

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA  
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI  
ABU RAYXON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT  
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

**ENERGETIKA FAKULTETI**

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

*Qo‘lyozma huquqida*

NOSIROV ELYOR TAIROVICH

**TAQSIMLOVCHI ELEKTR TARMOQLARIDA  
KUCHLANISHNI ROSTLASH USULINI TADQIQI**

5520200 – «Elektr energetika» yo‘nalishi bo‘yicha bakalavr  
darajasini olish uchun

***BITIRUV MALAKAVIY ISHI***

Kafedra mudiri:

dots. Gayibov T.Sh.

Rahbar:

dots. Gayibov T.Sh.

TOSHKENT – 2014 y.

## **Annotatsiya**

Malakaviy bitiruv ishida elektr tarmoqlarda kuchlanishni rostdash usullari o'rganilgan va samaradorligi tahlil qilingan.

Elektr tarmoqlarida kuchlanishni rostdash masalasining qo'yilishi, mohiyati, uni yechishning usul va algoritmlari keltirilgan.

Elektr tarmoqlarining turlicha sxemali variantlari misolida ushbu usullarning samaradorligini tadqiq va tahlil qilish natijalari berilgan.

Ekologiya va hayot faoliyati havfsizligi masalalari ham ko'rib chiqilgan.

<b>KIRISH</b>	<b>5</b>
<b>1. KUCHLANISHNI ROSTLASH MASALASINING QO'YILISHI VA MOHIYATI</b>	<b>10</b>
<b>2. ELEKTR TARMOQLARIDA KUCHLANISHNI ROSTLASH USULLARI</b>	<b>13</b>
2.1. Kuchlanishni qarama-qarshi rostdash	13
2.2. Elektr stansiyalarda kuchlanishni rostdash	15
2.3. Pasaytiruvchi podstansiyalarda kuchlanishni rostdash	16
2.4. Kuchlanishni tarmoqning qarshiligini o'zgartirib rostdash	21
2.5. Kuchlanishni reaktiv quvvat oqimini o'zgartirib rostdash	24
<b>3. ELEKTR TARMOQLARIDA KUCHLANISHNI ROSTLASH USULLARINI O'RGANISH VA TADQIQ QILISH</b>	<b>27</b>
3.1 Elektr tarmoqlarining holatlarini hisoblash.	27
3.2 Elektr uzatish liniyasida kuchlanish pasayishi va kuchlanish isrofi.	31
3.3 Elektr tarmoqlarida kuchlanishni rostdash usulini tadqiq qilish	34
3.4. Kuchlanishni rostdash usullarining samaradorligini iqtisodiy jihatdan solishtirish	42
3.5. Kuchlanishni rostlovchi parametrlarning optimal qiymatlarini tanlash	44
<b>4. EKOLOGIYA</b>	<b>50</b>
<b>5. HAYOT FAOLIYATI HAVFSIZLIGI.</b>	<b>58</b>
<b>XULOSA</b>	<b>66</b>
<b>Foydalanilgan adabiyotlar</b>	<b>67</b>

## KIRISH

Elektr energiyasini sanoat, transport va qishloq xo'jaligida, aholining maishiy va madaniy maqsadlari uchun qo'llanilishi elektrlashtirish deyiladi. U mamlakat hayotida eng muhim ahamiyatga ega. Elektrlashtirish xalq xo'jaligining barcha sohalarini rivojlantirish, hozirgi zamon taraqqiyotini amalga oshirish uchun yetakchi omil hisoblanadi.

O'zbekiston energetikasi xalq xo'jaligining asosiy sohasi bo'lib, respublikada iqtisodiy va texnika taraqqiyotining mustahkam poydevoridir.

1913 yilda O'zbekistondagi barcha elektrstansiyalarning quvvati 3 ming kVt ga teng bo'lib, yiliga 3,3 mln. kVtsoat elektr energiyasini ishlab chiqarar edi.

Respublikada energetikaning ravnaqi Toshkent shahri yaqinida joylashgan Bo'zsuv GES i qurilishidan boshlangan. Quvvati 2 ming kVt bo'lgan bu stansiya 1926 yilning may oyida ishga tushirilgan edi.

Ayni vaqtda Bo'zsuv GES ini Toshkent tramvayini elektr energiyasi bilan ta'minlovchi dizel elektrstansiyasi bilan bog'lovchi, uzunligi 34 km li 39 ta transformator punkti bo'lgan 6 kV li kabel tarmog'i qurilgan edi. Shu tariqa O'zbekiston energetika tizimini yaratishga asos solindi.

Chirchiq-Bo'zsuv traktida elektrstansiyalarining qurilishi tez sur'atlar bilan davom ettirilib, 1926 yildan 1940 yilga qadar mazkur yo'nalishda 67 ming kVt quvvat ishga tushirildi.

1940 yilda O'zbekistonda gidroelektrstansiyalarining o'rnatilgan quvvati 170,5 ming kVt ga teng bo'lib, elektr energiyasini ishlab chiqarish 482 mln. kVtsoat ga yetdi.

Shundan 200 mln.kVtsoat gidravlik elektr stansiyalarida ishlab chiqarildi.

1940 yilda respublikada elektr energiyasini ishlab chiqarish jon boshiga 72,5 kVtsoat ni tashkil qilgan bo'lsa, 90 chi yillarga kelib ko'rsatkich 220 kVtsoat dan ortibketdi.

O'zbekistonning energetika tizimiyiliga 60 mlrd. kVtsoatga yaqin elektr energiyasini ishlab chiqarish imkoniyatiga ega, unda umumiy o'rnatilgan quvvati 12,4 mln. kVt bo'lgan 38 ta issiqlik va gidravlik stansiyalari ishlab turibdi.

O`zbekiston energetika tizimidagi barcha kuchlanishli elektr tarmoqlarining umumiy uzunligi 225 ming km dan ziyodni tashkil qiladi, shu jumladan 220 kV ligi - 5,5 ming km ga, 500 kV ligi - 1,7 ming km ga teng. Tarmoq transformatorlarining umumiy quvvati 42 ming MVA dan ziyod.

O`zbekiston energetika tizimining o`rnatilgan quvvatlari tarkibidagi issiqlik elektr stansiyalarining salmog'i 87% ni tashkil qiladi. Farg'ona issiqlik elektr-markazi (IEM) 330 ming kVt quvvatga, Muborak IEM i 60 ming kVt, Toshkent IEM i 30 ming kVt quvvatga ega. Respublika energetikatizimining 3000 MVt li Sirdaryo IES i, 1250 MVt li Navoiy IES i, 1920 MVt li Toshkent IES i 730 MVt li Taxiyo IES i eng yirik issiqlik stansiyalari hisoblanadi. Ularga har birining quvvati 150 MVtdan 300 MVt gacha bo`lgan 30 dan ortiq zamonaviy energetik bloklar o`rnatilgan.

Hozirgi vaqtda Markaziy Osiyoda eng yirik, loyiha quvvati 3200 MVt (800 MVt li 4 ta bloki) bo`lgan Talimarjon IES i qurilmoqda.

Chorvoq GES i (620 MVt), Xo`jakent GES i (165 MVt), Farxod GES i G'azalkent GES i (120 MVt) eng yirik gidravlik elektrstansiyalari hisoblanadi.

O`zbekistonda energetika jadal sur'atlar bilan rivojlandi. Chirchiq daryosida gidravlik elektr stansiyalarining qudratli tizmasi yaratildi. 1950-1980 yillarda yirik issiqlik elektrstansiyalari barpo etildi. O`zbekiston energetikasining umumiy quvvati 12,4mln. kVt ga yetkazildi. Hozirgi paytda qurilayotgan Talimarjon IES ining quvvati 3200 MVt ni tashkil etadi. O`zbekiston energetikasi respublika xalq xo`jaligining elektr energiyaga bo`lgan ehtiyojlarini to`la qondirish imkoniyatiga ega.

O`zbekiston elektroenergetikasi 2001- yildan beri o`z ichiga ko`mir sanoati korxonalarini olgan holda, "O`zbekenergo" Davlat Aksionerlik Kompaniyasi tizimida ochiq turdagi aksionerlik jamiyati bo`lib faoliyat yuritmoqda.

Kompaniya aholi va xalq xo`jaligini markazlashgan elektr ta'minotini amalga oshiradi, hamda issiqlik energiyasini kommunal-tayyor iste'molchilarga respublikamizning turli shaharlarida amalga oshiradi.

O'zbekistonning 42 ta elektrostansiyalarining o'rnatilgan quvvati 12,3 mln. kVt dan oshadi, bu esa o'rta Osiyo birlashgan energotizimi ishlab chiqarayotgan quvvatining taxminan 50% ni tashkil etadi.

Milliy energotizimning asosini Sirdaryo, Yangi-Angren va Toshkent IES kabi elektrenergiyaning 85% dan ko'pini ishlab chiqaruvchi katta elektrostansiyalar tashkil etadi.

500 kV li Sug'diyona podstansiya 1002 MVA li transformatorlari bilan ishga tushdi.

Yangi Angren IES dan 500 kV li EUL Farg'ona vodiysidagi qabul qiluvchi O'zbekiston 500 kV li podstansiyagacha qurilmoqda.

Sirdaryo IES dan Sug'diyona podstansiyagacha 500 kV li HL loyihalash ishlari olib borilmoqda. Qurilishni moliyaviy tarafdin ta'minlash Islom taraqqiyot banki tomonidan olib borilmoqda.

110-220 kV kuchlanishli ob'ektlarni qurilishi nazarda tutilmoqda, shu bilan birga 110 kV li kabel liniyalari va yopiq nimstansiyalar respublikamiz poytaxtini elektr ta'minotini ishonchliligini oshirish uchun qilinmoqda.

Bu ishlarni amalga oshirish uchun, dasturda taxminan 800 km magistral EUL ni qurish, hamda 2,0 mln. kVA transformator quvvatlarini 220-500 kV li tarmoq nimstansiyalarida ishga solish kutilmoqda.

O'zbekiston energetika tizimi o'z iste'molchilarni elektr energiyasi bilan to'liq ta'minlab beradi va Qozog'iston elektrtarmoqlari orqali Rossiya yagona energetik tizimi (YaET) bilan parallel ishlovchi Markaziy Osiyo (MO) Birlashgan energetika tizimi (BET) ga kiradi.

O'zbekiston energetika tizimi tarkibiy jihatdan quyidagi qismlarga bo'linadi.

- Shimoliy-G'arbiy (Taxiatosh) qismi;
- Janubiy-G'arbiy (Samarqand-Buxoro) qismi;
- Markaziy (Toshkent) qismi;
- Farg'ona qismi;
- Surxondaryo viloyati elektrtarmoqlari.

Energetika tizimining barcha qismlari o'zaro 220 va 500 kV kuchlanishli elektr uzatish liniyalari bilan bog'langan.

Energetika tizimida asosiy iste'molchilar bo'lib yirik sanoat korxonalari: Navoiy KMK, Olmaliq KMK, Buxoro NQZ, Farg'ona NQZ, Sho'rton GKK, nasos stantsiyalari va boshqa iste'molchilar hisoblanadi.

O'zbekistonda EETini boshqruvini tashkil etilishi. DBAT

EET texnologik jarayonining xarakterli xususiyati bo'lib elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish jarayonlarining birligi, hamda energetika tizimining barcha elementlarining ish rejimlarini eng yangi axborot texnologiyalaridan va dasturiya'tminotlardan foydalanish orqali ta'minlab beriladigan yaqin o'zaro aloqasi hisoblanadi.

O'zbekiston EET dispetcherlik boshqaruvining avtomatlashtirilgan tizimi (DBAT) elektr tarmoqlari bilan qamrab olingan butun hudud bo'yicha energetik tizim holati va ahvoli to'g'risida axborotni to'plash, o'zgartirish, uzatish, qayta ishlash va aks ettirish, to'plangan axborot asosida tizim tomonidan uning barcha iste'molchilarini talab etilgan sifatdagi elektr va issiqlik energiyasi bilan ishonchli va tejamli ta'minlash funktsiyalarini bajarish (mavjud vositalar hisobiga) maqsadida boshqaruvchi komandalarni uzatish va amalga oshirishni ta'minlab beruvchi iyerarxik ko'rinishda qurilgan odam-mashina tizimini o'zida ifoda etadi.

DBAT o'z ichiga quyidagilarni oladi:

- MO BET "Energiya" BDMdagi, O'zbekiston EET Milliy dispetcherlik markazi (MDM)da, elektr tarmoqlari korxonalarining (ETK) dispetcherlik punktlaridagi (DP) boshqaruvhisoblash markazlari (BHM);
- Elektrstantsiyalarning, energobloklarning, nimstantsiyalarning texnologik jarayonlarini boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlari (TJ BAT);
- Avtomatik rostdash va boshqarishning markaziy va lokal tizimlari.

EET DBATining barcha elementlarini boshqaruv komandalari va operativ axborotni to'plash va uzatishning yagona birlamchi tarmog'i birlashtiradi.

O'zbekiston Respublikasi energetikatizimining dispetcherlik boshqaruvini avtomatlashtirilgan tizimi energetika tizimini boshqarishni barcha asosiy bo'g'inlarini operativ-axborot ta'minotini amalga oshiradi. Energetika tizimini boshqarishni avtomatlashtirilgan tizimi elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish texnologik jarayonini nazorat qilish imkonini beradi.

O'zbekiston Respublikasining Milliy dispetcherlik markazi energetika tizimining elektr stantsiyalari va tarmoqlarining birgalikdagi ishi ustidan operativ dispetcherlik raxbarlikni amalga oshiradi.

MDM "O'zbekenergo" DAKning texnik ishlab chiqarish bo'linmasi bo'lib uning maqsadlariga quyidagilar kiradi:

- ist'emolchilarni elektr ta'minotini uzliksizligini ta'minlash;
- energetika tizimining va uning aloxida tugunlarini ishlash ishonchliligini ta'minlash;
- -energetik resurslardan oqilona foydalangan holda va berilgan yuklama grafiklarini bajarishda energetiktizimning tejamlilikini ta'minlash.

# 1. KUCHLANISHNI ROSTLASH MASALASINING QO'YILISHI VA MOHIYATI

## Elektr tarmoqlarida kuchlanishni rostdash masalasi

Elektr tarmoqning kuchlanishi doimo yuklama, ta'minlash manbasining ish holatlari, zanjirning qarshiligini o'zgarishi bilan o'zgarib turadi. Kuchlanishning og'ishi har doim ham ruxsat etilgan qiymatlar intervalida joylashavermaydi. Buning sababi quyidagilar hisoblanadi: a) tarmoq elementlari orqali oqayotgan yuklama toklari hosil qiluvchi kuchlanish isrofi; b) tok o'tkazuvchi elementlar ko'ndalang kesimlari va kuch transformatorlari quvvatlarini noto'g'ri tanlash; v) tarmoq sxemasining noto'g'ri tuzilishi.

Kuchlanish og'ishini nazorat qilish uch yo'l bilan amalga oshiriladi: 1) kuchlanish darajasi bo'yicha kuchlanish og'ishlarini ularning ruxsat etilgan qiymatlari bilan solishtirish asosida amalga oshiriladi; 2) elektr sistemasidagi joyi bo'yicha – elektr tarmoqning ma'lum nuqtalarida, masalan, EULning boshlanishi yoki oxirida, tuman podstansiyasida, amalga oshiriladi; 3) kuchlanish og'ishi mavjud bo'lishining davomiyligi bo'yicha amalga oshiriladi.

*Kuchlanishni rostdash* deb elektr sistemasining xarakterli nuqtalarida kuchlanish darajasini maxsus texnik vositalar yordamida o'zgartirish jarayoniga aytiladi. Avvaldan kuchlanish va reaktiv quvvatni rostdash usullari va yo'llari energetika sistemalarini boshqarishning quyi ierarxik darajalaridan yuqorisi tomon kelib chiqqan. Jumladan, boshlanishda kuchlanishni rostdash taqsimlovchi tarmoqlarning ta'minlash markazlarida – ish holati o'zgarganda is'temolchilardagi kuchlanish transformatsiyalash koeffitsientini o'zgartirish orqali tutib turiladigan tuman podstansiyalarida amalga oshirilgan.

Kuchlanishni rostdashning bu usullari hozirgi davrgacha ham saqlanib qolib, ular avtomatlashtirilgan dispetcherlik boshqaruvi sistemalari (ADBS)ning quyi ierarxik darajalarida qo'llaniladi. ADBSning yuqori darajalari nuqtai nazaridan bular rostdashning lokal usullaridir. Yuqori daraja ADBS lokal rostdash sistemalari va butun energetika sistemasining holatini optimallashtirish ishlarini koordinasiyalaydi.

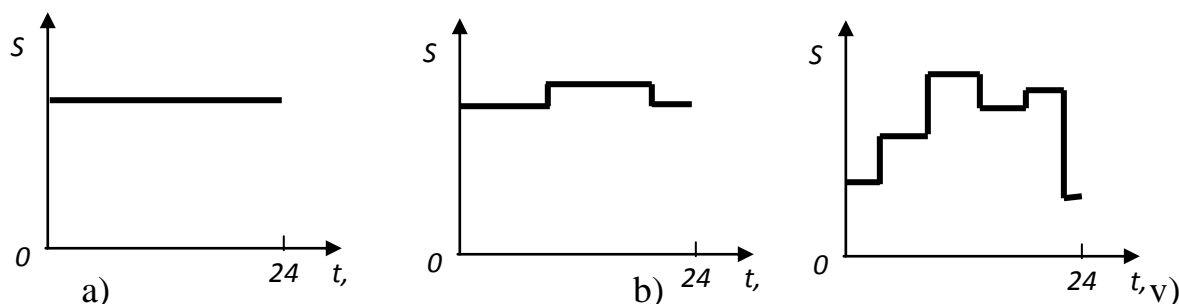
Kuchlanishni lokal rostdashni ta'minlash markazida (TM) amalga oshiriladigan *markazlangan* va bevosita is'temolchilarda amalga oshiridigan *mahalliy* usullarga bo'lish mumkin.

Kuchlanishni mahalliy rostdashni guruhli va individualga usullarga bo'lish mumkin. Guruhli rostdash is'temolchilar guruhi uchun, individual rostdash asosan maxsus maqsadlarda amalga oshiriladi.

Yuqorida ko'rsatilgan kuchlanishni rostdash tiplarini yuklamani o'zgarishi xarakteriga bog'liq ravishda bir nechta nimtiplarga ajratish mumkin. Masalan, kuchlanishni markazlashgan rostdashda uchta nimtipni ajratish mumkin. Bular, kuchlanishni stabillash; kuchlanishni ikkinchi darajali rostdash va kuchlanishni qarama-qarshi rostdashdir.

Kuchlanishni *stabillash* amalda yuklamasi o'zgarmaydigan is'temolchilar uchun, masalan, kuchlanish darajasi bir xilda tutib turilishi lozim bo'lgan uch smenli korxonalar uchun qo'llaniladi. Bunday is'temolchilarning sutkalik yuklama grafigi 1.1,a- rasmda keltirilgan.

Ayon ifodalangan ikki darajali yuklama grafigiga ega bo'lgan is'temolchilar, masalan, bir smenli korxonalar, uchun *ikki darajali rostdash* qo'llaniladi (1.1,b- rasm). Bunda sutka davomida yuklama grafigiga mos ravishda kuchlanishning ikki darajasi tutib turiladi. Yuklama sutka davomida o'zgaruvchan bo'lgan hollarda *qarama-qarshi rostdash* amalga oshiriladi (1.1,v-rasm). Yuklamaning har bir qiymati mos kuchlanish va kuchlanish isrofi qiymatlariga ega bo'ladi. Shu sababli yuklama o'zgarishi bilan kuchlanish ham o'zgaradi. Bunda kuchlanishning og'ishi ruxsat etilganidan ortib ketmasligi uchun uni yuklamaga bog'liq ravishda rostdash lozim.



1.1-rasm. Yuklama grafiglari. a- o'zgarmas; b – ikki darajali; v – ko'p darajali.

Yuklama nafaqat sutka davomida, balki yil davomida ham o'zgaradi. Masalan, yil davomida eng katta yuklama kuzgi-qishki mavsum davrida, eng kichik yuklama esa yozgi davrda bo'ladi. Qarama-qarshi roslash kuchlanishni nafaqat yuklamaning sutka davomida o'zgarishi bo'yicha, balki sezon davomida ham o'zgarishi bo'yicha roslashdan iboratdir. U elektr stansiyalari va podstansiyalari shinalaridagi kuchlanish darajasini eng katta yuklama davrida oshirilgan holatda, eng kichik yuklama davrida esa kamaytirilgan holatda tutib turishni nazarda tutadi.

## 2. ELEKTR TARMOQLARIDA KUCHLANISHNI ROSTLASH USULLARI

### 2.1. Kuchlanishni qarama-qarshi rostdash

Kuchlanishni qarama-qarshi rostdash bilan to'laroq tanishish uchun transformatorning ikkita element - transformator qarshiligi va ideal transformator ko'rinishida tasvirlangan almashtirish sxemasidan foydalanamiz (2.1-rasm). 2.1-rasmda Quyidagi belgilanishlar qabul qilingan:  $U_1$  - ta'minlash markazi shinasidagi kuchlanish;  $U_{2yu}$  - tuman podstansiyasining birlamchi shinasidagi (YuK)dagi kuchlanish;

$U_{2q}$  - tuman podstansiyasi ikkilamchi kuchlanish shinasi (PK)dagi kuchlanish;  $U_3$  - is'temolchilardagi kuchlanish.

Tuman podstansiyasi YuK shinasidagi kuchlanish

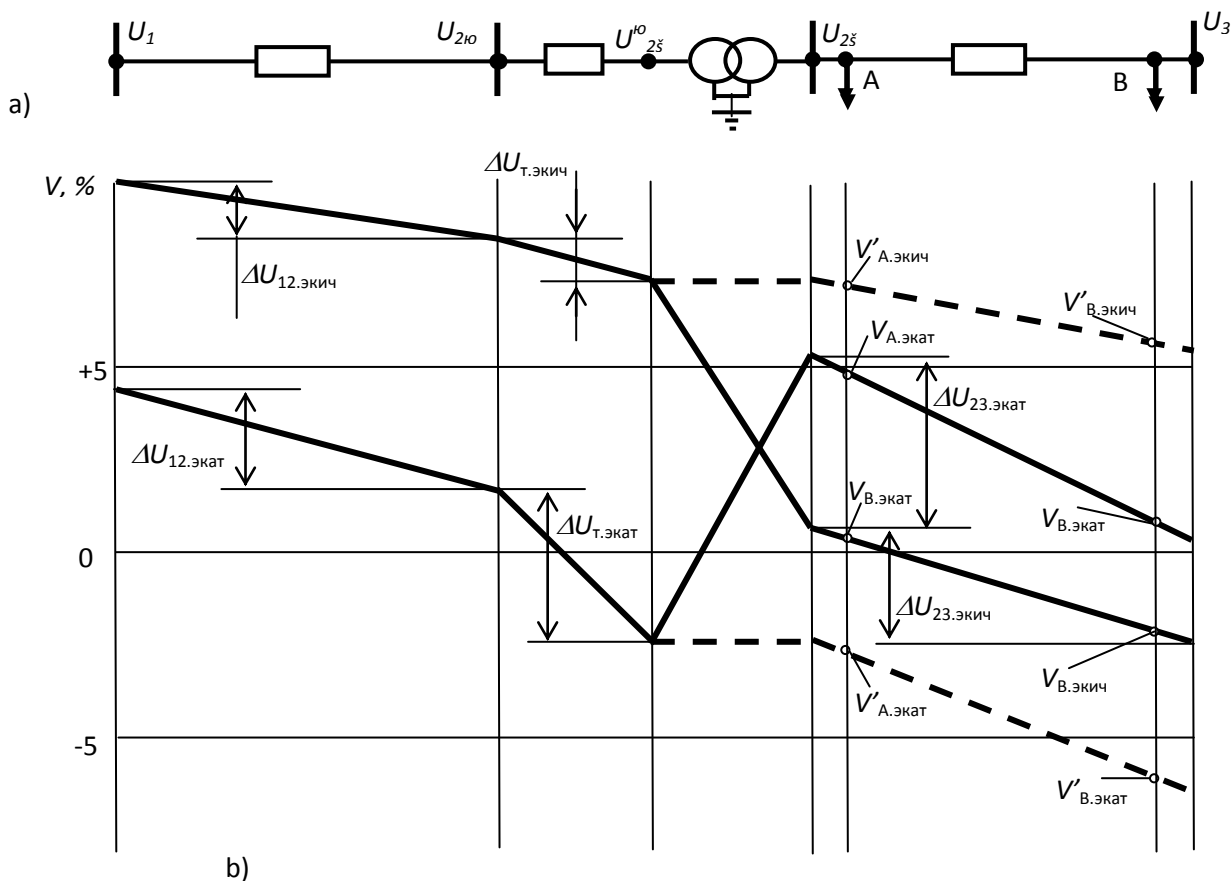
$$U_{2yu} = U_1 - \Delta U_{12} \quad (2.1)$$

YuK va PK shinalaridagi kuchlanishlar transformatoridagi kuchlanish isrofi  $\Delta U_t$  ga farq qiladi va bundan tashqari ideal transformatorida kuchlanish transformatsiyalash koeffitsientiga mos ravishda pasaytiriladi. Bu pasaytirilish transformatorning rostlovchi shaxobchasini tanlashda hisobga olinishi lozim.

2.1,b-rasmda ikkita holat – eng kichik va eng katta yuklama holatlari uchun kuchlanishning o'zgarish grafiklari tasvirlangan. Bunda ordinata o'qi bo'yicha kuchlanish og'ishining nominal kuchlanishga nisbatan foizlardagi qiymatlari joylashtirilgan.

2.1b-rasmdan ko'rinadiki (shtrix chiziqlar),  $n_t=1$  bo'lganda eng kichik yuklamalar holatida is'temolchilardagi kuchlanishlar ruxsat etilganidan yuqori, eng yuqori yuklamalar holatida esa ruxsat etilganidan past (ya'ni kuchlanish og'ishlari ruxsat etilganidan katta).

Bunda PK tarmog'iga ulangan qabul qilgichlar (masalan, A va V nuqtalarda) ruxsat etilmagan sharoitlarda ishlaydi.  $U_{2q}$  ni tuman podstansiyasi transformatorining transformatsiyalash koeffitsienti  $n_t$  ni almashtirish orqali o'zgartiramiz, ya'ni kuchlanishni rostlaymiz (2.1,b-rasmdagi uzluksiz chiziq).



2.1-rasm. Kuchlanishni qarama-qarshi rostlash:

a- almashtirish sxemasi; b- kuchlanishlar epyurasi.

Eng kichik yuklama sharoitlarida  $U_{2q}$  imkoni boricha  $U_n$  ga yaqin qiymatgacha kamaytiriladi. Bu holatda  $n_t$  ning shunday standart qiymati tanlanishi lozimki, bunda quyidagi shart bajarilsin:

$$U_{2q. ekich} \geq U_n \quad (2.2)$$

Eng kichik yuklamalar holatida  $U_{2q}$  ni 1,05-1,1  $U_n$  ga imkoni boricha yaqinroq qiymatgacha orttiriladi. Bu holatda  $n_t$  ning shunday standart qiymati tanlanishi lozimki, bunda quyidagi shart bajarilsin:

$$U_{2q. ekat} \geq (1,05 \div 1,1) U_n \quad (2.3)$$

Shunday qilib, ta'minlash markazidan uzoqdagi V va unga yaqindagi A nuqtalardagi is'temolchilardagi kuchlanishlar ruxsat etilgan chegraga kiritiladi. Eng katta va eng kichik yuklama holatidagi bunday rostlashda kuchlanish mos ravishda oshiriladi va pasaytiriladi. Shu sababli bunday rostlashni qarama-qarshi rostlash deb ataladi.

## 2.2. Elektr stansiyalarda kuchlanishni rostdash

Generatorlar kuchlanishlarini ularning qo'zg'atish tokini rostdash orqali o'zgartirish mumkin. Generator aktiv quvvatini o'zgartirmasdan turib kuchlanishni faqat  $\pm 0,05U_{n.g}$  chegarada, ya'ni  $0,95U_{n.g}$  dan  $1,05U_{n.g}$  gacha o'zgartirish mumkin.

$U_{n.g}=6$  kV bo'lganda generatorning nominal kuchlanishi  $U_{n.g}=6,3$  kV va rostdash diapazoni 6-6,6 kV bo'ladi.  $U_{n.g}=10$  kV bo'lganda generatorning nominal kuchlanishi  $U_{n.g}=10,5$  kV va rostdash diapazoni 10-11 kV bo'ladi.

Generator chiqishidagi kuchlanishning nominaldan  $\pm 5\%$  dan ko'p miqdorga og'ishi uning quvvatini kamaytirishni talab etadi. Kuchlanishni rostdashning bu diapazoni mutlaqo etarli emas. Buni aniqroq ko'rib chiqamiz.

Transformatsiyalashning har bir pog'onasida kuchlanish isrofi nisbiy birlikda

$$\Delta U_{*t} \approx 0,1S_{*t}, \quad (2.4)$$

bu erda  $S_{*t} = S_t/S_n$  - transformatorning nisbiy birlikdagi quvvati.

Uch-to'rt transformatsiyada tarmoqdagi kuchlanish isrofi  $(0,3-0,4)S_{*t}$  bo'ladi. Agar  $P_{*ekat}=1$  va  $P_{*ekich}=0,4$  deb qabul qilsak, unda eng katta va eng kichik yuklama holatlarida kuchlanish mos ravishda quyidagilarni tashkil etadi:

$$\sum \Delta U_{ekat}\% \approx 30 \div 40\%, \quad \sum \Delta U_{ekich}\% \approx 12 \div 16\%. \quad (2.5)$$

Bundan ko'rinadiki, iste'molchida kuchlanishning o'zgarish diapazoni

$$\sum \Delta U_{ekat}\% - \sum \Delta U_{ekich}\% \approx 18 \div 24\%. \quad (2.6)$$

Shu sababli generatorlarda kuchlanishni rostdash diapazoni 10% aniq etarli emas.

Elektr stansiyalarining generatorlari ikkita sababga ko'ra rostdashning faqat yordamchi vositasigina hisoblanadi: 1) generatorlar yordamida kuchlanishni rostdash diapazoni etarli emas. 2) uzoq va yaqin masofada joylashgan iste'molchilarga kuchlanishga bo'lgan talabni mostlashtirish qiyin.

Yagona rostdash vositasi sifatida generatorlar faqat stansiya – tarqalmagan yuklama ko'rinishidagi sodda sistema holatida qo'llaniladi. Bunday holatda sanoat korxonalarini izolyasiyalangan sharoitda ishlovchi elektr stansiyalarining shinalarida kuchlanishni qarama-qarshi rostdash amalga oshiriladi. Generatorlar qo'zg'atish

tokini o'zgartirish orqali maksimal yuklama soatlarida kuchlanish oshiriladi va minimal yuklama soatlarida pasaytiriladi.

Elektr stansiyalarida YuK chulg'ami nominal kuchlanishi  $U_{yu.n} = 110$  kV bo'lgan TDS/110 va YuK chulg'ami nominal kuchlanishi  $U_{yu.n} = 220$  kV bo'lgan bir qism TDS/220 oshiruvchi transformatorlar, generatorlar singari, kuchlanishni rostdashning yordamchi vositalari sanaladi. Chunki ular ham  $\pm 2 \times 2,5\% U_{yu.n}$  kuchlanishni rostdash chegarasiga esa va ular yordamida uzoq va yaqinda joylashgan is'temolchilarda kuchlanish bo'yicha talabni moslashtirish mumkin emas.  $U_{yu.n} = 150, 330 - 750$  kV bo'lgan TS va TDS tipdagi oshiruvchi transformatorlar kuchlanishni rostdash qurilmalarisiz ishlab chiqariladi. Shu sababli kuchlanishni rostdashning asosiy vositasi bo'lib tuman podstansiyalarining transformator va avtotransformatorlari hisoblanadi.

### 2.3. Pasaytiruvchi podstansiyalarda kuchlanishni rostdash

Pasaytiruvchi podstansiyalar transformatorlari tuzilishi bo'yicha ikki turga bo'linadi: a) rostlovchi shoxobchalarni qo'zg'atishsiz almashlab ulovchi, ya'ni tarmoqdan uzish orqali (qisqacha, "QAULi transformatorlar"); b) rostlovchi shoxobchalarni yuklama ostida rostlovchi (qisqacha, "YuORli transformatorlar"). Odatda, rostlovchi shoxobchalar transformatorning kichik ishchi tok oquvchi yuqori chulg'ami tomonida yasaladi. Bunda almashlab ulash qurilmasining ishi yengillashadi.

2.1,a-rasmda tasvirlangan sodda sxemani ko'rib o'tamiz.

Bunda podstansiya YuK shinasidagi kuchlanish elektr stansiyasi generatorlari kuchlanishi  $U_1$  dan EUL dagi kuchlanish isrofi qiymati  $\Delta U_s$  ga, podstansiya PK shinasidagi YuKga keltirilgan kuchlanish  $U_{2k}^{yu}$  esa yana transformator qarshiligidagi kuchlanish isrofi  $\Delta U_t$  ga farq qiladi:

$$U_{2yu} = U_1 - \Delta U_s, \quad U_{2k}^{yo} = U_{2yu} - \Delta U_t. \quad (2.7)$$

Podstansiyalar PK shinalaridagi kuchlanishning haqiqiy qiymati quyidagicha topiladi:

$$U_{2k} = \frac{U_{2k}^{yu}}{n_T} = U_{2k}^{yo} \frac{U_{k.n}}{U_{shox}}, \quad (2.8)$$

bu erda  $n_t = U_{shox} / U_{q.n}$  - transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti;  $U_{shox}$  - YuK chulg'am rostlash shoxobchasining kuchlanishi;  $U_{k.n}$  - PK chulg'amining nominal kuchlanishi.

Transformatsiyalash koeffitsientini o'zgartirib, podstansiyaning PK tomonidagi kuchlanish  $U_{2q}$  ni o'zgartirish mumkin. Podstansiyalarda barcha kuchlanishni rostlash vositalari aynan shu prinsipda ishlaydi.

Qarama-qarshi rostlash shartlari (2.2) va (2.3) bo'yicha

$$V_{ek\at}^{xox} \% = 5\%; \quad V_{ek\ich}^{xox} \% = 0 \quad (2.9)$$

bu erda  $V_{ek\at}^{xox} \%$  - eng katta yuklama iholatida xoihlangan kuchlanish og'ishining nominal kuchlanishga nisbatan foizi;  $V_{ek\ich}^{xox} \%$  - shu singari eng kichik yuklama holati uchun.

Bularga mos ravishda

$$U_{2\kappa.ek\at}^{xox} = U_n + V_{ek\at}^{xox}; \quad U_{2\kappa.ek\ich}^{xox} = U_n + V_{ek\ich}^{xox}. \quad (2.10)$$

PK tomonidagi kuchlanishnig haqiqiy qiymati (2.8) ifodadan topiladi.

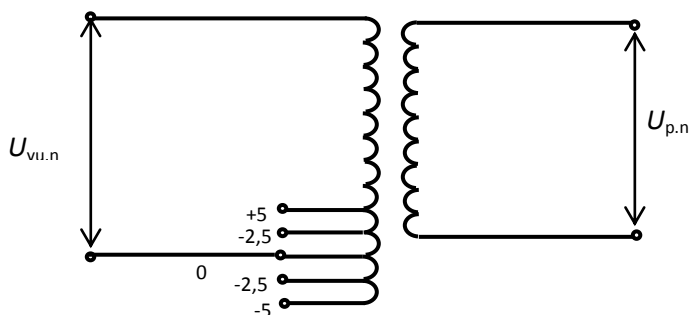
Tarmoqni elektrik hisoblash natijasida eng katta yuklama holatida PK tomonidagi kuchlanishnig YuK tomoniga keltirilgan qiymati  $U_{2\kappa.ek\at}^{xox}$  eng kichik yuklama holatida PK tomonidagi kuchlanishning YuK tomoniga keltirilgan qiymati  $U_{2\kappa.ek\ich}^{xox}$  topiladi.  $U_{2\kappa.ek\at}^{xox}$  va  $U_{2\kappa.ek\ich}^{xox}$  lar bo'yicha eng katta va eng kichik yuklama holatlari uchun transformator yuqori chulg'amida xohlanuvchi rostlash shoxobchasi aniqlanadi:

$$U_{shoxek\at} = U_{2\kappa.ek\at}^{yu} \cdot \frac{U_{\kappa.n}}{U_{2\kappa.ek\at}^{xox}}; \quad U_{shoxek\ich} = U_{2\kappa.ek\ich}^{yu} \cdot \frac{U_{\kappa.n}}{U_{2\kappa.ek\ich}^{xox}} \quad (2.11)$$

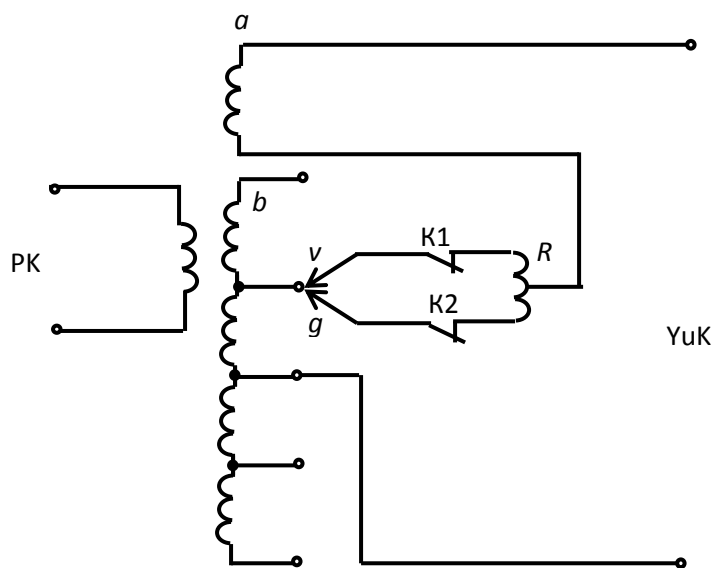
(2.11) bo'yicha aniqlanuvchi xohlanuvchi shoxobchalar (2.2) va (2.3) shartlari bajariluvchi eng yaqin standart qiymatlarga yaxlitlanadi.

**Yuklama ostida rostlanmaydigan transformatorlar (QAULi)** hozirgi davrda asosiy va to'rtta qo'shimcha shoxobchali qilib ishlab chiqariladi. Bunday transformator chulg'amining sxemasi 2.2-rasmda keltirilgan. Asosiy shoxobcha kuchlanishi transformator yuqori chulg'amining nominal kuchlanishidir ( $U_{yu.n}$ ). Pasaytiruvchi transformatorlar uchun  $U_{yu.n}$  ushbu transformator yuqori chulg'ami

ulanadigan tarmoqning nominal kuchlanishi  $U_{t,n}$  ga tengdir. (Masalan, 6, 10, 20, 35 kV va h.k). Asosiy shoxobchada transformatorning transformatsiyalash koeffitsientini nominal deb yuritiladi. To'rtta yordamchi shoxobchalardan foydalanilganda transformatsiyalash koeffitsienti nominaldan +5; +2,5; -2,5 va -5% farq qiladi. Transformatorning ikkilamchi (sxemada - quyi) chulg'ami unga ulangan tarmoqning ta'minlash markazi hisoblanadi.



2.2-rasm. QAULi transformator chulg'amlari sxemasi.



2.3-rasm. YuORli transformator chulg'amlari sxemasi.

Shu sababli transformatorlarda ikkilamchi chulg'amning nominal kuchlanishi tarmoqning nominal kuchlanishiga nisbatan kattadir. Bu farq kichik quvvatli transformatorlar uchun 5% va qolganlari uchun 10% ni tashkil etadi. Faraz qilaylik, asosiy shoxobchadan foydalanilganda birlamchi shoxobchaga tarmoqning nominal kuchlanishiga teng kuchlanish bermoqda va salt ishlash holatida PK tomonidagi kuchlanish  $1,05U_{p,t}$ . Bunda qo'shimcha kuchlanish 5%. QAULi

transformator shoxobchasini o'zgartirib yaxlitlangan qiymatlari quyidagicha bo'lgan qo'shimcha kuchlanishni olish mumkin:

Birlamchi chulg'am shoxobchasi, %: +5 +2,5 0 -2,5 5

Salt ishlash holatida PK

tomonidagi kuchlanish ( $U_t/U_{n.t}$ ): 1 1,025 1,05 1,075 1,1

Qo'shimcha kuchlanish, %: 0 2,5 +5 +7,5 +10

QAULi transformatorning rostlash shoxobchalarini almashlab ulash uchun avvalo uni tarmoqdan ajratish talab etiladi. Bunday almashlab ulashlar kam – yuklamalarni sezonli o'zgarishida amalga oshiriladi. Shu sababli sutka davomidagi eng katta va eng kichik yuklama holatlarida ( masalan, kunduzi va tunda) QAULi transformator bitta rostlovchi shoxobcha va shunga mos yagona transformatsiyalash koeffitsienti bilan ishlaydi. Bunda kuchlanishni qarama-qarshi rostlash talablarini amalga oshirish, ya'ni (2.2) va (2.3) shartlarni bajarish mumkin emas. Haqiqatdan ham (2.11) ga muvofiq

$$U_{2k.ekat} = U_{2k.ekat}^{yu} \cdot \frac{U_{k.n}}{U_{shox}};$$

Odatda  $U_{2k.ekat} < U_{2k.ekich}$  shu sababli  $U_{2q.ekat} < U_{2q.ekich}$ .

Bu qarama–qarshi rostlash talablari (2.2) va (2.3) ga zid keladi. Kuchlanishni qarama-qarshi rostlashni faqat  $U_{shox}$  va transformatsiyalash koeffitsientini sutka davomida o'zgartirish, ya'ni eng katta yuklama holatidan eng kichik yuklama holatiga o'tish orqali amalga oshiriladi.

O'rnatilgan YuOR qurilmali **kuchlanishni yuklama ostida rostlovchi** transformatorlar QAULi transformatorlardan almashlab ulovchi maxsus qurilma va shuningdek shoxobchalar sonining ko'pligi, diapazonining kattaligi bilan farq qiladi. Masalan, YuK chulg'amini asosiy shoxobchasi kuchlanishi 115 kV bo'lgan transformator har biri 1,78% dan 18 ta rostlash darajali +16% rostlash diapazoniga ega.

2.3-rasmda YuORli transformator chulg'amlarining sxemasi tasvirlangan. Bu transformatorning YuK chulg'ami ikki qismdan – rostlanmaydigan *a* va rostlanadigan *b* qismlardan tashkil topgan. Rostlanadigan qismining 1, 4

qo'zg'almas kontaklarida bir qator shoxobchalar mavjud. 1, 2 shoxobchalar asosiy chulg'am o'ramlari bilan bir xil ulangan o'ramlar qismiga mos keladi (tokning yo'nalishi 2.3-rasmda strelkalar yordamida ko'rsatilgan). 1, 2 shoxobchalar ulanganda transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti oshadi. 3, 4 shoxobchalar asosiy chulg'am o'ramlariga nisbatan qarama - qarshi ulangan o'ramlar qismiga mos keladi. Ularning ulanishi transformatsiyalash koeffitsientini kamaytiradi, chunki ular asosiy chulg'am o'ramlari bir qismining ta'sirini kompensasiyalaydi. Transformator YuK chulg'amining asosiy chiqish joyi bo'lib 0 nuqta hisoblanadi.

Asosiy chulg'am o'ramlari bilan bir yo'nalishda va qarama - qarshi ta'sir etuvchi o'ramlar soni bir xil bo'lmasligi mumkin. Chulg'amning rostlovchi qismida qo'zg'aluvchi  $\nu$  va  $g$ , qo'zg'almas  $K1$  va  $K2$  kontaktlardan hamda  $R$  reaktorlardan tashkil topgan almashlab ulovchi qurilma mavjud. Reaktorning o'rtasi transformator chulg'amining rostlanmaydigan  $a$  qismi bilan tutashgan. Normal sharoitda YuK chulg'ami toki reaktor chulg'ami yarimlariga teng bo'linadi. Shu sababli reaktorda magnit oqimi va shuningdek kuchlanish isrofi kamdir.

Faraz qilaylik, qurilmani shoxobcha 2 dan shoxobcha 1 ga almashlab ulash talab etiladi. Bunda kontaktor  $K1$  uziladi. Qo'zg'aluvchan kontakt  $\nu$  shoxobcha kontakti 1 ga o'tkaziladi va  $K1$  kontakt qayta ulanadi. Shunday qilib, chulg'amning 1, 2 seksiyalari  $R$  reaktorning chulg'ami orqali yopiq ulanib qoladi. Bu vaqtda reaktorning induktivligi chulg'amning 1, 2 seksiyasidagi kuchlanish ta'sirida hosil bo'luvchi tenglashtiruvchi tokni cheklaydi. Shundan so'ng kontaktor  $K2$  uziladi, qo'zg'aluvchan kontakt 2 shoxobcha kontakti 1 ga o'tkaziladi va  $K2$  kontakt qayta ulanadi.

YuOR yordamida transformatorning shoxobchasini va transformatsiyalash koeffitsientini sutka davomida yuklama ostida o'zgartirish orqali qarama-qarshi rostlash talabi (2.2), (2.3) ni bajarish mumkin.

**Liniya rostlagich transformatorlari (LRT)** va ketma-ket rostlovchi transformatorlar kuchlanishni alohida EULda yoki EUL guruhlarida rostlash uchun

qo'llaniladi. Shunday qilib, ular yuklama ostida rostlaydigan transformatorlardan foydalanilgan mavjud tarmoqlarni qayta qurishda qo'llaniladi. Bunday hollarda podstansiya shinasida kuchlanishni rostlash uchun LRT rostlanmaydigan transformator bilan ketma-ket ulanadi. Chiqib ketuvchi EULLarda kuchlanishni rostlash uchun LRTLari bevosita EULLariga ketma-ket ulanadi.

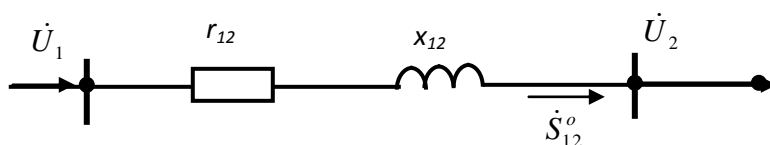
LRT yordamida kuchlanishni bo'ylama, ko'ndalang va bo'ylama-ko'ndalang rostlash mumkin.

#### 2.4. Kuchlanishni tarmoq qarshiligini o'zgartirib rostlash

Iste'molchidagi kuchlanish tarmoqdagi kuchlanish isrofi qiymatiga bog'liqdir. Kuchlanish isrofi esa o'z navbatida tarmoq qarshiligi bog'liq. Masalan, 2.4-rasmda tasvirlangan tarmoqdagi kuchlanish pasayishining bo'ylama tashkil etuvchisi quyidagichadir:

$$\Delta U_{12} = \frac{P_{12}^{(2)} + Q_{12}^{(2)} X_{12}}{U_2}. \quad (2.12)$$

Bu yerda  $R_{12}^{(2)}, Q_{12}^{(2)}, U_2$  - EUL oxirida quvvat oqimlari va kuchlanish;  $r_{12}, x_{12}$  - EULning aktiv va reaktiv qarshiliklari.



2.4-rasm. Kuchlanishni tarmoqning parametrlarini o'zgartirib rostlash.

Taqsimlovchi va ta'minlovchi tarmoqlar uchun aktiv va reaktiv qarshiliklarning nisbatlari turlicha bo'ladi. Taqsimlovchi tarmoqlarda aktiv qarshilik reaktiv qarshilikka nisbatan katta, ya'ni  $r_0 > x_0$  bo'ladi. (2.4) da suratning asosiy tashkil etuvchisi  $R_{12}^{(2)} r_{12}$  bo'lib qoladi. Taqsimlovchi tarmoqlarda EUL o'tkazgichining ko'ndalang kesimi o'zgarganda  $r_0$  va unga mos ravishda  $r_{12}$ ,  $\Delta U_{12}$  va iste'molchidagi kuchlanish anchagina o'zgaradi. Shu sababli bunday tarmoqlarda o'tkazgichning ko'ndalang kesimi ruxsat etilgan kuchlanish isrofi bo'yicha aniqlanadi.

Ta'minlovchi elektr tarmoqlarda aksincha  $x_0 > r_0$  va shu sababli  $\Delta U_{12}$  asosan EUL o'tkazgichining ko'ndalang kesimiga kam darajada bog'liq bo'lgan reaktiv

qarshilik bilan belgilanadi. Ta'minlovchi elektr tarmoqlarda EUL o'tkazgichini ruxsat etilgan kuchlanish isrofi bo'yicha tanlash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas. Reaktiv qarshilikni o'zgartirish uchun EUL ga kondensatorlar ulash lozim. EULda kondensatorlar ulashdan oldingi kuchlanish pasayishining bo'ylama tashkil etuvchisi (2.12) bo'yicha aniqlanadi. Faraz qilaylik, EULning oxirida kuchlanish ruxsat etilganidan past:

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{12} < U_{2rux}$$

EULga kondensatorlarni shunday ulaymizki, buning natijasida  $U_2$  ruxsat etilgan  $U_{2rux}$  gacha oshsin.

**Bunda yuqoridagi ifodani quydagicha yozish mumkin:**

$$U_{2rux} = U_1 - R_{12}^{(2)} I_{12} + Q_{12}^{(2)} (x_{12} - x_k) / U_{2rux} \quad (2.13)$$

Bu yerda  $x_k$ -kondensatorning qarshiligi

Kondensatorlarni EULda ketma-ket ulash bo'ylama kompensasiyalash deb yuritiladi. Bo'ylama kompensasiyalovchi qurilma (BKQ) EULda induktiv qarshilik va kuchlanish isrofini kompensasiyalash imkonini beradi (2.4,a-rasm).

Bunday rostdashning vektor diagrammasi 2.4,b-rasmda tasvirlangan. Undan ko'rinadiki,

$$U_2 = U_1 - \sqrt{3} I_{12} (r_{12} + jx_{12}) \quad (2.14)$$

$$U_{2rux} = U_1 - \sqrt{3} I_{12} (r_{12} + jx_{12}) - \sqrt{3} I_k (-jx_k) \quad (2.15)$$

Bu erda  $I_{12}$ -EUL toki.

$j\sqrt{3}I_{12}x_k$  qiymatini manfiy kuchlanish yoki tarmoqqa kiritiluvchi qo'shimcha e.yu.k sifatida qarash mumkin

$U_1, U_{2rux}, r_{12}, x_{12}, P_{12}^{(2)}, Q_{12}^{(2)}$  ni bilgan holda (2.13) dan  $x_k$  ni topish hamda lozim bo'lgan ketma-ket va parallel ulanuvchi kondensatorlarning sonini tanlash mumkin. Bunda kondensatorlardan kuchlanishlar  $U_k$  va ulardagi toklar  $I_k$  tengdir:

$$U_k = \sqrt{3} I_{12} X_k, \quad I_k = I_{12} = S_{12} / \sqrt{3} U_k. \quad (2.16)$$

Agar bitta kondensatorning nominal kuchlanish  $U_{k,nom} < U_k / \sqrt{3}$ , bo'lsa, u holda bir nechta kondensator o'rnatiladi. Ketma-ket ulanuvchi kondensatorlar soni quydagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$N = U_k / \sqrt{3} U_{k.nom} \quad (2.17)$$

Kondensatorning pasportida uning quvvati  $PK$  ko'rsatiladi. Bu qiymatni bilgan holda nominal tokni aniqlash mumkin:

$$I_{k.nom} = PK / U_{k.nom}; \quad (2.18)$$

Agar  $I_{k.nom} < I_k$  bo'lsa,  $m$  ta kondensator parallel o'rnatiladi.

Bunda

$$m = I_n / I_{k.nom}. \quad (2.19)$$

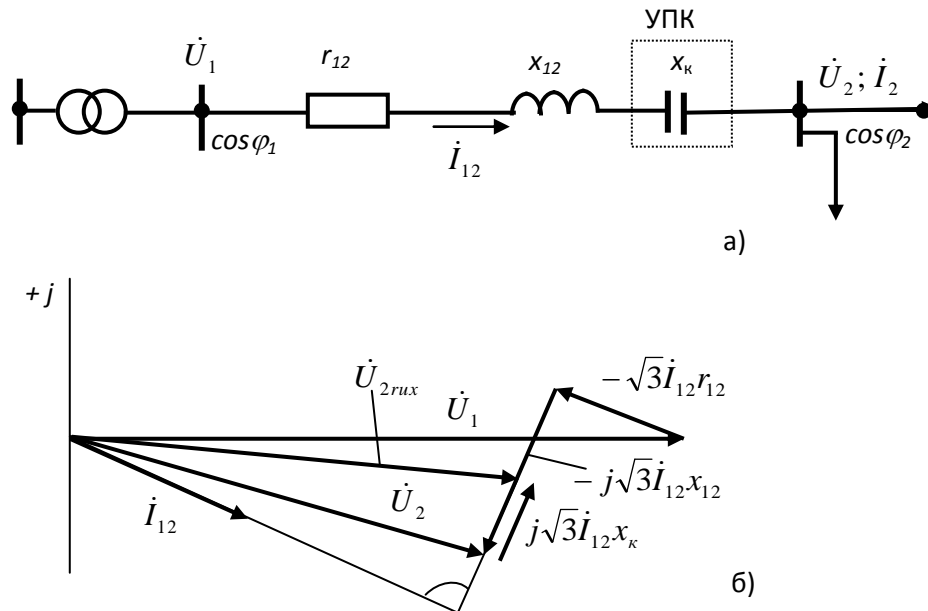
BKQ sig'im qarshiligini EUL induktiv qarshiligiga nisbatining foizlardagi qiymati kompensasiyalash foizi deb ataladi:

$$C = \frac{x_k}{x_{12}} \cdot 100. \quad (2.20)$$

Amalda EUL reaktiv qarshiligini qisman kompensasiyalash qo'llaniladi ( $S < 100\%$ ). Yuklamani bevosita ta'minlaydigan taqsimlovchi tarmoqlarda to'la yoki ortiqcha kompensasiyalash ( $S \geq 100$ ) odatda qo'llanilmaydi. Bu tarmoqda o'ta kuchlanishni vujudga kelish mumkinligi bilan bog'liq.

BKQni qo'llash tarmoqda kuchlanish holatini yaxshilash imkonini beradi. Biroq, kuchlanishning ortishi BKQ orqali o'tuvchi tok qiymati va fazasiga bog'liqdir. Shu sababli BKQ yordamida rostdash imkoniyatlari cheklangan. BKQni o'ta yuklangan radial EULlarda kuchlanish og'ishini kamaytirish uchun qo'llash eng samaralidir.

Ta'minlovchi tarmoqlarda BKQlar foydalanishda murakkab va qimmatdir, qisqa tutashuv davrida ularni o'takuchlanishdan himoyalash uchun maxsus tadbirlarni qo'llash lozimdir. BKQ nafaqat kuchlanishni rostdash uchun, balki EULning o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshirish uchun ham qo'llaniladi.



2.4-rasm. Bo'ylama kompensatsiya:

a – BKQni ulash sxemasi; b – vektor diagrammasi.

### 2.5. Kuchlanishni reaktiv quvvat o'zgartirib rostdash

Tarmoqda kuchlanish pasayishining bo'ylama tashkil etuvchisi  $\Delta U_t$  quyidagi ifodadan aniqlanadi (2.5,a-rasm):

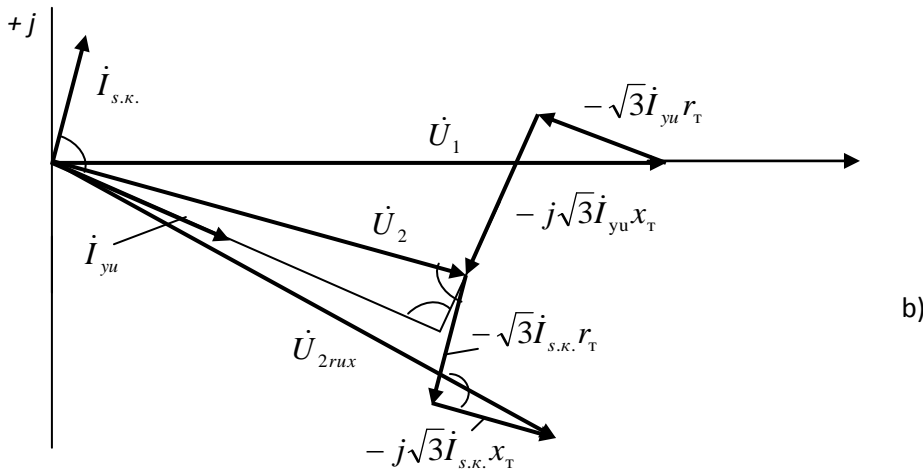
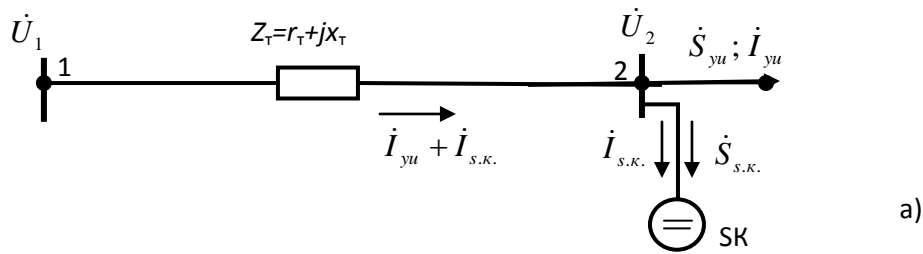
$$\Delta U_T = \frac{P_{yu} r_T + Q_{yu} x_T}{x_2}. \quad (2.21)$$

Bu yerda  $R_{yu}$ ,  $Q_{yu}$  - quvvat oqimlari;  $r_b$ ,  $x_t$  - tarmoqning aktiv va reaktiv qarshiliklari.

Yuqoridagi ifodadan ko'rinadiki, kuchlanish pasayishi tarmoqdagi aktiv va reaktiv quvvat oqimlariga bog'liq. EUL orqali oquvchi aktiv quvvat iste'molchi quvvati bilan belgilanadi. Kuchlanishni rostdash uchun aktiv quvvatni o'zgartirish mumkin emas. Ta'minlovchi tarmoqlarda reaktiv qarshilik aktiv qarshilikka nisbatan katta bo'lmaganligi uchun quvvat oqimlarini o'zgartirib rostdashda kuchlanish pasayishiga  $Q_{yu} x_t$  ko'paytma hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi.

Reaktiv quvvat oqimlarini kompensasiyalash uchun kompensasiyalovchi qurilmalar – kondensator batareyalari (KB), sinxron kompensatorlar (SK), shuningdek reaktiv quvvatni statik manbalari (RQSM) qo'llaniladi.

**Kompensatsiyalovchi qurilma sifatida sinxron kompensatorlardan foydalanish** 2.5,a-rasmida tasvirlangan.



2.5-rasm. SKning ish holatlari:

a - SKning ulanishi; b - SKning o'ta qo'zg'algan holati uchun vektor diagrammasi.

Kompensator o'rnatishdan oldin EUL oxiridagi kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$U_2 = U_1 - \frac{P_{yu} r_T + Q_{yu} x_T}{U_2} \quad (2.22)$$

Faraz qilaylik,  $U_2$  ruxsat etilganidan kichik. EUL oxiriga SK ulangandan so'ng  $U_2$  quyidagicha topiladi:

$$U_2 = U_1 - \frac{P_{yu} r_T + (Q_{yu} - Q_{sk}) x_T}{U_2} \quad (2.23)$$

SKning kuchlanishni ruxsat etilgan qiymatini ta'minlaydigan quvvatini topamiz. Buning uchun (2.23) da  $U_2 = U_{2rux}$  deb hisoblaymiz va (2.23) dan (2.22)ni ayiramiz. Natijada SK quvvatini topish uchun ifodaga ega bo'lamiz:

$$Q_{sk} = \frac{(U_{2rux} - U_2)[U_{2rux} U_2 - (P_{yu} r_T + Q_{yu} x_T)]}{U_2 x_T} \quad (2.24)$$

Agar  $1/U_{2rux} \approx 1/U_2$  deb qabul qilsak, u holda bu ifoda yanada soddalashadi:

$$Q_{sk} = \frac{U_{2rux} - U_2}{x_T} \cdot U_{2rux} \quad (2.25)$$

Amaliy hisoblashlarda  $Q_{sk}$  (2.25) bo'yicha topiladi.

Sinxron kompensatorlar o'ta qo'zg'alish va kam qo'zg'alish holatlarida ishlaydi.

O'ta qo'zg'alganda ular  $Q_{cK}^{y.K} = Q_{ck.nom}$  reaktiv quvvatni ishlab chiqaradi va kam qo'zg'alganda  $Q_{cK}^{K.K} = 0,5Q_{ck.nom}$  reaktiv quvvatni iste'mol qiladi. Reaktiv quvvatning iste'mol qilinishi kuchlanish isrofining ortishi va iste'molchidagi kuchlanishni kamayishiga olib keladi. 2.5,b-rasmda o'ta qo'zg'algan holat uchun vektor diagrammalar tasvirlangan.

### SKni ulashgacha

$$U_2 = U_1 - \sqrt{3}I_{yu}z_t; \quad (2.26)$$

$$U_2 = U_1 - \sqrt{3}I_{yu}r_{t-j} - \sqrt{3}I_{yu}x_t. \quad (2.27)$$

SKni ulagandan so'ng

$$U_{2rux} = U_1 - \sqrt{3}(I_{yu} + I_{sk})z_t; \quad (2.28)$$

$$U_{2rux} = U_1 - \sqrt{3}I_{yu}r_{t-j} - \sqrt{3}I_{yu}x_t - \sqrt{3}I_{sk}r_{t-j} - \sqrt{3}I_{sk}x_t \quad (2.29).$$

SKning o'ta qo'zg'algan holatida tarmoqda oquvchi  $I_{sk}$  toki  $U_2$  ni  $90^0$  ga ortda qoldiradi. Vektor diagrammadan ko'rinadiki (2.5,b-rasm), bu holatda kuchlanish moduli  $U_2$  dan  $U_{2rux}$  gacha ortadi. Kam qo'zg'alish holatida SKning toki va quvvati o'z yo'nalishini teskari tomonga almashtiradi. Tarmoqda oquvchi  $I_{sk}$  tok  $U_2$  kuchlanishdan  $90^0$  ortda qoladi. Bu holatda kuchlanish moduli  $U_2$  dan  $U_{2rux}$  gacha kamayadi.

### 3. ELEKTR TARMOQLARIDA KUCHLANISHNI ROSTLASH USULLARINI O'RGANISH VA TADQIQ QILISH

#### 3.1. Elektr tarmoqlarining holatlarini hisoblash.

Elektr tarmoqlarida kuchlanishni rostdashga bo'lgan zaruratni aniqlash va shuningdek rostlanuvchan parametrlar kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatlarini aniqlash uchun albatta tarmoqning barqarorlashgan holatlarini hisoblash talab etiladi. Shunday qilib, tarmoqda kuchlanishni rostdash masalasi uning holatini hisoblash masalasi bilan birgalikda yechiladi. Shu sababli quyida elektr tarmoqlarining barqarorlashgan holatlarini ularda kuchlanishni rostdash maqsadlarida hisoblash usullari bilan qisqacha tanishib o'tamiz.

Har qanday elektr tarmoqning, jumladan elektr uzatish liniyasini hisoblash uning sxemasi, barcha hisob parametrlari va holat parametrlarining bir qismi ma'lum bo'lganda qolgan – no'malum holat parametrlarini hisoblab topishni nazarda tutadi. Bunday hisoblashlar elektr tarmoqlarini loyihalash va ishlatish jarayonida ularning turli xarakterli holatlarda samarali ishlashini tekshirish va ta'minlash, holatlarini optimallashtirish kabi maqsadlarda amalga oshiriladi.

#### **Oxirida tok $I_2$ va kuchlanish $U_{2f}$ berilgan holat.**

Ma'lum parametrlar (3.1 – rasm):  $U_{2f}$  - 2 – tugunning faza kuchlanishi,  $I_2$  - liniya oxiridagi tok,  $Z_{12} = r_{12} + jx_{12}$ ,  $b_{12}$  – liniyaning bo'ylama qarshiligi va sig'im o'tkazuvchanligi.

Aniqlovchi parametrlar:  $U_{1f}$ ,  $I_1$  - EUL boshidagi kuchlanish va tok,  $I_{12}$  – liniyaning bo'ylama qismidagi tok,  $\Delta S_{12}$  – liniyadagi quvvat isrofi.

Bunday holatni hisoblashda noma'lum o'zgaruvchilarning qiymatlari liniyaning oxiridan boshlanishiga tomon ketma – ket tartibda aniqlanadi. Tok va kuchlanishni aniqlashda Om va Kirxgof qonunlaridan foydalaniladi.

Hisoblashlarni faza kuchlanishi  $U_f$  va toki  $I$  bo'yicha olib borish tartibi bilan tanishamiz. Liniya oxiridagi sig'im toki Om qonuniga binoan (3.1,b –rasm) qo'yidagicha aniqlanadi:

$$I_{s2} = jU_{2f}b_{12}/2 . \quad (3.1)$$

Liniyaning bo‘ylama qismidagi tok, Kirxgofning birinchi qonuni bo‘yicha topiladi:

$$I_{12} = I_2 + I_{s2}. \quad (3.2)$$

Liniya boshlanishidagi kuchlanish Kirxgofning ikkinchi qonuni va Om qonunidan foydalanib hisoblanadi:

$$U_{1f} = U_{2f} + I_{12} Z_{12}. \quad (3.3)$$

Liniya boshlanishidagi sig‘im toki:

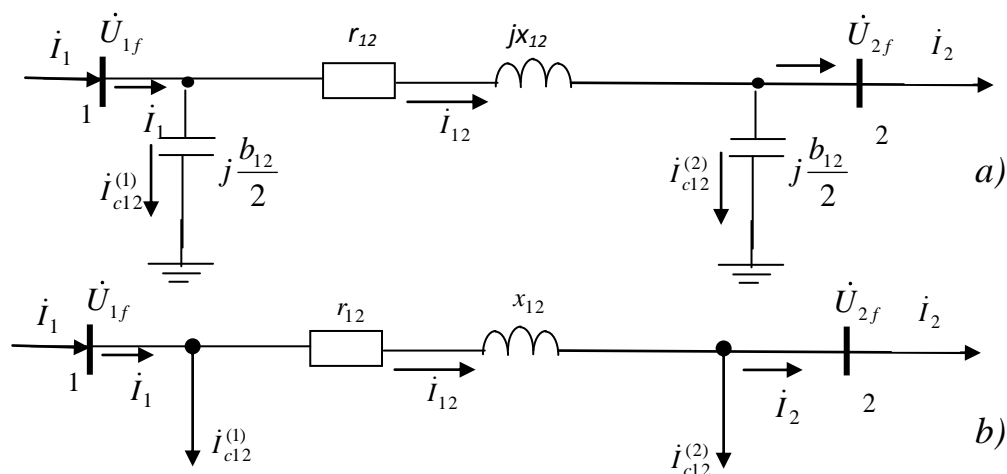
$$I_{s1} = jU_{1f} b_{12} / 2. \quad (3.4)$$

Liniyaning kirishidagi tok Kirxgofning 1-qonuniga asosan aniqlanadi:

$$I_1 = I_{12} + I_{s1}. \quad (3.5)$$

Uchta fazada umumiy quvvat isrofi:

$$\Delta S_{12} = 3I_{12}^2 Z_{12}. \quad (3.6)$$



3.1-rasm. Elektr uzatish liniyasini hisoblash.

### Oxirida yuklama quvvati berilgan liniyani hisoblash.

**Liniya oxirida kuchlanish berilgan holat** ( $\dot{U}_2 = const$ ). Ushbu holatda yuklama quvvati  $\dot{S}_2$ , kuchlanishi  $\dot{U}_2$ , liniyaning qarishiligi  $Z_{12} = r_{12} + jx_{12}$  va o‘tkazuvchanligi  $b_{12}$  ma’lum (3.2,a-rasm). Kuchlanish  $\dot{U}_1$ , uzatish liniyasining bo‘ylama qismi oxiri va boshlanishidagi quvvatlar  $\dot{S}_{12}^{(2)}$ ,  $\dot{S}_{12}^{(1)}$ , quvvat isrofi  $\Delta \dot{S}_{12}$ ,

uzatish liniyasi boshlanishidagi quvvat  $\dot{S}_1$  larni topish talab etiladi. Qizish bo'yicha cheklovni tekshirish maqsadida, ba'zan,  $\dot{I}_{12}$  tokni ham topish talab etiladi.

Hisoblash liniyaning oxiridan boshlanishiga tomon qidiriluvchi quvvat va kuchlanishlarni Kirxgof va Om qonunlaridan foydalanib aniqlash tartibida olib boriladi.

Liniyaning oxiridagi zaryad (sig'im) quvvati hisoblanadi.

$$Q_{c12}^{(2)} = 3\dot{I}_{c12}^{(2)}\dot{U}_{2f} = \frac{1}{2}U_2^2 j b_{12}. \quad (3.7)$$

Kirxgofning birinchi qonuni bo'yicha liniya bo'ylama qismining oxiridagi quvvat topiladi:

$$\dot{S}_{12}^{(2)} = \dot{S}_2 - jQ_{s12}^{(2)}. \quad (3.8)$$

Liniyadagi quvvat isrofi aniqlanadi:

$$\Delta\dot{S}_{12} = 3\dot{I}_{12}^2 Z_{12} = \frac{S_{12}^{(2)2}}{U_2^2} Z_{12}. \quad (3.9)$$

Liniya bo'ylama qismining boshlanishi va oxirida tok bir xildir. Bo'ylama qismi boshlanishida quvvat bu qism oxiridagiga nisbatan quvvat isrofi miqdoriga ko'pligini e'tiborga olib u qo'yidagicha topiladi:

$$\dot{S}_{12}^{(1)} = \dot{S}_{12}^{(2)} + \Delta\dot{S}_{12}. \quad (3.10)$$

Liniyaning boshlanishidagi kuchlanish Om qonuniga muvofiq qo'yidagicha hisoblanadi:

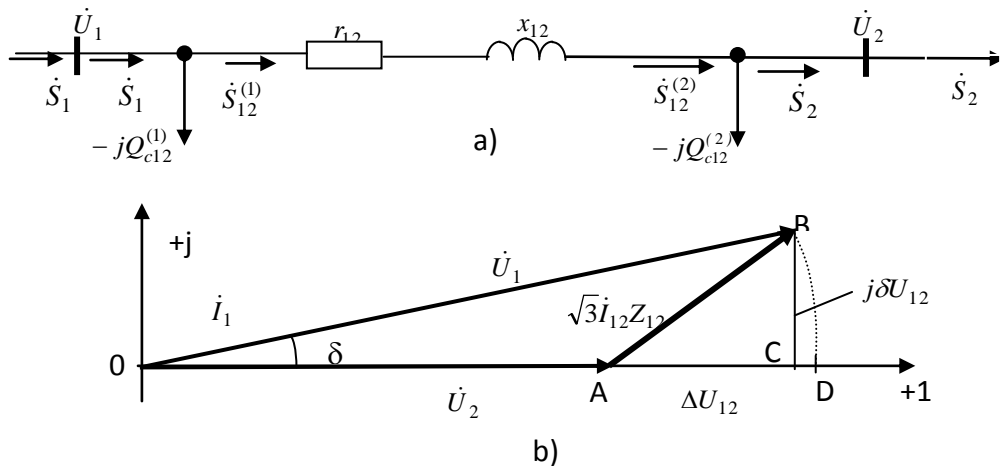
$$\dot{U}_1 = \dot{U}_2 + \sqrt{3}\dot{I}_{12}Z_{12} = \dot{U}_2 + \frac{\hat{S}_{12}^{(2)}}{\hat{U}_2} Z_{12}. \quad (3.11)$$

Liniyaning boshlanishidagi zaryad quvvati aniqlanadi:

$$Q_{s12}^{(1)} = \frac{1}{2}U_1^2 j b_{12}. \quad (3.12)$$

Liniyaning boshlanishidagi quvvat Kirxgofning 1-qonunidan foydalanib qo'yidagicha topiladi:

$$\dot{S}_1 = \dot{S}_{12}^{(1)} - jQ_{s12}^{(1)}. \quad (3.13)$$



3.2-rasm. Elektr uzatish liniyasini hisoblash: a) – yuklama quvvati berilgan holatda liniyani hisoblash sxemasi; b) – oxirida berilgan ma’lumot bo’yicha liniya holati hisoblanganda uning boshlanishi va oxiridagi kuchlanishlarning vektor diagrammasi.

**Liniya boshlanishida kuchlanish berilgan holat** ( $\dot{U}_1 = const$ ).

$\dot{S}_2, \dot{U}_1, Z_{12} = r_{12} + jx_{12}, b_{12}$  lar berilgan hisoblanib,  $\dot{U}_2, \dot{S}_{12}^{(2)}, \dot{S}_{12}^{(1)}, \Delta \dot{S}_{12}, \dot{S}_1$  larni topish talab etiladi (3.2,a-rasm).

Ushbu holatda  $\dot{U}_2$  noma’lum bo’lganligi uchun Kirxgof va Om qonunlaridan foydalanib liniyaning oxiridan boshlanishiga tomon ketma-ket ravishda noma’lum tok va kuchlanishlarni topish mumkin emas. Bunday liniyani hisoblashni Kirxgofning 1-qonuni asosida yoziluvchi egri chiziqli tugun kuchlanishlari tenglamasini yechish orqali amalga oshirish mumkin. 2-tugun uchun bunday egri chiziqli tugun kuchlanishlari tenglamasi qo‘yidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$Y_{22}\dot{U}_2 + Y_{12}\dot{U}_1 = \hat{i}_2(U) = \frac{\hat{S}_2}{\hat{U}_2}. \quad (3.14)$$

Bu tenglamani echib, noma’lum  $\dot{U}_2$  ni topish va so‘ngra (3.7)-(3.10), (3.12), (3.13) ifodalar bo’yicha barcha quvvatlarni xisoblash mumkin.

Egri chiziqli tugun kuchlanishlari tenglamalarini yechishga asoslangan usul boshqa usullarga nisbatan universal usul hisoblanib, u har qanday murakkablikdagi elektr tarmoqlari holatlarini hisoblash imkonini beradi. Biroq undan foydalanish umumiy holda egri chiziqli tenglamalar sistemasini maxsus matematik usullarni qo‘llash asosida yechishni nazarda tutadi. Yuklamalari quvvatlari va ta’minlash punktida kuchlanish ma’lum bo’lgan ochiq elektr tarmoqlari, jumladan

ko‘rilayotgan liniya holatini nisbatan sodda va taxminiy *ikki bosqichli* usul yordamida hisoblash mumkin.

*1-bosqich.* Faraz qilaylik,

$$\dot{U}_2 = U_n. \quad (3.15)$$

Yuqorida keltirilgan ifodalar bo‘yicha quvvat oqimlari va isroflarini hisoblaymiz:

$$Q_{s12}^{(2)} = \frac{1}{2} U_2^2 j b_{12}; \quad (3.16)$$

$$\dot{S}_{12}^{(2)} = \dot{S}_2 - j Q_{s12}^{(2)}; \quad (3.17)$$

$$\Delta \dot{S}_{12} = \frac{S_{12}^{(2)2}}{U_2^2} Z_{12}; \quad (3.18)$$

$$\dot{S}_{12}^{(1)} = \dot{S}_{12}^{(2)} + \Delta \dot{S}_{12}; \quad (3.19)$$

*2-bosqich.* 1-bosqichda topilgan quvvat oqimi  $\dot{S}_{12}^{(1)}$  dan foydalanib, Om qonuni bo‘yicha  $\dot{U}_2$  kuchlanishni aniqlaymiz, bunda tok  $\dot{I}_{12}$  ni  $\dot{S}_{12}^{(1)}$  va  $\dot{U}_1$  lar orqali ifodalaymiz:

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_1 - \sqrt{3} \dot{I}_{12} Z_{12} = \dot{U}_1 - \frac{\hat{S}_{12}^{(1)}}{\hat{U}_1} Z_{12}. \quad (3.20)$$

(3.16) va (3.17) formulalarda  $\dot{U}_2$  ning o‘rniga  $U_n$  foydalanilganligi uchun 1-bosqichda quvvat oqimlarining taxminiy qiymatlari aniqlanadi. Bunga mos ravishda 2-bosqichda topilgan kuchlanish  $\dot{U}_2$  ning qiymati ham taxminiy bo‘ladi.

Quvvatlar va kuchlanishlarning yanada aniqroq kiymatlarini topish uchun 1 va 2-bosqichlarni ketma-ket takrorlash mumkin. Bunda har bir yangi qadamni (takrorlashni) bajarishda (3.16) va (3.18) formulalardagi  $\dot{U}_2$  o‘rniga uning bundan oldingi qadamda topilgan qiymatini qo‘yish lozim. Bunday hisoblashlarni EHMda amalga oshirish maqsadga muvofiqdir.

### **3.2. Elektr uzatish liniyasida kuchlanish pasayishi va kuchlanish isrofi.**

3.2,b-rasmda liniyaning boshlanishi va oxiridagi kuchlanishlarning vektor diagrammalari keltirilgan.

**Kuchlanish pasayishi** – elektr uzatish liniyasining boshlanishi va oxiridagi kuchlanishlar orasidagi geometrik farq, ya’ni bu kuchlanishlarning kompleks

qiymatlari ayirmasidir. Kuchlanish pasayishi vektor (kompleks) kattalikdir. 3.2,b-rasmda kuchlanish pasayishi vektori  $\vec{AB}$  vektordir:

$$\vec{AB} = \Delta \dot{U}_{12} = \dot{U}_1 - \dot{U}_2 = \sqrt{3} \dot{I}_{12} Z_{12} = \Delta U_{12} + j \delta U_{12}. \quad (3.21)$$

Kuchlanish pasayishining bo‘ylama tashkil etuvchisi  $\Delta U_{12}$  kuchlanish pasayishi vektorining haqiqiy sonlar o‘qidagi yoki  $\dot{U}_2$  vektori o‘qidagi proeksiyasi bo‘lib, 3.2,b-rasm bo‘yicha u qabul qilingan masshtabda  $AS$  kesmaning uzunligiga teng. Kuchlanish pasayishining ko‘ndalang tashkil etuvchisi  $\delta U_{12}$  esa kuchlanish pasayishi vektorining mavhum sonlar o‘qidagi proeksiyasi bo‘lib, 3.2,b-rasm bo‘yicha u  $SB$  kesmaning uzunligiga teng.

**Kuchlanish isrofi** – elektr uzatish liniyasining boshlanishi va oxiridagi kuchlanishlarning modullari orasidagi farqdir, ya’ni

$$\Delta U_{12} = |U_1| - |U_2|. \quad (3.22)$$

3.2,b-rasmda tasvirlangan vektor diagramma bo‘yicha kuchlanish isrofi qabul qilingan masshtabda  $AD$  kesma uzunligiga teng. Agar kuchlanish pasayishining ko‘ndalang tashkil etuvchisi  $\delta U_{12}$  kichik bo‘lsa (masalan,  $U_n < 110$  kV bo‘lgan tarmoqlarda) kuchlanish isrofini kuchlanish pasayishining bo‘ylama tashkil etuvchisiga teng deb hisoblash mumkin.

Elektr tarmoqlarining holatlarini hisoblash asosan yuklamalarning quvvatlari berilgan holatda olib boriladi. Shu sababli kuchlanish pasayishi, uning tashkil etuvchilari va kuchlanish isrofini liniyadagi quvvat oqimlari orqali ifodalash zarur bo‘ladi.

**Liniya oxirida quvvat va kuchlanish ma’lum bo‘lgan holat.** Kuchlanish pasayishi formulasidagi liniya toki  $\dot{I}_{12}$  ni liniyaning bo‘ylama qismi oxiridagi quvvat  $S_{12}^{(2)}$  va kuchlanish  $\dot{U}_2$  orqali ifodalaymiz:

$$\Delta \dot{U}_{12} = \dot{U}_1 - \dot{U}_2 = \Delta U_{12} + j \delta U_{12} = \sqrt{3} \dot{I}_{12} Z_{12} = \frac{S_{12}^{(2)}}{U_2} Z_{12}. \quad (3.23)$$

Agar kuchlanish  $\dot{U}_2$  vektorini 3.2,b-rasmdagidek haqiqiy sonlar o‘qi bo‘yicha yo‘naltirib, qolgan barcha vektorlarning yo‘nalishlarini unga nisbatan

belgilasak, kuchlanish pasayishi va uning tashkil etuvchilari uchun qo‘yidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\Delta U_{12}^{(2)} + j\delta U_{12}^{(2)} = \frac{P_{12}^{(2)} - jQ_{12}^{(2)}}{U_2} (r_{12} + jx_{12}) = \frac{P_{12}^{(2)}r_{12} + Q_{12}^{(2)}x_{12}}{U_2} + j\frac{P_{12}^{(2)}x_{12} - Q_{12}^{(2)}r_{12}}{U_2}. \quad (3.24)$$

Hosil bo‘lgan tenglamaning haqiqiy va mavhum qismlarini alohida tenglashtirib, kuchlanish pasayishining bo‘ylama va ko‘ndalang tashkil etuvchilarining liniya oxiridagi ma’lumotlar bo‘yicha ifodalarini hosil qilamiz:

$$\Delta U_{12}^{(2)} = \frac{P_{12}^{(2)}r_{12} + Q_{12}^{(2)}x_{12}}{U_2}; \quad (3.25)$$

$$\delta U_{12}^{(2)} = \frac{P_{12}^{(2)}x_{12} - Q_{12}^{(2)}r_{12}}{U_2}. \quad (3.26)$$

Liniya boshlanishidagi kuchlanish:

$$\dot{U}_1 = U_2 + \Delta \dot{U}_{12}^{(2)} + j\delta \dot{U}_{12}^{(2)}; \quad (3.27)$$

Yuqoridagilarga muvofiq liniya boshlanishidagi kuchlanishning moduli va fazasi qo‘yidagicha aniqlanadi:

$$U_1 = \sqrt{(U_2 + \Delta U_{12}^{(2)})^2 + (\delta U_{12}^{(2)})^2}; \quad (3.28)$$

$$\delta_1 = \arctg\left(\frac{\delta U_{12}^{(2)}}{U_2 + \Delta U_{12}^{(2)}}\right). \quad (3.29)$$

**Liniyaning boshlanishida quvvat va kuchlanish berilgan holat.** Yuqorida ko‘rib o‘tilgan holatdagi singari liniya toki  $\dot{I}_{12}$  ni liniyaning bo‘ylama qismi boshlanishidagi quvvat  $\dot{S}_{12}^{(1)}$  va kuchlanish  $\dot{U}_1$  orqali ifodalasak, u holda ma’lum shakl almashtirishlardan so‘ng liniyada kuchlanish pasayishining bo‘ylama va ko‘ndalang tashkil etuvchilari uchun liniya boshlanishidagi ma’lumotlar bo‘yicha ifodalarni hosil qilamiz:

$$\Delta U_{12}^{(1)} = \frac{P_{12}^{(1)}r_{12} + Q_{12}^{(1)}x_{12}}{U_1}; \quad (3.30)$$

$$\delta U_{12}^{(1)} = \frac{P_{12}^{(1)}x_{12} - Q_{12}^{(1)}r_{12}}{U_1}. \quad (3.31)$$

Liniya oxiridagi kuchlanish:

$$\dot{U}_2 = U_1 - \Delta \dot{U}_{12}^{(1)} - j\delta \dot{U}_{12}^{(1)}. \quad (3.32)$$

Yuqoridagilarga muvofiq liniya oxiridagi kuchlanish moduli va fazasi qo‘yidagicha aniqlanadi:

$$U_2 = \sqrt{(U_1 - \Delta U_{12}^{(1)})^2 + (\delta U_{12}^{(1)})^2}; \quad (3.33)$$

$$\delta_2 = \arctg\left(\frac{\delta U_{12}^{(1)}}{U_1 - \Delta U_{12}^{(1)}}\right). \quad (3.34)$$

3.2,b- rasmda tasvirlangan kuchlanishlar vektor diagrammasidan ko‘rinadiki, kuchlanish pasayishining ko‘ndalang tashkil etuvchisi  $\delta U_{12}$  kichiklashgan sari kuchlanish isrofi kuchlanish pasayishining bo‘ylama tashkil etuvchisiga yaqinlashib boradi. Shu sababli 110 kV va undan past kuchlanishli tarmoqlarni hisoblashda ushbu tashkil etuvchi etarlicha kichik bo‘lganligi sababli liniya oxiridagi ma’lumotlar bo‘yicha hisoblashlarda

$$\Delta U_{12} \approx \Delta U_{12}^{(2)} = \frac{P_{12}^{(2)} r_{12} + Q_{12}^{(2)} x_{12}}{U_2}, \quad (3.35)$$

liniya boshlanishidagi ma’lumotlar bo‘yicha hisoblashlarda esa

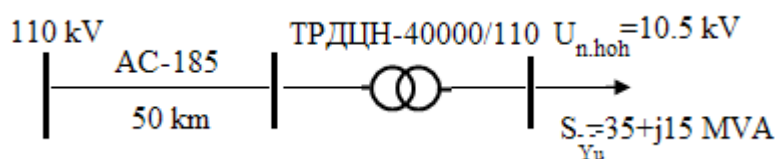
$$\Delta U_{12} \approx \Delta U_{12}^{(1)} = \frac{P_{12}^{(1)} r_{12} + Q_{12}^{(1)} x_{12}}{U_1} \quad (3.36)$$

qabul qilinadi.

### 3.3 Elektr tarmoqlarida kuchlanishni rostdash usullarini tadqiq qilish

#### Transformatorlarning transformatsiyalash koeffisientlarini o‘zgartirib rostdash

Yuqorida ko‘rib o‘tilgan podstansiyalarda kuchlanishni rostdash usulining samaradorligi bilan sxemasi 3.3- rasmda keltirilgan elektr tarmog‘ida podstansiyaning pastki tomonida kuchlanishni rostdash misolida tanishamiz.



3.3-rasm

Kuchlanishni pasaytiruvchi podstantsiyaning pastki tomonida  $U_{n\ hoh}=10.5$  kV kuchlanishni transformatorning transformatsiyalash koeffitsientini tanlash hisobiga rostlash talab etiladi.

Transformator kuchlanishni yuklama ostida rostlovchi YuOR  $\pm 9 \times 1,78$  tipidagi qurilma bilan jihozlangan.

Elektr tarmoqni almashtirish sxemasi tuzamiz va uning parametrlarini topamiz.

Liniya o'tkazgichining markasi AC-185.

Uning solishtirma parametrlari:  $r_0=0.17$  Om/km,  $x_0=0.409$  Om/km/,  $b_0=2.82 \cdot 10^{-6}$  Sm/km. Liniyaning uzunligi:  $l=50$  km.

Liniya almashtirish sxemasining parametrlarini topamiz:

$$r_l=r_0 \cdot l=0.17 \cdot 50=8.5 \text{ Om}$$

$$x_l=x_0 \cdot l=0.409 \cdot 50=20.45 \text{ Om}$$

$$b_l=b_0 \cdot l=2.82 \cdot 10^{-6} \cdot 50=0.141 \cdot 10^{-3} \text{ Sm}$$

$$Q_s=U_N^2 \cdot b_l=110^2 \cdot 0.141=1.706 \text{ MVar}$$

Transformator markasi TPДНЦ-40000/110

$U_{Yuk}=115$  kV  $U_{PK}=10.5$  kV  $U_k=10.5\%$   $i=0.5$   $\Delta P_{S.I}=120$  kVt  $\Delta P_{QT}=265$  kVt

$$R_T = \frac{\Delta P_{QT} \cdot U_N^2}{S_N^2} = \frac{265 \cdot 115^2}{40^2} = 2.19, \text{ Om} \quad X_T = \frac{U_k \% \cdot U_N^2}{100 S_N} = \frac{10.5 \cdot 115^2}{100 \cdot 40} = 34.72 \text{ Om}$$

$$\Delta P_{ST} = \Delta P_{S.I} = 0.12, \text{ MVt} \quad \Delta Q_{ST} = \frac{I_{S.I} \% \cdot S_N}{100} = \frac{0.5 \cdot 40}{100} = 0.2 \text{ MVar},$$

bu yerdagi

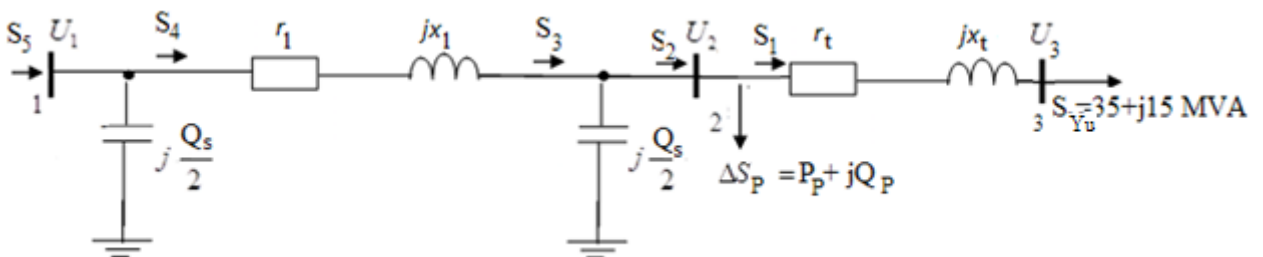
$\Delta P_{QT}$  – qisqa tutashish isrofi, MVt

$U_k \%$  - qisqa tutashuv kuchlanishi, %  $U_N$

$\Delta P_{S.I}$  - salt ishlash isrofi, MVt

$I_{S.I} \%$  - salt ishlash toki, %  $I_N$

Elektr tarmoqning almashtirish sxemasini chizamiz (3.4-rasm)



3.4-rasm

Elektr tarmog'ining holatini hisoblaymiz.

$$\Delta P_T = \frac{P_T^2 + Q_T^2}{U_N^2} \cdot R_T = \frac{35^2 + 15^2}{110^2} \cdot 2.19 = 0.262 \text{ MVt}$$

$$\Delta Q_T = \frac{P_T^2 + Q_T^2}{U_N^2} \cdot X_T = \frac{35^2 + 15^2}{110^2} \cdot 34.72 = 4.16 \text{ MVAr}$$

$$\Delta S = 0.262 + j4.16 \text{ MVA}$$

$$S_1 = S_{Yu} + \Delta S_T = (35 + j15) + (0.262 + j4.16) = 35.262 + j19.16 \text{ MVA}$$

$$S_2 = S_1 + \Delta S_{pul} = (35.262 + j19.16) + (0.12 + j0.2) = 35.382 + j19.36 \text{ MVA}$$

Liniyaning oxirida hosil bo'lgan zaryad quvvatini hisobga olamiz:

$$S_3 = S_2 + \frac{Q_S}{2} = (35.382 + j19.36) - j \frac{1.706}{2} = 35.382 + j18.507 \text{ MVA}$$

Liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_L = \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_N^2} \cdot R_L = \frac{35.382^2 + 18.507^2}{110^2} \cdot 8.5 = 1.12 \text{ MVt}$$

$$\Delta Q_L = \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_N^2} \cdot X_L = \frac{35.382^2 + 18.507^2}{110^2} \cdot 20.45 = 2.69 \text{ MVAr}$$

$$S_4 = S_3 + \Delta S_L = (35.382 + j18.507) + (1.12 + j2.69) = 36.502 + j21.197 \text{ MVA}$$

Liniyaning boshida generatsiya qilinayotgan quvvatni hisobga olamiz:

$$S_5 = S_4 + \frac{Q_S}{2} = (36.502 + j21.197) - j \frac{1.706}{2} = 36.502 + j20.344 \text{ MVA}$$

Kuchlanish yo'qotilishini aniqlash

Liniyadagi kuchlanish yo'qolishi:

$$\Delta U_{1-2} = \frac{P_4 \cdot R_L + Q_4 \cdot X_L}{U_N} = \frac{36.502 \cdot 8.5 + 21.197 \cdot 20.45}{110} = 6.76 \text{ kV}$$

2- tugundagi keltirilgan kuchlanish:

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{1-2} = 110 - 6.76 = 103.24 \text{ kV}$$

Transformatoridagi kuchlanish yo'qolishi:

$$\Delta U_{2-3} = \frac{P_1 R_T + Q_1 X_T}{U_2} = \frac{35.262 \cdot 2.19 + 19.16 \cdot 34.72}{103.24} = 7.2 \text{ kV}$$

Podstansiyaning PK tomonidagi kuchlanish:

$$U_3 = U_2 - \Delta U_{2-3} = 103.24 - 7.2 = 95.04 \text{ kV}$$

Shohobcha kuchlanishi:

$$U_{shoh} = \frac{U_3 \cdot U_{PK}}{10.5} = \frac{95.04 \cdot 10.5}{10.5} = 95.04 \text{ kV}$$

Shohobchanning standart kuchlanishini tanlaymiz

$$U_{st} = 96.55 \text{ kV}$$

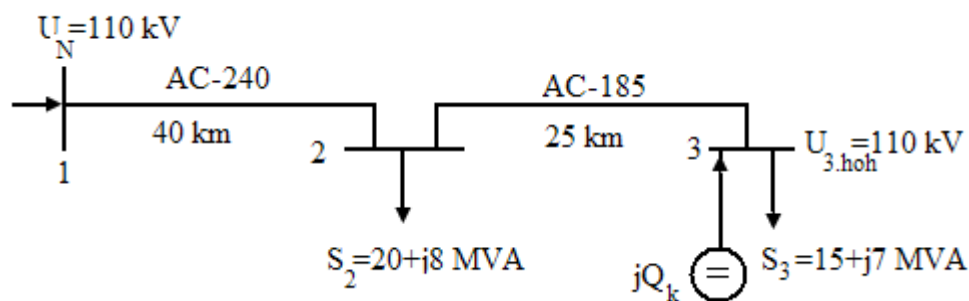
Podstansiyaning PK tomonidagi hohlangan kuchlanish:

$$U_{N.hoh} = \frac{U_3}{K_T} = \frac{95.64}{96.55} \cdot 10.5 = 10.5 \text{ kV}.$$

Shunday qilib ushbu holatda podstansiyaning paski tomonida kuchlanishning talab etilgan qiymati 10,5 kV transformator transformatsiyalash koeffitsienti  $K_t=96,55/10,5$  bo'lganda ta'minlanadi.

### Tarmoqning reaktiv qarshiligini kompensatsiyalab rostdash

Kuchlanishni elektr tarmoqning reaktiv qarshiligi kompensatsiyalab rostdash usulining samaradorligi bilan sxemasi 3.5- rasmda keltirilgan elektr tarmog'ining oxirgi punktida 110 kV kuchlanishni ta'minlash masalasida tanishib o'tamiz.



3.5- rasm

Elektr tarmoqni almashtirish sxemasi tuzamiz va uning parametrlarini topamiz.

Liniya markasi AC-240  $r_0=0.13 \text{ Om/km}$   $x_0=0.401 \text{ Om/km}$   $b_0=2.85 \cdot 10^{-6}$

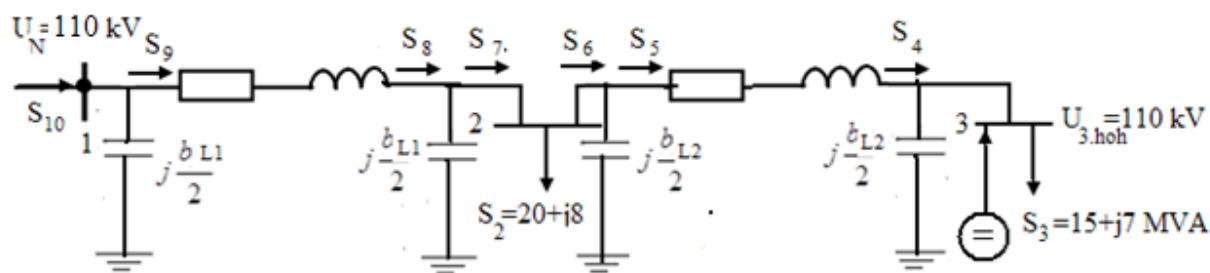
$\text{Sm/km}$   $l=40 \text{ km}$

$$R_{L1}=r_0 \cdot l=0.13 \cdot 40=5.2 \text{ Om}$$

$$X_{L1}=x_0 \cdot l=0.401 \cdot 40=16.04 \text{ Om}$$

$$b_{L1}=b_0 \cdot l=2.85 \cdot 10^{-6} \cdot 40=0.114 \cdot 10^{-3} \text{ Sm}$$

Elektr tarmoqning almashtirish sxemasi 3.6- rasmda keltirilgan.



3.6- rasm.

Elektr tarmoqning holatini hisoblaymiz:

$$1\text{-liniyaning zaryad quvvati: } Q_{S1} = U_N^2 \cdot b_{L1} = 110^2 \cdot 0.114 = 1.38 \text{ MVAr}$$

$$2\text{-liniyaning zaryad quvvati: } Q_{S2} = U_N^2 \cdot b_{L2} = 110^2 \cdot 0.0705 = 0.854 \text{ MVAr}$$

2-Liniyaning oxirida hosil bo'lgan zaryad quvvatini hisobga olamiz:

$$S_4 = S_3 + \frac{Q_{S2}}{2} = (15 + j7) - j \frac{0.854}{2} = 15 + j6.573 \text{ MVA}$$

Liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_{L2} = \frac{P_4^2 + Q_4^2}{U_N^2} \cdot R_{L2} = \frac{15^2 + 6.573^2}{110^2} \cdot 4.25 = 0.094 \text{ MVt}$$

$$\Delta Q_{L2} = \frac{P_4^2 + Q_4^2}{U_N^2} \cdot X_{L2} = \frac{15^2 + 6.573^2}{110^2} \cdot 10.225 = 0.23 \text{ MVAr}$$

$$S_5 = S_4 + \Delta S_{L2} = (15 + j6.573) + (0.094 + j0.23) = 15.094 + j6.803 \text{ MVA}$$

Liniyaning boshida generatsiya qilinayotgan quvvatni hisobga olamiz:

$$S_6 = S_5 + \frac{Q_{S2}}{2} = (15.094 + j6.803) - j \frac{0.854}{2} = 15.094 + j6.376 \text{ MVA}$$

$$S_7 = S_6 + S_2 = (15.094 + j6.376) + (20 + j8) = 35.094 + j14.376 \text{ MVA}$$

1-Liniyaning oxirida hosil bo'lgan zaryad quvvatini hisobga olamiz:

$$S_8 = S_7 + \frac{Q_{S1}}{2} = (35.094 + j14.376) - j \frac{1.38}{2} = 35.094 + j13.686 \text{ MVA}$$

Liniyadagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_{L1} = \frac{P_8^2 + Q_8^2}{U_N^2} \cdot R_{L1} = \frac{35.094^2 + 13.686^2}{110^2} \cdot 5.2 = 0.61 \text{ MVt}$$

$$\Delta Q_{L1} = \frac{P_8^2 + Q_8^2}{U_N^2} \cdot X_{L1} = \frac{35.094^2 + 13.686^2}{110^2} \cdot 16.04 = 1.88 \text{ MVAr}$$

$$S_9 = S_8 + \Delta S_{L1} = (35.094 + j13.686) + (0.61 + j1.88) = 35.704 + j15.566 \text{ MVA}$$

Liniyaning boshida generatsiya qilinayotgan quvvatni hisoblaymiz:

$$S_{10} = S_9 + \frac{Q_{S1}}{2} = (35.704 + j15.566) - j\frac{1.38}{2} = 35.704 + j14.876 \text{ MVA}$$

Kuchlanish yo'qotilishini aniqlash

1-2 oraliqdagi liniyadagi kuchlanish yo'qolishi:

$$\Delta U_{1-2} = \frac{P_9 \cdot R_{L1} + Q_9 \cdot X_{L1}}{U_N} = \frac{35.704 \cdot 5.2 + 15.566 \cdot 16.04}{110} = 3.96 \text{ kV}$$

2-tugundagi keltirilgan kuchlanish:

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{1-2} = 110 - 3.96 = 106.04 \text{ kV}$$

2-3 oraliqdagi liniyadagi kuchlanish yo'qolishi:

$$\Delta U_{2-3} = \frac{P_5 \cdot R_{L2} + Q_5 \cdot X_{L2}}{U_N} = \frac{15.094 \cdot 4.25 + 6.803 \cdot 10.225}{106.04} = 1.261 \text{ kV}$$

3-tugundagi keltirilgan kuchlanish:

$$U_3 = U_2 - \Delta U_{2-3} = 106.04 - 1.261 = 104.779 \text{ kV}$$

Talab etilgan  $U_{3\text{hoh}}=110 \text{ kV}$  hosil bo'lmasdan, kuchlanishni rostdash chorasini ko'rilmasa 2-tugunda 104,78 kV kuchlanish bo'lishini aniqladik.

Kuchlanishning talab etilgan qiymatini ta'minlash uchun ikkinchi liniyaga bo'ylama kompensasiyalovchi qurilma (BKQ) ulaymiz va uning 2- punktida talab etilgan 110 kV kuchlanishni ta'minlovchi qiymatini topamiz.

BKQning qiymatini oddiy tanlab olish usulida kompyuterda elektr tarmoqning barqarorlashgan holatini hisoblash dasturidan foydalanish asosida topamiz.

Elektr tarmoqning barqarorlashgan holatini kompyuterda hisoblash uchun tarmoq uchun dastlabki ma'lumotlarni quyidagi jadvallarda keltirilgan ko'rinishda shakllantiramiz.

Elektr tarmoqning shoxobchalari haqida ma'lumotlar.

i	j	$R_{i-j}$	$X_{i-j}$	$K^{\wedge}$	$K^{\wedge\wedge}$	$B_{i-j}$
1	2	5.2	16.04	1	0	0.000114
2	3	4.25	10.225	1	0	0.0000705

Elektr tarmoqning tugunlari haqida ma'lumotlar.

Tugun nomeri	Aktiv quvvat	Reaktiv quvvat	Nominal kuchlanish	$\delta$	$X_{sh}$
1	0	0	110	0	0
2	20	8	110	0	0
3	15	7	110	0	0

Hisoblashlarni «Rejim» dasturidan foydalanib amalga oshiramiz.

Elektr tarmoqning dastlabki holatini hisoblash natijalari quyidagi jadvallarda keltirilgan.

Tugunlar bo'yicha natijaviy ma'lumotlar.

N	U	$\delta$	P	Q
1	110	0.000	0.0000	0.0000
2	106.09	-2.41	20.000	8.000
3	104.83	-3.06	15.00	7.00

Shahobchalardagi quvvat oqimlari

I-J	P(I-J)	Q(I-J)	P(J-I)	Q(J-I)	DP(I-J)
1 2	35.76	15.85	-35.10	-13.82	0.66
2 3	15.10	6.86	-15.00	-6.61	0.10

Aktiv va reaktiv quvvat isroflari:  $\pi = 0.8$   $q=2.3$

BKQni ikkinchi liniyaga qo'yganimizda uning umumiy reaktiv qashiligi o'zgaradi. SHu sababli, BKQning qarshiligi aniqlash uchun ushbu liniyaning umumiy qarshiligini 2- punktdagi kuchlanish 110 kV ta'minlanguncha o'zgartirib boramiz.

Hisoblashlar natijasida bu liniyaning umumiy reaktiv qarshiligi  $x_{23}=-79.50$  Om bo'lganda,  $U_{3\text{hoh}}=110$  kV ta'minlanganligi aniqlandi.

Demak, BKQning sig'im qarshiligi

$$X_k=-79,5-10,2=-89,7 \text{ Om}$$

bo'lishi zarur.

Liniya 2-3 ga qarshiligi  $-89,7$  Om bo'lgan BKQ ulangan holatda elektr tarmoqning barqarorlashgan holatini hisoblash natidjasi quyidagi jadvallarda berilgan.

Tugunlar bo'yicha natijaviy ma'lumotlar.

N	U	$\delta$	P	Q
1	110	0.000	0.0000	0.0000
2	106.09	-2.46	20.000	8.000
3	110.0	3.53	15.00	7.00

Shahobchalardagi quvvat oqimlari

I-J	P(I-J)	Q(I-J)	P(J-I)	Q(J-I)	DP(I-J)
1 2	35.72	13.71	-35.09	-11.77	0.63
2 3	15.09	4.81	-15.00	-6.57	0.09

Aktiv va reaktiv quvvat isroflari:  $\pi = 0.7$   $q = 3.7$

### **Tarmoqning reaktiv quvvatini kompensasiyalab rostlash**

Ushbu holatda tarmoqning oxirida, ya'ni 3- tuguniga ulanib, u erda xohlangan kuchlanish 110 kV ni ta'minlovchi reaktiv quvvat kompensatorining quvvatini topish talab etiladi.

Ushbu masalani echish uchun ham avvalo yuqoridagi singari tarmoqning almashtirish sxemasini qurib, uning parametrlarini topamiz va so'ngra uning holatini hisoblaymiz. Natijada ushbu holatda ham yuqorida hosil bo'lgan kuchlanish 104,83 kV hosil bo'ladi.

Kompensatorning quvvatini aniqlash uchun 3- tugundagi reaktiv quvvatni u erda 110 kV kuchlanish ta'minlanadigan qiymati oddiy tanlab olish orqali topamiz:

$$Q_3 = -14 \text{ MVAr.}$$

Ushbu holatda tarmoqning barqarorlashgan holatlarini hisoblash natijalari quyidagi jadvallarda berilgan.

Tugunlar bo'yicha natijaviy ma'lumotlar.

N	U	$\delta$	P	Q
1	110	0.000	0.0000	0.0000
2	109.24	-2.87	20.000	8.000
3	109.98	-3.89	15.00	-14

Shahobchalardagi quvvat oqimlari

I-J	P(I-J)	Q(I-J)	P(J-I)	Q(J-I)	DP(I-J)
1 2	35.76	-5.43	-35.15	7.6	0.56
2 3	15.15	-14.06	-15.00	14.43	0.15

Aktiv va reaktiv quvvat isroflari:  $\pi = 0.7$   $q=2.1$

Shunday qilib, 3- tugunda kuchlanishning talab etilgan qiymati qiymati 110 kV ta'minlanishi uchun u yerga ulanuvchi kompensator

$$Q_k = -14 - 7 = -21 \text{ MVAr quvvat berishi zarur.}$$

### 3.4. Kuchlanishni rostdash usullarining samaradorligini iqtisodiy jihatdan solishtirish

Elektr tarmoqlarida kuchlanishni taransformatorlarning transformatsiyalash koeffisientlarini rostdash hisobiga roslash deyarli iqtisodiy xarajatlarni talab etmaydi. Chunki banday podstansiyalarda o'rnatilgan transformatorlar odatda kuchlanishni rostlovchi qurilmalar bilan jihozlangan bo'ladi va ularning holatlarini avtomatik tarzda rostlanishi mumkin.

Yuqorida ko'rib o'tilgan ikkita keyingi usullar mos kapital va ishlatish xarajatlarini talab etadi. Shu sababli ulardan qay birini tanlash masalasini ularni texnik-iqtisodiy jihatdan solishtirish asosida aniqlash mumkin.

Yuqorida ko'rib o'tilgan misol uchun ushbu usullarning samaradorligini iqtisodiy jihatdan solishtirib ko'ramiz.

Demak, reaktiv quvvatni kompensasiyalash usulida rostdash uchun liniyaga qarshiligi -89,7 Omdan kichik bo'lmagan BKQni o'rnatish lozim. Bundan kelib chiqqan holda qo'llanmadan KC-21,05-60 BKQni tanlaymiz.

Yuqoridagi singari kuchlanishni rostdashning reaktiv quvvatni kompensasiyalash orqali tanlash usuli qo'llanilganda 3- tugunda nominal quvvati 21 MVAr dan kichik bo'lmagan kompensator o'rnatilishi lozim. Demak, bu yerga KC-25000/11 tipidagi sinxron kompensatorni tanlaymiz.

Texnik iqtisodiy jihatdan solishtirish uchun. Har ikkala holat uchun alohida iqtisodiy ko'rsatkichlar – kapital mablag'lar, ekspluatasiya (ishlatish) xarajatlari va uar asosida keltirilgan xarajatlarni hisoblaymiz. Hisoblash natijalari quyidagi jadvallarda keltirilgan.

**Kuchlanishni reaktiv qarshilikni kompensasiyalash orqali rostdash usuli qo'llanilgandagi iqtisodiy ko'rsatkichlar**

	Nomi	Donasini narxi ming sh.b.	soni	Umumiy narxi, ming sh.b.
I	Kapital mablag': Bo'ylama kompensator qurilmasi KC-21,05-60	155	1	155
	Jami kapital harajatlar: K			155
II	Yillik eksplotatsiya harajatlari: 1. Amortizatsiya harajatlar: $U_a = 0.064 \cdot K$			9.92
	2. Elektr tarmoqlariga hizmat ko'rsatish harajatlari: $U_x = 0.02 \cdot K$			3.1
	3. Elektr energiya isrofini qoplash uchun ketadigan harajatlar: $U_{\Delta W} = \beta \cdot \Delta W_{vil}$	0.000018	2387.65	0.0429777
	Jami eksplotatsiya harajatlar: $U = U_a + U_x + U_{\Delta W}$			13.0629777
III	Keltirilgan harajatlar: $S = \alpha \cdot K + U \quad \alpha = 0.12$			31.6629777

Kuchlanishni reaktiv quvvatni kompensasiyalash orqali rostdash usuli  
qo'llanilgandagi iqtisodiy ko'rsatkichlar

	Nomi	Donasini narxi ming sh.b.	soni	Umumiy narxi, ming sh.b.
I	Kapital mablag':			
	sinxron kompensator KC-25	210	1	210
	uzgich yacheykasi (10 kV)	12	1	12
	Jami kapital harajatlar: K			222
II	Yillik eksplotatsiya harajatlari:			
	1. Amortizatsiya harajatlar: $U_a = 0.064 \cdot K$			14.208
	2. Elektr tarmoqlariga hizmat ko'rsatish harajatlari: $U_x = 0.02 \cdot K$			4.44
	3. Elektr energiya isrofini qoplash uchun ketadigan harajatlar: $U_{\Delta W} = \beta \cdot \Delta W_{vil}$	0.000018	2387.65	0.0429777
	Jami eksplotatsiya harajatlar: $U = U_a + U_x + U_{\Delta W}$			18.6909777
	Keltirilgan harajatlar: $S = \alpha \cdot K + U \quad \alpha = 0.12$			45.3309777

$$T_{max} = 5000 \text{ soat}$$

$$\tau = \left( 0.124 + \frac{T}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left( 0.124 + \frac{5000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 3410.93$$

$$\Delta\pi = \pi_2 - \pi_1 = 0.8 - 0.7 = 0.1 \text{ MVt} = 100 \text{ kVt}$$

$$\Delta W = \Delta\pi \cdot \tau = 100 \cdot 3410.93 = 341093 \text{ kVtsoat}$$

Shunday qilib, ushbu ko'rib o'tilgan misolda solishtirilgan ikkita kuchlanishni rostdash usullaridan ikkinchisi iqtisodiy jihatdan samarali ekanligi aniqlandi. Demak, kuchlanishni reaktiv quvvatni kompensasiyalab rostdash usuli reaktiv qarshilikni kompensasiyalab rostdash usuliga nisbatan arzon hisoblanadi.

### 3.5. Kuchlanishni rostlovchi parametrlarning optimal qiymatlarini tanlash

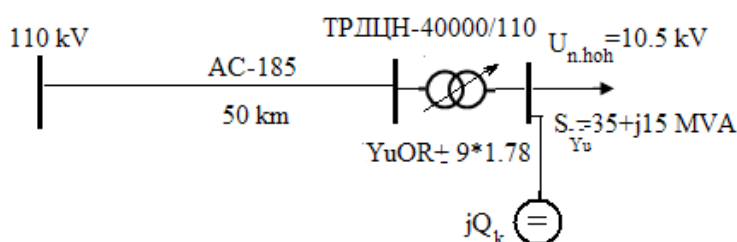
Elektr tarmoqlarida kuchlanishning qiymatini rostdash natijasida undagi aktiv quvvat isrofi ham o'zgaradi. Shu sababli ko'pgina hollarda elektr tarmoqlarida kuchlanishni rostdash masalasi ularning holatlarini optimallashtirish

masalasi bilan birga yoki aksincha elektr tarmoqning holatini optimallashtirish masalasi kuchlanishni oshirish masalasi bilan bog'liqda echiladi.

Ma'lumki, kuchlanishning ruxsat etilgan qiymati deyilganda uning bitta konkret qiymati emas, balki uning ma'lum qiymatlari oralig'i tushuniladi. Bunday hollarda kuchlanishni oshiruvchi parametrning ham muayyan qiymatlari oralig'i haqida gapirish mumkin. Boshqacha aytganimizda kuchlanishning bu oralqdagi ruxsat etilgan qiymatlariga oshiruvchi parametrning ham qiymatlari oralig'i mos keladi. Ikkinchi tomondan oshiruvchi parametrning har xil ruxsat etilgan qiymatlarida tarmoqdagi aktiv quvvat isrofi turlicha bo'ladi. Bunday holatlarda albatta ushbu qiymatlar orasidan isrofnings qiymati eng kichik bo'lgan qiymatni o'rnatish iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi.

Quyida oddiy elektr tarmog'i sxemasi misolida ushbu masalaning mohiyati va uni yechishning samaradorligini tadqiq qilamiz.

Elektr tarmog'ining sxemasi 3.7- rasmda keltirilgan.



3.7- rasm

Podstansiyaning pastki tomonida kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatlari oralig'i 10-11 kV. u yerda reaktiv quvvat kompensatori mavjud. Mos holda kuchlanishni ikkita yo'l bilan – transformatorning transformatsiyalash koeffitsientini o'zgartirish va reaktiv quvvatni kompensatsiyalash orqali oshirish mumkin.

Transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti va kompensatorning reaktiv quvvatini optimal qiymatlarini topish talab etiladi.

Transformatsiyalash koeffitsientlarining nominal qiymati  $K_t=115/10,5$  da oddiy tanlab olish yo'li bilan kompensatorning podstansiyaning pastki tomonida

kuchlanishning chegaraviy ruxsat etilgan qiymatlari 10 kV va 11 kV ni ta'minlash uchun berishi zarur bo'lgan reaktiv quvvatlarni aniqlaymiz. Natijada 10 kV kuchlanish ta'minlanishi uchun kompensatorning reaktiv quvvati - 3 MVA<sub>r</sub>, 11 kV kuchlanish ta'minlanishi uchun esa -14 MVA<sub>r</sub> bo'lishi zarurligi aniqlandi. Ushbu holatlarda elektr tarmoqning holatini hisoblash natijalari quyidagi jadvallarda keltirilgan.

$Q_k = -3 - 7 = -10$  MVA<sub>r</sub> bo'lgan holatda.

N	U'	U''	P	Q
1	112.2375	-0.0561	0.0000	0.0000
2	10.2239	-0.1535	35.000	3.0000

Aktiv va reaktiv quvvat isroflari:  $\pi = 1.05005$   $q = 5.41246$

$Q_k = -14 - 7 = -21$  MVA<sub>r</sub> bo'lgan holatda.

N	U'	U''	P	Q
1	112.6057	-0.0573	0.0000	0.0000
2	10.8931	-0.1538	35.000	5.0000

Aktiv va reaktiv quvvat isroflari:  $\pi = 1.05005$   $q = 5.41245$

Kompensator reaktiv quvvatining aniqlangan ushbu oraliq qiymatlarida tarmoqdagi aktiv quvvat isrofi turlicha. Kuchlanish esa ruxsat etilgan 10-11 kV oraliqda. Demak, ushbu holatda kompensatorning tarmoqdagi aktiv quvvat isrofini minimal qiymati ta'minlanadigan quvvatini o'rnatish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Uning bunday qiymatini oddiy tanlab olish usulida aniqlashimiz mumkin.

Quyidagi jadvallarda kompensatorning reaktiv quvvatini optimal qiymatida tarmoqning holatini hisoblash natijasi keltirilgan.

Algoritm asosida elektr tarmoqdagi quvvat isroflarini optimallashtirish uchun quyidagi qiymatlarni kiritamiz. Bular boshlang'ich parametrlar deb ataladi:

Tugunlar soni (balanslovchi tugundan tashqari)	Shahobchalar soni	Balanslovchi tugunning kuchlanishi	Aniqlik darajasi
2	2	115	0.001

Shahobchalar haqida ma'lumot

i	j	$R_{i-j}$	$X_{i-j}$	$K'$	$K''$	$B_{i-j}$
0	1	8.5	20.45	1	0	0.000141
1	2	2.19	34.72	10.95	0	0

Bu yerda,  $R_{i-j}$  – shahobchanning aktiv qarshiligi;

$X_{i-j}$  – shahobchanning reaktiv qarshiligi;

$K'$  - transformatsiyalash koeffitsientining real qismi;

$K''$  - transformatsiyalash koeffitsientining mavhum qismi.

Tugunlar haqida ma'lumot

Tugun nomeri	Aktiv quvvat	Reaktiv quvvat	Nominal kuchlanish	$\delta$	$X_{sh}$
1	0	0	110	0	0
2	35	15	10.5	0	0

VC- dasturi orqali quyidagi natijalarga erishamiz:

N	U	$\delta$	P	Q
1	108.5389	-0.0449	0.0000	0.0000
2	9.3210	-0.1518	35.000	15.0000

Shahobchalardagi quvvat oqimlari

I-J	P(I-J)	Q(I-J)	P(J-I)	Q(J-I)	DP(I-J)
0 1	36.465	21.793	-35.305	-19.002	1.16
1 2	35.305	19.833	-35.000	-15.000	0.305

Aktiv va reaktiv quvvat isroflari:  $\pi = 1.46468$   $q = 7.62319$

Transformatsiyalash koefitsientini o'zgartirish orqali minimum isrofni hosil qilishimiz kerak shu sababli keying hisob  $K_t=9.783$  bo'lganda minimal isrofga erishamiz:

i	j	$R_{i-j}$	$X_{i-j}$	$K^{\wedge}$	$K^{\wedge\wedge}$	$B_{i-j}$
0	1	8.5	20.45	1	0	0.000141
1	2	2.19	34.72	9.783	0	0

N	U	$\delta$	P	Q
1	108.5390	-0.0449	0.0000	0.0000
2	10.4329	-0.1518	35.000	15.0000

Shahobchalardagi quvvat oqimlari

I-J	P(I-J)	Q(I-J)	P(J-I)	Q(J-I)	DP(I-J)
0 1	36.465	21.793	-35.305	-19.002	1.16
1 2	35.305	19.833	-35.000	-15.000	0.305

Aktiv va reaktiv quvvat isroflari:  $\pi = 1.46468$   $q=7.62319$

1-topshiriq bo'yicha sinxron kompensator o'rnatilganda hosil bo'lgan isrofn ko'ramiz:

i	j	$R_{i-j}$	$X_{i-j}$	$K^{\wedge}$	$K^{\wedge\wedge}$	$B_{i-j}$
0	1	8.5	20.45	1	0	0.000141
1	2	2.19	34.72	10.95	0	0

Tugun nomeri	Aktiv quvvat	Reaktiv quvvat	Nominal kuchlanish	$\delta$	$X_{sh}$
1	0	0	110	0	0
2	35	-5	10.5	0	0

VC- dasturi orqali quyidagi natijalarga erishamiz:

N	U	$\delta$	P	Q
1	112.6057	-0.0573	0.0000	0.0000
2	10.3141	-0.1538	35.000	-5.000

Shahobchalardagi quvvat oqimlari

I-J	P(I-J)	Q(I-J)	P(J-I)	Q(J-I)	DP(I-J)
0 1	36.050	-0.481	-35.215	2.491	0.835
1 2	35.215	-1.598	-35.000	5.000	0.215

Aktiv va reaktiv quvvat isroflari:  $\pi = 1.05005$   $q=5.41246$

Yuqoridagi jadvaldan isrofnı minimallashtirish uchun sinxron kompensator o'rnatilganda transformatsiyalash koefsiyentini o'zgartirib erishamiz:

i	j	R <sub>i-j</sub>	X <sub>i-j</sub>	K <sup>^</sup>	K <sup>^^</sup>	B <sub>i-j</sub>
0	1	8.5	20.45	1	0	0.000141
1	2	2.19	34.72	10.757	0	0

Tugun nomeri	Aktiv quvvat	Reaktiv quvvat	Nominal kuchlanish	$\delta$	X <sub>sh</sub>
1	0	0	110	0	0
2	35	-5	10.5	0	0

VC- dasturi orqali quyidagi natijalarga erishamiz:

N	U	$\delta$	P	Q
1	112.6057	-0.0573	0.0000	0.0000
2	10.4992	-0.1538	35.000	-5.000

Shahobchalardagi quvvat oqimlari

I-J	P(I-J)	Q(I-J)	P(J-I)	Q(J-I)	DP(I-J)
0 1	36.050	-0.481	-35.215	2.491	0.835
1 2	35.215	-1.597	-35.000	5.000	0.215

Aktiv va reaktiv quvvat isroflari:  $\pi = 1.05005$   $q=5.41246$

Demak ko'rinib turibdiki sinxron kompensator yuq holatda isrof  $\pi = 1.46468$

bo'lsa sinxron kompensator o'rnatilganda isrof  $\pi = 1.05005$

#### 4. EKOLOGIYA

Inson hayoti u yashab kelayotgan ona zamin bilan chambarchas bog`liq. Chunki u yashil o`simliklar ishlab chiqaradigan kislorod bilan nafas oladi; shu zaminda yetishgan noz-ne`matlarni iste`mol qiladi; ona zamin bag`ridan qazib olinadigan neft, ko`mir, gaz hamda turli ma`danlardan o`z maqsadi yo`lida foydalanadi. Zaminimizda insonning mehnat va ijod qilishi, baxtli hayot kechirishi uchun hamma narsa mavjud.

Insonning bugungi hayoti, uning o`z hohishi va istaklari yo`lida amalga oshirayotgan buyuk olamshumul faoliyatiga nazar tashlaganimizda ona zaminimizning barcha boyliklari: uning tuprog`i, zilol suvlari, o`t-o`lanlari, hayvonlari, qazib olinayotgan behisob boyliklari, bepoyon cho`llari, tog`u-toshlari, o`rmonlari, hatto feruza osmoni ham faqat inson manfaatini ko`zlab yaratilganga o`xshaydi.

Ona zaminimiz boshqa barcha tirik mavjudotlar va inson uchun ham yaratuvchi, ham beshik hisoblanadi. Inson o`zining aql-idroki bilan boshqa tiriklikdan farq qiladi. Ana shu aql-idrok tufayli odam tabiatni o`ziga bo`ysundirib, uning ustidan hukmronlik qila boshladi. Yirik shaharlar va azim daryolar yo`lini to`sadigan ulkan inshootlarning qurilishi, qaqrab yotgan cho`llarning o`zlashtirilishi, shamoldan va hatto tovushdan ham tez uchar transport vositalarining bunyod etilishi, kosmik bo`shliqning zabt etilishi, umuman, so`nggi yillarda tobora jadallashib borayotgan ilmiy-texnika revolyutsiyasi insonning yaratuvchanlik faoliyati, uning aql-idroki natijasi hisoblanadi. Lekin fan-texnika va ishlab chiqarish vositalari tobora rivojlanib borayotgan davrda inson faoliyati tabiatga o`zining salbiy ta`sirini ko`rsata boshladi. Hozirgi davrda atmosfera, tuproq, suv muhitining ifloslanishi global tus oldi. Buning oqibatida insoniyat ekologik tanglik yoqasiga kelib qoldi.

Ekologik tanglik ikki azim daryo oralig`i-tarixiy Movarounnahr hududida joylashgan bizning mamlakatimizga ham tahdid solmoqda. Yaqin o`tmishda o`lkamiz yer-suv va tabiiy boyliklardan ko`r-ko`rona, rejasiz foydalanish, qishloq

xo`jaligi zararkunandalariga qarshi o`ta zaharli kimyoviy moddalarning ko`plab qo`llanilishi tuproq, suv va havoning ifloslanishiga, chuchuk suv zahiralarning keskin kamayishiga, xalqimiz salomatligining yomonlashuviga olib keldi. Davlatimiz Prezidenti I. Karimov o`zining «O`zbekiston XXI asr bo`sag`asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari» (1997) asarida aytganidek «Asrlar tutash kelgan bir pallada insoniyat, mamlakatimiz aholisi juda katta ekologik xavfga duch keldi. Buni sezmaslik, qo`l hovushtirib o`tirish o`z-o`zini o`linga mahkum etish bilan barobardir»

Inson hayotiga tabora ko`proq xavf solayotgan ekologik tanglikning oldini olish, hech bo`lmaganda, uning ta`sirini kamaytirish, tabiiy boyliklarni asrab-avaylash, ulardan ilmiy asosda oqilona foydalanishni talab etadi. Buning uchun davlatimiz kelajagi bo`lgan o`quvchi yoshlarning ekologik savodxonligini oshirish, ekologik madaniyatini rivojlantirish lozim.

#### Odam tomonidan yaratilgan ekosistemalar.

Agrotsenozlar tarkibi. O`rmon, cho`l, dasht, to`qay, dengiz, daryo va boshqalar-tabiiy ekosistemalar. Ulardagi hamjamoalar uzoq evolyutsiya davomida tabiiy yo`l bilan tarkib topgan. Bog`lar, hiyobonlar, ekin dalalari, poliz, o`tloq, ixota daraxtlari va odam tomonidan yaratilgan boshqa ekosistemalar-sun`iy ekosistemalar, ya`ni agrotsenozlar deb ataladi. Agrotsenozlarni odam yaratishi bilan birga ularni o`z maqsadiga binoan boshqarib turadi.

Agrotsenozga misol qilib g`o`za dalasini olamiz. Uning o`simlik qoplami asosan g`o`za, ba`zan ayrim begona o`tlar (g`umay, ajriq, ituzum) dan iborat. Hayvonlar turlari ham kam, asosan g`o`za zararkunandalari: o`simlik shiralari, xon qizi, tillako`z, g`o`za tunlami qurti, ayrim qandalalardan iborat. Ayrim yillari g`o`za tunlami va g`o`za shiralari soni keskin oshib ketadi. /o`za dalasi tuprog`ida ayrim hasharotlar qurtlari, tuproq nematodalari, dala chetidagi inlarda sichqonlar, chumolilar, o`rgimchaklar yashaydi. Sichqonlarni ba`zan tulkilar tutib eydi. Begona o`tlar urug`i bilan chumolilar va qushlar oziqlanadi, qushlar, hasharotlarni tutib eydi. Xon qizi va tilla ko`z shiralarni qiradi.

Tabiiy ekosistemalar uchun quyosh nuri-yagona energiya manbai hisoblanadi, Agrotsenozlar esa quyosh energiyasi bilan birga qo`shimcha energiya oladi. Odam tuproqni haydashi, unga o`g`it solishi, ekinni sug`orishi, chopiq qilib begona o`tlardan tozalashi, zararkunandalarga qarshi kurashishi energiya sarfi orqali boradi. Agrotsenozlar faqat qo`shimcha energiya sarfi orqali saqlanib qolishi va hosil berishi mumkin.

Biogeotsenozlar turlar son jihatidan xilma-xil bo`lgan barqaror sistema bo`lib, ularning tarkibi tabiiy sharoit ta`sirida o`zaro raqobat asosida tanlanadi. Agrotsenozlarda turlar soni odam tomonidan cheklab turiladi. Producersentlar asosan 1-2 turdan iborat. Konsumentlar ham mazkur producersentlar hisobidan oziqlanadigan turlardan iborat. Lekin agrotsenozlar ayni paytda tur individlari sonining juda ko`pligi va ko`p biomassa hosil qilish bilan farq qiladi.

#### Odam faoliyatining biosferaga ta`siri

Odam-biosferaning tarkibiy qismi bo`lib, unda mavjud bo`lgan tirik organizmlarning bir turidir. U o`z hayoti uchun zarur bo`lgan barcha narsalar: suv, havo, oziq-ovqat va energiya resurslarini biosferadan olib, unga o`z faoliyati natijasida hosil bo`ladigan turli chiqindilarni chiqaradi. Odamning bu faoliyati uzoq davr mobaynida biosferadagi muvozanatni buzmagani. Lekin odam aql-idroki tufayli fan va texnikaning rivojlanib borishi tufayli tabiatga ta`siri ham kuchaya borgan. Hozir inson qudratli texnika yordamida milliard tonnalab rudalar, neft, toshko`mir va boshqa foydali qazilmalarni qazib oladi. Suniy suv havzalari va kanallar qazib, daryolar o`zanini o`zgartiradi. /oyat qudratli energiya va texnikaga ega bo`lgan inson biosferadagi jarayonlarga ta`sir etadigan va ularni o`zgartira oladigan eng asosiy kuchga aylandi. Ana shu tariqa biosfera evolyutsiya davomida noosferani hosil qildi. Noosfera-ya`ni, inson aql-idroki sferasi termini dastlab frantsuz matematigi va faylasufi E. Loruna tomonidan 1927 yilda taklif etgan. Keyinchalik bu talimotni rus olimi V. I. Vernadskiy asoslab bergan. Inson faoliyati endilikda biosfera chegarasidan ham chiqib ketdi. Uning oyog`i oyga etdi. U yaratgan teleskoplar va kosmik apparatlar Venera, Mars kabi planetalar va butun kosmik bo`shliqni tadqiq qilmoqda. SHuning bilan birga inson faoliyati

biosferadagi tabiiy jarayonlarga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Tabiiy muhitni har xil chiqindilar va zaharli moddalar bilan ifloslanishi faqat biosferaga emas, balki inson hayotiga ham katta havf solmoqda.

#### Odam faoliyatining atmosfera va suv zahiralari ta'siri

Planetamiz atmosferasi Er massasining milliondan bir qismini tashkil etadi. Lekin atmosfera biosferadagi jarayonlarga juda katta ta'sir etadi. Atmosfera planetamizning issiqlik rejimini belgilab beradi hamda uni kosmik va ultrabinafsha nurlarining halokatli ta'siridan himoya qiladi. Atmosfera tsirkulyatsiyasi muayyan hududlar iqlimiga va u orqali daryolardagi suv rejimi, tuproq va o'simliklarga ta'sir ko'rsatadi.

Atmosferaning antropogen ifloslanishi neft, toshko'mir kabi tabiiy yoqilg'ilarning yonishi bilan bog'liq. 19-asr oxiri va 20-asr boshlarida atmosferaga chiqariladigan yonish mahsulotlarini o'simliklar deyarli to'liq o'zlashtirgan. Lekin yoqilg'i juda ko'p miqdorda ishlatila boshlangan hozirgi davrda atmosferada yonishning zaharli mahsulotlari kontsentratsiyasi tobora oshib bormoqda. Ular orasida oltingugurt oksidi, vodorod sulfid, uglerod oksidi-is gazi ayniqsa zaharli hisoblanadi.

Atmosferada oltingugurt oksidi, ayniqsa, mis, ftor, alyuminiy eritish zavodlari yaqinida ko'proq bo'ladi. Oltingugurt oksidi o'simliklar bargidagi xlorofillni emiradi; guldagi changdonlarning etilishga salbiy ta'sir ko'rsatadi; barglarni qurib, to'kilishiga olib keladi. Oltingugurt oksidining bir qismi oltingugurt angidridigacha oksidlanadi hamda suvda erib kislotaga aylanadi va u Yer yuziga kislotali yomg'ir bo'lib yog'iladi. Kislotali yomg'irlar organizmlar va binolarga zarar etkazadi, o'simliklar o'sishi uchun zarur bo'lgan chirindilar (gumus) ni tuproqdan yuvib ketadi. Bundan tashqari tuproqda kaltsiy, magniy, kaliy tuzlari ham kamayadi. Buning oqibatida tuproqning unumdorligi pasayadi. Kislotali yomg'ir suv havzalaridagi jonivorlarni ham qirib yuborishi mumkin.

Har yili ko'mir, neft, gaz va boshqa yoqilg'ilarni yoqilishi tufayli atmosferaga milliardlab tonna karbonat angidrid ajralib chiqadi. Bu gazning tahminan yarmini yashil o'simliklar o'zlashtiradi va okean suviga yutiladi, qolgan qismi atmosferada

qoladi. Shuning uchun atmosferadagi karbonat angidrid miqdori so`ngi o`n yil davomida 10% ga ortgan. Karbonat angidrid qo`yosh energiyasini kosmik bo`shliqqa qaytarilishiga to`squinlik qilib, parnik effektiga sabab bo`ladi . Bu holat er yuzida haroratning asta-sekin ko`tarilishiga olib kelishi mumkin.Sanoat korxonalari, avtomobillar va boshqa transport vositalari yoqadigan yonilg`idan atmosferaga azot oksidlari, qo`rg`oshin (har bir avtomobil bir yilda 1 kg qo`rg`oshin chiqaradi), kadmiy, simob, boshqa metallar birikmalari, atsetilen, etilen, metan, propan, toluol, benzopiren va boshqa uglevodorodlar ajralib chiqadi. Bu gazlar atmosferadagi suv tomchilari bilan birga zaharli tuman-smog hosil qiladi. Havodagi suyuq va qattiq chang zarrachalari er yuzasiga tushadigan qo`yosh radiatsiyasining kamayishiga olib keladi. Yonish mahsulotlaridan azot oksidlari va sovutgichlarda foydalaniladigan freonning ko`payishi atmosferaning yuqori qatlamidagi azon qavatini yupqalashib, emirilishiga olib keladi. 20-asrning 80-yillarida dastlab Antarktida, so`ngra Shimoliy qutb ustidagi azon qavatida teshik hosil bo`lganligi to`g`risida tashvishli xabarlar paydo bo`la boshladi. Azon qavatidagi bunday teshiklar Skandinaviya, Rossiya va Kanada ustida paydo bo`lishi mumkin. Ultrabinafsha nurlar dozasining ortishi odamlar orasida teri raki, ko`z kataraktasi kabi kasalliklarning kuchayishiga, daraxtlarning zararlanishi, dengizlarimiz mahsuldorligining kamayishiga olib keladi.

Atmosfera havosining planetamiz miqyosida ifloslanishi ekosistemalarning tabiiy holatini, birinchi navbatda erning yashil qoplaminig yo`qolishiga olib keladi. Ayniqsa, yirik shaharlar va sanoat korxonalari joylashgan hududlardagi yashil o`simliklar ko`proq ziyon ko`radi.

Radioaktiv elementlar atom bombasi portlashidan so`ng, sanoat korxonalari va ilmiy tadqiqot laboratoriyalarining suyuq chiqindilari bilan tuproqqa tushishi mumkin. Atom elektr stantsiyalari, muzyororlar, suvosti kemalaridan e`tiborsizlik bilan foydalanish oqibatida yuz berishi mumkin bo`lgan holokatlar tuproqni uzoq vaqt davomida radioaktiv ifloslanishiga sabab bo`ladi. Radioaktiv moddalar tuproqdan o`simliklarga, ulardan odam hamda hayvonlar organizmiga o`tadi.

Tuproq kimyoviy tarkibining o`zgarishida qishloq xo`jaligida foydalaniladigan kimyoviy o`g`itlar, zararkunanda, kasalliklar va begona o`tlarga qarshi kurashda foydalaniladigan kimyoviy moddalar ham katta ahamiyatga ega. Zaharli moddalar tuproq, suv va suv tubidagi balchiqda to`planib boradi. Bu moddalar ekologik oziq zanjiri tarkibiga kirib, tuproqdan o`simlik va hayvonlarga, ulardan esa odam organizmiga o`tadi.

Orol dengizi va Orol bo`yi hududi ma`muriy jihatdan O`zbekiston (Qoraqalpog`iston) va Qozog`iston hududida joylashgan. Orol dengizining yarmidan ko`proq qismi O`zbekiston hududiga qarashli.

Orolbo`yi Amudaryo va Sirdaryoning quyi qismi hamda Orol dengizi atrofidagi hududlarni, shuningdek, dengiz sathining kasayishi natijasida uning shimoli-sharqiy va janubiy qismida vujudga kelgan Orol cho`lini o`z ichiga oladi.

Tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va biosferani muhofaza qilish

Tugaydigan tabiiy resurlar qayta tiklanadigan va qayta tiklanmaydigan resurslarga ajratiladi. Qayta tiklanadigan tabiiy resurslarga o`simliklar va hayvonat dunyosi, tuproq, ayrim foydali qazilmalar; qayta tiklanmaydigan resurlarga deyarlik barcha foydali qazilmalar (yoqilg`i, mineral xomashyolar) kiradi. Odam tabiiy resurslardan qadimdan o`z faoliyatida foydalanib kelgan. Inson yashash uchun faqat tabiiy muhitdan foydalanib qolmasdan o`zi uchun sun`iy muhit (shaharlar, qishloqlar, turar joylar, bog`lar, ekin maydonlari hordiq chiqarish joylari) ham yaratgan. Kishilik jamiyatining rivojlanishi bilan tabiiy resurslardan foydalaniladigan sohalar kengayib ularning ahamiyati ortib borgan.

Ekologik muammolar. 20- asrda yangi bosqichga ko`tarilgan ilmiy texnika revolyutsiyasi va er yuzi aholisi sonining o`sishi bir-birini istisno etadigan bir necha global muammoni keltirib chiqardi. Birinchidan, aholining oziq-ovqat mahsulotlariga, sanoatning xomashyoga talabini qondirish maqsadida qishloq xo`jaligi mahsulotlari ishlab chiqarishni ko`paytirish uchun ekin maydonlarini kengaytirish zarurligini faqat qishloq xo`jaligida foydalaniladigan er maydonlarini qisqartirish hisobidan aholi uchun zarur bo`lgan yangi uy joylar va sanoat korxonalarining qurilishi mumkinligi. Sanoat ishlab chiqarishning rivojlanishi o`z

navbatida biosferaning ifloslanishi, tabiiy resurslarning kamayib borishi bilan bog`liq bo`lgan juda muhim ekologik muammolarni paydo qildi.

Biosfera va ilmiy texnika rivojlanishi. Biosfera va qishloq xo`jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarish tejamkor texnologiyaga o`tkazish bilan bevosita bog`liq. Buning uchun quyidagilarni amalga oshirish zarur:

- qazib olingan tabiiy resurslardan to`liqroq foydalanish;
- iste`mol mahsulotlaridan qayta foydalanish;
- energiyaning chiqindisiz manbalari (quyosh, suvning kinetik energiyasi, permal suvlar, shamol energiyasi) dan foydalanish;
- ishlab chiqarish chiqindilarini meyoriy chegaradan oshirmaslik.

Chiqindisiz ishlab chiqarish texnologiyasini yaratish hozirgi davrda sanoat va qishloq xo`jaligini rivojlantirishning asosiy talabi hisoblanadi. Bunday texnologiya xomashyodan kompleks foydalaniladigan atrof muhitni chiqindilar bilan ifloslantirmaydigan yopiq ishlab chiqarish tsiklidan iborat.

Orol dengizini saqlab qolish uchun bir qancha loyihalar taklif etilgan:

- Kaspiy dengizi suvini nasoslar yordamida yuqoriga ko`tarib, Orol dengiziga oqizish;
- Sibir daryolari suvi bilan Orolni to`ldirish;
- Amudaryo, Sirdaryo boshlanadigan tog`lardagi muzliklarni eritish;
- Amudaryo va Sirdaryo hamda ular irmoqlari bo`ylab qurilgan suv omborlarini ochib yuborib, suvini dengizga oqizish;
- Orol dengizi ostida, taxminan 1-1,5 km chuqurlikda joylashgan juda katta er osti suvi zahirasini burg`ulab Orolni suv bilan to`ldirish;
- Amudaryo va Sirdaryo irmoqlarida sun`iy yomg`ir yog`dirish;
- kollektor suvlari, Sariqamish, Arnasay, Aydarko`l va tabiiy erosti suv zahiralari kanallar orqali Orol dengiziga oqizish;
- Kanallar va sug`orish tarmoqlarini beton va polimer bilan qoplab fil`tratsiyani kamaytirish orqali suvni tejash;

- Amudaryo va Sirdaryo deltasi, Orolning qurib qolgan tubini sho`rlanish va qurg`oqchilikka chidamli o`simliklar o`stirish (fitomelioratsiya) yordamida mustahkamlash.

Yuqoridagi fikrlardan kelib chiqqan holda men loyihalayotgan malakaviy bitiruv ishim “elektr tarmoqlaridagi isroflarni tugunlardagi kuchlanishlarni optimallashtirish orqali minimallashtirish” va uning atrof muhitga ta’siri uncha katta bo`lmasada, ammo elektr qurilmalari yuqori kuchlanishda bo`lganda atrof muhitga elektromagnit maydoni ta’siri bo`lishi mumkin. Bu atrof muhitga bo`layotgan salbiy ta’sirlarni oldini olish uchun men o`z loyihamga atrof muhitni himoyasi bo`yicha quyidagi chora tadbirlarni belgiladim:

- Yuqori kuchlanishli elektr qurilmalarida hosil bo`layotgan elektr maydoni ta’sirini oldini oladigan chora tadbirlarni loyihamning HFH bo`limida keltirganman.
- Maxsus ximoya vositalarini qo`llash va ximoya hududlarini tashkil etish.

Demak, meni loyihamga kiritgan atrof muhit muxofazasi bo`yicha chora tadbirlarim atrof muhitni sog`lomlashtirishga muhim ahamiyat kasb etadi.

## 5. HAYOT FAOLIYATI XAVFSIZLIGI

Hayotiy faoliyat xavfsizligi (HFX) fanining diqqat markaziga qo'yilgan maqsad bu insonning jamiyat taraqqiyotidagi rolidir. Hayotiy faoliyat xavfsizligi bu har qanday sharoitdagi inson faoliyatidir. Insonning hamma faol harakati (mehnat jarayonida, dam olishda, uyda hamda sportda) uning faoliyatini tashkil qiladi.

«Hayotiy faoliyat xavfsizligi» bo'lg'usi mutaxassislarni mehnat muhofazasining ilmiy asoslariga doir bilimlar bilan qurollantirish va ularda ishlab chiqarishdagi mehnat sharoiti hamda mehnat muhofazasini yaxshilash muammolarini ijobiy hal etishga qiziqish uyg'otishga mo'ljallangan. Buning ilmiy zamini esa quyidagilardan iboratdir.: ishlab chiqarishda shikastlanish, kasalliklar, ishlab chiqarishda sodir bo'ladigan yong'in hamda portlashlar sabablarini har tomonlama tahlil qilish; ishlab chiqarishdagi xavflilik va zararlilik darajasini o'rganish; to'qimachilik, paxta, ipak va engil sanoatda qabul qilingan yoki joriy etishga tavsiya etiladigan, og'ir hamda sermehnat ishlarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirishni ko'zda tutuvchi texnologik jarayonlarni baholash.

Mehnat muhofazasi insonni ishlab chiqarishdagi ahvoli, u bilan bog'liq masalalarni o'rganishni o'z oldiga maqsad qilib qo'yadi.

Hozirgi vaqtda inson-tabiiy, texnik, iqtisodiy va boshqa har xil xavf-xatar dunyosida ishlaydi. Shu xavf-xatarlar natijasida juda ko'p insonlar hayotdan ko'z yumadilar (Armanistodagi zilzila, Chernobil AES halokati, Jigaristondagi er siljishi, Admiral Naximov paroxodining cho'kishi, Serdlovskiyda Chelyabinsk-Ufa temir yo'l uchastkasida portlash va h.k.). Shuning natijasida 3000 dan ortiq odam halok bo'ldi. 20000 odam nogiron bo'ldi va 200000 odam kasallandi.

Birlashgan Millatlar Tashkilotining 42-sessiyasida 1991 yildan boshlab tabiiy ofat va falokatlarni kamaytirish bexatarlik yillari, deb belgilangan edi. Hayotiy faoliyat xavfsizligi tushunchasida ko'p uchraydigan ta'riflar bilan belgilanadi. Faoliyat-insonning jamiyatda mavjud bo'lishi uchun kerakli sharoit. Mehnat-faoliyatning yuqori shakli. Faylasuflarning fikricha, insonning ta'rifi-harakatdagi, mehnatdagi faoliyatidadir.

Mehnat va faoliyat shakllari turlicha bo`lib, ular hayotda uchraydigan aqliy, ma'naviy, madaniy, ilmiy va boshqa jarayonlarni o`z ichiga oladi. Xavflar-yashirin (potentsial) va haqiqiy bo`ladi. Yashirin xavflar amalga oshishi uchun aniq shartlar bo`lishi lozim. Bu shartlar sabab deb ataladi. Xavf va sabalarni misollar (raqamlarda) ko`rish mumkin: So`nggi 30 yil ichida (69-1990 y.) tabiiy ofat ikki marta ko`paygan; 1909 yildan 1974 yilgacha asabiy kasalliklar 24 marta ko`paygan; Dunyoda 500 mln. ga yaqin nogironlar bo`lib, ularning 1/5 qismi baxtsiz hodisa natijasida bo`lgan.

Har qanday faoliyat yashirin (potentsial) xavflidir. Shu bilan birga xavf darajasini boshqarish ham mumkin. Bu fikr mutlaqo xavfsiz faoliyat bo`lmasligiga asoslangan.

Xavfsizlik – bu ayrim xavflarga asoslanib paydo bo`ladigan xavf-xatarlarni istisno etilgan faoliyat holatidir.

Xavfsizlik – bu maqsad, HFX bo`lsa shu maqsadga erishish uchun qo`llanadigan vositalar, yo`l-yo`riq, qo`llanmalar usullardir.

HFX – bu xavf-xatarlarni o`rganish va insonni himoya qilishni o`rganadigan fanidir.

Xavfsizlikning umumiy nazariyasining tuzilishida tamoyil (printsip)lar va usullar ko`rilayotgan bilim sohasida aloqador to`g`rsida to`la tasavvur qilishga metodologik ahamiyatga ega.

Asos (negiz, printsip)-bu fikr, g`oya, maqsad (asosiy holatdir).

Usul-bu eng umumiy qonuniyatlarni bilish orqali maqsadga erishish yo`li.

Xavfsizlikni ta'minlash choralari – bu usullarni va asoslarni amaliy, tashkiliy, moddiy gavdalantirib amalga oshirishdir.

Asoslar, usullar, choralar – bu xavfsizlikni ta'min etishdagi mantiqiy pog`onalardir. Ularni tanlab olish faoliyatning aniq sharoitlariga, xavfning darajasiga va boshqa mezonlarga bog`liq.

Inson o`z mehnat faoliyati jarayonida bo`ladigan fazo – ish joyi deb ataladi (gomosfera). Xavf mavjud yoki vaqti-vaqti bilan paydo bo`ladigan fazoni

noksofera deyiladi. Xavfsizlikni ta'minlashga quyidagi 3 xil usullar orqali erishiladi:

a) Gomosfera va noksoferani fazoviy va vaqtiiy ma'noda ajratib qo'yish, buni hal qilish uchun masofadan boshqarish, avtomatlashtirish, robotlashtirish vositalari yordamidan foydalaniladi.

b) Xavflarni yo'qotish yo'li bilan noksoferani me'yorlashtirish. Bu usulga ishchilarning shovqin, gaz, changdan, jarohatlanishidan saqllovchi shaxsiy va kollektiv himoya vositalari qo'llash.

v) Bu usul ishchilarni tegishli muhitga moslashishga, uni himoyalashdarajasini ko'tarishga yo'naltirilgan har xil vositalar va usullarni o'z ichiga oladi. Kasbiga qarab tanlash, ruhiy ta'sir va (shaxsiy) himoya vositalari qo'llash. Amalda esa yuqorida aytilgan usullar (kombinatsiyasi) birgalikda qo'llaniladi.

Xavfsizlikni ta'minlovchi vositalarga, jamoa (kollektiv) va shaxsiy himoya vositalari kiradi. (JXV va ShXV). Ular o'z yo'lida xavflarning turiga, tuzilishiga, ishlatish sohasiga nisbatan guruhlariga bo'linadi.

Sanoat korxonalarida mashina va mexanizmlarning harakat natijasida har xil titrashlar vujudga keladi. Bu titrashlar ba'zi uchastkalarda bitta va ba'zi uchastkalarda bir necha mashina mexanizmlarning harakati ta'sirida bo'lib, ba'zan zo'rayishi va ba'zan susayishi kuzatiladi va bu organizmga salbiy ta'sir ko'rsatishi bilan tavsiflanadi. Titrash hosil qiluvchi mashinalar orasida transport vositalari, katta hajmdagi qo'zg'olmas agregatlar, qo'lda ishlatiladigan mashina va mexanizmlar mavjud.

Texnika taraqqiyoti natijasida zamonaviy mexanika-mashinasozlik korxonalarida turli tuman jihozlarning kirib kelishi, shuningdek bu mashinalarning unumdorligini oshirishga talabning kuchayganligi, mashinalarning iloji boricha kam material sarflab, qo'l bilan bajariladigan vazifalarni mexanizmlar zimmasiga yuklash natijalari insonga ta'sir etuvchi qo'shimcha hodisa, titrash hodisasini kelib chiqishiga olib keldi. Titrash sanoatda ishchining ish unumdorligini kamaytiribgina qolmasdan, balki uning sog'ligiga ham ta'sir ko'rsatishi va bu ta'sirning oldi

vaqtlitiroq olinmasa, xavfli titrash kasalligiga olib kelishi aniqlandi. Shuning uchun ham titrashga qarshi kurash muhim ahamiyatga ega.

Titrashning fizik xususiyatlari. «Titrash: atamalar va tushunchalar» da «titrash» deb nuqta yoki mexanik sistemaning, xech bo`lmaganda bitta koordinat bo`ylab, vaqt birligida navbatma-navbat ortib va kamayib turuvchi harakatiga aytiladi.

Titrash mashina va mexanizm qismlaridagi kuchlarning nomuvofiqlik harakati natijasida kelib chiqadi. Bunga mexanizmlarning chiziqli harakatini aylanma haraktga aylantirishdagi krivoship-shatun mexanizmalirining harakati, silkituvchi harakat hosil qiluvchi shibbalash qurilmalari, shuningdek posangilashtirilmagan aylanma harakat qiluvchi qismlar, masalan qo`lda ishlatiladigan silliqlovchi mashinalar, dastgohlarning silliqlovchi va qirquvchi qismlaridan kelib chiqadigan titrashlar misol bo`la oladi.

Shovqindan saqlanish. Hozirgi zamon texnika taraqqiyoti davrida sanoat korxonalarida shovqinga qarshi kurash masalalari muhim masalalar qatoriga kiradi. Bu masala asosan mashinasozlik sanoatida transport vositalarini ishlatishda va eenergetika sanoatida juda jiddiy masala bo`lib turibdi.

Shovqinning oqibatlari ma'lum. U birinchi navbatda ishlab-chiqarishda mehnat qilayotgan kishilarni ma'naviy toliqtiradi, shovqin chiqaruvchi mashinalarni ishlatayotgan ishchilar va ishlab chiqarish jarayonini boshqarayotgan operatorlar ishiga xalal berib, ularni har xil hatoliklarga yo`l qo`yishlariga olib keladi. Bu esa o`z navbatida ishlab-chiqarish jarohatlanishlari kelib chiqishining asosiy manbai hisoblanadi.

Katta shovqin ta'sirida insonning asab sistemalari zirqillaydi, eshitish organining susayishiga sabab bo`ladi.

Shuning uchun ham sanoat korxonalarida shovqinni kamaytirish chora-tadbirlarini belgilash muhim ijtimoiy ahamiyatga ega bo`lib, inson salomatligini saqlashi bilan katta ahamiyat kashf etadi.

Shovqin haqida tushuncha. Odam uchun yoqimsiz har qanday tovushlar shovqin deb ataladi. Jismlarning bir-biriga urilishi, ishqalanishi va muvozanat holatining

buzilishi natijasida hosil bo'lgan havoning elastik tebranishi harakati qattiq, suyuq va gazsimon muhitda to'liq hosil qilib tarqaladi. Bunda muhit zarralari muvozanat holatiga nisbatan tebranish hosil qiladi. va bu tebranish tezligi to'liqlar tarqalish tezligidan ancha kichkina bo'ladi.

Elektr toki bilan jarohatlanishlar umuman olganda 0,5-1,0 % ni tashkil etadi. Ammo ulardan elektr toki natijasida o'lim bilan tugagani 20-40 % ga to'g'ri keladi. Elektrjarohat- elektr toki yoki elektr yoyi ta'siri natijasida kelib chiqqan jarohatdir. Elektr tokidan har xil sharoitlar: sim yoki tok o'tkazuvchi ochiq qismlarga tegib ketishdan, himoyalanganligi buzilgan bo'lsa, yoy orqali elektr tokini ta'sir qilishi, uskunalarning metall qismlariga tegib ketishdan, tasodifan kuchlanish ostiga tushib qolish, elektr uzatuvchi qismlarga katta o'lchamli mashinalarning(avtokranlar, don o'rish va paxta terish kombaynlari) ruxsat etilmagan darajada yaqinlashuvi va boshqalarda jarohatlanish mumkin.

Elektr xavfsizlik(GOST 12.1.009-76) – tashkiliy va texnik chora- tadbirlar tizimi va vositalaridir, ular odamlarni elektr maydonidan va statik (turg'un) elektr tokini zararli va xavfli ta'siridan himoyalanihini ta'minlaydi.

Elektr tokining odam organizmiga va hayvonlarga ta'siri juda o'ziga xos murakkab shaklda vujudga keladi. Organizmdan elektr tokining o'tishi natijasida kimyoviy, issiqlik va biologik ta'sir ko'rsatadi. Kimyoviy ta'sir tufayli qon tarkibidagi moddalar va boshqa organik suyuqliklar parchalanadi. Issiqlik ta'siri natijasida terining ayrim qismlari kuyadi. Elektr tokining biologik ta'siri natijasida organizmdagi tirik hujayralar qo'zg'aladi, teri qichishadi, tomir tortishadi va muskullar qisqaradi. Elektr toki urishi katta xavf tug'diradi, u butun organizmni jarohatlaydi, asab sistemasini, yurak va nafas olish organlarini to'liq yoki qisman falajlashi mumkin.

Organizmni elektr tokidan jarohatlanishiga bir necha omillar: tok kuchi, insonning qarshiligi, kuchlanish qiymati, tok chastotasi va turi, ta'sir qilish muddati. shungdek odam organizmining alohida xususiyatlari ta'sir ko'rsatadi. Xavf yuz berishi mumkin bo'lgan quydagi tok qiymatlarini ajratish mumkin:

1. Seziluvchan tok (2mA gacha)- organizmdan o'tganda sezilarli qo'zg'atishni keltirib chiqaradi;
2. Qo'yib yubormaydigan tok (10-25mA)- organizmdan o'tganda qo'l muskullarida engib bo'lmaydigan tomir tortishishlar ro'y beradi.
3. Fibrilyatsion tok (50 mA dan yuqori)- organizmdan o'tganda yurakni fibrilyatsiyalaydi (yurak muskullarining tartibsiz qisqarishi).

Elektr tokidan jarohatlanishda odam tanasining qarshiligi katta ahamiyatga ega. Odam tanasining elektr tokiga qarshiligi keng 100000 dan 1000 Om oraliqda o'zgaradi vat eri qoplaminig holatiga (quruq, nam, dag'allashgan, shikastlanmagan yoki shikastlangan teri), bog'lanishning maydoni va zichligiga, shungdek o'tayotgan tokning kuchi va chastotasiga va ta'sir qilish muddatiga bog'liqdir. Charchaganda, kasallanganda, terlaganda, elektr qurilmalari ostida ishlayotganda diqqat e'tibor boshqa narsaga chalg'iganda organizmning elektr toki ta'siriga qarshiligi keskin kamayadi. Yuragi kasal, terisida qichima kasalligi bor, oshqozoni yara, epilepsiya bilan og'rikan, jigar hamda buyragi kasal va boshqa kasalliklari bor kishilar elektr qurilmalarida ishlashga yo'l qo'yilmaydi.

Hayvonlarning organizmiga ham elektr toki, odamlardagi kabi ta'sir qiladi. Hayvonlar qanchalik og'ir bo'lsa, elektr tokiga qarshiligi shuncha ko'payadi. Tok qiymati 100 mA bo'lganda, yurak faoliyatida yoki nafas olishning ishida hech qanday o'zgarish bo'lmaydi. Ammo hayvon tanasining qarshiligi, odam tanasining qarshiligidan ancha kam. Yirik shoxli mollarning oldingi va orqa oyoqlari orasidagi tana qarshiligi 400-600 Om, hayvon yiqilganda esa 50-100 Om gacha kamayadi.

Hayvonlarga kichik kuchlanishlar bilan har doim ta'sir qilib turilsa, ular mahsuldorligi kamayib ketishi kuzatilgan. Agar kuchlanishning kattaligi 4-8 V bo'lsa, sut berish 20-40 % ga kamayadi.

Qishloq xo'jaligida, odatda, o'zgaruvchan elektr tokidan foydalaniladi. Ko'pgina jihozlar 380 V kuchlanish bilan ishlaydi, yoritish uchun uchun esa 220 va 127 V kuchlanishlardan foydalaniladi. Elektr xavfsizligi shartlariga ko'ra, elektr

qurilmalar 1000 V gacha va 1000 V dan yuqori kuchlanishli qurilmalarga bo`linadi.

Elektr toki urishiga kishining elektr zanjiriga ulanib qolishi sabab bo`ladi. Elektr tokiga ulanib qolishning ikki xil shakli bor: ikkita sim orasida ulanib qolish va sim bilan er orasida ulanib qolish. Ikkala holda ham jarohatlanish darajasi kuchlanish kattaligiga, pol va poyafzal himoyalashning holatiga, ishlab chiqarish xonasidagi muhit sharoitiga, simlarga tekkan paytda kishining holatiga bog`liq. Tana, qo`llar orqali tok o`tishi eng xavfli hisoblanadi, chunki tok o`tdigan yo`lda yurak, o`pka, miya joylashgan. Odamning elektr tokidan jarohatlanishining boshqa hollariga quydagilar sabab bo`ladi:

1. Elektr qurilmalarini o`rnatish va ulardan foydalanishda xavfsizlik texnikasi qoidalarining buzilishi;
2. Elektr jihozlarning kuchlanish ostida qolgan tok o`tkazmaydigan metall qismlarga tegib ketishi;
3. Jarohatlanishning xavfsiz mehnat usullarini bilmaslik.

Elektr tokidan jarohatlanish sabablarini ko`rib chiqishda jarohatlanishga sabab bo`lgan elektr jihozlarni mufassal ko`zdan kechirish lozim. Jihaz va elektr tarmog`i to`g`risidagi ma'lumotlarni, qurilmaning ko`chlanish kattaligi, chastotasi, quvvatini, simlarning markasini, tarmoqning hamda ta'minlash manbaining erga nisbatan himoyalash (izolyatsiyalash) tartibini, asboblarning jarohatlanishdan oldingi va keyingi ko`rsatishlarini, jarohatlangan kishining kiyimi hamda poyafzalining holatini (quruq, nam, zaxligini); havo haroratini aniqlab olish kerak.

Qishloq xo`jaligida elektr tokidan jarohatlanishning oldini olish uchun profilaktik ishlar o`tkazish zarur. Ular quydagilardan iboratdir:

1. Ishlab turgan butun elektr jihozlarni istimolchilarning elektr qurilmalarini ishlatishda rioya qilinadigan TIQ (texnik ishlatish qoidalari) va XTQ(xavfsizlik texnikasi qoidalari) talablariga javob beradigan holatga keltirish.
2. Mahalliy sharoitlardan kelib chiqib, elektr qurilmalar bilan ishlash xavfsizligini oshiradigan qo`shimcha tadbirlar ko`rish.

3. Elektr asbobolarini, tezda almashlab ulashlarni, ta'mirlash ishlarini pasaytirilgan kuchlanishga o'tkazish.

4. Ishlatiladigan shaxsiy himoyalani vositalarini takomillashtirish.

5. Xavfsiz mehnat usullarini ko'rsatish orqali odamlarning o'qish sifatini yaxshilash.

Elektr tokidan jarohatlanish ko'pincha muhitga bog'liq, qayerda elektr qurilmalar ishlatilsa, elektr qurilmalarning tok o'tkazadigan va simlarning himoya qismlarini yuqori namlik, gazlarning ta'siri sekin-asta yemiradi. Atrof muhit namligining yuqori bo'lishi tana qarshiligini kamaytiradi.

Atrof muhitga qarab elektr havfsizligi uch guruhga: xavfi kam bo'lgan, xavfi yuqori bo'lgan va o'ta xavfli xonalarga bo'linadi.

Xavfi yuqori xonalar pollar tok o'tkazuvchan (metall, tuproqli, betonli), xonalarning namligi (havoning nisbiy namligi 75 % dan yuqori) yoki tok o'tkazuvchan changlarning mavjudligi, havo haroratining yuqoriligi (Q300 dan yuqori); er bilan ulangan bino va uskunalarning metalkonstruktsiyalari hamda elektr jihozlarning metall korpuslariga ishchining bir vaqtda tegib qolish ehtimoli borligi bilan harakterlanadi. O'ta xavfli xonalar havoning nisbiy namligi 100% ga yaqin, muhitning kimyoviy aktivligining (kislota bug'lari, ishqorlar), yuqori bo'lishi shuningdek, ikki shartlarni bir vaqtda mavjudligi bilan tavsiflanadi. Shu kategoriyalarga ochiq maydonlarda, xonadan tashqarida ishlatilayotgan. Elektr qurilmalarni kiritish mumkin. Qishloq xo'jaligidagi ko'pchilik xonalar yuqori xavfli xonalarga kiradi (poli yer xonalar) yoki o'ta xavfli (molxonalar, cho'chqaxonalar, issiqxonalar va boshqalar).

Elektr qurilmalarini ishlatishda yuz beradigan asosiy avariyalardan biri himoyalovchi (izolyatsiya) ning shikastlanishidir. Tok o'tkazuvchi qismlarning kuchlanishiga mos keladigan himoyalani (ETQ) vositalari tanlanadi. Elektr simlarini himoyalagichining erga nisbatan qarshiligi 0,5 Om dan kam bo'lmasligi kerak. Yuqori harorat, agressiv suyuqliklar va boshqa zararli omillar ta'sir etadigan sharoitlarda himoyalagich holatini hamisha nazorat qilib turish, ya'ni jihozni ta'mirlash vaqtida hamda ishga tushirish oldidan qarshiligini o'lchash lozim.

## XULOSA

Malakaviy bitiruv ishida bajarilgan ishlar bo'yicha quyidagi xulosalarni aniqlash mumkin.

1. Elektr tarmoqlarida kuchlanishni rostdash usullari o'rganilib, tahlil qilindi.
2. Kuchlanishni rostdash usullarida transformatorlarning transformatsiyalash koeffitsientlarini o'zgartirib rostdash usuli eng samarali usul hisoblanadi.
3. Tarmoqning reaktiv qarshiligi va reaktiv quvvatini kompensatsiyalab rostdash usullaridan ikkinchisi, ya'ni reaktiv quvvatni kompensatsiyalab rostdash usuli iqtisodiy jihatdan samarali ekanligi aniqlandi.
4. Elektr tarmoqlarida kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatlari oralig'i berilgan hollarda rostlanuvchi parametrlarni tarmoqdagi isroflarning minimal qiymatiga mos keluvchi qiymatlarini tanlash zarur.
5. Bitiruv ishida, shuningdek, hayot faoliyati xavfsizligi va ekologiya masalalari ko'rib chiqildi.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Gayibov T.Sh. Elektr tarmoqlari va tizimlari misol va masalar to'plami o'quv qo'llanma, Toshkent 2006 y.
2. Крумм Л.А. Методы оптимизации при управлении электроэнергетическими системами. Новосибирск: Наука, Сиб.отделение, 1980.-317 с.
3. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике/ Под общей ред. Ю.Н.Руденко и В.А.Семенова. – М.: Изд-во МЭИ, 2000.-648 с.
4. Методы оптимизации режимов энергосистем/ В.М.Горнштейн, Б.П.Мирошниченко, А.В.Пономарев и др.; Под ред. В.М.Горнштейна – М.: Энергия, 1981. – 336 с.
5. Фазылов Х.Ф., Юлдашев Х.Ю. Оптимизация режимов электроэнергетических систем. Ташкент: Фан. 1987 – 152 с.
6. Фазылов Х.Ф., Насыров Т.Х. Расчеты установившихся режимов электроэнергетических систем и их оптимизация. Ташкент: Молия, 1999 –377 с.
7. Арзамасцев Д.А., Бартоломей П.И., Холян А.М. АСУ и оптимизация режимов энергосистем. – М.: Высшая школа, 1983. – 208 с.
8. - <http://www.pomreke.ru/energy-future/>.
9. [www.Energotrade.ru](http://www.Energotrade.ru)
10. <http://www.pomreke.ru/energy-future/>.
11. [www.Energotrade.ru](http://www.Energotrade.ru)
12. [www.ZiyoNet.uz](http://www.ZiyoNet.uz)
13. [www.regimov.net](http://www.regimov.net)
14. [www.matlab.exponenta.ru](http://www.matlab.exponenta.ru)