + Z_2 + Z_{Tp2} + Z_3 + Z_4 + Z_{Tp1}} =$$

$$= \frac{(50 + j30)(4 - j40) + (150 + j100)(10 - j90) + (30 + j10)(50 - j190)}{90 - j390} = (56 + j26) MVA$$

BoSh uchastkalardagi quvvat oqimining yig'indisi:

$$\underline{S}_{Aa} + \underline{S}_{Ac} = 174 + j114 + 56 + j26 = (230 + j140) MVA$$

YUklamalar quvvatlarining yig'indisiga teng:

$$S_a + S_b + S_c = 50 + j30 + 150 + j100 + 30 + j10 = (230 + j140) MVA$$

Transformatorlar T_1 va T_2 transformatsiya koeffitsientining har xilligi tufayli yuzaga kelgan tenglaShtiruvchi quvvatni aniqlaymiz. Qo'Shimcha EUL:

$$\Delta E = U_{nom} \left(\frac{K_{Tp2}}{K_{Tp1}} - 1 \right) = 220 \left(\frac{209}{231} - 1 \right) = -20,9 kV$$

TenglaShtiruvchi quvvat:

$$S_{teng} = \frac{\Delta E}{\Sigma Z} \cdot U_n = - \frac{-20,9}{90 - j390} \cdot 220 = (-2,58 - j11,2) MVA$$

Avval aniqlangan quvvat taqsimotiga tenglaShtiruvchi quvvatni qo'Shib, boSh uchastkalarda yangidan quvvat taqsimotini topamiz:

$$S'_{Aa} = S_{Aa} + S_{teng} = 174 + j114 - 2,58 - j11,2 = (171 + j103) MVA$$

$$S'_{Ac} = S_{Ac} - S_{teng} = 56 + j26 + 2,58 + j11,2 = (59 + j37) MVA$$

a va b uchastkadan oqayotgan quvvat:

$$S_{ab} = S'_{Aa} - S_a = 171 + j103 - 50 - j30 = (121 + j73) MVA$$

B nuqtadagi quvvat ab uchastkadan oqayotgan quvvatdan katta bo'lganligi uchun S_b yuklama ikki tomondan ta'minlanadi va b nuqta bo'linish nuqtasi hisoblanadi s b uchastkadan oqayotgan quvvat.

$$S_{sb} = S'_{ac} - S_c = 59 + j37 - 30 - j10 = (29 + j27) MVA$$

ab va cb uchastkalardan oqayotgan quvvatlar yig'indisi b nuqtadagi yuklama $S_b = (150 + j100) MVA$

$$S_{ae} + S_{ce} = 121 + j73 + 29 + j27 = (150 + j100) MVA$$

6.5.30-rasmda ko'rsatilgan liniyalardagi tokning taqsimlanishi va kuchlanishning yo'qotilishini aniqlang. Rasmda liniya uchastkalari metrda yuklamalar amperda ko'rsatilgan. Hamma yuklamalarning quvvat koeffitsienti

birga teng EUL si l_1 va l_2 uchastkalar 120 mm^2 ko'ndalang kesim yuzali, qolganlari 70 mm^2 ko'ndalang kesim yuzali kabeldan tayyorlangan. Liniyaning reaktiv qarshiliklari hisobga olinmaydi.

EchiSh. Nolli interatsiyada berk liniyani o'zgartirish usulini ishlatib tokning taqsimlanishini aniqlaymiz. EUL bir xil ko'ndalang kesim yuzali deb, hisoblashni liniyaning uzunliklari bo'yicha olib boramiz. Boshida 120 mm^2 ko'ndalang kesim yuzali l_1 va l_2 kabellarni 70 mm^2 ko'ndalang kesim yuzali kabellarga almashtiramiz. SHunday almashtirishda keltirilgan uchastkalarining uzunligi:

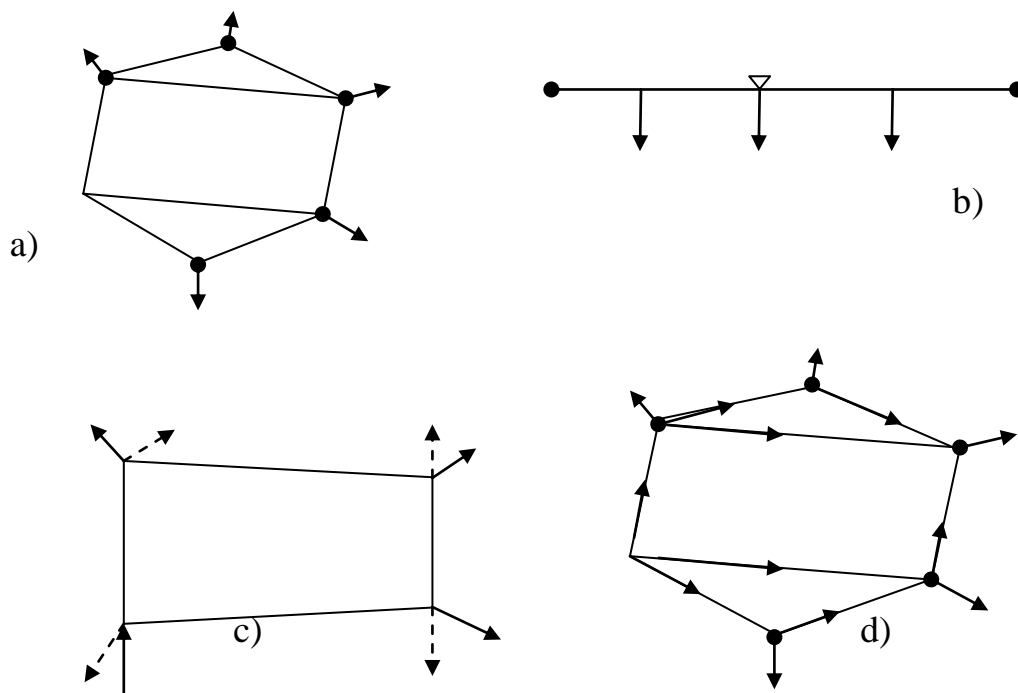
$$l_1' = \frac{F_1}{F_1'} l_1 = \frac{120}{70} \cdot 35 = 60 \text{ m}, \quad l_6' = \frac{F_6}{F_1'} l_6 = \frac{120}{70} \cdot 58 \approx 100 \text{ m}$$

b nuqtadagi yuklamani a va c nuqtalarga olamiz:

$$i_{oa} = i_e \frac{l_3}{l_2 + l_3} = 50 \cdot \frac{150}{100 + 150} = 30 \text{ A}, \quad i_{oc} = i_e \frac{l_3}{l_2 + l_3} = 50 \cdot \frac{100}{100 + 150} = 20 \text{ A}$$

l nuqtadan o va d nuqtaga

$$i_{oa} = i_e \frac{l_5}{l_6 + l_5} = 150 \cdot \frac{50}{100 + 50} = 50 \text{ A}, \quad i_{oc} = i_e \frac{l_6}{l_6 + l_5} = 150 \cdot \frac{100}{100 + 50} = 100 \text{ A}$$



6.5.30-rasm. Murakkab berk elektr zanjirlarini ikki tomonlama ta'minlanadigan liniyalarga keltirish

Parallel liniyalarda l_2 , l_3 , va l_8 ni qo'shamiz

$$l_{ek1} = \frac{(l_2 + l_3)l_8}{l_2 + l_3 + l_8} = \frac{(100 + 150) \cdot 200}{100 + 150 + 200} = 111 \text{ m}$$

Parallel liniyalar l_6 , l_5 , va l_7

$$l_{ek2} = \frac{(l_6 + l_5)l_7}{l_6 + l_5 + l_7} = \frac{(100 + 50) \cdot 150}{100 + 150 + 50} = 75 \text{ m}$$

O'zgartirilgandan so'ng 6.5.30-rasmda ko'rsatilgan *b* sxemani olamiz.

Halqasimon liniyani manbadan qirqib, ikki tarafdin ta'minlanadigan liniyaga keltiramiz, ular uchun boSh uchastkalardagi toklarni topamiz

$$I'_{0a} = \frac{i'_a l_{ek2} + i'_c (l_{ek2} + l_4) + i'_d (l_{ek2} + l_4 + l_{ek1})}{l_1 + l_{ek1} + l_4 + l_{ek2}} = \frac{200 \cdot 75 + 220 \cdot (75 + 30) + 130 \cdot (75 + 30 + 111)}{60 + 111 + 30 + 75} = 239,8 \text{ A}$$

$$I'_{0a} = \frac{i'_d l_1 + i'_c (l_{ek1} + l_1) + i'_d (l_4 + l_1 + l_{ek1})}{l_1 + l_{ek1} + l_4 + l_{ek2}} = \frac{130 \cdot 60 + 220 \cdot (60 + 111) + 200 \cdot (60 + 30 + 111)}{60 + 111 + 30 + 75} = 310,2 \text{ A}$$

Tekshirishni boSh uchastkalarda oqayotgan toklarning yig'indisini yuklama toklarining yig'indisi bilan taqqoslab amalga oshiramiz.

$$I'_{oa} + I'_{od} = 239,8 + 310,2 = 550 \text{ A}$$

$$i'_a + i'_b + i'_c = 130 + 220 + 200 = 550 \text{ A}$$

a c liniyadan oqayotgan tok:

$$i'_{0c} = I'_{0a} - i'_a = 239,8 - 130 = 110 \text{ A}$$

SHuningdek, *a c* liniyadan oqayotgan tok *c* nuqtadagi yuklama tokidan kichik, bu nuqtada yuklama ikki tarafga ulanadi va u bo'linishi nuqtasi hisoblanadi.

dc liniyadagi oqayotgan tok:

$$I_{dc} = I'_{0'd} - I'_d = 310 - 200 = 110 \text{ A}$$

Aniqlangan tok taqsimlanishi 6.5.30 *b* - rasmda ko'rsatilgan.

Asosiy sxemaga qaytib, *lac* va *ldc* liniyalarda topilgan toklarni parallel liniyalar *abc* va *ac*, *Oed* va *Od* ga bo'lamiz:

$$I_{ac} = I'_{ac} \frac{l_{ek1}}{l_2 + l_3} = 110 \cdot \frac{111}{100 + 150} = 49 \text{ A}$$

$$I_{ac} = I'_{ac} \frac{l_{ek1}}{l_8} = 110 \cdot \frac{111}{200} = 61 \text{ A}$$

$$I_{oed} = I'_{a'd} \frac{l_{ek2}}{l_6 + l_5} = 310 \cdot \frac{75}{100 + 50} = 155 \text{ A}$$

$$I_{od} = I'_{o'd} \frac{l_2}{l_7} = 310 \cdot \frac{75}{150} = 155 \text{ A}$$

Nuqta *b* ga ko'chirilgan yuklamalarni qaytarib, *ab* va *bc* liniyalardagi haqiqiy toklarni topamiz.

$$I_{ab} = I_{ac} + i_{ca} = 49 + 30 = 79 \text{ A} \quad I_{bc} = I_{ac} - i_{cb} = 49 - 20 = 29 \text{ A}$$

Tekshirish hisobning to'g'riligini tasdiqlaydi.

$$I_{bc} = I_{ab} - i_b = 79 - 50 = 29 \text{ A}$$

Nuqta e ga ko'chirilgan yuklamalarni qaytarib, oe va ed liniyalardagi haqiqiy toklarni topamiz:

$$I_{oe} = I_{oed} + i_{eo} = 155 + 50 = 205 \text{ A}$$

$$I_{ed} = I_{oed} - i_{ed} = 155 - 100 = 55 \text{ A}$$

6.5.30 g – rasmda liniyalardagi toklarning taqsimlanishi natijasi ko'rsatilgan. l_1 va l_6 liniyalarda ko'ndalang kesim yuzasini qaytadan almastirishi, toklarni liniyalardagi taqsimlanishiga ta'sir qilmaydi, bo'linishi nuqtasi d va c tugunlarda qoladi.

Eng katta kuchlanishning yo'qotilishi (c nuqtasida):

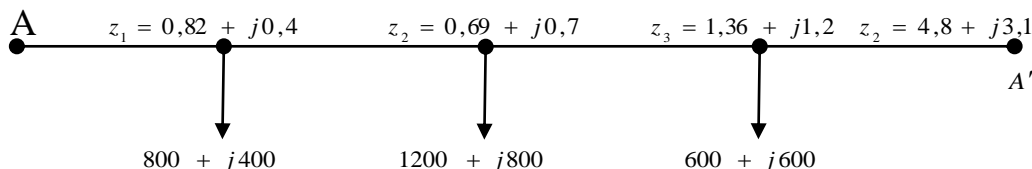
$$\Delta U_{\max} = \Delta U_{ac} = \sqrt{3} \left(\frac{I_{oa} l_{oa}}{\gamma F_{oa}} + \frac{I_{ac} l_{ac}}{\gamma F_{ac}} \right) = \sqrt{3} \left(\frac{240 \cdot 35}{34,7 \cdot 120} + \frac{61 \cdot 200}{34,7 \cdot 70} \right) = 12,2 \text{ V}$$

$$\text{Yoki } \frac{\Delta U_{\max}}{U_n} \cdot 100 \% = \frac{12,2}{380} \cdot 100 = 3,2 \%$$

MUSTAQIL ECHISH UCHUN MISOLLAR

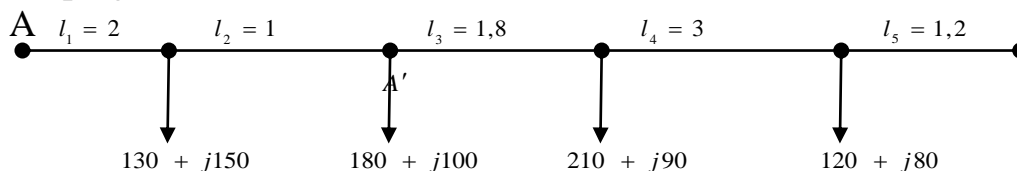
1-misol. 250 A tok iste'mol qiladigan tuzatish-mexanika korxonasi A va B podstansiyalardan ta'minlanadi. Birinchisi havo EULsi AC-120 sim bilan bajarilgan, uzunligi 3 km, bo'shligi AC-95 sim bo'lib uzunligi 2 km. Ikkala liniya uchun simlar o'rtasidagi o'rtacha geometrik masofa 1m. A va B podstansiya shinalaridagi kuchlanish o'zaro teng. Har bir liniyadan oqadigan tokni toping.

2-misol. 6.5.31-rasmda keltirilgan ikki tarafdin ta'minlangan liniyaning ish tartibini hisoblang. Ta'minlash manbalari kuchlanishlari bir xil va 10 kVga teng. 6.5.31-rasmda uchashtalar qarshiliklari Om da, yuklamalari kilovoltamperda ko'rsatilgan.



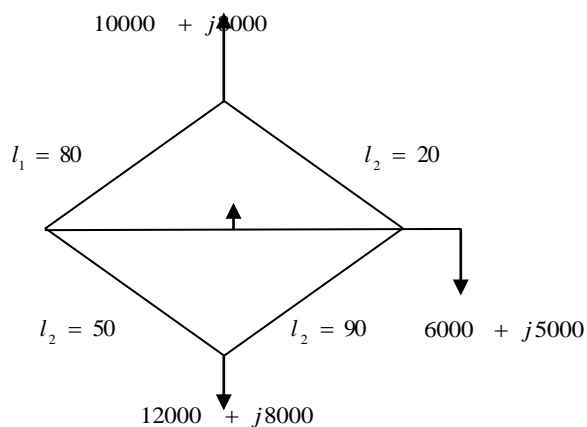
6.5.31-rasm

3-misol. AS-70 simdan tayyorlangan ikki tarafdin ta'minlanadi liniya 6,1 kVli A va 6,2 kVli B podstansiyadan ta'minlanadi. Uchashtalar uzunligi km da, yuklamalar kilovoltamperda 6.5.32-rasmda ko'rsatilgan. Tarmoqdagi quvvat taqsimlanishini toping.



6.5.32-rasm

4-misol. Xalqasimon 110 kV liniya bir xil ko'ndalang kesim yuzali simdan tayyorlangan. Yuklama kilovoltamperda, liniya uchashtalarining uzunligi km da 6.5.33-rasmda ko'rsatilgan. Liniyalarda quvvat taqsimotini toping.



6.5.33-rasm

VI-BOB BO‘YICHA XULOSALAR

Ushbu bobda elektr tarmoq va tizimda berk zanjirli elektr tarmoqlar, elektr taminoti tizimda sodir bo‘lgan quvvatlar isrofini kamaytirishning afzalliklari, quvvatlar muvazanati haqida batafsil ma’lumotlar berilgan. Energetika tizimi elementlari o‘tkazgichlar va transformator podstansiyaning ish rejimlari asosida texnik-iqtisodiy echimlar nazariyasini o‘rganiSh uchun nazariy asoslangan. Elektr uzatish liniyasi o‘tkazgichlarini tanlash usullari hamda tanlangan simlarni tekshirish masalalari o‘z echimini topgan. Talabalar uni o‘zlashtirgandan keyin elektr tarmoqda elektr iste’molchilarni elektr energiya bilan taminlashning asosiy faktorlarini bilish bo‘yicha bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘ladilar. Shuningdek nazariy bilimlarini yanada mustahkamlash maqsadida oddiy va murakkab berk zanjirli elektr tarmoqlar masalasi bo‘yicha misollar echiSh usullari ko‘rsatilgan va mustaqil tayyorlanish uchun misollar berilgan.

VII-BOB. ELEKTR ENERGIYA SIFATI

7.1-MAVZU

ELEKTR ISTE'MOLCHILAR VA ELEKTR APPARATLAR ISHIGA ELEKTR ENERGIYA SIFATINING TA'SIRI. ELEKTR ENERGIYA-NING SIFAT KO'RSATGICHLARI VA IQTISODIYLIGI

O'quv maqsadi

Ushbu mavzu bo'yicha elektr energiya iste'molchilarini iShonchli va sifatli elektr energiya bilan ta'minlaSh, elektr energiyaning sifat ko'rsatkichning iShlab chiqariSh korxonalaridagi o'rni va iqtisod jihatidan elektr energiya jihozlariga ta'sirini to'laligicha tahlil qilinib, kuchlaniShga bog'liqligi bo'yicha amaliy ko'nikmalarini ShakllantiriSh.



- *Asosiy ma'lumotlar*



Iste'molchilar elektr energiyasining ma'lum belgilangan miqdorida samarali iShlaShi mumkin, ya'ni kuchlaniSh, chastota, nosimmetriya va kuchlaniSh chizig'i Shaklini nosinusoidalligini normallangan qiymatlarida (yuqorida aytilganidek, ular elektrenergiyasining sifat ko'rsatkichlari hisoblanadi).

Ko'rsatilgan qiymatlarini nominaldan u yoki bu tomonga og'iShi texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlarni yomonlaShuviga olib keladi va natijada ma'lum ziyonga ega bo'ladi (buni ko'p misollarda ko'riSh mumkin: cho'g'lanma lampalar, elektr motorlar, elektr stansiya va h.k).

Bu ziyonning minimumi optimal kuchlaniShga to'g'ri keladi. SHuning uchun elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlari normalanadi. Masalan, iste'molchilardagi kuchlaniSh nominal qiymatdan oShsa, GOST ga ko'ra quyidagi oraliqda bo'liShi kerak, %:

Elektr motorlar tugunlarida ± 5 (ma'lum joylarda ± 10);

YOritiSh qurilmalari tugunlarida sanoat korxonalarining iSh o'rinlarida (+5)-(-2.5);

turar joy binolarida (ichki va taShqi yoritiSh) ± 5 ;

avariya rejimida -12;

qiShloq tarmog'idan yoki elektr transport tarmog'idan ta'minlanadigan elektr uskunalar tugunida ± 7.5 .

Ko'rinib turibdiki, avariya rejimlarida ancha ko'p og'iSh ruxsat etiladi, chunki bu rejimlar qisqa vaqtlidir.

Elektr energiyaning sifati tarmoqdagi kuchlaniSh va chastotani ularning normalangan qiymatlariga mos keliSh darajasini aniqlovchi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi. Odatda texnik va iqtisodiy nuqtai nazaridan barcha elektr is'temolchilari va apparatlarining nominal parametrlarda iShlaShi (f_{nom} , U_{nom} , I_{nom}) maqsadga muvofiq hisoblanadi. BoShlang'ich etaplarda elektr

energiyaning sifat muammosi tarmoqdagi kuchlaniSh va chastotani ularning nominal qiymatlariga yaqin darajada tutib turiShdan iborat edi. So‘nggi yillarda ko‘p miqdordagi yuklamasi tez o‘zgarib turuvchi, Shuningdek, yuklamasi fazalar bo‘yicha bir tekis taqsimlanmagan va nosinusoidal kuchlaniSh hamda tokni hosil qiluvchi noan‘anaviy elektr qabul qilgichlar EQQ paydo bo‘ldi (prokat stansiyalari, yoyli po‘lat erituvchi pechlar, to‘g‘rilagich qurilmalar, elektrlaShtirilgan transportlar, elektroliz va h.k.). Bu yangi EQQlar elektr energiya sifatining buziliShiga olib keladi.

Hozirgi davrda 50 Gs, chastotali uch fazali va bir fazali umumfoydalaniladigan elektr tarmoqning EQQlar yoki is‘temolchilar ulanadigan nuqtalarida elektr energiya sifatiga talabni o‘rnatuvchi 13109-87 Davlat standarti amal qiladi [6].

Elektr energiyaning sifat ko‘rsatkichlari (EESK) ikki guruhga bo‘linadi: asosiy EESK va qo‘Shimcha EESK. Asosiy EESKlariga elektr energiyaning sifatini belgilovchi parametrlar kiradi.

Ruxsat etiluvchi qiymatlar belgilangan asosiy EESKga kuchlaniShning og‘iShi, kuchlaniSh diapozoni, kuchlaniSh tebraniShlarining miqdori, kuchlaniSh egri chizig‘ining nosinusoidallik koeffitsienti, v -chi garmonik taShkil etuvchi koeffitsienti, kuchlaniShlarning ketma-ketlik koeffitsienti, kuchlaniShlarning nol ketma-ketlik koeffitsienti, chastotaning og‘iShi kiradi. Qo‘Shimcha EESK boShqa normativ-texnik hujjatlarda foydalaniluvchi ko‘rsatkichlarni o‘z ichiga oladi.

CHastotaning og‘iShi butun energetika sistemasi uchun bir xildir, chunki uning ayni vaqtdagi qiymati generatorlarning aylaniSh davr tezligi bilan belgilanadi. Normal turg‘un holatlarda barcha generatorlar sinxron chastotaga egadir. SHu sababli chastotaning og‘iShi elektr energiya sifatining umumsistemaviy ko‘rsatkichidir. KuchlaniSh tarmoqning turli nuqtalarida turlicha qiymatlarga ega. SHunday qilib, kuchlaniSh elektr energiya sifatining lokal ko‘rsatkichidir.

Elektr tarmoqlarning real holatlarida kuchlaniShlar doimo nominal kuchlaniShdan farq qiladi. Bu farqni bir qator – kuchlaniShining og‘iShi, kuchlaniShning o‘zgarish oraliq‘i, kuchlaniSh tebraniShining miqdori kabi EESK xarakterlaydi.

KuchlaniShning og‘iShi - bu kuchlaniShning haqiqiy U va tarmoq uchun nominal U_{nom} qiymatlari orasidagi farqdir.

Agar U va U_{nom} volt yoki kilovoltlarda ifodalansa, u holda kuchlaniSh og‘iShi Shu birliklarda quyidagicha aniqlanadi:

$$V = U - U_{nom}$$

KuchlaniShning og‘iShi nominalga nisbatan foiz hisobida

$$V \% = \frac{U - U_{nom}}{U_{nom}} \cdot 100 \%$$

KuchlaniSh o‘zgarishining oraliq‘i - bu kuchlaniSh bir marta o‘zarganda uning oldingi va keyingi amplituda yoki ta’sir etuvchi qiymatlari

orasidagi farqdir. KuchlaniSh o'zgariShining oralig'i quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi, %

$$V_i \% = \frac{|U_i - U_{i+1}|}{\sqrt{2}U_{nom}} \cdot 100 \% ,$$

bu erda: U_i, U_{i+1} - kuchlaniShining ketma-ket keluvchi amplituda qiymatlari. Agar ketma-ket raviShda eng katta va eng kichik qiymatlar U_{max} va U_{min} kelsa, u holda kuchlaniSh o'zgariShining oralig'i quyidagiga teng

$$V_i \% = \frac{|U_{max} - U_{min}|}{\sqrt{2}U_{nom}} \cdot 100 \%$$

KuchlaniSh o'zgariShi oralig'ining normasi va ruxsat etilgan qiymatlari faqat yoritish qurilmalarining kiriShlarida aniqlangan. Elektr energiyaning boShqa qabul qilgichlari uchun kuchlaniSh o'zgariShining oralig'i normalanmaydi.

KuchlaniShning teskari ketma-ketlik koeffitsienti - bu kuchlaniShning nosimmetrikligini belgilovchi sifat ko'rsatkichidir, %:

$$K_{2u} = \frac{U_{2(1)}}{U_{nom}} \cdot 100 ,$$

bu erda: $U_{2(1)}$ - umumiy chastotali uch fazali sistema teskari ketma-ketlik kuchlaniShining ta'sir etuvchi qiymati.

Uch fazali to'rt o'tkazgichli sistemaning nol ketma-ketlik koeffitsienti K_{0u} ham Shu tartibda aniqlanadi. K_{0u} koeffitsienti K_{2u} koeffitsientini aniqlash formulasi bo'yicha topilib, faqat $U_{2(1)}$ o'rniga umumiy chastotali nol ketma-ketligi kuchlaniShning ta'sir etuvchi qiymati $U_{0(1)}$ qo'yiladi. KuchlaniShlar egri chizig'ining nosinusoidallik koeffitsienti

$$K_{Hcu} = \frac{\sqrt{\sum_{v=1}^N U_v^2}}{U_{nom}} \cdot 100 ,$$

bu erda: U_v - kuchlaniShni v - chi garmonik taShkil etuvchisining ta'sir etuvchi qiymati;

v - kuchlaniShni garmonik taShkil etuvchisining tartibi;

N - kuchlaniShni hisobga olinuvchi garmonik taShkil etuvchilari so'ngisining tartibi.

K_{Hcu} ni aniqlashda tartibi $v \geq 40$ va (yoki) qiymati 0,3% dan kichik bo'lgan garmonik taShkil etuvchilarni hisobga olmaslikka ruxsat etiladi.

EESK ruxsat etilgan qiymatlari quyidagicha normalanadi:

normal maksimal elektr tarmoqda kuchlaniShning og'ishi:

1 kv gacha	± 5
6-20 kv	± 10
35 kv va yuqori	± 10

nosinusoidallik koeffitsienti, (%dan ortiqmas):

1 kv gacha	5	10
6-20 kv	4	8
35 kv	3	6
110 kv va yuqori	2	4

kuchlaniShning toq garmonik taShkil etuvchisi koeffitsienti, (%dan ortiqmas):

1 kv gacha	-	6(3)
6-20 kv	-	5(2,5)
35 kv	-	4(2)
110 kv va yuqori	-	2(1)

KuchlaniShning teskari ketma-ketlik koeffitsienti,
(% dan ortiqmas): 2 4

KuchlaniShning nol ketma-ketlik koeffitsienti
(% dan ortiqmas): 2 4

CHastotaning og'iShi, Gs: $\pm 0,2$ $\pm 0,4$

Elektr energiya sifati pastligining tarmoqlar va elektr jihozlariga ta'siri elektr energiya isrofining ortiShi; jihozlarning xizmat muddatini qisqariShi; iShlab chiqariSh darajasining pasayiShi; sifatning yomonlaShuvi va ba'zan brak mahsulot iShlab chiqariliShiga olib keluvchi texnik zararda ko'rinadi.

Elektr tarmoq va jihozlaridagi quvvat isrofi kuchlaniSh qiymatiga bog'liq raviShda o'zgaradi. Masalan, yuk isroflari, ya'ni elektr uzatiSh yo'llari (EUY) va transformatorlar almaShtiriSh sxemalarining bo'ylama qismlaridagi isroflar, tokning kvadratiga to'g'ri va kuchlaniShning kvadratiga teskari proporsionaldir. Salt iShlaSh isroflari kuchlaniSh kvadratiga to'g'ri proporsionaldir. Bundan kelib chiqadiki, kuchlaniShni rostlaSh quvvat va energiya isroflarini o'zgartiradi.

Toklar va kuchlaniShlar simmetrikligi va sinusoidalligining buziliShi EUY, transformatorlar, aylanuvchi maShinalar va kondensator batareyalarida qo'Shimcha isroflarni hosil qiladi. SHu sababli elektr energiya sifatini oShiruvchi tadbirlar elektr energiya isrofining kamayiShiga olib keladi.

Elektr energiya sifatining elektr jihozlariga xizmat qiliSh muddatiga ta'siri asosan o'tkazgichlar va izolyasiyadagi haroratning ruxsat etilgan qiymatidan ortib ketiShi natijasida ularni tez eskiriShida namoyon bo'ladi. CHo'g'lanma lampalar xizmat muddatining kamayiShiga kuchlaniShning musbat og'iShi xususan kuchli ta'sir etadi. YUqori garmonikalar, xususan rezonans yuz berganda, kondensator batareyalarining iShdan chiqiShiga olib keladi.

Texnologik zarar - texnologik jarayon va iShlab chiqariluvchi mahsulot turlari bilan belgilanadi. Odatda, texnologik zarar iShlab chiqariluvchi mahsulot miqdori yoki sifatining pasayiShi, mahsulotning brak bo'liShi va hattoki texnologik jarayonning buziliShida namoyon bo'ladi. Mahsulot miqdori va sifatining pasayiShi mahsulot umumiy narxi o'zgariShining berilgan kuchlaniSh darajasiga bog'laniShini belgilovchi iqtisodiy xarakteristika bilan baholanadi.

Eksperimental iqtisodiy xarakteristikalar har bir turdagi korxonalar uchun olinadi. Har xil korxonalar uchun ular turlicha. Ayrim korxonalarda texnologik jarayon kuchlanish sifatiga juda sezgir bo'lsa, ayrimlarida aksincha.

Texnologik jarayonlarning buzilishi avtomatika sistemalarining noto'g'ri ishlashi natijasida sodir bo'ladi. Avtomatik boshqaruv sistemalari elektr energiyasi sifatiga sezgir bo'lgan ko'plab elektron elementlardan tashkil topgan.

Sanoat va shahar elektr tarmoqlarida elektr energiyaning texnologik zarar va isrofnı belgilovchi asosiy sifat ko'rsatkichi bo'lib, kuchlanishning o'g'ishi hisoblanadi. Qator ishlab chiqarish korxonalari uchun kuchlanish sifatining pastligidan ko'riladigan iqtisodiy zarar asosiy o'rin kasb etadi. Kuchlanishning pasayishi lampalarning yorug'lik berishini tez kamayishiga olib keladi. Shahar tarmoqlarida kuchlanishning nostabilligi ommaviy ravishda kuchlanish stabilizatorlaridan foydalanishga olib keladi.

EESKni quvvat isrofi va jihozlarning xizmat qilish muddatining kamayishi, shuningdek, mahsulot miqdori va sifatining pasayishiga ta'sir darajasiga muvofiq tartibda yozish mumkin:

- 1) kuchlanish va chastotaning o'g'ishi;
- 2) kuchlanish va tokning nosimmetrikligi;
- 3) kuchlanish va toklar egri chiziqlarining nosinusoidalligi;
- 4) kuchlanish o'zgarishining oralig'i.

Texnologik jarayonlarga ta'sir darajasi bo'yicha bu EESKni quyidagi ketma-ketlikda yozish mumkin: 3,4,2,1.



Savollar

1. *Elektr energiyaning sifat ko'rsatkichlari necha xilga bo'linadi?*
2. *Elektr jihozlariga elektr energiyasining sifat ko'rsatkichining qanday ta'siri bor?*
3. *Elektr energiyasining sifat ko'rsatkichi kuchlanishga qanday bog'liq?*
4. *Sifat ko'rsatkichning qanday normalari mavjud?*

7.2-MAVZU

ELEKTR TARMOG‘INING ISH REJIMLARI VA ULARNI BOSHQARISH. CHASTOTA VA AKTIV QUVVATNI BOSHQARISH

O‘quv maqsadi

Elektr energiyaning elektr tarmoqlarda nominal yuklama bilan ishlaShi, elektr stansiyalarga bo‘lgan talab va ish rejimlarning chastota hamda aktiv quvvat bo‘yicha ma’lumotlarni egallaShga asoslanib nazariy bilimlarni ShakllantiriSh.



- Asosiy ma’lumotlar

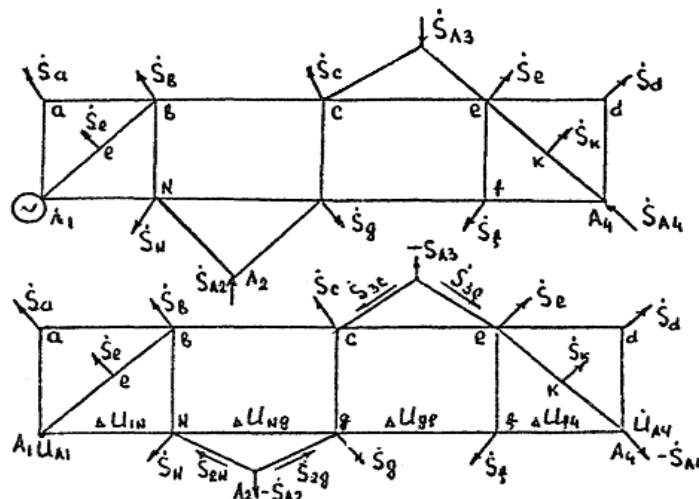


Bir nechta elektr stansiyalarga ega bo‘lgan energotizimning berk zanjirli elektr tarmoqlarini hisoblaShda, bittasidan boShqa hamma elektr stansiyalarni belgilangan grafikda ishlaydi, deb hisoblanadi.

(7.2.1)- rasmda ko‘rsatilgan tarmoqda A_1 , A_4 punktlar uchun kuchlanishlar \dot{U}_{A1} , \dot{U}_{A4} , A_2 , A_3 punktlar uchun esa quvvatlar \dot{S}_{A2} va \dot{S}_{A3} berilgan. Hamma ta’minlovchi punktlarni quvvatini ixtiyoriy oliSh mumkin emas. Elektr stansiyalaridan bittasi erkin grafikda ishlaydi va to‘satdan bo‘ladigan qo‘shimcha yuklamalarni va elektr tizimida bo‘ladigan quvvat isrofini qoplaSh imkoniyatiga ega deb qaraladi. Bu elektr stansiyaning quvvati berilgan tarmoqdagi quvvatning tenglik Sharti bilan aniqlanadi.

7.2.1 – rasmda tenglaShtiriSh uchun A qabul qilingan. Bu tugunning quvvatini birinchi yakinlaShiShda quyidagi ifoda bilan aniqlaSh mumkin:

$$\dot{S}_{A1}^l = \dot{S}_a + \dot{S}_b + \dot{S}_c + \dot{S}_e + \dot{S}_d + \dot{S}_n + \dot{S}_g + \dot{S}_f + \dot{S}_k + \dot{S}_l - \dot{S}_{A2} - \dot{S}_{A3} - \dot{S}_{A4} \quad (7.2.1)$$



7.2.1 – rasm. Bir necha ta’minlash punktlari bo‘lgan murakkab berk zanjirli tarmoqning sxemasi.

Tarmoqdagi quvvat isrofi aniqlangandan so‘ng, uning yig‘indisi ($\sum \Delta S$) hisobga olinib, yana muvozanatlovchi tugunning quvvati aniqlanadi.

$$\dot{s}_{A1} = \dot{s}_{A1} + \sum \Delta \dot{s} \quad (7.2.2)$$

KuchlaniSh berilgan tenglaShtiruvchi tugundan taShqari quvvatlari berilgan taminlovchi punktlarning kuchlaniShlari (U_{A2} va U_{A3}) noma'lum bo'lib qoladi.

Quvvati berilgan taminlovchi punktlarni manfiy yuklamali iste'mol qiluvchi punktlar bilan almaShtiriSh mumkin, so'ngra esa hisoblaSh har qanday biror – kontur toklari (quvvatlari), tugun kuchlaniShlari va hokazo usullarida amalga oShiriliShi mumkin. Bunda, kontur toklari usulini qo'llaShda, har bir konturdagi noma'lum quvvatlar (toklar), tugun kuchlaniShlari usuli uchun esa, tugunlardagi kuchlaniShlar belgilanadi [2].

Ammo bir necha ta'minlovchi punktlari bo'lgan tarmoqlarda ko'rsatilgan noma'lumlardan taShqari qo'Shimcha noma'lumlar paydo bo'ladi: quvvatlari berilgan ta'minlovchi punktlarning kuchlaniShlari va kuchlaniShlari berilgan taminlovchi punktlarning quvvatlari (tenglaShtiruvchidan taShqari). SHuningdek, (7.2.1) va (7.2.2) dan taShqari tegiShli bo'lgan qo'Shimcha tenglamalar paydo bo'ladi.

1. Har bir berilgan kuchlaniShli tugun uchun bu kuchlaniSh tenglaShtiruvchi tugun kuchlaniShi va tenglaShtiruvchi va ko'rilayotgan tugunlar orasidagi kuchlaniShning pasayiShi ayirmasiga teng bo'liShi kerak.

$$\dot{U}_{A4} = \dot{U}_{A1} \Delta U_{A14}$$

Bu erda: ΔU_{A14} har qanday yo'l bo'yicha A_1 va A_4 punktlari orasidagi kuchlaniShning pasayiShini yig'indisiga teng.

$$\Delta U_{A14} = \sum \Delta \dot{U}_M = \Delta \dot{U}_{IN} + \Delta \dot{U}_{Ng} + \Delta \dot{U}_{gf} + \Delta \dot{U}_{14} \quad (7.2.3)$$

2. Quvvati berilgan ta'minlovchi punktlar uchun Kirxgofning birinchi qonuniga asosan tenglama quyidagicha bo'ladi.

$$\dot{s}_{2N} + \dot{s}_{2g} - \dot{s}_{A2} = 0; \quad \dot{s}_{3C} + \dot{s}_{3R} + \dot{s}_{A3} = 0 \quad (7.2.4)$$

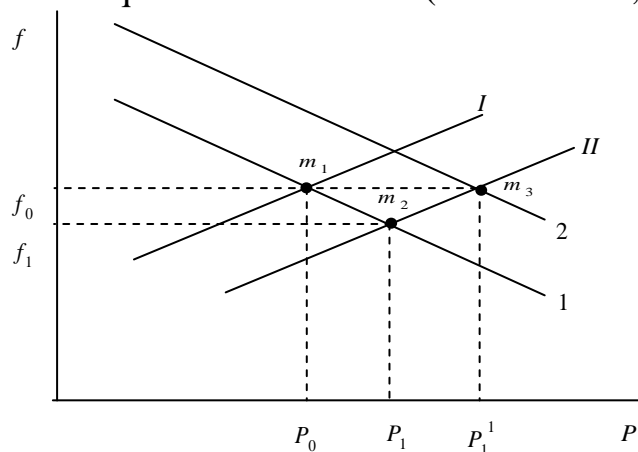
SHunday qilib, noma'lumlarning umumiy soni, hamda tenglamalarning umumiy soni ta'minlovchi punktlarning soniga ko'payadi (tenglaShtiruvchi punktdan taShkari).

So'ngra esa kontur toklari usuli uchun (7.2.1), (7.2.2) va (7.2.3) tenglamalari tugun kuchlaniShlari uchun esa (7.2.2), (7.2.4) tenglamalar birgalikda echiladi. Keyingi harakatlar esa oldingi keltirilgan tartibda ketadi.

CHastota va aktiv quvvatni boShqariSh. CHastota boShqaruvining birlamchi qurilmasi turbinaning aylaniSh chastotasini rostlagichi hisoblanadi. Rostlagichni o'lchov organi (qismi) chastota aylaniShini nazorat qiladi va u o'zgarganda, iSh g'ildiragiga kelayotgan energiya tarqatuvchi o'zgariShiga ta'sir etib, bug' turbinasining rostlanadigan klapanlariga va gidroturbinaning yo'naltiruvchi apparatlariga ta'sir qiladi. 7.2.2-rasmda, I va II yuklamalarni, 1- va 2- turbinalarning aylaniSh chastotasi rostlagichlarni statik xarakteristikalari ko'rsatilgan. 1-bo'yicha ko'rinib turibdiki, agregatning aktiv quvvati P_0 dan P_1 gacha aylanganda chastota f_0 dan f_1 ga kamayadi.

O'zgaras o'rnatmada xarakteristikalar qiyaligini (1 va 2 to'g'ri chiziqlar) ifodalovchi rostlaSh statizmi 4% ni taShkil qiladi. O'rnatma deganda, xodimlar tomonidan iShlatiSh Sharoitiga bog'liq holda beriladigan iShlab ketiSh parametrlari tuShuniladi.

CHastota bo'yicha energotizim rejimi turbinaning rostlaSh xarakteristikasi bilan yuklamaning statik xarakteristikasining (yuklamalar birikmasi) kesiShiSh nuqtasida o'rnatiladi (7.3.2-rasmda, P_0 quvvat va f_0



7.2.2-rasm.

chastotasidagi m_1 nuqta). qo'Shimcha iste'molchilarni ulaniShi va yuklamani P_1 qiymatigacha oShiShi, chastotani f_1 gacha pasayiShiga (m_2 nuqta) olib keladi. Demak, yuklama o'zgaranda chastotaning og'iShi turbina quvvatiga bog'liq va $\Delta f = f_0 - f_1 = -S\Delta P$ ga teng bo'ladi,

bu erda: Δf va ΔP -chastota va quvvatlarning o'zgariShi;

S-rostlagich statizmi (taxminan 4% ga teng).

Agar o'rnatilgan chastota nominaldan farq qilsa, unda turbinaning aylaniSh chastotasini rostlagichi o'rnatmasini o'zgartiriShga to'g'ri keladi. Xarakteristika suriladi (2-to'g'ri chiziq) va yangi rejim, yuklama quvvatiga to'g'ri keladigan turbinaning nominal chastotasi va quvvatida m_3 nuqtada o'rnatiladi.

SHunday qilib, o'zgaras chastotada aktiv quvvat balansi iShlab chiqariSh va iste'mol qiliSh quvvatlari tengligiga olib keladi:

$$P_g = P_{ist}, \quad \Delta f = 0 \text{ bo'lganda.}$$

Rostlagich o'rnatmasiga va rostlaSh xarakteristikalarini suriliShiga ta'sir etiShi o'zgaras chastotada aktiv quvvatni iShlayotgan turbinalar o'rtasida qaytadan taqsimlaSh imkonini beradi, buni energotizim rejimini boShqariSh jarayonida iShlatiShga to'g'ri keladi. Bunday ta'sirni yo xodim qo'l bilan, yo elektr stansiya aktiv quvvatining ikkilamchi avtomatik rostlagichi yordamida amalga oShiradi. Rostlagichning birinchi kiriShiga berilgan aktiv quvvat P_{kir} bo'yicha xabar keladi, ikkinchiga haqiqiy quvvatlar P_{haqiq} yig'indisiga mos bo'lgan xabar. Agar $P_{kir} = P_{haqiq}$ bo'lsa, iShlamaydi. Agar tenglik buzilsa, unda rostlagichini aylaniSh chastota rostlagichiga ta'sir etib, turbina quvvatini berilganga mos kelmaguncha o'zgartiradi. SHunday qilib, rostlagich ta'siri quyidagi Shartni bajariliShiga olib kelinadi:

$$P_{\text{haqiq}} - P_{\text{kir}} = \Delta P_m = 0$$

Aktiv quvvat rostlagichi elektr stansiyaning barcha turbinalarining aylaniSh chastotasi rostlagichlari iShini har turbinaning qatnaShiSh uluShini (hissasini) beradigan taqsimlaSh qurilmasi yordamida amalga oShirilishi mumkin.

Bir vaqtning o'zida bu rostlagich chastota parametrlari va bug' bosimini nazorat qiladi, chunki agar ular normal qiymatlardan ancha og'iShganda, ko'rsatilgan parametrlarga bog'liq holda P_{kir} ni o'zgariShini talab qiladigan avariya rejimini biliSh kerak. Elektr stansiya rostlagichlariga berilayotgan quvvat xabari III-ierarxiya darajasidan energo birlaShma chastotasi va aktiv quvvatining markaziy boShqariSh tizimsiga keladi.

BirlaShmaning ayirboShlaSh quvvati P_{ber} -bu birlaShmaning qo'Shni energotizimlar bilan bog'lovchi barcha liniyalardagi quvvat oqimlarining algebraik yig'indisidir. SHuningdek, umumiy ayirboShlaSh oqimi elektrostansiyalar iShlab chiqarayotgan quvvat P_g bilan ko'rilayotgan birlaShma istemol qilayotgan quvvat $P_{\text{iste'm}}$ ayirmasidir:

$$P_{\text{ber}} = P_g - P_{\text{iste'm}}$$

Tizimning o'lchaSh organiga nazorat qilinadigan parametr sifatida ayirboShlaSh quvvati barcha qo'Shni aloqalar bo'yicha keladi, u berilgan bilan soliShtiriladi. Agar $P_{\text{ber}} = R_{\text{kir}}$ bo'lsa, unda boShqariSh tizimi iShlamaydi. BoShqariSh tizimining iShi $\Delta R_{\text{ber}} + \rho_i \Delta f = 0$ shartini bajarilishiga olib kelinadi,

bu erda: ρ -EnergobirlaShma uchun o'zgarish koeffitsient.

AyirboShlaSh oqimi berilgan qiymatlardan og'iShganda boShqariSh tizimi harakatga keladi va birlaShma elektr stansiyalari berayotgan quvvatni o'zgartirib, bu og'iShni yo'q qiladi. CHastota o'zgarishida $\Delta f = 0$, ifodadan $P_{\text{ber}} - R_{\text{kir}} = \Delta R_{\text{ayir}} = 0$ kelib chiqadi.

AyirboShlaSh oqimi R_{ayir} ni aniqlaSh teleo'lchov yordamida amalga oShiriladi, uni rostlaSh esa-birlaShma elektr stansiyalari berayotgan quvvat o'zgariShiga ta'sir qiladigan boShqariSh xabarlarini telekanallar bo'yicha uzatiSh yordamida elektr stansiyalarning ayirboShlaSh oqimini rostlaShdagi qatnaShiSh uluShini (hissasini), elektr stansiyalar tejamliligini va ularning harakatchanlik (chaqqonlik) xususiyatlarini (quvvatini o'zgariSh tezligi) hisobga oluvchi markaziy taqsimlagich beradi. Markaziy qurilma sifatida boShqaruvchi EXM qo'llaniladi.

Elektr stansiyalar o'rtasida yuklamalar taqsimlanayotganda, matematik modellar ko'rinishida EXM harakati algoritmgaga kirishi zarur bo'lgan omillarni (tejamliylilik, chaqqonlik va boShqalar) hisobga olish kerak bo'ladi. Bunday boShqariSh model bilan boShqariSh deyiladi.



Savollar

1. Elektr tarmog'ining iSh rejimlari qanday bo'ladi?
2. CHastota va aktiv quvvatni boShqariSh usuli nimadan iborat?
3. CHastotaning elektr energiya sifatiga qanday ta'siri mavjud?

O'quv maqsadi

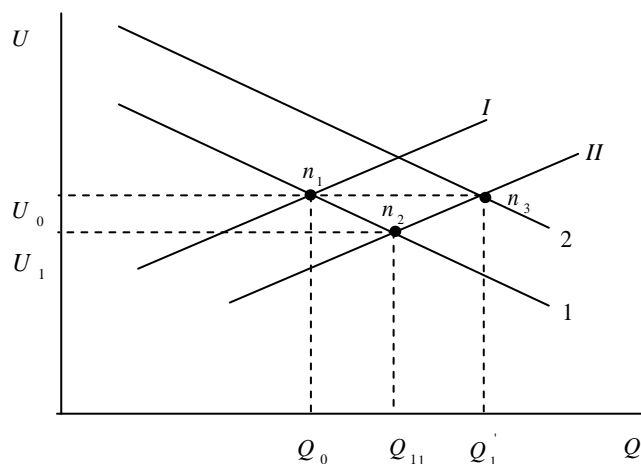
Talabalarda elektr tarmoq va tizimda kuchlanish hamda reaktiv quvvatlarni boshqarish shartlari, ularni quvvat isrofiga ta'siri va elektr energiyaga bo'lgan salbiy ta'siri haqida nazariy ko'nikmalarini shakllantirish.

*Asosiy ma'lumotlar*

Harastotadan farqli o'laroq tizimning turli nuqtalarida kuchlanish, har hil uzatiladigan quvvat R va Q hamda qarshiliklar R va X ga bog'liq. Ko'rilayotgan tarmoq uchun $X \gg R$ shart amalga oshiriladi. Uzoq masofaga Q uzatilganda tarmoqda kuchlanishning yo'qotilishi ancha oshadi (kuchlanish yo'qotilishi ifodasidagi Qx qiymat katta va kuchlanish pasayadi (ayrim holda ruxsat etilmagan chegaralarda). Statik muvozanat sharti bo'yicha kuchlanishning katta og'ishi mumkin emas. Ular quvvat isrofini oshishiga va elektr energiyadan samarasiz foydalaniشga olib keladi. SHuning uchun kuchlanishni bir maromda uShlab turishga qat'iy talablar, uni avtomatik rostlash zarurligi sabab bo'ladi. Elektr tarmog'ining chegaralangan rayonlardagi kuchlanish taminlash tarmog'ining ma'lum tugunlarida rostlash bilan uShlab turiladi va bu tugunlar nazorat nuqtalari deb ataladi.

Kuchlanishning boshqarilishi birlamchi qurilmasi sinxron mashinalarning ko'zgalishini tez harakatlanuvchi avtomatik rostlagichdir (ARV). Bu rostlagichning o'lchash organi mashina tugunida kuchlanishning berilgan qiymatda og'ishini nazorat qiladi. Kuchlanishning og'ishi, EYUKga, demak ishlab chiqarilayotgan reaktiv quvvatga, ta'sir qiluvchi qo'zgalish tokini o'zgartirish bilan kompensatsiyalanadi. Rasmda I va II yuklamalarning statik xarakteristikalarini 1 va 2 ARV statik xarakteristikasi 4% atrofida statizm bilan ko'rsatilgan.

Kuchlanish bo'yicha rejim U_1 (n_2 nuqta) kuchlanishga to'g'ri keladigan 7.3.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, iste'mol qilinayotgan reaktiv quvvat oshganda kuchlanish pasayadi. ishlab chiqarilayotgan va iste'mol qilinadigan reaktiv quvvatga teng bo'lgandagi xarakteristikalar kesilish nuqtasida n_1 o'rnatiladi. Elektr stansiyaning bosh shinasidagi kuchlanish shu qadar pasayishi mumkinki, ARV o'rnatilishi shunday o'zgartiriladiki, bunda uning xarakteristikasi 2-bog'lanishigacha suriladi.



7.3.1-rasm.

Unda xarakteristikalar kesiShuvi, Q_1^1 quvvatga va ruxsat etilgan sohadagi ma'qul kuchlaniSh U_0 ga to'g'ri keladigan n_3 nuqtaga suriladi. O'rnatmani o'zgartirib parallel iShlayotgan sinxron maShinalar orasida, kuchlaniShni ruxsat etilgan oraliqda saqlab, reaktiv quvvatni qayta taqsimlaSh mumkin. SHunday qilib, reaktiv quvvat balansi iShlab chiqarilayotgan va iste'mol qilinayotgan quvvatlar tengligini bajariliShidan iborat:

$$Q_G = Q_{iste'm}$$

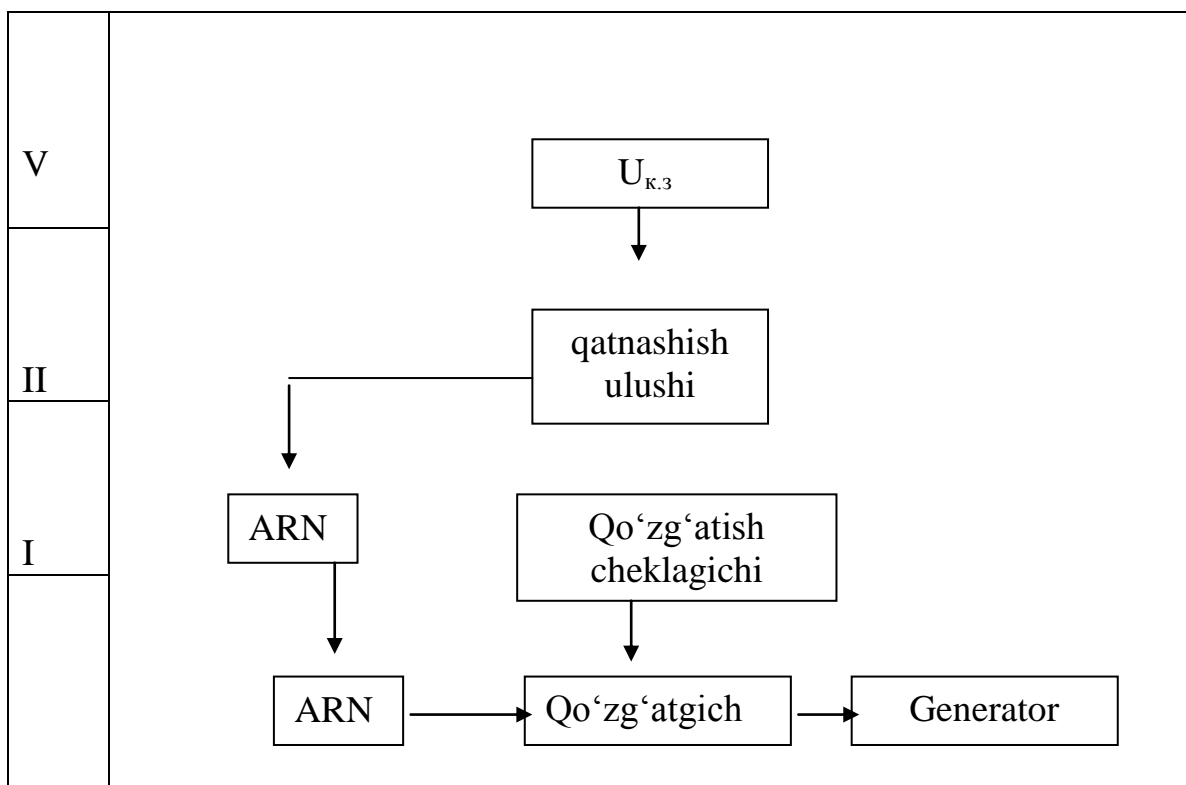
Bunda, tarmoqning nazorat nuqtalarida talab qilingan kuchlaniSh saqlab turiladi, ya'ni $\Delta U = 0$ bo'ladi.

ARV qurilmasiga (o'rnatmaga) yo xodim, yoki barcha elektr stansiya generatorlari ARV si iShini muvofiqlaShtiruvchi sekin harakatlanadigan ikkilamchi kuchlaniSh rostlagichi ARN ta'sir etiShi mumkin. Stansiyaning boSh Shinasidagi kuchlaniShning berilgan qiymatidan og'iShi ikkilamchi rostlagich yordamida yo'q qilinadi. Ammo qo'zg'atiSh avtomatik o'zgarganda, ortiqcha yuklaniShda ham, qo'zg'atiSh o'ta kamayganda ham, generatorlar qizib ketiShi mumkin. Ikkinchi holatda, generatorlar sinxronizmdan chiqib ketiShi mumkin. SHuning uchun generatorlar ruxsat etilmagan rejimlarga o'tib ketmasligi uchun, hodim ularni chegaraviy qiymatlardan ancha uzoqda uShlab turadi, bu esa - generatorlarning 25% dan ko'p reaktiv quvvatdan foydalanmaslikka olib keladi. Bunday hodisalar bo'lmasligi uchun qo'zg'atiShni avtomatik cheklagichlari qo'llaniladi.

SHunday qilib, ikkilamchi boShqariSh tizimi qurilmalar majmuidir: ikkilamchi kuchlaniSh rostlagichi qo'zg'atiShni yuqori va pastgi oraliqlarini cheklagichlari va generatorlar orasida reaktiv quvvat taqsimlaniShini boShqaruvchi uskuna.

Markaziy boShqaruv har qaysi energotizimda elektr stansiyaning ikkilamchi kuchlaniSh rostlagichlari iShini muvofiqlaShtirib dekompozitsiya usuli bo'yicha amalga oShiriliShi mumkin. Bunday boShqaruv, tarmoqdagi quvvat isrofini kamaytiriSh maqsadida, nazorat nuqtalaridagi kuchlaniShlarning nomaqbul og'iShini yo'q qiliShi mumkin.

Ichki tizim tarmoqlarida quvvat isrofini kamaytiriSh uchun reaktiv quvvat iShlab chiqaruvchi manbalarning kuchlaniShni rostlaShdagi qatnaShiSh uliShi aniqlanadi. Bunda elektr tarmog'ining matematik modellari qo'llaniladi va u yordamida rejimni optimillaSh operatsiyasi amalga oShiriladi. BoShqaruv uchun yana kichik-EXM ni ham iShlatiSh mumkin.



Kichik-EXM signallari elektr stansiyalar ikkilamchi rostlagichlarining o'rnatmasini (berilgan kuchlaniSh) o'zgartiradi. Telekanal iShdan chiqqanda ikkilamchi kuchlaniSh rostlagichi ARN elektr stansitsiyaning boSh Shinasida kuchlaniShni berilgan qiymat U_{k.zd} darajasida uShlab turadi.

Taqsimlovchi tarmoqlarda ta'minlaSh markazi Shinalaridagi kuchlaniShni saqlaSh mahalliy rostlaSh asosida amalga oShiriladi.

Mahalliy rostlagichning o'lchaSh organida soliShtiriladi;

$$U_{Sh} \cdot kI = U_Y$$

Bu erda: U_{Sh}- Shinadagi kuchlaniSh;

U_q- qurilma kuchlaniShi;

k - qarShilik birligidagi o'zgarma koeffitsient.

Ifodadan ko'rinib turibdiki, yuklama tokini oShiShi U_{Sh}·kI qiymatni kamayiShiga olib keladi. Bu qiymatni o'zgarma saqlaSh uchun U_{Sh} (YUOR li transformator orqali) ga ta'sir qiliShi kerak. Manba markazi Shinasida U_{Sh} ni yuklama o'siShi bilan oShiShi kuchlaniShni qarama - qarShi rostlaniShidir.



1. *KuchlaniSh nima maqsatda boShqariladi?*
2. *KuchlaniShni qanday usulda rostlanadi?*
3. *Qaysi holda generator sinxronizmdan chiqib ketadi?*
4. *Avtomatik rostlagich nima maqsatda iShlatiladi?*

VII-BOB BO‘YICHA XULOSALAR

UShbu bobda elektr tarmoq va tizimidagi elektr iste'molchilarning iSh rejimiga elektr energiyaning sifat ko'rsatkichiga ta'siri, iqtisodiyligi, elektr taminoti tizimida sodir bo'lgan iSh rejimlarini boShqariSh, kuchlaniSh va quvvatlar isrofini kamaytiriShning afzalliklari haqida batafsil ma'lumotlar berilgan. Energetika tizimining iSh rejimlari chastota va aktiv quvvat nazariyasini o'rganiSh uchun nazariy tuShunchalar berilgan. Talabalar uni o'zlaShtirgandan keyin elektr tarmoqda elektr iste'molchilarini elektr energiya bilan ta'minlaShning asosiy faktorlarini biliSh bo'yicha bilim va ko'nikmalarga ega bo'ladilar. SHuningdek nazariy bilimlarini yanada mustahkamlaSh maqsadida elektr tarmoqlar masalasi bo'yicha misollar echiSh usullari ko'rsatilgan va mustaqil tayyorlaniSh uchun misollar berilgan.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI**



**“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan**

O‘QUV MATERIALLARI

O‘ZBEKISTAN RESPUBLIKASI
NAVOIY TOG‘-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI
ENERGO-MEXANIKA FAKULTETI
ELEKTR ENERGETIKASI KAFEDRASI



ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI
fanidan

**5310200-Elektr energetikasi yo‘naliShi
talabalari uchun tajriba iShlarini bajariShga
oid uslubiy qo‘llanma**

NAVOIY -2017 yil.

Tuzuvchilar: Dots.SHaymatov B.X., katta o'qit.Xolmuradov M.B

« ELEKTR TARMOQLAR VA TIZIMLARI » fanidan uslubiy qo'llanma
Dots.SHaymatov B.X., katta o'qit.Xolmuradov M.B. Navoiy: NDKI, 2017 y.

«Elektr tarmoqlari va tizimlari » fanidan tajriba ishlarini bajariSh uchun uslubiy qo'llanma. Uslubiy qo'llanma « Elektr tarmoqlari va tizimlari » fanining asosiy bo'limlarini o'z ichiga oluvchi tajriba ishlari uchun yozilgan.

Tajriba ishlarini o'zgaruvchan va o'zgarmas tok hisoblaSh stollarida bajariladi. Ularni bajariliShi talabalarda ochiq va berk haqiqiy tarmoqlarda sodir bo'ladigan jarayonlar to'g'risida aniq ma'lumot yaratadi va elektr tarmog'i holatlarini hisoblaSh bilimlarini oShiradi.

Ushbu uslubiy qo'llanma «Elektrenergetikasi» yo'naliShidagi «Elektr tarmoqlari va tizimlari » fanidan o'quv rejaga mos holda tajriba maShg'ulotlari asosida yaratilgan bo'lib, unda tajriba maShg'ulotlarni bajariSh hamda o'rganiSh bo'yicha elektr energetika ta'lim yo'naliShi talabalari uchun tavsiya etiladi.

Takrizchilar: Husanov B . Navoiy elektr tarmoklari OAJ
yuqori kuchlaniShli tarmoqning
etakchi muxandisi

EShmurodov E.O. AvtomatlaShtirilgan
boShqaruv va informatsion
texnologiyalar kafedراسi dotsenti.

KIRISH

“Elektr tarmoqlari va tizimlari” fani bo‘yicha tuzilgan uShbu uslubiy qo‘llanma DTS talablari asosida tuzilgan. Respublikamizda iqtisodiy islohatlarni yanada chuqurlashtirish hamda bozor munosabatlarining rivojlaniShida malakali mutaxassislarni tayyorlashga zaruriyat katta. SHuning uchun, uShbu fanni o‘qitishdan maqsad -zamonaviy elektr tarmoqlarini o‘rganiSh, hisoblash va loyihalash asoslari bo‘yicha yunaliSh profiliga mos, ta’lim standartida talab qilingan bilimlar, ko‘nikmalar va tajribalar darajasini ta’minlashdir.

UShbu fanni o‘rganiShning asosiy vazifalari: elektr tarmoqlar parametrlarini aniqlash uslublarini, tarmoqlar ish tartiblarini, ulardagi quvvat va energiya isroflarini hisoblashni, elementlarni tanlashni, jumladan, tarmoqlarning ishonchligini va energiya sifatini oshirish metodlarini talabalar o‘zlashtirishidir.

Bilim, malaka va ko‘nikmalarga ega bo‘lish uchun talabalar quydagilarni o‘zlashtirish lozim: elektr sistemasi va tarmoklari, ularning turlari, havo liniyasi, kabel va transformator elementlari, kuchlanishni pasayishi va yo‘qotilishi, elektr tarmoqlarini hisoblash usullari, elektr uzatish liniyalarida va transformatorlarda quvvat va energiya isroflari, yopiq elektr tarmoklarini hisoblash, elektr energiyasini sifati va uni bo‘shqariSh, elektr tarmoqlarini loyihalash elementlari, texnik-iqtisodiy hisoblar, sim va kabellarning kesim yuzasini tanlash.

UShbu fan talabaga yuqoridagi vazifalarni bajariSh uchun zaruriy bilimlarni beradi. SHuning uchun uShbu fan elektr energetikaning asosiy fani hisoblanib, ishlab chikariSh texnologik tizimining ajralmas bo‘g‘inidir.

Talabalar «Elektr tarmoqlari va tizimlari» fanini o‘zlashtirishlari uchun o‘qitishning ilg‘or va zamonaviy usullaridan foydalanish, yangi informatsion-pedagogik texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Tajriba ishlarni bajariShda darslik, o‘quv va uslubiy qo‘llanmalar, ma’ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, virtual stendlar va maketlardan foydalaniladi.

1 - TAJRIBA ISHI

ELEKTR SISTEMASINING O'ZGARMAS TOK MODELI (HISOBLASH STOLI).

SHAXOBCHALANGAN MAXALLIY ELEKTR TARMOG'INING ISH HOLATLARIDA QUUVVAT OQIMI TAQSIMLANISHINI ANIQLASH.

Tajriba iShining maqsadi

O'zgarmas tok hisoblaSh stolidagi elektr sistemalarini modellaShtiriSh bilimini egallaSh va Shu model yordamida Shaxobchalangangan maxalliy elektr tarmog'ida quvvat oqimini aniqlaSh uslublarini o'zlaShtiriShdan iborat.

HisoblaSh stolining vazifasi va tuziliShi.

O'zgarmas tokda iShlovchi hisoblaSh stoli (uch fazali va nosimmetrik) qisqa tutaShuvdagi toklarni, nosinxron ulaniShdagi toklarni va har kanday murakkab tuzilgan elektr sistemasida quvvat (tok) taqsimlaShini hisoblaSh vazifalarini bajaradi.

HisoblaSh stolidagi ko'pi bilan 120 ta elementdan taShqil topgan elektr tarmog'ining har xil modellarini ma'lum masShtabda yig'iSh mumkin (Shular ichida) generatorlar, transformatorlar, elektr uzatiSh liniyalari va boShqalar). Sistema modeli kuchlaniShlar qiymati bir xil bo'lgan cheksiz ta'minlaSh nuqtalaridan iborat bo'liShi mumkin va zaruriyat tug'ilganda ularni bir-biriga bog'lik bo'lmagan xolda rostlaSh mumkin.

HisoblaSh stoli quyidagi asosiy elementlardan taShqil topgan (1-rasm): ta'minlovchi manba, generator modellari, tugunlarni yig'uvchi kalitlari bor ulaSh Shnurlari, o'lchov asboblari, aktiv qarShilik bloklari, transfer Shinchalari, qisqa tutaShuv Shnuri.

YUqorida ko'rsatilgan elementlarning ulaniShi hisoblaSh stolining soddalaShtirilgan prinsipl sxemasida ko'rsatilgan (I- rasm).

Stolni elektr energiya bilan ta'minlaSh kuchlaniSh stobilizatori va yarim o'tkazgichli to'g'irlagich orqali nominal kuchlaniShi 250 V va chastotasi 50 Gs bo'lgan o'zgaruvchan tokda iShlovchi bir turli tarmoq orqali amalga oShiriladi. To'g'irlagichdan o'zgarmas tok, saqlagach va o'chirgich orqali, stolni ta'minlovchi umumiy Shinchasiga beriladi.

O'zgarmas tok ta'minlaSh Shinchasiga 6 ta o'chirgichlar orqali, har biri kuchlaniShni ikki pog'onada o'zgartiradigan potentsiometrlardan iborat bo'lgan: qo'pol - har oraliqda 0,6 V dan va aniq - har bir oraliqda bir tekis o'zgaradigan 6 ta generator modellari ulangan. SHu sababli, generator modellarida 0 dan boShlab ta'minlaSh Shinchasining umumiy kuchlaniShigacha (12 V) bo'lgan har kanday amaliy kuchlaniShni rostlaSh mumkin. Ikki pog'onali potentsiometrlarni hisoblaSh sxemasiShShg tugunlariga ulaSh generator Shnurlari yordamida amalga oShiriladi. Zanjirga o'lchovni chaqiruvchi knopkasi bor, o'lchaydigan Shunt ulangan. Har qaysi generatorning Shnuri, plastmassali xalqasida generatorning tartibi nomeri ko'rsatilgan.

Generator Shnurining qarShiligi (bunga o'lcaydigan Shuntning qarShiligi ham kiradi) I Om ga teng. Har qaysi generator Shnuridagi tok kuchi va kuchlanishini o'lchaSh, chaqiruvchi knopkalar bosilgan holatdagina, mumkin.

Elektr sistemasining hisoblaSh sxemasi ulovchi Shnurlar orqali qarShilik bloklari yordamida yig'iladi. Ulovchi Shnurlarning bir qutbli vilkalari qarShilik bloklarining Shtepselli uyalariga o'rnatiladi. HisoblaSh stolida 230 ta ulovchi Shnurlar bor.

Har qaysi ulovchi Shnur zanjiriga o'lchovni chaqiruvchi knopkasi bor (bu knopkaning vazifasi, generator Shnuriga tegishli o'lchovni chaqiruvchi knopkasining vazifasiga o'xshaydi) o'lcaydigan Shunt ulangan bo'lib, u ham bir qutbli vilka bilan tugaydi.

O'lovchi Shnurlar zanjiriga Shtepsel uyalar ulangan. Bu uyalar generator Shnurlarining bir qutbli vilkalarini yoki kiska tutatish Shnurini ulash uchun kerak bo'ladi. Podstansiya yoki stansiya Shinalarini taqlid qiladigan tarmoqning tugunli nuqtalarini modelda taShqil qiliSh uchun, ulovchi Shnur tugun hosil qiluvchi kalitlar bilan bog'langan. Tugun hosil qiluvchi kalitni 2 ta muayyan holati mavjud, bunda: o'chirilgan holatda oq sirti, ulangan holatda esa - qora sirti ko'rinadi.

O'lovchi Shnurlar (ya'ni ularning bir qutbli vilkalari), ularning Shtepselli uyalar, chaqiruvchi tugmalari va tugun hosil qiluvchi kalitlarning tartib raqamlari bir xildir. Tartib raqamli N va N+1 bo'lgan 2 ta tugunli nuqtali (2 ta Shtepselli uyalar) ulash uchun, N+1 raqamli tugun hosil qiluvchi kalitni qo'Shib qo'yilsa kifoya. Masalan, 31, 32, 33, 34 raqamli Shnurlardan Shina hosil qiliSh uchun 32, 33, 34-kalitlar ulansa kifoya. 1 va 121 kalitlar bo'Sh holatdadir. Tugun hosil qiluvchi kalitdan bir qutbli vilkagacha bo'lgan ulovchi Shnurning qarShiligi 0,5 Om ga teng.

Stolning har qaysi o'lchov asbobi ikki pozitsiyali va beSh pozitsiyali qayta ulagichlar bilan ta'minlangan. Ikki pozitsiyali qayta ulagichlarning kuchlanishni asbobning 30 V li Shkalasi bo'yicha o'lcaydi. (Bu stol ta'minlash manbasining va o'lchov asboblarining ishga yaroqligini tekshirish uchun qilinadi).

Ikki pozitsiyali qayta ulagichlarning yukori holatida, asboblar o'lchaSh Shinalariga ulanadi: operatorning chap tomoniga joylashtirilgan asbob-voltmetr, o'ng tomonidagi esa-milliampermetr bo'lib xizmat qiladi. Asbobning o'lchaSh chegarasi uning beSh pozitsiyali qayta ulagichi bilan o'rnatiladi. Xamma generator va ulovchi Shnurlarda bor bo'lgan o'lchovni chaqiruvchi knopkalar yordamida ulovchi Shnurlarning o'p-yakalari o'lchov Shinchalariga ulanadi va hisoblaSh sxemasining har bir elementidagi tok kuchi va kuchlanish o'lchanadi.

Elektr sistemasining berilgan hisoblaSh sxemasi, o'lchovchi Shnurlar yordamida, 120 ta aktiv qarShilik bloklarida qabul qilingan masShtabda yig'iladi: bunda aktiv qarShilik bloklari elektr tarmog'ini hosil qiluvchi yuklamalar va zlementlarning (elektr uzatish liniyasi, transformator, generatorlar) qarShiligini taklid qiladi. Bu qarShilik bloklarning har biri tik chiziq va ikki Shtepselli chiqish uyasi buyicha o'rnatilgan uchta ketma-ket

ulangan dekadlardan iborat. Bitta qarShilik blokini hisoblaSh sxemasiga ulaSh, qarShiliklarining yig'indisi I Om ga teng bo'lgan ikkita ulovchi Shnurlar yordamida amalga oShiriladi. Lekin bu qiymat qarShilik bloklarining uyalariga belgi qo'yilayotganda hisobga olingan. SHuning uchun agarda 100 Om li blokda masalan 60,5 Om ni teriSh kerak bo'lsa, yuqori dekada-50, o'rtasidagida-10, pastkisidagida esa-0.5 Om ni ulaSh Shnurlarining qarShiligini hisobga olmay o'rnatish lozim. SHunga qaramasdan sxemani yig'ayotganda har qaysi generator Shnurining qarShiligi 1 Om ga teng deb hisobga olish kerak.

Aktiv qarShilik bloklarida mumkin bo'lgan eng ko'p toklarning qiymati quyidagicha:

100,0 Om - 200 mA 1000,0 Om - 30 mA 10000,0 Om - 8 mA

Agar bir qancha qarShilik bloklarini bir blokka birlashtirish zarur bo'lib qolsa, transferli shuncha qo'llaniladi. Sxemani yig'ayotganda transferli tugunchalarning (juda kamligi tufayli) qarShiligi nolga teng deb olinadi. Lekin bunda qarShilik bloklari bilan transferli tugunchalarni ulovchi Shnurlarning qarShiligi (0,5 Om) hisobga olinishi kerak.

Generatorlarning ikkinchi potensialini hisoblaSh sxemasiga keltirish uchun ishlatiladigan qisqa tutaShuv Shnuri, manbaning manfiy tuguniga ulangan. Qisqa tutaShuv Shnuri ham ulaSh shuntidan, chaqiruv knopkasidan va bir qutbli qizil vilkasi bor o'z Shnuridan taShkil topgan.

HisoblaSh sxemasi tugunlaridagi kuchlanishlar o'lchanayotganda, qisqa tutaShiSh Shnurining qarShiligi hisoblaSh sxemasiga kiritilmaydi va modellaSh paytida hisobga olinmasligi mumkin.

Nazarny qism

Elektr tarmoqlarida quvvatlar taqsimlanishini aniqlash uchun bir necha, Kirxgof qonunlarini ko'llashdan tortib to injener hisoblarida soddalaSh -tirishni maqsad qilib qo'ygan, har xil usullar mavjuddir. Har bir usul hisoblanayotgan tarmoqning turiga qarab (uninig murakkabligi, taShqi ko'rinishi, konturlar va tugunlar soni va xokazolar) qo'llaniladi. Tarmoqning bog'lanmagan konturlari va tugunli nuqtalari soni ko'p bo'lganda, birgalikda echiladigan tenglamalar soni ko'payishi natijasida, uni hisoblaSh murakkablashadi.

Elektr tarmoqlarida oqim taqsimlanishini aniqlash uchun ularning fizik va matematik modellarini qo'llanilishi, hisoblaSh uchun ketgan mehnat sarfini keskin qisqartiradi va bundan taShqari qo'pol analitik hisoblarda ro'y beradigan xatoliklarni yuq qiladi.

Elektr tarmoqlarining modelini o'zgarmas va o'zgaruvchan tok hisoblaSh stollarida, hamda raqamli hisoblaSh mashinalarida amalga oshirish mumkin.

Uch fazali tokka muljallangan shaxobchalangan maxalliy elektr tarmoqlarida quvvat oqimini va kuchlanish yuqolishini hisoblashda o'zgarmas tok modelini qo'llash mumkinligini ko'rib chiqamiz.

2-rasmda bir nechta yuklamalari bor uch fazali tok uchun mo'ljallangan shaxobchalangan elektr tarmog'ining bir chiziqli (bitta faza uchun) sxemasi tasvirlangan. U erda, A, V, S nuqtalar-pasaytiruvchi podstansiyalarning

oʻrnatilgan joyi: S_A, S_V, S_S - podstantsiyalardagi yuklamalar; S_{1boSh}, S_{1oxr} - liniyalarning boʻlami va oxiridagi toʻla quvvatlar, Shunga kura, 1 chi, 2 chi, 3 chilarda; Z_1, Z_2, Z_3 va l_1, l_2, l_3 - Shunga muvofiq, liniyalarning toʻla qarshiliklari va uzunliklari.

Tarmoqlangan elektr tarmogʻini hisoblash, Krixgofning I chi va Om qonunlari asosida amalga oshirishi mumkin. Krixgofning I - qonuniga asosan tarmoqning tugunli nuqtalari uchun quyidagilarni yozish mumkin:

$$\begin{cases} \dot{S}_{1\text{ oxr}} - \dot{S}_{2\text{ boSh}} - \dot{S}_{3\text{ boSh}} - \dot{S}_A = 0 \\ \dot{S}_{2\text{ oxr}} - \dot{S}_V = 0 \\ \dot{S}_{3\text{ oxr}} - \dot{S}_S = 0 \end{cases} \quad (1)$$

yoki

$$(1') \begin{cases} P_{1\text{ oxr}} - P_{2\text{ boSh}} - P_{3\text{ boSh}} - P_A = 0 \\ P_{2\text{ oxr}} - P_V = 0 \\ P_{3\text{ oxr}} - P_S = 0 \end{cases} \quad (1'') \begin{cases} Q_{1\text{ oxr}} - Q_{2\text{ boSh}} - Q_{3\text{ boSh}} - Q_A = 0 \\ Q_{2\text{ oxr}} - Q_V = 0 \\ Q_{3\text{ oxr}} - Q_S = 0 \end{cases}$$

bu erda: $S_{i\text{ boSh}} = P_{i\text{ boSh}} + jQ_{i\text{ boSh}}$; $S_{i\text{ oxr}} = P_{i\text{ oxr}} + jQ_{i\text{ oxr}}$ liniyaning aktiv va reaktiv quvvatlari.

Tarmoqlarning i - nchi liniyasida kuchlanishning pasayishi Om qonuni boʻyicha aniqlanadi.

$$\Delta U_i = I_i \cdot Z_i = \Delta U_i + j\delta U$$

bu erda: I_i - liniyadagi tok kompleksi;

ΔU_i ; δU - liniyadagi chiziqli kuchlanishni pasayishini boʻylamasiga, koʻndalangiga tarkibiy qismlari.

Maxalliy ahamiyatga ega boʻlgan tarmoqlar hisoblanayotganda koʻpincha liniyalar oxiridagi kuchlanishlar kuchlanishni pasayishi bilan emas, balki kuchlanishni yoʻqolishi bilan aniqlanadi degan soddalashtirish kiritish lozim. Kuchlanishning yoʻqolishi, taxminan kuchlanish pasayishini boʻylamasiga tarkibiy qismiga teng va maxalliy « i » - liniya uchun kerakli aniqlikda quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta U = \frac{P_{i\text{ oxp}} R_i + Q_{i\text{ oxp}} Z_i}{U}$$

Koʻrilayotgan tarmoq uchun (1') va (1'') tenglamalarga oʻxshatib shunday yozish mumkin (2- rasmga qarang)

$$(2') \begin{cases} \Delta U_1' = P_{1\text{ oxr}} \cdot R_1 / U \\ \Delta U_2' = P_{2\text{ oxr}} \cdot R_2 / U \\ \Delta U_3' = P_{3\text{ oxr}} \cdot R_3 / U \end{cases} \quad (2'') \begin{cases} \Delta U_1'' = Q_{1\text{ oxr}} \cdot X_1 / U \\ \Delta U_2'' = Q_{2\text{ oxr}} \cdot X_2 / U \\ \Delta U_3'' = Q_{3\text{ oxr}} \cdot X_3 / U \end{cases}$$

bu erda U - liniyadagi nominal kuchlanish, R_i va X_i - i liniyasini aktiv va reaktiv qarshiliklari.

Shunga asosan, oʻrganilayotgan tarmoqning liniyalari uchun (2 rasmga qarang), (1) va (2) tenglamalardan shunday xulosa kelib chiqadiki, oqim taqsimlanishi va kuchlanish yoʻqolishi aniqlanayotganda bitta bir fazali tarmoq

o'rniga ikkita bir-biri bilan bog'liq bo'lmagan, bunda birinchisi fakat aktiv yuklamalar bilan, ikkinchisi esa faqat reaktiv yuklamalar bilan yuklangan. (I , 2 tenglamalar sistemasiga qarang) tarmoqlarni ko'rib chiqiSh mumkin. Ularning har biri uchun quvvatlar taqsimlanishi va kuchlanishning yo'qolgan qismining tarkiblari aniqlanadi, so'ngra esa xaqiqiy tarmoqning alohida uchastkalaridagi to'la quvvatlari, Shu uchastkadagi aktiv va reaktiv quvvatlarni geometrik qo'ShiSh yuli bilan ($S_i = P_i + Q_i$), kuchlanish yo'qolgan qismini tarkiblarini arifmetik qo'ShiSh yuli bilan aniqlanadi. ($\Delta U_i = \Delta U_i' + \Delta U_i''$)

Tarmoqlarni mana Shu usulda, ya'ni har xil yuklamali ikkita bir-biriga bog'liq bo'lmagan tarmoqlarga ajratib hisoblaSh, tarmoqni bo'liSh usuli deyiladi.

Tarmoq bo'linayotganda, kompleks qiymatli tenglamalar sistemasi, noma'lumlar soniga teng bo'lgan ikkita bir-biri bilan bog'liq bo'lmagan, lekin faqat moddiy qiymatlarni o'z ichiga olgan sistemalar bilan almaShtiriladi. Bu esa tenglamalarni echayotganda hisoblaSh iShini ancha qisqartiradi.

Tenglikdagi har bir (1') va (1'') tenglamalarni kattalikka bo'lib va (2', 2'') tenglamalar sistemasini e'tiborga olib, quydagilarni olamiz.

$$\frac{P_{iox}}{U} = I_{ia} \cdot \sqrt{3} \quad \frac{Q_{iox}}{U} = I_{ip} \cdot \sqrt{3}$$

$$(3') \quad \begin{cases} \sum_A I_{ia} = 0 \\ \sum_B I_{ia} = 0 \\ \sum_C I_{ia} = 0 \end{cases} \quad (3'') \quad \begin{cases} \sum_A I_{ia} = 0 \\ \sum_B I_{ia} = 0 \\ \sum_C I_{ia} = 0 \end{cases}$$

$$(4') \quad \begin{cases} \frac{\Delta U_1'}{\sqrt{3}} = I_{1a} \cdot R_1 \\ \frac{\Delta U_2'}{\sqrt{3}} = I_{2a} \cdot R_2 \\ \frac{\Delta U_3'}{\sqrt{3}} = I_{2a} \cdot R_2 \end{cases} \quad (4'') \quad \begin{cases} \frac{\Delta U_1''}{\sqrt{3}} = I_{1p} \cdot x_1 \\ \frac{\Delta U_2''}{\sqrt{3}} = I_{2p} \cdot x_2 \\ \frac{\Delta U_3''}{\sqrt{3}} = I_{3p} \cdot x_3 \end{cases}$$

bu erda: I_{ia} va I_{ip} - liniyadagi tokning aktiv va reaktiv tarkibiy qismlari.

O'zgaras tok tarmoqlari uchun (3-rasmga qara) Krixgofning I chi (A,V,S tugunli nuqtalardagi toklar uchun) va Om (R_1, R_2, R_3 qarShiliklardagi kuchlanish pasayiShi uchun) qonunlariga asoslanib tuzilgan tenglamalar sistemasining ko'rinishi, agar bunday tarmoqning uchastkalaridagi toklarga I_{ia} (I_{ip}) proporsional moc bo'lsa, (3) va (4) tenglamalar sistemasiga o'xShaSh bo'ladi.

Tenglamalar sistemasining bu o'xShaShligi, Shaxobchalangan maxalliy tarmoq liniyalarida o'zgaras tok modellarini, o'zgaruvchan tokning aktiv va reaktiv tarkiblarini va kuchlanishni yo'qoliShini amaldagi qiymatlarini aniqlaSh uchun qo'llaniladi.

Aktiv va reaktiv toklarning tarkibiy qismlari va kuchlanish yo'qoliShi aniqlanayotganda, o'zgaruvchan tokli xaqiqiy tarmoqning bir chiziqli sxemasining ko'rinishiga o'xShaSh o'zgaras tok sxemasi yig'iladi (3-rasm) ; Liniyalarni taqlid,

qiluvchi modelning aktiv qarShiliklari liniyalardagi simlarning xiliga va ularning uzunligiga qarab aniqlanadi:

$$R_{ia} = r_i \cdot l_i \qquad R_{ip} = x_i \cdot l_i$$

bu erda: r_i, x_i I liniyasining aktiv va reaktiv soliShtirma qarShiliklari.

YUklamalar modelda qarShiliklar yordamida taqlid qilinadi, Shuningdek hisoblanayotgan sistemaning tegiShli tugunlariga ulanadi.

Elektr stansiyasi potensimetr yordamida taqlid qilinadi. Bunda potensimetrning musbat potentsiali surilgich yordamida tarmoq sxemasining I-tuguniga yuboriladi (3-rasm).

YUklamalarni taqlid qiluvchi qarShiliklarining ikkinchi uchlari umumiy tugunga yig'iladi va qisqa tutaShuv Shnuri orqali modelning manfiy Shinasiga ulanadi. Bu Shinaning potentsiali modelda uch fazali simmetrik o'zgaruvchan tok sistemasining nol nuqtasi (betaraf nuqtasi) ga to'g'ri keladi.

Tarmoq liniyalaridagi toklarning aktiv tarkibiy qismi aniqlanayot-ganda, yuklamalarni taqlid qilayotgan qarShiliklarning qiymatlarini Shunday tanlaSh kerakki, ulardan oqib o'tayotgan toklar aktiv yuklamalarga mos bo'lsin. Bu holda, liniyalarni taqlid qilayotgan qarShiliklardagi o'rnatilgan toklar xaqiqiy tarmoqning tegiShli uchastkalaridagi toklarning aktiv tarkibiy qismiga mos bo'ladi, bu qarShiliklardagi kuchlaniShning pasayiShi esa kuchlaniShning yo'qolgan tarkibiy qismiga mos bo'ladi. Ularni o'lchov asboblari yordamida o'lchaSh mumkin.

Toklarning reaktiv tarkibiy qismiga va kuchlaniShning yo'qolgan tarkibiy qismiga mos kattaliklar ham Shunga o'xShab aniqlanadi; bu xolda reaktiv yuklamalarga mos toklar modelda o'rnatilishi kerak.

Xaqiqiy tarmoqning tugunli nuqtasidagi kuchlaniSh, stansiyadagi kuchlaniShdan liniyada kuchlaniShni yo'qolgan tarkibiy qismini ayriSh yuli bilan aniqlanadi. Masalan, A nuqtadagi (2-rasmga qara) kuchlaniSh quyidagicha aniqlanadi:

$$U_A = U_i - \sqrt{3} \left(\frac{\Delta U_i'}{\sqrt{3}} + \frac{\Delta U_i''}{\sqrt{3}} \right)$$

Modelda olingan kuchlaniShlarning, toklarni aktiv va reaktiv tarkibiy qismlarining qiymatlari orqali haqiqiy tarmoq liniyalarida quvvatlarni taqsimlanishini aniqlanadi:

$$\begin{aligned} P_{i\text{ou}} &= \sqrt{3} U_{i\text{ou}} \cdot I_{ia} & Q_{i\text{ou}} &= \sqrt{3} U_{i\text{ou}} \cdot I_{ip} \\ P_{iox} &= \sqrt{3} U_{iox} \cdot I_{ia} & Q_{iox} &= \sqrt{3} U_{iox} \cdot I_{ip} \end{aligned}$$

Bunda ham i — liniyadagi icrof bo'lgan aktiv va reaktiv quvvatlar qiymatini quyidagi tenglikdan aniqlaSh mumkin:

TopShiriq

1. Tajriba iShining bayonini, ko'rsatilgan adabiyotni hamda o'zgarmas tok stolining bayonini o'rganib chiqing
2. O'zgarmas tok stolida yig'ish uchun berilgan tarmoqning modeldagi

hisoblaSh sxemasini tuzing.

3. ModellaSh masShtablarini tanlang, liniya va yuklamalarni taqlid qilayotgan

qarShiliklarning qiymatini hisoblang.

4. Tajriba natijalarnii yoziSh uchun jadvallarning tegiShli Shaklini tayyorlang.

5. TekShiruv savollariga javob bering.

6. Berilgan tarmoqning modeldagi sxemasini hisoblaSh stolida yig'ing va oqim taqsimlanishini, kuchlanish yo'qolishini va quvvat isrofini aniqlang.

Elektr sistemasi modelining hisoblaSh sistemasini tuziSh

ModelShShg hisoblaSh sxemasini olish uchun tarmoqning berilgan variantini prinsipial sxemasini tuzishdan bo'shlaSh qo'laydir. 4-rasmda misol uchun ilgari ko'rilgan tarmoqning prinsipial sxemasi (2-rasm) ko'rsatilgan. So'ngra prinsipial sxema yordamida maxalliy elektr ta'minlaSh tarmog'ining almaShtiruv sxemasi (5-rasm) tuziladi va bu sxemani esa bo'liSh usuliga asosan 2 ta aktiv va reaktiv yuklamalar bilan yuklangan (6 a, b-rasmlar) sxemalar holatida ko'rsatiladi. Modelning so'ngi hisoblaSh sxemasi, 6 a (6 b)-rasmlardagi sxemalardan $R_A, R_V, R_S, (Q_A, Q_V, Q_S)$ iste'molchilar yuklamalarini $R_{Aa}, R_{Ba}, R_{Ca}, (R_{Ar}, R_{Vr}, R_{Sr})$ aktiv qarShiliklar bilan almaShtirish yuli bilan olinadi. SHuningdek, reaktiv yuklamali sxemada liniyalarning X_1, X_2, X_3 induktiv qarShiliklari o'zining induktiv qiymatlariga teng bo'lgan ($R_{1p} = X_1, R_{2p} = X_2, R_{3p} = X_3$) R_{1p}, R_{2p}, R_{3p} aktiv qarShiliklar bilan ko'rsatiladi. Mana shu yul bilan tuzilgan modelning hisoblaSh sxemasi 7-rasmda ko'rsatilgan, unda reaktiv yuklamalar paytidagi elementlarning belgilari qavs ichida berilgan.

Keyin sxemaning tugun ravishta ulangan joylari belgilab chiqildi. Buning uchun, berilgan Shinadan (tugundan) chikayotgan hamma liniyalar tartib buyicha belgilangan. SHu bilan birga, avvalgi Shinada qo'llanilgan eng katta belgi bilan keyingi Shinada qo'llanilayotgan eng kichik belgi orsidan kamida bitta bo'sh belgi qoldiriladi; 7-rasmda ko'rsatilgan belgilar aylana ichiga olingan. YUklamalarni taqlid qiluvchi qarShiliklarning (R_A, R_B, R_C) bo'sh uchlari umumiy tugunga yig'iladi va qisqa tutaShuv Shnuri yordamida model generatorining 2-chi (manfiy) potensialiga ulanadi; qarShiliklarning bu uchlari ham tartib bo'yicha belgilanadi (7-rasmga qara).

IShni bajariSh tartibi

1. Berilgan tarmoq uchun liniyalarning aktiv va reaktiv qarShiliklarini hisoblang. HisoblaSh uchun kerak bo'lgan liniyalarning soliShtirma qarShiliklari (r_i, x_i) 1.5 jadvalda keltirilgan, hisob natijalarni 1.1 jadvalga kiriting.

2. Iste'molchilarning berilgan quvvatlarini asosida aktiv va reaktiv yuklama toklarini hisoblang.

$$I_{ia} = \frac{P_i}{\sqrt{3}U} \left[\frac{\kappa B m}{\kappa B} = A \right], \quad I_{ip} = \frac{Q_i}{\sqrt{3}U} \left[\frac{\kappa B a p}{\kappa B} = A \right]$$

Hisob natijalarini 1.2 jadvalga kiriting.

3. Tok buyicha masShtab koeffitsientini $m_I = I_{A,B,C} / I_{mod}$ Shunday tanlangi, modellaSh uchun iShlatilayotgan har bir bloklardagi tok yuqorida keltirilgan (stolning bayoniga qarang) mumkin bo'lgan tokning eng katta qiymatidan oShmasin. m_I koeffitsientni tanlayotganda, model toki I_{mod} ni qarShilik bloklari modelida mumkin bo'lgan eng kichik tokka teng deb oliSh lozim; masalan , modelda liniya uchun 100 Om li qarShiliklar bloki va iste'molchilar uchun 1000 Om li qarShiliklar bloki iShlatilsa, mumkin bo'lgan toklarning ikki qiymatidan

($I_{mum100}=200mA$ $I_{mum1000}=30mA$) kichigini , yani $I_{mod}= I_{mum1000}=30mA$ ni tanlab olamiz. Xaqiqiy tok sifatida, iste'molchilar toklarning eng kattasini oliSh kerak , u esa ham aktiv ham reaktiv tok bo'lishi mumkin. SHunday qilib

$$m_i = \frac{I_{max}}{I_{mum. min}} \left[\frac{mA}{mA} \right]$$

Qo'laylik uchun, m_I koeffitsientining hisoblangan qiymatini yaxlitlaSh lozim.

4. YUklamalarning hisoblangan aktiv va reaktiv toklari va tok buyicha tanlangan m_x modellaSh koeffitsienti asosida modelda yuklamalarning tegiShli toklarni hisoblang.

$$I_{ia(p)mod} = \frac{I_{ia(p)}}{m_i} ;$$

5. KuchlaniSh buyicha modellaSh koeffitsientini tanglang. Bunda, avval modelda berilgan tarmoq manbasining kuchlanniShi U_{mod} tanlaniSh lozim, masalan, 8 V ga teng deb tanlanadi, so'ngra esa m_U aniqlanadi:

$$m_U = \frac{U}{U_{mod}} \left[\frac{B}{B} \right]$$

Aktiv R_{ia} va reaktiv R_{ip} yuklamalarni taqlid qiluvchi qarShiliklarning dastlabki qiymatlarini hisoblang. Hisoblangan natijalarni 2-jadvalga kiriting.

7. Aktiv yuklamalar uchun, hisoblaSh stolida berilgan tarmoqning o'zgaras tok modeli sxemasini tuziig. Sxemani yig'ishni stol tugunlarini yig'uvchi kalitlar yordamida Shinalarni yig'ishdan boShlaSh lozim, masalan, 7-rasmda sxema 1.A.V.S Shinalarni va 9.10.11.16.22.23 tugunlarni yig'uvchi kalitlarni tutaShtiriSh yordamida umumiy tugunni yig'ishdan boShlanadi. SHundan so'ng bog'lovchi Shnurlar yordamida Shinalarga aktiv qarShilik bloklari ulanadi.

Bunda, yuklamalarni taqlid qiluvchi qarShiliklarning qiymatlari, stoldagi bitta blokiing mumkin bo'lgan eng katta qarShiligidan katta bo'lishi mumkin. Bu holatda qarShilik bir nechta ketma-ket ulangan bloklar yordamida yig'iladi; masalan, yuklamaning 1800 Om li qarShiligini ketma-ket ulangan ikkita 1000 Omli qarShilik bloklari yordamida yig'ish mumkin.

10000 Om li qarShilik bloklarini, m_x koeffitsientini hisoblayotganda $I_{mum min}$ toki 8 mA ga teng deb olingandagina iShlatiSh mumkin (3 bandga qarang). Qisqa tutaShuv Shnurini model sxemasining umumiy nuqtasiga ulaSh oxirigi navbatda, yig'ilgan sxema hamda blokdagi qarShiliklarning hisoblangan

qiymatlari to'g'ri qo'yilganligini o'qituvchi tekshirgandan so'ng amalga oshiriladi.

8. YUklamalarni taqlid qiluvchi qarshiliklarni tanlash yuli bilan 4-bandda hisoblangan yuklamalar aktiv toklari qiymatini $I_{iu \text{ mod}}$ modelda o'rnatng. Bunda modelning turli tugunlaridagi kuchlanishlar har xil bo'lishini hisobga olish kerak (R_{ia} va R_{ip}) qarshiliklar hisoblanganda model kuchlanishi hamma shinalar uchun bir xil deb olingan, shuningdek R qarshiliklarning dastlab hisoblangan qiymatlari oxirgi o'rnatilgan qiymat bilan to'g'ri kelmaydi. YUklama qarshiliklarini qayta-qayta o'zgartirish yuli bilan modelda kerakli tok qiymatlari o'rnatiladi, chunki birorta shinada tok qiymatining o'zgarishi bo'shqa shinalarda tok va kuchlanishlarni o'zgarishga olib keladi. Odatda, birinchi davrda «A» iste'molchidagi tokning kerakli qiymatiga erishiladi, keyin esa «V» iste'molchidagi va xokozo, shundan so'ng yana «A» iste'molchiga qaytilib ikkinchi davrda undagi tok kerakli qiymatgacha o'zgartiriladi, keyin «V» iste'molchidagi tok o'zgartiriladi va xokozo.

Odatda hamma iste'molchilardagi toklarning kerakli qiymatlari ko'rsatilgan davrlar uch (to'rt) marta bajarilgandan keyingina o'rnatiladi, ketma-ket yaqinlashish usuli bilan tanlangan qarshiliklarning qiymatlarini 1.2-jadvalga kiriting.

9. YUklamalardagi aktiv toklarning berilgan qiymatlari o'rnatilgandan so'ng modelda liniyalarning aktiv toklarini $I_{ia \text{ mod}}$ va liniyalar bo'shidagi $I_{iu \text{ boSh}}$, hamda oxiridagi $I_{iu \text{ ox}}$ kuchlanishlarni o'lchang. O'lchov natijalarini 1.3 jadvalga kiriting.

10. 7,8,9-bandlarda ko'rsatilgan harakatlarni reaktiv toklar uchun ham bajaring.

11. YUklamalarning aktiv va reaktiv toklariga asosan kuchlanishlarning o'lchangan ($U_{ia \text{ boSh}}$, $U_{ir \text{ ox}}$, $U_{ir \text{ boSh}}$, $U_{ir \text{ ox}}$) qiymatlari yordamida model liniyalaridagi kuchlanishning pasayishini (U , $\Delta U'_{\text{mod}}$, $\Delta U''_{\text{mod}}$) hisoblang:

$$\begin{aligned}\Delta U'_{i \text{ mod}} &= U_{ia \text{ boSh}} - U_{ir \text{ ox}} \\ \Delta U''_{i \text{ mod}} &= U_{ir \text{ boSh}} - U_{ir \text{ ox}}\end{aligned}$$

Hisoblash natijalarini 1.3 jadvaliga kiriting.

12. Model liniyalarida o'lchangan aktiv va reaktiv toklarning qiymatlari va tokning tanlangan modellaSh koeffitsienti m_I orqali liniyalardagi haqiqiy tarmoq toklarining qiymatlarini toping:

$$I_{ia} = I_{ia \text{ mod}} \cdot m_I ; \quad I_{ip} = I_{ip \text{ mod}} \cdot m_I$$

Hisob natijalarini 1,4- jadvalga kiriting.

13. Liniyalardagi haqiqiy tarmoq kuchlanish yo'qolishini toping:

$$\Delta U_i = \Delta U'_i + \Delta U''_i = m_i \sqrt{3} (\Delta U'_{i \text{ mod}} + \Delta U''_{i \text{ mod}})$$

Hisob natijalarini 1.4 - jadvalga kiriting.

14. Ta'minlash stansiyasi shinasida berilgan kuchlanishdan liniyalarda kuchlanishni yo'qolgan qiymatini ayirish yo'li bilan liniyalarining bo'shidagi ($U_{i \text{ boSh}}$) va oxiridagi ($U_{i \text{ ox}}$) haqiqiy kuchlanishlarini toping.

15. Liniyalar bo'shidagi ($P_{i \text{ boSh}}$, $Q_{i \text{ boSh}}$) va oxiridagi ($P_{i \text{ ox}}$, $Q_{i \text{ ox}}$)

quvvat oqimlarining xaqiqiy taqsimlanishini toping.
Hisoblash natijalarini 1.4- jadvalga kiriting.

Hisobotni rasmiylashtirish.

Hisobot ish maqsadini, hisob va tajribani tahlilini (ishni bajarish tartibi bo'yicha) va ish bo'yicha xulosani o'z ichiga olishi kerak.

Xulosada, modelda hisoblangan linyalardagi kuchlanish yo'qolishi ularning ruxsat etilgan qiymati bilan solishtirilib, Shu asosda simlarning ko'ndalang kesim yuzalari (ularni uzunligini hisobga olgan holda), ular orqali o'gayotgan quvvat qiymatlariga mos kelishi to'g'risida yakun yasaSh kerak.

Nazorat savollari.

- 1.O'zgaras tok hisoblash «stolining asosiy qismlarini va ularning vazifasini aytib bering. Model elementlarida mumkin bo'lgan eng katta tok qiymati nimaga teng?
- 2.O'zgaras tok stolida yuklamalar,liniyalar va ta'minlovchi stansiyalar qanday modellaShtiriladi ?
- 3.Qanday tarmoq Shaxobchalangan maxalliy tarmoq deb ataladi ?
- 4.Ushbu tushunchalarning mazmunini tushuntiring. kuchlanish yo'qolishi va pasayishi. Maxalliy ahamiyatga ega bo'lgan tarmoqlar hisoblanayotganda qanday soddalashtirishlar qo'llaniladi ?
- 5.Bo'lish usulining mazmuni nimadan iborat va Shaxobchalangan maxalliy tarmoqni hisoblayotganda u usul qanday qo'llaniladi ?
- 6.Simmetrik o'zgaruvchan tok zanjirining bir chiziqli sxemasi bilan o'zgaras tok modelining sxemasi,o'rtasidagi o'xshashlik nimadan iborat ?
- 7.Shaxobchalangan maxalliy tarmoqda quvvat oqimini taqsimlanishini, kuchlanish yuqolishini va quvvat isrofini o'zgaras tok model yordamida hisoblash tartibini ko'rsating ?
- 8.O'zgaras tok modeli uchun tokning modellaSh koeffitsienti m qanday tanlanadi ?
- 9.Nima uchun elektr energiyasi iste'molchilarini taqlid qiluvchi qarshiliklar

qiymatini taxliliy yo‘l bilan hisoblaSh taxminan amalga oShiriladi? Ketma-ket yaqinlaShiSh usulining mazmuni nimadan iborat ?

Tajriba iShiga vazifa jadvallari.

1.1-jadval

YUklamalar	P_n , kVt	Q_n , kVAr	I_a , A	I_r , A	$I_{a\text{mod}}$, mA	$I_{r\text{mod}}$, mA	$R_{a\text{mod}}$, Om	$R_{r\text{mod}}$, Om

1.2-jadval.

Liniyalar	Liniyadagi toklar		Liniyadagi kuchlaniSh, V				KuchlaniSh pasayShi, V	
	$I_{a\text{mod}}$, mA	$I_{r\text{mod}}$, mA	$U_{a\text{boSh}}$	$U_{a\text{ox}}$	$U_{r\text{boSh}}$	$U_{r\text{ox}}$	ΔU_{mod}	$\Delta U_{\text{mod}}''$
L-1								
L-2								
L-3								

1.3-jadval

Liniyalar	Liniyadagi toklar		Liniyadagi kuchlaniSh, V			Liniyadagi quvvatlar			
	I_a	I_p	U_{boSh} h	U_{ox}	ΔU	P_{boSh} , kVt	P_{ox} , kVt	Q_{boSh} , kVar	Q_{ox} , kVar
L-1									
L-2									
L-3									

1.4-jadval.

liniyalar	Sim turi	Liniya uzunligi (km)	Om/km	Om/km	R_l , Om	H_L , Om	$R_{a\text{omat}}$, Om	$R_{p\text{omat}}$, Om
L-1								
L-2								
L-3								

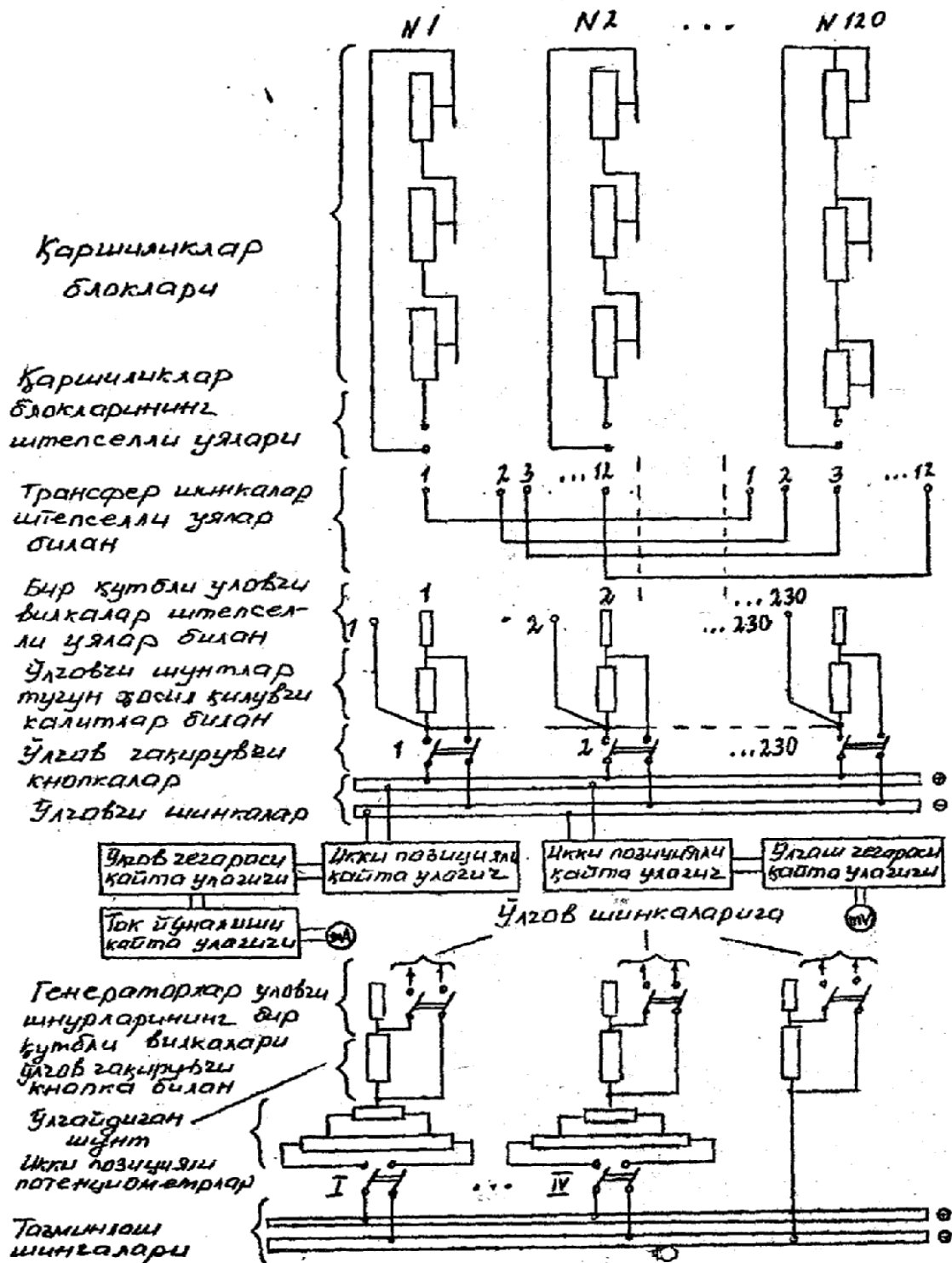
1.5-jadval

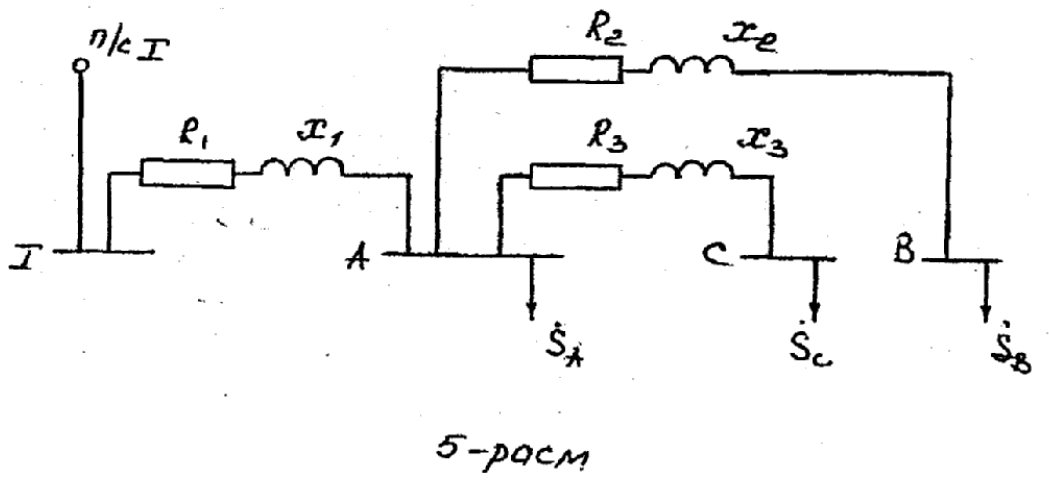
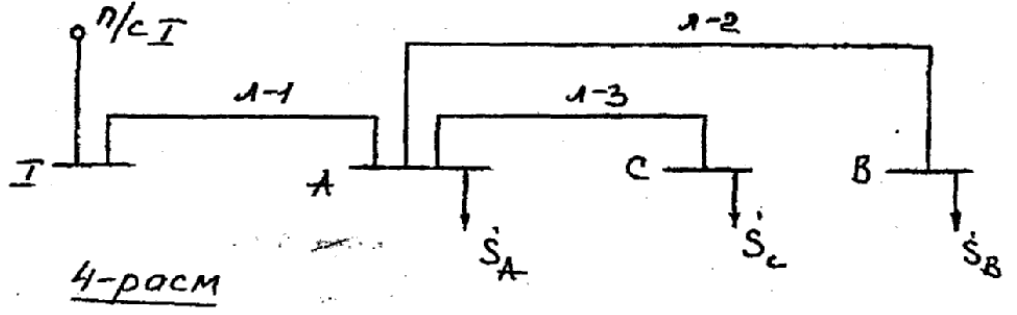
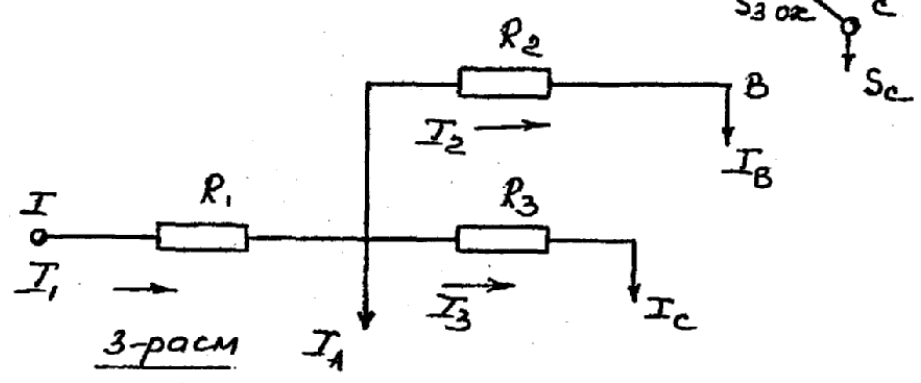
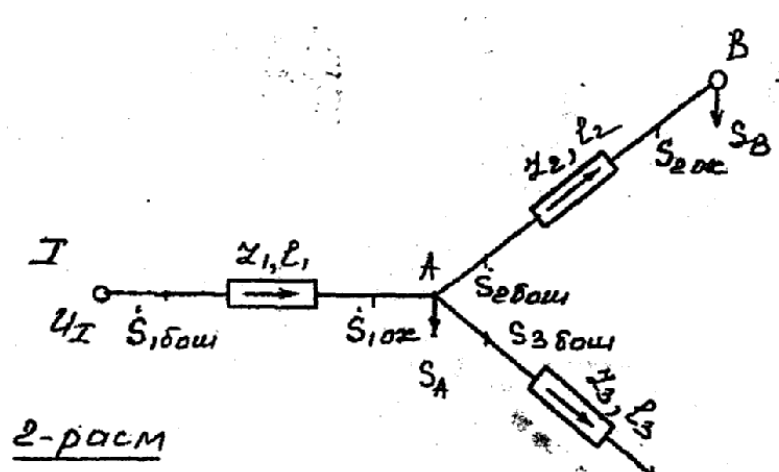
Sim turi	r_0 , Om/km	x_0 , Om/km
AS-10	3,12	0,423
AS-16	2,06	0,391
AS-25	1,38	0,377
AS-35	0,85	0,366
AS-50	0,05	0,355
AS-70	0,46	0,341
AS-95	0,33	0,332
AS-120	0,27	0,324
AS-150	0,21	0,319
AS-185	0,17	0,313

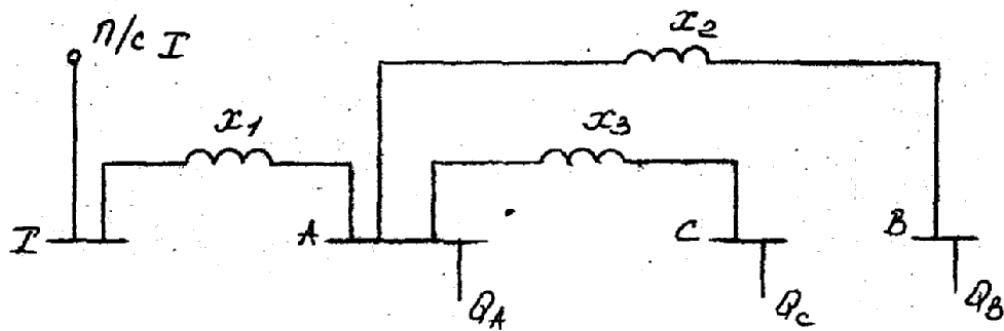
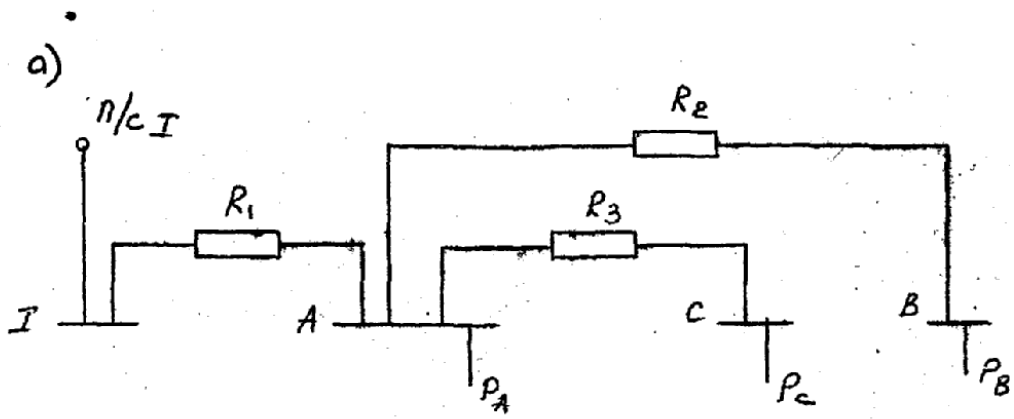
Tajriba iShiga topShiriq jadvali

1.6-jadval

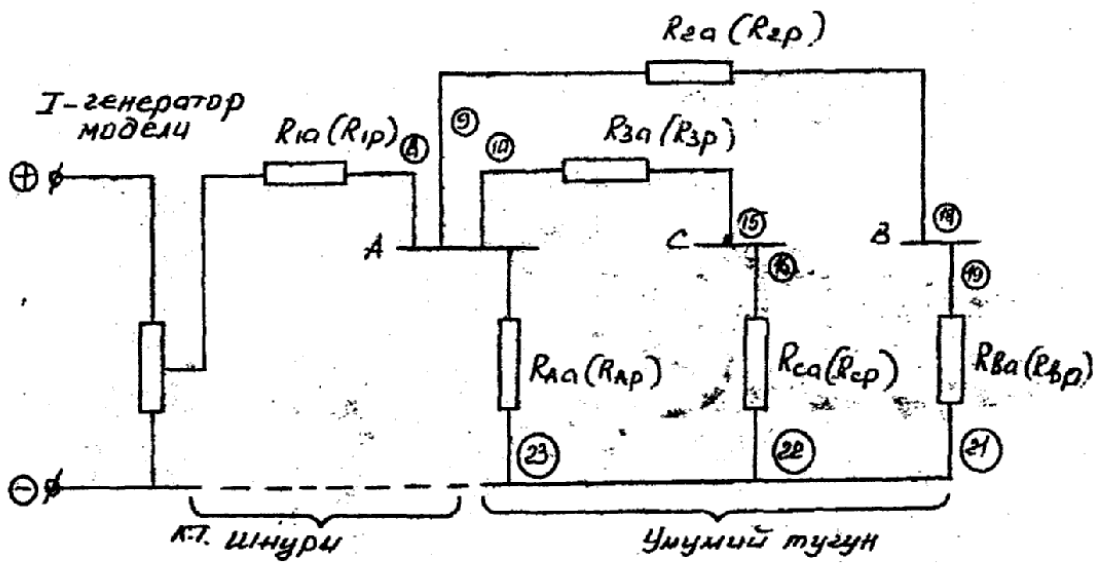
Variant №		1	2	3	4	5	6	7	8
sxema №		1	1	2	2	3	3	4	4
sim turi	-1	AS-25	AS-35	AS-50	AS-70	AS-50	AS-70	AS-35	AS-50
	-2	AS-16	AS-25	AS-25	AS-35	AS-50	AS-35	AS-25	AS-25
	-3	AS-35	AS-10	AS-10	AS-16	AS-16	AS-25	AS-16	AS-10
istemol- chilar quvvati, kVt, kVAr	A	200+150	380+120	500+300	600+750	250+100	150+100	200+180	430 +110
	V	400+100	570+240	450+200	200+150	550+250	450+200	570+240	550 +250
	S	600+750	200+180	150+100	400+100	430+100	500+300	380+120	250 +100
liniyadagi kuchlaniSh, kV		10	10	10	10	10	10	10	10







б-рассм



7-рассм

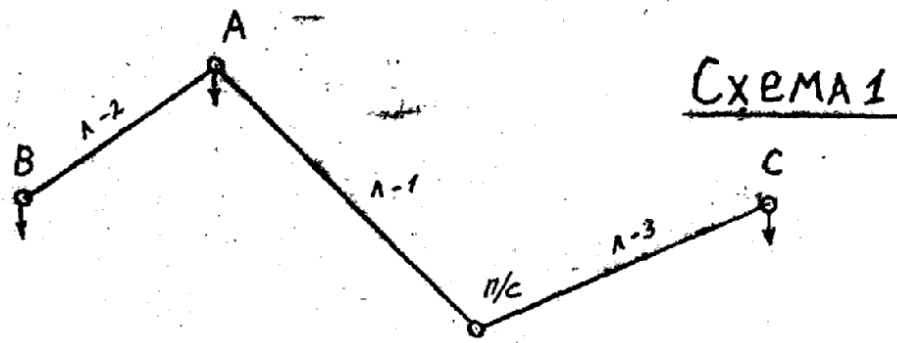


СХЕМА 1

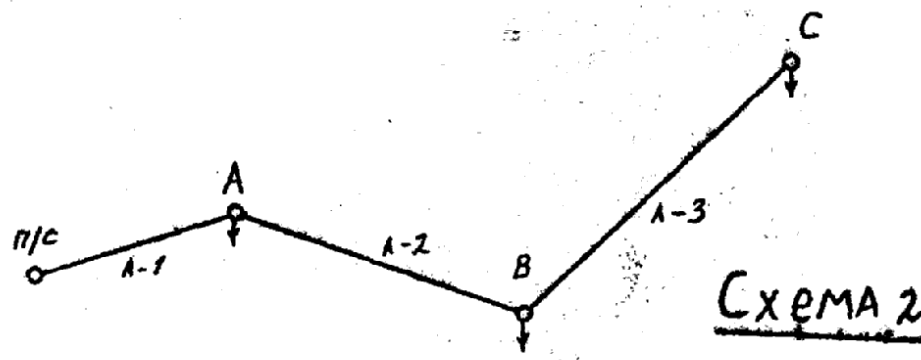


СХЕМА 2

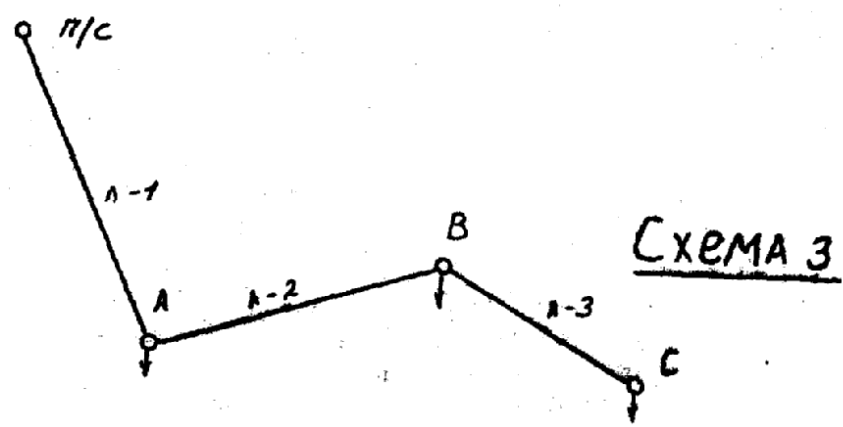


СХЕМА 3

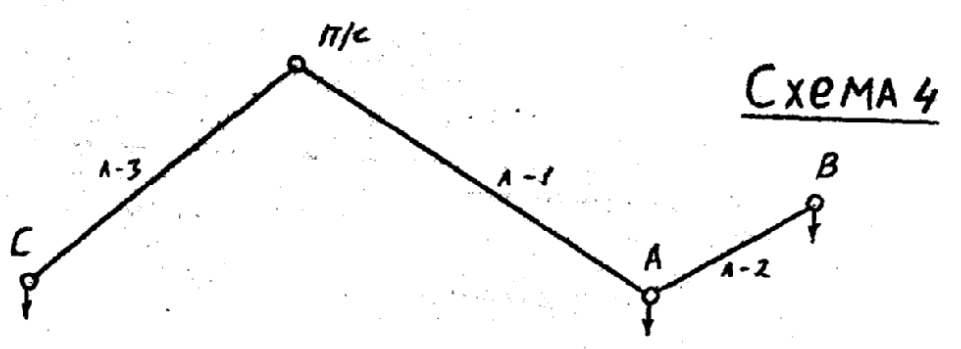


СХЕМА 4

2 - TAJRIBA ISHI.

MAVZU

O'ZGARMAS TOK HISOBLASH STOLI YORDAMIDA MURAKKAB YOPIQ BIR TURLI TARMOQDA QUUVAT OQIMI TAQSIMLANISHINI ANIQLASH.

IShning maqsadi.

Tajriba iShining maqsadi o'zgarmas tok hisoblaSh stolida murakkab yopiq zanjirli bir turdagi tarmoqda quvvat taqsimotini hisoblaSh usulini o'rganiShdan iborat.

Nazariy qism.

Bog'lanmagan berk konturlarga va uncha ko'p bo'lmagan tugunli nuqtalarga ega bo'lgan, deyarli sodda tarmoqlarni hisoblaSh uchun ko'pincha tarmoqni o'zgartiriSh usuli, konturli tenglamalar va tugunli potentsiallar usullari qo'llaniladi. Agar tarmoqning bog'liq bo'lmagan konturlari va tugunli nuqtalari ko'p bo'lsa, uni hisoblaSh birga echiladigan tenglamalar soni ko'payiShi natijasida murakkablaShadi. Bunday tarmoqlarda oqim taqsimlanishi aniqqlaSh uchun o'zgarmas tok hisoblaSh stolini qo'llaSh mumkin.

Murakkab berk bir turli tarmoqdarni o'zgarmas tok modeli yordamida hisoblaganda, tarmoqni bo'liSh usulini qo'llaSh imkoniyatiga ega bo'linsa, quvvat oqimlarini aniqlaShda etarli aniqlikdagi natijalarga eriShiSh mumkin bir turli tarmoqlarni hisoblaShda o'zgarmas tok modelini iShlatiSh mumkinligini ko'rib chiqamiz.

8-rasmda bir xil kuchlaniShli murakkab berk rayon tarmog'ining bir chiziqli sxemasi (yani bir faza uchun) tasvirlangan. Rayon tarmog'i 3ta A, V va pasaytiruvchi podstansiyalardan va uzunliklari l_1, l_2, \dots, l_6 bo'lgan liniyalar yordamida bir-biri bilan bog'langan 2 ta I va P stansiyalardan taShkil topgan, P-stansiya o'zgarmas -asosiy quvvat bidan iShlaydi,

chastotani rostlovchi 1-stansiya esa tarmoqda bo'ladigan quvvat o'zgariShini qoplaydi. I- stansiya quvvatini har bir vakt uchun liniyalardagi kuvvag isrofini hisobga olib, tarmoqdagi quvvat muvozanati buyicha topiSh mumkin.

Pasaytiruvchi podstanpiyalarning va P-stansiyaning yuklamalari transformatorlarShShg yukori tomoniga keltirilgan xodda (ya'ni, transformatorlardaga quvvat isrofini va liniyalarning zaryadli quvvatini xieobga olinganda) berilgan.

Keltirilgan tarmoq liniyalaridagi quvvatlar (toklar) oqimini konturli tenglamalar yordamida aniqlaSh mumkin.

8-rasmda ko'rsatilgan tok va quvvat oqimlari yunaliShi uchun konturli tenglamalar quyidagi ko'riniShga ega bo'ladi:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_I i_K Z_K = \frac{\dot{S}_5 \cdot \dot{Z}_5 + \dot{S}_1 \cdot \dot{Z}_1 - \dot{S}_6 \cdot \dot{Z}_6}{\sqrt{3} \cdot \dot{U}_\phi} = 0 \\ \sum_{II} i_K Z_K = \frac{\dot{S}_6 \cdot \dot{Z}_6 - \dot{S}_2 \cdot \dot{Z}_2 + \dot{S}_3 \cdot \dot{Z}_3}{\sqrt{3} \cdot \dot{U}_\phi} = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

yoki

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{S}_5(r_5 + jx_5) + \dot{S}_1(r_1 + jx_1) - \dot{S}_6(r_6 + jx_6) = \sum_I \dot{S}_K Z_K = 0 \\ \dot{S}_6(r_6 + jx_6) - \dot{S}_2(r_2 + jx_2) + \dot{S}_3(r_3 + jx_3) - \dot{S}_4(r_4 + jx_4) = \sum_{II} \dot{S}_K Z_K = 0 \end{array} \right.$$

Agar tarmoq bir turli, ya'ni bitta kesimli simdan yasalgan bir xil tuziliShga ega. bo'lgan liniyalardan taShkil topgan bo'lsa, unda (2) tenglamalar sistemasini ancha soddalapggiriSh mumkin.

Xaqiqatdan, I km liniyaning kompleks qarShiligi bu xolda tarmoqning hamma qismlari uchun bir xildir, ya'ni

$$Z_{OK} = r_{OK} + jx_{OK} \quad ; \quad Z_K = Z_{OK} \cdot l_K \quad ; \quad Z_{OK} = const$$

larni hisobga olib, (2) tenglamalar sistemasini quyidagi ko'riniShda yoziSh mumkin.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_I (P_K + jQ_K) \cdot l_K = 0 \\ \sum_{II} (P_K + jQ_K) \cdot l_K = 0 \end{array} \right. \quad (3)$$

yoki

$$(3'') \left\{ \begin{array}{l} \sum_I P_K l_K = 0 \\ \sum_{II} P_K l_K = 0 \end{array} \right. \quad (3''') \left\{ \begin{array}{l} \sum_I Q_K l_K = 0 \\ \sum_{II} Q_K l_K = 0 \end{array} \right.$$

Olingan ifodalar Shuni ko'rsatadiki, bir turli murakkab berk tarmoqlarda quvvat oqimi taqsimlanishi ancha osonlaShadi ya'ni bir-biri bilan bog'liq bo'lmagan 2 ta tarmoq-birinchisi faqat aktiv yuklamalar bilan (3-tenglamalar sistemasiga qara), ikkinchisi esa - reaktiv yuklamalar bilan {3* - tenglamalar sistemasiga qara) yuklangan holatda ko'rilyapti. Bularning har biri uchun, bir biriga bog'liq bo'lmagan xolda quvvatlar taqsimlanishi topiladi. Tarmoqning ayrim qismlaridagi aktiv va reaktiv quvvatlarni geometrik qo'ShiSh yuli bilan aniqlanadi.

Bir turli tarmoqni Shu usul bilan: ya'ni har xil yuklamali bir biri bilan bog'liq bo'lmagan 2 ta tarmoqqa ajratib hisoblaSh, tarmoqni bo'liSh usuli deyiladi.

3' va 3'' tenglamalar sistemasidagi tenglamalarning har birini kattaligiga bo'lib quydagilarni hosil qilamiz:

$$(4') \left\{ \begin{array}{l} \sum_I I_{ak} l_K = 0 \\ \sum_{II} I_{ak} l_K = 0 \end{array} \right. \quad (4'') \left\{ \begin{array}{l} \sum_I I_{pk} l_K = 0 \\ \sum_{II} I_{pk} l_K = 0 \end{array} \right.$$

bu erda:, I_{ak} , I_{rk} - tarmoqni 2nchi qismidagi toklarning aktiv va reaktiv tarkibiy kislari.

8-rasmda tasvirlangan ko'ndalang kesim yuzasi bir xil bo'lgan simlardan taShkil topgan o'zgarmas tok tarmog'i uchun konturli tenglamalar sistemi, agar o'zgarmas

tok tarmog'ining qismlaridagi toklar tegishli I_{ak} yoki I_{rk} toklarga mos kelsa, xuddi Shunday ko'rinishga (4 va 4" tenglamalar) ega bo'ladi.

Konturli tenglamalar sistemasining bu o'xshashligi bir turli murakkab yopiq 3 fazali tarmoqlardagi o'zgaruvchan tokning aktiv va reaktiv tartiblarining amaldagi qiymatlarini aniqlash uchun qo'llaniladi.

Toklarning aktiv va reaktiv tartiblarini model yordamida aniqlanayotganda, o'zgaruvchan tok xaqiqiy simmetriya tarmog'ining bir chiziqli sxemasi tuzilishiga o'xshash, o'zgarmas tok sxemasi yig'iladi (9-rasm). Liniyalarni taqlid qiluvchi modelning R_1, R_2, \dots, R_6 aktiv qarshiliklari tarmoq qismlarining uzunliklariga mos bo'lishi kerak. YUklamalar modelda qarshiliklar orqali taqlid qilinadi (berilgan tarmoq uchun R_A, R_B, R_C) va hisoblanayotgan sistemaning tegishli tugunlariga ulanadi.

Elektr stansiyalar (8-rasmda 1 va 2 stansiya) modelda ikki pog'onali potensimetri bor generatorlar orqali taqlid qilinadi. (o'zgarmas tok hisoblash stolining bayoniga qara), ularning musbat potentsiali surilgichlardan sxemaning tegishli tuguniga yuboriladi. (9-rasm).

YUklamani taqlid qiluvchi qarshiliklarning (R_A, R_B, R_C) ikkinchi uchlari umumiy tugunga yig'iladi va qisqa tutaShuv Shnuri orqali modelning manfiy Shinasiga ulanadi. Bu Shinaning potentsiali, modelda o'zgaruvchan tokda ishlovchi 3 fazali simmetrik sistemasining nolli nuqtasining (betaraf nuqta) potentsialiga tug'ri keladi. Modeldagi tugunli nuqtalarning potentsiali xaqiqiy 3 fazali zanjirni tegishli nuqtalaridagi fazali kuchlanishning potentsialiga to'g'ri keladi.

(4)- tenglamalar sistemasidan Shunday xulosa chikadiki, bir turli berk-murakkab tarmoqdagi toklarni hisoblayotganda sxemani bo'lish usulini qo'llash mumkin. Shuning uchun, zanjirdagi toklarning aktiv (reaktiv) tarkibiy qismlarini aniqlayotganda, yuklamalarni taqlid qiluvchi qarshiliklarning qiymatlarini Shunday tanlash kerakki, ular orqali oqib o'tayotgan toklar aktiv va (reaktiv) yuklamalarga mos bo'lsin: generatsiya tugunlariga yuborilayotgan kuchlanishi (potensimetrlardan olinayotgan) Shunday bo'lishi kerakki, tugunlarga kelayotgan toklar xaqiqiy uch fazali tarmoq manbalariga tegishli toklarning aktiv (reaktiv) tarkibiy qismlariga mos bo'lsin. Bu xolda liniyalarni taqlid qiluvchi qarshiliklarda o'rnatilgan toklar xaqiqiy tarmoqning tegishli qismlaridagi toklarning aktiv (reaktiv) tarkiblariga mos bo'ladi.

Bularni o'lchov asboblari yordamida o'chlash mumkin.

CHastotani sozlovchi stansiyaning yuklamasini aktiv (reaktiv) quvvatlar muvozanati asosida aniqlash mumkin, bunda liniyalardagi quvvat isrofi hisobga olinmaydi.

Maxsus usulni qo'llab har xil turli tarmoqlardagi simlarning kesim yuzasi har xil va berk konturning tarmoqlarida transformatorlari bor quvvat oqimi taqsimlanishini kerakli aniqlikda hisoblanib, o'zgarmas tok modelini qo'llash mumkin. Lekin bu masala uShbu tajriba ishining dasturiga kirmaydi va Shuning uchun batafsil o'rganilmaydi.

TopShiriq

1. O'zgarmas tok stolida yig'ish uchun berilgan murakkab berk tarmoqning modeldagi hisoblash sxemasini tuzing.
2. Tok bo'yicha modellaSh mashtabini tanlang, liniya va yuklamalarni taqlid qiluvchi qarshiliklarning qiymatlarini hisoblang.
3. Tajriba ma'lumotlarini yoziSh uchun kerakli jadvallarni tayyorlang.
4. Hisoblash stolida berilgan tarmoqning modeldagi sxemasini yig'ing va undagi quvvat oqimi taqsimlanishini aniqlang.
5. Tekshiruv savollarga javob bering.

ISHning bajariSh tartibi.

Tarmoqni berilgan variant uchun podstansiya va elektr stansiyasi berilgan quvvatlari bo'yicha yuklama toklarining aktiv va reaktiv tarkibiy qismlarini hisoblang. Hisoblash natijalarini 2.1. jadvalga kiriting.

SHinalar belgisi	Berilgan		Hisoblangan				Modelda o'rnatilgan		
	P, MVt	Q, MVar	I_a, A	I_r, A	$I_{a, mod}, A$	$I_{r, mod}, A$	R_a, Ω	R_r, Ω	SHinadagi kuchlanish, V
I									
II									
A									
B									
C									

2. Tok bo'yicha modellaSh koeffitsientini tanlang.

$$m_I = \frac{I_{\max}}{I_{\text{mum. min}}}$$

bu erda: I_{\max} - podstansiyalardagi xaqiqiy yuklama toklarining eng kattasi;

$I_{\text{mum. min}}$ - modelda ishlatilayotgan qarshilik bloklari uchun mumkin bo'lgan toklarning eng kichigi.

Yuklamalar va generatorlar uchun hisoblangan toklarning aktiv va reaktiv tarkibiy qismlari va tok bo'yicha tanlangan modellaSh koeffitsienti t_g asosida modeldagi toklarning tegishli tarkiblarini hisoblang; hisob natijalarini 2.1 jadvalga kiriting.

Aktiv va reaktiv yuklamalarini taqlid qiluvchi R_a va R_r qarshiliklarning taxminiy bo'shang'ich qiymatlarini hisoblang, bunda model kuchlanishini 8 V ga teng deb olish mumkin.

$$R_{ia} = \frac{U_{\text{mod}}}{I_{ia, \text{mod}}} ; \quad R_{ip} = \frac{U_{\text{mod}}}{I_{ip, \text{mod}}}$$

5. Liniyalarni taqlid qiluvchi R_1, R_2, \dots, R_6 qarshiliklarning qiymatlarini, liniyaning I km, uzunligi masalan I Ω ga tug'ri keladi deb hisoblang. Natijalarni 2.2-jadvalga kiriting.

SHaxobcha tartibi	Modeldagi liniya qarShiligi R, Om	O'lchangan		O'lchov natijasida hisoblangan			
		$I_{a,mod},mA$	$I_{r,mod},mA$	I_a	I_r,A	$R.MVt$	$Q,MVar$
1							
2							
3							
4							
5							

b.Rayon tarmog'ining berilgan variant uchun o'zgaras tok modelining sxemasini tuzing va uni hisoblaSh stolida yig'ing.

7.YUklamadarni taqlid qiluvchi qarShiliklarni (R_A , R_B , R_C) va ikki pog'onali potensimetrlardagi kuchlaniShlarni qayta-qayta tanlaSh yo'li bilan yuklamalarni va II - generatorli stansiya modeli (bu o'zgaras asosiy quvvat bilan iShlaydi) toklarining hisoblangan aktiv tarkibiy qismini o'rnatish.

Bunda Shuni hisobga oliSh kerakki, I va II - stansiyalarni taqlid qiluvchi generatorlar modellarning orasidagi kuchlaniShlar har xil bo'lganda tenglaShtiruvchi tok paydo bo'ladi, uning qiymati ikki pog'onali potensimetr tokining mumkin bo'lgan yukori qiymatidan oShib ketiShi mumkin. SHuning uchun,ularning har biridan bir xil kuchlaniSh o'rnatgandan so'ng amalga oShiriSh kerak,masalan $II = 8 V$, bo'lganda. II- stansiya tokning kerakli qiymatini o'rnatish Shu stansiya potensimetrining surilgichi bilan amalga oShiriliShi kerak. (chastotani sozlovchi I-stansiya modelining potensimetri bunda iShlatilmaydi). Bunda milliampermetr tokining yunaliShini o'zgarturuvchi qayta ulangich « tugundan » holatida bo'liShi kerak,chunki bu xolda - stansiyaning asosiy quvvatiga mos bo'lgan tok, generator modelidan yuklamalarga qarab oqadi (teskari tomonga emas).

QarShiliklarning va model Shinalaridagi kuchlaniShlarning sarflangan qiymatlarini 2.1-jadvalga kiriting.

8. II- stansiya generatori va yuklamalar modeli toklarining berilgan aktiv tarkibiy qism qiymatlari o'rnatilgandan so'ng liniyalardagi va I- stansiya generator modelining zanjiridagi toklarning aktiv tarkibiy qismini o'lchang. Agar bunda .milliampermetr ko'rsatgichi Shkalani manfiy tomoniga og'sa, unda tok yo'naliShini o'zgarturuvchi qayta ulagichning holatini o'zgartiriSh lozim. SHuningdek, masalan o'lchanadigan tokning yunaliShi musbat, agar qayta ulagich «tugundan» holatida turgan bo'lsa, agar «tugunga» holatida bo'lsa - manfiy deb oliSh kerak. O'lchov natijalarini (oqayotgan toklarning yo'naliShini hisobga olib) 2.2-jadvalga kiriting.

9. 7 va 8-bandlarda ko'rsatilgan amallarni toklarning reaktiv tarkibiy qismi uchun bajaring.

10. Model liniyalarida o'lgangan toklarning aktiv va reaktiv tarkiblari va tok bo'yicha tanlangan modellaSh koeffitsienti asosida mavjud tarmoq liniyalaridagi haqiqiy tok taqsimlanishi toping. Hisob natijalarini 2-2-jadvalga kiriting.

11. Hisoblanida tarmoqning nominal kuchlanishi $U_n = 110$ kV deb olib, liniyalardagi quvvat oqimi taqsimlanishining xaqiqiy qiymatini toping. HisoblaSh natijalarini 2.2-jadvalga kiriting.

R. Rayon tarmog'ining berilgan variant sxemasi uchun liniyalardagi aktiv va reaktiv quvvatlarning o'zgaruvchan toklari yo'nalishi ko'rsating,

Hisobotni rasmiylaShtiriSh

Hisobot iShining maqsadini, tahliliy hisoblaShni va tajriba natijalarini (iShning bajariSh tartibi bo'yicha aniqlangan ketma-ketlikda) va iSh bo'yicha xulosani o'z ichiga olishi kerak. Xulosada berilgan tarmoqdagi xaqiqiy oqim taqsimlanishi tuShuntiriSh lozim va hisoblaSh stolida olingan I-stansiyaning chastota rostlovchi quvvati qiymatini quvvatlar muvozanatidan topilgan Liniyalardagi isrof hisobga olinmagan qiymati bilan soliShtiring.

Nazorat savollari

1. Kandy tarmoq ochiq, berk va murakkab berk tarmoq deb ataladi ?
2. Qandy elektr tarmog'ini bir turli deyiSh mumkin ?
3. Tarmoqni bo'lish usulining mazmuni nimadan iborat va qandy holatda uni murakkab berk tarmoqlarni hisoblanida qo'llaSh mumkin?
4. Nima uchun o'zgarmas tok modelini maxsus usul qo'llab ,faqat bir turli tarmoqlarni hisoblanida iShlatiSh mumkin ?
5. Har xil turli murakkab berk tarmoqlarni hisoblaShga qaraganda, bir turlilarni hisoblaShning afzalliklari nimadan iborat?
- b. CHastotani sozlovchi 1-stansiyaning vazifasini tuShuntiring. Bu stansiya tarmoqdagi oqim taqsimlanishiga qandy ta'sir ko'rsatadi ?
7. Berk elektr tarmoqlaridagi oqim taqsimlanishi qandy sozlanadi. O'zgarmas tok modeli yordamida murakkab berk tarmoqdagi oqim taqsimlanishi hisoblaSh tarkibini ko'rsating.
9. Qandy qilib o'zgarmas tok stoli, asboblarining har biridagi o'lchaSh oralig'ini o'zgargartiruvchi qayta ulagich holatini hisobga olgan xolda, sxemani tarmoqlangan qismlaridagi elektr kattaliklarni o'lchaSh amalga oShiriladi? Qandy qilib sxemaning tarmoqlangan qismlarida oqayotgan tok yo'qolishi aniqlanadi?

Схема N1

10 мм = 20 км

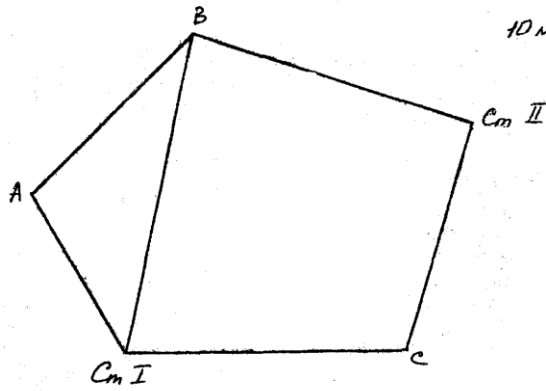


Схема N2

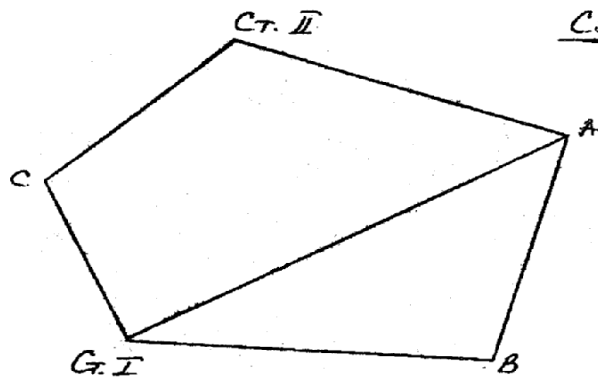


Схема N3

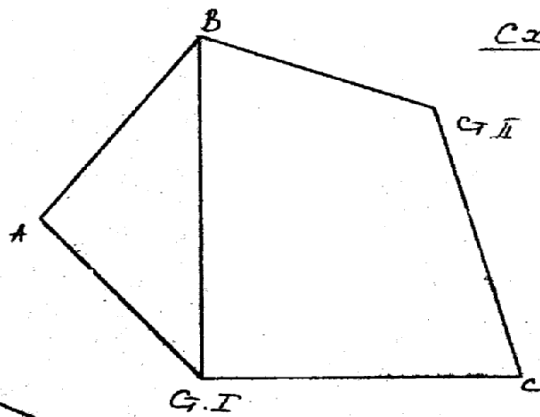
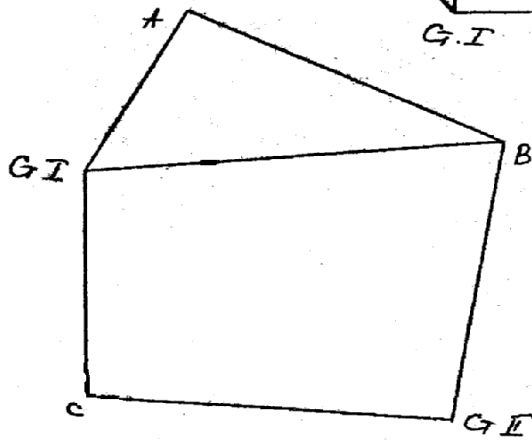
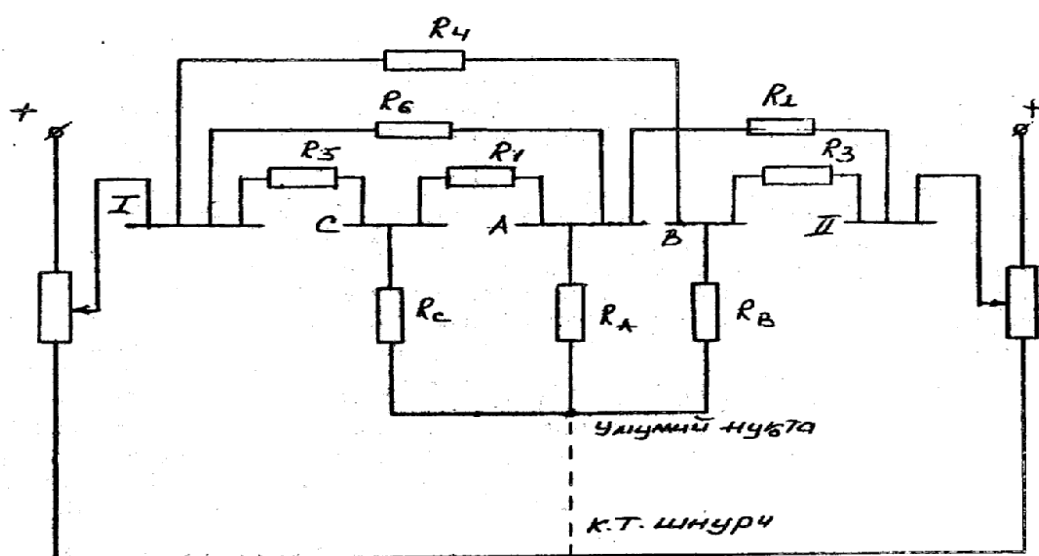
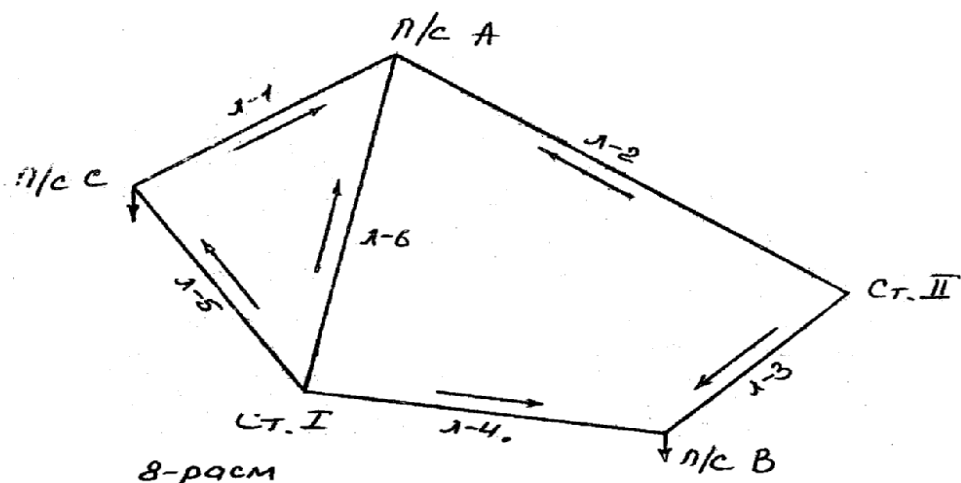


Схема N4





Elektr sistemasining o'zgaruvchan tok modeli hisoblash stoling bayoni

3,4 va 5-tajriba ishlari bajariladigan 1-3 tajriba dastgohlari, elektr sistemasining o'zgaruvchan tokda ishlovchi universal statik modellari asosida yaratilgan. Har bir dastgoh, elektr sistemasi elementlarini matematik modellaSh imkonini beradigan uskuna hisoblanadi va quyidagi elementlarni o'z ichiga oladi:

- elektr sistemasining sinxron tetdaratorlarini modellovchi generatorli stantsiyalar
- elektr sistema liniyalarini modellovchi yuklamali elementlar;
- transformatorlarni modellovchi transformatorli elementlar.

Bu elementlar dastgohning tik qismiga joylaShagan, uning old panellarida esa elementlarning tegishli shartli belgilari ko'rsatilgan (G-generatorli stantsiyalar uchun, N-yuklamalar uchun, T-transformatorlar uchun, L va S - liniya va sig'imli elementlar uchun)

ModellaSh qulay bo'lishi uchun dastgohda, parametrlari har xil chegaralarda o'zgaruvchi bir xil elementlar mavjud, bular tegishli old panellarda ko'rsatilgan. Dastgohda tekshirilayotgan sistemaning bir fazali holati ko'rib chiqiladi. Generator stansiya transformatorli va yuklamali elementlarning nol nuqtalari dastgoh uchun umumiy bo'lgan nolli simga ulanadi.

Quyida har bir elementlarning tuzilishini qisqacha ko'rib chiqamiz. Generatorli stansiyalar. Ular dastgohning eng murakkab elementlaridan bo'lib sinxron mashinalarni modellaSh uchun xizmat qiladi. Dastgohning har bir blokida statik va dinamik holatlarda ishlovchi 4 ta avtomatik generatorli stansiyalar bor «Elektr tarmoqlari va sistemalari» kursida zlektromexanikaning o'tish jarayonlariga taalluqli bo'lgan savollar qurilmaganligi uchun avtomatik generatorli stansiya faqat statik holatda qo'llaniladi, ya'ni bizning holatda hisoblash modeli elektr sistemasining statik modelidir. Bunda elektr sistemasining turg'un xolat analiz qilinadi, quvvat oqimlarining taqsimlanishi va elektr tarmog'idagi kuchlanishlar darajasi aniqlanadi.

Bu holatda generatorli stansiya sinxron generatorni almashtirish sxemasi bo'yicha modellaydi; o'tkinchi reaktiv qarshiligidan X_d va undan keyingi o'tkinchi elektr yurituvchi kuchi (e.yu.k) E_d . Agar generatorli stansiya cheksiz quvvatli sistema bo'lsa, unda quyidagilar o'rnatiladi (10-rasmga qara): « $X_q - X_d$ », « Kz », « R_d », « R_n » potensiometrilar nol holatlarda, X_d va T J qutilarda «0» o'rnatiladi.

U_g kuchlanishni, R_g va Q_g quvvatlarni sozlash « E_d » potensiometri va «Faza E_d » selsini bilan amalga oshiriladi.

Liniya elementlari, ketma-ket ulangan uchta aktiv va uchta reaktiv qarshiliklardan va qarshilikning kerakli qiymatini o'rnatish uchun xizmat qiladigan Shtekkerli kontaktorlardan taShkil topgan (11-rasm).

Aktiv qarshilikning eng katta qiymati reaktiv qarshilikning eng katta qiymatini 60 foizini taShkil qiladi.

Liniya elementini ulash uchun Shtekkerli qutining har qaysi ustuniga Shtekkerni qo'yish kerak. Agar biror ustunda Shtekker bo'lmasa, unda bu liniya o'chirilgan bo'ladi.

Sig'imli elementlar, tegishli kontaktorlari bor batareyali kondensatorlardan taShkil topgan. Har qaysi sig'imli element bir-biriga bog'lik bo'lmagan uchta batareyadan iborat (11-rasm). Batareyaga kiruvchi sig'imlarning mikrofaradada o'lchanadigan qiymatlari sig'imli elementning old panelida ko'rsatilgan.

P-ko'rinishdagi almashtirish sxemasiga ko'ra sig'imlar bir uchi bilan kommutatsiya panelidagi Shinalarga to'g'ri ulangan. Kerakli sig'imni qo'yish uchun, paneldagi liniya qarshiliklariga Shunt va chap tomoniga joylashgan Shtekkerli qutilarning ikki qatorli uyalariga Shtekkerni qo'yish lozim. Har kaysi qator, P ko'rinishdagi almashtirish sxemasining bir ko'ndalang Shaxobchasiga to'g'ri keladi. Panelda, sig'imlar qiymati mikrofaradada, aktiv va induktiv qarshiliklar Om da o'rnatilgan (11-rasm).

YUklamali elementlar. Elektr sistemasi iste'molchilarShging iShlaSh holatini ko'rsatiSh uchun yuklamali elementlar iShlatiladi. Ular uch dekadali sozlovchisi bor parallel ulangan 2 ta aktiv va induktiv qarShiliklar qutisidan taShkil topgan. QarShiliklar qutisida uShlab turiladigan nominal kuchlaniSh, quvvatning masShtab koeffitsienti $m_s = 1$ bo'lganda - 25 V ga, $m_s = 0,2$ bo'lganda esa - 11,2 V ga teng (12-rasm).

Maxsus « AVT » va « RUCH » qayta ulagichlar, yuklamali elementi avtomatik holatdan qo'l bilan iShlaSh holatiga o'tkaziSh imkoniyatini beradi, quvvatni o'zgartiriSh esa knopkali « BOL » va « MEN » qayta ulagichlari yordamida amalga oShiriladi (12-rasm).

Transformatorli elementlar. Har qaysi transformatorli element quyidagilardan taShkil topgan:

1. Modellanuvchi transformatorning transformatsiyalaSh koeffitsientini o'zgartira oladigan otpaykali (Shaxobchali) avtotransformatoridan:

2. Modellanuvchi transformatorning kerakli qarShiligini ifodalaydigai 3 ta induktiv qarShiliklardan:

3. 6 ta tik qator uyali, old tomonida kontakti bor paneldan.

Kerakli reaktiv qarShilik o'ng tomondagi 3 ta tik qatorlarning tegiShli uyalariga Shtekkerlar qo'yiSh bilan o'rnatiladi.

Har qaysi dastgohda reaktiv qarShiliklarni 0,1 dan 99,9 Om gacha va 1 dan 999 Om gacha o'zgartira oladigan transformatorli elementlar bor. Bu hisoblaSh sxemalarida katta va kichik quvvatli transformatorlarni modellaSh imkoniyatini beradi, qarShiliklarni teriSh uchun iShlatiladigan qurilma yuq, chunki transformatorlarning aktiv qarShiligi reaktiv qarShiligidan ancha kichik.

Ularning mikdori induktiv qarShilik chulg'amlarining aktiv qarShiliklari bilan birga taqlid qilinadi va har doim hisoblaSh sxemasiga kiradi

Transformatorli elementlar kuch transformatorlarining G-Shaklidagi almaShtiriSh sxemasini aks ettiradi.

Ikki va uch cho'lg'amli transformatorlarni modellaSh uchun transformatorli elementlarning ikki xil turi mavjud.

Uch cho'lg'amli transformatorlar panelidagi "S" harfining tagida qo'Shimcha kontaktlar qatori bor. V va N harflar hamma transformatorli elementlarda bor.

TransformatsiyalaSh koeffitsientini rostlaSh, chapdagi 3 ta (yoki 2 ta) tik joylaShgan qatorlarning tegiShli uyalariga qo'yiladigan Shtekkerlar yordamida amalga oShiriladi.

Har qaysi uyaniig qarShisiga transformatsiyalaSh koeffitsientining tegiShli o'zgariShi foizda (%) ko'rsatilgan. V va S cho'lg'ramlar uchun transformatsiyalaSh koeffitsientining o'zgariShini belgilaSh umumiydir. Tik qatorlardagi har qaysi 3 ta Shtekkerni "0" holatga o'rnatish, transformatsiyalaSh koeffitsientini birga tengligiga to'g'ri keladi.

V va S tik qatorlarning boShqa uyalariga Shtekkerlarni o'rnatish bilan transformatsiyalaSh koeffitsientini $\pm 5\%$ oralig'ida erkin o'zgartiriShni hosil qiliSh mumkin (agar N qatoridagi Shtekker nolli uyada turgan bo'lsa). SozlaSh

oralig'ini keyingi oShiriliShi, N qatoridagi Shtekkerlarning ulaniSh joyini o'zgartiriSh asosida bajariliShi mumkin. TransformatsiyalaSh koeffitsientini eng yuqori oShiriliShi ($\pm 15\%$ ga). N qatoridagi Shtekkerni -10% ga. V yoki S qatordagini esa $- + 5\%$ ga o'rnatish bilan amalga oShiriladi.

TransformatsiyalaSh koeffitsientini eng ko'p kamayiShi (-15% ga), N qatordagi Shtekkerni $- + 10\%$ xolatga, "V" qatordagi Shtekkerni -5% xolatga qo'yishga to'g'ri keladi.

Transformatsiya elementni ulaSh uchun, \perp bilan belgilangan N qatorning chapdagi pastki uyasiga albatta Shtekker qo'yilgan bo'liShi kerak. Transformatorli elementlarning ikkala panelida ham 2 ta transformatorli elementlar oralig'iga joylaShgan vertikal uylar qatori bor. Bu uylarga elektr uzatiSh liniyalarning (EUL) bo'ylama kompensatsiyalaShni imitatsiya qiliSh uchun iShlatiladigan sig'imli element qutisining Shaxobchalari chiqarilgan.

Liniya qarShiliklari va ulaSh panellari.

Liniya qarShiliklari paneli dastgohning vertikal qismiga joylaShgan. Bu panelga liniya elementlarining uylari chiqarilgan, lekki ular kommutatsiya panelining tegiShli Shinalari bilan to'g'ri ulanmagan (15-rasm). Dastgohning gorizontaal qismida liniya elementlari paneli yonida kommutatsiya paneli joylaShgan (16-rasm) bo'lib, unda tekShirilayotgan elektr sistemasining hisoblaSh sxemasi yig'iladi. Kommutatsiya paneliga generatorli stansiya, yuklamali, transformatorli va sig'imli elementlarning bir tomoni ulovchi Shnurlar Shinasi bilan to'g'ri bog'langan uylari chiqarilgan.

Bundan taShqari, kommutatsiya panelida sxemalarni yig'ish uchun iShlatiladigan Shtekkerli ulovchi Shnurlar joylaShgan. Sxemalarni yig'ayotganda qulay bo'liShi uchun, to'rtta ulovchi Shnurlar bir-biri bilan bog'langan va ular tegiShli tartibda Shinalar Shaklidagi kommutatsiya panelining pnevmatik sxemasida tasvirlangan elektr tugunni xosil qiladi.

O'lchov sxemasi. Har qaysi stendda hisoblaSh sxemalaridagi tok, kuchlaniSh va quvvatlarni o'lchaSh uchun xizmat qiladigan katta aniqlikdagi bir komplekt elektrodinamik o'lchov asboblari bor. Bu komplekt 4 ta asbobdan iborat: voltmetr, ampermetr, aktiv va reaktiv quvvat vattmetrlari.

Asboblarning xususiy iste'moli bilan bog'liq bo'lgan xatoligini kamaytiriSh uchun ular o'lchov chegarasini o'zgartiriSh mumkin bo'lgan maxsus elektron kuchaytirgichlar bilan ta'minlangan. Asboblar komplekti tok va kuchlaniSh buyicha 6 ta chegaraga ega (17-rasm).

O'lchaydigan uyaga Shtekker qo'yib asboblar komplekti yordamida hisoblaSh sxemasida kuchlaniSh, tok, aktiv va reaktiv quvvatlarni o'lchaSh mumkin.

O'zgaruvchan tok statik modelida iShlaShga oid metodik ko'rsatmalar.

O'zgaruvchan tok statik modelida iShlayotganda modellaSh koeffitsientlarini, ya'ni orginal va modeldagi sistema va holat parametrlarini

bog'lovchi koeffitsientlarni tanlash katga ahamiyatga ega. Bu jarayon hisoblash sxemasini dastgohda yig'ishdan oldin amalga oshiriladi.

Bunda, o'lchov aniqligini oshirish uchun mashtablarni shunday tanlash kerakki, dastgohda yig'ilgan hisoblash sxemasidagi toklar mumkin kadar katta bo'lgani ma'qul, lekin bu qiymat dastgoh elementlari uchun ruxsat etilgan eng katta qiymatdan oshmasligi kerak.

Mashtab koeffitsientlari m yoki qisqacha mashtab deb, original parametrni model parametritga nisbati tushuniladi. Shunday qilib, kuchlanish mashtabi m_U , qarshilik mashtabi m_Z , tok mashtabi m_I va quvvat mashtabi m_S lar quyidagicha aniqlanadi:

$$m_U = \frac{U_{\text{л.опз}}}{U_{\phi.\text{мод}}} ; \quad m_I = \frac{Z_{\text{опз}}}{Z_{\text{мод}}} ; \quad m_Z = \frac{I_{\text{опз}}}{I_{\text{мод}}} ; \quad m_S = \frac{S_{\text{опз}}}{S_{\text{мод}}}$$

Bunda, tekshirilayotgan 3 fazali sxemalar modelda bir fazali qilib tasvirlangani uchun, kuchlanish mashtabi ifodasida originalning fazalararo kuchlanishi $U_{1\text{org}}$ va modelning fazali kuchlanishi $U_{f\text{mod}}$ qatnashadi. Quvvat mashtabi ham shunga o'xshab, 3 fazali original quvvatni modelning bir fazasidagi quvvatga (S_{mod}) nisbati bilan aniqlanadi. Yuqorida keltirilgan 4 ta mashtab koeffitsientlarining faqat 2 tasi mustaqil bo'lib, ular ixtiyoriy ravishda tanlanishi mumkin. Tok mashtabi sxemaning tekshirilayotgan holatlarida bo'lishi mumkin bo'lgan eng katta tokni modelda ruxsat etilgan eng katga tokka nisbati tarzida aniqlanadi. Kuchlanish mashtabi ham shunga o'xshab, original va modelning mumkin bo'lgan eng katga qiymatlarini hisobga olib tanlanishi lozim.

Dastgohning eng katta ruxsat etilgan toki 100 mA, kuchlanishi esa-250 V ni ta'skil qiladi. Tok va kuchlanish mashtablari tanlangandan so'ng, qolganlari quyidagicha aniqlanadi:

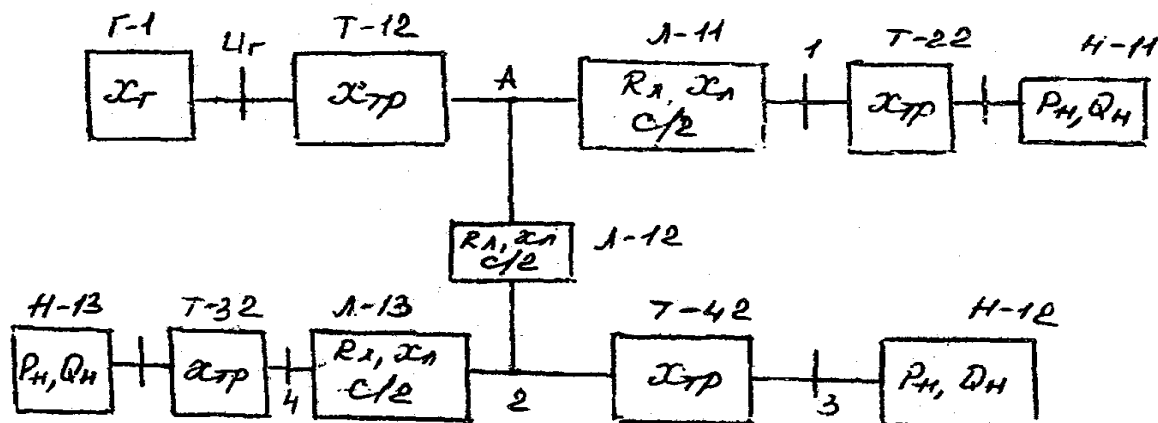
$$m_Z = \frac{Z_{\text{опз}}}{Z_{\text{мод}}} = \frac{U_{\text{л.опз}} I_{\text{мод}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{опз}} U_{\phi.\text{мод}}} = \frac{m_U}{\sqrt{3} m_I}$$

$$m_S = \frac{S_{\text{опз}}}{S_{\text{мод}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л.опз}} I_{\text{опз}}}{I_{\phi.\text{мод}} U_{\phi.\text{мод}}} = \sqrt{3} m_U \cdot m_I = \frac{m_U^2}{m_Z}$$

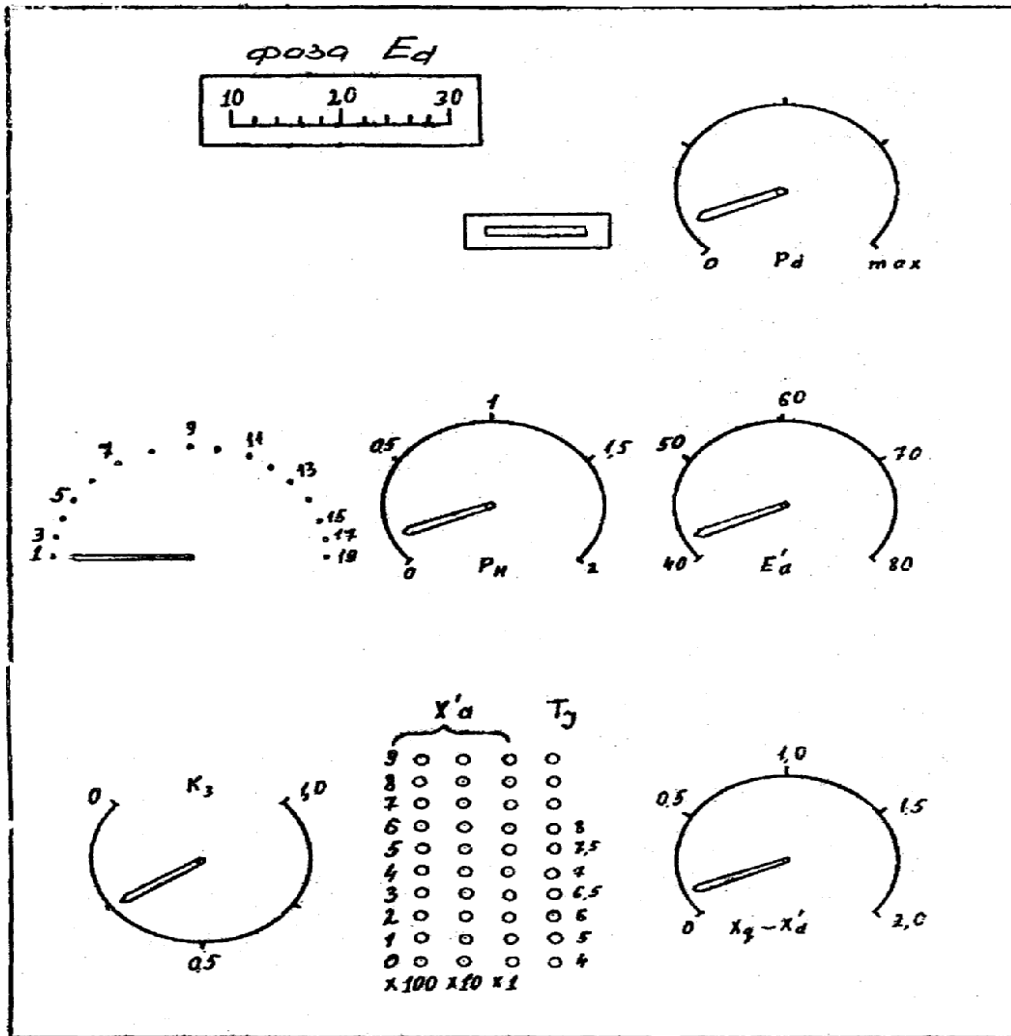
Bunda, qarshilik va quvvat mashtablari shunday olinishi kerakki, hisoblash sxemasining tegishli parametrlari model imkoniyatidan oshmasligi kerak, ya'ni qarshiliklarni model elementlarida yig'ish imkoni bo'lsin, quvvat esa o'lchov asboblarning o'lchov chegarasidan oshmasin

Hisoblash sxemasini tuzish va o'lchashni amalga oshirish ishini bo'shlashdan avval sistemaning o'rganilayotgan alma'shtiruv sxemasiga asosan hisoblash sxemasi tuziladi. Uning tuzilishi alma'shtiruv sxemasiga o'xshash, lekin elementlarni odat bo'lib qolgan shartli belgilari o'rniga sistema parametrlarining (qarshiliklar, sig'img'lar va bo'shqalar) model kattaligidagi qiymatlarini va tanlangan elementlarning tartibini yozish imkonini beradigan, etarli kattalikdagi to'rt burchaklar yoki kvadratlar tasvirlanadi. Shunga o'xshab, hisoblash sxemasini yig'ayotganda, kommutatsiya panelida tanlangan tugunlarga

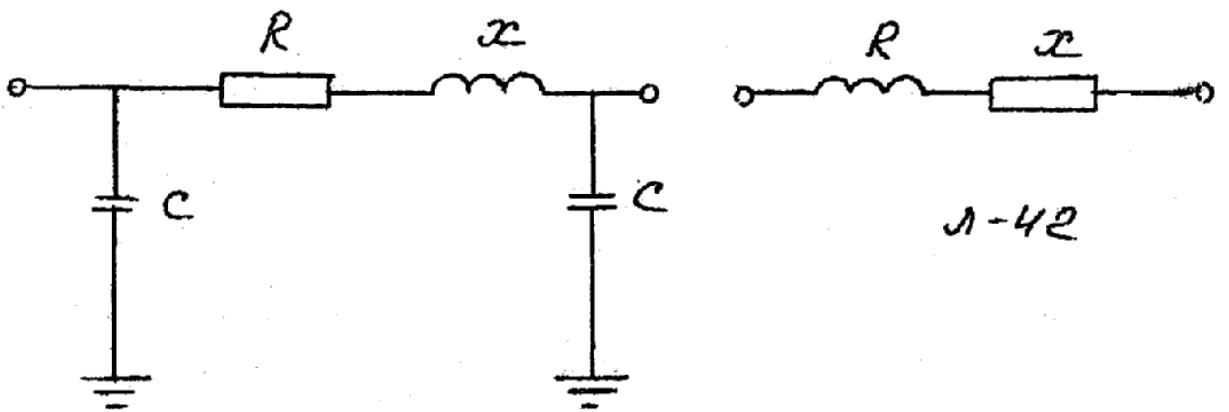
asosan, uning hamma tugunlari belgilanadi. Bundan taShqari, iSh boShlaShdan avval topShirikdan ma'lum bo'lgan va iSh paytida o'rnatilgan holat parametrlari hisoblaSh sxemasiga kiritiladi. Asboblari komplekti yordamida o'lchaShni boShlaShdan oldin, asboblarni iShdan chiqarmaslik uchun, tok va kuchlaniSh bo'yicha eng katta o'lchov oralig'ini o'rnatish lozim. 18-rasmda, hisoblaSh sxemasining namunasi tasvirlangan.



18- rasmi



10-РАСМ



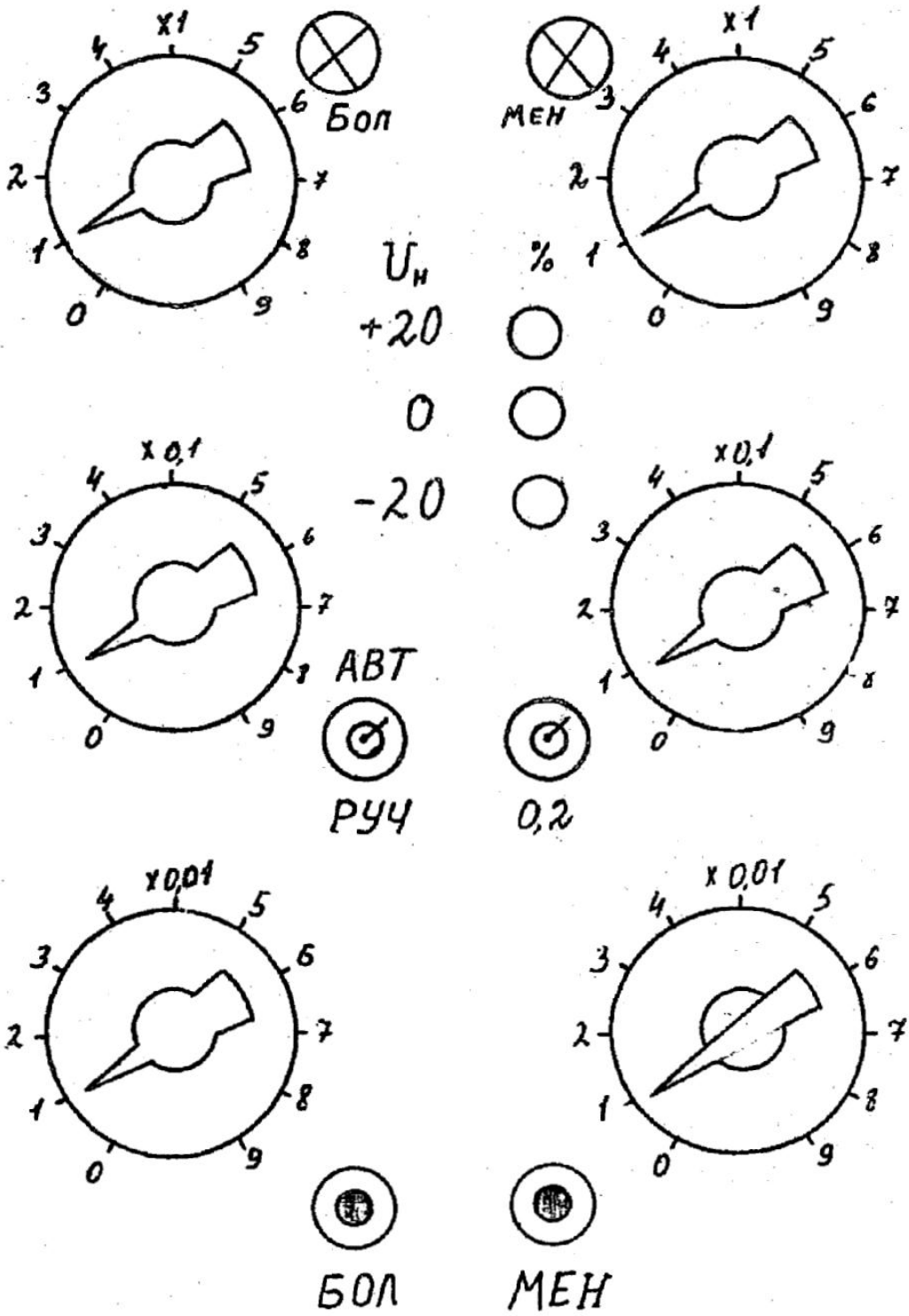
A-41

A-42

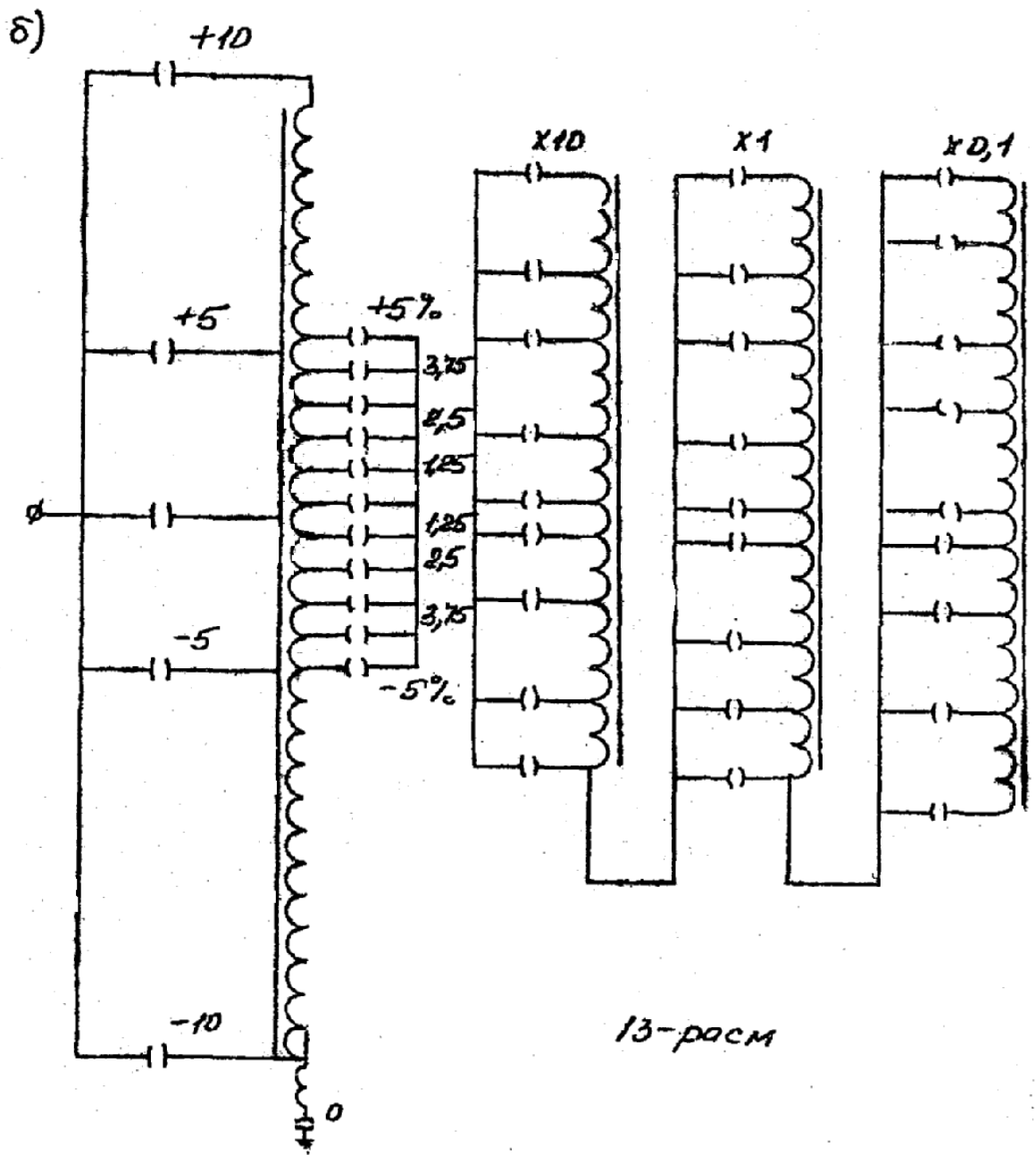
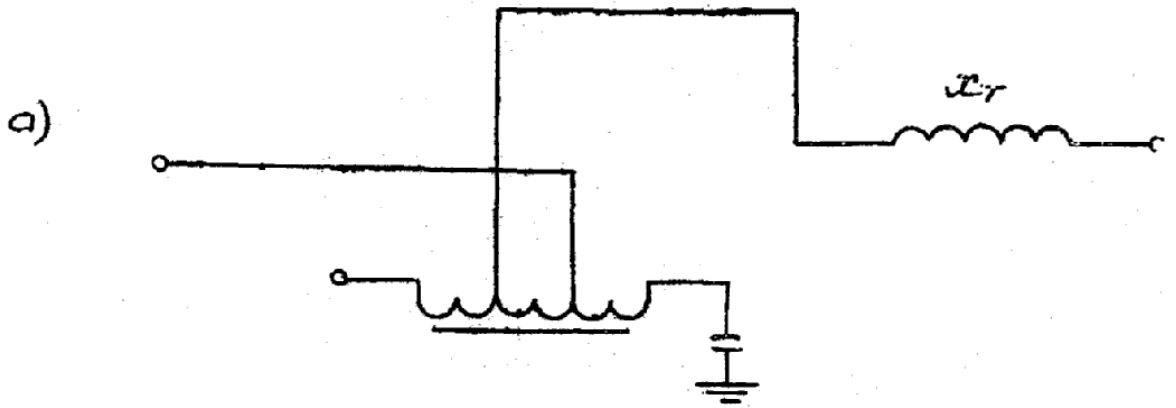
	x10	x1	x0,1	x10	x1	x0,1		x10	x1	x0,1	x10	x1	x0,1
1	○	○	○	9	○	○	1	○	○	○	9	○	○
0,5	○	○	○	8	○	○	0,5	○	○	○	8	○	○
0,2	○	○	○	7	○	○	0,2	○	○	○	7	○	○
0,2	○	○	○	6	○	○	0,2	○	○	○	6	○	○
0,10	○	○	○	5	○	○	0,1	○	○	○	5	○	○
0,05	○	○	○	4	○	○	0,05	○	○	○	4	○	○
0,02	○	○	○	3	○	○	0,02	○	○	○	3	○	○
0,02	○	○	○	2	○	○	0,02	○	○	○	2	○	○
0,01	○	○	○	1	○	○	0,01	○	○	○	1	○	○
0,005	○	○	○	0	○	○	0,005	○	○	○	0	○	○
	C	R	11-41 x				CR	11-42 x					

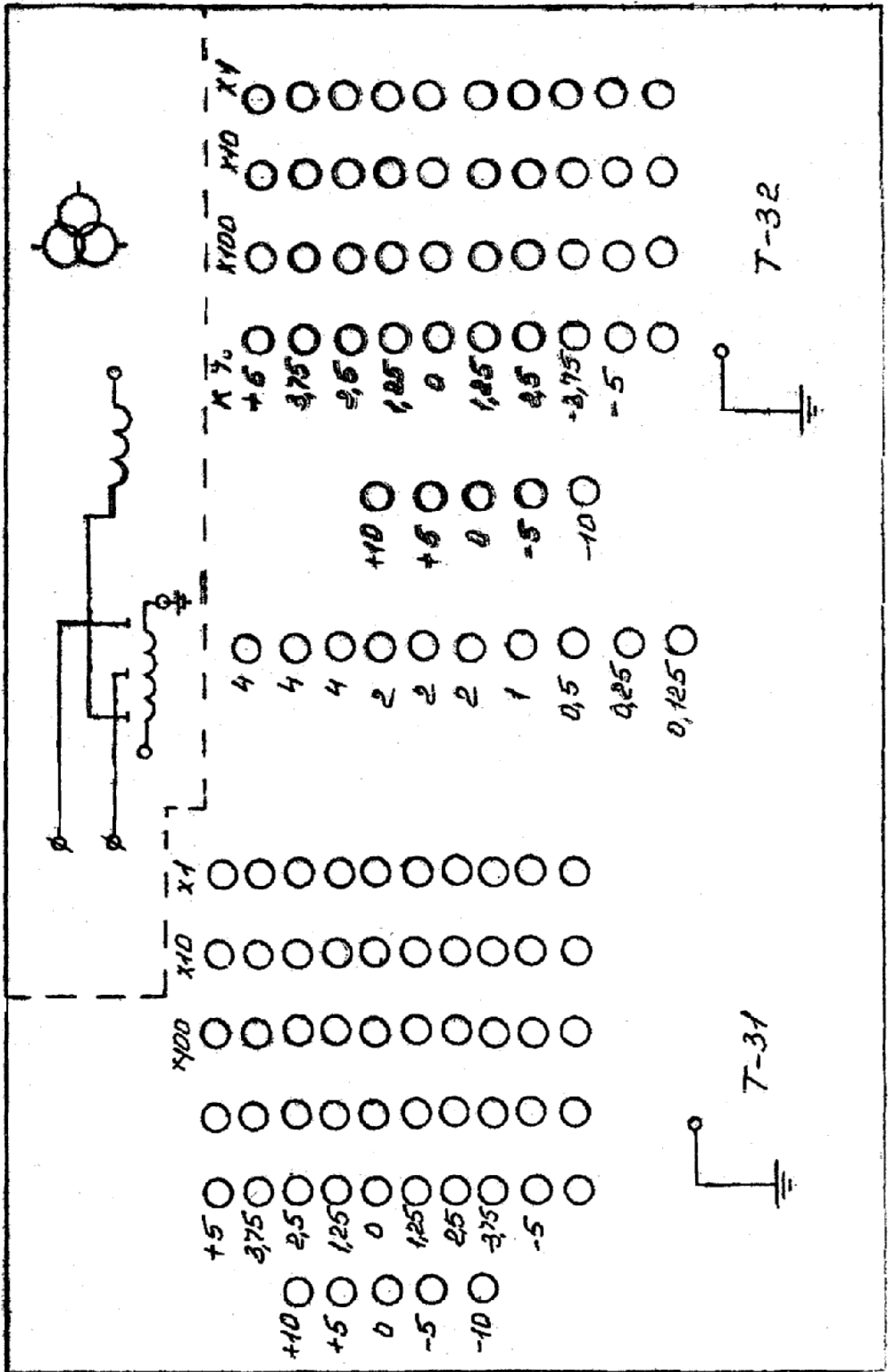
И-РАЕМ

H-11

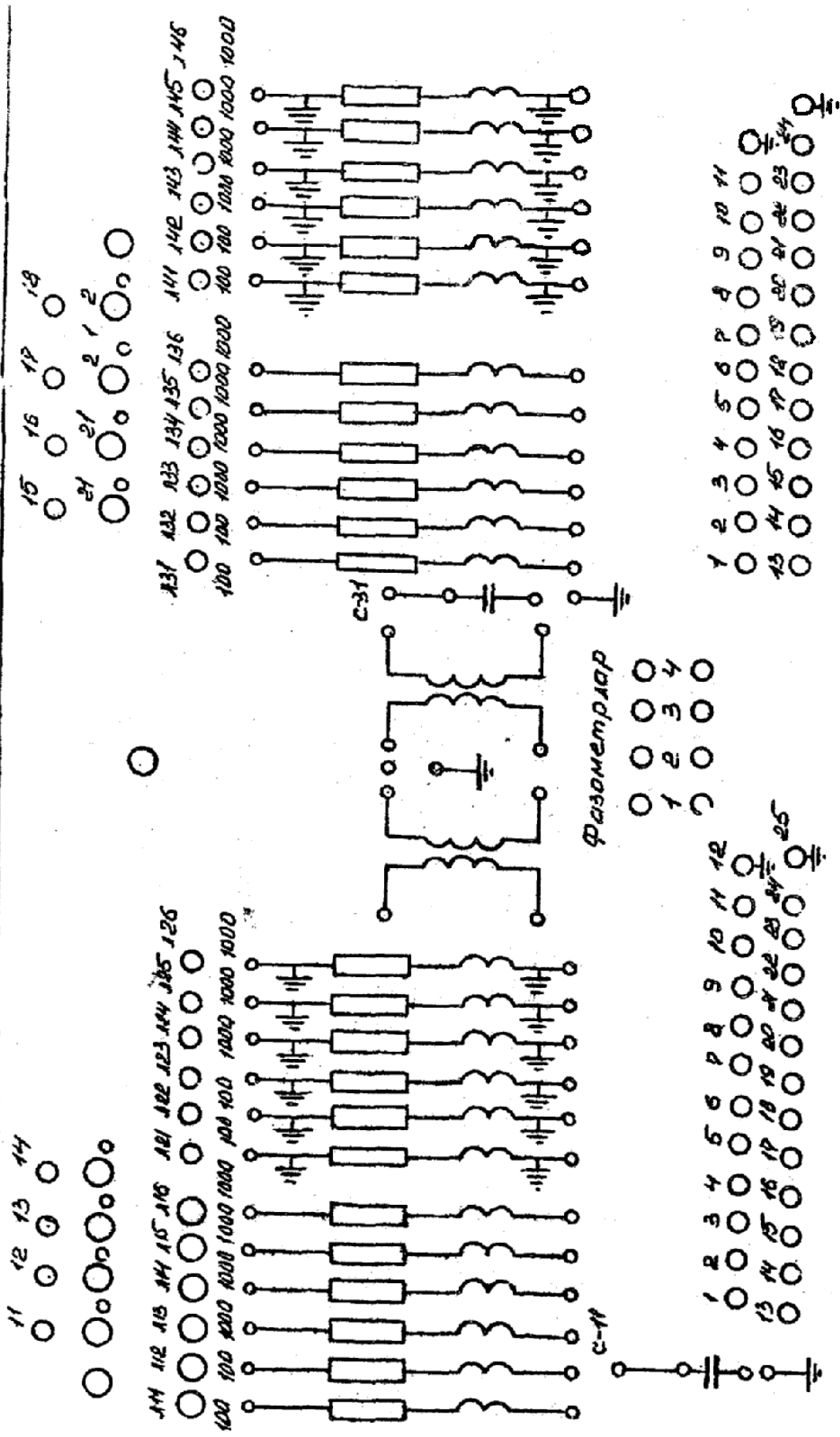


12-расм

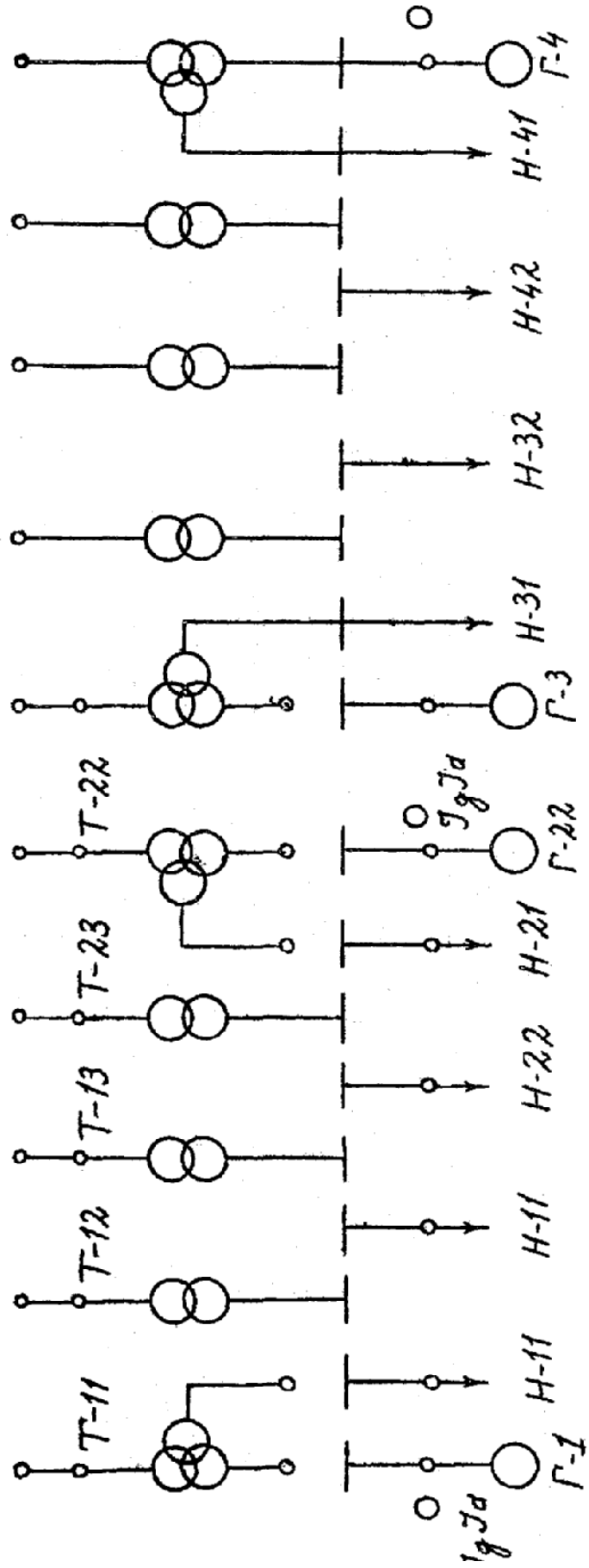
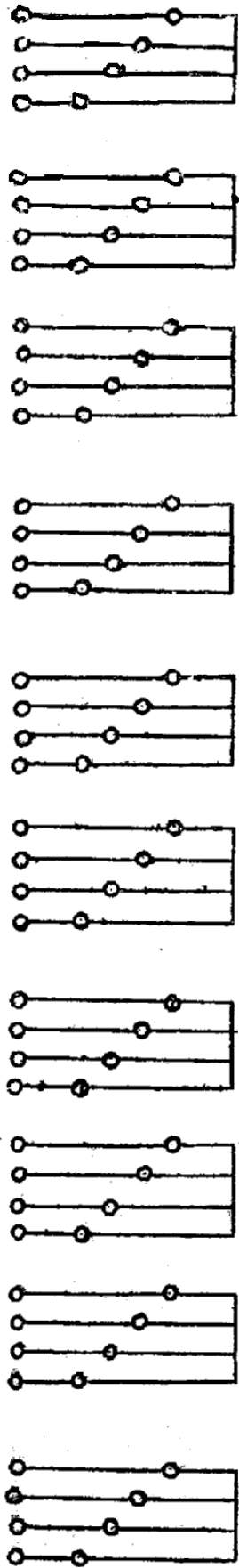




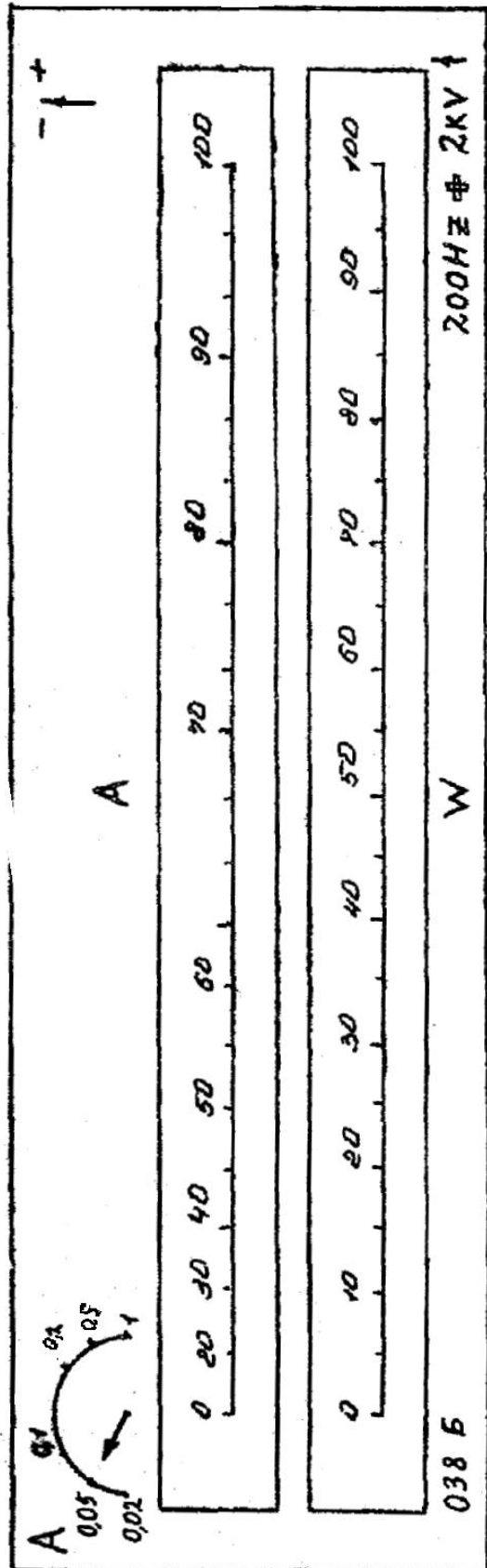
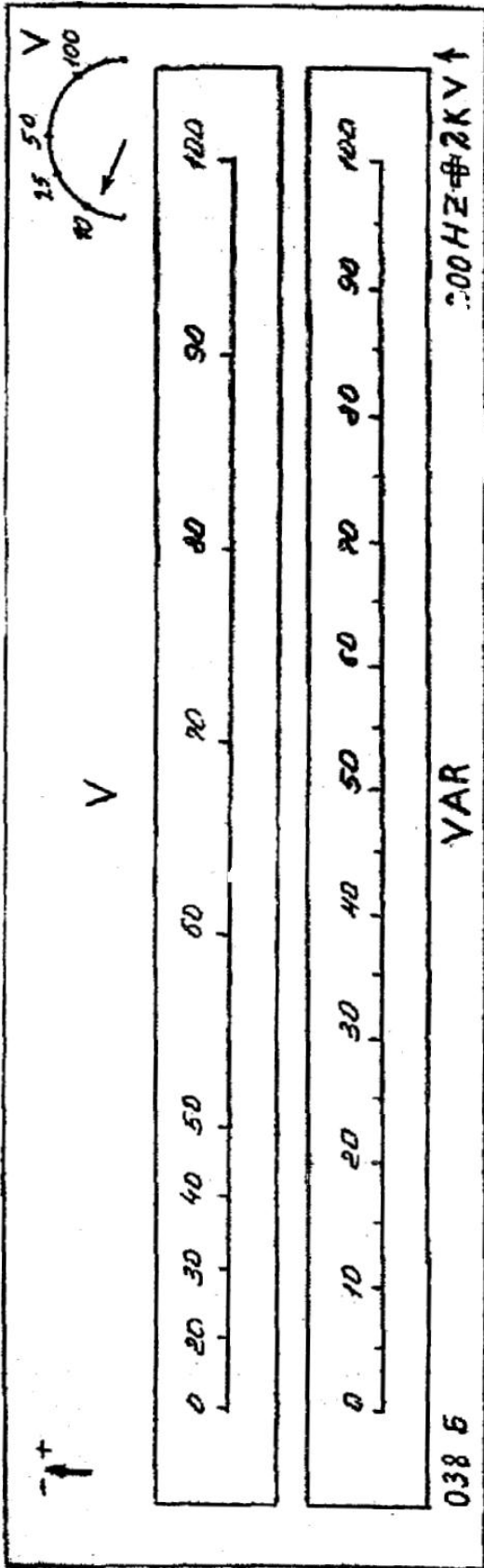
14-bit PCM



15-ррсм



16-рост



17-POCM

3-TAJRIBA ISHI

MAVZU

ELEKTR SISTEMASINING TURG'UN ISH XOLATINI O'ZGARUVCHAN TOK MODELIDA HISOBLASH.

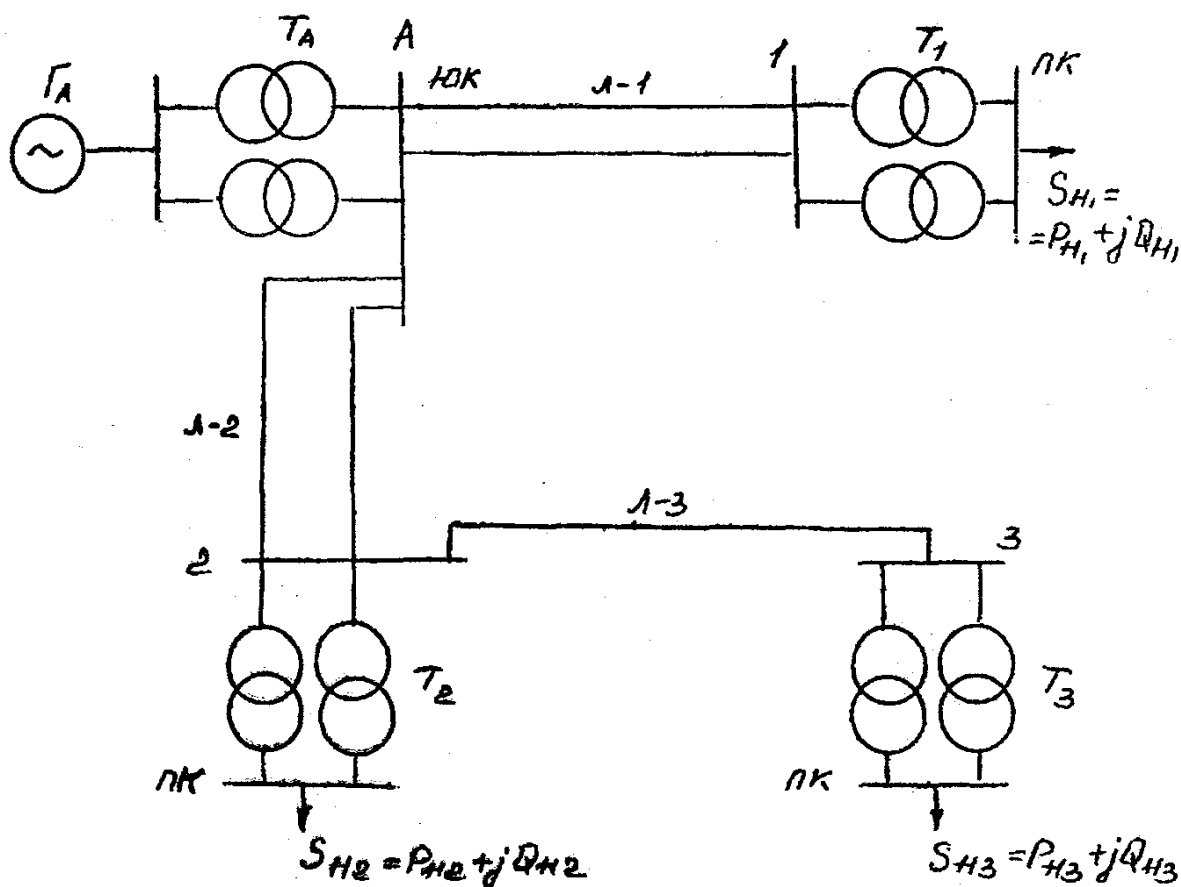
ISHning maqsadi va mazmuni.

Ushbu ishning maqsadi bntta elektr energiya manbai generator va uchta yuklama tugunlari 110 (220) kV li elektr uzatish liniyalari (EUL) bilan o'zaro bog'langan elektr sistemasining turg'un holat parametrlarini aniqlashdan iboratdir (19-rasm)

Tajriba ishini bajarish o'zgaruvchan tok hisoblash modelida olib boriladi.

Elektr energiya ishlab chiqaruvchi tugun A, 19-sxemada ekvivalent G generator va T transformator sifatida shartli ifodalangan. 1,2 va 3 yuklamali tugunlar rayon miqyosidagi ikki transformatorli pasaytiruvchi podstansiyaning shinalaridan iborat, yuklamalarning qiymati podstansiyaning past kuchlanish (PK) tomonida berilgan.

L-1,L-2 liniyalar ikki tizimli, liniya L-3 esa bir tizimli bo'lib, ularning hammasi po'lat-alyumin simlaridan tayyorlangan.



Nazariy tuShuncha.

Elektr tarmog‘i elementlarini 9liniya.transformator va boShqalar) miqdoriy ifodalaSh uchun ularning quyidagi parametrlar: tok, kuchlaniSh.to‘la yoki alohida aktiv va reaktiv quvvatlar qiymati bilan aniqlanadigan turgun holatida ko‘riladi.

Turg‘un holatni hisoblaShdan maqsad uning parametrlarini ko‘rsatgachlari ruxsat etilgandekligini aniqlaSh (kuchlaniSh qiymatlari, masalan izolyasiyaning iShlaSh Sharoiti bo‘yicha; tok qiymatlari-simlarni qiziSh Sharti bo‘iicha va xokazo) hamda tarmoq elementlarini tejimli iShlaShini ta‘minlaShdan iborat.

Tarmoqning har xil. nuqtalaridagi quvvat (tok) va kuchlaniShlarning qiymatlarini aniqlaSh, elektr tarmog‘i elementiniig boShi va oxiridagi quvvatlarni aniqlaShdan boShlanadi.Bunda, yuklamaning quvvati va element karShiliklarida isrof bo‘lgan quvvat, hamda uning o‘tkazuvchanligini ta‘siri, o‘tkazuvchanlikda isrof bo‘lgan quvvatni yuklama qabul qiladigan quvvatga qo‘Shib hisobga olinadi.

Aktiv va reaktiv quvvatlarni simlar orqali uzatiSh va transformatorlar orqali kuchlaniShni o‘zgartiriSh, bu quvvatlarni EUL larida va transformatorlarda qisman isrofi bilan bog‘liqdir.

EUL uchastkasidagi simlarning aktiv qarShiligaga bog‘lik: aktiv quvvat isrofi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\Delta P_a = \left(\frac{S}{U} \right)^2 R_a \cdot 10^{-3} ; [\text{kVt}]$$

bu erda: S - EUL uchastkasi boShi yoki oxiridagi to‘la quvvat, kVA

U - EUL uchastkasi boShi yoki oxiridagi kuchlaniSh, kV

R₁ - liniyaning aktiv qarShiligi, Om.

EUL uchastkasida reaktiv quvvat isrofi simlarning induktiv qarShiligiga bog‘lik va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta Q_a = \left(\frac{S}{U} \right)^2 X_a \cdot 10^{-3} ; [\text{kVAr}]$$

bu erda: X₁ - liniyaning induktiv qarShiligi, Om

Sig‘imli o‘tkazuvchanlik generatsiya qilayotSh zaryadli quvvat $Q_c = U^2 \cdot B$ liniya uchastkasidagi reaktiv quvvatni va Shu bilan undagi quvvat

isrofini kamaytiradi. 0,5 Q_c zaryadli quvvat ta‘sirida yuklamaning reaktiv quvvati kamayadi va uchastka oxiridagi quvvat quyidagini taShkil qiladi.

$S'' = P_n + jQ_n$ Uchastka boShidagi quvvat $S' = S'' + \Delta P + j\Delta Q + 0.5 jQ_c$, uning oxiridagi quvvatdan liniya simlarida isrof bo‘lgan quvvat bilan farq qiladi.

Parallel iShlovchi n ta ikki chulg‘amli transformatoridagi quvvat isrofi quyidaga formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta P_{mp} = \frac{\Delta P_{K2}}{n} \left(\frac{S}{S_{nom}} \right)^2 + n \Delta P_{cio}$$

$$\Delta Q_{mp} = \frac{U_{\kappa}}{100 n} \cdot \frac{S^2}{S_{\text{НОМ}}} + n \Delta Q_{\text{сיו}}$$

bu erda: S - transformator yuklamasi, kVA;

$S_{\text{НОМ}}$ - transformatorning nominal quvvati, kVA;

ΔR_x - qisqa tutaShiShdagi aktiv quvvat isrof, kVt;

U - qisqa tutaShiSh kuchlaniShi, %

$\Delta P_{\text{сיו}}$, $\Delta Q_{\text{сיו}}$ - salt yuriSh holatidagi aktiv va reaktiv quvvatlar isrofi (kVt, va kVAr)

Elektr energiya tarmoq orqali uzatilayotganda, uning elementlarida quvvat isrofidan taShqari, tarmoqning iShlaSh holatini miqdoriy ifodalovchi ko'rsatkich hisoblangan kuchlaniShni pasayiShi ham bo'ladi.

Liniya boShidagi (U_1) va oxiridagi (U_2) kuchlaniShlar bir biri bilan quyidagi munosabat orqali bog'langan:

$$U_1 = \sqrt{\left(U_2 + \frac{P_2 R_x + Q_2 X_x}{U_2} \right)^2 + \left(\frac{P_2 X_x - Q_2 R_x}{U_2} \right)^2}$$

$$U_2 = \sqrt{\left(U_1 + \frac{P_1 R_x + Q_1 X_x}{U_1} \right)^2 + \left(\frac{P_1 X_x - Q_1 R_x}{U_1} \right)^2}$$

bu erda: P_1, Q_1, P_2, Q_2 - ko'rilayotgan liniya uchastkasi boShi va oxiriga tegiShli bo'lgan quvvatlar.

TayyorlaniSh topShirig'i

1. UShbu qo'llanma yordamida o'zgaruvchan tok hisoblaSh stolining bayoni va unda iShlaSh uslubi bilan taniShing.hamda tavsiya etilgan adabiyotni o'rganing.

2. Liniya uchun P- Shaklidagi, transformator uchun G- Shaklidagi almaShtiruv sxemalarini qo'llab, o'rganilayotgan elektr tarmog'ining almaShtiruv sxemasini tuzing.

3. Liniya va transformatorning berilgan parametrlari yordamida elektr tarmog'i almaShtiruv sxemasining parametrlarini yagona kuchlaniSh (110 yoki 200 kV) pog'onasiga keltirib hisoblang. Bunda, transformator va liniyalarning aktiv o'tkazuvchanligi hisobga olinmasligi mumkin.

4. ModellaSh masShtablarini tanlang va ular orqali almaShtiruv sxemasining parametrlarini qayta hisoblang.

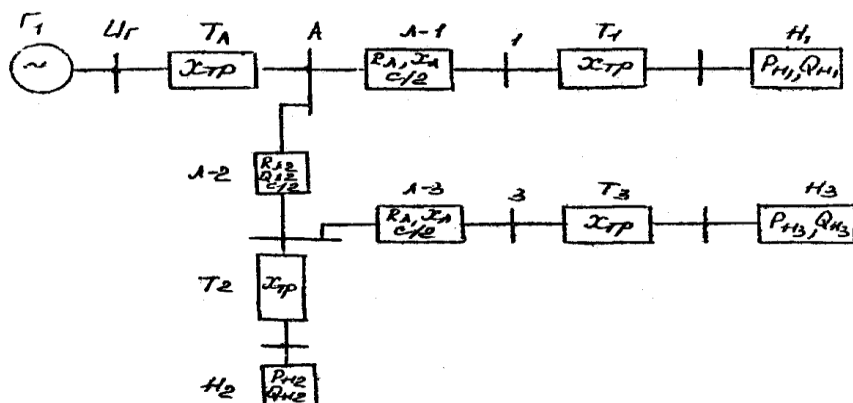
5. Modelda iShlaSh uchun, 20-rasmda ko'rsatilgan sxemaga o'xShab hisoblaSh sxemasini tuzing va unda, 4-bandda hisoblangan parametrlarning qiymatlarini ko'rsating. Bunda liniya uchun sig'ami bor liniya elementlari qo'llaniladi.

6. O'lchov natijalarini yoziSh uchun, 3.1 va 3.2 jadvallarga o'xShab jadvallar tayyorlang.

7. MasShtab orqali orginal qiymatga o'tkazilgan holat parametrlarining qiymatini yoziSh uchun strelkali almaShtiruv sxemali rasmini tayyorlang. Bunda

strelkalar tarmoq uchlarida okayotgan quvvat oqimini va 1,2,3 tugunlardagi yuklamalarni ko'rsatadi.

8. Tekshiruv savollariga javob bering.



3.1-jadval

Tarmoq elementlari	P'_{i-j}, mVt	P''_{i-j}, Vt	$\Delta P_{i-j}, \text{mVt}$	Q'_{i-j}, mVAr	Q''_{i-j}, mVAr	$\Delta Q_{i-j}, \text{VAr}$
G-A						
A-1						
A-2						
2-3						
1-N1						
2-N2						
3-N3						

3.2-jadval

Tugun nuqtalari (i)	G	A	1	2	3	N1	N2	N3
U								

Qisqacha uslubiy tuShuncha.

1 Liniya parametrlarining qiymati quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

$$R_n = \frac{r_0 \cdot l}{n_3} ; \quad X_n = \frac{x_0 \cdot l}{n_3} ; \quad \frac{B}{2} = \frac{b_0 \cdot l \cdot n_3}{2}$$

bu erda: r_0, x_0 - I km uzunlikdagi liniyaning aktiv va induktiv qarshiliklari (ma'lumotnomadan olinadi)

b_0 - I km uzunlikdagi liniyaning sig'im o'tkazuvchanligi;

n - tizimlar soni.

Transformatorlarning yuqori kuchlanish tomoniga keltirilgan parametrlari quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$R_{mp} = \frac{\Delta P_{km} \cdot U_{yok}^2}{n \cdot S_{nom}^2} ; \quad X_{mp} = \frac{U_k \cdot U_{yok}^2}{n \cdot 100 \cdot S_{nom}}$$

bu erda: $U_{\text{юк}}^2$ - transformatorning yuqori kuchlaniSh tomonidagi kuch-Shi;
 n - transformatorlar soni

3. Liniyaning zaryadli quvvati hisoblaSh modelida sig'imi bor liniya elementlari bilan ifodalanadi. Liniya sig'imining qiymati model masShtabida uShbu formula orqali hisoblanadi:

$$C = \frac{Q_c (BAp \cdot \text{mod})}{U_n^2 \cdot 10 \cdot \omega} \cdot 10^6 [\text{M}\Phi]$$

bu erda: $Q_c (BAp \cdot \text{mod})$ - liniyaning zaryadli quvvat (model masShtabida);

U_n - tarmoqning nominal kuchlaniShi (model masShtabida)

ω - burchakli chastota ($f = 196$ Gs - modeldagi chastota) $\omega = 2\pi f$

3. Quyidagi masShtab koeffitsientlarini qo'llaSh tavsiya etiladi:

$$U_n = 110 \text{ kV bo'lganda } m_U = 2 \frac{\kappa Bopz}{B_{\text{mod}}} ; m_Z = \frac{1 O_{\text{mopz}}}{1 O_{\text{Mmod}}} ;$$

$$m_S = \frac{m_U^2}{m_Z} = 4 \frac{MBAopz}{BA_{\text{mod}}} ;$$

$$U_n = 220 \text{ kV bo'lganda: } m_U = 4 \frac{\kappa Bopz}{B_{\text{mod}}} ; m_S = 16 \frac{MBAopz}{BA_{\text{mod}}} ;$$

$$m_Z = \frac{1 O_{\text{mopz}}}{1 O_{\text{Mmod}}} ;$$

Elektr tarmog'i elementlarida isrof bo'lgan aktiv quvvatning yig'indisi sxemadagi har bir tarmoqlarning uchlarida o'lchangan quvvatlar orqali aniqlanadi. Yig'indini ta'minlaSh manbai tarmoqqa berayotgan umumiy aktiv quvvatga bo'liSh kerak.

Sxemani yig'ayotganda va quvvatlarni o'lchayotganda qulay bo'liShi uchun modelda sxemaning tugunli nuqtalari yig'iladigan Shinalarning tartib nomerlari hisoblaSh sxemasida ko'rsatiladi.

IShni bajariSh tartibi.

1. Ko'rilayotgan sistemaning almaShtiruv sxemasini hisoblaSh stolda yig'ing va elementlarning kerakli parametrlarini o'rnatish. Bunda elektr energiya manbasini modellayotgan generator stansiyasining qarShiligi nolga teng qilib o'rnatiladi. Bu generator Shinasida o'zgarmas kuchlaniSh bo'liShini ta'minlaydi.

2. Turg'un holatni o'rnatish ketma-ket yaqinlaShish usulida amalga oshiriladi. Generator stansiyasining Shinasida berilgan kuchlaniShda qo'yib, yuklama elementlarida berilgan quvvatlarning qiymati o'rnatiladi. Birinchi yaqinlaShishda hosil bo'lgan holatdan so'ng, yuklamali elementlar berilgan quvvatlarni olishiga va generator stansiyasining Shinasida o'zgarmas kuchlaniSh bo'liShiga erishiSh uchun, turg'un holatga ikkinchi yaqinlaShish boShlanadi.

Turg'un holat o'rnatilgandan so'ng sxemaning ko'rsatkich qo'yilgan nuqtalarida (21-rasm) quvvat va kuchlaniShlar o'lchanadi va ular, 3.1 va 3.2 -

jadvalarning tegiShli ustunlariga yoziladi. Bunda, sxemaning tugunli nuqtalarida aktiv va reaktiv quvvatlarning muvozanatda bo'lishiga e'tibor beriladi.

Holat parametrlarining o'lchangan qiymatini orginal qiymatga o'tkazing va bu qiymatlarni tayyorlangan jadvalning tegiShli ustuniga va almaShtiruv sxemasiga yozib qo'ying.

Liniya va transformatorlarda isrof bo'lgan aktiv va reaktiv quvvatlar isrofini hisoblang va 3-jadvalning tegiShli ustuniga yozing.

Elektr tarmog'ida isrof bo'lgan aktiv quvvatning yig'indisini va uni tarmoq orqali uzilayotgan quvvatning qancha qismini taShkil qiliShini hisoblang.

Bajarilgan iSh buyicha hisobot yozing.

Ish natijalarini rasmiylaShtiriSh.

Modeldagi turg'un holat parametrlari masShtab koefitsientlari orqali orginalga o'tkaziladi va olingan ma'lumotlar turg'un holat sxemasiga modellaShtiriSh jarayoniga bir nechta o'zgariShlar bilan (21- rasm) qo'yiladi.

Zaryadli quvvat model masShtabida orginalga quyidagi ifoda yordamida o'tkaziladi:

$$Q_{c(opz)} = \frac{C_{(mod)} \cdot U_{xax(mod)} \cdot \omega}{10^6} \cdot m_s, \text{ [mVAr]}$$

bu erda: S_{mod} - modelda yig'iladigan sig'imning qiymati, mVAr.

Ish hisobotida quyidagilar ko'rsatiladi:

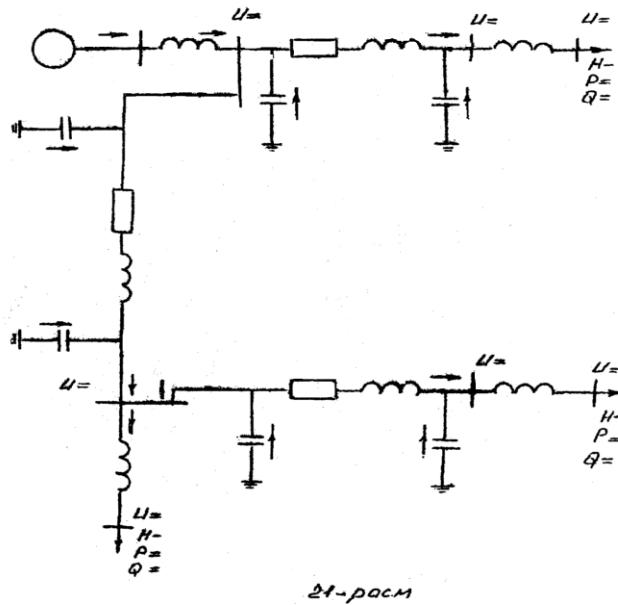
-o'rnatilayotgan elektr tarmog'ining sxemasi va parametrlari;

-elektr tarmog'ining modelda yig'iladigan almaShtiruv sxemasida liniyali, transformatorli va yuklamali elementlarning tartibi hamda elementlarning modelda o'rnatilgan qarShiliklarining qiymati ko'rsatiladi;

-modelda o'lchangan va orginalga o'tkazilgan quvvat va kuchlaniShlarning qiymati; ular elektr tarmog'ining sxemasiga yozilgan yoki jadval tarzida keltirilgan bo'lishi kerak;

-liniya va transformatorlardagi quvvat isrofining qiymati hamda elektr tarmog'i orqali uzatilgan quvvatga nisbatan isrof bo'lgan quvvatning yig'indisini kiymati;

-iSh natijalarining tahlili va xulosalari.



NAZORAT SAVOLLARI

1. O'zgaruvchan tok hisoblash stoli qanday tuzilgan va qanday elementlardan taShkil topgan?
2. O'zgaruvchan tok modelida ishlayotgan masShtab koefitsientlariqanday tanlanadi?
3. Agar modelning ish chastotasi 50 Gs dan farq qilsa, X va S parametrlarning qiymati qanday aniqlanadi?
4. O'rganilayotgan elektr tarmog'ining turg'un holati qanday o'rganiladi?
5. Elektr tarmog'ining liniya va transformatorlarida kuchlanish yo'qotilishi va quvvat qanday aniqlanadi?

3.3 - jadval

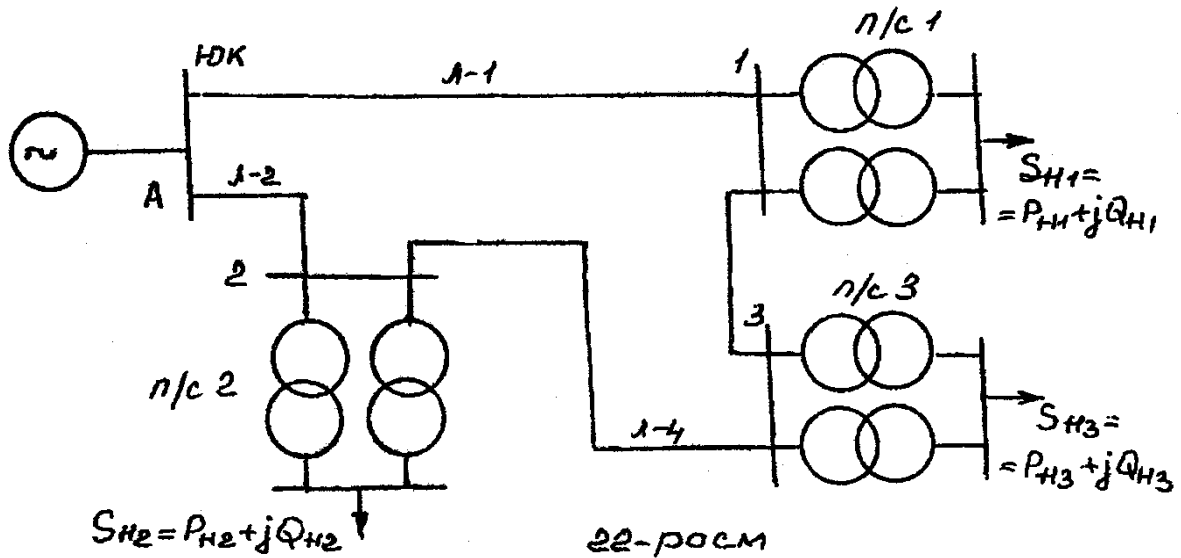
U_{nom} kV	Transformatorlarning nominal quvvati, MVA				YUklamalar, MVA			Liniyaning uzunligi(km) kesim yuzasi (mm ²)			
	S_{nomT1}	S_{nomT2}	S_{nomT3}	$S_{N1} / \cos\varphi_1$	$S_{N2} / \cos\varphi_2$	$S_{N3} / \cos\varphi_3$	F_1 / I_1	F_2 / I_2	F_3 / I_3	F_4 / I_4	
110	2x40	2x16	2x10	2x10	15/0.9	10/0.8	10/0.95	150/25	240/15	120/25	
	2x40	2x10	2x16	2x10	10/0.95	15/0.8	10/0.8	120/20	240/25	120/30	
	2x32	2x10	2x10	2x10	10/0.8	10/0.0.8	10/0.9	120/30	150/15	120/25	
	2x32	2x16	2x10	2x6.3	15/0.95	10/0.9	5/0.8	150/25	120/25	95/30	
	2x40	2x10	2x25	2x6.3	10/0.85	20/0.8	5/0.9	120/15	240/30	240/35	
220	2x125	2x32	2x63	2x32	40/0.85	55/0.9	40/0.85	300/50	400/30	240/50	
	2x100	2x32	2x32	2x32	30/0.9	40/0.95	25/0.85	240/45	400/40	240/45	
	2x125	2x63	2x32	2x32	60/0.9	35/0.85	40/0.9	300/60	300/35	240/60	
	2x160	2x63	2x80	2x32	60/0.85	75/0.9	35/0.95	500/35	500/50	240/55	
	2x160	2x80	2x63	2x32	70/0.9	75/0.85	30/0.85	400/30	400/45	240/40	

ISHning maqsadi va mazmuni

ISHning maqsadi rayon tipidagi bitta (xalqasimon variantda) va ikkita (ikki tomonlama ta'minlanadigan liniya) elektr energiya ishlab chiqaruvchi (generator) elementlaridan taShkil topgan berk elektr tarmog'ining turg'un holatini tahlil qiliShdan iborat. (22-rasm)

Ko'rilayotgan elektr tarmog'i elektr energiya ishlab chiqaruvchi elementlardan taShqari 3 ta yuklamalar elementini (podstansiyalar) va 4ta elektr uzatish liniyalarini (110 yoki 220 kV li) o'xichiga oladi.

Elektr enaergiya ishlab chiqaruvchi tugun (A) elektr stansiyalarining yuqori kuchlaniSh (YUK) Shinasi sifatida ifodalangan.



Xalqasimon elektr tarmog'ining va 2 manbalik liniyaning turg'un normal holati $\dot{U}_{r1} = \dot{U}_{u2}$ va $\dot{U}_{r1} \neq \dot{U}_{u2}$ bo'lganda o'rganiliShi lozim.

Podstansiya yuklamalarining quvvat koeffitsientlari hamma holatda o'zgarmas deb olinadi ($\text{Cos}\varphi \neq 1$).

Nazariy qism

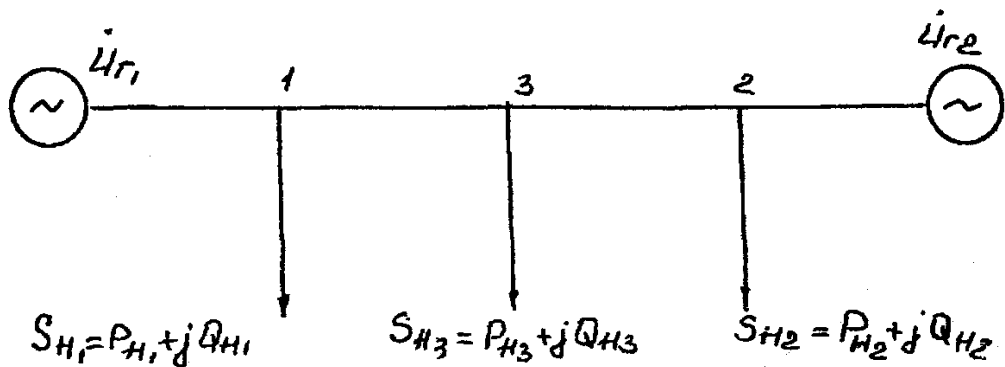
Berk elektr tarmoqlari deb hamma iste'molchilari kamida ikki manbadan elektr energiya oluvchi tarmoqlarga aytiladi.

Bir manbalik berk tarmoqlar uzluksiz ta'minotni faqat elektr tarmog'ining ayrim qismlarida (uchastkalarida) avariya bo'lganda ta'minlaydi, agar avariya manbada bo'lsa ta'minlanmaydi.

Berk elektr tarmoqlarining ayrim uchastkalaridagi (qism) quvvatlar taqsimlanishini ENA (elektrotexnikani nazariy asoslari) kursidan ma'lum bo'lgan maxsus hisoblash usullari yordamida topish mumkin.

Agar bir kontuli sodda sxema bo'lsa quyidagi usul qo'llaniladi;

Xalqali tarmoq xayolan generator bo'yicha bo'linadi va ikki tomonlama ta'minlanadigan liniya hosil bo'ladi. Bunda ikkala manbada (A va B) ham kuchlanishlar bir xil bo'ladi. (23-rasm)



23-РАСМ

Bir manbadan kelayotgan quvvat topilsa, Kirxgofning 1-konuni yordamida hamma uchastkalardagi quvvatlar topiladi.

Ikki tomonlama ta'minlanadigan liniyalarda, 1,2,3 iste'molchilar elektr energiyani L, R va U larga bog'liq xolda, A yoki V punktlardan olishlari mumkin, lekin yuklamalar quvvatlarining yig'indisi ta'minlovchi punktlardan chiquvchi quvvatlar yig'indisiga teng bo'lishi kerak.

3-nci nuqtadagi iste'molchi normal holatda ikki tomondan ta'minlanadi: iste'molchi ikki tomondan elektr energiya bilan ta'minlanuvchi nuqta, tokning bo'linish nuqtasi deb ataladi va sxemada ∇ belgisi bilan belgilanadi.

Aktiv va reaktiv quvvatlar (toklar)ning bulinish nuqtalari umumiy holda ustma-ust tuShmasligi mumkin.

Berk tarmoklarni hisoblash, ochiq tarmoqlarni hisoblashdan, asosan tok bo'linish nuqtalarini topish bilan farq qiladi, so'ngra esa ular, ochiq tarmoqlar uchun qurilgan usullar bilan hisoblanadi.

Ikki tomonlama ta'minlanadigan liniyalarda, manba punktlaridan chiquvchi quvvatlar (toklar), L, P va U larga bog'liq holda quyidagicha aniqlanadi:

$$\dot{S}_{r1} = \frac{\dot{U}_{r1} - \dot{U}_{u2}}{Z_{AB}} U_H + \frac{\sum \dot{S} \cdot Z'}{Z_{AB}} \quad (1)$$

$$\dot{S}_{r2} = \frac{\dot{U}_{r1} - \dot{U}_{u2}}{Z_{AB}} U_H + \frac{\sum \dot{S} \cdot Z}{Z_{AB}} \quad (2)$$

bu erda: Z' - yuklama tuguni bilan qarshi tomondagi manba (V) orasidagi tarmoq qismlari yig'indisi (masalan, I-yuklama tuguni uchun-1-2- va 3-V qismlar qarshiliklarining yig'indisi);

Z - yuklama tuguni bilan A manba orasidagi qismlari qarshiliklarining yig'indisi;

Z_{AB} - ikki tomonlamam ta'minlanadigan umumiy qarshiligi.

Agar, ta'minlovchi punktlarning kuchlanishlari bir-biriga teng bo'lsa, ya'ni $\dot{U}_{r1} = \dot{U}_{r2}$, unda (1) va (2) ifodalar quyidagicha bo'ladi.

$$\dot{S}_{r1} = \sum \dot{S} \cdot Z' / Z_{AB} ; \quad \dot{S}_{r2} = \sum \dot{S} \cdot Z / Z_{AB} \quad (3)$$

Tajriba iShini bajariSh uchun vazifa.

Kursatilgan har qaysi holatlar (Berk tarmoq va ikki tomonlama ta'minlanadigan liniyalar) uchun quyidagilar aniqlaniShi kerak;

- 1.1 Tarmoqdagi xar bir liniyaning boShi (R', Q') va oxiri (R'', Q'') dagi aktiv va reaktiv quvvatlarning qiymati;
- 1.2 Tarmoq liniyalaridagi aktiv va reaktiv quvvatlar isrofining qiymati;
- 1.3 1,2,3 podstansiyalarning YU,K Shiiasidagi kuchlaniShlar kiymatining moduli.

Aniqlangan parametrlarning natijasiga ko'ra, elektr tarmog'ining iShlaSh holatiga bog'liq bo'lgan quyidagilarning o'zgariShi tahlil qilinadi:

- kuchlaniShlar ;
- tarmoq liniyalari va transformatorlardagi aktiv va reaktiv quvvatlar isrofining yig'indisi.

TayyorlaniSh uchun vazifa

- 2.1. Tajriba iShining bayonini va tavsiiya etilgan adabiyotni o'rganing.
- 2.2. Liniya uchun P-ko'riniShvdagi almaShtiruv sxemasini qo'llab elektr tarmog'ining almaShtiruv sxemasini tuzing. Bunda, transformatorning aktiv qarShiligi va o'tkazuvchanligi hisobga olinmasligi mumkin.
- 2.3. TopShiriqda berilgan liniyalarining r_0, x_0 qiymatlarini qo'llab (4.2-jadval) liniyalarning almaShtiruv sxemasidagi parametrlarni aniqlang.
- 2.4. 1,2 va 3 podstansiyalarning YUK tomoniga keltirilgan yuklamalariiii aniqlang.
- 2.5. KuchlaniSh, qarShilik va quvvat bo'yicha modellaSh masShtablarini aniqlang.
- 2.6. 2.3-2.5 bandlar natijalari orqali va tanlangan modellaSh masShtablariga asosan, model elementlarining parametrlarini, hamda normal xolat uchun 1,2,3 tugunlardagi yuklamalarning qiymatini aniqlang.
- 2.7. Modelda teriSh uchun almaShtiruv sxemasini (27,25- rasmlar) tuzing va unda 2.6 - badda aniqlangan parametrlarning qiymatinn ko'rsating. Bunda elektr tarmog'i liniyalarini ko'rsatiSh uchun sig'imi bor liniya elementlari qo'llaniliShiga e'tibor bering.
- 2.8. Xar qaysi o'rganilayotgan normal holat uchun, olingan tajriba natijalari va ularning masShtab koeffitsienti orqali orginalga o'tkazilgan, qiymatlarni yoziSh uchun jadval tayyorlang.
- 2.9. MasShtab orqali original qiymatga o'tkazilgan har qaysi o'rganilgan holat parametrlarining qiymatlari (quvvatlar, tugundagi kuchlaniShlarning moduli) hamda hamma bo'ylama tarmoq uchlaridagi quvvat oqimlarini va 1,2,3 tugunlardagi yuklamani ko'rsatiSh uchun strekalisi yo'naltirilgan almaShtiruv sxemasini tuzing

IShni bajariSh tartibi

3.1 Tayyorlangan almaShtiruv sxemasiga (24 va 25-rasmlar) asosan iShni bajariSh uchun modelda kerakli elementlarni tanlang va sxemada ularning tartib nomerini yozib qo'ying. N1,N2,N3 elementlar uchun iste'mol qiliniyotgan quvatni noavtamatik usulda o'zgartirmasdan uShlab turuvchi yuklamali elementlarni qo'llang.

3.2 Kamutasiya (yig'ma) panelida Shinalarni tanlang va almaShtiruv sxemasida ularning tartib nomerini ko'rsating.

3.3 Tarmoqning normal iShlaSh holatini o'rganiSh uchun xalqasimon sxemasini stendda yig'ing.

3.4 2.6 banda aniqlangan aktiv induktiv qarShiliklar va sig'implarning qiymatlarini EUL 1 –EUL 4 larga o'rning. N1-N3 yuklamali elementlarda aktiv va reaktiv quvvatlarning qiymatlarini qo'ying.

3.5 Modelida yig'ilgan sxemaning to'g'riligi o'qituvchi tomonidan tekShirilgandan so'ng,generator kuchlaniShini o'zgartirmasdan, yuklama elementlaridagi quvvatlarni o'rning.

3.6 4.1 jadvalda ko'rsatilgan holat parametrlarini o'lchang va berilgan holatda ularni jadval qatoriga yozing.

3.7 TaminlaSh manbasidan xalqasimon tarmoqni bo'ling va 2tomonlama ta'minlanadigan liniya sxemasini hosil qiling. $\dot{U}_{r1} = \dot{U}_{r2}$ va $\dot{U}_{r1} \neq \dot{U}_{r2}$ bo'lgan holat uchun quvvatni o'lchang va ularni 4.1-jadvalning grafasiga yozing. $\dot{U}_{r1} = \dot{U}_{r2}$ bo'lganda, A va B manbadan chiqayotgan quvvatlar (25-rasm) 3.6 bandda hisoblangan xalqasimon variantdagi L-1 va L-2 dagi quvvatlarga teng bo'liShi kerak (jadval 4.1 ga qarang). Agarda bunday tenglik bo'lmasa , unda potensiometr «E» va selsin «faza E» (rasm) yordamida Shunday tenglikni o'rnatish mumkin.

3.8 Hamma o'rnatilgan holatlar uchun o'lchangan holat parametrlarining qiymatlarini original kattaligiga (qiymatiga) qaytadan hisoblang va bu qayta hisoblangan qiymatlarni tayyorlangan jadvallarga yozib almaShtiruv sxemasida ularni ko'rsating.

3.10 Bajarilgan iSh bo'yicha hisobot tuzing.

Uslubiy ko'rsatma

4.1 Elektr uzatiSh liniyasining (EUL) P-Shaklidagi almatiruv sxemasi parametrlariuni taqsimlanganligini hisobga olmagan holda aniqlanadi, ya'ni

$$R_n = r_0 \cdot l \quad X_n = x_0 \cdot l \quad B_n = b_0 \cdot l$$

4.2 MasShtab koeffitsientlari quyidagicha olinadi:

$$U_n = 110 \text{ kV} \text{ bo'lganda} \quad m_U = 2 \frac{\kappa Bopz}{B_{mod}} \quad ; \quad m_Z = \frac{1O_{mopz}}{1O_{Mmod}} \quad ;$$

$$m_S = \frac{m_U^2}{m_Z} = 4 \frac{MBAopz}{BA_{mod}} \quad ;$$

$$U_n = 220 \text{ kV} \text{ bo'lganda:} \quad m_U = 4 \frac{\kappa Bopz}{B_{mod}} \quad ; \quad m_S = 16 \frac{MBAopz}{BA_{mod}} \quad ;$$

$$m_z = \frac{1O_{Mopz}}{1O_{MMod}} ;$$

Ta'minlovchi manbalardagi kuchlanishlar bir biridan farq qilsa muvozanatlovchi quvvat uShbu ifoda bilan aniqlanadi: $(U_{r1} - U_{r2}) \cdot U_n / Z_{as}$ va uning qiymati modelda o'lgangan qiymat bilan solishtiriladi.

4.4 Tarmoq. liniyalarida isrof bolgan quvvatning yig'indisi sxema tarmoq.larning har bir uchlarida o'lgangan quvvatlarning qiymatlari bilan aniqlanadi va tarmoqqa taminlanayotgan manba berayotgan umumiy aktiv quvvatga nisbatan olish kerak

Natijalar tahlili

Tajriba natijalariga asoslanib quidagi savollar bo'yicha xulosa chiqarish lozim.

Ta'minlovchi manba kuchlanishlarining farqi quydagilarga qanday ta'sir qiladi:

-tarmoq. liniyalarida isrof bo'lgan hajmi aktiv quvvat yig'indisining qiymatiga;

-1,2,3 tugunlardagi kuchlanishlar qiymatiga;

-tarmoq.da isrof bo'lgan va generatsiya qilinayotgan reaktiv quvvatlar nisbatiga.

Nazorat savolari

ISHning nazariy qismi bo'yicha

1. 110,220 kV li tarmoq. uchastkalarida kuchlanish pasayishi vektorining bo'ylamasiga va ko'ndalangiga tarkibiy (qismlari) o'zaro qanday nisbatda bo'ladi?

2. Ikki chulg'amli transformator podstansiyasining «keltirilgan» va «xisoblangan» yuklamalari tuShunchalari bir biridan nima bilan farq. qiladi?

3. Bir nominal kuchlanishli tarmoq.larda isrof bo'lgan xamma va generatsiya qilinadigan (Qsl) reaktiv quvvatlar nisbati qanday o'zgaradi?

-ta'minlanadigan manbalarda kuchlanishlar o'zgarganda.

-podstansiyaning PK Shinasidagi yuklamalar eng katta qiymatdan eng kichik qiymatiga o'zgarganda.

Stendning ishi bo'yicha

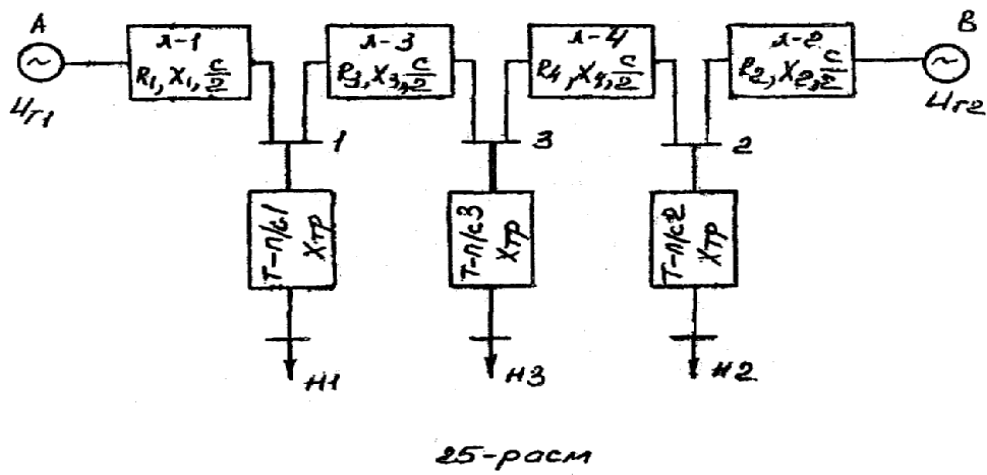
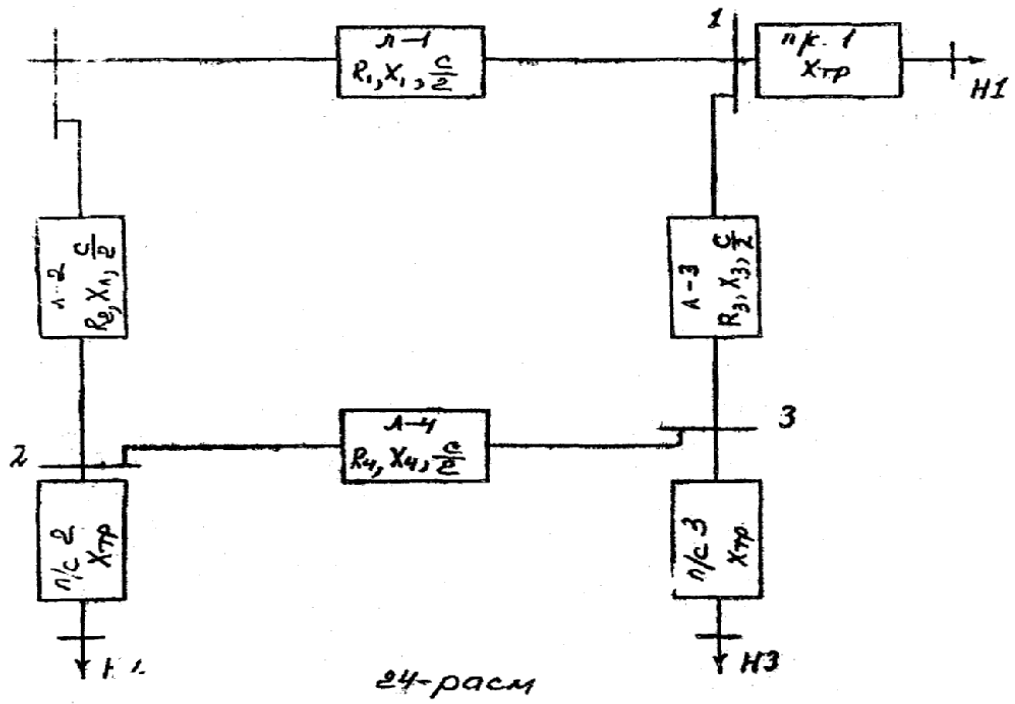
1. UShbu ishda modellaSh koeffitsientlari qaysi nuqtai nazardan tanlanadi?

2. N1,N2,N3 yuklama elementlarining parametirlarini o'rnatish jarayoni qanday ketma-ketlikda amalga oShiriladi?

3. Taminlovchi kuchlanishlarida farq. bo'lsa muvozanatlovchi quvvat qanday aniqlanadi?

4.2-jadval

U _{nom} kV	Transformatorning nominal quvvati, MVA			YUklamalar, MVA			Liniyaning uzunligi (km) va kesim yuzasi (mm ²)			
	S _{nomT1}	S _{nomT2}	S _{nomT3}	S _{N1} /cosφ ₁	S _{N2} /cosφ ₂	S _{N3} /cosφ ₃	F ₁ / l ₁	F ₂ / l ₂	F ₃ / l ₃	F ₄ / l ₄
110	2x25	2x16	2x16	30/0.8	20/0.8	15/0.9	150/35	150/35	95/25	95/30
	2x40	2x25	2x10	50/0.75	95/0.9	15/0.95	240/40	150/35	120/30	95/25
	2x40	2x32	2x16	35/0.85	40/0.9	20/0.8	240/50	150/40	120/25	120/20
	2x32	2x25	2x25	40/0.8	30/0.95	35/0.9	150/45	240/25	120/30	95/20
	2x25	2x32	2x10	35/0.75	45/0.9	15/0.95	150/40	150/30	120/35	95/25
	2x80	2x63	2x32	90/0.9	75/0.75	40/0.8	500/60	300/35	240/50	300/40
	2x63	2x80	2x25	8/0.8	95/0.85	35/0.9	300/80	400/70	300/45	240/45
	2x80	2x32	2x32	95/0.95	45/0.9	40/0.8	400/75	300/65	240/60	300/50
	2x63	2x32	2x25	70/0.75	35/0.6	30/0.95	300/70	400/60	240/55	240/45
	2x80	2x63	2x63	90/0.9	75/0.75	70/0.95	500/65	300/60	240/40	240/55



5-TAJRIBA ISHI

MAVZU

110; 220 kV LI RAYON ELEKTR TARMOQLARIDA KUCHLANISHNI VA REAKTIV QUUVVAT BALANSINI ROSTLASH.

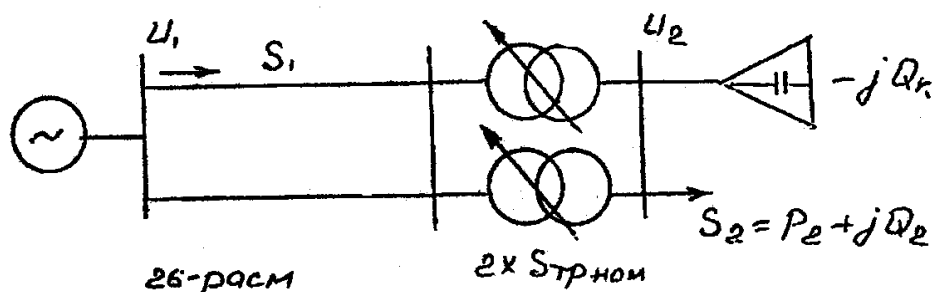
ISHNING MAQSADI

ISHNING MAQSADI 110-220 kV li radial tarmoqda turg'un xolat parametrlarini aniqlashdan, transformatorlarning transformatsiyalaSh koeffitsientini rostlashga va reaktiv quvvatni kompensatsiyalaShga asoslangan xolda podstansiya shinalaridagi kuchlanishning darajasini tekshirishdan iborat.

NAZARIY TUSHUNCHA

Elektr uskunalari kerakli darajadagi kuchlanish bilan ta'minlash, iste'molchilarni elektr bilan ta'minlashdagi qo'yiladigan asosiy talablardan biridir. EUIK ning talablariga asosan iste'molchilarda kuchlanishni nominaldan og'ishi 5% atrofida ruxsat etiladi.

Elektr sistemasi tarmoqlarida reaktiv quvvatni tenglashtirish va kuchlanishni rostlash vazifalari, hodisalarini fizik xususiyati bo'yicha va vazifalarni echiSh uchun qo'llaniladigan texnik vositalar bo'yicha xam bir-biriga bog'liqdir. Reaktiv quvvatni liniya bo'yicha uzatish odatda foydali emas, chunki u qo'shimcha aktiv va reaktiv quvvatlarning isrofi bilan bog'liqdir.



Zamonaviy elektr sistemalarida, umumiy xollarda, kuchlanishni rostlash uchun eng tejamli va qulay bo'lgan vositalar RPN li transformatorlar va avtotransformatorlar yoki volt qo'shuvchi transformatorlardir.

Reaktiv quvvatning asosiy qo'shimcha manbai, asosan sig'imli batareyalar hisoblanadi, lekin kuchlanishi yuqori bo'lgan (110-220kV) podstansiyalarda, ayrim xollarda, sinxron kompensatorlar qo'llanilishi kerak bo'ladi. Kompensatsiyalovchi uskunalarning o'rnatilgan quvvati elektr sistemasidagi yoki o'rganilayotgan tarmoqdagi reaktiv quvvatning tenglik sharti bilan aniqlanadi. Kompensatsiyalovchi uskunalari elektr tarmoqlaridagi kuchlanishni sozlashga xam ta'sir qiladi.

Laboratoriya ishini bajariShdan oldin studentlar o'zgaruvchan tok hisoblash stolining bayoni bilan taniShishlari lozim.

Tajriba ishini bajariSh uchun vazifa

Podstansiyalarning eng katta va eng kichik yuklamali holatlarida, (EUIK) ning shartiga asosan podstansiyaning PK shinasida kuchlanishning kerakli darajasini rostlash uskunalari asosida qarama-qarshi rostlash prinsiplari yordamida ta'minlang.

Bular asosan:

- transformatorlarning transformatsiyalaSh koeffitsientini o'zgarishi;
- reaktiv quvvatni kompensatsiyalaSh:

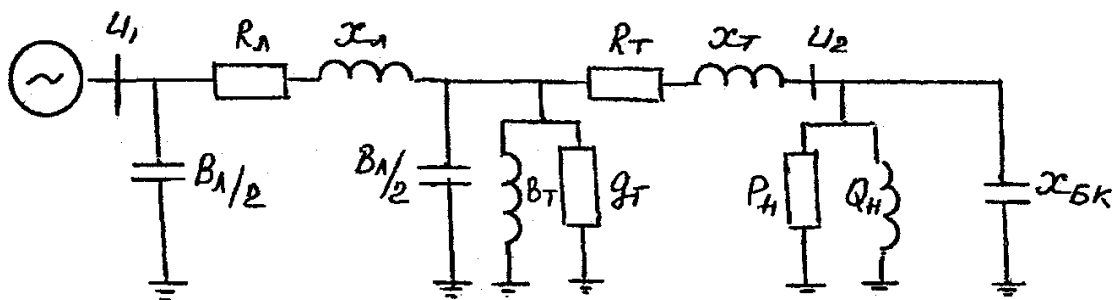
2. Liniyalardan biri shikastlanishi natijasida o'chirilganda podstansiyada eng katta yuklama bo'lgan davr uchun, transformatsiyalaSh koeffitsientini o'zgartirish va sig'imli batareyalarni ulash yordamida podstansiyaning PK shinasida kuchlanishni kerakli darajasini ta'minlang.

Tayyorlanish uchun vazifa

Tajribani bajarish uchun uyda quyidagilarni tayyorlash lozim:

1.1 Tajriba ishining bayonini va tavsiya etilgan adabiyotlarni o'rganing.

1.2 Liniya uchun P-ko'rinishdagi almastiruv sxemani qo'llab tarmoqning almastiruv sxemasini tuzing (27-rasm). Bunda, liniyaning aktiv o'tkazuvchanligi va transformatorning aktiv qarshiligi va o'tkazuvchanligi hisobga olinmasligi mumkin.



27-rasm. O'rganilayotgan tarmoqning almastiruv sxemasi.

1.3 Liniyaning tizimlar sonini hisobga olib, uning almastiruv sxemasi parametrlarini aniqlang:

$$R_x = \frac{r_0 \cdot l}{2} ; X_x = \frac{x_0 \cdot l}{2} ; \frac{B}{2} = \frac{b_0 \cdot l}{2} = b_0 \cdot l$$

bunda, r_0 , x_0 , - o'rganilayotgan liniya I km ining aktiv va induktiv qarshiliklari (ma'lumotnomadan olinadi)

b_0 - o'rganilayotgan liniya I km ining reaktiv o'tkazuvchanligi.

1.4 Transformatorlarning yuqori kuchlanish tomoniga keltirilgan parametrlarini quyidagi ifodalar yordamida hisoblang:

$$X_{mp} = \frac{U_K \cdot U_{IOK}^2}{100 \cdot S_{TH} \cdot n} ; R_{TP} = \frac{\Delta P_K \cdot U_{IOK}^2}{n \cdot S_{TH}^2} ;$$

bu erda: U_K - qisqa tutaShuv kuchlanishi;

ΔP_K - qisqa tutaShuv quvvatining isrofi;

U_{IOK} - transformatorning yuqori tomonidagi kuchlanishi;

n - transformatorlar soni;

S_{TH} - transformatorning nominal quvvati;

1.5 ModellaSh mashtablarini tanlang. Quyidagi modellaSh

koeffitsientlarini qo‘llash tavsiya qilinadi:

$$U_n = 110 \text{ kV} \quad \text{bo'lganda} \quad m_U = 2 \frac{\kappa B}{B M} \quad ; \quad m_z = 1 \frac{O_{Mopz}}{O_{Mmod}} \quad ;$$

$$m_s = \frac{m_{U^2}}{m_z} = 4 \frac{MBAopz}{BA_{mod}} \quad ;$$

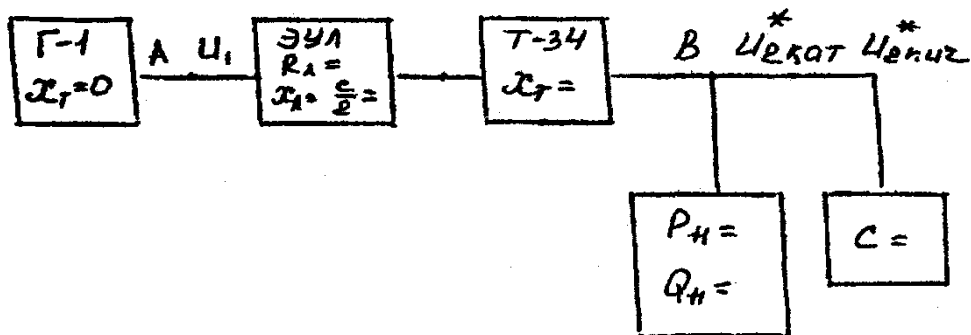
$$U_n = 220 \text{ kV} \quad \text{bo'lganda:} \quad m_U = 4 \frac{\kappa Bopz}{B_{mod}} \quad ; \quad m_z = 1 \frac{O_{Mopz}}{O_{Mmod}} \quad ; \quad m_s = 16 \frac{MBAopz}{BA_{mod}} \quad ;$$

1.6 1.3-1.5 - bandlarning natijalari bo‘yicha va tanlangan modellaSh koeffitsientlari asosida model elementlarining parametrlarini, hamda va yuklamalar quvvatini ko‘rilayotgan 2 ta normal holat uchun aniqlang.

1.7 Eng katta va eng kichik yuklamalari holatlar uchun, elektr uzatishning normal holatida kuchlanishni qarama-qarshi rostlashni hisobga olgan holda, podstansiyaning

10 kV shinasidagi kuchlanishning U_{2KAT}^* va U_{2KIY}^* kerakli darajasini aniqlang. Bu kuchlanishlar asosiy transformatsiyalaSh koeffitsienti orqali yuqori kuchlanish tomoniga keltiriladi va kuchlanish mashtabi yordamida model parametriga o‘tkaziladi.

1.8 Modelda terish uchun almashtiruv sxemasini tuzing (28-rasm) va unda 1.6 bandda aniqlangan parametrlarining qiymatini ko‘rsating. Bunda, tarmoq liniyalarini ko‘rsatish uchun sig‘imi bor liniya elementlarni qo‘llash kerakligini hisobga oling.



28-rasm. Modelda yig‘ilgan elektr uzatgichning sxemasi.

1.9. O‘rganilayotgan har bir normal va shikastlanishdan so‘nggi holatlar uchun tajriba natijalarini yozish maqsadida jadval tayyorlang.

1.10. Mashtab yordamida original kattalikka o‘tkazilgan parametrlar qiymatlarini (tugunlardagi quvvatlar va kuchlanish modullari) ko‘rsatish uchun har qaysi o‘rganilgan holatga almashtiruv sxemani 3 ta tasvirini tayyorlang.

1.11 TekShiriSh savollariga javob bering.

№	Holat									
1	Eng kichik yuklamalar holati									
2	Eng katta yuklamalar holati									
3	Avariya holati (EULning 1 zanjirini o'chiriliShi)									

IShni bajariSh tartibi

2.1 Tayyorlangan almaShtiruv sxemaga (28-rasm) asosan iSh uchun kerak bo'ladigan elementlarni stendda yig'ing va ularning tartib raqamini sxemada ko'rsating. N1 element sifatida quvvatni noavtomatik rostlovchi yuklamali elementlarni iShlating.

2.2 Elementlarni ulaSh uchun stend modelining yig'uvchi panelida Shinalarni tanlang va ularning tartibini almaShtiruv sxemasida ko'rsating.

2.3 Tarmoqning normal iSh holatini o'rganiSh uchun stendda sxemani yig'ing.

2.4 1.6-bandda aniqlangan aktiv va reaktiv qarShiliklar, hamda sig'imning qiymatlarini elektr uzatiSh liniyasi elementlarida o'rning. YUklamali elementda ham aktiv va reaktiv yuklamalar maksimal qiymatlarini ularni parallel ulangan holati uchun qo'ying.

2.5 Modelda yig'ilgan sxemaning to'g'riligani o'qituvchi tekShirgandan so'ng, A tugundan EUL ning tarmog'ini uzing (28-rasm).

2.6 V tugundan N1 yuklamali elementni uzing va uni A tugunga ulang. G1 da induktiv qarShilikning nol qiymatini qo'ying va hamma potensimetrlarni nol holga keltiring. Stend manbasini va G-1 generator stansiyasini ulang.

2.7 G-1 stansiya e.yu.k. ni rostlab turib, o'rganilayotgan holatlarning birinchisi uchun ($R = 1,0$) yuklama Shinasida kuchlaniShning kerakli kiymatini urnating. Bu kuchlaniShni doimiy uShlab va asboblari yordamida tekShirib, yuklamali elementlarda aktiv va reaktiv yuklamalarning kerakli qiymatlarini qo'ying.

2.8 Tarmok sxemasining dastlabki holatini tiklang.

2.9 G-1 generator stansiyasini ulang va $U_K = 1,05 \cdot U_{HOM}$ G qiymatini doimiy saqlab, berilgan normal holatni ($R = 1,0$) o'rning.

2.10 5.1-jadvalga asosan tarmoq tugunlaridagi kuchlaniShlarni o'lchang. Har qaysi podstansiyadagi transformatorning transformatsiyalaSh koeffitsientini o'zgar-

tirib, yuklama Shinasida kuchlaniShning EUIK Shartiga mos U qiymatini qo‘ying, kuchlaniShni qaytadan hisoblaSh transformatorning haqiqiy transformatsiyalaSh koefitsienti orqali amalga oShiriladi. KuchlaniShning kerakli darajasini ta‘minlovchi transformatorning Shaxobchasi (otpaykasi) belgisini 5.1-jadvalga kiriting.

2.11 Elektr uzatuvchi liniyaning (EUL) boShidagi aktiv va reaktiv quvvatlarini o‘lchab, berilgan xolat uchun sosφ ni aniqlang. Liniya oxiridagi aktiv va reaktiv quvvatlarni aniqlang va bu qiymatlarni 5.1- jadvalga kiriting.

2.12 O‘lchovlarni olib borgandan so‘ng, eng kichik va ShikastlaniShdan so‘nggi xolatlar uchun, 2.10;2.11-bandlarni qaytaring va 5.1-jadvalga kiriting.

2.13 Vazifa to‘la bajarilgandan so‘ng olingan natijalar qayta iShlaniladi va tar-moqning original parametrlariga keltiriladi.

Qisqacha amaliy ko‘rsatma

3.1 Transformator elementlarida dastlab asosiy transformatsiyalaSh koefitsienti o‘rnatiladi.

3.2 YUklama quvvatlari uchun uyda hisoblantani qiymatlar olinadi. Har qaysi xolatning qoniqarli darajada o‘rnatilishining mezoni-transformatsiyalaSh koefitsientining rostlaSh pog‘onalarida amalga oShirsa bo‘ladigan aniqlik bilan $U_{1.mod}^*$ va $U_{2.mod}^*$ kuchlaniShlarni berilgan darajasini uShlab turuvchi.

3.3 KompensatsiyalaSh Shaxobchasidagi sig‘imning qiymati modelda quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$C_{KV}^{Mod} = \frac{Q_{opz}}{m_s \cdot 2\pi \cdot f_{nom}^{Mod} (U_{nom}^2)} ; \text{ bu erda: } f_{nom}^{Mod} = 200 \text{ Gs}$$

O‘zgaruvchan tok hisoblaSh stoli dastgohining oldingi qismida joylaShgan S-11 va S-31 sig‘imlar qo‘llaniladi. Bunda, sig‘imning pastki uchini erga ulaSh uchun tutaShtirgich qo‘llanilishi lozim. Podstansiyadagi kompensatsiyalovchi uskunaning quvvati taxminan quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{KV} = P_A \cdot tg \varphi_{a. \text{kerak}} - Q_1$$

Modeldagi transformatorli elementning haqiqiy transformatorlaSh koefitsienti nisbiy qiymati quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi :

$$K_T = 1 - \Delta K_{\text{no}} + \Delta K_{\text{mi}}$$

bu erda: ΔK_{no} , ΔK_{mi} - YUK va PK chulg‘amlar Shaxobchalarining o‘zgariShiga mos transformatsiyalaSh koefitsientiga «qo‘Shimchalar» ning nisbiy qiymati.

Agar masalan, YUK chulg‘aming Shtekkeri «-2,5%» uyaga qo‘yilgan bo‘lsa, PK chulgaminiki esa «-10 %» uyada bo‘lsa,unda K_T ning nisbiy qiymati quyidagicha bo‘ladi :

$$K_T = 1 - (-0.025) + (+0.1) = 1.125$$

Tarmoq podstansiyalarining PK Shinasidagi kuchlaniShlarning haqiqiy qiymati quyidagicha ifoda orqali aniqlanadi:

$$U_{nom}^{opz} = m_U \cdot U_n^{Mod} \cdot K_T^{Mod} \cdot \frac{U_n^{opz}}{U_{io}^{opz}}$$

bu erda U_n^{mod} -PK Shinasidagi kuchlaniShning keltirilgan qiymati.
 U_n^{opz} $U_{10 f}^{opz}$ -PK va YUK chulg‘amlarning asosiy Shaxobchasing kuchlaniShlari.

Natijalar tahlili .

Tajriba natijalarining taxliliga asoslanib, quidagi savollar bo‘yicha xulosa chiqariSh kerak.

a) Tarmoq podstansiyasidagi iste‘molchilarning iShlaSh holati podstansiyaning PK Shinasidagi kuchlaniSh qiymatiga qanday tasir ko‘rsatadi?

b) Transformatorning transformasiyalaSh koeffitsientini o‘zgartiriSh podstansiyaning PK Shinasidagi kuchlaniSh darajasiga qanday ta’sir ko‘rsatadi?

v) podstansiyaning PK Shinasidagi reaktiv quvvatni kompensasiyalaSh nimaga olib keladi (tarmoq tugunlaridagi kuchlaniShlar darajasi, transformasiyalaSh koeffitsientini o‘zgariSh chegarasi, tarmoq elementlarda aktiv va reaktiv quvvatlarni isrofi) ?

g) Normal holatdan elektr uzatgichning bir zanjirini uzganda paydo bo‘ladigan ShikastlaniShidan so‘ngi holatga o‘tiSh, holat parametrlarini qanday o‘zgariShiga olib keladi?

Keltirilgan savollar bo‘yicha xulosa xisobotning tegiShli bo‘limida yozma raviShda bayon qilinadi.

Nazorat savollari.

a) IShning nazariy qismi bo‘yicha

1.Asosiy turdagi elektr uskunalari uchun kuchlaniShning ruxsat etilgan og‘iShlari qanday va kuchlaniSh og‘iShini cheklaSh zarurligining asosiy sabablari nimadan iborat?

2.Pasaytiruvchi podstansiyaning 6-10 kV li Shinasida kuchlaniShni qarama-qarshi qonun yordamida sozlaShning ma’nosi va mazmuni nima?

3.35-220/6-10 kVli pasaytiruvchi podstansiyalarda kuchlaniShni sozlaSh vositalarini sanab o‘ting. UShbu vositalar yordamida kuchlaniShni sozlaShni texnik imkoniyatlari va ularning asosiy texnik iqtisodiy ko‘rsatkichlari qanday?

4.Elektr sistemasida reaktiv quvvatning tenglik Sharoitlari qanday va kuchlaniShning qanday Sharoitida bu tenglik tahlil qiliniShi kerak?

5.Tarmoqda reaktiv quvvat tenglikni sozlovchi vositalar qanday? Bu vositalarni qo‘llaSh tarmoqdagi kuchlaniShni sozlaShga qanday ta’sir etadi?

b) Stendning iShi bo‘yicha

1. Bu iShda modellaSh masShtablari qaysi nuqtai nazardan tanlanadi?

2. Normal holatdan ShikastlaniShdan so‘ngi holatga o‘tiSh qanday amalga oShiriladi?

3. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalaSh jarayoni qanday ketma-ketlikda amalga oShirladi?

4. Podstansiyaning PK Shinasida kuchlaniShning kerakli qiymati qanday qilib o‘rnatiladi?

Tajriba iShiga vazifa jadvali

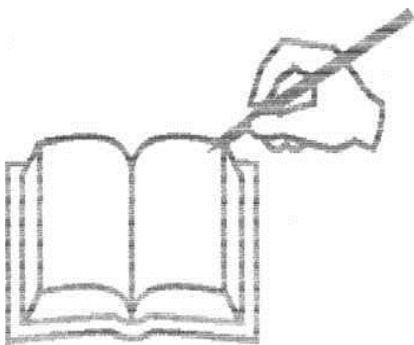
№	Liniya		transformator		YUklama quvvatti		K _{tr}	
	marka	Uzun - ligi, km	quvvat, mVA	Kuchla- niSh, kV	mVA	Sosφ	K _{tpk=+10%}	K _{tyuk= ± +5} %
1	AS-95	85	2x32	110	40	0.85		
2	AS-120	70	2x63	110	75	0.9		
3	AS-185	100	2x100	220	75	0.95		
4	AS-240	120	2x80	220	65	0.9		
5	AS-150	60	2x40	110	30	0.85		
6	AS-300	140	2x100	220	85	0.9		
7	AS-120	100	2x40	110	65	0.85		
8	AS-400	100	2x80	220	75	0.9		
9	AS-240	75	2x63	220	65	0.85		
10	AS -240	100	2x100	220	75	0.85		
11	AS-95	50	2x32	110	30	0.85		

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI**



**“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan**

**NAZORAT ISHLARI VA KURS LOYIHASINI
BAJARISH USLUBIYOTI**



« Elektr tarmoqlari va tizimlari »
fanidan nazorat ishlarini va kurs loyihasini
bajariSh uchun o‘quv-uslubiy qo‘llanma
SHaymatov B.X. Navoiy: NDKI, 2017 y.

UShbu o‘quv-uslubiy qo‘llanma «Elektrenergetikasi» yo‘naliShidagi « Elektr tarmoqlari va tizimlari »fanidan nazorat ishlarini va kurs loyihasini bajariSh uchun mo‘ljallangan. YA’ni o‘quv rejasiga mos holda elektr tarmoqlari va tizimlari sohasida sodir bo‘ladigan energetikaning eng dolzarb masalalarini echiSh uchun referat shaklida mavzularga jovob yoziSh har bir o‘quvchining fikr- mulohazasini yanada kengaytiriShga yordam beradi. SHuningdek ilmiy-texnik savollarga javob topiSh bilan birga, tarmoq va tizimlardagi yangi-yangi g‘oyalarga duch keliShi, ularni echiSh, adabiyotlarga ko‘proq yondaShiSh har bir talabaga yordam beradi.

UShbu uslubiy qo‘llanma 5310200 «Elektr energetikasi» (tarmoqlar buyicha)yo‘naliSh bo‘yicha tahsil oluvchi oliy o‘quv yurti bakalavriat talabalari uchun mo‘ljallangan.

Uslubiy qo‘llanma Navoiy davlat konchilik institutining o‘quv- uslubiy kengaSh karori bo‘yicha chop ettirildi

Takrizchilar:

Xusanov B. Navoiy elektr tarmoklariga
qaraShli yuqori kuchlaniShli
tarmoqning boShlig‘i

ESHmurodov E.O. Avtomatlashtirilgan boShqaruv
va informatsion texnologiyalar
kafedrasi dotsenti.

So‘z boShi

UShbu o‘quv-uslubiy qo‘llanma «Energetika» yo‘naliShidagi « Elektr tarmoqlari va tizimlari » fanidan nazorat iShlarini va kurs loyihasini bajariSh uchun mo‘ljallangan. YA’ni o‘quv rejasiga mos holda elektr tarmoqlari va tizimlari sohasida sodir bo‘ladigan energetikaning eng dolzarb masalalarini echiSh uchun referat Shaklida mavzularga javob yoziSh har bir o‘quvchining fikr- mulohazasini yanada kengaytiriShga yordam beradi. SHuningdek ilmiy-texnik savollarga javob topiSh bilan birga, tarmoq va tizimlardagi yangi-yangi g‘oyalarga duch keliShi, ularni echiSh, adabiyotlarga ko‘proq yondaShiSh har bir talabaga yordam beradi.

Buni 1-nazorat iShini bajariShda elektr energiyaning sifati haqida, energetik muvozanat Sharti haqida, reaktiv quvvatni qoplagichlari, elektr tizimlarining sxemalari haqida bir qator muammolar mujassamlaShgan. 2-nazorat iShida esa oddiy bitta iste’molchiga ega bo‘lgan tarmoqning texnikaviy va iqtisodiy ko‘rsatkichlarini tahlil qiliSh bilan birga tarmoqdagi elektr o‘tkazgichlarni tanlaSh va ularga qo‘yilgan muammolar echiladi. O‘quv-uslubiy qo‘llanmada bu fanning yakuni sifatida kurs loyihasini bajariShga yo‘l-yo‘riqlar, kerakli qo‘Shimcha ma’lumotlarga ega bo‘ladilar. Har bir bo‘lajak muhandis energetik o‘zining nazariyadan olgan bilimlarini amaliyotga tadbiiq qiliSh, muhandislik hisoblaShlar bilan yana bir bor « Elektr tarmoqlari va tizimlari » fanini puxta egallaShliklariga Sharoit yaratiladi.

Uslubiy qo‘llanmaga taqriiz bergan Navoiy elektr tarmoklariga qaraShli yuqori kuchlaniShli tarmoqning boShlig‘i Xusanov B.ga va “ AvtomatlaShtirilgan boShqaruv va informatsion texnologiyalar” kafedrase dotsenti EShmurodov E.O. ga minnatdorchilik bildiraman va foydalanuvchilardan fikr- mulohazalarini kutaman.

Muallif.

1-nazorat iShi

1- nazorat iShini bajariSh uslubiyoti 1-jadvaldagi mavzular bo'yicha 10-15 varaq referat yoziSh va mavzularga moslaShtirgan holda energetikaning yangi yo'naliShlari, qonun va qoidalarni, elektr sxemalarini chiziSh bilan nazariy bilimni yanada mustahkamlaydilar. By mavzularga reja tuzgan holda adabiyotlardan foydalanib va ravon javoblarni yoritiShlari Shart.

1-jadval.

Variant	Shifr	Referat mavzusi
1	2	3
	01.51	Elektr tarmoqlari va tizimlari haqida umumiy tuShuncha.Uning istikboli
2	02.52	Elektr tarmoqlarining nominal kuchlaniShlari. Iste'molchilarning kategoriyalari (toifalari)
3	03.53	Havo liniyalarining konstruksiyasi,elementlari.Elektr uzatiSh simlarining turlari.
4	04.54	Izolyatorlar va armaturalar haqida tuShuncha Havo liniyalari tayanchlarining turi,konstruksiyasi va qo'llaniliShi.
5	05.55	Elektr uzatiSh kabellarining konstruksiyasi, turlari, qo'llaniliShi va joylaShtiriliShi.
6	06.56	Havo liniyalar va kabellarnng Shikastlangan joylarini aniqlaSh usullari.
7	07.57	Sim va kabellarning qarShiligi va o'tkazuvchanligini hisoblaSh."Karon" haqida tuShuncha.
8	08.58	Havo liniyalarining aktiv va reaktiv o'tkazuvchanligi.
9	09.59	Ikki va uch chulg'amli transformatorlarning qarShiliklari va o'tkazuvchanligini aniqlaSh.
10	10.60	Quvvatlar haqida tuShuncha va ularning kompleks ko'riniShi.
11	11.61	Elektr uzatiSh liniyalarida kuchlaniSh isrofi. Bir nechta yuklamali.teng taqsimlangan iste'molchilarining tarqoqlangan tarmoqlarda kuchlaniSh isrofi.
12	12.62	Transformatorlarda kuchlaniSh isrofini aniqlaSh.
13	13.63	Ruxsat etilgan kuchlaniSh isrofi orqali elektr uzatiSh simlarining ko'ndalang kesim yuzasini aniqlaSh.
14	14.64	Bitta va bir nechta yuklamali elektr tarmoqlarida quvvatlar isrofi.
15	15.65	Transformatorlarda quvvat isrofi.
16	16.66	Elektr tarmoqlarida energiya isrofi. Bitta va bir nechta yuklamali tarqoqlangan tarmoqlarda energiya isrofini aniqlaSh.
17	17.67	Transformatorlarda energiya isrofi.
18	18.68	Elektr tarmoqlarida elektr energiyami uzatiSh xarajatlarini aniqlaSh.
19	19.69	Sim va kabel liniyalarining iqtisodiy ko'ndalang kesim yuzasi haqida tuShuncha
20	20.70	Texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarga asosan elektr tarmoqlari va tizimlarining eng qulay variantlarni tanlaSh.
21	21.71	Elektr tizimida elektr energiyaning asosiy iste'molchilari. Iste'molchilarning aktiv quvvat muvozanati.

1	2	3
22	22.72	Elektr yuklamalarining sutkalik, oylik, yillik grafiklari.
23	23.73	Elektr energiya iste'molchilarining yuklamasini hisoblaSh haqida tuShuncha
24	24.74	Rayon elektr tarmoqlarining elektr sxemasi va almaShtiriSh sxemalari.
25	25.75	Iste'molchilarning keltirilgan xarajitini aniqlaSh.
26	26.76	Sim va kabellarni issiqlikka chidamliligiga asoslanib tanlaSh va tekShiriSh.
27	27.77	Qisqa vaqtli yuklamali iste'molchilarda sim va kabellarning issiqlikka chidamliligi.
28	28.78	Elektr tarmoqlarida sim va kabellarning ko'ndalang kesim yuzasini aniqlaSh usullari.
29	29.79	Sim va kabellarning ko'ndalang kesim yuzasini ruxsat etilgan kuchlaniSh isrofiga asoslanib tanlaSh.
30	30.80	Sim va kabellarni iqtisodiy tok zichligi asosida aniqlaSh.
31	31.81	Alvumen po'latli (AS) simlarni aniqlaSh va tanlaSh.
32	32.82	Saglagich va avtomatlarni tanlaSh va ularning turlari.
33	33.83	Radial tarmoqlarni transformatorlarsiz hisoblaSh.
34	34.84	Radial tarmoqlarni transformatorlar bilan birga hisoblaSh.
35	35.85	Elektr uzatiSh liniyalarining o'tkazuvchanlik lavoqati.
36	36.86	Elektr uzatiSh liniyalarining vektor diagrammalari.
37	37.87	YOpiq tarmoqli iste'molchilar haqida umumiy tuShuncha va ularni hisoblaSh
38	38.88	Ikki tomonlama manbali iste'molchilarni hisoblaSh. Quvvatlar tarqaliSh nuqtasini aniqlaSh.
39	39.89	Reaktiv quvvatning qoplagich qurilmasi haqida tuShuncha.
40	40.90	Quvvatlar muvozanatlashuvini hisoblaSh.
41	41.91	Ikki tomonlama iste'molchilarda kuchlaniSh isrofini aniqlaSh.
42	42.92	YOpiq murakkab tarmoqlar haqida tuShuncha va ularni hisoblaSh.
43	43.93	Elektr tizimlarida kuchlaniSh isrofi.
44	44.94	Elektr tarmoqlari va tizimlarini avtomatik boShqariSh usullari.
45	45.95	Nosimmetrik yuklamali tarmoq va tizimlar.
46	46.96	Elektr tizimlaridagi elektr energiya isrofini kamaytiriSh usullari.
47	47.97	Elektr energiyaning sifati va uni taminlaSh.
48	48.98	Elektr tizim va tarmoqlarini hisobga oliSh tadbirlari.
49	49.99	Elektr tizim va tarmoqlaridagi elektr jihozlari.
50	50.100	Elektr tizim va tarmoqlarining hozirgi ahvoli va muammolari

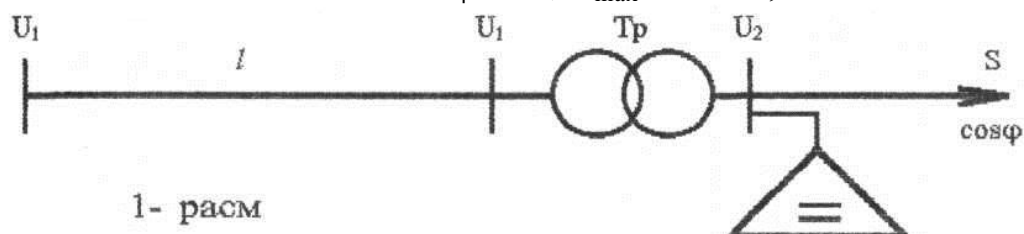
2-nazorat iShi.

UShbu nazorat iShini bajariSh uchun elektr tarmoqlari va tizimlarini bir chiziqli sxemasini chizadilar. Sxema asosida aktiv va reaktiv quvvatlarni hisoblab elektr uzatiSh liniyalarning simlarini, transformator va reaktiv quvvat qoplagichlarini tanlaydi. Natijada quyidagi hisoblaShlarni bajaradilar.

Nazorat iShini bajariSh quyidagi tartibda bajariladi, har bir talaba o'zining variantini 2-jadvaldan oladi. Misol :

Berilgan: $U_1=35 \text{ kV}$; $U_2=10,5 \text{ kV}$; $l=15\text{km}$; $S=1000 \text{ kBA}$;

$\text{Cos}\varphi=0.8$; $T_{\text{max}}=5000 \text{ s}$; $\tau=3000 \text{ s}$



1. Iste'molchining aktiv va reaktiv quvvatini aniqlaymiz.

$$P = S \cos \varphi = 1000 * 0,8 = 800 \text{ [kVt]}$$

$$Q = S \sin \varphi = 1000 * 0,6 = 600 \text{ [kVAR]}$$

Bu erda: $\sin \varphi = 0,6$ ga teng

$\cos \varphi = 0,8$ ga teng bo'lganda.

U holda hisobiy to'la quvvat quyidagicha bo'ladi:

$$S = P + jQ = 800 + j600 = \sqrt{800^2 + 600^2} = 1000 \text{ [kVA]}$$

Hisobiy to'la quvvatga asoslanib transformator tanlaymiz. Agar ikki transformatorli podstansiya bo'lsa:

$$S_{tr} = (0,7 \div 0,8) S = 0,75 * 1000 = 750 \text{ [kVA]};$$

bitta transformatorli bo'lsa:

$$S_{tr} = S / (0,7 \div 0,8) = 1000 / 0,75 = 1333 \text{ [kVA]} ;$$

Umumiy holda transformatorni tanlaSh iste'molchilarning toifalariga e'tibor beriliShi Shart. YAni transformatorning yuklama koeffitsientlari quyidagi toifalarga mos keliShi talab qilinadi.

$$\text{I toifa } K_{yu} = 0,6 \div 0,75$$

$$\text{II toifa } K_{yu} = 0,7 \div 0,85$$

$$\text{III toifa } K_{yu} = 0,8 \div 0,95$$

Transformatorni tanlaShda reaktiv quvvatni qoplaSh qurilmasini hisobga olinadi. Uning qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{KV} = P (tg \varphi_{ocm} - tg \varphi_n) = 800 (0,75 - 0,328) = 337,6 \approx 338 \text{ [kVar]}$$

Bu erda: $tg \varphi_{est} = 0,75$ $\cos \varphi_{est} = 0,8$ ga mos keladi.

$\sin \varphi_n = 0,95$ $tg \varphi_n = 0,328$ ga mos keladi

Hisoblangan reaktiv quvvatni qoplaSh qurilmasining quvvati (Q_{KU}) ga asoslanib adabiyotlardan [8] yoki 8-jadvaldan foydalanib $U_H q_6$ [kB] yoki $U_H = 10$ [kV] ga kondensator qurilmasi tanlaymiz

YA'ni, $Q_{ku}^1 = 330 = 330 \text{ [kVar]}$

1. Kondensator qurilmasini nazarga olib istemolchining to'la quvvatini hisoblaymiz:

$$S_x = P + j(Q - Q_{ku}^1) = 800 + j(600 - 330) = 800 + j270 = \sqrt{800^2 + 270^2} = 845 \text{ [kVA]}$$

Kondensator qurilmasini hisobga olgan holda istemolchining quvvat koeffitsienta quyidagicha bo'ladi;

$$\cos\varphi = R / S_x = 800 / 845 = 0,95$$

YA'ni, quvvat koeffitsienti normativga teng yoki katta bo'lishi Shart

$$\cos\varphi \geq \cos\varphi_n = 0,95$$

SHunday qilib hisobiy to'la quvvatga asoslangan holda 9-jadval yoki [5]adabiyotdan foydalanib, yuqoridagi Shartni bajargan holda transformator tanlaymiz. 2xTM-630/10 tipdagi ikki transformatorli pasaytiruvchi podstansiya tanlaymiz yoki TM-1000/10 tipdagi bitta transformatorli podstansiya tanlaymiz.

U holda transformatorning yuklama koeffitsienti quyidagicha bo'ladi;

$$K_{yu} = S_x / nS_{nt} = 840 / 2 * 630 = 0,67 \quad K_{yu} = S_x / S_{nt} = 840 / 1000 = 0,84$$

Tanlangan transformatorlarning 5-jadvaldan pasport qiymatlarini yozib olamiz.

$$S_{HT} = 1000 \text{ [kBA]}; U_{YUK} = 35 \text{ [kB]} \quad U_{nk} = 10,5 \text{ [kV]}; \Delta R_{kt} = 18 \text{ [kBT]}; \Delta R_{xx} = 3,6 \text{ [kVt]};$$

$$U_k \% = 6,5\%; \quad I_x \% = 1,4\%;$$

$$R_T = 8,6 \text{ [OM]}; X_T = 49,8 \text{ [OM]}; \quad \Delta Q_S = 22,4 \text{ [kVar]}$$

Transformatorning narxi keliShilgan erkin narxda. Transformatoridagi aktiv va reaktiv quvvat isroflarini hisoblaymiz:

$$\Delta P_{Tp} = \frac{1}{n} \Delta P_{KT} (S_x / S_{HT})^2 + n \Delta P_{xx} = (1/2) * 18 * (840 / 630)^2 + 2 * 3,6 = 23,2 \text{ [kBT]}$$

Bu erda:

$$\Delta Q_T = U_k \% S_x^2 / 100 n S_{HT} + n I_{xx} \% S_{HT} / 100 = 6,5 * 840^2 / 200 * 630 + 2 * 1,4 * 630 / 100 = 54,04 \text{ [kBap]}$$

n=2- transformatorlar soni.

Natijada transformatorning kiriSh qismidagi aktiv va reaktiv quvvat quyidagicha bo'ladi:

$$R_{Kir}^{tr} = R + \Delta R_{tr} = 800 + 23,2 = 823,2 \text{ [kVt]};$$

$$Q_{Kir}^{tr} = Q + \Delta Q_{tr} = 600 + 54,04 = 654,04 \text{ [kBap]}$$

U holda to'la quvvat:

$$S_{Kir}^{tr} = P_{Kir}^{tr} + jQ_{Kir}^{tr} = 823,2 + j654,04 \text{ [kVA]};$$

Transformatoridagi energiya isrofi:

$$\Delta A_{tr} = (1/n) \Delta P_{kt} (S_x / S_{nt})^2 \tau + n \Delta P_{xx} T_y = (1/2) * 18 * (840/630)^2 * 200 + 2 * 3,6 * 8760 = 88592 \text{ [kVt.s/y]}$$

Bu erda:, τ -maksimal isrofgarchilikdagi vaqt

10-jadvaldan va $\tau = f(T)$ ga bog'liqlik grafikdan olinadi.

Endi elektr uzatiSh liniyaning simini tanlaSh uchun, quyidagi hisoblaShlar bajariladi. Havo liniyasi simining ko'ndalang kesim yuzasini topiSh va uning turini nominal kuchlaniShga mos holda tanlaSh uchun maksimal iShchi tokini topamiz:

$$I_{max} = S_{KHP}^{TP} / \sqrt{3 U_{H1}} = (832,2 + j654,04) / 35 \sqrt{3} = \sqrt{823,2^2 + 654,04^2} / 35 \sqrt{3} =$$

$$= 1051 / 35 \sqrt{3} = 17,3 \text{ [A]}$$

iShchi toki ikki zanjirli sim bo'lsa ikki baravar kam bo'ladi. Albatta simning ko'ndalang kesim yuzasi va uning turini tanlaShda (I_{max}) maksimal iShchi tokka acoslanib

tanlanadi va tanlangan simning ruxsat etilgan tokiga, kuchlaniShga bog‘liq holda soliShtiriladi. Bunda tanlangan sim quyidagi Shart asosida tekShiriladi:

$$I_{\text{rux}} \geq I_{\text{max.}}$$

Simning ko‘ndalang kesim yuzasini tanlaSh va uning pasport qiymatlari 11-jadvaldan foydalanib qabul qilinadi. Liniyaning aktiv va reaktiv qarShiliklarini hisoblaymiz;

$$R_l = r_0 l \text{ [Om]}; \quad X_L = X_0 l \text{ [OM]};$$

Zaryadli reaktiv quvvat quyidagicha topiladi:

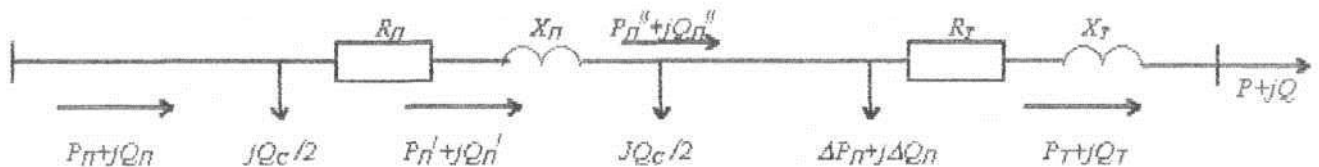
$$Q_c = U_1^2 b_0 l \text{ [kVar]}.$$

Agar elektr uzatiSh liniyasi 2 simli bo‘lsa, u holda hisoblaShlar quyidagi tartibda bajariladi:

$$R_l = g_0 l / 2 \text{ [Om]}; \quad X_l = X_0 l / 2 \text{ [Om]}; \quad Q_c = 2U_1^2 b_0 l \text{ [kVar]}.$$

Bu erda: r_0 , x_0 , b_0 11-jadvaldan simning turiga mos holda olinadi.

Elektr uzatip liniyasining parametrlarini bilgan holda radial tarmoq va tizimdan oqadigan quvvatni hamda isrofgarchiliklarni quyidagi almaShtiriSh sxemaga asoslanib hisoblaShlar bajariladi.



2-rasm

2-rasmdan ko‘rinadiki, liniyaning oxiridagi aktiv va reaktiv quvvatlar quyidagilarga teng:

$$R_L^{11} = R_T \text{ [kVt]}; \quad Q_L^{11} = Q_T - Q_c/2 \text{ [kVar]}.$$

Liniyaning aktiv va reaktiv quvvat isroflarini aniqlaymiz:

$$\Delta R_L = (R_L^{112} + Q_L^{112}) R_L / U_{IH}^2 \text{ [kVt]}$$

$$\Delta Q_L = (R_L^{112} + Q_T^{112}) X_L / U_{IH}^2 \text{ [kVar]}$$

Liniyadagi isrofnı nazarda tutgan holda uning oxiridagi quvvatlar quyidagicha bo‘ladi:

$$R_L^1 = R_L^{11} + \Delta R_L \text{ [kVt]}; \quad Q_L^1 = Q_L^{11} + \Delta Q_L \text{ [kVar]}$$

Natijada liniyaning boShlang‘ich qismidagi quvvatni aniqlaymiz.

$$R_L = R_L^1 \text{ [kBT]}; \quad Q_L = Q_L^1 - Q_c / 2 \text{ [kVar]}$$

Liniyadagi elektr energiyasining isrofi quyidagicha bo‘ladi:

$$\Delta A_L = \Delta R_L \tau \text{ [kVt. s/yil]}$$

Elektr energiyasining uzatiSh liniyasiga tanlangan simidagi kuchlaniSh isrofini aniqlaSh quyidagi formula bilan tekShiriladi: YA’ni,

$$\Delta U_L = (R_L^1 R_L + Q_L^1 X_L) / U_L \text{ [kV]}$$

KuchlaniSh isrofi xavo liniyalarida ΔU_L 5% gacha bo‘liShi kerak.

$$\Delta U\% = \Delta U_L 100\% / U_L^{11} \leq 5\%$$

Bu erda: U_L^{11} -liniyaning oxirgi qismidagi kuchlaniSh, bu transformatorning yuqori chulg‘amiga ulanadigan U_1 kuchlaniShga mos keladi. U oolda liniyaning boShlang‘ich qismidagi kuchlaniSh;

$$U_{L1} = U_L + \Delta U_L \text{ [kV]} \quad \text{bo‘ladi.}$$

Liniyaning foydali iSh koeffitsienti va kuvvat koeffitsientini aniqlaymiz.

$$\eta = R_L^{11} / R_L \quad \cos \varphi_L = R_L / S_L$$

bu erda:, $S_L=R_L+jQ_L$ [kVA] kompleks ko‘rinishi yoki

$$S = \sqrt{P_{\text{Л}}^2 + Q_{\text{Л}}^2} \text{ [kVA]}$$

Elektr tarmoq va tizimining iqtisodiy ko‘rsatgichlarini hisoblaymiz. Kapital mablag‘ yig‘indisi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Sigma K = \Sigma K_{\text{Л/CT}} + \Sigma K_{\text{Л}} \text{ [ming so‘m]}$$

Bu erda:, $\Sigma K_{\text{p/st}}$, ΣK_L -transformator va liniyalarning narxi (9,11-jadvaldan olinadi). Transformator va liniyalarning amortizatsiyaga ajratilgan mablag‘ini hisobga olgan holda elektr tarmog‘iga har yili ketadigan xarajatni aniqlaymiz:

$$\Sigma G = G_{\text{p/st}} + G_L - G_{\Delta A} \text{ [m.sum]}$$

Bu erda:,

$$G_{\text{p/st}} = \Sigma K_{\text{p/st}} P_{\text{a,тп}} \text{ [M.cym]},$$

$$G_L = \Sigma K_L P_{\text{a,Л}} \text{ [M.cym]},$$

$$G_{\Delta A} = \beta \Delta A \text{ [M.cym]}$$

R_{atr} ; R_{al} -transformator va liniyalar uchun har yili ajratiladigan umumiy narxiga nisbatan olinadigan amortizatsiya koeffitsient.(12-jadval). r-erkin narxda baholanadigan 1kVt.soat elektr energiyaning narxi. Elektr tarmogi va tizimi uchun keltirilgan xarajat quyidagicha aniqlanadi:

$$3 = E_{\text{н}} \Sigma K + \Sigma G \text{ [m.sum]}$$

$E_{\text{н}} = 0,12 \div 0,15$ normativ koeffitsient.

Agar berilgan nazorat iShini ikki yoki uchdan ortiq variantlarda hisoblanib chiqilsa variantlarni taqqoslaSh jarayonida 3_{min} variant eng optimal hisoblanadi.

2-jadval.

	Variant	S [kVA]	cosφ	U ₁ [kV]	U ₂ [kV]	l [km]	T _{max} [soat]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	01.51	1200	0,8	35	10	12	5000
2	02.52	2000	0,85	110	10	20	4000
3	03.53	5000	0,84	110	10	15	6000
4	04.54	7000	0,80	220	35	15	4500
5	05.55	4500	0,9	110	6,3	20	5500
6	06.56	8000	0,85	220	35	15	3500
7	07.57	1100	0,86	110	10	20	4000
8	08.58	4800	0,8	110	10	15	4500
9	09.59	9000	0,75	220	35	20	5000
10	10.60	1400	0,8	35	63	15	5500
11	11.61	4000	0,85	110	10	20	6000
12	12.62	9500	0,8	220	35	15	3000
13	13.63	8000	0,9	220	35	20	3500
14	14.64	6200	0,85	110	10	15	4000
15	15.65	10500	0,9	220	35	20	4500
16	16.66	1600	0,85	35	6,3	15	5000
17	17.67	2400	0,8	35	10	20	5500
18	18.68	9200	0,8	110	10	15	6000

1	2	3	4	5	6	7	8
19	19,69	3600	0,82	35	10	22	4500
20	20.70	8500	0,8	110	10	15	3000
21	21.71	1600	0,85	35	6,3	20	3500
22	22.72	12000	0,86	220	35	15	4000
23	23.73	3200	0,9	110	10	15	5000
24	24.74	1300	0,85	35	6,3	20	6000
25	25,75	1900	0,85	35	10	15	5500
26	26.76	2400	0.8	35	10	20	3000
27	27.77	6400	0,8	110	10	15	4500
28	28,78	12600	0,85	220	35	20	6000
29	29.79	10400	0,8	220	35	10	3500
30	30,80	8600	0,9	110	6,3	20	4000
31	31,81	3200	0,85	35	6,3	15	5500
32	32,82	1800	0,9	35	10	20	3000
33	33.83	2400	0,8	35	10	15	5000
34	34.84	7600	0,85	35	10	20	4500
35	35.85	8200	0,9	110	6.3	20	4000
36	36,86	4200	0,85	110	10	15	6000
37	37.87	3400	0.8	35	6.3	20	5500
38	38,88	3200	0,8	35	10	15	4500
39	39.89	10200	0,85	110	10	20	3500
40	40.90	8400	0,8	110	10	15	3000
41	41.91	6200	0,9	35	10	20	4500
42	42.92	8200	0,85	35	6,3	15	6000
43	43.93	10400	0,9	35	10	20	5000
44	44.94	4600	0,85	35	6,3	15	4000
45	45.95	9400	0,9	35	10	20	5500
46	46.96	11400	0,8	110	10	15	3500
47	47,97	10400	0,75	35	6,3	20	3000
48	48,98	4100	0,9	35	10	15	6000
49	49.99	16300	0.85	110	10	15	4500
50	50.100	1800	0.9	35	6.3	20	5000

KURS LOYIHASINI BAJARISH USLUBIYOTI

1.Kyrc loyihasini bajariShdan maqsad.

«Elektr ta'minoti tizimida elektr tarmoqlar» fanidan kurs loyihasini bajariSh asosan yakunlovchi pog'ona bo'lib talabalarning nazariy bilimlarini yanada mustahkamlaShga qaratilgan. Bunda quyidagilar alohida e'tiborga loyiqdır;

- Kurs loyihasini loyihalaShtiriSh bilan amaliy bilimlarini mustahkamlaydi;
- Kerakli adabiyotlardan foydalaniShni o'rganadilar;
- Texnik-iqtisodiy baholaniSh va hisoblaShlarga e'tiborini kuchaytiradilar;
- Mutaxassislik fanlarga bog'lab muhandislik maShqlarni mustaqil echiSh qobiliyatini oShiradilar;
- Bitiruv iShi loyihasi va bitiruv iShi iShlarini bajariShga o'zlarini yana bir bor tayyorlaydilar.

2.Kurs loyihasining topShirig'i.

Berilgan rayon uchun elektr energiya bilan taminlaniShining qulay variantini iShlab chiqiSh. Bunda kurs loyihasi quyidagi qiymatlardan iborat:

- 1.Loyiha rejasi, iste'molchilarning joylaShiSh o'rni bilan birgalikda.
- 2.Eng yuqori yuklama rejimidagi iste'mol qilayotgan aktiv quvvat (R_n)
Z.Eng yuqori foydalaniSh vaqtiga (T_{max}) mos keluvchi quvvat koeffitsienti ($\cos\phi$) va iste'molchilarning elektr energiya bilan ta'minlaniSh iShonchliligini oShiriSh.
Buning uchun elektr tarmoq sxemasi quyidagi asosiy talablarga javob beriShi Shart;
 1. Elektr energiya bilan ta'minlaniShni to'xtovsiz iShonchliligini va sifatini oShiriSh,
 - 2.Elektr energiya bilan ta'minlaniSh iqtisodiy jihatdan qulaylik keltiriSh.

Elektr energiya bilan ta'minlaniShing iShonchiiligini oShiriSh uchun iste'molchilarni 3ta toifaga (kategoriya) ajratiladi. 1-toifali iste'molchilar asosan 100% energiya bilan ta'minlaniSh kerak, Buning uchun bir-biriga bog'liq bo'lmagan ikki tomonlama energiya manbaidan energiya bilan taminlaniShi ikki simli elektr energiya uzatiSh liniyalar va ikki transformatorli podstansiyalyardan foydalaniSh maqsadga muvofiqdir, 2-toifali istemolchilar esa baland kuchlaniShga moslaShtirilgan: iShonchliligi yuqori bo'lgan bir simli elektr uzatiSh liniyalaridan foydalanib yuklama koeffitsienti $K_{YUQ}0.75$ bo'lgan ikki transformatorli podstansiya yordamida elektr energiya bilan ta'minlaniShni e'tiborga oliSh Shart, 3-toifali istemolchilar ko'pincha bir simli liniyalar orqaga uzatiladigan elektr energiyani bir transformatorli podstansiyalar yordamida ta'minlanadi. Bunda zaxiradagi ikkinchi transformator bir sutkada almaShtiriliSh e'tiborga olinadi. Tanlangan simlar har tomonlama halokat yuz berganda qoniqtira oliShligi e'tibordan holi emas.

Elektr tarmoq va tizimini loyihalaShtiriShda bir necha variantlar sxemalari asosida bir xil yo'naliShdagi hisoblaShlar natijasi bilan iqtisodiy ko'rsatkichlari taqqoslanib, eng kam xarajatli variant qabul qilinadi.

Z.Kurs loyihasinnng tuShuntiriSh xati va grafik qismini rasmiylaShtiriSh tartibi,

TuShuntiriSh yozuv xati «Elektr ta'minoti tizimida elektr tarmoqlar»fanidan tugallangan hisoblaShlar natijasida olingan hisobot sifatida quyidagi tartibda bajariliSh tavsiya etiladi.

1. Titul varag'i.

2. Loyixaning beriliShi va kalendar reja.

3. KiriSh.

4. HisoblaShning asosiy qismi.

5. Izoh.

b. Loyihaning bajariShda kerakli adabiyotlar.

TuShuntiriSh xati 210x297 formatli oq qog'ozga 40-50 varaq yoziladi va loyixaning bo'limlari asosan quyidagi foyizlarni taShkil qiladi;

quvvatlar muvozanati va kondensator qurilmasini

hisoblaSh -10% ;

Sxemani tanlaSh, simning ko'ndalang kesim yuzasini va transformatorni

tanlaSh- 40% Sim va transformatorlarni parametrlarini aniqlaSh-20%;

Texnik-iqtisodiy hisoblaSh va variantlarni taqqoslaSh -30%.

Kurs loyahasining matni qisqa va texnik jihatidan yorqin yozilgan bo'lib, barcha ketma-ketliklar asosida ko'rsatilgan usul va formulalardan foydalangan holda bajariliShi ma'quldir. HisoblaShdagi formulalar natijasidagi echimlar bir xil birliklar tizimiga keltiriliShi Shart

Loyihaning grafik qismi 24 hajmdagi 2 ta vatman qog'ozga chizilib loyihachi va kurs loyixaning maslahatchi o'qituvchi qo'l qo'yib tasdiqlangandan keyin himoya qiliShga ruxsat etiladi.

4.Kupc loyahasining titul varag'i.

NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI
«ENERGO MEXANIKA» FAKULTETI
«ELEKTR ENERGETIKASI» KAFEDRASI

“Tasdiqlayman”

«_____» «_____» 201 g.

«Elektr ta'minoti» kafedrası mudiri

T O P S H I R I Q № _____

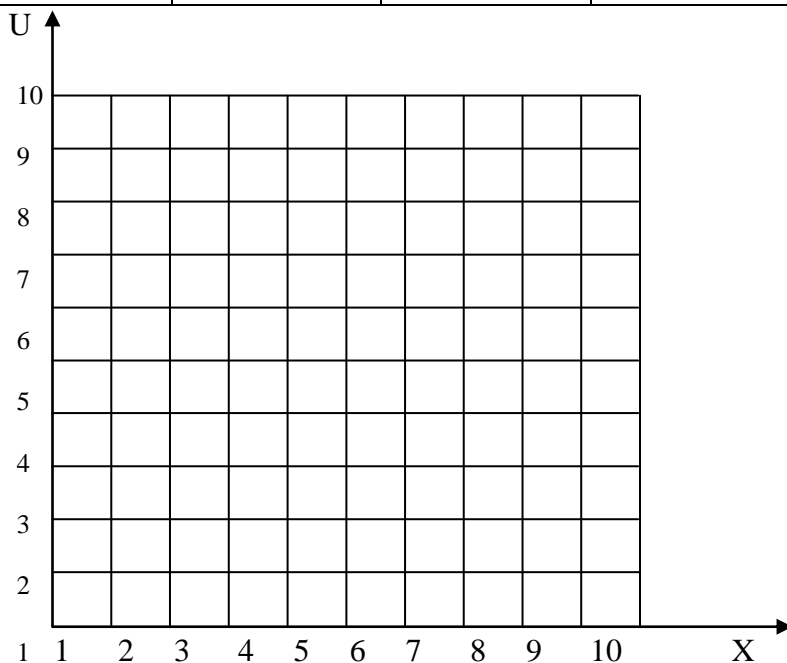
«Elektr ta'minoti tizimida elektr tarmoqlar» fanidan kurs loyixasi.

Talaba _____ Gurux _____

TopShirik berilgan kun «_____» _____ 201 yil

Loyixa mavzusi: «Rayon elektr tarmoklari»

№	R, MVt	cosφ	x	y	U _n , kV
p/st					
1					
2					
3					
4					
5					



Loyihalar topShiriSh davri: Reja _____ Amalda _____

Bosqichlar					Himoya
1	2	3	4	5	

Rahbar _____

5.TopShiriq bilan taniShiSh va quvvatlar muvozanatlaShuvini hisoblaSh.

Elektr tarmoqlari va tizimlarini loyihalaShtiriShning asosiy kursatkich-laridan biri berilgan rayonning elektr energiyasi bilan taminlaniSh tavsifini urganiShdir. Buning uchun :

- LoyihalaShtirilayotgan joyning grafik o‘rni;
- Iqlim Sharoiti;
- Elektr energiyasi iste‘molchilarning tarkibi va tavsifi;
- Elektr energiyasi haqida ma‘lumot.

Elektr tarmog‘ining loyihalaShtiriSh tizimi va uning to‘g‘ri sxemasini tanlab oliSh quvvatlar muvozanatini hisoblaSh o‘ta muhimdir.

Aktiv quvvat muvozanatini topamiz:

$$\Sigma R_G = \Sigma R_{yukl} + \Delta R_{tar} + R_{rez} \quad [MVt]$$

Bu erda:, ΣR_G -o‘rnatilgan generatsiyali quvvat yig‘indisi;

ΣR_{yukl} -yuklamadagi quvvat yig‘indisi;

ΔR_{tar} -tarmoqdagi aktiv quvvat isrofi;

R_{rez} -rezervdagi aktiv quvvat.

YUklamaning aktiv quvvat yig‘indisi quyidagicha topiladi:

$$\Sigma R_{yukl} = P_1 + R_2 + R_3 + P_4 + P_5 \quad [MVt]$$

$P_1 + R_2 + R_3 + P_4 + P_5$ -iste‘molchilarning berilgan aktiv quvvati.

Tarmoqdagi aktiv quvvat isrofi quyidagicha; $\Delta R_{tar} = (6 \div 10)\% \Sigma R_{yukl} \quad [MVt]$

Rezervdagi aktiv quvvat esa: $R_{rez} = 10\% \Sigma R_{yukl} \quad [MVt]$

Rezervdagi aktiv quvvat xisobiga elektr energiyasi iste‘molchilarini energiya bilan ta‘minlaniShining iShonchliligini oShiradi,

Reaktiv quvvat muvozanatlaShuvi.

Reaktiv quvvat muvozanatlaShuvi bilan rayon elektr tarmoqlarining sxemasini tanlaShda qo‘Shimcha manbaga ega bo‘lgan iste‘molchilarning elektr energiya bilan ta‘minlaniShining sifatiga alohida e‘tibor qaratiladi. YAni reaktiv quvvatni muvozanatlaSh uchun kondensator batareyalar yordamida xisoblanib rayon elektr tarmoqlarining texnik iqtisodiy ko‘rsatkichlarini yanada yaxShilaSh o‘ta muhimdir.

Buning uchun quyidagi tenglik hisoblaniShi talab qilinadi:

$$\Sigma Q_G + \Sigma Q_{KU} = \Sigma Q_{YUKL} + \Delta Q_{TR} + Q_{REZ} \quad [MBap]$$

Bu erda:, ΣQ_G -o‘rnatilgan generatsiyali reaktiv quvvat yig‘indisi;

ΣQ_{ku} -kondensator batareya quvvatining yig‘indisi;

ΣQ_{yukl} -yuklamaning reaktiv quvvat yig‘indisi;

ΔQ_{tr} -transformatoridagi reaktiv quvvat isrofi,

Q_{rez} -rezervdagi reaktiv quvvat.

Generetsiyalangan reaktiv quvvat yig‘indisi berilgan rayon elektr tarmog‘idagi aktiv quvvat unga mos kelgan quvvat koeffitsienta orqali topiladi:

$$\Sigma Q_G = \Sigma P_{yukl} \operatorname{tg} \varphi \quad [MBap]$$

$\operatorname{tg}\varphi$ ning qiymati $\cos\varphi$ orqali topiladi. YUklamaning reaktiv quvvati quyidagicha;

$$\Sigma Q_{\text{yukl}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad [\text{MVar}]$$

Transformatoridagi reaktiv quvvat isrofini aniqlash asosiy ko'rsatkichlardan biri bo'lib u quyidagicha topiladi:

$$\Delta Q_{\text{tr}} = 10\% \Sigma S_{\text{yukl}} \quad [\text{MVar}]$$

Bu erda; ΣS_{yukl} - yuklamaning to'la quvvati,

$$\Sigma S_{\text{IOKTI}} = \Sigma P_{\text{IOKTI}} + j \Sigma Q_{\text{IOKTI}} = \sqrt{\Sigma P_{\text{IOKTI}}^2 + \Sigma Q_{\text{IOKTI}}^2} \quad [\text{MBA}]$$

Rezervdagi reaktiv quvvat quyidagicha aniqlanadi;

$$Q_{\text{rez}} = 10\% \Sigma Q_{\text{yukl}} \quad [\text{MVar}]$$

Reaktiv quvvatning qoplagichini aniqlash uchun kondensator batareyaning quvvatini hisoblash quyidagi tenglik o'rinaldir:

$$\Sigma Q_{\text{ku}} = \Sigma Q_{\text{yukl}} + \Delta Q_{\text{tr}} + Q_{\text{rez}} - \Sigma Q_{\text{G}} \quad [\text{MVar}] \quad \text{yoki} \quad \Sigma Q_{\text{ku}} = \Sigma P_{\text{yukl}} (\operatorname{tg} \varphi_{\text{est}} - \operatorname{tg} \varphi_n)$$

Bu erda: $\operatorname{tg} \varphi_{\text{est}} = \Sigma P_{\text{yukl}} / \Sigma S_{\text{yukl}}$

$$\text{yoki} \quad \cos \varphi_{\text{est}} = (\cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3 \cos \varphi_4 \cos \varphi_5) / 5$$

Topilgan quvvat koeffitsientiga mos holda $\operatorname{tg} \varphi_{\text{est}}$ aniqlanadi.

$$\operatorname{tg} \varphi_n = 0,328 \operatorname{tg} \varphi_n = 0,95$$

ga to'g'ri kelgan holda qabul qilinadi. Natijada hisoblangan kondensator batareyaning quvvati ΣQ_{ku} ga qarab 8-jadvaldan kondensator batareya tanlanadi va istemolchining to'la quvvati hisoblanadi.

$$S_{\text{yukl}} = \Sigma R_{\text{yukl}} + j(\Sigma Q_{\text{yukl}} - Q_{\text{ku}}^1) \quad [\text{MBA}]$$

Q_{ku}^1 -jadvaldan tanlangan kondensator batareyaning quvvati.

SHunday qilib kondensator batareyalar yordamida reaktiv quvvatni qoplash asosan iste'molchiga yaqin joyga o'rnatiladi. Unda reaktiv quvvatni o'shira bilan aktiv quvvat isrofini kamaytiradi va texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari elektr energiyaning ta'minlanishi sifatini yanada yaxshilaydi.

6. Elektr tarmoqlar sxemasini tanlash.

Kurs loyahasini bajariShda elektr tarmoqlarining sxemasini tanlash uchun bir nechta (10-12) variantlar chiziladi, ularning podstansiyalararo masofalari, ya'ni elektr uzatish liniyalarining uzunliklariga qarab 2ta eng qulay va ishonchlilik yuqori bo'lgan variant tanlab olinadi. Bu ikki variantni texnik iqtisodiy ko'rsatkichlariga qarab taqqoslanadi. Rayon elektr tarmoqlari asosan 3 xil ulanish sxemasiga ega;

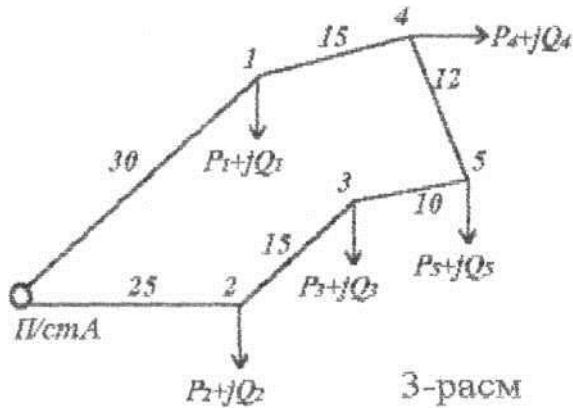
- 1) Radial (ochiq tarmoqlangan).
- 2) Halqasimon (yopiq zanjirli sxema).
- 3) Aralash.

Mazkur ulanish sxemalari istemolchilarning toifalariga qarab, uzatish liniyalarining masofalariga, rezerv quvvatlardan foydalanish va rangli metallarning kam xarajat qilinishlari inobatga olinadi, SHunday qilib tanlanayotgan sxemadan ishonchlilik, sifatli va iqtisodiy jihatdan kam xarajatli bo'lishligi, har bir podstansiyadagi transformatorlarning soni va quvvati, kommutatsion apparatlar muhim o'rin egallashligini talab qilinadi.

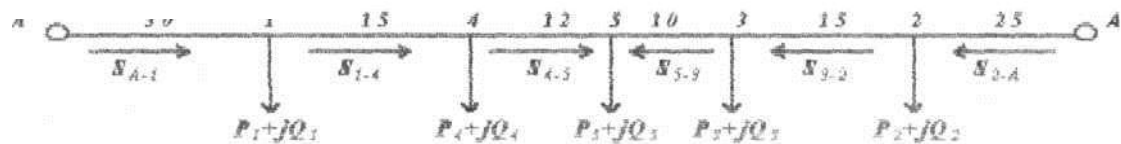
10-12 ta konfiguratsiyadan 2 ta optimal variantni tanlab olish loyihachida o'ta muhim qobiliyatni, fikrlashni, oldindan maqsadni ko'ra bilishni talab qiladi. Bunda kurs loyahasining raxbari bilan kelishilgan holda sxema tanlansa maqsadga muvofiq bo'ladi.

7. Tarmoqda quvvatlar tarqaliSh nuqtasini aniqlaSh.

SHunday qilib quvvatlar tarqaliSh nuqtasini aniqlaSh uchun oddiy halqasimon



yopiq zanjirli tarmoqni tahlil qilamiz. Halqasimon tarmoq ikki tomonlama manbali iste'molchilar sifatida qaraladi. Buning uchun, quyidagi tanlangan sxemani ko'rib chiqamiz. Bunda bir iste'molchidan ikkinchi istemolchigacha bo'lgan masofa masShtabida hisoblanadi. Bu halqali tarmoqni ochiq tizimga aylatiriladi va quvvatlar yo'naliShi bo'yicha hisoblanadi.



$$S_{A-1} = \{(P_1+jQ_1)30 + (P_4+jQ_4)45 + (P_3+jQ_3)67 + (P_2+jQ_2)82\} / (\sum l = 107) = \{R_1 30 + jQ_1 30 + P_4 45 + jQ_4 45 + P_3 67 + jQ_3 67 + P_2 82 + jQ_2 82\} / 107 = \{\sum P + j\sum Q\} / 107 = P_{A-1} + jQ_{A-1} \text{ [MBA]}$$

$$S_{1-4} = S_{A-1} - S_1 = P_{A-1} + jQ_{A-1} - (P_1 + jQ_1) \text{ [MBA]}$$

$$S_{4-5} = S_{1-4} - S_4 \text{ [MBA]}$$

$$S_{5-3} = S_{4-5} - S_5 \text{ [MBA] ammo}$$

Агар $S_{4-5} < S_5$ булса, у холда хисоблаш иккинчи томондан хисобланади, яъни

$$S_{A-2} = \{(P_2+jQ_2)25 + (P_3+jQ_3)40 + (P_5+jQ_5)50 + (P_4+jQ_4)62 + (P_1+jQ_1)77\} / \{\sum l = 107\} = \{\sum P + j\sum Q\} / 107 = P_{A-2} + jQ_{A-2} \text{ [MBA]}$$

$$S_{2-3} = S_{A-2} - S_2 \text{ [MBA]}$$

$$S_{3-5} = S_{2-3} - S_3 \text{ [MBA]}$$

Bunday keyingi hisoblaSh to'xtatiladi, chunki

$$S_{5,4} = S_{3,5} - S_5 \text{ da } S_{5,4} < S_5 \text{ bo'ladi.}$$

Nihoyat ikkinchi tomon manbadan oqayotgan quvvat yuqoridagi hisoblaSh shartlarini bajarib quvvatlar tarqaliSh nuqtasi topildi. Misolda 5-nuqtada har ikki tomonlama quvvatlar oqiShi to'xtatiladi.

8. Elektr tarmoqlarida nominal kuchlaniShni tanlaSh.

Elektr tarmoqlari va tizimlarida nominal kuchlaniShni tanlaSh texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar uchun o'ta muhim rol o'ynaydi. Umumiy olganda elektr tarmoqlari orqali quvvatni uzatiShda har qanday pog'onali standart kuchlaniShni qabul qiliShi mumkin. Standart nominal kuchlaniShga 6, 10; 35, 110; 220; 330; 500; 750 [kV]

kuchlaniShlar kiradi. Kurs loyihasini loyihalaShda quyidagi ko‘riniShda yoki 13-jadvaldan foydalaniSh tavsiya qilinadi.

2 ÷ 10 [MVt]	50 ÷ 20[km]	35 [kV]
10 ÷ 50[MVt]	150 ÷ 50[km]	110 [kV]
100 ÷ 150[MVt]	300 ÷ 200[km]	220 [kV]
400 ÷ 600[MVt]	500 ÷ 1000 [km]	500 [kV]

Bu ko‘rsatkichlar loyihalaShtiriShda kuchlaniSh tanlaShning yaqinlaShuv tavsiyasi hisoblanadi. KuchlaniShni qabul qiliSh asosan texnik-iqtisodiy hisoblaShdan keyin qabul qilinganligi maqsadlidir. Nominal kuchlaniShni tanlaShda asosiy takliflardan biri havo uzatiSh liniyalarga optimal simlarni tanlaShga rioya qilinadi. Buning uchun. minimal. va maksimal ko‘ndalang kesimga ega bo‘lgan simlarni kuchlaniShlarga mos keliShi karonaga bog‘laSh muhim vazifadir.

220 kV uchun AS-240 mm²
 110 kV uchun AS-70 mm²
 35 kV uchun AS-50 mm² minimal bo‘ladi.

Maksimal ko‘rsatkichlar quyidagicha;

35 kV uchun AS-95 mm²
 110 kV uchun AS-240mm²
 220 kV uchun AS-400 -500 mm²

KuchlaniShni tanlaShda taxminiy yaqinlaShuv Qiymatini quyidagi formula yordamida aniqlanadi: $U = 4,34 \sqrt{0,016 lP}$ [kV],

Bu erda, l -manbadan iste‘molchigacha bo‘lgan masofa; R -uzatiladigan aktiv quvvat.

Hisoblangan yuklamani va o‘nta mos qabul qilingan kuchlaniShni quyidagi jadvalga yoziladi:

Rasmga binoan tarmoqlar kismalar	Masofa l (km)	Hisoblangan yuklama		Nominal kuchlaniSh U (kV)
			S[kBA]	
A-1 1-2 va h.k.				

9-Kuch transformatorini tanlaSh.

Kuch transformatorlarini (avtotransformator) tanlaSh iste‘molchilarning manbadan olgan kuchlaniShlari texnik-iqtisodiy jihatdan chidamli va iShonchli ta‘minlaSh muhim rol o‘ynaydi. Transformatorlarning nominal quvvati Kilovolt- amper yoki Megavolt-amperlarda o‘lchanib, istemolchining To‘la quvvatiga asoslangan holda tanlanadi. Amaliyotda podstansiyalarga tanlanayotgan transformatorlar istemol-chilarning toifalariga qarab ikkita yoki bitga qabul qilinadi, yani barcha yuklamalarni normal holatda energiya bilan taminlaniShi 40% gacha yuklaSh, halokat holatda esa 0,7 ÷ 0,75 oraliqlarda qabul qilinadi. Umumiy holda transformatorlarning yuklaniSh koeffitsienti quyidagi taxminiy oraliqlarda tavsiya etiladi.

Agar I toifa bo'lsa	$K_{yu}=0,6$ dan $0,75$ bo'ladi.
II toifa bo'lsa	$K_{yu}=0,7$ dan $0,85$ bo'ladi.
III toifa bo'lsa	$K_{yu}=0,8$ dan $0,95$ bo'ladi.

Ko'pincha III toifali iste'molchilar uchun quvvati $S_{nt}=6,3$ [MVA]gacha keladigan bitta transformatorli podstansiya tanlanadi. Tanlanayotgan transformatorlar nominal standart kuchlanishlarga moslashtiriladi.

Kuchlanishlari 220/110/10,5 va 110/35/10,5 bulgan 3 fazali 3 chulg'amli transformatorlar va avtotransformatorlarning quvvati quyidagi foyizlarda yuklantirilishi shart bo'ladi.

YA'ni,

100/100/100
 100/100/66,7
 100/66,7/100
 100/66,7/66,7

Ikki transformatorli podstansiyalarga tanlanayotgan transformatorlar quyidagi shartlarga rioya qilinadi. Uning yuklama koeffitsientning yuklanish chegarasi 1,4 ya'ni 40% o'ta yuklash qobiliyati inobatga olinadi va uning taxminiy yaqinlashuv quvvati quyidagicha topiladi: $S_{nt} \geq S_{yukl}/1,4$ Yuklama koeffitsienti esa:

$$K_{yu} = S_{yukl} / S_{nt} = 0,7 \div 0,85$$

Transformator va avtotransformatorlarning kuchlanishga bog'liq holda nominal quvvatlarni tanlash 9-jadvaldan foydalaniladi.

10.Havo liniyalariga tayanchlar va simning ko'ndalang kesimi yuzasini tanlash

Kuchlanishi $U_n = 35$ kV va undan yuqori bo'lgan havo liniyalaridagi elektr tarmoqlariga bir simli va ikki simli yog'och, temir va temir betonli tayanchlar qabul qilinadi. Tayanchlar loyixalashtirilayotgan rayonning iqlimiga mos holda tanlanadi.

Temir betonli tayanch yuqori namlikka ega bo'lgan rayonlarda, temir va yog'och tayanchlarning texnik-iqtisodiy ko'rsatgichi ma'qul bo'lmagan joylarga loyihalashtiriladi.

Temirli tayanchlar asosan o'rnatilishi mumkin bo'lgan va kuchlanishi $U_n=35$ kV dan yuqori bo'lgan tog'li o'lkalarda o'rnatiladi.

Yog'och tayanchlar esa o'rmon xo'jaligiga tanqis bo'lmagan va namligi kam bo'lgan rayonlarga loyihalashtiriladi.

SHunday qilib tayanchlar yordamida elektr energiyani istemolchilarga etkazib berish uchun simlarning ko'ndalang kesim yuzasini xanjil quyidagi formuladan foydalaniladi;

Bu erda:

I_U -liniyadagi ishchi tok;
 S_{yukl} -yuklamaning to'la quvvati;
 U_H -liniyadagi nominal kuchlanish.

Ishchi tokning aniqlanishi bilan simning ko'ndalang kesimini tanlaymiz yoki yaqinlashuv formulasi orqali aniqlaymiz:

$$F = I_U / j_{ik}$$

Bu erda:

F-simning ko'ndalang kesim yuzasi;

j_{ik} – iqtisodiy tok zichligi [A/mm²]

$$j_{ik} = 1,3 + 1,5 \text{ [A/mm}^2\text{]}$$

Hisoblangan ishchi toki va $F = I_U / j_{ik}$ Shartga asosan 11-jadvaldan simning ko'ndalang kesimi yuzasi tanlanadi. Ikki simli havo liniyasi uchun:

$$I_U = S_{\text{ЮКЛ}} / 2 * \sqrt{3U_H}$$

va $F/2$ Shart o'rinli

Tanlangan simning ko'ndalang kesim yuzasini har bir tarmoq uchun halokat holatlarda tekshirilib ko'riladi va quyidagi Shartlar qanoatlantirishi kerak:

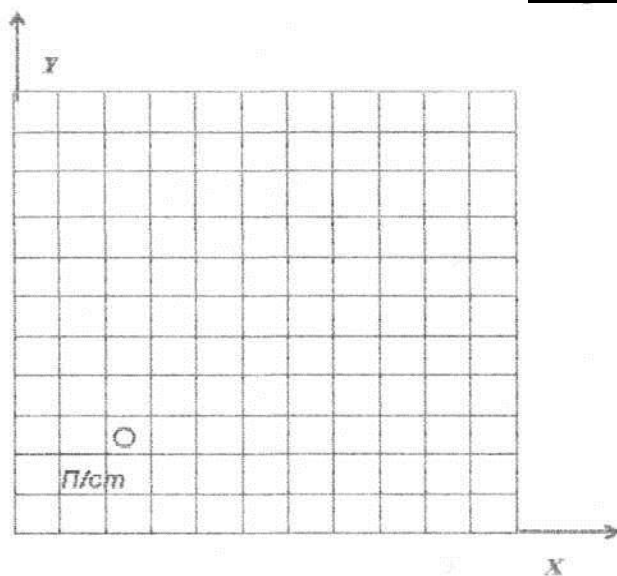
$$I_U \leq I_{\text{rux}} \text{ yoki } I_{\text{an}} \leq I_{\text{rux}}$$

I_{rux} -tanlangan simning ruxsat etilgan toki,

11. Tarmoqning bir liniyalı elektr sxemasi va almaShtiriSh sxemasi.

Kurs loyihasini hisoblashdan keyin elektr tarmog'ining bir liniyalı elektr sxemasi va o'nta mos keluvchi almaShtiriSh sxemasini chizib tahlil qiliSh o'ta muhim vazifadir. Sxemada GOSTga asosan transformator podstansiyani, havo liniyasi, uning uzunligi, simning turi, ko'ndalang kesim yuzasi ko'rsatiladi. AlmaShtiriSh sxemasida elektr tarmog'i parametrlarining hisoblangan qiymatlari ko'rsatiladi. Bu sxemalarni chiziSh b va 7 rasmdan foydalaniSh tavsiya etiladi.

12.Kurs loyhasining variantlari va uni bajariSh tartiblari.



№	№ Iste' molchi	R MVT	COSφ	X	Y	Toifa%			U _H (kV)	T _{max} (ch)	masShtab (km)
						I	II	III			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	p/st			9	10					5800	
	1	18	0,95	6	7	10	40	50	6		
	2	9	0,75	6	5	20	40	40	10		
	3	8	0,90	4	6	5	50	45	10		
	4	10	0,80	5	4	20	35	45	10		
	5	2	0,88	3	5	15	45	40	10		
2	p/st			7	9					5000	
	1	18	0,90	7	6	25	50	25	10		
	2	9	0,87	8	4	20	50	30	b		
	3	8	0,95	5	5	--	45	55	6		
	4	10	0,75	5	3	10	40	50	b		
	5	6	0,80	6	2	15	35	60	10		
3	p/st			9	5					5800	
	1	14	0,75	6	6	20	50	30	10		
	2	18	0,85	5	8	15	50	35	6		
	3	10	0,95	4	6	5	35	60	6		
	4	6	0,90	3	8	5	35	60	6		
	5	2	0,90	5	9	10	40	50	6		
4	P/st			2	3					5100	
	1	24	0,75	6	5	15	45	40	10		
	2	10	0,80	6	7	20	40	40	10		
	3	14	0,85	8	5	-	40	45	6		
	4	16	0,90	9	6	15	50	50	10		
	5	8	0,95	9	7	5	50	45	10		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	p/st			7	9					5000	
	1	18	0,90	7	6	25	50	25	10		
	2	9	0,87	8	4	20	50	30	b		
	3	8	0,95	5	5	--	45	55	6		
	4	10	0,75	5	3	10	40	50	b		
	5	6	0,80	6	2	15	35	60	10		
6	p/st			9	2					5400	
	1	15	0,90	6	5	10	50	40	6		
	2	9	0,85	8	6	15	45	40	6		
	3	10	0,75	6	7	15	35	50	10		
	4	2	0,95	4	7	-	50	50	10		
	5	4	0,80	7	9	5	40	55	10		
7	P/st			2	3					5100	
	1	24	0,75	6	5	15	45	40	10		
	2	10	0,80	6	7	20	40	40	10		
	3	14	0,85	8	5	-	40	45	6		
	4	16	0,90	9	6	15	50	50	10		
	5	8	0,95	9	7	5	50	45	10		
8	p/st			7	9					5000	
	1	18	0,90	7	6	25	50	25	10		
	2	9	0,87	8	4	20	50	30	b		
	3	8	0,95	5	5	--	45	55	6		
	4	10	0,75	5	3	10	40	50	b		
	5	6	0,80	6	2	15	35	60	10		
9	p/st			1	2					4000	
	1	20	0,75	5	5	20	50	30	10		
	2	12	0,85	7	4	15	50	35	6		
	3	10	0,95	7	6	5	35	60	10		
	4	4	0,90	9	6	5	35	60	10		
	5	6	0,80	b	7	10	40	50	10		
10	p/st			6	1					4300	
	1	20	0,85	7	5	15	40	45	10		
	2	15	0,75	5	6	15	45	40	b		
	3	25	0,90	7	7	10	50	40	6		
	4	10	0,80	4	7	10	50	40	10		
	5	5	0,95	6	8	5	40	55	10		
11	p/st			2	2					4900	
	1	12	0,75	4	5	20	45	35	6		
	2	14	0,95	6	4	10	35	55	6		
	3	16	0,90	7	6	5	45	50	10		
	4	6	0,80	6	7	10	40	50	6		
	5	4	0,855	9	5	15	45	40	6		
12	p/st			3	4					4100	
	1	20	0,90	3	8	15	45	40	10		
	2	15	0,95	5	8	--	50	50	10		
	3	10	0,75	7	6	20	35	45	6		
	4	8	0,85	8	8	15	25	60	10		
	5	2	0,80	7	9	10	30	60	10		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	p/st 1 2 3 4 5	18 9 8 10 2	0,95 0,75 0,90 0,80 0,88	9 6 4 5 3	10 7 6 4 5	10 20 5 20 15	40 40 50 35 45	50 40 45 45 40	6 10 10 10 10	5800	
14	p/st 1 2 3 4 5	20 12 10 4 6	0,75 0,85 0,95 0,90 0,80	1 5 7 9 b	2 5 4 6 7	20 15 5 5 10	50 50 35 35 40	30 35 60 60 50	10 6 10 10 10	4000	
15	p/st 1 2 3 4 5	20 24 16 8 2	0,95 0,80 0,75 0,80 0,90	9 8 7 5 5	2 6 8 6 5	5 15 20 10 --	45 50 40 35 50	50 35 40 55 50	10 10 b 10 6	5200	
16	p/st 1 2 3 4 5	12 14 16 6 4	0,75 0,95 0,90 0,80 0,855	2 4 6 6 9	2 5 4 7 5	20 10 5 10 15	45 35 45 40 45	35 55 50 50 40	6 6 10 6 6	4900	
17	P/st 1 2 3 4 5	24 10 14 16 8	0,75 0,80 0,85 0,90 0,95	2 6 6 9 9	3 5 7 5 7	15 20 - 15 5	45 40 40 50 50	40 40 45 50 45	10 10 6 10 10	5100	
18	p/st 1 2 3 4 5	20 16 14 12 2	0,80 0,87 0,90 0,75 0,85	2 b 5 7 8 9	7 7 5 4 6 5	20 25 5 10 15	50 45 40 45 45	30 30 55 45 40	10 10 6 6 6	5600	
19	p/st 1 2 3 4 5	15 10 6 4 8	0,80 0,95 0,75 0,80 0,90	b 6 4 6 6	8 5 5 3 3 2	15 5 20 10 —	50 45 40 35 50	35 50 40 55 50	10 b 10 10 10	3800	
20	p/st 1 2 3 4 5	25 16 20 8 4	0,85 0,75 0,90 0,80 0,95	7 5 3 5 4	10 6 b 5 5 4	15 15 10 10 5	40 45 50 50 40	45 40 40 40 55	10 b 6 10 6	3900	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	p/st 1 2 3 4 5	20 15 25 10 5	0,85 0,75 0,90 0,80 0,95	6 7 5 4 6	1 5 6 7 8	15 15 10 10 5	40 45 50 50 40	45 40 40 40 55	10 b 6 10 10	4300	
22	p/st 1 2 3 4 5	25 16 20 8 4	0,85 0,75 0,90 0,80 0,95	7 5 3 7 4	10 6 b 5 4	15 15 10 10 5	40 45 50 50 40	45 40 40 40 55	10 b 6 10 6	3900	
23	p/st 1 2 3 4 5	25 20 12 8 4	0,75 0,95 0,90 0,85 0,80	9 7 9 6 7 9	8 b 4 2 3 2	20 10 5 15 10	45 35 45 45 40	35 55 50 40 50	10 10 6 10 10	5700	
24	p/st 1 2 3 4 5	14 18 10 6 2	0,75 0,85 0,95 0,90 0,90	9 6 5 4 5	5 6 8 6 9	20 15 5 5 10	50 50 35 35 40	30 35 60 60 50	10 6 6 6 6	5800	
25	p/st 1 2 3 4 5	20 24 18 8 6	0,95 0,8 0,75 0,8 0,8	5.5 6 5.5 4 4 3	1 5 7 5 9 8	15 5 20 10 -	50 45 40 35 50	35 50 40 55 50	10 6 6 10 10	5700	
26	p/st 1 2 3 4 5	22 25 14 6 8	0,80 0,95 0,75 0,80 0,90	2 6 8 8 10 9	9 7 9 7 8 5	15 5 20 10 -	50 45 40 35 50	35 50 40 55 50	10 6 6 10 10	6000	
27	p/st 1 2 3 4 5	14 18 10 6 2	0,75 0,85 0,95 0,90 0,90	9 6 5 4 3 5	5 6 8 6 8 9	20 15 5 5 10	50 50 35 35 40	30 35 60 60 50	10 6 6 6 6	5800	
28	p/st 1 2 3 4 5	15 9 10 2 4	0,90 0,85 0,75 0,95 0,80	9 6 8 6 4 7	2 5 6 7 7 9	10 15 15 - 5	50 45 35 50 40	40 40 50 50 55	6 6 10 10 10	5400	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
29	p/st			9	5					5800	
	1	14	0,75	6	6	20	50	30	10		
	2	18	0,85	5	8	15	50	35	6		
	3	10	0,95	4	6	5	35	60	6		
	4	6	0,90	3	8	5	35	60	6		
5	2	0,90	5	9	10	40	50	6			
30	p/st			2	2					4900	
	1	12	0,75	4	5	20	45	35	6		
	2	14	0,95	6	4	10	35	55	6		
	3	16	0,90	7	6	5	45	50	10		
	4	6	0,80	6	7	10	40	50	6		
5	4	0,855	9	5	15	45	40	6			
31	p/st			8	10					5000	
	1	24	0,95	4	8	10	40	50	b		
	2	18	0,75	3	6	20	40	40	6		
	3	10	0,90	6	7	5	50	45	10		
	4	14	0,80	5	5	20	35	45	10		
5	6	0,85	2	5	15	45	40	10			
32	p/st			9	2					5200	
	1	20	0,95	8	b	5	45	50	10		
	2	24	0,80	7	8	15	50	35	10		
	3	16	0,75	6	6	20	40	40	b		
	4	8	0,80	5	8	10	35	55	10		
5	2	0,90	5	5	--	50	50	6			
33	P/st			2	3					5100	
	1	24	0,75	6	5	15	45	40	10		
	2	10	0,80	6	7	20	40	40	10		
	3	14	0,85	8	5	-	40	45	6		
	4	16	0,90	9	6	15	50	50	10		
5	8	0,95	9	7	5	50	45	10			
34	p/st			1	10					4600	
	1	20	0,90	4	7	10	50	40	10		
	2	16	0,85	6	7	15	45	40	10		
	3	12	0,75	3	5	15	35	50	6		
	4	10	0,95	5	5	--	50	50	6		
5	6	0,80	6	3	5	40	50	b			
35	p/st			1	10					4600	
	1	20	0,90	4	7	10	50	40	10		
	2	16	0,85	6	7	15	45	40	10		
	3	12	0,75	3	5	15	35	50	6		
	4	10	0,95	5	5	--	50	50	6		
5	6	0,80	6	3	5	40	50	b			
36	p/st			10	2					4300	
	1	16	0,90	5	4	15	45	40	10		
	2	b	0,95	5	b	--	50	50	10		
	3	2	0,75	4	5	20	35	45	10		
	4	8	0,85	7	6	15	25	60	b		
5	4	0,80	3	7	10	30	60	10			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37	p/st			8	10					5000	
	1	24	0,95	4	8	10	40	50	b		
	2	18	0,75	3	6	20	40	40	6		
	3	10	0,90	6	7	5	50	45	10		
	4	14	0,80	5	5	20	35	45	10		
	5	6	0,85	2	5	15	45	40	10		
38	p/st			7	9					5000	
	1	18	0,90	7	6	25	50	25	10		
	2	9	0,87	8	4	20	50	30	b		
	3	8	0,95	5	5	--	45	55	6		
	4	10	0,75	5	3	10	40	50	b		
	5	6	0,80	6	2	15	35	60	10		
39	p/st			1	2					4000	
	1	20	0,75	5	5	20	50	30	10		
	2	12	0,85	7	4	15	50	35	6		
	3	10	0,95	7	6	5	35	60	10		
	4	4	0,90	9	6	5	35	60	10		
	5	6	0,80	b	7	10	40	50	10		
40	p/st			1	9					4000	
	1	16	0,90	3	5	—	50	50	10		
	2	10	0,95	5	b	10	50	40	6		
	3	12	0,75	3	3	20	35	45	6		
	4	4	0,85	5	4	15	25	60	6		
	5	2	0,80	4	2	10	30	60	6		
41	p/st			9	10					5800	
	1	18	0,95	6	7	10	40	50	6		
	2	9	0,75	6	5	20	40	40	10		
	3	8	0,90	4	6	5	50	45	10		
	4	10	0,80	5	4	20	35	45	10		
	5	2	0,88	3	5	15	45	40	10		
42	p/st			2	9					6000	
	1	22	0,80	6	7	15	50	35	10		
	2	25	0,95	8	9	5	45	50	6		
	3	14	0,75	8	7	20	40	40	6		
	4	6	0,80	10	8	10	35	55	10		
	5	8	0,90	9	5	-	50	50	10		
43	p/st			7	10					3900	
	1	25	0,85	5	6	15	40	45	10		
	2	16	0,75	3	b	15	45	40	b		
	3	20	0,90	5	5	10	50	40	6		
	4	8	0,80	7	5	10	50	40	10		
	5	4	0,95	4	4	5	40	55	6		
44	p/st			9	5					5800	
	1	14	0,75	6	6	20	50	30	10		
	2	18	0,85	5	8	15	50	35	6		
	3	10	0,95	4	6	5	35	60	6		
	4	6	0,90	3	8	5	35	60	6		
	5	2	0,90	5	9	10	40	50	6		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45	p/st			7	9					5000	
	1	18	0,90	7	6	25	50	25	10		
	2	9	0,87	8	4	20	50	30	b		
	3	8	0,95	5	5	--	45	55	6		
	4	10	0,75	5	3	10	40	50	b		
5	6	0,80	6	2	15	35	60	10			
46	p/st			10	3					3800	
	1	12	0,80	6	5	40	30	30	10		
	2	16	0,75	5	6	45	40	25	10		
	3	8	0,90	4	4	40	40	20	6		
	4	10	0,85	3	5	50	30	20	10		
5	2	0,95	3	7	--	45	25	6			
47	p/st			7	9					5000	
	1	18	0,90	7	6	25	50	25	10		
	2	9	0,87	8	4	20	50	30	b		
	3	8	0,95	5	5	--	45	55	6		
	4	10	0,75	5	3	10	40	50	b		
5	6	0,80	6	2	15	35	60	10			
48	p/st			1	2					4000	
	1	20	0,75	5	5	20	50	30	10		
	2	12	0,85	7	4	15	50	35	6		
	3	10	0,95	7	6	5	35	60	10		
	4	4	0,90	9	6	5	35	60	10		
5	6	0,80	b	7	10	40	50	10			
49	p/st			8	10					5700	
	1	24	0,75	7	6	15	45	40	10		
	2	14	0,80	5	6	20	40	40	10		
	3	16	0,85	5	4	15	40	45	b		
	4	8	0,90	3	5	—	50	50	6		
5	2	0,95	7	3	5	50	45	10			
50	p/st			9	10					5800	
	1	18	0,95	6	7	10	40	50	6		
	2	9	0,75	6	5	20	40	40	10		
	3	8	0,90	4	6	5	50	45	10		
	4	10	0,80	5	4	20	35	45	10		
5	2	0,88	3	5	15	45	40	10			
51	p/st			1	2					4000	
	1	20	0,75	5	5	20	50	30	10		
	2	12	0,85	7	4	15	50	35	6		
	3	10	0,95	7	6	5	35	60	10		
	4	4	0,90	9	6	5	35	60	10		
5	6	0,80	b	7	10	40	50	10			
52	p/st			3	10					5200	
	1	18	0,75	5	6	10	45	45	10		
	2	8	0,90	b	5	15	35	50	10		
	3	10	0,95	3	5	15	40	45	6		
	4	12	0,85	4	3	10	50	40	b		
5	5	0,80	6	3	5	25	70	6			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
53	p/st			1	10					4600	
	1	20	0,90	4	7	10	50	40	10		
	2	16	0,85	6	7	15	45	40	10		
	3	12	0,75	3	5	15	35	50	6		
	4	10	0,95	5	5	--	50	50	6		
5	6	0,80	6	3	5	40	50	b			
54	p/st			10	8					5500	
	1	18	0,80	8	5	20	45	35	10		
	2	8	0,75	6	5	15	45	40	6		
	3	9	0,95	7	3	—	40	60	10		
	4	2	0,95	5	4	10	40	50	6		
5	5	0,90	5	3	5	45	50	10			
55	p/st			10	2					4300	
	1	16	0,90	5	4	15	45	40	10		
	2	b	0,95	5	b	--	50	50	10		
	3	2	0,75	4	5	20	35	45	10		
	4	8	0,85	7	6	15	25	60	b		
5	4	0,80	3	7	10	30	60	10			
56	p/st			1	9					4000	
	1	16	0,90	3	5	—	50	50	10		
	2	10	0,95	5	b	10	50	40	6		
	3	12	0,75	3	3	20	35	45	6		
	4	4	0,85	5	4	15	25	60	6		
5	2	0,80	4	2	10	30	60	6			
57	p/st			7	10					3900	
	1	25	0,85	5	6	15	40	45	10		
	2	16	0,75	3	b	15	45	40	b		
	3	20	0,90	5	5	10	50	40	6		
	4	8	0,80	7	5	10	50	40	10		
5	4	0,95	4	4	5	40	55	6			
58	p/st			10	5					4100	
	1	25	0,75	6	6	20	50	30	10		
	2	15	0,85	7	7	15	50	35	6		
	3	20	0,95	9	8	5	35	60	6		
	4	10	0,90	7	9	5	35	60	10		
5	5	0,80	5	7	10	40	50	10			
59	p/st			3	9					4500	
	1	16	0,85	5	b	20	40	40	10		
	2	24	0,90	7	5	10	50	40	10		
	3	18	0,95	4	4	--	60	40	6		
	4	9	0,78	6	4	25	45	30	10		
5	5	0,80	5	2	5	50	45	10			
60	p/st			8	3					4700	
	1	18	0,75	8	7	15	45	40	10		
	2	25	0,90	9	8	10	50	40	10		
	3	10	0,87	16	7	10	50	40	10		
	4	12	0,95	7	9	--	55	45	6		
5	2	0,80	5	8	15	40	55	b			
61	p/st			1	9					4000	
	1	16	0,90	3	5	—	50	50	10		
	2	10	0,95	5	b	10	50	40	6		
	3	12	0,75	3	3	20	35	45	6		
4	4	0,85	5	4	15	25	60	6			

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
62	p/st			7	9					5000	
	1	18	0,90	7	6	25	50	25	10		
	2	9	0,87	8	4	20	50	30	b		
	3	8	0,95	5	5	--	45	55	6		
	4	10	0,75	5	3	10	40	50	b		
	5	6	0,80	6	2	15	35	60	10		
63	p/st			3	4					4100	
	1	20	0,90	3	8	15	45	40	10		
	2	15	0,95	5	8	--	50	50	10		
	3	10	0,75	7	6	20	35	45	6		
	4	8	0,85	8	8	15	25	60	10		
	5	2	0,80	7	9	10	30	60	10		
64	p/st			3	9					4500	
	1	16	0,85	5	b	20	40	40	10		
	2	24	0,90	7	5	10	50	40	10		
	3	18	0,95	4	4	--	60	40	6		
	4	9	0,78	6	4	25	45	30	10		
	5	5	0,80	5	2	5	50	45	10		
65	p/st			9	3					4200	
	1	16	0,80	8	7	20	50	30	6		
	2	25	0,87	6	8	25	45	30	6		
	3	16	0,90	5	6	5	40	55	6		
	4	8	0,75	7	9	10	45	45	6		
	5	5	0,85	9	8	15	40	40	6		
66	p/st			8	3					4700	
	1	18	0,75	8	7	15	45	40	10		
	2	25	0,90	9	8	10	50	40	10		
	3	10	0,87	16	7	10	50	40	10		
	4	12	0,95	7	9	--	55	45	6		
	5	2	0,80	5	8	15	40	55	B		
67	p/st			1	2					4000	
	1	20	0,75	5	5	20	50	30	10		
	2	12	0,85	7	4	15	50	35	6		
	3	10	0,95	7	6	5	35	60	10		
	4	4	0,90	9	6	5	35	60	10		
	5	6	0,80	b	7	10	40	50	10		
68	p/st			8	9					5100	
	1	15	0,75	6	6	25	50	25	10		
	2	8	0,90	4	7	10	50	40	6		
	3	10	0,80	2	6	15	45	40	6		
	4	14	0,87	2	4	15	45	40	6		
	5	5	0,95	6	4	--	50	50	6		
69	p/st			1	9					4000	
	1	16	0,90	3	5	—	50	50	10		
	2	10	0,95	5	b	10	50	40	6		
	3	12	0,75	3	3	20	35	45	6		
	4	4	0,85	5	4	15	25	60	6		
	5	2	0,80	4	2	10	30	60	6		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
70	p/st			3	10					5200	
	1	18	0,75	5	6	10	45	45	10		
	2	8	0,90	b	5	15	35	50	10		
	3	10	0,95	3	5	15	40	45	6		
	4	12	0,85	4	3	10	50	40	b		
	5	5	0,80	6	3	5	25	70	6		
71	p/st			4	2					5100	
	1	20	0,80	b	5	15	35	50	6		
	2	25	0,75	4	6	10	50	40	6		
	3	10	0,85	8	6	5	45	50	6		
	4	15	0,90	6	7	—	40	60	10		
	5	5	0,95	5	8	5	35	60	b		
72	p/st			4	1						
	1	20	0,90	3	5	10	50	40	10		
	2	15	0,85	6	5	15	45	40	10		
	3	12	0,75	4	6	15	35	50	6		
	4	8	0,95	3	7	—	50	50	10		
	5	10	0,80	5	8	5	40	55	10		
73	p/st			8	3					4700	
	1	18	0,75	8	7	15	45	40	10		
	2	25	0,90	9	8	10	50	40	10		
	3	10	0,87	16	7	10	50	40	10		
	4	12	0,95	7	9	--	55	45	6		
	5	2	0,80	5	8	15	40	55	b		
74	p/st			9	3					4200	
	1	16	0,80	8	7	20	50	30	6		
	2	25	0,87	6	8	25	45	30	6		
	3	16	0,90	5	6	5	40	55	6		
	4	8	0,75	7	9	10	45	45	6		
	5	5	0,85	9	8	15	40	40	6		
75	p/st			3	4					4100	
	1	20	0,90	3	8	15	45	40	10		
	2	15	0,95	5	8	--	50	50	10		
	3	10	0,75	7	6	20	35	45	6		
	4	8	0,85	8	8	15	25	60	10		
	5	2	0,80	7	9	10	30	60	10		
76	p/st			6	1					4300	
	1	20	0,85	7	5	15	40	45	10		
	2	15	0,75	5	6	15	45	40	b		
	3	25	0,90	7	7	10	50	40	6		
	4	10	0,80	4	7	10	50	40	10		
	5	5	0,95	6	8	5	40	55	10		
77	p/st			5	2					5800	
	1	28	0,80	4	5	20	40	40	10		
	2	12	0,90	6	5	—	50	40	10		
	3	10	0,75	7	7	10	50	50	10		
	4	15	0,90	5	7	15	40	45	10		
	5	5	0,85	8	6	—	45	55	10		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
78	p/st			3	4					4100	
	1	20	0,90	3	8	15	45	40	10		
	2	15	0,95	5	8	--	50	50	10		
	3	10	0,75	7	6	20	35	45	6		
	4	8	0,85	8	8	15	25	60	10		
	5	2	0,80	7	9	10	30	60	10		
79	p/st			8	7					5300	
	1	12	0,85	7	3	15	45	40	6		
	2	14	0,90	6	5	10	50	40	6		
	3	8	0,95	4	4	5	50	45	10		
	4	5	0,75	5	2	15	40	45	6		
	5	10	0,80	4	3	20	35	45	10		
80	p/st			1	10					4600	
	1	20	0,90	4	7	10	50	40	10		
	2	16	0,85	6	7	15	45	40	10		
	3	12	0,75	3	5	15	35	50	6		
	4	10	0,95	5	5	--	50	50	6		
	5	6	0,80	6	3	5	40	50	b		
81	p/st			b	8					3800	
	1	15	0,80	6	5	15	50	35	10		
	2	10	0,95	4	5	5	45	50	b		
	3	6	0,75	6	3	20	40	40	10		
	4	4	0,80	4	3	10	35	55	10		
	5	8	0,90	6	2	—	50	50	10		
82	p/st			4	2					5900	
	1	24	0,87	3	6	25	50	25	10		
	2	18	0,75	b	6	20	40	40	10		
	3	10	0,90	5	7	10	50	40	6		
	4	8	0,95	4	9	—	50	50	10		
	5	6	0,80	6	9	5	40	55	6		
83	p/st			2	8					5900	
	1	22	0,75	5	5	15	45	40	6		
	2	16	0,90	4	3	10	50	40	10		
	3	18	0,87	7	5	10	50	40	6		
	4	8	0,95	7	3	—	45	55	10		
	5	6	0,80	5	2	5	40	55	10		
84	p/st			9	7					6200	
	1	20	0,75	6	6	25	50	25	10		
	2	16	0,90	4	7	10	50	40	10		
	3	14	0,80	4	6	15	45	40	6		
	4	12	0,87	3	4	15	45	40	6		
	5	10	0,95	5	4	—	50	50	10		
85	p/st			6	1					4300	
	1	20	0,85	7	5	15	40	45	10		
	2	15	0,75	5	6	15	45	40	b		
	3	25	0,90	7	7	10	50	40	6		
	4	10	0,80	4	7	10	50	40	10		
	5	5	0,95	6	8	5	40	55	10		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
86	p/st			8	9					5100	
	1	15	0,75	6	6	25	50	25	10		
	2	8	0,90	4	7	10	50	40	6		
	3	10	0,80	2	6	15	45	40	6		
	4	14	0,87	2	4	15	45	40	6		
	5	5	0,95	6	4	--	50	50	6		
87	p/st			1	10					4600	
	1	20	0,90	4	7	10	50	40	10		
	2	16	0,85	6	7	15	45	40	10		
	3	12	0,75	3	5	15	35	50	6		
	4	10	0,95	5	5	--	50	50	6		
	5	6	0,80	6	3	5	40	50	b		
88	p/st			3	9					4500	
	1	16	0,85	5	b	20	40	40	10		
	2	24	0,90	7	5	10	50	40	10		
	3	18	0,95	4	4	--	60	40	6		
	4	9	0,78	6	4	25	45	30	10		
	5	5	0,80	5	2	5	50	45	10		
89	p/st			4	2					5900	
	1	24	0,87	3	6	25	50	25	10		
	2	18	0,75	b	6	20	40	40	10		
	3	10	0,90	5	7	10	50	40	6		
	4	8	0,95	4	9	—	50	50	10		
	5	6	0,80	6	9	5	40	55	6		
90	p/st			8	7					5300	
	1	12	0,85	7	3	15	45	40	6		
	2	14	0,90	6	5	10	50	40	6		
	3	8	0,95	4	4	5	50	45	10		
	4	5	0,75	5	2	15	40	45	6		
	5	10	0,80	4	3	20	35	45	10		

Kurs loyihasi variant bo'yicha berilgan bo'lsa u quyidagi tartibda bajariladi.
Berilgan $R_1=20$ [Mvt]; $R_2=12$ [Mvt]; $R_3=10$ [Mvt]; $R_4=4$ [Mvt]; $R_5=6$ [Mvt];
 $\cos\varphi_1=0,75$; $\cos\varphi_2=0,85$; $\cos\varphi_3=0,95$; $\cos\varphi_4=0,9$; $\cos\varphi_5=0,8$.

Reaktiv quvvatni aniqlaymiz.

$$Q=UI\sin\varphi$$

Bu erda: $S=UI$ bo'lsa $Q=S\sin\varphi$ bo'ladi.

$S_1=P_1/\cos\varphi_1=20/0,75=26,7$ [MVA]; $Q_1=S_1\sin\varphi=26,7*0,52=17,6$ [MVar] bu erda:
 $\cos\varphi_1=0,75$ bo'lganda $\sin\varphi_1=0,52$ teng bo'ladi.

Xuddi Shuningdek $S_2=14$ [MVA]; $S_3=10,5$ [MVA]; $S_4=4,4$ [MVA];
 $S_5=7,5$ [MVA]; $Q_2=7,3$ [MVAR]; $Q_3=3,2$ [MVAR]; $Q_4=2$ [MVAR]; $Q_5=4,5$ [MVAR].

Hisoblashlardan to'la quvvat quyidagicha bo'ladi:

$$S_1=P_1+jQ_1=20+j17,6$$

$$S_2=P_2+jQ_2=12+j7,3$$

$$S_3=P_3+jQ_3=10+j3,2$$

$$S_4=P_4+jQ_4=4+j2$$

$$S_5=P_5+jQ_5=6+j4,5$$

Aktiv va reaktiv quvvatlar muvozanatlashuvini hisoblaymiz:

$$\Sigma R_G = \Sigma R_{YU} + \Delta R_{tar} + R_{rez} = 52 + 4,2 + 5,2 = 61,4 [MVt]$$

$$\text{Bu erda: } \Sigma R_{YU} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 20 + 12 + 10 + 4 + 6 = 52 [MVt]$$

$$\Delta R_{tar} = (6 \div 10) \% \Sigma R_{YU} = 8 \% / 100 * 52 = 4,2 [MVt]$$

$$R_{rez} = 10 \% \Sigma R_{YU} = 10 \% / 100 * 52 = 5,2 [MVt]$$

$$\Sigma Q_G + \Sigma Q_{ku} = \Sigma Q_{YU} + \Sigma Q_{tr} + Q_{rez}$$

$$\text{Bu erda: } \Sigma Q_{YU} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 17,6 + 7,3 + 3,2 + 2 + 4,5 = 34,6 [MVAR]$$

$$\Sigma Q_{TP} = 10 \% \Sigma S_{IO} = 10 \% / 100 * 62,4 = 6,2 [MBAP]$$

$$S_{IO} = P_{IO} + jQ_{IO} = \sqrt{P_{IO}^2 + Q_{IO}^2} = \sqrt{52^2 + 34,6^2} = 62,4 [MBA]$$

$$Q_{PE3} = 10 \% \Sigma Q_{IO} = 10 \% / 100 * 34,6 = 3,5 [MBAP]$$

$$\Sigma Q_T = \Sigma P_T \text{tg } \varphi_T = 61,4 * 0,64 = 39,2 [MBAP]$$

$$\cos \varphi_T = (\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2 + \cos \varphi_3 + \cos \varphi_4 + \cos \varphi_5) / 5 =$$

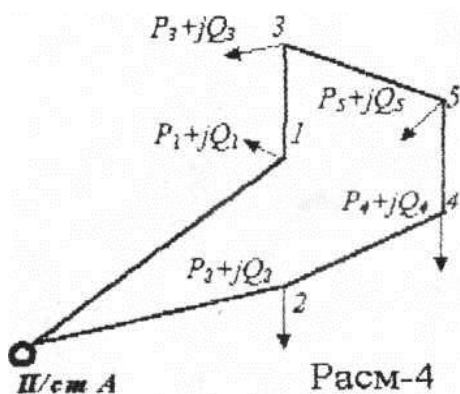
$$= (0,75 + 0,85 + 0,95 + 0,9 + 0,8) / 5 = 0,84$$

YA'ni, $\cos \varphi_g = 0,84$ bo'lganda $\text{tg} \varphi_g = 0,64$ bo'ladi.

$$Q_{ku} = \Sigma Q_{yu} + \Sigma Q_{tr} + Q_{yu} + \Sigma Q_g = 34,6 + 6,2 + 3,5 - 39,2 = 5,1 [MVAR]$$

$$\Sigma Q_g + \Sigma Q_{ku} = \Sigma Q_{yu} + \Sigma Q_{tr} + Q_{rez}$$

$$39,2 + 5,1 = 34,6 + 6,2 + 3,5 \quad 44,3 = 44,3 [MVAR]$$



$$l_{A1} = 35 \text{ km}$$

$$l_{1-3} = 15 \text{ km}$$

$$l_{3-5} = 25 \text{ km}$$

$$l_{5-4} = 10 \text{ km}$$

$$l_{4-2} = 20 \text{ km}$$

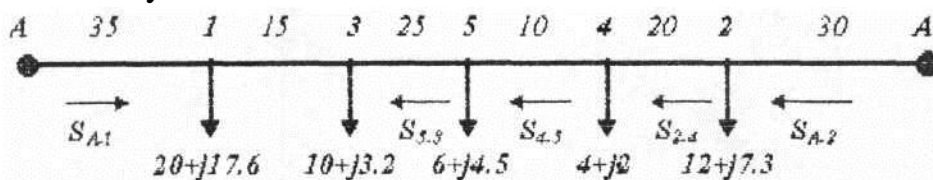
$$l_{2-A} = 30 \text{ km}$$

$$\Sigma l = 135 \text{ km}$$

Quvvatlar tarqaliSh nuqtasini topamiz.

Quvvatlar tarqaliSh nuqtasini topish uchun berilgan iste'molchilarning toifalarini, masofalarini va yuklamalarini nazarda tutib 10-12 ta konfiguratsiyalar chiziladi. Bularning ichidan ikkita eng optimal variant tanlanib hisoblanadi

Ushbu tanlangan halqasimon variantli tarmoqni yoyiq holda hisoblaymiz:



$$S_{A-1} = \{(20 + j17,6)35 + (10 + j3,2)50 + (6 + j4,5)75 + (4 + j2)85 + (12 + j7,3)105\} / 135 =$$

$$= (3250 + j2050) / 135 = 24,1 + j15,2 [MBA]$$

Birinchi iste'molchidan uchinchi iste'molchigacha oqadigan quvvat:

$S_{1-3} = S_{A-1} = S_1 = 24,1 + j15,2 = (20 + j17,6)$ hisoblash qanoatlantirmasligi uchun S_{A-2} quvvat hisoblanadi:

$$S_{A,2} = \{(12+j7,3)30+(4+j2)50+(6+j4,5)60+(10+j3,2)85+(20+j17,6)100\}/135 = 3770+j19,4 \text{ [MBA]}$$

$$S_{2,4} = S_{A,2} - S_2 = 27,9+j19,4 - (12+j7,3) = 15,9+j12,1 \text{ [MBA]}$$

$$S_{4,5} = S_{2,4} - S_4 = 15,9+j12,1 - (4+j2) = 11,9+j10,1 \text{ [MBA]}$$

$$S_{5,3} = S_{4,5} - S_5 = 11,9+j10,1 - (6+j4,5) = 5,9+j5,6 \text{ [MBA]}$$

$$S_{3,1} = S_{5,3} - S_3 = 5,9+j5,6 - (10+j3,2)$$

hisoblash ham qanoatlantirmaydi SHuning uchun quvvatlar tarqalishi nuqtasi 1 va 3 iste'molchilarda bo'ladi.

Loyixalash tirilayotgan tarmoq uchun nominal kuchlanishi tanlaymiz

13-jadvaldan foydalanilib quyidagi jadval to'ldiriladi:

4-jadval

Iste'molchilarning joylashishi	Hisobiy yuklama		l (km)	U _H (kV)
	P-iO(MBA)	S (MBA)		
A-1	24,1+j15,2	28,4	35	110
A ¹ -2	27,9+j19,4	34	30	110
2-4	15,9+j12,1	20	20	110
4-5	11,9+j 10,1	15,6	10	110
5-3	5,9+j5,6	8	25	110

Kuch transformatorlarini tanlaymiz

Iste'molchilar uchun kuch transformatorlarini tanlaymiz va ulardagi isrofgarchiliklarni hisoblaymiz

$$\text{P/st-1} \quad S_{YU} = P_1 + jQ_1 = 20 + j17,6 - 26,7 \text{ [MBA]}$$

$\cos\varphi = 0,75$ bo'lganda $\text{tg}\varphi = 0,88$ bo'ladi

Bu erda: $\cos\varphi < \cos\varphi_H = 0,95$ bo'lganligi uchun reaktiv quvvatni qoplagichlar, kondensator batareyalar tanlaymiz.

Reaktiv quvvatni qoplagichining quvvatini topamiz:

$$Q_{KU} = P_1(\text{tg}\varphi - \text{tg}\varphi_H) = 20(0,88 - 0,33) = 1,1 \text{ MBap}$$

Topilgan quvvatga mos holda 8-jadvaldan kondensator qoplagichni tanlaymiz:

$$Q_{KU} = 20 \cdot 500 = 10000 \text{ [KVar]} = 10 \text{ [MVar]}$$

+oplagichdan keyingi istemolchining to'la hisobiy quvvati quyidagicha bo'ladi: $S_x = \sqrt{P_1^2 + (Q_1 - Q_{KV})^2} = \sqrt{20^2 + (17,6 - 10)^2} = 21,4 \text{ [MBA]}$

Uning quvvat koeffitsienti:

$$\cos\varphi = P_1 / S_x = 20 / 21,4 = 0,94$$

Hisoblangan to'la quvvatga mos holda pasaytiruvchi transformator tanlaymiz. Transformatorni tanlashda istemolchining qaysi toyifaga to'g'ri keliшлиgiga alohida etibor beriladi. 9-jadvaldan uch fazali ikki chulg'amli transformator tanlaymiz. TDN-16000/110 Uning yuklanishi koeffitsienti quyidagicha

$$K_{YU} = S_{YU} / S_{HT} = 21,4 / 2 \cdot 16 = 0,67$$

Tanlangan transformatorning pasport kursatkichlarini yozamiz.

$S_{HT} = 16 \text{ [MBA]}$; $U_{yuk} = 110 \text{ [kV]}$; $U_{nk} = 10 \text{ [kV]}$, $\Delta R_{KT} = 19 \text{ [kVt]}$; $\Delta R_0 = 85 \text{ [kVt]}$; $I_0 = 0,7\%$; $U_K\% = 10,5\%$; $R_T = 4,38 \text{ [Om]}$;

$X_T = 87$ [Om], $K_T = 6Z$ ming sum. (erkin narxda) Tanlangan transformatoridagi quvvat va energiya isroflarini xisoblaymiz.

$$\Delta P_T = 1/n \Delta P_K (S_{IO}/S_{HT})^2 + n \Delta P_0 = 1/2 * 85 (21,4/16)^2 + 2 * 19 = 0,11 \text{ [MBm]}$$

$$\Delta Q_T = U_K \% S_{IO}^2 / n 100 S_{HT} + n I_0 \% S_{HT} / 100 =$$

$$= 10,5 * 21,4^2 / 2 * 100 * 16 + 2 * 0,7 * 16 / 100 = 1,5 \text{ [MBap]}$$

Energiya isrofi quyidagicha bo'ladi

$$\Delta A_t = 1/n \Delta R = (S_{yu}/S_{nt})^2 \tau n \Delta R o T_{yil} =$$

$$= 1/2 * 85 (21,4/16)^2 2000 + 2 * 19 * 8760 = 485 \text{ [MVt .soat/yil]}$$

Bu erda: $T_{nb} = 4000$ s; $\tau = 2000$ s; $T_{yil} = 8760$ s 10-jadvaldan olinadi

To'la quvvat isrofi :

$$\Delta S_T = \Delta R_t + j \Delta Q_t = 0,11 + j 1,5 \text{ [MVt]}$$

Transformator qabul qilinayotgan quvvat isrofini nazarda tutgan holda

$$S_{Tp} = S_{YU} + \Delta S_{Tp} = 20 + j 17,64 + 0,11 + j 1,5 = 20,1 + j 19,1 \text{ [MVt]}$$

Qolgan transformatorlarni tanlash va ularning hisoblashlarini

5-jadval usulida bajariladi .

5-jadval

p/st NO MI	Tula vuklama		Tr- nning, turi va	Kvu	SH _t MV	ΔP _r KVt	ΔP ₀ KVt	U _r %	I ₀ U	R _t om	X _t om
	MBA	S _{yu} MB									
p-1 p-2 p*3 p-4 p-5	20+j(17,6- 10)	21,4	2xTDN- 16/110	0,67	16	85	19	10,5	0,7	4,4	87

p/st no	K _t	ΔP _t	ΔO _t	ΔA _t	ΔS _t	S _{tn} ^{XIR}
	mg'su	MVt	MBap	MB m	MVA	MVA
p-1 p-2 p-4 p-5	63	0,11	1.5	485	0.1+j1.5	20.1+j19.1
	ΣK ₁₀			ΣA ₁₀		

Jadvaldagi hisoblashlarga asosan transformatorlarning narxi va ulardagi energiya isroflarining yig'indisi quyidagicha bo'ladi.

$$\Sigma K_{Tr} = 300 \text{ m.cym}; \quad \Sigma \Delta A_{Tr} = 1855 \text{ MVt.s/yil}$$

Tarmoqlarga simning ko‘ndalang kesim yuzasini tanlaymiz va ulardagi isroflarni hisoblaymiz.

EUY (elektr uzatiSh yo‘li) A-1

$$S_{yu}=24+j15,2=28,4 \quad [MVA]$$

Iste‘molchining iShchi tokini xisoblaymiz:

$$I_0=S_{YU}/\sqrt{U_H}=28,4 \cdot 10^3 / 110\sqrt{3}=146 [A]$$

IShchi tokiga mos keluvchi simning ko‘ndalang kesimi yuzasini 11-jadvaldan tanlaymiz.

TanlaSh jarayonida temir-betonli tayanch qabul qilamiz AS-70 Uning kuchlaniShi $U_H=110 [kV]$. Ruksat etilgan toki $I_{pvx}=265 [A]$; $I_i < I_{ruX}$ yoki $265 > 146 [A]$ qanoatlantiradi. Tanlangan simning pasport ko‘rsatkichlari 11-jadvaldan yozib olinadi.

$$F=70mm^2; r_0=0,43Om/km; x_0=0,4 Om/km; l=35 km;$$

Simning 1 kmdagi narxi $K=12$ ming sum.

Umumiy narxi $\Sigma K=lK=35 \cdot 12=420$ m sum.

$$V_0=2.8 \cdot 10^6 sm/km; V=b_0 \cdot l,8 \cdot 10^6 \cdot 35=98 \cdot 10^6 Om/km$$

KuchlaniSh icrofini xisoblaymiz:

$$\Delta U=(PR+QX)/U_H=^s(24 \cdot 15,1+15,2 \cdot 14)/110=5,2 [kV]$$

$$\text{Bu erda: } R=r_0 \cdot l=0,43 \cdot 35=15,1 [Om]$$

$$X_0=x \cdot l=0,4 \cdot 35=14 [Om]$$

$$\Delta U\%=100\% \Delta U / U_H=100\% \cdot 5,2/110=4,7\%; \Delta U \%=4,7\% < 5\%;$$

Liniyadagi quvvat va energiya icroflarini xisoblaymiz;

$$S_{Tr}^{kir}=20,1+j19,1 [MBA]$$

$$S_L^{11}=S_{Tr}^{kir} - \Delta Q_s=20,1+j19,1-1,2-20,1+j19 [MBA]$$

$$\text{Bu erda: } \Delta O_s=VU_n^2=98 \cdot 10^6 \cdot 110^2=1,2 [MVar]$$

Aktiv quvvat icrofi

$$\Delta R_L=(R^{112}+Q^{112})R/U_H^2=955 [kVt]=0,96 [MVar],$$

Reaktiv quvvat icrofi

$$\Delta Q_L=(P^{112}+Q^{112})X/U_H^2=885 [kVar]=0,89 [MVar]$$

$$\Delta S_L = \Delta R_L + j \Delta Q_L = 0,96+j0,89 [MVA]$$

Liniyadagi energiya icrofini xisoblaymiz.

$$\Delta A=\Delta R_L \tau=0,96 \cdot 2000=960 MVt.s/yil$$

Qolgan liniyalar uchun simni tanlaSh va ulardagi hisoblaShlarni 6-jadval usulida bajariladi.

b-jadval.

EUY	Xisobiv		I _U A	simnin g	I _{ruX} A	r ₀ Om/k	x ₀ Om/k	l km	R Om	X Om	Kl ming /sum
	MVA	MV A									
A-1 A ¹ - 1 2-4 4-5 5-2	24+j15, 2	28,4	146	AS-70	265	0,43	0,4	35	15, 1	14	12

EUY	ΣK_L	ΔU	bo	V	ΔQ_0	S_{Tr}^{xir}	ΔR_l	ΔQ_l	ΔS_l	ΔA_l
	m/sum	%	sm/km	Om/k	MVA	MVA	MVt	MVar	MVA	MVt.s/yil
A-1 A'-2 2-4 4-5 5-3	420	4,7	2,8	98	12	20,1+j19,1	0,96	0,89	0,96+0,89	1960
										ΣA

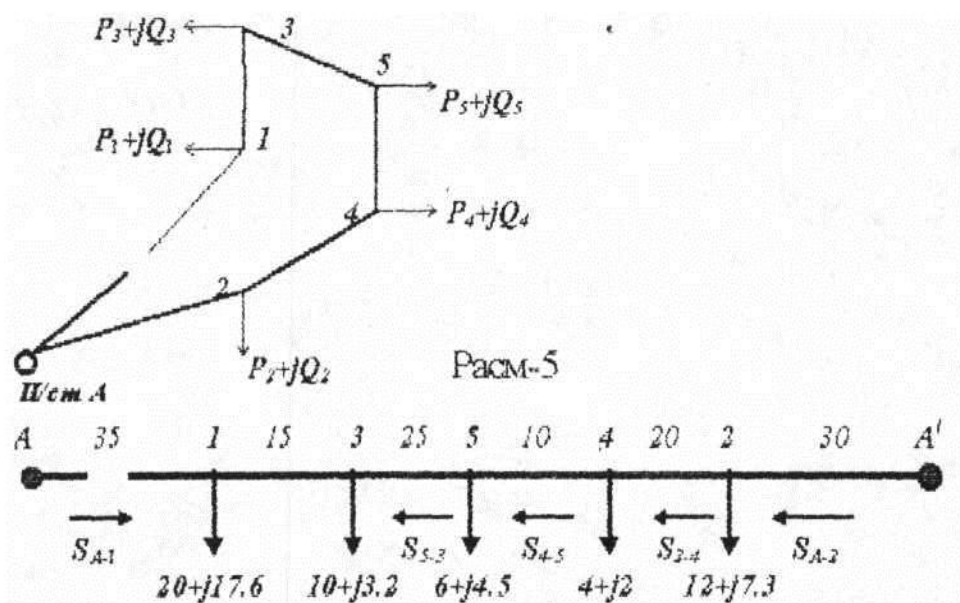
Jadval usulida hisoblashlar natijasiga asosan liniyaning to'liq narxi va ulardagi energiya isrofining yig'indisi quyidagicha buladi: $\Sigma K_L=2112$ mln.sum

$$\Sigma \Delta A_l = 10192 \text{ MVt.s/yil}$$

Tarmoq uchun tanlangan oqimning avariya xolatini tekshirish.

Tanlangan simning halokat holatini tekshirish uchun eng uzoq masofali liniya uzib qo'yiladi, yani quyidagicha tavsiya etiladi.

$$S_{A,2} = \{(12+j7,3)30 + (4+j2)50 + (6+j4,5)60 + (10+j3,2)85 + (20+j17,6)100\} / 100 = \\ = (3770+j2621) / 100 = 37,7+j26,2 = 45,9 \text{ [MVA]}$$



Halokat holatidagi ishchi toki:

Ishchi tokining natijasiga qarab AS-70 markali sim tiklanadi. Tanlangan simning ruxsat etilgan toki:

$$I_U = S_{A,2} / \sqrt{3U_H} = 45,9 * 10^3 / 100 \sqrt{3} = 241 \text{ A}$$

$$I_{Rux} = 265 \text{ A}; I_{Rux} \geq I_U \text{ eki } 265 \geq 241 \text{ A}$$

^lokal xolatga tanlangan sim, normal holatda shu liniyaga tanlangan simga solishtiriladi. Agar mos kelmasa **bo'shqa** standart simni tanlashga to'g'ri keladi.

Elektr tarmoq v a tizimlarini texnik-iqtisodiy hisoblaShlar.

Tarmoqdagi isrofgarchilikka ketgan sarf:

$$C_{\Delta A} = \sum \Delta A_{\text{tar}} C_0 = 4441 * 10^3 * 2 = 8,9 \text{ млн. сум}$$

bu erda, $C_0 = 2$ сум (эркин нарх) 1кВт.соат электр энергиянинг нархи.

$$\sum \Delta A_{\text{tar}} = \sum \Delta A_{\text{лэп}} + \sum \Delta A_{\text{п/ст}} = 1580 + 2861 = 4441 \text{ МВт.с/йил}$$

$\sum \Delta A_{\text{лэп}}, \sum \Delta A_{\text{п/ст}}$ - кийматлари 5,6-жадвалдан олинади.

Butun tarmoq uchun sarflar quyidagicha:

$$\sum S_{\text{TAR}} = S_{\Delta A} + S_{\text{LEP}} + S_{\text{P/ST}} = 8900 + 46 + 32 = 8,98 \text{ mln, sum}$$

bu erda:, $S_{\text{LEP}} = R_1 \sum K_L = 2,8\% 1653 = 46$ ming sum

$$S_{\text{p/st}} = R_{\text{p/st}} \sum K_{\text{p/st}} = 9,4\% 343 = 32 \text{ ming sum}$$

$R_1, R_{\text{p/st}}$ -amortizatsiya uchun ajratilgan mablag',%.12-jadvaldan olinadi.

$\sum K_L, \sum K_{\text{p/st}}$ -liniya va p/st larning baxosi.9,11-jadvaldan olinadi.

Keltirilgan xarajat:

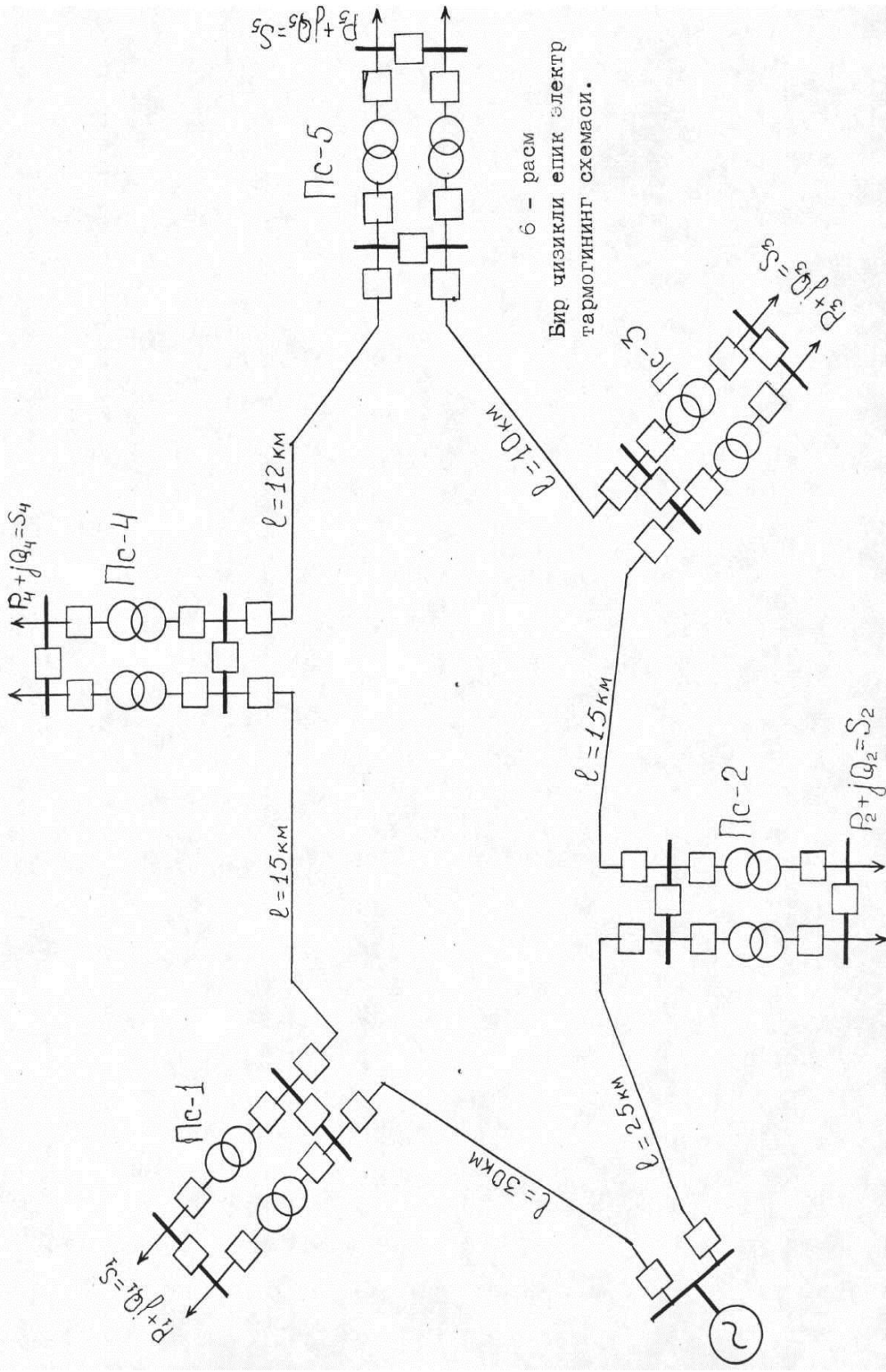
$$3 = \sum S_{\text{tar}} + E_N \sum K_{\text{tar}} = 8980 + 0,15 * 1996 = 9,3 \text{ mln. sum}$$

bu erda:, $\sum K_{\text{tar}} = \sum K_L + \sum K_{\text{p/st}} = 1653 + 343 = 1,996 \text{ mln. sum}$

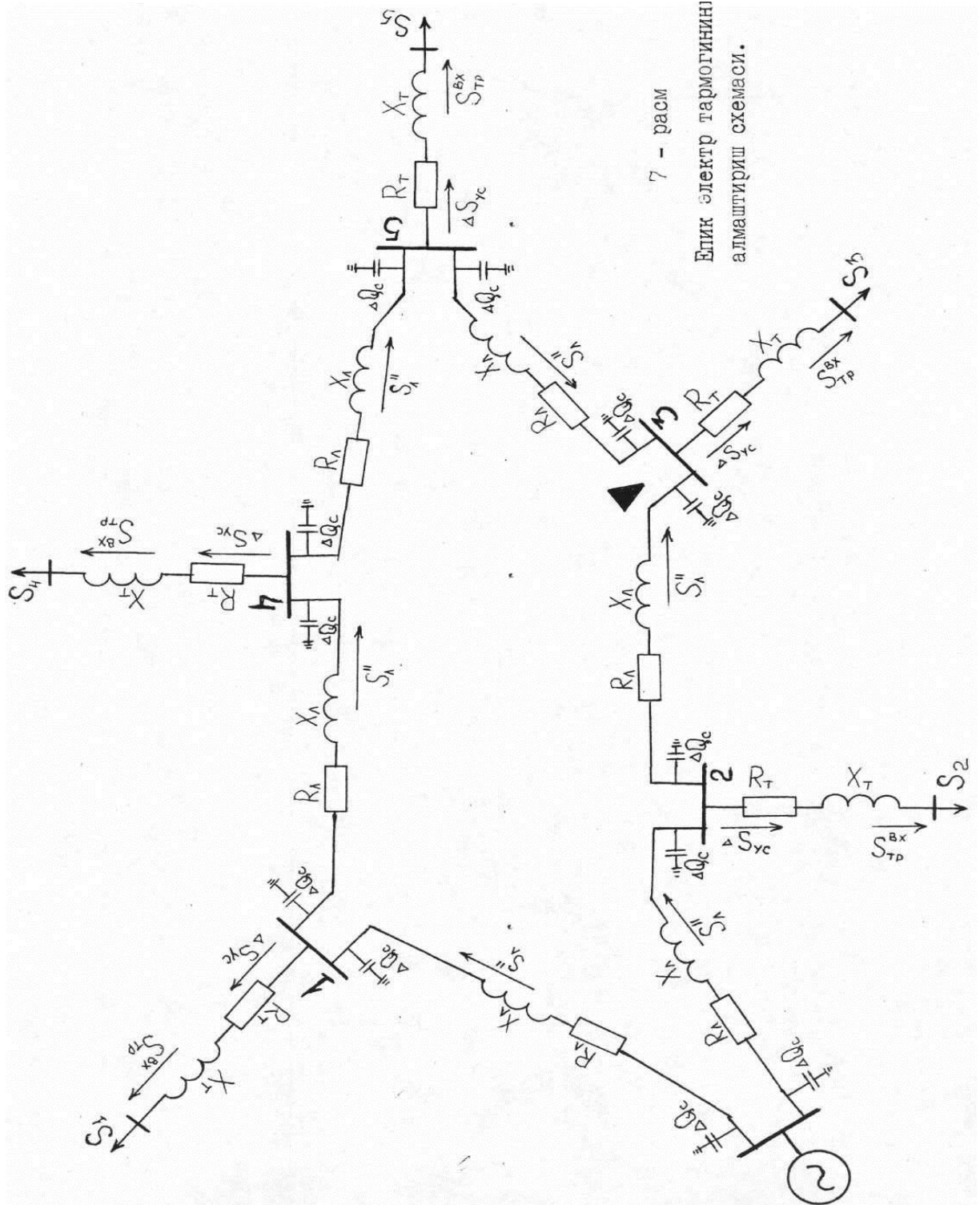
$E_n = 0,12 - 0,15$ normativ koeffitsient.

SHunday qilib kurs loyihasini loyihaShtiriShdagi	I variant	II variant
$\sum K_{\text{tar}}$, mln.sum		
$\sum \Delta A_{\text{tar}}$ mVt.soat/yil		
$\sum U_{\text{tar}}$ mln.sum		
3 mln. sum		

7-jadvalga asosan butun loyihaning texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlari II variantda bir-biri bilan taqqoslanadi va loyihachi qo'Shgan xisoblaShlarini sarxisob qilib yakuniy fikrlarini yozadi. Nihoyat qabul qilgan variantlarning bir chiziqli va almaShtiriSh sxemalarini chizadi.CHizma asosida o'z loyihasini himoya qilib fan yuzasidan yakuniy baho oladilar.



6 - расм
 Бир чизикли ешик электр тармогининг схемаси.



7 - расм

Ўлик электр тармогинин
алмаштириш схемаси.

Kurs loyixalarini bajariShda kuShimcha asosiy ma'lumotlar
Kondensator qurilmalari.

8-jadval

Turi va quvvati Q (KVar)	Narxi K (ming.sum)	Turi va quvvati Q (KVar)	Narxi K (ming.sum)
KKU-0,38-1;80	1,08	KK-6-1;330	2,16
KKU-0,38-3;160	1,92	KU-6-2;500	3,06
KKU-0,Z-5;260	2,96	KU-10-1;300	2,18
KUN-6-2;420	2,22	KU-10-2;500	3,07
KUN-10-2;400	2,32		

Ikki va uch chulg'amli transformatorlar, avtotransformatorlar.

9-jadval

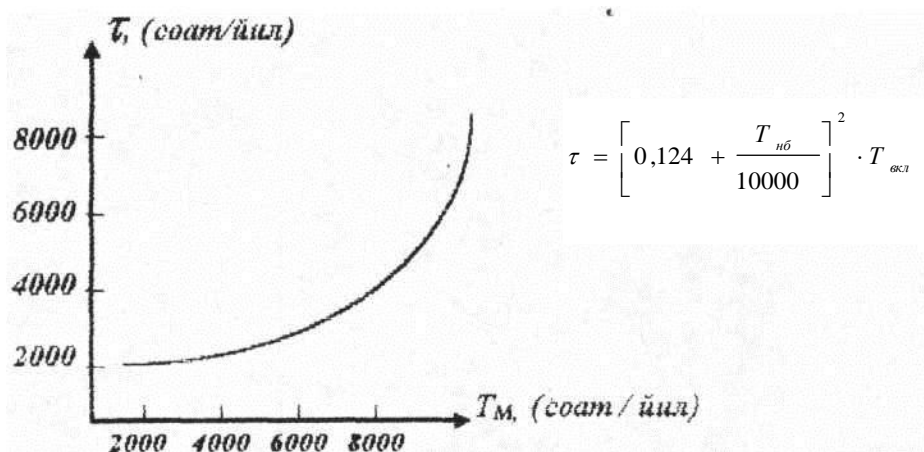
Turi	nomi nal kuvva ti SN	nominal kuchlaniSh UN, kB			quvvat isrofi kVt		K.t kuchlaniShi U %			Calt iSh- laSh toki	Narx i K mln/ sum
		KVA	U _{YU}	U _U	U _P	ΔRs	ΔR _{KT}	yu-u	yu-p		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TM-25/6-10	25	6;10	-	0.4	0.17	0.6	-	4.5	-	3.2	0.96
TM-40/6-10	40	6;10	-	0.4	0.24	0.88	-	4.5	-	3.0	1.0
TM-63/6-10	63	6;10	-	0.4	0.36	1.28	-	4.5	-	2.8	1.1
TM-100/6-10	100	6;10	-	0.4	0.49	1.97	-	4.5	-	2.6	1.22
TM-160/6-10	160	b;10	-	0.4	0.73	2.65	-	4.5	-	2.4	1.54
TM-250/6-10	250	6,10	-	0.4	0.94	3.7	-	4.5	-	2.3	1.93
TM-400/6-10	400	6;10	-	0.4	1.2	5.5	-	4.5	-	2.1	2.7
TM-630/6-10	630	6;10	-	0.4	1.56	8.5	-	5.5	-	2.0	3,6
LTM-1000/6-10	1000	6: 10	-	0.4	2.45	12.2	-	5.5		1.4	4.8
TM-1600/6-10	1600	6;10	-	0.4	3.3	18	-	5.5	-	1.3	6.6
TM-2500/6-10	2500	6;10	-	0.4	4.6	25	-	5.5		1.0	8.98
TM-4000/6-10	4000	6;10	-	0.4	6.4	33.5	-	6.5		0.9	12.47
TM-6300/6-10	6300	6;10	-	0.4	9.0	46.5	-	6.5	-	0.8	16.43
TM-100/3 5	100	35	-	0.4	0.46	1.97	-	6.5	-	2.6	1.87
TM-160/3 5	160	35	-	0.4	0.7	2.65	-	6.5	-	2.4	2.59
TM-250/35	250	35	-	0.4	1,0	3.7	-	6.5	-	2.3	2.93
TM-400/35	400	35	-	0.4	1.35	5.5	-	6.5	-	2.1	3.7
TM-630/35	630	35	-	0.4	1.9	7.6	-	6.5	-	2.0	4.99
TM-1000/3 5	1000	35	-	0.4	2.75	12.2	-	6.5	-	1.5	6.87
TM-1600/35	1600	35	-	0.4	3.65	18.0	-	6.5	-	1.4	8.82
TM-2500/35	2500	35	-	0.4	5.1	25	-	6.5	-	1.1	11.84
TM-4000/35	4000	35	-	0.4	6.7	33.5	-	7.5	-	1.0	15.48
TM-6300/35	6300	35	-	0.4	9.4	46.5	-	7.5	-	0.9	19.62
TMN-1000/35	1000	35	-	6,3-11	2,75	11,6	-	6,5	-	1,5	9,5
TMN-1600/3 5	1600	35	-	6,3-11	3,65	16,5	-	6,5	-	1,4	10,6
TMN-2500/35	2500	35	-	6,3-11	5.1	23,5	-	6,5	-	1,1	12,8
TMN-4000/35	4000	35	-	6,3-11	6,7	33,5	-	7,5	-	1.0	16,2
TMN-6300/35	6300	35	-	6,3-11	9,4	46,5	-	7,5	-	0,9	21
TMN-10000/Z 5	10000	35	-	6,3-11	14,5	65	-	7,5	-	0,8	28,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TMN-2500/110	2500	110	-	6,3-11	6,5	22	-	10,5	-	1,5	29,5
TMN-4000/110	4000	115	-	6,3-11	6,8	25	-	10,5	-	1,6	36,8
TMN-6300/110	6300	115	-	6,3-11	17,5	50	-	10,5	-	1,0	38,4
TDN- 10000/110	10000	115	-	6,3-11	18	60	-	10,5	-	0,9	43,6
TDN-16000/110	16000	115	-	6,3-11	26	90	-	10,5	-	0,85	53
TRDN-25000/110	25000	17P	-	6,3-10,5	30	120	-	10,5	-	0,75	65
TRDN-32000/110	32000	115	6,3-10,5		40	145	-	10,5	-	0,7	73,4
TRDN-40000/110	40000	115	-	6,3-10,5	50	160	-	10,5	-	0,65	82,2
TRDSN-6Z00/110	63000	115	-	6,3-10,5	70	245	-	10,5	-	0,6	105
TRDSN-80000/110	80000	115	-	6,3-10,5	85	310	-	10,5	-	0,55	118,2
TRDN-32000/220	32000	^230	-	6,3-10,5	53	167	-	12	-	0,9	110
TRDSN-6Z000/220	63000	230	-	6,3-10,5	82	300	-	12	-	0,8	153
TRDSN160000/220	160000	230	-	6,3-11	167	525	-	12	-	0,6	210
TMTN-6300/35	25000	35	10,5	6,3	12	55	7,5	7,5	16	1,2	31
TMTN-6300/110	6300	115	38,5	6,6-11	17	60	10,5	17	6	0,85	47,5
TDTN40000/110	10000	115	38,5	6,6-11	23	80	10,5	17	6	1,1	56,3
TDTN-16000/110	16000	115	38,5	6,6-11	26	105	10,5	17	6	1,05	68,2
TDTN-25000/110	25000	115	38,5	6,6-11	45	145	10,5	17	6	1,0	75,4
TDTN-40000/110	40000	115	38,5	6,6-11	63	230	10,5	17	6	0,9	83,7
TDTN-63000/110	63000	115	38,5	6,6-11	70	310	10,5	17	6	0,85	107,2
TDTN-80000/100	80000	115	38,5	6,6-11	102	390	10,5	17	6,5	0,8	135
ATDGN- 32000/220	32000	230	121	6,6-38,5	30	200	10,9	16	10,	0,35	210
ATDSTGN-63000/220	63000	230	121	6,3-11-38,5	34	370	12,6	18,5	13,1	0,25	280
ATDSTN-125000/220	125000	230	121	6,3-11-38,5	85	290	11	31	19	0,5	320
ATDSTN-200000/220	200000	230	121	6,3-11-38,5	125	430	11	32	20	0,5	405

10-jadval.

Smena	T _v s	T _m s	τ _s	
			cosφq0.8	cosφq1
I	2000	1500÷2000	650÷950	500÷700
II	4000	2500÷4000	1250÷2400	950÷2050
III	6000	4500÷6000	2900÷4550	2500÷4000
Tuxtovsiz	8760	6500÷8000	5200÷7500	4500÷7000

Grafik va formula, usulida aniqlaSh



**10 kV; 35 kV; 110 kV kuchlaniSh uchun temir-begon tayanchli
A; AS-turdagi simlarning jadvali.**

11-jadval.

ASturi	nominal	r ₀	l _{km} narxi, k mln.sum		
			10 kV	35 kV	110 kV
Kundalang kesim yuzasi S mm ² alyumin/po	ruxsat etilgan tok I _{dd} , A	Om, km			
16	105	1,96	2,1	-	-
25	130	1-27	2,2	-	-
35/6,2	175	0,91	2,3	-	-
50,8	210	0,63	2,5	-	-
70/11	265	0,45	-	-	10,5
95/16	330	0,33	-	9,4	10,8
120/19	380	0,27	-	10,3	11,1
150/19	445	0,21	-	10,9	11,5
185/24	510	0,17	-	-	12,6
240/32	610	0,13	-	-	14,0
A turi alyumin					
16	105	1,96	2,1	-	
25	135	1,27	2,4	-	
35	170	0,91	2,4	3,2	
50	215	0,63	2,4	3,3	
70	265	0,45	2,7	3,4	
95	320	0,33	3,1	3,6	

Amartizatsiya koefitsientlari.

12-jadval.

Tarmok elementlari nomi	Amartizatsiya Ra %	Xizmat va ta'mirlaSh	Jami ΣP %
KuchlaniSh 20 kV gacha bulgan temir va temir-betonli tayanchli xavo liniyalari	3,6	0,3	3,9
30 kVdan 220 kVgacha Elektrotexnik asbob uskunalar (transformatorlar)	2,5	0,3	2,8
20 kVgacha	6,4	4	10,4
220 kVgacha	6,4	3	9,4

KuchlaniShni tanlaSh.

13-jadval

L/P	10	20	30	40	50	60
1000	35	35	35	35	35	35
2000	35	35	35	35	35	110
3000	35	35	35	35	110	110
4000	35	35	35	110	110	110
5000	35	35	110	110	110	110
6000	35	110	110	110	110	110
7000	35	35	110	110	110	110
8000	110	110	110	110	110	110
9000	110	110	110	110	110	110
1000	110	110	110	110	110	110

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI**



**“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan**

G L O S S A R I Y

G L O S S A R I Y

Aktiv qarShilik - bu simdan oqayotgan o'zgaruvchan tokka nisbatan bo'lgan qarShilik.

Avtotransformator - bu past kuchlaniSh chulg'ami yuqori kuchlaniSh chulg'amining bir qismini taShkil qiladigan transformator.

Avtotransformatorning andozali (tilovaya) quvvati – bu uning xususiyatlarini aniqlaydigan quvvati.

ARV –bu sinxron maShinalarning qo'zg'aliShini avtomatik raviShda tezkor rostlagich.

ARN –sekin harakatlanadigan ikkilamchi kuchlaniSh rostlagichi.

AyirboShlaSh quvvati – bu birlaShmaning qo'Shni energosistemalar bilan bog'lovchi liniyalardagi quvvat oqimlarining algebraik yig'indisi.

Ankerli tayanch – bu simlar va trosslarni tortiliSh kuchlarini butunlay o'ziga qabul qiluvchi tayanch.

Amortizatsion chegirma – bu kapital ta'mirlaShga ,iShdan chiqqan va ma'naviy eskirgan uskunalarni almaShtiriSh uchun kerak bo'ladigan mablag'.

Bo'liniSh nuqtasi – bu iste'molchiga ikki tarafdin quvvat oqadigan nuqta.

Induktiv qarShilik – bu o'z induksiya e.yu.k. si hosil qiladigan qarShilik.

Isrofsiz liniya – bu o'ta yuqori kuchlaniShli ($U = 330$ kV) liniya.

Iqtisodiy kesim yuza –bu keltirilgan harajatning minimal qiymatiga taaluqli kesim yuza.

Iqtisodiy oraliq – bu yuklama tokini uzatiSh uchun minimal keltirilgan harajat sarflanadigan oraliq..

Iqtisodiy interval - bu ma'lum bir tok oraliq'ida sim kesim yuzasining eng qulay miqdori.

Kabel - bu germetik qobiqqa joylaShgan, himoya qoplamali,izolyasiyalangan tok o'tkazuvchi sim tomirlarini yig'indisi.

Kabellar uchun ruxsatlangan harorat - bu kabel qog'ozini ShikastlaniShdan saqlab aniqlangan xarorat.

Kompensator va kondensatorlar – bular reaktiv quvvat iShlab chiqariSh uchun o'rnatilgan qo'Shimcha manbalar.

KuchlaniShning taxminiy qiymati – bu formula orqali aniqlangan kattalik.

KuchlaniSh, chastota, nosimmetriya va kuchlaniSh chizig'i Shaklini nosinusoidalligi – bular elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlari .

Kumulyativ harajatlar – bu iqtisodiy harajatlar yig'indisi.

KuchlaniShning ruxsatlangan yo'qotiliShi – bu iste'molchilardagi kuchlaniSh og'iShining normaga solingan qiymati.

Liniyaning zaryad quvvati –bu sig'im o'tkazuvchanlik tufayli generatsiya qilinuvchi quvvat.

Liniyalardagi quvvat isrofining minimallik Sharti –bu hamma uchastkalarda tok zichligining bir xilligi.

Murakkab berk zanjirli elektr tarmoq - bu tugun nuqtalariga ega bo'lgan tarmoq..

Mustaqil kontur –bu Shaxobchalari boShqa konturga taaluqli bo'lmagan kontur.

Muhim texnik –iqtisodiy ko'rsatkichlar – bu kapital va iShlatiSh xarajatlari.

Oddiy ta'mirlaSh chegirmalari uskunalarni iSh holatida saqlab turiSh uchun mo'ljallangan.

Rayon elektr tarmoqlari – bu kuchlaniShi 110 kV va undan yuqori bo'lib, quvvatni yirik iste'molchilar o'rtasida taqsimlaShga xizmat qiladigan tarmoqlar.

Salt yuriShdagi quvvat isrofi –bu po'lat o'zakning magnitlaniShi uchun sarf bo'ladigan quvvat isrofi.

Tugun nuqtalari – bu yuklamadan taShkari kamida 3 ta Shahobcha birlaShgan nuqta.

Tuzatuv koeffitsienti - bu simni rasmiy iSh Sharoiti bilan haqiqiy iSh Sharoiti orasidagi farqni hisobga oluvchi koeffitsient.

Texnik isroflar – bu tarmoqni qayta quriSh, uskunalarni almaShtiriSh bilan bog'liq bo'lgan isrof.

TojlaniSh – bu sim atrofidagi ionlaShgan havoning nurlaniShi va chirsillaShi.

To'lqinsimon qarShilik - liniyaning uzunligiga bog'liq bo'lmagan kattalik.

To'lqinsimon uzunlik – bu liniya uzunligining to'qin uzunligi nisbatiga proporsional bo'lgan kattalik.

Uzatuv liniyasi - bu elektr energiyasini uzatiSh uchun mo'ljallangan liniya, ulovchi armatura, tayanch, izolyator, travers, kabel, kanallar sistemasi.

Xizmat ko'rsatiSh chegirmalari – bu xodimlarning maoshiga ,transport vositalariga sarflanadigan mablag'.

CHastota boShqaruvini birlamchi qurilmasi – bu turbinaning aylaniSh chastotasini rostlagichi.

SHahobcha – bu liniyaning yuklamadan yuklamagacha bo'lgan qismi.

Energetika sistemasi - bu elektr stansiyalari, elektr uzatiSh liniyalari, umumiy yuklamalar uchun parallel iShlovchi podstansiyalar va keliShilgan tartibda iShlovchi issiqlik tarmoqlarining birlaShmasidir.

Qarama–qarShi rostlaSh – bu yuklama ortiShi bilan transformator podstansiyasi Shinasidagi kuchlaniShni ko'tariSh.

Qisqa tutaShuv quvvat isrofi – bu transformator chulg'amlaridagi qiziShga sarf bo'lgadigan aktiv quvvat isrofi.

Qisqa tutaShuv kuchlaniShi –bu nominal tok oqayotgan paytda transformatorlarning aktiv va reaktiv qarShiliklaridagi kuchlaniSh pasayiShi.

Havo liniyalari-bu simlar,tayanchlar,himoya trosslari,izolyatorlar va armaturalar yig'indisi.

Hisobiy tokning o'rtacha qiymati – bu yuklamani yil davomida o'zgariShini hisobga oluvchi tok.

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI



“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan

I L O V A L A R

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI



**“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan**

FAN DASTURI

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

Руйхатга олинди
№ БД-310200 – 2.13
2017 йил “2” 06



ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРИ ВА ТИЗИМЛАРИ

ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳалари:	Таълим	100.000 - Гуматинар соҳа; 300.000 - Ишлаб чиқариш техник соҳа.
соҳалари:	Таълим	110.000 - Педагогика; 310.000 - Мухандислик иши.
йўналишлари:		5310200 - Электр энергетикаси (электр таъминоти); 5111000 -Касб таълими (5310200 - Электрэнергетикаси).

ТОШКЕНТ – 2017

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2017 йил “28” 06 даги “434” -сонли буйруғининг 1 -иловаси билан фан дастури рўйхати тасдиқланган.

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2017 йил “2” 02 даги 3 - сонли баённомаси билан маъқулланган.

Фан дастури Тошкент давлат техника университетида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

- Рафиқова Г.Р. - ТошДТУ "Электр таъминоти" кафедраси катта ўқитувчиси.
Каримов Р.Ч. - ТошДТУ "Электр таъминоти" кафедраси катта ўқитувчиси.

Такризчилар:

- Бердышев А.С. - ТИМИ доценти, т.ф.н.
Рисмухамедов Д.А. - ТошДТУ «Энергетикада тизимларни бошқариш ва назорат қилиш» кафедраси мудири, доцент, т.ф.н.

Фан дастури Тошкент давлат техника университет Кенгашида кўриб чиқилган ва тавсия қилинган (2017 йил “29 05” даги 11 - сонли баённома).

KIRISH

«Elektr tarmoqlari va tizimlari» fani bo'yicha tuzilgan uShbu namunaviy dastur qo'yilgan DTS va malaka talablari asosida tuzilgan. UShbu dastur elektr tarmoqlarini parametrlari, ulardagi jarayonlar, tarmoqlarni hisoblaSh va loyhalaSh, fan tarixi va rivojining tendetsiyasi, istiqboli hamda respublikamizdagi ijtimoiy-iqtisodiy islohatlar natijalari va xududiy muommolarining elektr tarmoqlari istiqboliga ta'siri masalalarini qamraydi.

FANNING MAQSAD VA VAZIFALARI

Fan o'qitilishidan maqsad-zamonaviy elektr tarmoqlarini o'rganiSh, hisoblaSh va loyhalaSh asoslari bo'yicha yo'naliSh profiliga mos, ta'lim standartida talab qilingan bilimlar, ko'nikmalar va tajribalar darajasini ta'minlaShdir.

Fanning vazifasi - uni o'rganuvchilarga:

- elektr tarmoqlar parametrlarini aniqlaSh uslublari;
- tarmoqlar iSh tartiblari; ulardagi quvvat va energiya isroflarini hisoblaSh;
- elementlarni tanlaShni, jumladan, tarmoqlarning iShonchligini va energiya sifatini oShiriSh bo'yicha bilim beriShdan iboratdir.

- FAN BO'YICHA TALABALARNING TASAVVUR, BILIM, KO'NIKMA VA MALAKALARIGA QO'YILADIGAN TALABLAR

“Elektr tarmoqlari va tizimlari” fanini o'zlashtiriSh jarayonida talaba: -elektr tarmoklari va tizimlari fanining vazifalari;

- elektr tarmoklari va tizimlarida ruy beradigan jarayonlar *haqida tasavvurga ega bo'lishi*;

- elektr tarmoq elementlarining bir fazali ekvivalent almaShtiriSh sxemalari;

- elektr uzatiSh liniyalarining almaShtiriSh sxemalari va parametrlarini hisoblaSh;

ularning parametrlarini hisoblaShni *biliShi va ulardan foydalana oliShi*;

- elektr tarmoqlarini loyhalaSh usullarini urganiSh;

- asosiy iqtisodiy ko'rsatkichlarni xisoblaSh;

- variantlarni soliShtiriSh;

- podstantsiyalarda transformatorlarning soni va tipini tanlaSh

ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak

- transformator va avtotransformatorlarning almaShtiriSh sxemalari;

- nominal kuchlaniShni tanlaSh;

- liniya o'tkazgichlarini tokning iqtisodiy zichligi va iqtisodiy intervallar usullarida hamda ruxsat etilgan kuchlaniSh bo'yicha tanlaSh *malakalariga ega bo'lishi kerak.*

FANNING O'QUV REJADAGI BOSHQA FANLAR BILAN O'ZARO BOG'LIQLIGI VA USLUBIY JIXATIDAN UZVIYLIGI

Elektr tarmoqlari va tizimlari fani asosiy umumkasbiy fani xisoblanadi. Dasturni amalga oShiriSh o'quv rejasida rejalaShtirilgan matematik va tabiiy (oliy matematika, fizika, nazariy mexanika), metralogiya, standartlaShtiriSh va sertifikatlaSh;

elektrotexnikaning nazariy asoslari, energetika qurilmalari; stansiya va podstansiyalarning elektr qismi va x.k fanlardan etarli bilim va qo‘nikmalarga ega bo‘lishlari talab etiladi.

FANNING ILM-FAN VA ISHLAB CHIQRISHDAGI O‘RNI

Elektr ta‘minoti elementlarini loyihalash, qurish, montaj qilish, almaShtirish sxemalarini qurish, normal holatlarini hisoblash, holatlarni taxlil qilish zarurdir. Ushbu fan talabaga yuqoridagi vazifalarni bajariSh uchun zaruriy bilimlarni beradi. SHuning uchun ushbu umumkasbiy fani xisoblanib, ishlab chiqariSh texnologik tizimining ajralmas bo‘g‘indir.

FANNI O‘QITISHDA ZAMONAVIY AXBOROT VA PEDAGOGIK TEXNLOGIYALAR

Yo‘naliShning o‘ziga xos xususiyatlari dasturni interaktiv usullarda o‘zlashtirishni taqozo qiladi. Bunda asosiy e‘tibor auditoriya maShg‘ulotlarida va mustaqil ishda o‘zlashtiriladigan chuqurlashtiriladigan nazariy bilimlarga, hamda ob‘ektiv jarayonlar va hodisalarga nisbatan dunyoqarashni shakllantirishga qaratiladi; dunyoqarashni shakllantirishda ma‘ruza maShg‘ulotlariga katta o‘rin ajratiladi. Dasturiy materiallarni o‘zlashtirish to‘rt xil:

- muammoli tasnifdagi mavzular bo‘yicha;
- mustaqil o‘zlashtiriliShi murakkab bo‘lgan bo‘limlar bo‘yicha;
- ta‘lim oluvchilarda alohida qiziqish uyg‘otuvchi bo‘limlar bo‘yicha;
- oldinga siljigan (prodvinutye) ma‘ruzalarni interfaol usulda o‘qish yo‘li bilan;
- mustaqil ta‘lim olish va ishlash, kollokviumlar va munozaralar jarayonida o‘zlashtiriladigan bilimlar bo‘yicha maShg‘ulotlar o‘tkazish yo‘li bilan amalga oshirishni nazarda tutadi.

Mustaqil ish jarayonida talaba ta‘lim texnologiyalariga oid adabiyotlar, internet materiallari bilan ishlashni uddalashini namoyon qilishi, auditoriya maShg‘ulotlari paytida qabul qilgan axborotni to‘g‘ri muShohada qilish qobiliyatini ko‘rsatishi zarur.

Dastur talabalar bilimni reyting-nazoratidan foydalanadigan o‘quv jarayonini taShkil qilishning yangi prinsiplari asosida amalga oshadi.

ASOSIY QISM

Fanning nazariy maug‘ulotlar mazmuni. Elektr tarmoq elementlarining bir fazali ekvivalent almaShtirish sxemalari va ularning hisob parametrlari
Elektr uzatish liniyalarining almaShtirish sxemalari va parametrlarini hisoblash; transformator va avtotransformatorlarning almaShtirish sxemalari; ularning parametrlarini hisoblash.

Ochiq elektr tarmoqlari holatlarini hisoblash

Oxirida yuklama toki yoki quvvati ma‘lum bo‘lgan liniya holatini hisoblash, yuklama toki va ta‘minlovchi tugun kuchlaniShi ma‘lum bo‘lgan liniya holatini hisoblash; radial va tarmoqlangan elektr tarmoqlari holatlarini hisoblash; taqsimlovchi elektr tarmoqlari holatlarini hisoblashning xarakterli xususiyatlari va usullari.

YOpiq elektr tarmoqlari holatlarini hisoblaSh

Ikki tomondan ta'minlanuvchi elektr tarmoqlarida quvvat oqimi va tugun kuchlaniShlarini aniqlaSh; murakkab yopiq elektr tarmoqlarda quvvat oqimlarini kontur tenglamalari usuli asosida hisoblaSh; sxemalarga ajratiSh usulidan foydalaniSh; murakkab yopiq elektr tarmoqlari holatlarini tugun tenglamalari usullari yordamida hisoblaSh; Zeydel va Nyuton-Rafson usullari.

O'ta yuqori kuchlaniShli elektr uzatiSh liniyalari

Ularning xarakterli holatlari; parametrlarining taqsimlanganligini hisobga oliSh; holatlarini hisoblaSh usullari.

Elektr tizimida aktiv quvvat balansi va uning chastota bilan bog'liqligi

Elektr tizimida chastotani rostlaSh va aktiv yuklamani optimal taqsimlaSh; elektr tizimida reaktiv quvvat balansi va uning kuchlaniSh bilan bog'liqligi; reaktiv quvvatni kompensatsiyalaSh; elektr tizimida foydalaniluvchi reaktiv quvvat kompensatorlari; elektr tarmoqlarda kuchlaniShni rostlaSh usullari.

Elektr tarmoqlarini loyihalaSh usullari

Asosiy iqtisodiy ko'rsatkichlar; variantlarni soliShtiriSh; nominal kuchlaniShni tanlaSh; liniya o'tkazgichlarini tokning iqtisodiy zichligi va iqtisodiy intervallar usullarida hamda ruxsat etilgan kuchlaniSh bo'yicha tanlaSh; podstansiyalarda transformatorlarning soni va turini tanlaSh; elektr uzatiSh liniyalarining konstruktiv-mexanik qismlarini hisoblaSh; havo liniyalari o'tkazgichlari va trosslarini mexanik mustahkamlikka tekShiriSh; oraliqda o'tkazgichning holat tenglamasi; turli klimatik Sharoitlarda liniya o'tkazgichi va troslariga ta'sir etuvchi mexanik kuchlaniShni aniqlaSh; liniya tayanchini tanlaSh, trassa bo'ylab joylaShtiriSh va turli klimatik Sharoitlar uchun tekShiriSh; liniya izolyatorlari Shodasini tanlaSh va mexanik mustahkamlikka tekShiriSh.

Amaliy maShg'ulotlariningtaxminiy ro'yxati

1. EUL almaShtiruv sxemalarini parametrlarini aniqlaSh.
2. Transformatorlar va avtotransformator almaShtiruv sxemalari parametrlarini aniqlaSh.
3. Liniya va transformatorlarda quvvat va energiya isroflarini aniqlaSh.
4. Har xil nominal kuchlaniShdagi ochiq zanjirli elektr tarmoqlar iSh tartibini hisoblaSh.
5. Halqasimon tarmoqni iSh tartibini hisoblaSh.
6. Ikki tarafdin ta'minlanuvchi EUL-ni iSh tartibini hisoblaSh.
7. Ikkita nominal kuchlaniShli elektr tarmoq iSh tartibini hisoblaSh.

Amaliy maShg'ulotlarni taShkil etiSh bo'yicha tavsiyalar

Amaliy maShg'ulotlarda talabalar elektr tarmoqlarini loyihalaSh usullari, asosiy iqtisodiy ko'rsatkichlari, variantlarni soliShtiriSh, nominal kuchlaniSh, liniya o'tkazgichlarini tokning iqtisodiy zichligi va iqtisodiy intervallar usullari, podstansiyalarda transformatorlarning soni va tipi ko'nikmalarni hosil qiladilar.

Laboratoriya iShlarining taxminiy ro'yxati

1. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok hisoblaSh modellarini o'rganadi va ular asosida har xil tarmoqlarni iSh tartibini amalda o'rganadi.
2. Ko'p Shahobchali mahalliy tarmoqda quvvat taqsimotini o'zgarmas tok hisoblaSh stoli yordamida, aniqlaSh.
3. Murakkab berk zanjirli bir xil tuzilgan tarmoqda quvvat taqsimotini o'zgarmas tok hisoblaSh stoli yordamida aniqlaSh.
4. Elektr tarmoqni normal holatini (iSh tartibini) o'zgaruvchan tok modelida hisoblaSh.
5. Oddiy berk zanjirli 110/220 kV elektr tarmog'ida turg'unli holatlarini (iSh tartiblarini) o'rganiSh.

Laboratoriya iShlarini taShkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Laboratoriya iShlarida talabalar elektr tizimi va tarmoqlarini parametrlarini tanlaSh va iSh rejimlarini hisoblaSh bo'yicha tajriba hosil qiladilar.

Kurs loyahasini taShkil etish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

Kurs loyihasi ijodiy mustaqil iShlaSh ko'nikmalarini rivojlantiradi, talabalarda sanoat korxonalarining elektr ta'minoti tizimi elementlarini tanlaSh ko'nikmalarini hosil qiladi. Har bir talabaga Shaxsiy topShiriq beriladi.

Kurs loyahasining namunaviy mavzulari:

1. Ochiq zanjirli sistema bilan bevosita (transformatorlar orqali) ulangan tarmoq (iste'molchilar quvvati, masofalar, o'zaro joylaShiSh berilgan) loyihasi.
2. YOpiq zanjirli, energiya manbasi bor va sistema bilan bevosita (transformatorlar orqali) ulangan, tarmoq, (iste'molchilar quvvati, masofalar, o'zaro joylaShiSh berilgan) loyihasi.

Mustaqil ta'limning Shakli va mazmuni

UShbu o'quv fani bo'yicha talabaning mustaqil ta'lim ma'ruzalar konspekt va tavsiya etilgan adabiyotlar hamda davriy jurnallar va internet materiallari bilan iShlaShni, laboratoriya iShlarini o'tiShga tayyorgarlik ko'riShni, referatlar yoziShi, kurs iShiga ijodiy yondoShib, standart talabalarga mos raviShda va hisoblaSh texnikasida foydalanib mustaqil bajariShi o'z ichiga oladi.

Tavsiya etilayotgan mustaqil iShlarning mavzulari

1. EUL almaShtiruv sxemalari.
2. Transformator va avtotransformatorlar almaShtiruv sxemalari.
3. Liniya va transformatorlarda quvvat isrofi.
4. Har-xil nominal kuchlaniShdagi ochiq zanjirli elektr tarmoqlar.
5. Xalqasimon tarmoqlar.
6. Ikki tarafdin ta'minlanuvchi EUL.
7. Ikkita nominal kuchlaniShli elektr tarmoqlar

DASTURNING INFARMATSION-METODIK TA'MINOTI

O'quv televideniesi, kompyuter proektori, kompyuter texnikasi, o'quv kino va videofilmlar, slaydlar.

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati:

Asosiy adabiyotlar:

1. Allaev K.R., Energetika mira i Uzbekistana. Analiticheskiy obzor. -T.: Izdatelstvo «Moliya», 2007. - 388 s.
2. Allaev K.R., Elektroenergetika Uzbekistana i mira. -T.: «Fan va texnologiya», 2009. - 464 s.
3. Karimov X.G. Taslimov A.D. Mamarasulova.F.S.-Elektr tarmoqlari. tajriba ishlarini bajariSh uchun metodik qo'llanma. -T.: ToShDTU, 2004.
4. Idelchik V.I.-Elektricheskie seti i sistemy. Uchebnik. -M.: Energoatomizdat, 1990.
5. Karimov X.G. Rasulov A.N. Elektr tarmoqlari va sistemalari. 1 qism. - T.: ToShDTU, 1996. -165 b.
6. StroeV V.A. Elektricheskie sistemy i seti. Uchebnik. -M.: «VysShaya Shkola», 1998. -512 s.
7. Qodirov T.M., Alimov X.A., «Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti» o'quv qo'llanma., -T.: ToShDTU, 2006.
8. G'oyibov T.SH. Elektr tarmoqlari va tizimlari. Misol va masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. -T.: ToShDTU, 2006.

Qo'Shimcha adabiyotlar:

1. Elektricheskie sistemy i seti v primerax i illyustratsiyax. Uchebnoe posobie dlya vuzov, V.V. Eynov, G.K. Zarudskiy, E.I.Zuev pod.red. StroeVa V.A. - M.: «VysShaya Shkola», 1999. -352 s
2. Elektrotexnicheskiy spravochnik: T.Z. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii. /Pod obщ. red. professorov MEI. -M.: Izdatelstvo MEI, 2004. -964s.

Elektron resurslar:

1. Sayt: www/energystrategy.ru
2. Sayt: www/uzenergy.uzpak.uz

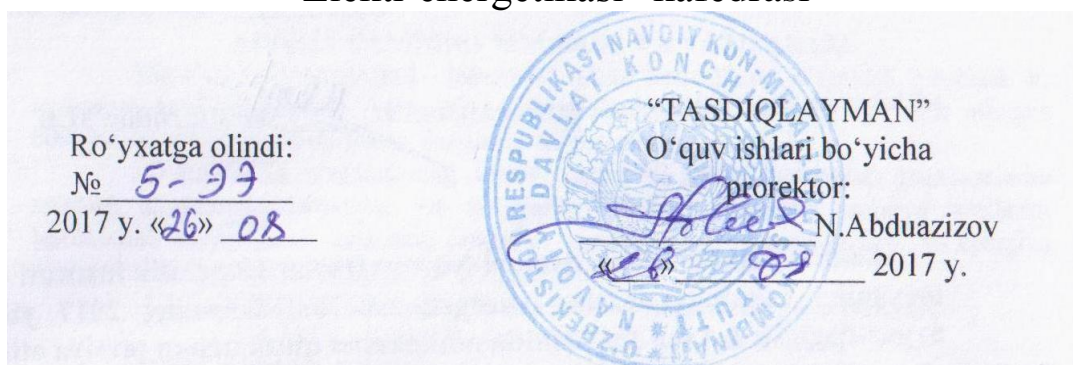
O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI



“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan

ISHCHI FAN DASTURI

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
 NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
 NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI
 Energo-mexanika fakulteti
 “Elektr energetikasi” kafedrası



«Elektr tarmoqlari va tizimlari»
 fanining
ISHCHI O‘QUV DASTURI

Bilim sohasi: 300 000 – Muhandislik ishlov berish va qurilish tarmoqlari

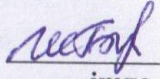
Ta’lim sohasi: 310 000 – Muhandislik ishi

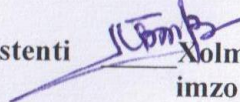
Ta’lim yo‘nalishi, mutaxassislik: 310200 – "Elektr energetikasi" (tarmoqlar va yo‘nalishlar bo‘yicha)

Semestr	5	6	Jami
Umumiy auditoriya soati	72	108	180
SHu jumladan:			
Ma’ruza	36	54	90
Amaliy mashg‘ulot	18	54	72
Tajriba mashg‘uloti	18	-	18
Mustaqil ta’lim	60	80	140
Jami:	132	188	320

Fanning ishchi o'quv dasturi ishchi o'quv reja va namunaviy o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.


TUZUVCHILAR:

«Elektr energetikasi» kafedrasida dotsenti  SHaymatov B.X
imzo

«Elektr energetikasi» kafedrasida assistenti  Xolmurodov M.B
imzo

Fanning ishchi o'quv dasturi Navoiy Davlat Konchilik instituti energo mexanika fakulteti «Elektr energetikasi» kafedrasining 2017 yil «25» avgustdagi № 1 – son yig'ilishida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri


imzo

A.N. Tovboev

Fanning ishchi o'quv dasturi energo mexanika fakulteti kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan. (2017 yil «26» avgustdagi № 1-son bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi:  S.J. Bozorova

Kelishildi:

O'quv – uslubiy bo'lim boshlig'i  I.A. Karimov

KIRISH

Ushbu fan doirasida zamonaviy elektr tarmoqlari va sistemalarining tuzilishi; almashirish sxemalari va hisob parametrlari; normal xolatlarini hisoblash; ularda yuz beruvchi jarayonlarning fizik ma'nosi; elektr tarmoqlari taraqqiyotini loyixalash; elektr tarmoqlari ish xolatining iqtisodiyligini oshirish tadbirlari; xavodagi elektr uzatish liniyalarining konstruktiv-mexanik qismlarini hisoblash bo'yicha zaruriy bilim, ko'nikma va malaka shakllantiriladi.

I.O'QUV FANINING MAQSADI VA VAZIFALARI

Fan o'qitilishidan maqsad – zamonaviy elektr tarmoqlarini o'rganish, hisoblash va loyixalash asoslari bo'yicha yo'nalish profiliga mos, ta'lim standartida talab qilingan bilimlar, ko'nikmalar va tajribalar darajasini ta'minlashdir.

O'quv fanini o'rganishning asosiy vazifalari: elektr tarmoqlari parametrlarini aniqlash uslublarini, tarmoqlar ish tartiblarini, ulardagi quvvat va energiya isroflarini hisoblashni, elementlarni tanlashni, jumladan, tarmoqlarning ishonchligini va energiya sifatini oshirish metodlarini talabalar o'zlashtirishidir.

1.1.FAN BO'YICHA TALABALARNING BILIMIGA, KO'NIKMA VA MALAKASIGA QO'YILADIGAN TALABLAR

Bilim, malaka va ko'nikmalarga ega bo'lish uchun talabalar qo'yidagilarni o'zlashtirishi lozim: elektr sistemasi va tarmoqlari ularning turlari, havo liniyasi va kabellarning elementlari, elektr uzatish liniyalarining parametrlari va sxemalari, elektr tarmoqlarini hisoblash usullari, elektr uzatish liniyalarida va transformatorlarda quvvat va energiya isroflari, yopiq elektr tarmoqlarni hisoblash, elektr energiyasini sifati va uni bo'shqariSh.

1.2.FANNING O'QUV REJADAGI BOSHQA FANLAR BILAN O'ZARO BOG'LIQLIGI VA USLUBIY JIXATIDAN UZVIY KETMA-KETLIGI.

“ Elektr tarmoqlari va tizimlari” fani asosiy elektr energetika fani hisoblanib 5-6 semestrlarda o'qitiladi. Dasturni amalga oshirish o'quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy (oliy matematika, fizika, nazariy mexanika), umumkasbiy (mashina detallari; materiallar qarshiligi, mashina) va mexanizmlar nazariyasi; metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlash; energetika (gidro va issiqlik qurilmalari); elektr energetika asoslari (elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va ularning jarayonlarini avtomatlashtirish; o'ta kuchlanish va izolyasiya; stansiya va podstansiyalarning elektr qismi; o'tkinchi jarayonlar va x.k. fanlaridan etarli bilim va ko'nikmalarga ega bulishlik talab etiladi.

1.3.FANNI ISHLAB CHIQRISHDAGI O'RNI

“ Elektr tarmoqlari va tizimlari” ni loyihalash, qurish, montaj qilish, ishlatish va holatlarini bo'shqarishda uning elementlarining

xarakteristikalarini biliSh, almaShtiriSh sxemalarini quriSh, normal holatlarini hisoblaSh, holatlarini taxlil qiliSh zarurdir.

UShbu fan talabaga yuqoridagi vazifalarni bajariSh uchun zaruriy bilimlarni beradi. SHuning uchun zaruriy bilimlarni beradi. SHuning uchun uShbu elektr energetika asoslari kursi fani hisoblanib, iShlab chiqariSh texnologik tizimining ajralmas bo'g'inidir.

1.4.FANNI O'QITISHDA ZAMONAVIY AXBOROT VA PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALAR

O'quv jarayoni bilan bog'liq ta'lim sifatini belgilovchi holatlar quyidagilar: yuqori ilmiy-pedagogik darajada dars beriSh, muammoli ma'ruzalar o'qiSh, darslarni savol-javob tarzida qiziqarli taShkil qiliSh, ilg'or pedagogik texnologiyalardan va mul'timedia vositalaridan foydalaniSh, tinglovchilarni undaydigan, o'ylantiradigan muammolarni ular oldiga qo'yiSh, talabchanlik, tinglovchilar bilan individual iShlaSh, erkin muloqot yuritiShga, ilmiy izlaniShga jalb qiliSh.

“ Elektr tarmoqlari va tizimlari ” kursini o'qitiShda quyidagi asosiy konseptual yondoShuvlardan foydalaniladi:

SHaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha iShtirokchilarini to'laqonli rivojlaniShlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalaShtirilayotganda, albatta, ma'lum bir ta'lim oluvchining Shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qiSh maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoShiliShni nazarda tutadi.

Tizimli yondoShuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyliigi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoShuv. SHaxsning jarayonli sifatlarini ShakllantiriShga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlaShtiriSh va intensivlaShtiriSh, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, taShhabbuskorligini ochiShga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoShuv. Bu yondoShuv o'quv munosabatlarini yaratiSh zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida Shaxsning o'z-o'zini faollaShtiriShi va o'z-o'zini ko'rsata oliShi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni taShkil etiSh. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini ShakllantiriShda va eriShilgan natijalarni baholaShda birgalikda iShlaShni joriy etiShga e'tiborni qaratiSh zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qiliSh orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlaShtiriSh usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni ob'ektiv qarama-qarShiligi va uni hal etiSh usullarini, dialektik muShohadani ShakllantiriSh va rivojlantiriShni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llaShni mustaqil ijodiy faoliyati ta'minlanadi.

Axborotni taqdim qiliShning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llaSh - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llaSh.

O'qitiShning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kiriSh, mavzuga oid, vizuallaSh), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalaSh usullari, amaliy iShlar.

O'qitiShni taShkil etiSh Shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganiShga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitiSh vositalari: o'qitiShning an'anaviy Shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda – kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikatsiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatiSh, blits-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitiSh diagnostikasi.

BoShqariSh usullari va vositalari: o‘quv maShg‘uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko‘rinishidagi o‘quv maShg‘ulotlarini rejalaShtiriSh, qo‘yilgan maqsadga eriShiShda o‘qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya maShg‘ulotlari, balki auditoriyadan taShqari mustaqil iShlarning nazorati.

Monitoring va baholaSh: o‘quv maShg‘ulotida ham butun kurs davomida ham o‘qitiShning natijalarini rejali tarzda kuzatib boriSh. Kurs oxirida test topShiriqlari yoki yozma iSh variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

“ Elektr tarmoqlari va tizimlari ” fanini o‘qitiSh jarayonida kompyuter texnologiyasidan, “Excel” elektron jadvallar dasturlaridan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo‘yicha talabalar bilimni baholaSh test asosida va kompyuter yordamida bajariladi. “Internet” tarmog‘idagi rasmiy iqtisodiy ko‘rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so‘z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o‘tkaziladi.

Talabalar “ Elektr tarmoqlari va tizimlari” fanini o‘zlaShtiriShlari uchun o‘qitiShning ilg‘or va zamonaviy usullaridan foydalaniSh, yangi informatsion-pedagogik texnologiyalarni tadbiiq qiliSh muhim ahamiyatga egadir. Fanni o‘zlaShtiriShda darslik, o‘quv va uslubiy qo‘llanmalar, ma’ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar , virtual stendlar va maketlaridan foydalaniladi. Ma’ruza, amaliy, tajriba va kurs loyixa darslarida mos raviShdagi ilg‘or pedagogik texnologiyalardan foydalaniladi.

II. FANNING MAZMUNI.

2.1. FAN BO‘YICHA MA’RUZA MAVZULARI.

5 - SEMESTR

Asosiy tuShunchalar

(4- soat)

Elektr sistema va tarmoqlarni klassifikatsiyasi, elektr tarmoq va sistemalarini turlari. Elektr sistema elementlarini nominal kuchlaniShlari. KuchlaniShni rostlaSh tuShunchasi.

Havo liniyalarini asosiy elementlari

(4- soat)

Havo liniyalarini iSh Sharoitlari, ularning tuziliShi, iShlatiladigan materialalarga talablar.

Kabel liniyalari

(4- soat)

Kabellarni tuzilmiShi, ularni o‘tkaziSh usullari , yuqori kuchlaniShli kabellar. Sanoat korxonalarining tok o‘tkazgichlari.

Ichki elektr tarmoqlar

(14- soat)

Elektr tarmoq va elektr yuklamalarini tavsifi, parametrlari va almaShtiriSh sxemalari. Iste‘molchilar yuklamalarini tavsifi. YUklamalar grafigi. Elektr tarmog‘iga qo‘yiladigan talablar. Elektr uzatuv liniyasini (EUL) parametrlari. Ular nimani ifoda qiladi ? Ular asosidagi hodisa va jarayonlar. EUL parametrlariga ta’sir etiSh imkoniyatlari. Parametrlar orasidagi xarakterli bog‘laniShlar va EULni almaShtiruv sxemalari.

Transformatorlar (4- soat)

Ikki va uch cho'lg'amli transformatorlar, cho'lg'amli bo'lingan transformatorlar va avtotransformatorlarning parametrlarini hisoblash va ularni almastiruv sxemalari.

Elektr tarmoqlar liniyalari bo'yicha elektr energiyani uzatish nazariyasini elementlari (6- soat)

Tarmoqlar ish tartibini analizi. Elektr quvvatini kompleks ifodasi. Liniyalardagi quvvat isrofi. Asosiy bog'lanish va xulosalar. Transformatoridagi quvvat isroflari. Liniya va transformatorlardagi energiya isrofi.

JAMI: 36- SOAT

6 - SEMESTR

Liniya uchastkasini vektor diagrammasi (14- soat)

Kuchlanish pasayishi va yo'qotilishi. Ochiq zanjirli ta'minlovchi tarmoqlarni uzatuv oxiridagi (bo'shidagi), ma'lumotlarga ko'ra ish tartibini hisoblash. To'rt qutbliklardan foydalangan holda EUL ni hisoblash.

Elektr tarmoqlar ish tartiblarini hisoblash. Elektr tarmoqlar ish tartiblarini hisoblashdagi maqsad va xususiyatlar, - asosiy soddalaSh yo'llari.

Ikki tarafdin ta'minlanuvchi liniya va xalqasimon tarmoqlar ish tartibini hisoblash, xisoblarni osonlashtirish imkoniyatlari. Rayon elektr tarmoqlari.

Murakkab berk zanjirli tarmoqlar (28- soat)

Bitta energiya manbasi bo'lgan tarmoqlarni kontur quvvatlari va tugun kuchlanishlari usullari yordamida hisoblash. Bir necha energiya manbasi mavjudligida hisoblash xususiyatlari.

Tarmoqni o'zgartirish usuli. Murakkab berk zanjirli tarmoqlarni hisoblash uchun EXM dan foydalaniSh.

Quvvat isrofini kamaytirish bo'yicha choralar. Elektr taminoti tizimlari va quvvat isrofini kamaytirish choralari.

Reaktiv quvvat balansi va uni buzilish oqibatlarini. Tizimda aktiv va reaktiv quvvat taqsimotini muvofiqlashtirish (optimallashtirish). Tizim ayrim elementlarni ishga tuShirish va o'chirish, elektr energiya sarfini nazorat qiliSh.

Elektr energiya sifati (12- soat)

Elektr iste'molchilar va elektr apparatlar ishiga elektr energiya sifatini ta'siri. Elektr energiya sifati va iqtisodiylik, elektr energiya sifati va mahsulot sifati va h.k. oralaridagi bog'lanish. GOST bo'yicha elektr energiya sifatini ko'rsatgichlari.

JAMI: 54 -SOAT

3. TAJRIBA ISHLAR MAZMUNI

Tajriba ishlarida talabalar o'zgaruvchan va o'zgarmas tok hisoblash modellarini o'rganadi va ular asosida har xil tarmoqlarni ish tartibini amalda o'rganadi.

5 - SEMESTR

1. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok hisoblash modellarini o'rganadi va ular asosida har xil tarmoqlarni ish tartibini amalda o'rganadi. **4 -soat**
2. Ko'p Shahobchali mahalliy tarmoqda quvvat taqsimotini o'zgarmas tok hisoblash stoli yordamida, aniqlash. **4- soat**
3. Murakkab berk zanjirli bir xil tuzilgan tarmoqda quvvat taqsimotini o'zgarmas tok hisoblash stoli yordamida aniqlash. **4- soat**
4. Elektr tarmoqni normal holatini (ish tartibini) o'zgaruvchan tok modelida hisoblash. **4- soat**
5. Oddiy berk zanjirli 110/220 kV elektr tarmog'ida turg'unli holatlarini (ish tartiblarini) o'rganiSh **2- soat**

JAMI: 18- SOAT

6 – SEMESTR

Tajriba maShg'uloti rejada ko'rsatilmagan

4. AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

Amaliy maShg'ulotlarda talabalar tarmoq parametrlarini, ulardagi quvvat va energiya isroflarini aniqlashni, har xil tarmoqlarni ish tartibini hisoblashni o'rganadilar.

5 - SEMESTR

1. EUL hisoblash. Ularni tanlash va almaShtiruv sxemalarini parametrlarini aniqlash. **8- soat**
2. Transformatorlar va avtotransformatorni hisoblash. Ularni tanlash va almaShtiruv sxemalari parametrlarini aniqlash. **10 -soat**

JAMI: 18- SOAT

6 - SEMESTR

1. Liniya va transformatorlarda quvvat va energiya isroflarini aniqlash. **12-soat**
2. Har xil nominal kuchlanishdagi ochiq zanjirli elektr tarmoqlar ish tartibini hisoblash. **10-soat**
3. Halqasimon tarmoqni ish tartibini hisoblash. **12-soat**
4. Ikki tarafdin ta'minlanuvchi EUL-ni ish tartibini hisoblash. **10-soat**
5. Ikki nominal kuchlanishli elektr tarmoq ish tartibini hisoblash. **10-soat**

JAMI: 54- SOAT

5. KURS LOYIHALARINI TASHKIL ETISH BO‘YICHA KO‘RSATMA VA TAVSIYALAR.

Kurs loyixasi talabalarni mustaqil ishlaSh qobiliyatini rivojlantiradi. Har bir talabaga Shaxsiy topShiriq beriladi. Kurs loyixasi topShirig‘i namunalari: ochiq zanjirli sistema bilan bevosita (transformatorlar orqali) ulangan tarmoq (iste‘molchilar quvvati, masofalar, o‘zaro joylaShiSh berilgan) loyixasini; yopiq zanjirli,

Energiya marbasi bor va sistema bilan bevosita (transformatorlar orqali) ulangan, tarmoq , (iste‘molchilar quvvati, masofalar, o‘zaro joylaShiSh berilgan) loyihalansin.

6. MUSTAQIL ISHLARNI TASHKIL ETISHNING SHAKLI VA MAZMUNI.

UShbu o‘quv fani bo‘yicha talabaning mustaqil iShi ma‘ruzalar konspekti va tavsiya etilgan adabiyotlar hamda davriy jurnallar va internet materiallari bilan ishlaShni, tajriba ishlarini o‘tiShga tayyorgarlik ko‘riShni, referatlar yoziShni, kurs loyixasiga ijodiy yondaShib, standart talablariga mos raviShda va hisoblaSh texnikasida foydalanib mustaqil bajariShni o‘z ichiga oladi.

7. DASTURNING INFORMATSION –USLUBIY TA‘MINOTI

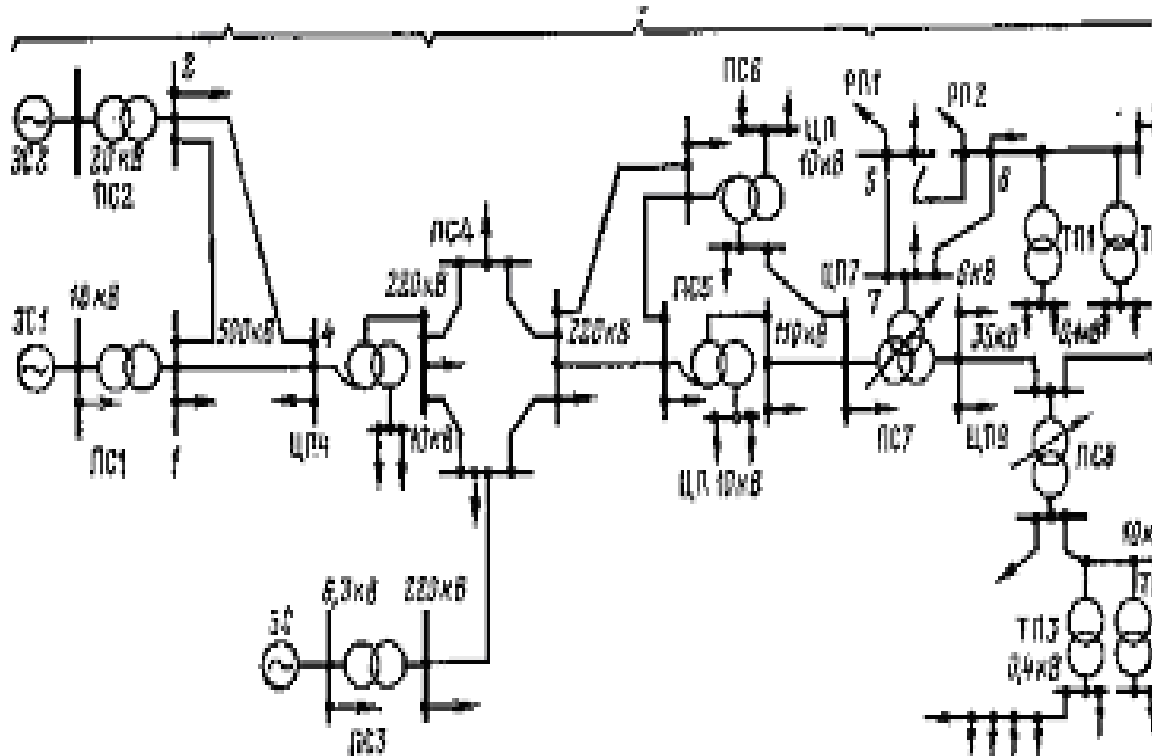
Mazkur fanni o‘qitiSh jarayonida ta‘limning zamonaviy (xususan,interfaol) metodlari, pedagogik va axborot- kommunikatsiya (mediata‘lim, amaliy dastur paketlari, prezentatsion, elektron-didaktik) texnologiyalari qo‘llaniliShi nazarda tutilgan. Amaliyot natijalari asosida buxgalteriya hisobiga taaluqli bo‘lgan keys holatlari misollaridan keng foydalaniladi. SHu bilan birga birlamchi hujjatlar, hisob reestrlari va hisobot Shakllari yordamida mikroiqtsodiy masalalar yordamida nazariy bilimlar mustaxkamlanadi.

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI

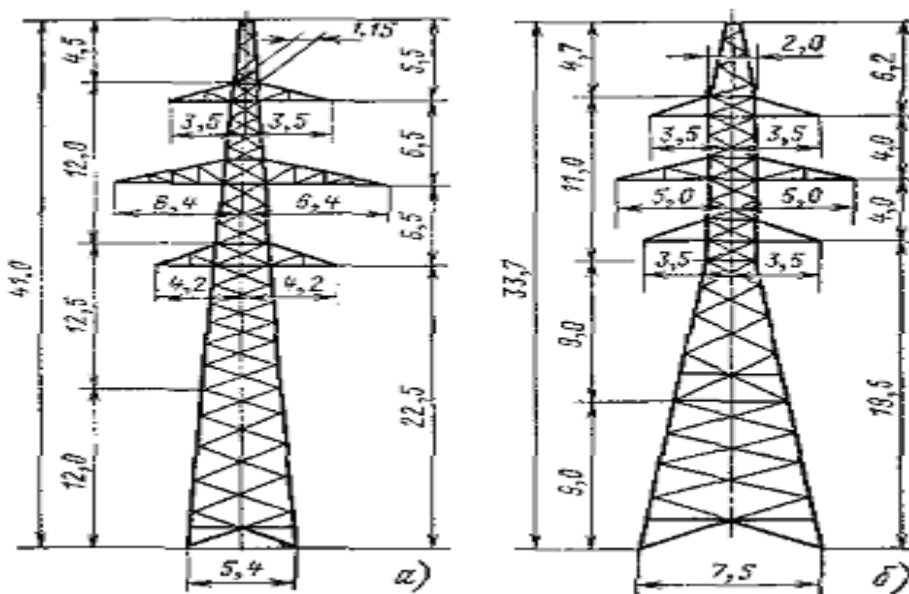


“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan

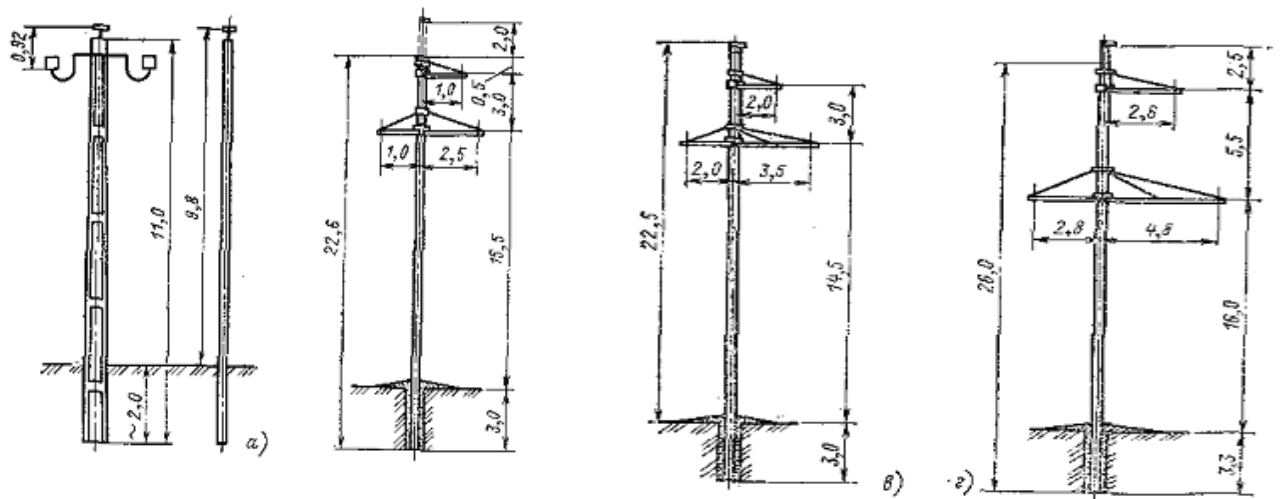
TARQATMA MATERIALLAR



Radial va xalkasimon elektr tarmok va tizim elementlari.

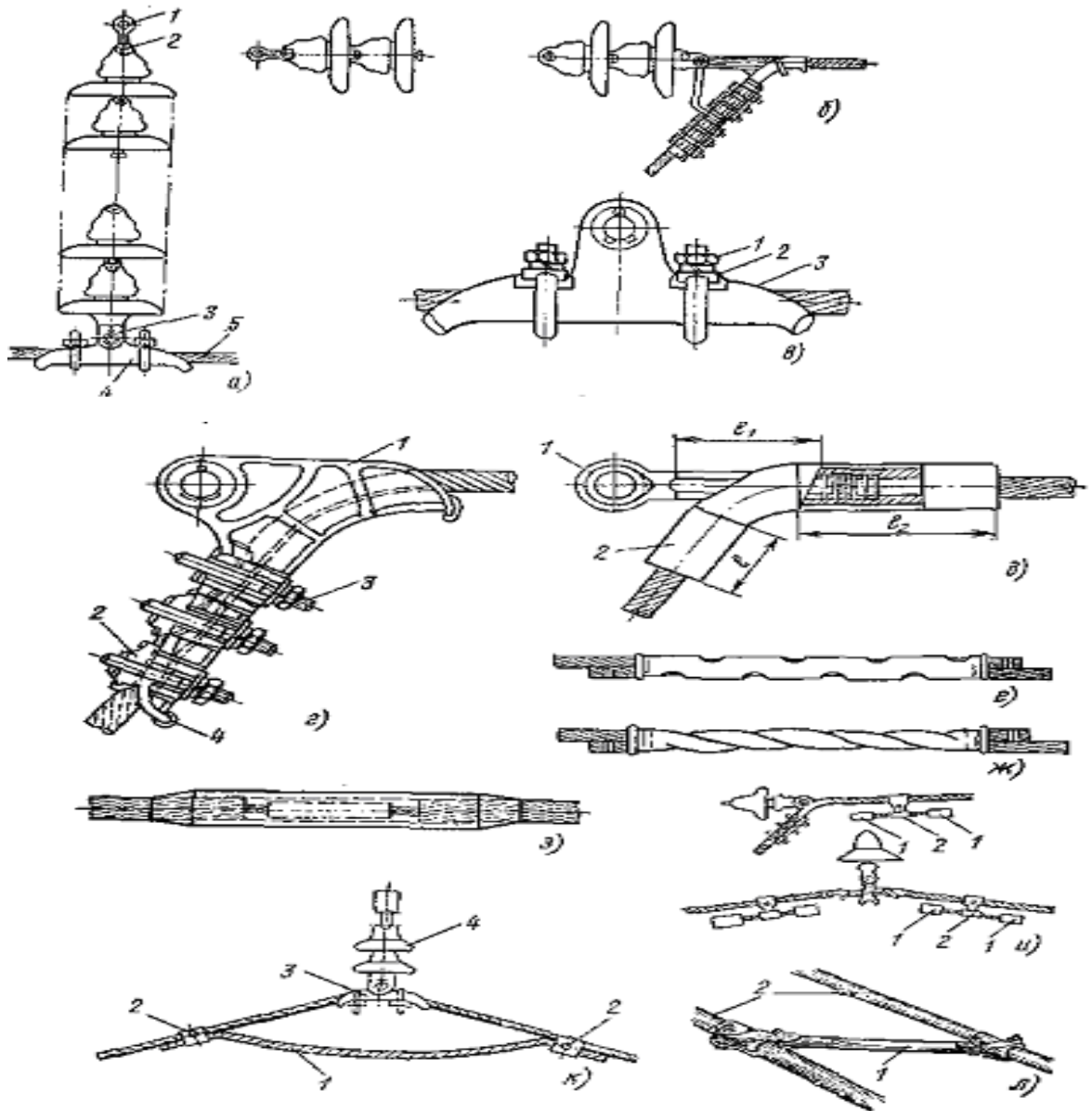


KuchlaniShi 35-220 kV uchun ikki zanjirli temirli anker tayanchlar.

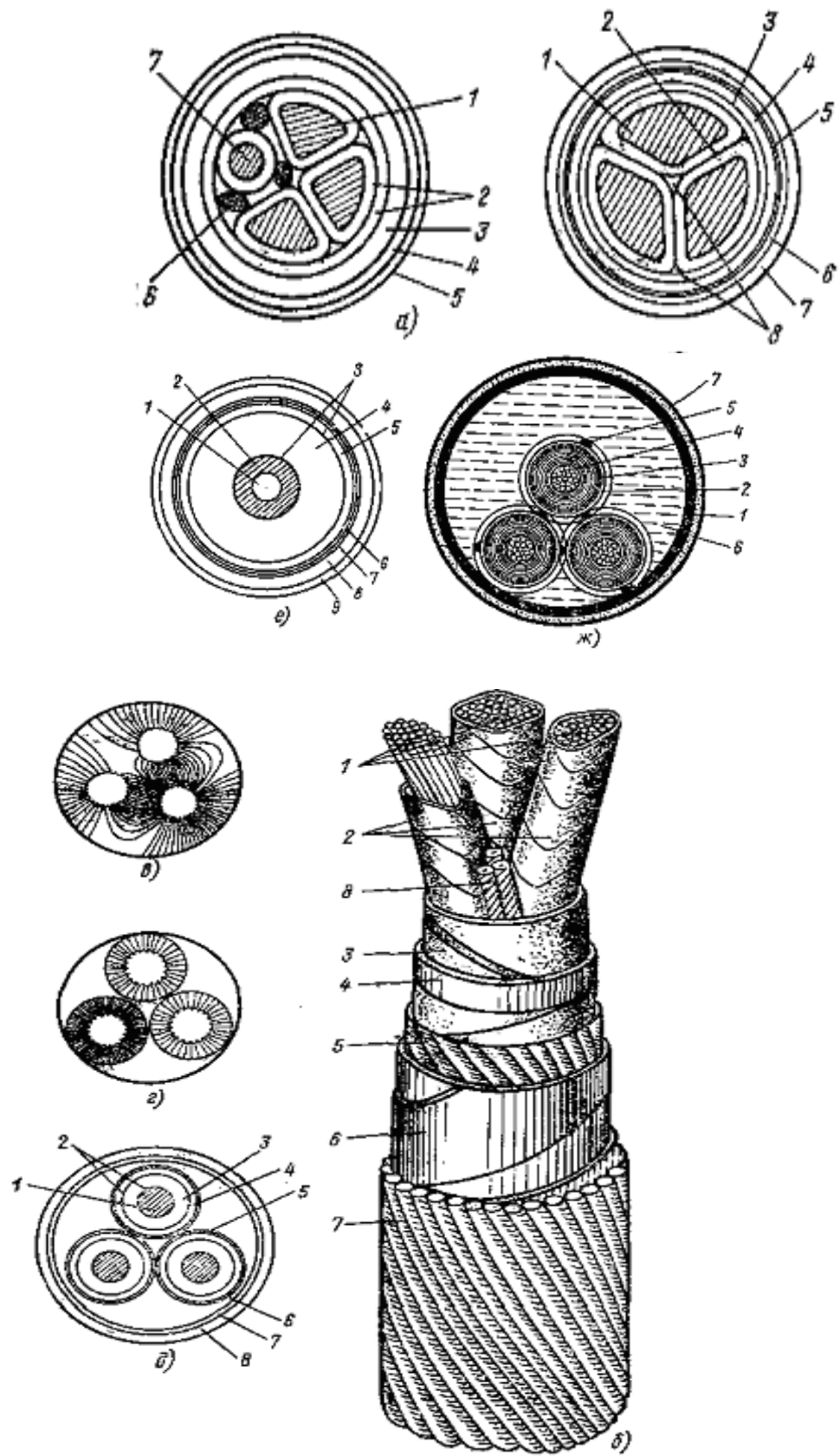


a) KuchlaniShi220V yogoch tayanch.

v,g) kuchlaniShi 35-110 kV li temir- beton tayanchlar



KuchlaniShi 35-500 kV uchun elektr uzatiSh liniyalarining elementliri.



Kabellar ko'ndalang kesim yuzasining ko'riniShi.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI**



**“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan**

TESTLAR

«Elektr tarmoqlari va tizimlari»

Fan bobi	Fan bo‘limi	Qiyinlik darajasi	Test topshirig‘i	Test javobi	Muqobil javob	Muqobil javob	Muqobil javob
1	1	2	Bu formula nimani formulasi? $I = \frac{E}{R + r_e}$	* butun zanjir uchun Om qonuni	Kirxgofni 2-qonuni,	Zanjirni bir qismi uchun Om qonuni,	Kirxgofni 1-qonuni,
1	1	2	Kuchlanishi buyicha elektr iste‘molchilar necha guruxga bo‘linadi?	* 2	4	3	6
1	1	2	Toki turi buyicha elektr iste‘molchilar necha guruxga bo‘linadi?	* 3	5	6	2
1	1	2	Xavo elektr liniyasini xisoblashda kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo‘lsa induktiv solishtirma qarshilik qancha tanlanadi?	* $X_0 = 0,4 \frac{O_M}{\kappa M}$	$X_0 = 0,3 \frac{O_M}{\kappa M}$	$X_0 = 0,2 \frac{O_M}{\kappa M}$;	$X_0 = 0,6 \frac{O_M}{\kappa M}$;
1	1	2	O‘zbekiston Respublikasi elektr sistemasi qanday	* Birlashgan yagona elektr	Tarqoq holda tuzilgan	Elektr sistema mavjud emas	Shoxalangan holda taShkil topgan

			sistemani taShkil etadi?	sistemasi taShkil etadi			
1	1	2	Tezkor xabar tuShunchasi?	* 1 soat mobaynida DP ga yetkaziladigan xabar.	Element tarmoqlari qisqa tutaSh yoki FX ni 0,3÷0,5 ni davomida elementboShqaruvi bildiriSh zarur bo'lgan xabar.	TB sistemasidan beriladigan xabar	TO' sistemasiga beriladigan xabar.
1	1	2	Elektr sistemalarda dispetcher xizmati qanday prinsipda taShkil topgan?	* Tarqoq	Pog'onali	Yakka holda	Juft –juft
1	1	2	Liniya kuchlaniShi ifodasini ko'rsating?	$* U_{\alpha} = U_{\phi}$	$U_{\alpha} = \cos \varphi$	$U_{\alpha} = \sqrt{3}U_{\phi}$	$U_{\alpha} = \sqrt{3}$
1	1	2	Elektr tarmoqlar qanday Shartlarni ta'minlaShi kerak?	* Iste'molchilarni uzluksiz, yuqori iShonchilik elektr bilan ta'minlaSh.	Elektr energiyasini davlat qabul qilgan andozalar asosida ta'minlaSh	Barcha elektr qurilmalarining iqtisodiy rejimda iShlaSh imkoniyatini ta'minlaSh. Personal uchun xavfsizlik va qulaylik yaratish.	Hamma javoblar elektr tarmoqlarini ta'minlaShi kerak bo'lgan Shartlarga kiradi
1	1	2	Iste'molchilar nechta kategoriya-larga bo'linadi?	* 10 ta	3 ta	8 ta	5 ta
1	1	2	I kategoriya iste'molchilariga misollar keltiring?	* Kimyoviy, metallurgiya zavodlari, meditsina jarroxlilik xonalari, nasos stansiyalari	Qorovulxona, omborxon.	Maktab, institut, trikotaj Fabrikasi.	MaiShiy xizmat binolari, yigiruv fabrikasi, tikuvchilik fabrikasi
1	1	2	EUY konstruktiv tuziliShi jihatidan qaysi turlarga bo'linadi?	* Havo va kabel uzatiSh yo'li	Yer ustidan uzatiSh yo'li	Kabel uzatiSh yo'li	Havo uzatiSh yo'li
1	1	2	Elektr tarmoqning taShkil qituvchilarini ko'rsating	* Havo va kabel uzatiSh yo'llari (EUY) elektr podstansiya, generator	elektr podstansiya, EUY, reaktor	EUY, taqsimlaSh qurilmasi, reaktor	Havo va kabel EUY, taqsimlaSh qurilmalari, elektr podstansiya
1	1	3	Bu formula nimani aniqlaydi? $X_c = U_{ep} / \sqrt{3} \cdot I_{k3}$	*Sistemani karShiligi	Sinkron dvigatelni karShiligi	Kondensator karShiligi	Sigimiy karShilik
1	1	3	Xavoda elektr uzatiSh temir-beton va metall tayanchli liniyalar uchun amortizatsiya kancha % buladi?	* 3.5 %	3.0 %	2.5 %	4.0 %
1	1	3	KuchlaniShi buyicha elektr iste'molchilar necha guruxga bulinadi ?	* 2	4	3	6
1	1	3	Qanday elektr tarmoklar radial elektr tarmoklar deyiladi	* Istemolchilar ketma ket manbaga ulanadi	* Istemolchilar bevosita manbaga ulanadi	Bir necha istemolchilar umumiy liniyaga taksimlaSh punktlari orkali manbaga ulanadi	Past kuchlaniShli elektr tarmoklar
1	1	3	Nominal kuchlaniShlar ikkalasini (qatorini) ko'rsating	* 750; 500;220;110;35;10;6;0.660;0.38;0.22 kV	1050;800;750;500	1150;500;220;35;0.38	750;220;35;6;0.38
2	1	1	Kabellarni yotqiziSh sanoat korxonalarida necha xil bo'ladi?	* 6xil	3 xil	4 xil	2 xil
2	1	1	Birinchi toifa uchun transformatorning yuklama koefitsiyenti o'rtacha qancha bo'ladi?	* 0,7	0,6	0,8	0,4
2	1	2	Bu formula nimani quvvatini aniklaydi? $P_n = P_n \sqrt{IIB}$	* Qisqa qayta rejimda iShlaydigan dvigatelning nominal quvvatini	Kuch transformatorining nominal quvvatini,	Svarka maShina yoki elektr pechlarning nominal quvvatini,	Uzoq davomiy rejimda iShlaydigan dvigatelning nominal quvvatini,
2	1	2	Elektr yuklamalar grafigi necha xil buladi ?	* 2 xil ;	3 xil	4 xil	5 xil
2	1	2	Yuklama koefitsiyenti elektr kurilmaning uzok davomiy rejimida nechaga tenglanadi?	* $K_3 = 0,6 - 0,7$	$K_3 = 0,85 - 0,9$	$K_3 = 0,6 - 0,9$	$K_3 = 0,75 - 0,85$

2	1	2	Kabel liniyalarning soliShtirma qarShiligi 10 kV uchun qancha olinadi?	* $X_0 = 0,086 \frac{OM}{KM}$	$X_0 = 0,066 \frac{OM}{KM}$	$X_0 = 0,04 \frac{OM}{KM}$	$X_0 = 0,1 \frac{OM}{KM}$
2	1	2	Uchinchi toifa iste'molchilari uchun yuklama koeffitsiyentini to'gri javobini ko'rsating?	* 0,85-0,95;	0,7-0,8;	0,65-0,75;	0,75-0,85;
2	1	2	ISh rejimi buyicha iste'molchilar necha guruxga bulinadi ?	* 3 guruxga ;	1 guruxga ;	2 guruxga ;	4 guruxga ;
2	1	2	.Yillik iste'mol grafiklari	* Yil davomida kuchlaniShni o'zgariShi grafigi	Yil davomida korxonada nominal quvvati o'zgariShi grafigi	Yil davomida tok chastotasi o'zgariShi grafigi	Yil davomida kuchlaniShni istemol grafigi
2	1	2	Xisobiy quvvatning aniklaSh formulasi	* $P_{xuc} = P_{yp} * K_{max}$ (Kmax- maksimum koeffitsiyenti)	$P_{HC} = P_{yp} * K_T$ (Kt-talab koeffitsiyenti)	$P_{HC} = P_{yp} * K_\phi$ Kf-foydalaniSh koeffitsiyenti)	$P_{HC} = P_{yp} * K_u$ (KSh-Shakl koeffitsiyenti)
2	1	2	.Maksimal yuklama davomiyligi kamida kancha vakt bo'liShi kerak.	* 2 soat	yarim soat	uch soat	o'n beSh minut
2	1	3	Urta maksimum quvvatni xisob-laShda kaysi koeffitsent iShlatiladi?	* K_u	K_c	K_3	K_B
2	1	3	Rezina va plas-massali kablarda tokni iktisodiy zich-ligi ikki sme-nali korxonada uchun kancha buladi?	* $1,7 A / MM^2$	$1,6 A / MM^2$	$1,5 A / MM^2$	$1,4 A / MM^2$
3	1	1	Ampermetr elektr zanjiriga qanday ulanadi?	* ketma-ket,	parallel,	aralaSh,	parallel va ketma-ket,
3	1	1	Qizdirish lampalarining ish muddati qancha (soat)?	*1000	900	1100	1200
3	1	1	Saqlagichlarni tanlaShda metal kirkuvchi stanok ventilyatorlar va nasoslar uchun kuyiliSh toki kanday aniklanadi ?	* $I_{BC} = I_{II} / 2,5$	$I_{BC} \geq I_{II} / (1,6 - 2,0)$	$I_{BC} \geq I_{II} / 3$	$I_{BC} = I_{KP II} / 2$
3	1	1	Transformatorlarda xizmat ko'rsatishga normasini ko'rsating?	* 3 %	6 %	4 %	8 %
3	1	1	Transformatorlarda kuchlaniShni rostdaSh nima uchun kerak?	* past kuchlaniSh tomonida nominal kuchlanShni to'gri lab turiSh;	tokni oShiriSh;	quvvatni kamaytiriSh;	xammasi to'gri
3	1	1	Reaktorlar necha xil o'rnatiladi?	* 3;	2;	4;	5;
3	1	1	Shinalar necha xil bo'ladi?	* 3;	2;	4;	5;
3	1	1	Transformatorlar soni asosan kaysi me'zon bo'yicha tanlanadi.	*Istemolchilar iShonchligi kategoriyasi bo'yicha	Istemolchilar kuchlaniShi bo'yicha	Istemolchilar o'rnatilgan quvvati bo'yicha	Istemolchilar quvvat koeffitsiyenti bo'yicha
3	1	1	Transformator pasport parametrlarida kaysi kattalik mavjud emas.	* Salt iShlaSh isrofi	Kiska tutaShuv isrofi	Nominal to'la quvvat	Nominal aktiv quvvat
3	1	2	Kundalang kesim yuzasi 70mm ² bulgan kabel liniyalarning soliShtirma qarShiligi 10 kV uchun qancha olinadi?	* $X_0 = 0,086 \frac{OM}{KM}$	$X_0 = 0,066 \frac{OM}{KM}$	$X_0 = 0,04 \frac{OM}{KM}$	$X_0 = 0,1 \frac{OM}{KM}$
3	1	2	Elektr yoritish-da og'ish burcha-gining o'lcham birligini ko'rsating.	* steridian,	radian,	radian lyuks,	lyumen/svecha,
3	1	2	Quyidagi o'tkazgich materiallardan qaysi birining elektrik o'tkazuvchanligi eng past?	* volfram,	alyuminiy,	mis	kumush,
3	1	2	Jarohatlangan kiShiga qancha	* 3-6 min,	4-4,5 min,	4-5 min,	3-4 min,

			vaqt ichida yordam ko'rsatilsa effekt bo'ladi?				
3	1	2	Elektr tokining necha xil ta'siri bo'ladi?	* 4 xil,	3 xil,	2 xil,	5 xil,
3	1	2	Necha xil elektr jarohati bo'ladi?	* 2 turi,	3 turi,	4 turi,	5 turi,
3	1	2	Elektr zarbani necha darajasi bor?	* 5 ta,	4 ta,	3 ta,	2 ta,
3	1	2	Elektr dvigatel uchun nominal toki kanday aniqlanadi?	* $I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi \cdot \eta}$	$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n}$;	$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi}$;	$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi \cdot \eta}$;
3	1	2	Viklyuchatellarni tanlashda asosan kaysi kattaliklar xisobga olinadi?	* $I, U, I_{K3}, I_{ydl}, B_K$	I_n, U, S, I_{ydl}, T	I_H, U, S, P, B_K	R, U, I_H, I_{ydl}, B_K
3	1	2	Bu formulalar-dan noto'g'risini ko'rsating.	* $X_C = -\frac{1}{\omega C}$	$X_C = (\omega C)^{-1}$	$R = \rho \frac{l}{S}$	$R = \frac{U}{I}$,
3	1	2	Sex elektr tarmoqlar necha xil sxemalarda bajariladi?	* 3 xil ;	4 xil ;	5 xil ;	2 xil ;
3	1	2	Elektr iste'molchilar ishlaSh toki turi buyicha necha xil buladi?	* 3 xil ;	2 xil ;	1 xil ;	4 xil ;
3	1	2	KuchlaniSh buyicha zavod ichida elektr iste'molchilar sinfi nechta guruxga bulinadi?	* 2 guruxga ;	1 guruxga ;	3 guruxga ;	4 guruxga ;
3	1	2	KuchlaniSh buyicha zavod ichida elektr iste'molchilar sinfi nechta guruxga bulinadi?	* 2 guruxga ;	1 guruxga ;	3 guruxga ;	4 guruxga ;
3	1	2	Qaysi paytda aktiv qarShilik xisobga olinadi?	* $R > 0,3 X$	$R > 1,6 X$	$R \leq 0,5 X$	$R \leq 0,3 X$
3	1	2	Qisqa tutaShiSh tokini xisoblashda kanaka nominal kuchlaniShlar kullaniladi?	* 0,23; 0,4; 0,69; 6,3; 10,5; 37, 115, 230 kV	0,23; 0,38; 0,69; 6,3; 10,8; 35, 110, 220 kV	0,23; 0,4; 0,66; 6,3; 11, 36, 115, 215 kV	0,23; 0,4; 0,69; 6,0; 11,37, 115, 225 kV
3	1	2	Saqlagichlarni nominal toklari qanchagacha buladi.	* 15 ÷ 1000 A	10 ÷ 600 A	5 ÷ 500 A	20 ÷ 1500 A
3	1	2	Saqlagichlarni nominal toklari kanchagacha buladi.	* 15 ÷ 1000 A	10 ÷ 600 A	5 ÷ 500 A	20 ÷ 1500 A
3	1	2	Saqlagichlarni tokini tanlash yengil ishga tushish rejimi uchun qaysi formula orqali aniqlanadi?	* $I_{BC} \geq I_{Iyck} / 2,5$	$I_{BC} \geq I_{Iyck} / (1,6 - 2,0)$	$I_{BC} \geq I_{II} / 2,5$	$I_{BC} \geq I_{KP} / 2,7$
3	1	2	Bu formula nimani qarShiligini aniqlaydi? $R = \frac{\Delta P_m \cdot U^2}{S_n^2}$	* Transformatorni qarShiligi	Sinxron dvigatelni qarShiligi	Generatorni qarShiligi	Asinxron dvigatelni qarShiligi
3	1	2	Viklyuchatellarni tanlashda asosan qaysi kattaliklar xisobga olinadi?	* $I, U, I_{K3}, I_{ydl}, B_K$	I_n, U, S, I_{ydl}, T	I_H, U, S, P, B_K	R, U, I_H, I_{ydl}, B_K
3	1	2	Kabellarni yotkizish sanoat korxonalarida necha xil bo'ladi?	* 6 xil	3 xil	4 xil	5 xil
3	1	2	Energiya hisoblagichlar necha xil bo'ladi?	* 2;	3;	4;	5;
3	1	2	Xisoblagichni tarmoqqa necha xil ulash mumkin?	* 2 xil;	3 xil;	4 xil;	1 xil
3	1	2	Qaysi kommutatsion apparatlarni yuklama ostida o'chirib yokiSh mumkin?	* moyli o'chirgichni;	ajratgichni;	uzgichni;	ajratgich va uzgichni;

3	1	2	Qaysi formulada transformatorni aktiv karshiligini aniklash tugri kursatilgan?	* $R_T = \Delta P_m U_n^2 / S_n^2$	$R_T = \frac{S}{\sqrt{3} I^2}$	$R_T = \frac{\sqrt{3} U}{I}$	$R_T = \frac{P_T}{\sqrt{3} I^2}$
3	1	2	Elektr dvigatel uchun nominal toki kanday aniklanadi?	* $I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$	$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n}$;	$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi}$	$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi \cdot \eta}$
3	1	2	Transformatorlarda reaktiv quvvat isrofi kaysi formulada tugri ifodalangan?	* $\Delta Q_T = 0,1 S_{HH}$	$\Delta Q_T = 0,01 S_{HH}$	$\Delta Q_T = 0,03 S_{HH}$	$\Delta Q_T = 0,02 S_{HH}$
3	1	2	Qaysi uskuna taShki elektr ta'minot tizimiga kiradi.	* Sex podstansiyasi	Korxonada xududidagi kabel yo'llari	* BoSh pasaytiruvchi podstansiya	Sexdagi taksimlash punkti
3	1	2	Transformator tanlashda kaysi kattalikdan foydalaniladi	* FoydalaniSh koeffitsiyenti	* YuklaniSh koeffitsiyenti	Xisobiy tokdan	Istemolchilar o'rnatilgan quvvati
3	1	2	Elektr uzatish yo'llarining parametrlarini tanlashda kaysi me'zondan foydalanilmaydi.	* KuchlaniSh isrofi	Ruxsat etilgan davomli tok bo'yicha	Toj razryad bo'yicha	iktisodiy tok zichligi bo'yicha
3	1	2	Podstansiyalarning uta kuchlaniShdan ximoya asbob-uskunalar	* Razryadnik, RX va A	A.TT, TN.	CChastota tuskich	Moyli uchirgich
3	1	2	EUY necha xil bajariladi?	* 6 xil	2 xil	4 xil	5 xil
3	1	2	EUY nima uchun xizmat qiladi?	* KuchlaniShni oShiriShga	Tokni kamaytiriShga	Elektr energiyasini uzatish uchun	Kinetik energiyani iShlatish uchun.
3	1	3	Quyidagi o'lchov asbolaridan qaysi biri yordamida elektr energiyasi o'lchanadi?	* induksion schetchik,	vattmetr,	ampermetr,	voltmetr,
3	1	3	Nima uchun kuch transformatorini chulg'ami Y / Δ ulanganda tok transformatori Δ/Y ulanadi?	* fazalarni tokini tenglash uchun,	toklarni qo'ShiSh uchun,	kuchlaniSh qiymatini kompensatsiya qiliSh	ulanish guruhini tenglashtiriSh
4	2	1	Liniyada quvvat isrofi kaysi formula orkali aniklanadi?	* $\Delta P = 3 I_{ck}^2 \cdot R \cdot 10^{-3}$	$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U} R$	$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2}$	$\Delta P = \sqrt{3} U I R \cdot 10^{-3}$
4	2	1	Liniyadagi aktiv quvvat isrofi qanday aniqlanadi?	* $\Delta P = \Delta P_H K_3^2 L$	$\Delta P = \Delta P_H K_3^2 L X$	$\Delta P = \Delta P_H I^2 L$	$\Delta P = I^2 R U$
4	2	2	Liniyadagi aktiv quvvat isrofi kanday aniklanadi?	* $\Delta P = \Delta P_H K_3^2 L$	$\Delta P = \Delta P_H K_3^2 L X$	$\Delta P = I^2 R U$	$\Delta P = \Delta P_H I^2 L$
4	2	2	Kaysi formula buyicha transformatorlarda aktiv quvvat isrofi aniklanadi?	* $\Delta P_T = 0,02 S_{HH}$	$\Delta P_T = 0,01 S_{HH}$	$\Delta P_T = 0,04 S_{HH}$	$\Delta P_T = 0,03 S_{HH}$
4	2	2	$\Delta P = 3 I_{ck}^2 \cdot R \cdot 10^{-3}$ formula nimani aniklaydi?	* Xavo liniyasidagi aktiv quvvat isrofi	Dvigateldagi quvvat isrofi	Generatoridagi quvvati isrofi	Energiya isrofini aniklash ;
4	2	2	Transformatorlarda reaktiv quvvat isrofi kaysi formulada tugri ifodalangan?	* $\Delta Q_T = 0,1 S_{HH}$	$\Delta Q_T = 0,01 S_{HH}$	$\Delta Q_T = 0,03 S_{HH}$	$\Delta Q_T = 0,02 S_{HH}$
4	2	2	Sxema to'liq yulduzcha yig'ilgan bo'lsa, sxema koeffitsiyenti qaysi javobda to'g'ri?	* 1,	3 xil ;	4 xil ;	6 xil ;
4	2	2	$\Delta P = 3 I_{ck}^2 \cdot R \cdot 10^{-3}$ formula nimani aniqlaydi?	* Xavo liniyasidagi aktiv quvvat isrofi	Dvigateldagi quvvat isrofi	Generatoridagi quvvati isrofi	Energiya isrofini aniqlash
4	2	2	Transformatoridagi isroflarning takriban xisoblash formulasini ko'rsating.	* $\Delta P_{TP} = S_{kop} \cdot 0,02$ $\Delta Q_T = S_{kop} \cdot 0,1$	$\Delta P_{TP} = P_{kop} \cdot 0,04$ $\Delta Q_T = P_{kop} \cdot 0,15$	$\Delta P_{TP} = \Delta S_{kop} \cdot 0,02$ $\Delta Q_T = S_{kop} \cdot 0,1$	$\Delta P_{TP} = \Delta P_{kop}$ $\Delta Q_T = 0,1 S_{HH}$

4	2	2	Transformatoridagi energiya isrofi.	* $\Delta \mathcal{E}_{mp} = I_x^2 \cdot X_0 \cdot l_x$;	$\Delta \mathcal{E}_{mp} = I_x^2 \cdot R_0 \cdot l_{kt}$;	* $\Delta \mathcal{E}_{mp} = n \cdot (\Delta P_x \cdot \beta^2 \cdot \tau + \Delta P_0 \cdot T_{med})$;	$\Delta \mathcal{E}_{mp} = \Delta P \cdot \alpha + \Delta A \cdot \beta$;
4	2	3	Liniya uchun aktiv quvvat isrofi kandy aniklanadi?	* $\Delta P_{\text{il}} = 0,03 S_{HH}$	$\Delta P_{\text{il}} = 0,01 S_{HH}$	$\Delta P_{\text{il}} = 0,1 S_{HH}$	$\Delta P_{\text{il}} = 0,04 S_{HH}$
4	2	3	Liniya uchun aktiv quvvat isrofi qandy aniqlanadi?	* $\Delta P_{\text{il}} = 0,03 S_{HH}$	$\Delta P_{\text{il}} = 0,01 S_{HH}$	$\Delta P_{\text{il}} = 0,1 S_{HH}$	$\Delta P_{\text{il}} = 0,05 S_{HH}$
5	2	2	ISH rejimi buyiha iste'molchilar necha guruxga bulinadi?	* 3 guruxga ;	1 guruxga ;	2 guruxga ;	4 guruxga ;
6	2	1	Kondensator batareyalarni tarmoqqa necha xil ulanadi ?	*2 xil	3 xil	4 xil	5 xil
6	2	1	Reaktiv quvvat qandy maqsadlarda iShlatiladi?	*aylantiruvchi maydon yoki elektromagnit induksiyasini hosil qiliSh uchun,	quvvat isrofini kamaytiriSh uchun,	foydali iSh bajariSh uchun,	quvvat koeffitsiyentini oShiriSh uchun,
6	2	2	Kompensatsiya kiliSh bilan bajariladigan necha xil tadbir bor ?	* 2	4	3	5
6	2	2	Kompensatsiya kiliShni talab kilmaydigan necha xil tadbirlar bor?	* 7	4	5	2
6	2	2	Statik kondensa-torlarda kuchla-niShi 0,22÷0,5kV bo'lsa soliShtirma isrof qancha bo'ladi?	* 0,004 kVt/kVar	0,002 kVt/kVar	0,006 kVt/kVar	0,001 kVt/kVar
6	2	2	Kondensator batareyalari nima uchun kerak?	* xamma javob to'g'ri;	sosφ ni oShiriSh;	tgφ ni kamaytiriSh;	reaktiv quvvat tankisligini kamaytiriSh;
6	2	2	Agar $\cos \varphi = 0.95$ bo'lsa, $tg \varphi$ kancha bo'ladi?	* 0,327;	0,4;	0,5	0,6;
6	2	2	To'g'ri ko'rsatilgan istemolchining iShonchlik kategorisiga muvofik keluvchi transformatorning yuklantiriSh koeffitsiyentini ko'rsating.	* III-kategoriya 0,75	II-kategoriya 0,7	III-kategoriya 0,75	I-kategoriya 0,7
6	2	3	Quyidagi o'lchov birliklardan qaysi biri elektr tokining quvvati birligini ifodalaydi?	* Vt	A	V	J
6	2	4	IShonchligi buyicha elektr iste'molchilar necha guruxga bulinadi?	* 3	2	4	5
7	2	1	Podstansiyalar quvvati buyicha necha turga bulinadi ?	* 3 turga	4 turga	5 turga	2 turga
7	2	1	Kaysi formulada kuchlaniShni chetga chiqiShi aniqlanadi ?	* $V = U - U_H$	$V = U_2 - U_H$	$V = U_{\text{сеть}} - U_{\text{потреб}}$	$V = U_1 - U_H$;
7	2	1	Hududiy tarmoq nima?	* KuchlaniSh 35,10,6 kV li, befarq nuqtasi yakka tarmoq	KuchlaniSh 500, 220, 110 kV tarmoqlar-ning befarq nuqtasi bevosita yerga ulangan rejimida iShlata hududiy tarmoq deyiladi.	0,6,60,0,38,0,22 kV kuchlaniShli, befarq nuqtasi yerga ulangan rejimda iShlaydigan tarmoq	Elektr tarmoqlarda tok oShib, kuchlaniSh pasaysa
7	2	2	Podstansiyalar quvvati buyicha necha turga bulinadi ?	* 3 turga	4 turga	5 turga	2 turga
7	2	2	$\delta = f_{HE} - f_{HM}$ bu	* Chastotani	Uratacha	Yukori chastotani	Chastotani

			formula nimani bildiradi ?	chetga chikiShi	chastotani	chegarasini	tebraniShi
7	2	2	Elektr energiya sifatiga kaysi elektr parametrlar salbiy ta'sir qiladi?	* xamma javob to'g'ri	kuchlaniShni chetga chikiShi;	kuchlaniSh nosimmetriyasi;	kuchlaniShning nosinusoidaligi;
7	2	2	Podstansiyalarning asbob – uskunalari turkumlaShtiriSh.	* UlchaSh asboblari, ximoya asboblari, kommutatsiya asboblari, kuch uskunalari	UlchaSh asboblari, kabellar, EUY.	BoShkariSh vositalari	Tokning kamaytiriSh vositasi, ximoya asboblari, kuch uskunalari
7	2	2	Mahalliy tarmoq degani nima?	* KuchlaniShi 35,10,6 kV tarmoqlarning befarq nuqtasi yakkaLanganda mahalliy tarmoq deyiladi.	KuchlaniShli 750, 500, 220 kV tarmoqlarda elektr potentsialli yer iShlatilsa	Befarq nuqtasi yakkaLangan past kuchlaniShli tarmoq	Befarq nuqtasi yakkaLangan yuqori kuchlaniShli tarmoq
7	2	3	TT i TN elektroenergiyani xisoblaSh formulasi	* $\mathcal{E} = K_{TT} \cdot K_{TN} \cdot \mathcal{E}_0$	$\mathcal{E} = K_{TT} \cdot I \cdot \mathcal{E}_0$	$\mathcal{E} = K_{TT} \cdot K_{TN} \cdot P_0$	$\mathcal{E} = K_{TT} \cdot I \cdot P_0$
8	2	2	ISh rejimi buyicha elektr iste'mol-chilar necha guruxga bo'linadi?	* 3	2	4	5
9	3	1	1kVt uzatiladigan elektr energiyasini tannarxi kandy aniklanadi?	* $C = C_{\mathcal{E}II} / W$	$C = C_{\mathcal{E}II} / W$	$C = 3W$	$C = U_{\mathcal{E}II} / W$
9	3	1	Kuch transformatorlar uchun amortizatsiyaga chiqim qancha % bo'ladi?	* 6,3	5,3	4,3	7,3
9	3	1	Bu formula nimani anglatadi? $C = C_{\mathcal{E}} / W$	* 1kvt elektr energiyani tan narxi	Liniyani ekspluatatsiya xarakati	Transformatorni ekspluatatsiya tan narxi	1sutkali elektr energiya tan narxi
9	3	1	Elektr tarmoklarda tejamkorlik choratadbirlari	* Transformator salt yuriSh rejimini kamaytiriSh, COS φ ni oShiriSh	COS φ ni kamaytiriSh, iste'mol grafigini tekislaSh.	Transformator salt yuriSh rejimini kupaytiriSh COS φ ni oShiriSh	Dvigatellarning salt yuriSh rejimini kupaytiriSh
9	3	2	Bu formula nimani anglatadi? $C = C_{\mathcal{E}} / W$	* 1kVt elektr energiyani tan narxi	Liniyani ekspluatatsiya xarajati	Transformatorni ekspluatatsiya tannarxi xarajati	1sutkali ekspluatatsiya tan narxi
9	3	2	KuchlaniShni texnik iqtisodiy tanlaShda necha variantda qachon necha xolatda bajaradi.	* 2	3	4	5
9	3	2	Qaysi kattalik energetikada iqtisodiy ko'rsatgichlarga kirmaydi	* Keltirilgan yillik xarajatlar	Kapital xarajatlar	Amortizatsiya ajratmalari	Elektr energiyasi isrofi qiymatlari
9	3	2	Elektr ta'minot tizimlari keltirilgan yillik xarajatlar formulasi.	* $3 = E \Sigma K + H + Y$	$U = U_a + U_{\text{sp}} + \Delta U$	$K \Sigma = K_1 + K_2 + K_3$	$C = C_1 + C_2 + C_3$
9	3	2	1Keltirilgan xarajatlar asosida TIK takkoslaSh.	* $3 = E \cdot K + H$	$3 = E \cdot K + T_0$	$3 = E \cdot H + K$	$3 = I \cdot E + H$
9	3	2	Elektr tarmoklardagi ekspluatatsiya xarajatlari formulasi	* $H = \Delta H + H_p + H_A$	$\Delta U = \Delta P \cdot \alpha + \Delta A \cdot \beta;$	$H = T \cdot (0,124 + \frac{T_{\text{max}}}{10000})^2;$	$U = \frac{\Delta U_{KL}}{U_{\text{HOM}}};$
9	3	3	Elektr ta'minot tizimlari variantlarning takkoslaSh formulasi.	$3 = EK + H + Y$	$U = EK + H + Y$	$K = K + H + Y$	$3 = H + Y$

BIRINCHI BO'LIM.

Birinchi bob.

1. KiriSh. Uzbekiston elektr energetikasi.
2. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.
3. Elektr tarmoq.
4. Havo liniyalarini ish Sharoitlari, tuzilishi, ishlatiladigan materiallarga talablar.
5. Nominal kuchlaniSh.
6. Liniyaning konstruksiyasi.Befarq nuqta.

Ikkinchi bob.

1. Elektr iste'molchilar.
2. Iste'molchilarning yuklamalari.
3. Quvvatlar.Grafiklar.
4. Elektr tarmog`iga qo'yilgan talablar.
5. Koeffitsiyetlar.
6. Kabellarni tuzilishi, ularni o'tkazish usullari , yuqori kuchlaniShli kabellar.

Uchinchi bob.

1. Ichki elektr tarmoqlar.
2. Sanoat korxonalarining tok o'tkazgichlari.
3. Yoritgichlar
4. Elektr tarmoqlar liniyalari bo'yicha elektr energiyani uzatish nazariyasini elementlari.
5. Liniya, Transformator va avtotransformatorlar.
6. Kommutatsiya apparatlari.
7. O'lchash asboblari.Elektr tarmog`ida texnika xavfsizligi
8. Elektr mashinalar.

IKKINCHI BO'LIM.

To'rtinchi bob.

1. Murakkab berk zanjirli tarmoqlar.
2. Liniya va transformatorlarda quvvat isrofi.
3. KuchlaniShning asayishi va isrofi.
4. Elektr tarmoqlarini loyihalash elementlari.
5. Liniya va transformatorlarda energiya isrofi

BeShinchi bob

1. Elektr tarmog`ining tenglamalari.
2. Fizik jarayonlari.Ish rejimlari.

Oltinchi bob.

1. Quvvatlarning isrofini kamaytirish usullari.
2. Reaktiv quvvat manbalari.
3. Aktiv va reaktiv quvvatlarni optimallashtirish.
4. Ishonchlilik.

Yettinchi bob.

1. Mahalliy va rayon elektr tarmoqlari, berk zanjirli mahalliy elektr tarmoqlari
2. Podstansiyalar va ularning elementlari.
3. Rayon elektr tarmoqlarining hususiyatlari va vektor diagrammasi.
4. Elektr energiyaning sifat ko'rsatkichlari.
5. Nosingoidal kuchlaniSh.

Sakkizinchi bob

1. Elektr tarmog`ining iSh rejimlarini boShqariSh.
2. Aktiv va reaktiv quvvatlar muvazanati.
3. Rejimni boShqaruv sistemasining tarkibi.Ierarxiyali tuziliSh

UCHINCHI BO'LIM

To'qqizinchi bob

1. Texnik-iqtisodiy hisoblar.
2. Xarajatlar. Sim va kabellarning kesim yuzasini tanlaSh
3. Texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlar.
4. Havo liniyalari kesim yuzasini iqtisodiy intervallar usuli bilan tanlaSh.
5. Liniya va transformatorlar uchun iqtisodiy intervallar nomogrammalari.

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI



“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan

BAHOLASH MEZONI

“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”

fanidan talabalar bilimini

BAHOLASH MEZONI

Ushbu baholaSh mezonlari O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2013 yil 13 dekabrda 470-sonli buyrug‘i bilan Nizomga o‘zgartiriSh va qo‘shimchalar kiritilgan hamda O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligida 2013 yil 13 dekabrda 1981-2-sonli raqami bilan davlat ro‘yxatidan qayta o‘tkazilgan “Oliy ta’lim muassasalarida talabalar bilimini nazorat qiliSh va baholaShning reyting tizimi to‘g‘risidagi Nizom” talablariga muvofiq iShlab chiqilgan.

«Elektr tarmoqlari va tizimlari» fanidan tayyorlangan uShbu baholaSh mezoni 5310200-Elektrenergetikasi bakalavriat ta’lim yo‘naliShlarining birinchi kurs talabalari uchun mo‘ljallangan.

Tuzuvchi: B.X.SHaymatov -“Elektrenergetikasi” kafedrasida dotsenti.

Fanning baholaSh mezoni energomexanika fakulteti kengashi tomonidan 2017 yil «26» avgustdagi №1-son qarori bilan tasdiqlandi.

KIRISH

Kadrlar tayyorlaSh milliy dasturini amalga oShiriShning yangi sifat bosqichida oliy ta'lim muassasalarida talabalar bilimni baholaSh va nazorat qiliShning reyting tizimini joriy etiShdan maqsad mamlakatimizda ta'lim sifatini oShiriSh orqali raqobatbardosh yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlaShdan iboratdir. Oliy o'quv yurtlarida talabalarning bilim darajasi asosan reyting tizimi bo'yicha baholanadi. Talabalar bilimni reyting tizimi asosida baholaSh – talabaning butun o'qiSh jarayoni davomida o'z bilimni oShiriShi uchun muntazam iShlaShi hamda o'z ijodiy faoliyatini takomillaShtiriShini rag'batlantiriShga qaratilgan.

UShbu baholaSh mezonlari O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2013 yil 13 dekabrda 470-sonli buyrug'i bilan Nizomga o'zgartiriSh va qo'Shimchalar kiritilgan hamda O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligida 2013 yil 13 dekabrda 1981-2-sonli raqami bilan davlat ro'yxatidan qayta o'tkazilgan “Oliy ta'lim muassasalarida talabalar bilimni nazorat qiliSh va baholaShning reyting tizimi to'g'risidagi Nizom” talablariga muvofiq, O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2009 yil 14 avgustdagi “ Talabalar mustaqil iShlarini taShkil etiSh” to'g'risidagi 286-sonli buyrug'i ilovasidagi yo'riqnoma hamda Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2012 yil 15 avgustdagi 332/1-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan “Elektr tarmoqlari va tizimlari” fanining o'quv dasturi va uShbu fanning iShchi o'quv dasturi asosida iShlab chiqilgan.

UShbu baholaSh mezoni NDKI “ elektr tarmoqlari va tizimlari” fanidan talabalar bilimni baholaShda keng foydalaniShga tavsiya etilib, ayni paytda talabalar uchun ham mazkur fanni o'zlaShtiriSh jarayonida qanday ballar to'plaSh mumkinligi haqida tasavvurga ega bo'liSh imkonini beradi.

Reyting nazorati jadvallari, nazorat turi, Shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, Shuningdek joriy va oraliq nazoratlarning saralaSh ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi maShg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

1. NAZORAT TURLARI VA BAHOLASH TARTIBI

« elektr tarmoqlari va tizimlari » fani 5310200-Elektr energetikasi bakalavriat ta'lim yo'naliShlarining o'quv rejasi bo'yicha 3 kurs 5 va 6 semestrlarda, bo'lib o'tiShi mo'ljallangan. Talabalarning bilim saviyasi va o'zlaShtiriSh darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini ta'minlaSh uchun quyidagi nazorat turlarini o'tkaziSh nazarda tutiladi:

joriy nazorat – talabaning « elektr tarmoqlari va tizimlari » fani mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlaSh va baholaSh usuli. **Joriy nazorat « elektr tarmoqlari va tizimlari » fanining xususiyatidan kelib chiqqan holda, tayyorlangan tajriba iShlarini og'zaki so'rov va amaliy iShlari berilgan uy vazifalarini tekShiriSh va suhbat o'tkaziSh orqali amalga oShiriladi;**

oraliq nazorat – semestr davomida o‘quv dasturining tegiShli (fanning bir necha mavzularini o‘z ichiga olgan) bo‘limi tugallangandan keyin talabanning bilim va amaliy ko‘nikma darajasini aniqlaSh va baholaSh usuli. **Oraliq nazorat bir semestrda ikki marta o‘tkaziladi, uning Shakli yozma iSh Shaklida o‘tkazilib o‘quv faniga ajratilgan umumiy soatlar hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi;**

yakuniy nazorat – semestr yakunida muayyan fan bo‘yicha nazariy bilim va amaliy ko‘nikmalarni talabalar tomonidan o‘zlaShtiriSh darajasini baholaSh usuli. **Yakuniy nazorat asosan tayanch tuShuncha va iboralarga asoslangan “YOzma iSh” Shaklida o‘tkaziladi.**

Talabalarning bilim saviyasi, ko‘nikma va malakalarini nazorat qiliShning reyting tizimi asosida talabanning « elektr tarmoqlari va tizimlari » fani bo‘yicha o‘zlaShtiriSh darajasi ballar orqali ifodalanadi.

Har bir fan bo‘yicha talabanning semestr davomidagi o‘zlaShtiriSh ko‘rsatkichi **100 ballik tizimda butun sonlar bilan baholanadi.**

Ushbu 100 ball nazorat turlari bo‘yicha joriy va oraliq nazoratlarga – 70 ball va yakuniy nazoratga – 30 ball qo‘yiSh bilan taqsimlanadi.

2. FAN BO‘YICHA REYTING JADVALI

T/r	Kurs	Semestr	Haftalar soni	Semestrda fanga ajratilgan umumiy soat (reyting balli)	Ma’ruza	Tajriba iShlari	Amaliy maShg’ulotlar	Mustaqil iSh soati	Ab-auditoriya ballari Mb-mustaqil iSh ballari	Nazorat turlari										Kurs loyihasi mavjud fanlarga		
										Jami soat % hisobida	JN	JN – 1	JN – 2	ON	ON – 1	ON – 2	ΣJN+ON	SaralaSh balli	YAN		YANni o‘tkaziSh Shakli	O‘zlaShtiriSh ko‘rsatkichi
1	3	5	18	72	36	18	18	40	Ab	70	35	1	12	35	11	11	70	39	30	yoz ma	100	
									Mb	30		1	6		6	6						
2	3	6	18	108	54	-	54	80	Ab	70	35	7	7	35	7	7	70	39	30	yoz ma	100	
									Mb	30		1	11		10	11						
3	3	6	18					-	-	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	KL

5 - SEMESTR

3. “ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI” FANIDAN REYTING ISHLANMASI VA MEZONLARI

3.1. REYTING ISHLANMASI (5 - SEMESTR UCHUN)

T/r	Nazorat turlari	Soni	Ball va soni	Jami ball
1. JN umumiy 35 ball				
1.1.	Amaliy maShg‘ulotlarni bajariSh	2	7x2	14
1.2.	Laboratoriya iShini topShiriSh	5	3x5	15
1.3.	Mustaqil iSh – referat tayyorlaSh*	1	6	6
2. ON umumiy 35 ball				
2.1.	1 – oraliq nazorat, yozma iSh (3 ta savol)	1	4x3	12
2.2.	2 – oraliq nazorat, yozma iSh (3 ta savol)	1	4x3	12
2.3.	Mustaqil iSh – referat tayyorlaSh	2	5+6	11
ΣJN+ON				70
3. YAN				
3.1.	YAkuniy nazorat, yozma iSh (3 ta savol)	1	10x3=30	30
Jami				100

3.2. BAHOLASH MEZONLARI (5 - SEMESTR UCHUN)

1.1. Amaliy iSh topShiriqlarini to‘la bajargan talabaga 5 – 7 ball beriladi, agar to‘la sifatli bajargan lekin berilgan savollarga javob beriSh darajasiga qarab 3 – 5 ballgacha beriladi, agar to‘la bo‘lmasa bajariSh darajasiga qarab 1,0 – 3 ballgacha beriladi. Amaliy iSh mavzulari quyidagicha:

1.EUL hisoblaSh.Ularni tanlaSh va almaShtiruv sxemalarini parametrlarini aniqlaSh.
2.Transformatorlar va avtotransformatorni hisoblaSh.Ularni tanlaSh va almaShtiruv sxemalari parametrlarini aniqlaSh

1.2. Laboratoriya iShi topShiriqlarini to‘la mustaqil bajargan va amalda qo‘llay oladigan talabaga 2, 2 – 3 ball beriladi, agar to‘la sifatli bajargan lekin berilgan savollarga javob beriSh darajasiga qarab 1,5 – 2,2 ballgacha beriladi, agar to‘la bo‘lmasa bajariSh darajasiga qarab 1,0 – 1,5 ballgacha beriladi. Laboratoriya iShlari mavzulari quyidagicha:

1 O‘zgaruvchan va o‘zgarmas tok hisoblaSh modellarini o‘rganadi va ular asosida har xil tarmoqlarni iSh tartibini amalda o‘rganadi.

2. Ko‘p Shahobchali mahalliy tarmoqda quvvat taqsimotini o‘zgarmas tok hisoblaSh stoli yordamida, aniqlaSh.

3. Murakkab berk zanjirli bir xil tuzilgan tarmoqda quvvat taqsimotini o'zgarmas tok hisoblash stoli yordamida aniqlash

4. Elektr tarmoqni normal holatini (ish tartibini) o'zgaruvchan tok modelida hisoblash.

5. Oddiy berk zanjirli 110/220 kV elektr tarmog'ida turg'unli holatlarini (ish tartiblarini) o'rganiSh

1.3. *Joriy nazorat bo'yicha berilgan talabning mustaqil iShi – quyida berilgan mavzu bo'yicha referat tayyorlanadi:

- referatda mavzu to'liq ochilgan, to'g'ri xulosa chiqarilgan va ijodiy fikrlari bo'lsa - 4,9 – 6 ball
- mavzu mohiyati ochilgan, faqat xulosa bor - 3,0 – 4,9 ballgacha
- mavzu mohiyati yoritilgan, ammo ayrim kamchiliklari bor bo'lsa – 2,6 – 3,0 ballgacha beriladi.

Joriy nazorat uchun mustaqil iSh mavzulari quyidagicha:

1. Elektr sistema va tarmoqlarni klassifikatsiyasi.
2. Elektr tarmoq va sistemalarini turlari.
3. Elektr sistema elementlarini nominal kuchlanishlari.
4. Kuchlanishni rostlash tushunchasi.
5. Havo liniyalarini ish sharoitlari, ularning tuzilishi, ishlatiladigan materiallarga talablar.
6. Kabellarni tuzilishi, ularni o'tkazish usullari.
7. Yuqori kuchlanishli kabellar.
8. Sanoat korxonalarining tok o'tkazgichlari.

2.1. Oraliq (1 – oraliq) baholash yozma tartibda o'tkazilib, unda 3 ta savolga javob berish so'raladi. Har bir savol 4 ballgacha baholanadi.

- agar savollar mohiyati to'la ochilgan bo'lsa, javoblar to'liq va aniq hamda ijodiy fikrlari bo'lsa – 3,4 – 4 ball
- savollarga umumiy javob berilgan, ammo ayrim faktlar to'liq yoritilmagan bo'lsa - 2,8 – 3,4 ballgacha
- savollarga javob berishga harakat qilingan, chalkashliklar bo'lsa – 2,2 – 2,8 ballgacha beriladi.
- savollarga umuman javob yozmagan yoki savollarda chalkashliklar bo'lsa – 0 – 2,2 ballgacha beriladi.

1-Oraliq nazorat savollari

1. Elektr tarmoq va elektr yuklamalarini tavsifi.
2. Elektr tarmoqlarning parametrlari va almastirish sxemalari.
3. Iste'molchilar yuklamalarini tavsifi.
4. Yuklamalar grafigi.
5. Elektr tarmog'iga qo'yiladigan talablar.
6. Elektr uzatuv liniyasini (EUL) parametrlari.
7. Ular nimani ifoda qiladi ?

8. Ular asosidagi hodisa va jarayonlar.
9. EUL parametrlariga ta'sir etish imkoniyatlari.
10. Parametrlar orasidagi xarakterli bog'lanishlar va EULni almashtiruv sxemalari.

2.2. Oraliq (2 – oraliq) baholash yozma tartibda o'tkazilib, unda 3 ta savolga javob berish so'raladi. Har bir savol 4 ballgacha baholanadi.

- agar savollar mohiyati to'la ochilgan bo'lsa, javoblar to'liq va aniq hamda ijodiy fikrlari bo'lsa – 3,4 – 4 ball
- savollarga umumiy javob berilgan, ammo ayrim faktlar to'liq yoritilmagan bo'lsa - 2,8 – 3,4 ballgacha
- savollarga javob yoziShga harakat qilingan, chalkashliklar bo'lsa – 2,2 – 2,8 ballgacha beriladi.
- savollarga umuman javob yozmagan yoki savollarda chalkashliklar bo'lsa – 0 – 2,2 ballgacha beriladi.

2-Oraliq nazorat savollari

1. Ikki va uch cho'lg'amli transformatorlar, cho'lg'amlari bo'lingan transformatorlar va avtotransformatorlarning parametrlarini hisoblash va ularni almashtiruv sxemalari.
2. Tarmoqlar ish tartibini analizi.
3. Elektr quvvatini kompleks ifodasi.
4. Liniyalardagi quvvat isrofi. Asosiy bog'lanish va xulosalar.
5. Transformatoridagi quvvat isroflari. 6. Liniya va transformatorlardagi energiya isrofi.

2.3. *Oraliq nazorati bo'yicha berilgan talabning mustaqil ishi uchun berilgan mavzu bo'yicha referat tayyorlanadi:

- referatda mavzu to'liq ochilgan, to'g'ri xulosa chiqarilgan va ijodiy fikrlari bo'lsa-4,3-5 ball
- mavzu mohiyati ochilgan, faqat xulosa bor-3,6-4,3 ballgacha
- mavzu mohiyati yoritilgan, ammo ayrim kamchiliklari bor bo'lsa-2,8-3,5 ballgacha beriladi.
- savollarga javob bilmagan yoki mustaqil ish bo'yicha qisman javob berganda-0-2,8 ballgacha beriladi.

Oraliq nazoratlari uchun mustaqil ish savollari quyidagicha:

1. Havodagi EUL larining konstruktiv elementlari.
2. Havodagi EULLarining o'tkazgichlari va troslari.
3. Havodagi EULLarining tayanchlari, izolyatorlari va armaturalari.
4. Kabelli EULLari va ularning asosiy konstruktiv elementlari.
5. Elektr energetika sistemalari elementlarining xarakteristikalarini va parametrlari.

6. Elektr uzatish yo'llarining almaShtirish sxemalari va hisob parametrlari.
7. Transformator va avtotransformatorlarning almaShtirish sxemalari va hisob parametrlari.
8. Avtotransformatorning xarakterli xususiyatlari.
9. Elektr sistemalarning sxemalari.
10. EUL holatini yuklama toki va kuchlanishi berilgan holatda hisoblash.
11. Elektr uzatish yo'li holatini yuklama quvvati va kuchlanishi berilgan holatda hisoblash.
12. Elektr uzatish yo'li holatini yuklama quvvati va ta'minlovchi tugun kuchlanishi berilgan holatda hisoblash.
13. EUL o'tkazgichlarining ko'ndalang kesimlarini tanlash.
14. Tanlangan elektr tarmoqda quvvat va energiya isroflarini hisoblash asoslari
15. Kabellarning tuzilishi.
17. 6-10 kV li kabellarni o'rnatish usullari.
18. Kabellarni tranSheyada, kanalda, tunelda bloklarda, gallereyalarda va estakadalarda joylashtirish (o'rnatish)
19. Umumiy ma'lumotlar, elektr o'tkazgichlar.
20. SHinali o'tkazgichlar.
21. Transformator va taqsimlovchi podstansiyalarni konstruktiv bajarilishi.
22. Transformator va taqsimlovchi transformatorlarni yig'ish va joylashtirish prinsiplari.
23. Ichki taqsimlovchi qurilmalar.
24. 220 kV gacha bo'lgan taShqi taqsimlovchi qurilmalar.
25. Komplekt transformatorli podstansiyalar vazifasi va klassifikatsiyasi
26. 6-10 kV li taqsimlovchi podstansiyalarni konstruktiv bajarilishi.

3.1. YAkuniy baholashda talaba 3 ta savolga yozma javob berishi lozim.

- har bir yozma savolga 10 ball ajratiladi.
- agar savollarning mohiyati to'la ochilgan, asosiy faktlar to'g'ri bayon qilingan bo'lsa – 26 – 30 ball
- savollarga to'g'ri javob berilgan, lekin ayrim kamchiliklari bor bo'lsa – 21 – 26 ballgacha
- berilgan savollarda javoblar umumiy va kamchiliklar ko'proq bo'lsa – 16 – 21 ballgacha beriladi
- savollarga to'g'ri javoblar bo'lmaganda, kamchiliklar ko'p bo'lganda va to'liq bo'lmasa – 0 – 16

“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”

fanidan yakuniy nazorat savollari

5 – semestr uchun

1. Energetik tizim deb nimaga aytiladi
2. Elektr tarmog'ini vazifasi
3. Elektr tarmog'iga qanday talablar qo'yiladi
4. Uchinchi toifali iste'molchilar qaysilar
5. Sifatli energiyani nima taShkil etadi

6. Iste'molchilarni qulay ta'minlanishi uchun nominal kuchlanish qanday turlarga bulinadi
7. YOpiq va ochik elektr tarmog'i nima
8. Elektr tarmog'ini elementlari
9. Elektr tarmog'ini ish rejimi qanday qilinadi
10. Kuchlanish isrofi nima
11. Kuchlanish ogishi nima
12. Ochik simlar qanday metallardan tayyorlanadi
13. Iste'molchilar necha toifaga bo'linadi
14. Birinchi toifali iste'molchilar kaysi iste'molchilar kiradi
15. Ichki elektr tarmog'i nima
16. TaShqi elektr tarmog'i deb qanday tarmoqqa aytiladi
17. Kuchlanish rejimi elektr tarmog'i uchun qanday rol o'ynaydi
18. Izolyasiyalangan simlar qanday tuzilgan
19. Tayanch nima
20. Necha xil tayanchlar bor
21. Izolyatorlar necha xil bo'ladi
22. Izolyator nima
23. YUqori kuchlanishlarda izolyatorlar qanday tanlanadi
24. Neytral nuqta nima
25. Energiya isrofi nima
26. 110 kV li elektr tarmog'ida isrof necha % ni taShkil etadi
27. Uch fazali uzgaruvchan tok liniyasida aktiv va reaktiv quvvat isrofi
28. YUklaniSh grafigi deb nimaga aytiladi
29. Transformatoridagi quvvat isrofi nechta ko'rinishga ega
30. CHulg'amlarda qizishi uchun quvvat isrof bo'ladi
31. Reaktiv quvvat isrofi
32. Salt ishlatishda qanday quvvat isrof bo'ladi
33. Izolyatorlar necha xil bo'ladi
34. YUklamaga bog'liq bulgan isrof
35. Quvvat isrofni kamaytirish usullari
36. Texnikaviy isrofni kamaytirish usuli qanday
37. Organizatorlik (isrofni kamaytirish)
38. Tijorat usuli nima
39. Amartizatsiya mablag'i nima
40. Elektr uzatish liniyalari va transformatorlardagi isrofga ketgan xarajat nima.
41. YUqori kuchlanishlarda izolyatorlar qanday tanlanadi
42. Yillik xarajatlar tarkibi
43. Keltirilgan koeffitsient nima
44. YUklamaga bog'liq bo'lgan isrof
45. Normatik koeffitsient nima
46. Keltirilgan koeffitsient nima
47. Reaktiv quvvat nima

48. YOpiq va ochiq elektr tarmog‘i nima
 49. Texnikaviy isrofni kamaytiriSh usuli qanday
 50. KuchlaniSh rejimi elektr tarmog‘i uchun qanday rol o‘ynaydi

6-SEMESTR

4. “ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI” FANIDAN REYTING ISHLANMASI VA MEZONLARI

1.1. Reyting iShlanmasi (6-semestr uchun)

T/r	Nazorat turlari	Soni	Ball va soni	Jami ball
1. JN umumiy 35 ball				
1.1.	Amaliy maShg‘ulotlarni bajariSh	5	5x5	25
1.2.	Laboratoriya iShini topShiriSh	-	-	-
1.3.	Mustaqil iSh – referat tayyorlaSh*	1	10	10
2. ON umumiy 35 ball				
2.1.	1 – oraliq nazorat, yozma iSh (3 ta savol)	1	4x3	12
2.2.	2 – oraliq nazorat, yozma iSh (3 ta savol)	1	4x3	12
1.3.	Mustaqil iSh – referat tayyorlaSh*	1	11	11
ΣJN+ON				70
3. YAN				
3.1.	YAkuniy nazorat, yozma iSh (3 ta savol)	1	10x3=30	30
Jami				100

4.2. BaholaSh mezonlari (6-semestr uchun)

1.1. Amaliy iSh topShiriqlarini to‘la bajargan talabaga 3,9 – 5,0 ball beriladi, agar to‘la sifatli bajargan lekin berilgan savollarga javob beriSh darajasiga qarab 2,6 – 3,9 ballgacha beriladi, agar to‘la bo‘lmasa bajariSh darajasiga qarab 2,0 – 2,6 ballgacha beriladi. Amaliy maShg‘ulotlar mavzulari quyidagicha:

1. Liniya va transformatorlarda quvvat va energiya isroflarini aniqlaSh.
2. Har xil nominal kuchlaniShdagi ochiq zanjirli elektr tarmoqlar iSh tartibini hisoblaSh.
3. Halqasimon tarmoqni iSh tartibini hisoblaSh.
4. Ikki tarafdin ta‘minlanuvchi EUL ni iSh tartibini hisoblaSh.
5. Ikkita nominal kuchlaniShli elektr tarmoq iSh tartibini hisoblaSh.

1.2. Laboratoriya iShi rejalaShtirilmagan

2.1. Oraliq (1 – oraliq) baholaSh yozma tartibda o‘tkazilib, unda 2 ta savolga javob beriSh so‘raladi. Har bir savol 5 – 6 ballgacha baholanadi.

- agar savollar mohiyati to‘la ochilgan bo‘lsa, javoblar to‘liq va aniq hamda ijodiy fikrlari bo‘lsa – 9,5 – 12 ball
- savollarga umumiy javob berilgan, ammo ayrim faktlar to‘liq yoritilmagan bo‘lsa - 7,8 – 9,5 ballgacha
- savollarga javob beriShga harakat qilingan, chalkaShliklar bo‘lsa - 6 – 7,8 ballgacha beriladi.
- savollarga umuman javob yozmagan yoki savollarda chalkaShliklar bo‘lsa – 0 – 6 ballgacha beriladi.

1-Oraliq nazorat savollari

- 1.KuchlaniSh pasayiShi va yo‘qotiliShi.
- 2.Ochiq zanjirli ta‘minlovchi tarmoqlarni uzatuv oxiridagi (boShidagi), ma‘lumotlarga ko‘ra iSh tartibini hisoblaSh.
- 3.To‘rt qutbliklardan foydalangan holda eUL ni hisoblaSh.
- 4.Elektr tarmoqlar iSh tartiblarini hisoblaSh.
5. Elektr tarmoqlar iSh tartiblarini hisoblaShdagi maqsad va xususiyatlar, - asosiy soddalaSh yo‘llari.
- 6.Ikki tarafdin ta‘minlanuvchi liniya va xalqasimon tarmoqlar iSh tartibini hisoblaSh, xisoblarni osonlaShtiriSh imkoniyatlari.
7. Rayon elektr tarmoqlari.
8. Bitta energiya manbasi bo‘lgan tarmoqlarni kontur quvvatlari va tugun kuchlaniShlari usullari yordamida hisoblaSh.
- 9.Bir necha energiya manbasi mavjudligida hisoblaSh xususiyatlari.
- 10.Tarmoqni o‘zgartiriSh usuli.
- 11.Murakkab berk zanjirli tarmoqlarni hisoblaSh uchun eXM dan foydalaniSh.

2.1. Oraliq (2 – oraliq) baholaSh yozma tartibda o‘tkazilib, unda 2 ta savolga javob beriSh so‘raladi. Har bir savol 6 ballgacha baholanadi.

- agar savollar mohiyati to‘la ochilgan bo‘lsa, javoblar to‘liq va aniq hamda ijodiy fikrlari bo‘lsa – 10,3 – 12 ball
- savollarga umumiy javob berilgan, ammo ayrim faktlar to‘liq yoritilmagan bo‘lsa - 8,5 – 10,3 ballgacha
- savollarga javob beriShga harakat qilingan, chalkaShliklar bo‘lsa – 6,6 – 8,5 ballgacha beriladi.
- savollarga umuman javob yozmagan yoki savollarda chalkaShliklar bo‘lsa – 0 – 6,6 ballgacha beriladi.

a. *Oraliq nazorati bo‘yicha berilgan talabning mustaqil iShi uchun berilgan mavzu bo‘yicha referat tayyorlanadi:

- referatda mavzu to‘liq ochilgan, to‘g‘ri xulosa chiqarilgan va ijodiy fikrlari bo‘lsa-8,5–10 ball
- mavzu mohiyati ochilgan, faqat xulosa bor-7,1–8,5 ballgacha

- mavzu mohiyati yoritilgan, ammo ayrim kamchiliklari bor bo'lsa–6,4–7,1 ballgacha beriladi.
- savollarga javob bilmagan yoki mustaqil ish bo'yicha qisman javob berganda–0–6,4 ballgacha beriladi.

2-Oraliq nazorat savollari

1. Quvvat isrofini kamaytirish bo'yicha choralar.
 2. Elektr taminoti tizimlari va quvvat isrofini kamaytirish choralari.
 3. Reaktiv quvvat balansi va uni buzilish oqibatlarini.
 4. Tizimda aktiv va reaktiv quvvat taqsimotini muvofiqlashtirish (optimallashtirish).
 5. Tizim ayrim elementlarni ishga tushirish va o'chirish, elektr energiya sarfini nazorat qilish.
 6. Elektr iste'molchilar va elektr apparatlar ishga elektr energiya sifatini ta'siri.
 7. Elektr energiya sifati va iqtisodiylik, elektr energiya sifati va mahsulot sifati va h.k. oralaridagi bog'lanish.
 9. GOST bo'yicha elektr energiya sifatini ko'rsatgichlari.
- 3.1. Yakuniy baholashda talaba 3 ta savolga yozma javob berishi lozim.
- har bir yozma savolga 10 ball ajratiladi.
 - agar savollarning mohiyati to'la ochilgan, asosiy faktlar to'g'ri bayon qilingan bo'lsa – 26 – 30 ball
 - savollarga to'g'ri javob berilgan, lekin ayrim kamchiliklari bor bo'lsa – 21 – 26 ballgacha
 - berilgan savollarda javoblar umumiy va kamchiliklar ko'proq bo'lsa – 16 – 21 ballgacha beriladi
 - savollarga to'g'ri javoblar bo'lmaganda, kamchiliklar ko'p bo'lganda va to'liq bo'lmasa – 0 – 16
 -
 -

“Elektr tarmoqlari va tizimlari”

fanidan yakuniy nazorat savollari 6– semestr uchun

1. Elektr tarmog'ini elementlari
2. Necha xil tayanchlar bor
3. Elektr tarmog'iga qanday talablar kuyiladi
4. Uchinchi toifali iste'molchilar kaysilar
5. Sifatli energiyani nima ta'skil etadi
6. Iste'molchilarni kulay ta'minlanishi uchun nominal kuchlanish qanday turlarga bulinadi
7. YOpik va ochik elektr tarmog'i nima
8. Elektr tarmog'ini vazifasi
9. Elektr tarmog'ini ish rejimi qanday kilinadi

10. KuchlaniSh isrofi nima
11. Izolyasiyalangan simlar qanday tuzilgan
12. Ochik simlar qanday metallardan tayyorlanadi
13. Iste'molchilar necha toifaga bulinadi
14. Birinchi toifali iste'molchilar kaysi iste'molchilar kiradi
15. Ichki elektr tarmog'i nima
16. TaShki elektr tarmog'i deb qanday tarmokka aytiladi
17. KuchlaniSh rejimi elektr tarmog'i uchun qanday rol o'ynaydi
18. 110 kV li elektr tarmog'ida isrof necha % ni taShkil etadi
19. Tayanch nima
20. Salt iShlaShda qanday kuvvat isrof buladi
21. Izolyatorlar necha xil buladi
22. Amartizatsiya mablagi nima
23. YUkuri kuchlaniShlarda izolyatorlar qanday tanlanadi
24. Neytral nuqta nima
25. Energiya isrofi nima
26. Texnikaviy isrofni kamaytiriSh usuli qanday
27. Uch fazali uzgaruvchan tok liniyasida aktiv va reaktiv kuvvat isrofi
28. YUklaniSh grafigi deb nimaga aytiladi
29. Transformatoridagi kuvvat isrofi nechta kuriniShga ega
30. CHulgamlarda kiziSh uchun kuvvat isrof buladi
31. Reaktiv quvvat isrofi
32. Neytral nuqta nima
33. Reaktiv quvvat nima
34. YUklamaga boglik bulgan isrof
35. Kuvvat isrofini kamaytiriSh usullari
36. YOpiq va ochik elektr tarmog'i nima
37. Organizatorlik (isrofni kamaytiriSh)
38. Tijorat usuli nima
39. Texnikaviy isrofni kamaytiriSh usuli qanday
40. Elektr uzatiSh liniyalari va transformatorlardagi isrofga ketgan xarajat nima.
41. Normatik koeffitsient nima
42. Yillik xarajatlar tarkibi
43. Keltirilgan koeffitsient nima
44. YUklamaga boglik bulgan isrof

1. YAkuniy baholaShda yozma iShni o'tkaziSh tartibi

Talabalar bilimni reyting tizimi bo'yicha baholaShning yozma iSh usuli, talabalarda mustaqil fikrlaSh va o'z fikrini yozma ifodalaSh ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Fandan yakuniy nazorat 5-6 semestrda yozma iSh Shaklida o'tkaziladi. YOzma iSh savollari va variantlari har o'quv yilining boShida kafedra

professor-o'qituvchilari tomonidan yangidan tuzilib, kafedra majlisida muhokama etiladi va tasdiqlanadi.

YOzma ishning har bir varianti bo'yicha qo'yilgan savollarning mazmuni, qamrov darajasi va ahamiyatligi darajasi kafedra mudiri tomonidan tekshirilib, uning imzosi bilan tasdiqlanadi. YOzma ishni o'tkazish asosan 7-8 semestrning so'nggi ikki o'quv haftalariga mo'ljallangan bo'lib, u belgilangan haftalardagi mazkur fan bo'yicha o'quv mashg'ulotlari chog'ida o'tkaziladi. YOzma ish variantida 3 ta savol tayanch iboralari bilan keltiriladi. YOzma ishlarni baholash mezonlari yakuniy baholashga ajratilgan 30 balldan kelib chiqqan holda ishlab chiqiladi, ya'ni har bir savolga maksimum 10 balldan to'g'ri keladi. YOzma ish o'tkazilgandan keyin ikki kun davomida professor-o'qituvchilar uni tekshirib baholaydilar va talabalar e'tiboriga etkazadi. YOzma ish hajmi talabanning fan bo'yicha tasavvuri, bilimi, amaliy ko'nikmasini baholash uchun etarli bo'lishi zarur.

6. Reyting natijalarini qayd qiliSh tartibi

Fanlardan talabanning bilimini baholash turlari orqali to'plagan ballari har bir semestr yakunida professor-o'qituvchi tomonidan reyting qaydnomasi va talabanning reyting daftarchasiga butun sonlar bilan qayd qilinadi.

1-ILOVA

Ochiq po‘lat-alyumin simlarning xarakteristikasi (binodan taShqarida)

1-jadval

Sim markasi	TaShqi diametri, mm	Uzoq vaqt ruxsat etilgan yuklama toki, A	1km liniyaning aktiv qarShiligi, Om/km
AC-35	8,4	175	0,85
AC-50	9,6	210	0,65
AC-70	11,4	265	0,46
AC-95	13,5	330	0,33
AC-120	15,2	380	0,274
AC-150	17,0	445	0,21
AC-185	19,0	510	0,17
ACO-240	21,6	606	0,13
ACO-300	23,5	690	0,108
ACO-400	27,2	825	0,08
ACO-500	30,2	945	0,065

AC markali 35-220 kV kuchlaniShli havo liniyalarini (100 km) hisoblaSh uchun ma'lumotlar

2-jadval

Simning markasi	ρ_0 , Om	35 kV		110 kV			220 kV		
		x_0 , Om	b_0 , sim, 10^4	x_0 , Om	b_0 , sim, 10^{-4}	q_0 , MVAr	x_0 , Om	b_0 , sim, 10^{-4}	q_0 , MVAr
AC-35	95		2,59	-	-	-	-	-	-
AC-50	63		2,65	-	-	-	-	-	-
AC-70	45		2,73	44,0	2,85	3,40	-	-	-
AC-95	33		2,81	42,9	2,65	3,5	-	-	-
AC-120	27		2,85	42,3	2,69	3,6	-	-	-
AC-150	21		2,9	41,6	2,74	3,65	-	-	-
AC-185	17		2,9	40,9	2,82	3,7	-	-	-
ACO-240	13		-	40,1	2,85	3,75	43,0	2,66	14,1
ACO-300	10,8		-	39,2	2,91	3,85	42,2	2,71	14,4
ACO-400	8		-	-	-	-	41,4	2,73	14,5
ACO-500	6,5		-	-	-	-	41,0	2,79	14,8

QiziSh Sharti bo‘yicha AC va ACO rusumli havo liniyalari uchun uzoq vaqt ruxsat etilgan quvvat, MVA da

3-jadval

Simning kesim yuzasi, mm ²	KuchlaniSh, kV		
	35	110	220
35	10,7	-	-
50	14,0	-	-
70	17,5	55,0	-
95	21,4	67,0	-
120	24,0	75,8	-
150	28,2	88,8	-
180	32,7	103,0	-
240	-	122,0	244
300	-	142	276
400	-	-	346
500	-	-	388

Maksimal yuklamada iShlaSh vaqti T_{\max} bilan quvvat isrof vaqti τ orasidagi bog'liqlik

4-jadval

T_{\max} (soat)	τ ning $\cos\varphi$ bo'yicha qiymati, soat		
	$\cos\varphi = 0,6$	$\cos\varphi = 0,8$	$\cos\varphi = 1,0$
2000	-	1000	800
3000	2800	2000	1200
4000	3300	2700	2000
5000	4000	3500	3000
6000	5000	4600	4000
7000	6000	5900	5500
8000	7300	7300	7300
8760	8760	8760	8760

1 kV kuchlaniShgacha bo'lgan kabel liniyalarini hisoblaSh
uchun ma'lumotlar

5-jadval

Simning kesim yuzasi, mm ²	YUklama tokining ruxsat etilgan qiymati, A	ρ_0 , Om/km	x_0 , Om/km
2,5	19	-	-
4	27	7,74	0,095
6	32	5,17	0,09
10	42	3,1	0,073
16	60	1,94	0,0675
25	75	1,24	0,0662
35	90	0,89	0,0637
50	110	0,62	0,0625
70	140	0,443	0,0612
95	170	0,326	0,0602
120	200	0,258	0,0596
150	235	0,206	0,0596

2-ILOVA

Transformatorli podstansiyalarning hisobi uchun ma'lumotlar
3-20 kVli moyli transformatorlar

1-jadval

Transformator turi	S _{nt} , kVA	U _n , kV		ΔP _{syu} , kVt	ΔP _{qt} , kVt	u _{qt} , %	i _{syu} , %
		yuk	pk				
TM	1000	10	0,4	-	-	-	-
		20	11,0	2,75	11,6	6,5	1,5
TMN	1000	10	0,69	2,45	12,2	5,5	1,4
		10	3,15	2,45	11,6	5,5	1,4
TM	1600	10	0,4	3,3	18	5,5	1,3
		10	0,69	2,8	18	5,5	1,3
		20	0,4	3,65	18	6,5	1,4
		20	0,69	3,65	18	6,5	1,4
TMN	1600	10	0,4	-	-	-	1,3
		20	0,4	3,65	18	6,5	1,4
		20	6,3	3,65	16,5	6,5	1,4
TM	2500	10	0,4	4,6	25,5	5,5	1,0
		10	0,69	4,6	25	5,5	1,60
		10	3,15	4,6	23,5	5,5	1,0
		15,75	6,3	-	-	-	-
		20	0,69	5,1	25,0	6,5	1,1
		20	6,2	5,1	23,5	6,5	1,1
		20	10,5	5,1	23,5	6,5	1,1
		20	11,0	5,1	23,5	6,5	1,1
TMN	2500	6	3,15	-	-	-	-
		10	0,4	4,6	25	5,5	1,0
		10	0,69	4,6	25	5,5	1,0
		20	0,69	5,1	25	6,5	1,0

35 kV li uch fazali ikki cho'lg'amli transformatorlar

2-jadval

S_{nt} , MVA	Transformator turi	U_n , kV		$\Delta P_{po'l}$, kW	$\Delta Q_{po'l}$, kVAr	R_T , Om	X_T , Om
		yuk	pk				
10	TDNS-100000/35	36,75	6,3;10,5	14,5	80	1,14	18,0
16	TDN-16000/35	36,75	6,3;10,5	21,0	120	0,48	6,75
25	TRDN-25000/35	36,75	6,3;10,5	29,0	175	0,31	5,1
32	TRDN-32000/35	36,75	6,3;10,5	33,0	224	0,23	4,85
40	TD-40000/35	38,5	6,3;10,5	39,0	260	0,15	2,87
40	TRDN-40000/35	36,75	6,3;10,5	30,0	260	0,20	2,90
63	TRDN-63000/35	36,76	6,3;10,5	55,0	378	0,1	2,50
80	TDS-80000/35	38,5	6,3;10,5	65,0	480	0,07	1,53

110 kV li uch fazali ikki cho'lg'amli transformatorlar

3-jadval

S_{nt} , MVA	Transformator turi	U_n , kV		$\Delta P_{po'l}$, kW	$\Delta Q_{po'l}$, kVAr	R_T , Om	X_T , Om
		yuk	pk				
16	TDN-16000/110	115	6,6;11	21	135	4,38	86,7
25	TRDN-25000/110	-"-	6,6;11	29	200	2,54	55,9
32	TRDN-32000/110	-"-	6,6;11	35	240	1,87	43,5
40	TRDN-40000/110	-"-	6,6;11	42	280	1,44	34,8
40	TD-40000/110	121	6,3;10,5	52	280	1,44	34,8
63	TRDSN-63000/110	151	6,3;10,5	59	410	0,87	22,0
80	TRDSN-80000/110	-"-	6,3;10,5	70	480	0,65	17,3
80	TD-80000/110	121	6,3;10,5	70	480	0,65	17,3
125	TDS-125000/110	-"-	10,5	120	678	0,33	11,1
200	TDS-200000/110	-"-	13,8	170	100	0,23	6,95
250	TDS-250000/110	-"-	15,75	200	1250	0,17	5,55

220 kV li uch fazali ikki cho'lg'amli transformatorlar

4-jadval

S_{nt} , MVA	Transformator turi	U_n , kV		$\Delta P_{po'l}$, kW	$\Delta Q_{po'l}$, kVAr	R_T , Om	X_T , Om
		yuk	pk				
32	TRDN-32000/220	230	6,6	53	288	8,66	32
63	TRDSN-63000/220	230	6,6;11	82	504	4,0	63
80	TDS-80000/220	242	6,3;11	105	480	2,64	80
100	TRDSN-100000/220	230	11	115	700	0,90	100
125	TDS-125000/220	242	6,3;11	135	625	1,27	125
160	TRDSN-160000/220	230	11	167	960	1,08	160
200	TRDSN-200000/220	242	13,8	200	900	0,77	200
250	TDS-250000/220	242	13,8	240	1125	0,55	250

110 kV li uch fazali uch cho'lg'amli transformatorlar va ularning passport ma'lumotlari

5-jadval

S _{nt} , MVA	Transformator turi	U _n , kV			ΔP _{po'l} , kW	ΔQ _{po'l} , kVAr	
		yuk	o'k	pk			
25	TDTN-25000/110	115	38,5	6,6;	36	25	
40	TDTN-40000/110	115	38,5	11	50	360	
63	TTDN-63000/110	115	38,5	6,6;	70	536	
80	TDSTN-80000/110	115	38,5	11 6,6; 11 6,6; 11	82	640	
S _{nt} , MVA	Transformator turi	R _T , Om			X _T , Om		
		yuk	o'k	pk	yuk	o'k	pk
25	TDTN-25000/110	1,5	1,5	1,5	54	0	33
40	TDTN-40000/110	0,95	0,95	0,95	35,4	0	20,6
63	TTDN-63000/110	0,52	0,52	0,52	22,6	0	13,1
80	TDSTN-80000/110	0,4	0,4	0,4	17,6	0	10,3

220 kV li uch fazali uch cho'lg'amli transformatorlar va avtotransformatorlar

6-jadval

S _{nt} , MVA	Transformator turi	U _n , kV			ΔP _{po'l} , kW	ΔQ _{po'l} , kVAr
		YUK	UK	PK		
25	TDTN-25000/220	230	38,5	6,6; 11	50	300
32	ATDTN-32000/220/110	230	121	6,6; 11	32	192
40	TDTN-40000/220	230	38,5	6,6; 11	66	440
63	TDSTN-63000/220	230	38,5	6,6; 11	91	630
80	ATDTN-63000/220/110	230	121	6,6; 11	45	315
80	ATDSTN-80000/220/110	230	121	6,6; 10,5	-	-
100	ATDSTN-100000/220/110	230	121	6,6; 11	75	500
125	ATDSTN-125000/220/110	230	122	6,6; 11	85	625
160	ATDSTN-160000/220/110	230	121	6,6; 11	100	800
200	ATDSTN-200000/220/110	230	121	6,6; 11	125	1000

S _{nt} , MVA	Transformator turi	R _T , Om			X _T , Om		
		yuk	o'k	pk	yuk	o'k	pk
25	TDTN-25000/220	5,72	5,72	5,72	276	0	148
32	ATDTN-32000/220/110	3,74	3,74	7,5	198	0	364
40	TDTN-40000/220	3,97	3,97	3,97	165	0	126
63	TDSTN-63000/220	2,13	2,13	2,13	109	0	92,5
80	ATDTN-63000/220/110	1,43	1,43	2,9	100	0	193
80	ATDSTN-80000/220/110	-	-	-	-	-	-
100	ATDSTN-100000/220/110	0,69	0,69	0,69	60,8	0	103
125	ATDSTN-125000/220/110	0,5	0,5	1,0	48,6	0	82,5
160	ATDSTN-160000/220/110	39	0,78	-	38,0	0	68
200	ATDSTN-200000/220/110	0,39	0,2	1,5	30,4	0	54

Tokning iqtisodiy zichligi qiymatlari

7-jadval

Simlarning turlari	Tokning iqtisodiy zichligi j_{iq} A/mm ² T _{max} qiymatlarida		
	1000-3000	3001-5000	5001-8760
Ochiq simlar va Shinalar: Mis va alyumin	2,5	2,1	1,8
Rossiya, Kavkaz orti, Uzoq SHarq	1,3	1,1	1,0
Markaziy Sibir, Qozog'iston, O'rta Osiyo	1,5	1,4	1,3
Mis va alyuminiy tomirli rezinali va polixlorvinil va izolatsiyali simlar va qog'oz izolatsiyali kabellar	3,0	2,5	2,0
Rossiya, Kavkvz orti, Uzoq SHarq	1,6	1,4	1,2
Markaziy Sibir, Qozog'iston, O'rta Osiyo	1,8	1,6	1,5
Mis va alyuminiy tomirli rezinali va plastmassali izolatsiyali kabellar	3,5	3,1	2,7
Rossiya, Kavkaz orti, Uzoq SHarq	1,9	1,7	1,6
Markaziy Sibir, Qozog'iston, O'rta Osiyo	2,2	2,0	1,9

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI



“ELEKTR TARMOQLARI VA TIZIMLARI”
o‘quv fanidan

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

Informatsion uslubiy ta'minot

Asosiy adabiyotlar.

1. Idelchik B.I. Elektricheskie sistemy i seti. M: Energoatomizdat 1989 g, 592 s
2. Blok V.M. Elektricheskie sistemy i seti. M: VysShaya Shkola, 1986 g, 430 s
3. Elektricheskie sistemy. 1, 2 Elektricheskie seti. Pod red V.A Venikova
M: VysShaya Shkola, 1981 g, 438 s
4. Soldatkina L.A. Elektricheskie sistemy i seti. M: Energiya 1978 g
5. Borovikov V.A, Kosarev V.K, Xodot G.A. Elektricheskie seti energeticheskix sistem. L: Energiya 1977 g, 391 s
6. Elektricheskie sistemy i seti. Pod red. G.I Denisenko, Kiev, 1986 g
7. Stroev VA. Elektricheskie sistemy i seti. Uchebnik. -M., «VysShaya Shkola», 512 s. 1998 g.
8. Elektrotexnicheskii spravochnik: T.Z. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii. /Pod obsh.red. professorov MEI. -M.: Izdatelstvo MEI, 2004, 964 s.
9. G'oyibov T.SH. Elektr tarmoqlari va tizimlari. Misol va masalalar to'plami. /Pod o'quv qo'llanma. -T.: ToShDTU, 2006.

Qo'Shimcha adabiyotlar

1. "Elektr tarmoklari va sistemalari" fanidan tajriba ishlarini bajariSh uchun metodik qo'llanma. TaShkent: TaShPI 1991, 40 b.
(T.SH Gayiboev, A.M Mirbabaev)
2. SHaymatov B.X. «Elektr tarmoqlari va tizimlari» fanidan nazorat ishlari va kurs loyixasini bajariSh uchun o'quv-uslubiy qo'llanma. Navoiy 2005y.
3. Borovikov V.A., Kosarev V.K., Xodot G.A. Elektricheskie energeticheskie sistemy. -Leningrad, Energiya., 1977
4. Karimov X.G., Taslimov A.D., Mamarasulova F.S. -Elektr tarmoqlari, tajriba ishlarini bajariSh uchun metodik qo'llanma. ToShkent, ToShDTU, 2004.
5. Elektricheskie sistemy i seti v primerax i illyustratsiyax. Uchebnoe posobie dlya vuzov, V.V. Ejnov, G.K. Zarudskiy, E.I. Zuev pod red. Stroeve V.A. M., «VysShaya Shkola», 352 s, 1999g.
6. www. Ziyo net.
7. Sayt: www.energystrategy.ru
8. Sayt: www.uzenergy.uzpak.uz