

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**ELEKTR ENERGIYANI ISHLAB
CHIQRISH, UZATISH VA TAQSIMLASH**

Amaliy mashg‘ulotlar

O‘QUV - USLUBIY KO‘RSATMALAR

TOSHKENT-2022.

Tuzuvchilar: Gayibov T.Sh., Talipova S.B., Shanazarov A.E. Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash Amaliy mashg‘ulotlar uchun. O‘quv - uslubiy ko‘rsatmalar – Toshkent: ToshDTU, 2022 - **108**

O‘quv-uslubiy ko‘rsatmalarda Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash fanidan amaliy mashg‘ulotlarni bajarish bo‘yicha ko‘rsatmalar va zaruriy ma‘lumotlar berilgan. Har bir amaliy mashg‘ulot bo‘yicha dastlabki ma‘lumotlar, ishni bajarish tartibi, topshiriq variantlari va sinov savollari keltirilgan.

Ko‘rsatmalarda 5310200- “Elektr energetikasi” ta’lim yo‘nalishida tahsil oluvchi talabalar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, keltirilgan amaliy mashg‘ulot majmui “Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash” fanining na’munaviy dasturiga muvofiq keladi.

I.Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga muvofiq chop etildi (27.04.2022 y. 8-sonli bayonnoma)

Taqrizchi

lar:

Mirzabayev A.M.-«MIR SOLAR MCHJ» Ilmiy maslahatchi, t.f.d. prof.

Taslimov A.D.- “Elektr ta’minoti” kafedrası professori, t.f.d.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2022.

1-AMALIY MASHG‘ULOT

O‘ZBEKISTONNING ENERGETIK IMKONIYATLARI DUNYODA VA RESPUBLIKADA ELEKTR ENERGETIKA O‘ZLASHTIRISH ISTIQBOLLARI

Ishdan maqsad: O‘zbekistonning energetik imkoniyatlari dunyoda va Respublikada elektr energetika o‘zlashtirish istiqbollari va O‘zbekistonda mavjud elektr stansiyalari, ularning o‘rnatilgan quvvatlari bilan tanishish

Ishni bajarish tartibi

Ushbu amaliy mashg‘ulotda talaba hozirgi kundagi jahon va O‘zbekiston energetikasining rivojlanish istiqbollari, energetika sohasidagi yangiliklarga oid mustaqil ish tayyorlashi kerak.

Mustaqil ishda mashg‘ulot to‘liq yoritilgan bo‘lishi, ya’ni nazariy qism, rasmlar, sxemalar, grafiklar va ularga izohlar hamda mustaqil ishni tayyorlashda foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati keltirilgan bo‘lishi shart.

Mustaqil ishlar quyidagilar asosida tayyorlanadi:

1. Elektr stansiyalar:

- Atom elektr stansiyalar (AES);
- Hidro elektr stansiyalar (GES).
- Kondensatsion elektr stansiyalar (KES) ;
- Issiqlik elektr markazlari (IEM) ;
- Noan’anaviy elektr stansiyalar (quyosh, shamol va boshqalar).

2. O‘zbekiston energetikasining rivojlanish istiqbollari.

3. O‘rta Osiyo mamlakatlarining birlashgan energotizimi (BET). O‘rta Osiyo BET strukturasi. O‘rta Osiyo mamlakatlarining alohida elektr energetik tizimining o‘ziga xos xususiyati va o‘rni.

4. O‘zbekiston elektr energetikasi tizimi (EET). Asosiy ishlab chiqariluvchi quvvati, EET strukturasi, bog‘lovchi liniyalari va energiya iste’moli strukturasi.

5. O‘zbekiston yoqilg‘i-energetika majmui:

- Ko‘mir sanoati sohasi va uning rivojlanish istiqboli;
- Neft sanoati sohasi va uning rivojlanish istiqboli;
- Gaz sanoati sohasi va uning rivojlanish istiqboli;

Bugungi kunda yuqori darajadagi texnik taraqqiyot va erishgan yutuqlarni sifat jihatidan yangi turdagi energiyadan, xususan elektr energiyasidan foydalanmasdan ta’minlab bo‘lmas edi. Elektr energiyasi hozirgi davrda insoniyat hayotida keng foydalanilmoqda. U sanoatda va

qishloq xo‘jaligida turli mexanizmlarni harakatga keltirishda, bevosita texnologik jarayonlarda, transportda va madaniy-maishiy hayotda keng qo‘llaniladi. Elektr energiyaning asosiy samarali xususiyati shundan iboratki, u uzoq masofaga oson uzatilishi va nisbatan sodda va kam isrof bilan boshqa turdagi energiyalarga o‘zgartirilishi mumkin. Elektr energiyasi hozirgi davrda insonlar tomonidan eng ko‘p foydalaniladigan energiya turidir.

Yuqoridagi sabablarga ko‘ra elektr energetikasining taraqqiyotiga butun jahonda, shu jumladan bizning mamlakatimizda juda katta e‘tibor qaratilgan.

Hozirgi paytda o‘rnatilgan uskunalarning quvvatlarining yig‘indisi 17,168 mln. kVtdan ortiqroq bo‘lgan 52 issiqlik, gidroelektr stansiyalar va blok stansiyalarni o‘z ichiga olgan O‘zbekiston energetika tizimi asosini yirik elektr stansiyalari, shu jumladan, Sirdaryo (3,0 mln. kVt), Yangi-Angren (2,1 mln. kVt), Toshkent (2.23 mln. kVt) va Navoiy (2,07 mln. kVt) issiqlik elektr stansiyalari tashkil etadi. Ushbu elektr stansiyalarda birlik quvvati 150 – 300 ming kVt bo‘lgan 30 dan ortiq zamonaviy energetika bloklari o‘rnatilgan. Birlik quvvati Markaziy Osiyoda eng katta 800 ming kVt bo‘lgan Talimarjon issiqlik elektr stansiyasi mustaqillik yillarida ishga tushirilib, uni yanada kengaytirish ishlari davom etmoqda. O‘zbekiston Respublikasida bugungi kunda ishlayotgan issiqlik elektr stansiyalari va ularning o‘rnatilgan quvvatlari haqida ma’lumotlar 1.1- jadvalda keltirilgan.

Hozirgi davrda O‘zbekiston Respublikasidagi mavjud elektr stansiyalarining o‘rnatilgan quvvati: 14200,0 MVt

shu jumladan:

Issiqlik elektr stansiyalari 13115 MVt

Gidroelektr stansiyalar: 1476 MVt

Blok-stansiyalar: 577,3 MVt

O‘zR energetika tizimida hozirgi davrda mavjud elektr stansiyalari o‘rnatilgan quvvatlarining tuzilmasi 1.1- rasmda tasvirlangan.



1.1.- rasm. O‘zbekiston Respublikasida mavjud elektr stansiyalari o‘rnatilgan quvvatlarining tuzilmasi

1.1-jadval

O‘zbekiston Respublikasining issiqlik elektr stansiyalari

Stansiya	O‘rnatilgan quvvat, MVt
Sirdaryo IES	3115,0
Yangi-Angren IES	2100,0
Toshkent IES	2230,0
Navoi IES	2068,0
Taxiatosh IES	630,0
Farg‘ona IEM	312,0
Angren IES	393,0
Muborak IEM	60,0
Toshkent IEM	57,0
Talimarjon IES (1- blok)	1700
Jami:	12665,0

Gidroelektr energetikasi O‘zbekiston Respublikasi energetika vazirligi tizimidagi bir nechta unchalik katta bo‘lmagan quvvatli GES kaskadlari bilan belgilanadi. Bulardan O‘rta-Chirchiq GESlar kaskadi tarkibiga kirib, suv omborlariga ega bo‘lgan 666 ming kVt quvvatli Chorbog‘ va 165 ming kVt quvvatli Hojickent GESlari asosan quvvat balansini rostlovchi stansiyalar sifatida faoliyat ko‘rsatadi. Qolgan GESlarning ish holatlari esa havzadan oqib o‘tuvchi suv miqdori bilan belgilanadi. Bugungi kunda O‘zbekiston Respublikasida mavjud GESlarning umumiy o‘rnatilgan quvvati 1576,6 kVtni tashkil etadi.

O‘zbekistonning energetika tizimi Turkmaniston, Tojikiston, Qirg‘iziston va Janubiy Qozog‘iston energetika tizimlari bilan tutashgan

bo‘lib, Markaziy Osiyo xalqaro Birlashgan energetika tizimining asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi.

Ko‘p miqdorda ishlab chiqariluvchi elektr energiyani masofaga samarali uzatish va iste‘molchilarga taqsimlash turli kuchlanishdagi elektr uzatish liniyalaridan foydalanishni taqozo etadi. Hozirgi davrda O‘zbekiston Respublikasidagi barcha nominal kuchlanishli elektr uzatish liniyalarining umumiy uzunligi taxminan 240 ming km bo‘lib, jumladan, 500 kV kuchlanishli liniyalar 2,1 ming km, 220 kV kuchlanishli liniyalar 4,6 ming km va 0,4-10 kV kuchlanishli liniyalar 170 ming km ni tashkil etadi.

Kelajakda xalq xo‘jaligining taraqqiy etib borishi bilan hamohang tarzda Respublikamiz energetikasi ham yanada yuqori jadallikda rivojlanib boradi. 1.2- jadvalda O‘zRda 2020 yilgacha elektr energiyani ishlab chiqarish va iste‘mol qilish balansi dinamikasining ssenariysi tasvirlangan.

1.2-jadval

O‘zRda elektr energiyani ishlab chiqarish va iste‘moli balansining ssenariysi (MVt.soat)

Balansning tashkil etuvchisi	2010 y.,	2015 y.	2025 y.
1. EE iste‘moli	50747,0	56000,0	64900,0
2. EE eksporti	1164,0	900,0	1800,0
3. EE ishlab chiqarish shu jumladan:	51911,0	56900,0	66700,0
3.1.1. IES	43508,0	46568,0	53442,0
3.1.2. GES	6549,0	5746,0	8352,0
3.1.3. NQTE	-	-	321,0
3.2. Blokstansiyalar	1834,0	4585,0	4585,0

Elektr energiya balansini ushbu jadvalda keltirilgan darajada bo‘lishini ta‘minlash elektr stansiyalarida qo‘shimcha, samarali bloklarni o‘rnatib, ishga tushirish, mavjudlarini modernizatsiyalash, qo‘shimcha elektr tarmoqlarini qurishni nazarda tutadi.

Gidroenergetika sohasida, modernizatsiyalash ishlarini amalga oshirish hisobiga Chorbog‘ GESning quvvatini 45 MVtga, Toshkent GESlari kaskadining quvvatini 8,3 MVtga, Quyi Bo‘zsuv GESlarining quvvatini 2,5 MVtga oshirishga oid investitsiya loyihalari bajariladi.

- energetik ishlab chiqarish samaradorligining oshishi hisobiga har yili 1010 mln.kub.m. gaz iqtisod qilinadi;
- elektr energiyani uzatishdagi isroflar 437 mln.kVt.soatga kamayadi;

- yoqilg'i-energetika balansida ko'mirning ulushi 3,6% dan 10-11% gacha ortadi;

- maishiy sektorda 4,5 millionta elektr energiya sarfini hisobga olish asboblari o'rnatish bilan modernizatsiyalash orqali elektr energiya isrofi 1,8 mlrd.kVt.soatga kamayadi.

O'zRda elektr energetika taraqqiyotining 2016-2020 yillarga mo'ljallangan dasturi Navoi IESda ikkinchi 450 MVt quvvatli BGQni o'rnatish, Talimarjon IESni navbatdagi 450 MVt quvvatli BGQ hisobiga kengaytirish, Muborak IEMni 120 MVt quvvatli GTQ hisobiga modernizatsiyalash, Yangi-Angren IESda 300 MVt quvvatli 8- blokni qurish, Angren IESda yuqori darajadagi zolali ko'mir yoqiladigan 150 MVt quvvatli 2- blokni qurish va Surxondaryo viloyatida 300 MVt quvvatli IESni qurish orqali IESlarning umumiy quvvatini 1770 MVtga oshirish ko'zda tutiladi. Shuningdek, ushbu dastur Toshkent viloyati hududida Piskent (404 MVt), Mullalak (240 MVt), Quyichotqol (100 MVt), Oqbuloq (60 MVt), Irgalaylik (13,6 MVt), Surxondaryo viloyati hududida Zargob (90 MVt) va Nilyu-2 (30 MVt) kabi GESlarning qurilishi hisobiga Respublikada mavjud GESlarning o'rnatilgan umumiy quvvati 955,7 MVtga ortishini nazarda tutadi. Ushbu muddatda o'rnatilgan umumiy quvvati 100 MVt bo'lgan shamol qurilmalari parki, 100 MVt bo'lgan quyosh elektr stansiyasi, umumiy uzunligi 1271,2 km bo'lgan 220-500 kV kuchlanishli elektr uzatish liniyalari, transformatorlarining umumiy quvvati 3450 MVA bo'lgan podstansiyalarning qurilishi mo'ljallangan.

Sinov savollari:

1. Jamiyat taraqqiyotida energetikaning roli?
2. Energiya resurslari haqida tushuncha bering?
3. Nima sababdan elektr energiyaga bo'lgan talabni oshishini tushuntirib bering?
4. O'zbekiston energetikasining rivojlanish tarixi?
5. Respublikamizdagi issiqlik va gidroelektr stansiyalarini soni va o'rnatilgan quvvatlari qancha?
6. Havo elektr uzatish liniyalarining uzunliklari va quvvatlari to'g'risida ma'lumot bering?

2-AMALIY MASHG‘ULOT

ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARDA ELEKTR ENERGIYANI ISHLAB CHIQRISH FIZIK ASOSLARI

Ishdan maqsad: Issiqlik elektr stansiyalarning turlari va ularning asosiy vazifalari, issiqlik elektr stansiyalarida yoqilg‘i hisobining hisobiy parametrlarini va ularning nomlanishlarini aniqlash.

Issiqlik elektr stansiyalari

Issiqlik elektr stansiyasi (IES)da bug‘ trubinasini aylantiruvchi suv bug‘ining kinetik energiyasini elektr energiyaga aylantiriladi. Bug‘ generatorida organik yoqilg‘i - tabiiy gaz, ko‘mir va mazut yoqilib, paydo bo‘luvchi issiqlik yordamida suv qizdiriladi va bug‘ga aylantiriladi.

IESning asosiy turlari:

a) Kondensatsion elektr stansiyasi (KES) - organik yoqilg‘ining energiyasini avvalo mexanik, so‘ngra elektr energiyasiga aylantiriladi.

b) Issiqlik elektr markazi - elektr hamda issiqlik energiyalarini ishlab chiqaruvchi elektr stansiyasidir. IEMda asosiy yoqilg‘i sifatida tabiiy gazdan foydalaniladi.

d) Atom elektr stansiyalari - bunday stansiyalarda uran yadrosining bo‘laklarga parchalanishi natijasida hosil bo‘luvchi energiya gaz yoki bug‘ning issiqlik energiyasiga va so‘ngra elektr energiyasiga aylantiriladi.

Quyida IESlarning asosiy parametrlarini hisoblashga oid formulalar va masalalar keltirilgan.

Issiqlik parametrlarini hisoblash formulalari.

Elektr energiya ishlab chiqarishdagi yoqilg‘i sarfi, D_y quyidagicha aniqlanadi:

$$D_y = \frac{3600 \cdot W}{\eta \cdot g}, \text{ kg} \quad (2.1)$$

bu yerda: W - ishlab chiqarilgan elektr energiya miqdori, $kVt \cdot soat$, g - yoqilg‘ining solishtirma yonish issiqligi, kJ/kg , η - turboagregatning umumiy FIK ($\eta \approx 0,4$).

Kerakli miqdordagi elektr energiyani hosil qilish uchun ketadigan suv yoki suv bug‘ining massaviy sarfi, D_B quyidagicha aniqlanadi:

$$D_B = \frac{3600 \cdot W}{(i_1 - i_2) \eta_T}, \text{ kg/s} \quad (2.2)$$

bu yerda: W - ishlab chiqarilgan elektr energiya miqdori, $kVt \cdot soat$; i_1 turbina kirishidagi bug' entalpiyasi, (kJ/kg); i_2 - turbina chiqishidagi bug' entalpiyasi yoki kondensat entalpiyasi, (kJ/kg); η_T turbinaning umumiy FIK ($\eta_T \approx 0,8$)

Isitish tizimi $D_{I.tiz.}$ va issiqlik ta'minoti $D_{I.ta'm.}$ ga ketadigan bug'ning massaviy sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$D = D_{I.ta'm.} + D_{I.tiz.} = 4.19 \cdot \left(\frac{Q_{I.ta'm.}}{i_1 - i_2} + \frac{Q_{I.tiz.}}{i'_1 - i'_2} \right), \text{ kg/s} \quad (2.3)$$

bu yerda: $Q_{I.ta'm.}$ - issiqlik ta'minoti uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori, $Kkal$; $Q_{I.tiz.}$ - issiqlik tizimi uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori, $Kkal$; i_1, i_2 kondensat va bug'ning issiqlik ta'minoti tizimi (ITT) kirishi va chiqishidagi entalpiyasi (kJ/kg); i'_1, i'_2 kondensat va bug'ning isitilayotgan tizim kirishi va chiqishidagi entalpiyasi (kJ/kg).

Issiqlik tizimi uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdori, $Q_{I.tiz.}$ quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{I.tiz.} = Q_{I.tiz.sol.} \cdot n, 10^3 Kkal \quad (2.4)$$

bu yerda: $Q_{I.tiz.sol.}$ - issiqlik tizimidagi solishtirma issiqlik sarfi ($10^3 Kkal$, yiliga bir kishi uchun); n - hudud aholisi soni.

Issiqlik ta'minoti uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdori $Q_{I.ta'm.}$ quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{I.ta'm.} = Q_{I.ta'm.sol.} \cdot n, 10^3 Kkal \quad (2.5)$$

bu yerda: $Q_{I.ta'm.sol.}$ - issiqlik ta'minotidagi solishtirma issiqlik sarfi ($10^3 Kkal$, yiliga bir kishi uchun); n - hudud aholisi soni.

Turbina orqali o'tadigan issiqlik Q yoki turbinaning solishtirma ishi A quyidagicha aniqlanadi:

$$A = Q = (i_1 - i_2) \cdot D_B, \text{ kJ/kg} \quad (2.6)$$

bu yerda: i_1, i_2 turbina kirishi va chiqishidagi bug‘ entalpiyasi (kJ/kg);
 D_B - bug‘ sarfi, kg/s.

IES o‘z ehtiyoji uchun ketadigan quvvat ($P_{O'z.eht.}$) va energiyasi ($W_{O'z.eht.}$) quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{O'z.eht.} = K \cdot P_{hisob.}, kVt; \quad W_{O'z.eht.} = K \cdot W_{yil}, kVt \cdot soat. \quad (2.7)$$

bu yerda: $P_{hisob.}$ - hisoblangan aktiv quvvat, kVt; W_{yil} - ishlab chiqariladigan elektr energiyaning yillik miqdori, $kVt \cdot soat$; K - koeffisient 2.1-jadvaldan olinadi.

Xo‘jalik ehtiyojlari uchun ketadigan yillik elektr energiya miqdori, W_E quyidagicha aniqlanadi:

$$W_E = W_{sol.} \cdot n, kVt \cdot soat$$

bu yerda: $w_{sol.}$ - solishtirma elektr energiya sarfi ($kVt \cdot soat$, yiliga bir kishi uchun); n – hudud aholisi soni.

2.1-jadval

IESlar uchun o‘z ehtiyoj koeffisientlari.

IES quvvati, MVt	K koeffisientning ma`lum yoqilg‘i ishlatilgandagi qiymati			
	Qo‘ng‘ir ko‘mir	Toshko‘mir	Mazut	Tabiiy gaz
150 MVt gacha	0,073	0,071	0,056	0,053
150-200 MVt	0,071	0,068	0,053	0,051
200-400 MVt	0,049	0,041	0,03	0,028
400 MVt dan yuqori.	0,046	0,041	0,025	0,023

2.2-jadval

Xo‘jalik ehtiyojlari uchun ketadigan elektr energiya va issiqlik sarfi

Parametrlar	Aholi soni, ming odam hisobida			
	50 gacha	50-100	100-250	250 dan yuqori
Bir kishi uchun	400	500	600	650

Yillik solishtirma elektr energiya sarfi, $W_{sol.}, kVt \cdot soat$					
Bir odam uchun issiqlik ta'minotidagi yillik solishtirma issiqlik sarfi, $Q_{I.ta'm.sol.}, 10^3 Kkal$	600-700	700-800	800-900	850-950	
Bir odam uchun isitish tizimidagi yillik solishtirma issiqlik sarfi $Q_{I.tiz.sol.}, 10^3 Kkal$	4,2	4,2	4,2	4,2	

2.3-jadval

Yoqilg'ilarning solishtirma yonish issiqligi, g

Yoqilg'i turi	Solishtirma yonuv issiqligi, g	O'lchov birligi
Qong'ir ko'mir	13,44	MJ/kg
Toshko'mir	25-30	MJ/kg
Mazut	40	MJ/kg
Tabiiy gaz	35-45	MJ/kg

2.4-jadval

Elektr yuklamalarining hududiy taqsimoti (umumiy yuklama % miqdorida)

Ishlab chiqarish yuklamalari	Xo'jalik yuklamalari	Elektr energiya isrofi
70-75	15-20	10 ga yaqin

2.5-jadval

Kondensatsion turbinalar pramترلari

Quvvati, MVt	Bug'sarfi, t/soat	Bug' bosimi, atm.	Bug' harorati, °C	Bug'ning boshlang'ich entalpiyasi, kJ/kg	Kondensat entalpiyasi, kJ/kg
4,4	19	35	435	3200	500-540
12	54	35	435	3200	500-540
25	95	95	535	3200	500-540
50	197	90	500	3200	500-540
100	377	90	565	3200	500-540

	150	436	130	560	3500	500-540
	200	580	130	560	3500	500-540
	300	900	240	580	3500	500-540
	600	1730	240	580	3500	500-540

Namuna topshiriqlari.

2.1-masala. Aholisi 220 ming kishi bo‘lgan shaxar xo‘jalik, ishlab chiqarish yuklamalari va isrof kompensatsiyasini qoplash uchun zarur bo‘ladigan elektr enetrgiya miqdorini hisoblang!

Yechish:

1. 2.2-jadvalga asosan 220 ming aholiga ega shahar uchun bir kishiga teng keladigan yillik elektr energiya sarfi 600 kVt*soatni tashkil etadi, bundan kelib chiqadiki, xo‘jalik yuklamasi:

$$W_E = W_{sol.} \cdot n = 600 \cdot 220000 = 132 \text{ mln.kVt} \cdot \text{soat}$$

2.2.4-jadvaldan kelib chiqadiki, elektr energiyaning to‘la sarfini quyidagi proporsiya orqali topamiz:

$$W = \frac{W_E \cdot 100}{15} = \frac{132 \cdot 100}{15} = 880 \text{ mln.kVt} \cdot \text{soat}$$

3. Ishlab chiqarish yuklamalaridagi elektr energiya sarfi va isrofni aniqlaymiz

$$W_{Ish.chiq.} = 0,75 \cdot W = 0,75 \cdot 880 = 660 \text{ mln kVt} \cdot \text{soat}$$

$$W_{Iste'm.} = 0,1 \cdot W = 0,1 \cdot 880 = 88 \text{ mln.kVt} \cdot \text{soat}$$

2.2-masala. Oldingi masala shartlariga asosan IESning yillik issiqlik yuklamasini 5-jadvaldan foydalangan holda toping!

Yechish:

1. Issiqlik ta'minoti uchun zarur bo'ladigan issiqlik sarfini aniqlaymiz

$$\begin{aligned} Q_{I.tam.} &= Q_{I.ta'm.sol.} \cdot n = 750 \cdot 10^3 \cdot 220 \cdot 10^3 = 165 \cdot 10^9 \text{ Kkal / yil} = \\ &= 691 \cdot 10^6 \text{ MJ / yil} \end{aligned}$$

2. Isitish tizimi uchun zarur bo'ladigan issiqlik sarfini aniqlaymiz

3.

$$\begin{aligned} Q_{I.tiz.} &= Q_{I.tiz.sol.} \cdot n = 4,4 \cdot 10^3 \cdot 220 \cdot 10^3 = 924 \cdot 10^6 \text{ Kkal / yil} = \\ &= 3,9 \cdot 10^6 \text{ MJ / yil} \end{aligned}$$

Auditoriya mashg'ulotlari va uyda ishlash uchun masalalar.

2.3-masala. Turbogenerator markalarining belgilanishini tushuntirish: *TΦ-16-2V3; TBB-320-2E; T3B-800-V3.* va boshqalar.

2.4-masala. Tabiiy gazda ishlovchi IES ning yillik issiqlik yuklamasi mos holda issiqlik ta'minoti va issiqlik tizimi uchun $691 \cdot 10^6 \text{ MJ / yil}$ va $3,9 \cdot 10^6 \text{ MJ / yil}$. Issiqlikning 20 foizi jo'natish mobaynida yo'qoladi va uning FIK 85% deb hisoblagan holda IES issiqlik yuklamasini ta'minlash uchun yoqish kerak bo'ladigan tabiiy gaz miqdorini aniqlang!

2.5-masala. IES bir yilda 880 mln kVt·soat elektroenergiya ishlab chiqaradi. IESning foydali ish koeffitsiyenti 40% ligini inobatga olib ushbu elektr energiyani hosil qilish uchun qancha miqdorda ko'mir, mazut, tabiiy gaz va yadro yoqilg'isini yoqish lozimligini hisoblang.

2.6-masala. IES bir yilda 880 mln.kVt·soat elektroenergiya ishlab chiqaradi. IES ishonchliligini taminlash sharoitlari va yuklama grafiklariga e'tibor qilgan holda unda 4 ta, 3 ta asosiy va 1 ta zaxira generatori o'rnatilishi mumkin. Yiliga $T=7000$ soat ishlaydi deb hisoblab, generatorlar uchun zarur bo'ladigan quvvatni tanlang!

2.7-masala. Agar turbogeneratordagi bug' sarfi 54 t/soat bo'lsa uning quvvatini hisoblang! Boshlang'ich entalpiya 2160 kJ / kg , chiqishdagi kondensat entalpiyasi 540 kJ / kg .

2.8-masala. Bir yilda 900 mln.kVt·soat elektr energiya ishlab chiqarish imkoniyatiga ega bo'lgan turbogenerator yillik suv sarfi qanaqa bo'ladi? Bug'ning boshlang'ich entalpiyasi - 2200 kJ / kg , kondensat entalpiyasi - 600 kJ / kg , turbogenerator FIK - 40%.

2.9-masala. Avvalgi masala shartlaridan foydalanib ruxsat etilgan suv oqim tezligi 3m/s bo'lgan kanalning ko'ndalang kesim yuzasini hisoblang!

2.10-masala. Mazut yoqilg'isida ishlovchi IES yiliga $950 \text{ mln.kVt} \cdot \text{soat}$ elektr energiyasi ishlab chiqaradi. Elektr stansiya ish rejimi uzluksiz deb hisoblagan holda, o'z ehtiyoji uchun ishlatiladigan elektr energiya va shu elektr energiyani ishlab chiqarish uchun kerak bo'ladigan mazut yoqilg'isi miqdorini hisoblang! Elektrostansiya FIK 40% ga teng.

2.11-masala. Quvvati 400 MVtga teng bo'lgan tabiiy gaz yoqilg'isida ishlovchi elektr stansiya bir yilda 7500 soat ishlaydi. IES ning FIK - 40% deb hisoblagan holda yillik ishlab chiqiladigan elektr energiya, yillik yoqilg'i sarfi, o'z ehtiyoji uchun ishlatiladigan elektr energiya va shu elektr energiyani ishlab chiqarish uchun ketadigan tabiiy gaz yoqilg'isi miqdorini hisoblang!

3-AMALIY MASHG'ULOT

GIDRO ELEKTR STANSIYALARDA ELEKTR ENERGIYANI ISHLAB CHIQUARISH FIZIK ASOSLARI

Ishdan maqsad: Hidro elektr stansiyalarning turlari va ularning asosiy vazifalari, gidro elektr stansiyalarida suv sarfining hisobiy parametrlarini va ularning nomlanishlarini aniqlash.

Ishni bajarish tartibi

Gidro elektr stansiyasi (GES)da suvning oqim energiyasini elektr energiyasiga aylantiriladi. GESning asosiy - to'g'onli, derivatsion (suvni asosiy o'zandan tarmoqlab chiqarish) va gidroakkumulatsiyalovchi turlari mavjud. GESlarda elektr energiyani ishlab chiqarish uchun tezligi past bo'lgan gidrogeneratorlardan foydalaniladi.

Quyida GESlarning asosiy parametrlarini hisoblashga oid formulalar va masalalar keltirilgan.

**Gidroenergetik parametrlarni hisoblash formulalari:
GESning hisoblangan aktiv quvvati P_{hisobiy} quyidagicha hisoblanadi:**

$$P_{\text{hisobiy}} = \frac{Q_{\text{suv.sarf.}} \cdot H \cdot 9,8 \cdot \eta}{1000} = 0,00833 \cdot Q_{\text{suv.sarf.}} \cdot H, \text{ kVt.} \quad (3.1)$$

bu yerda: $Q_{\text{suv.sarf}}$ - suvning massaviy sarfi, kg/s; H - kutilayotgan suvning bosimi (napori), m; η - gidroagregatning umumiy FIK ($\eta \approx 0,85$).

Suvning massaviy sarfi, $Q_{\text{suv.sarf}}$ quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{\text{suv.sarf}} = S \cdot V \cdot \rho = Q_V \cdot \rho, \text{ (kg/s)} \quad (3.2)$$

bu yerda: S - kanal yoki daryoning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ; V - suv oqimining tezligi, m/s; Q_V - suvning hajmiy sarfi, m^3/s ; $\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ - suvning zichligi.

Elektr energiya ishlab chiqarilishning yillik miqdori, W_{yil} quyidagicha aniqlanadi:

$$W_{\text{yil}} = P_{\text{hisobiy}} \cdot T_{\text{hisobiy}}, \text{ kVt} \cdot \text{soat} \quad (3.3)$$

bu erda: P_{hisobiy} - hisoblangan aktiv quvvat, kVt; T_{hisobiy} - agregatlarning hisoblangan quvvatida bir yilda ishlash vaqti, soat ($T_{\text{hisobiy}} = 8760$ soat deb qabul qilsa bo'ladi).

GES ning o'z ehtiyoji uchun ishlatadigan quvvati $P_{\text{o'z eht.}}$ va energiyasi $W_{\text{o'z eht.}}$ quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{\text{o'z eht.}} = K \cdot P_{\text{hisobiy}}, \text{ (kVt)}; \quad W_{\text{o'z eht.}} = K \cdot W_{\text{yil}}, \text{ (kVt} \cdot \text{soat)} \quad (3.4)$$

bu yerda: P_{hisobiy} - hisoblangan aktiv quvvat, kVt; W_{yil} - yillik elektr energiya ishlab chiqarilishi, kVt·soat; K - koeffitsiyent 3.1-jadvaldan olinadi.

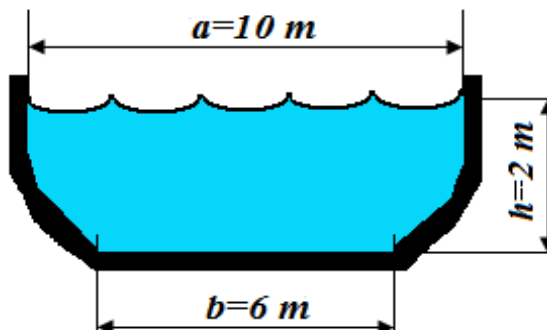
3.1-jadval

GESlar uchun o'z ehtiyoj koeffitsiyentlari

№	GES quvvati, MVt	K koeffitsiyentning qiymati
1	50 MVt gacha	0,05
2	150-200 MVt	0,02
3	200-400 MVt	0,005
4	400 MVt dan katta	0,003

Mustaqil hisoblash uchun masalalar

3.1-masala. Kanalning ko'ndalang kesim yuzasi 2.1-rasmdagidek, kanaldagi suv harakat tezligi $V = 2$ m/s. Kanaldagi hajmiy Q_V va massaviy $Q_{suv.sarf.}$ suv sarfini toping!



3.1-rasm. Kanalning ko'ndalang kesimi

Masalaning yechilishi

1. Ag'darilgan trapetsiya ko'rinishidagi kanal ko'ndalang kesim yuzasini hisoblaymiz

$$S = \frac{a+b}{2} \cdot h = \frac{10+6}{2} \cdot 2 = 16 \text{ m}^2$$

2. Suvning hajmiy sarfini aniqlaymiz

$$Q_V = S \cdot V = 16 \cdot 2 = 32 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Suvning massaviy sarfini aniqlaymiz

$$Q_{suv.sarf.} = Q_V \cdot \rho = 32 \cdot 1000 = 32000 \text{ kg/s.}$$

3.2-masala. Oldingi masala shartlari bo'yicha $H=10$ kutilayotgan naporga ega bo'lgan kanalda qurilgan va yil davomida uzluksiz ishlaydigan GESning quvvatini hamda yillik ishlab chiqarilgan elektr energiya miqdorini hisoblang!

Yechish:

1. GES ning hisoblangan aktiv quvvatini topamiz

$$P_{hisobiy} = \frac{Q_{suv.sarf} \cdot H \cdot 9,8 \cdot \eta}{1000} = 0,00833 \cdot Q_{suv.sarf} \cdot H =$$
$$= 32000 \cdot 10 \cdot 0,00833 = 2666,6 \text{ kVt} \approx 2,7 \text{ MVt}$$

2. GESning ishlab chiqaradigan elektr energiya yillik miqdorini aniqlaymiz

$$W_{yil.} = P_{hisobiy} \cdot T_{hisobiy} = 2666,6 \cdot 8760 = 23,4 \text{ mln.} \cdot \text{kVt} \cdot \text{soat}$$

Auditoriya mashulotlari va uyda uyda ishlash uchun masalalar

3.3-masala. Hidrogeneratorlar markalarining belgilanishini tushuntirish: *CT - 32; BFC - 63; CTC - 120.* va boshqalar.

3.4-masala. Tog‘li tumanda joylashgan daryoning bir yillik o‘rtacha suv sarfi $Q_v = 25 \text{ m}^3/\text{s}$. Agar ushbu rayon iste‘moli uchun bir yilda $15 \text{ mln.} \cdot \text{kVt} \cdot \text{soat}$ elektr energiyasi talab etilsa, GESda foydalaniladigan napor miqdori qanaqa bo‘lishi kerak? (GES o‘z ehtiyojidagi sarf hisobga olib ishlansin.)

3.5-masala. Derivatsion kanalli GESda suv kanaldan gidroturbinaga diametri 1 m ga teng bo‘lgan uchta truba orqali beriladi. Har bir turboagregatning - $7,5 \text{ MVt}$, kutilayotgan napor - 50 m . Kanaldagi hajmiy va massaviy suv sarflarini va trubalardagi suv harakat tezligini toping!

3.6-masala. Quyidagi parametrlardagi daryoda qurilgan GES hisoblangan quvvati va bir yil davomidagi ishlab chiqargan elektr energiyasi qancha miqdorda bo‘lishi mumkin?

Daryo kengligi 120 m , o‘rtacha chuqurligi $2,2 \text{ m}$, o‘rtacha oqim tezligi $1,2 \text{ m/s}$. Joylashuv shartlariga ko‘ra to‘g‘on balandligi 10 m dan baland bo‘lmasligi kerak.

3.7-masala. Derivatsion kanalli GESning quvvati 15 MVt , kutilayotgan napor 35 m bo‘lsa, GES bosh qismining o‘tkazuvchanlik qobiliyatini hisoblang!

3.8-masala. Oldingi masala shartlaridan foydalanib ruxsat etilgan oqim tezligi 2 m/s bo‘lgan kanal ko‘ndalang kesim yuzasini hisoblang!

Sinov savollari

1. Hidro elektr stansiyalarning turlari ?
2. GES ning o‘z ehtiyoji uchun ishlatadigan quvvati qanday aniqlanadi?
3. Elektr energiya ishlab chiqarilishning yillik miqdori qanday aniqlanadi?
4. Suvning massaviy sarfi qanday aniqlanadi?

4-AMALIY MASHG‘ULOT

TURLI XIL TIPDAGI ELEKTR STANSIYALARNING TEXNOLOGIK VA STRUKTURAVIY SXEMALARINI TUZISH

Ishdan maqsad: Turli xil tipdagi elektr stansiyalarning texnologik va strukturaviy sxemalarini tuzish, transformator va generator hisob parametrlarini aniqlash

Hisob ishi uchun topshiriq

(Topshiriq variantlari va dastlabki ma’lumotlar 4.3-jadvaldan olinadi)

1. Elektr stansiyalar (GES, KES, IEM)ning texnologik prinsipial sxemalarini tuzish.
2. Elektr stansiyaning quvvat uzatilishining struktura sxemasini tuzish.
3. Elektr stansiyaning asosiy kuch elementlari (transformatorlar, generatorlar)ni tanlash va ularning parametrlarini ko‘chirib olish.
4. Elektr stansiyalarning elektr zanjirida quvvatlar oqimi sxemasini tuzish (transformatorlardagi isroflarni hisobga olmasdan).
5. Elektr stansiyalarning elektr zanjiridagi toklarni taqsimlash sxemasini tuzish.

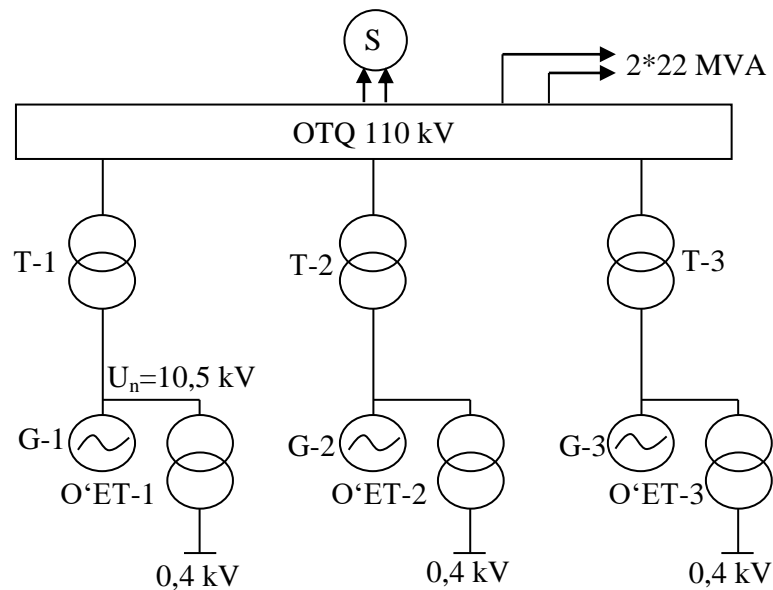
Misol. Quyidagi 4.1-jadvalda keltirilgan ma’lumotlar asosida hisoblashlarni amalga oshiramiz.

4.1-jadval.

Elektr stansiya tipi	GES
Generatorning nominal aktiv quvvati, $P_{n.Gen}$	40 MVt
Bloklar soni	3
Sistemani bog‘lovchi liniyaning kuchlanishi	110 kV
Sistemani bog‘lovchi HEULsining uzunligi	50 km
Tupikli liniyaning soni va quvvati	2*22 MVA

1. GESning struktura sxemasini tuzish va asosiy kuch elementlarini tanlash.

GESning uzatilayotgan quvvatini blok sxemasini qabul qilamiz.



4.1-rasm. GESning blok sxemasi

Variandda berilgan ma'lumot asosida generator tipini tanlaymiz.

G-1, G-2, G-3 (**BГC 525/150-20** tipli) gidrogeneratorlar parametrlarini yozib olamiz.

$$\begin{array}{ll}
 S_n = 50 \text{ MVA} & n_{nom} = 300 \text{ ayl / min} \\
 P_n = 40 \text{ MVt} & x_d'' = 0.16 \\
 \cos\varphi = 0.8 & x_d' = 0.25 \\
 U_n = 10.5 \text{ kV} & x_d = 1
 \end{array}$$

Bitta blokning o'z ehtiyoji uchun sarflanadigan quvvatini aniqlaymiz.

$S_{o'z.eht.bl} = 1\% S_{bl} = 0.01 \cdot 50 = 0.5 \text{ MVA}$ (quvvat bo'yicha o'z ehtiyoj koeffitsienti (1%) 4.2-jadvaldan olinadi).

Kuch transformatorining o'rnatilgan quvvatini aniqlaymiz.

$$S_{TR.O'm.} = S_{n.Gen.} - S_{o'z.eht.bl.} = 50 - 0.5 = 49.5 \text{ MVA}$$

Varianddan kelib chiqib, bizda tupikli HEUL 2*22 MVA, ya'ni 44 MVA quvvat yuklamaga sarf bo'ladi.

Sistemaga berilayotgan quvvatni aniqlaymiz.

$$S = 3 \cdot S_{TR.O'm.} - S_{Yukl.} = 3 \cdot 49.5 - 44 = 104.5 \text{ MVA}$$

Tanlangan generator va hisoblashlarga asoslanib, kuch transformatorlarini hamda o'z ehtiyoj transformatorlarini tanlaymiz.

T-1, T-2, T-3 (**ТДЦ-80000/110** tipli) kuch transformatorlar parametrlarini yozib olamiz.

$$\begin{array}{ll} S_n = 80 \text{ MVA} & \Delta P_{qt} = 310 \text{ kVt} \\ U_{Yu.K} = 121 \text{ kV} & U_k = 11 \% \\ U_{P.K} = 10.5 \text{ kV} & I_{qt} = 0.6 \% \\ \Delta P_{salt} = 85 \text{ kVt} & \end{array}$$

O'ET-1, O'ET-2, O'ET-3 (**TC3C-630/10** tipli) o'z ehtiyoj transformatorlar parametrlarini yozib olamiz.

$$\begin{array}{ll} S_n = 630 \text{ kVA} & \Delta P_{qt} = 8500 \text{ kVt} \\ U_{Yu.K} = 10.5 \text{ kV} & U_k = 8 \% \\ U_{P.K} = 0.4 \text{ kV} & I_{qt} = 2 \% \\ \Delta P_{salt} = 2000 \text{ kVt} & \end{array}$$

Sinov savollari

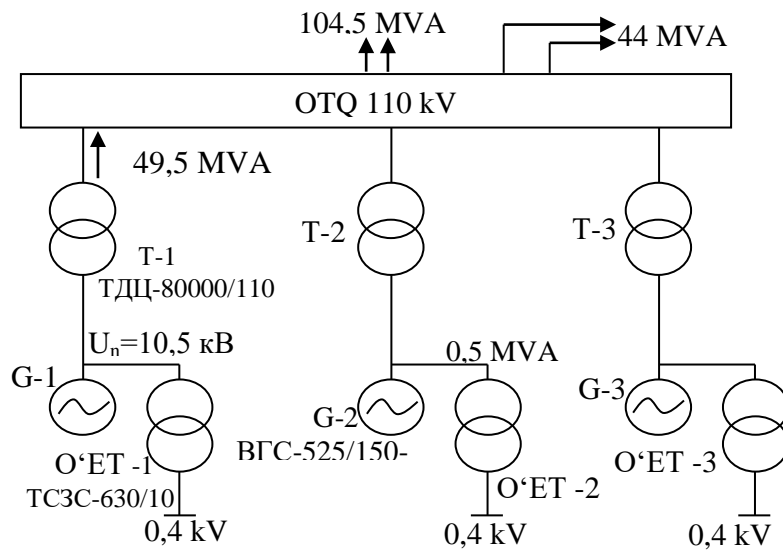
1. Stansiya va podstansiyalarining asosiy kuch elementlariga nimalar kiradi ?
2. Kuch transformatorlari qaysi parametrlarga asoslanib tanlanadi?
3. Stansiya elektr zanjiridagi toklarni hisoblashdan maqsad nima?
4. Sistema bilan stansiyaning bog'lovchi liniya o'tkazgichini qaysi parametrlarga asoslanib tanlanadi?
5. Stansiyalar uchun quvvat bo'yicha o'z ehtiyoj ko'effitsiyentlari nechaga teng?

5-AMALIY MASHG‘ULOT

TURLI XIL TIPDAGI ELEKTR STANSIYALARNING TEXNOLOGIK VA STRUKTURAVIY SXEMALARINI TUZISH HOLATINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Turli xil tipdagi elektr stansiyalarning texnologik va strukturaviy sxemalarini tuzish, tupikli liniyalardagi quvvat oqimlarini aniqlash.

Stansiya elektr zanjirida quvvatlar taqsimoti sxemasini tuzamiz.



5.2-rasm. Quvvatlar taqsimoti sxemasi

2. Stansiya elektr zanjiridagi toklarni aniqlaymiz va toklar taqsimoti sxemasini tuzamiz.

Generator zanjirida yoki birlamchi o‘z ehtiyoj zanjirida:

$$I_{O'z.eht.} = \frac{S_{O'z.eht.bl.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{0,5}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 0,03 \text{ kA} = 30 \text{ A}$$

O‘z ehtiyoj transformatorining ikkilamchi zanjirida:

$$I_{O'z.eht.} = \frac{S_{O'z.eht.bl.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{0,5}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 0,72 \text{ kA} = 720 \text{ A}$$

Blok transformatorining past kuchlanish tomonidagi zanjirida:

$$I_{TR} = \frac{S_{TR.O'm.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{49,5}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 2,72 \text{ kA} = 2720 \text{ A}$$

Blok transformatorining yuqori kuchlanish tomonidagi zanjirida:

$$I_{TR} = \frac{S_{TR.O'm.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{49,5}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,26 \text{ kA} = 260 \text{ A}$$

Har bir liniyaning yuklama toki:

$$I_1 = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{22}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,115 \text{ kA} = 115 \text{ A} \text{ (umumiy liniya uchun } I_1 = 0,23 \text{ kA)}$$

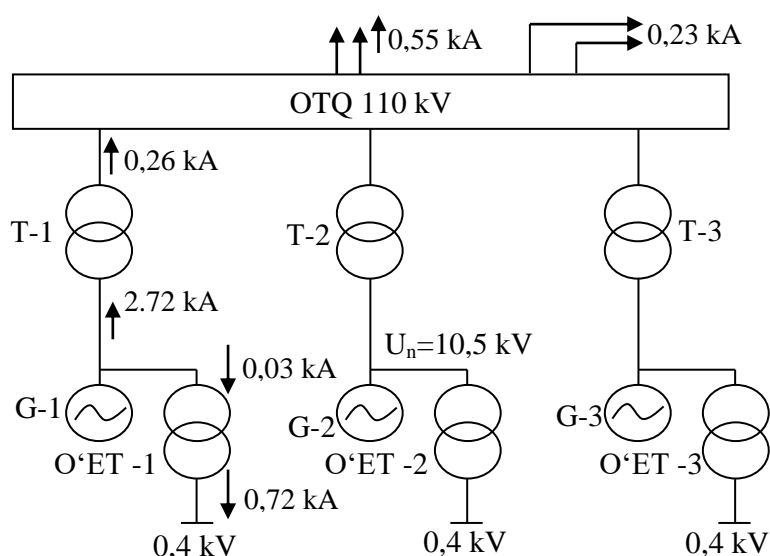
Sistema bilan stansiyaning bog'lovchi liniya toki (har bir liniya bo'yicha)

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{104,5/2}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,275 \text{ kA} = 275 \text{ A} \text{ (umumiy liniya uchun } I_2 = 0,55 \text{ kA)}$$

Har bir liniyaning hisoblangan yuklama toklariga asoslanib liniya uchun mos keluvchi o'tkazgichni va uning parametrlarini tanlaymiz.

Tanlangan AC-150/24 tipli o'tkazgichning kerakli parametrlarini yozib olamiz.

$$I_{naxsat.} = 450 \text{ A}; \quad x_0 = 0,42 \text{ Om/km}$$



5.3-rasm. Toklar taqsimoti sxemasi

5.2-jadval

Stansiyalar uchun quvvat bo'yicha o'z ehtiyoj koeffitsiyentlari

Elektr stansiya turi	Yoqilg'i turi	Quvvat bo'yicha o'z ehtiyoj koeffitsiyenti, %
IEM	Ko'mir	8-14
	Gaz, Mazut.	5-7
KES	Ko'mir.	6-8
	Gaz, Mazut.	3-5
GES	Kichik va o'rta quvvatli	3-2
	Katta quvvatli	1-0.5

5.3-jadval

4 va 6-hisob-grafik ishi uchun variantlar

Variant №	Stansiya tipi	$P_{n,Gen}$ MVt	Bloklar soni	Sistema bilan bog'lovchi liniyaning kuchlanishi (kV)	Sistema bilan bog'lovchi HEULning uzunligi. km	Chiquvchi liniyalar soni va quvvati, MVA	Yoqilg'i turi	T_{max} Soat
1	GES	8	4	35	4	2x6		2500
2	IEM	6	5	110	5	6x2	Ko'mir	6550
3	IEM	12	3	35	6	8x2	gaz	6450
4	KES	12	4	35	5	4x8	Ko'mir	5000
5	GES	25	6	110	40	1x20		3000
6	KES	32	5	110	35	2x20	gaz	5050
7	GES	30	5	110	30	1x15		3100
8	KES	800	4	500	120	4x120	Ko'mir	6500
9	GES	40	3	110	35	3x23		3200
10	GES	55	4	110	30	3x15		3300
11	KES	100	4	220	80	3x20	Ko'mir	6200
12	KES	160	3	220	90	3x25	gaz	5400
13	GES	80	4	220	70	2x27		3400
14	KES	200	3	220	100	4x30	gaz	5500
15	IEM	32	3	110	30	3x10	Ko'mir	7550
16	IEM	25	4	110	25	6x12	gaz	6350
17	IEM	20	4	110	20	4x10	gaz	6150
18	GES	150	4	220	90	3x20		3500
19	KES	110	5	220	70	2x50	gaz	5450
20	GES	25	4	110	30	3x20		3000
21	IEM	63	3	220	50	8x10	gaz	6100
22	KES	300	4	500	80	2x90	ko'mir	6400
23	GES	8	5	35	5	2x6		2500

5.3-jadval davomi

Variant №	Stansiya tipi	$P_{n,Gen}$ MVt	Bloklar soni	Sistema bilan bog'lovchi liniyaning kuchlanishi (kV)	Sistema bilan bog'lovchi HEULning uzunligi. km	Chiquvchi liniyalar soni va quvvati, MVA	Yoqilg'i turi	T_{max} Soat
24	IEM	6	4	35	6	4x2	ko'mir	7000
25	IEM	12	3	35	7	6x2	gaz	6400
26	GES	20	4	35	6	4x7		2900
27	GES	25	4	110	20	2x20		3050
28	IEM	32	5	110	30	3x20	gaz	6500
29	GES	30	5	110	25	2x15		3150
30	IEM	200	4	220	80	4x80	ko'mir	7800
31	GES	40	3	110	30	4x25		3200
32	GES	55	4	110	40	3x20		3300
33	IEM	100	4	220	50	4x40	gaz	6450

Sinov savollari

1. Stansiya va podstansiyalarining asosiy kuch elementlariga nimalar kiradi?
2. Kuch transformatorlari qaysi parametrlarga asoslanib tanlanadi?
3. Stansiya elektr zanjiridagi toklarni hisoblashdan maqsad nima?
4. Sistema bilan stansiyaning bog'lovchi liniya o'tkazgichini qaysi parametrlarga asoslanib tanlanadi?
5. Stansiyalar uchun quvvat bo'yicha o'z ehtiyoj ko'rsatkichlari nechaga teng?

6- AMALIY MASHG‘ULOT

TURLI XIL TIPDAGI ELEKTR PODSTANSIYALARNING STRUKTURAVIY SXEMALARINI TUZISH VA HOLATINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Turli xil tipdagi elektr podstansiyalarning texnologik va strukturaviy sxemalarini tuzish, transformatorlarning turi va quvvatini aniqlash.

Hisob ishi uchun topshiriq

(Topshiriq variantlari va dastlabki ma’lumotlar 5.2-jadvaldan olinadi)

1. Elektr podstansiyasining struktura sxemasini tuzish.

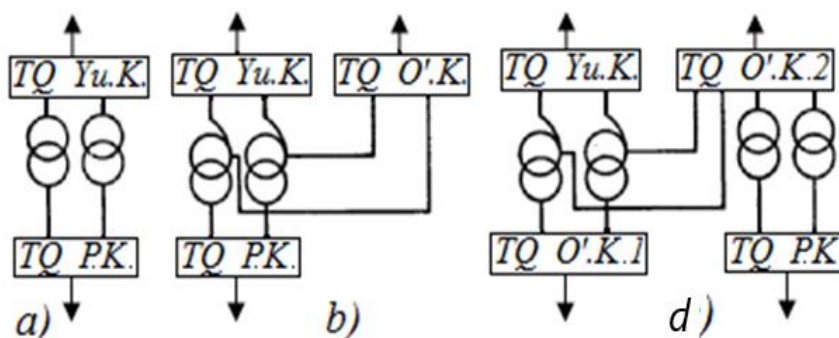
2. Podstansiya transformatorlari orqali o‘tuvchi yuklamalarning summaviy quvvatini hisoblash. Transformatorlarning tipini o‘tayuklanish qobiliyatini hisobga olgan holda tanlash va ularning parametrlarini yozib olish.

3. Podstansiyada ikkita transformator ishlaganda va bittasi ta’mirlash holatida bo‘lgan paytidagi podstansiyalarning elektr zanjirida quvvatlar oqimi sxemasini tuzish (transformatorlardagi isroflarni hisobga olmasdan).

4. Hisoblab topilgan quvvatlar oqimi bo‘yicha podstansiya elektr zanjiri bo‘ylab toklar taqsimoti sxemasini tuzish.

Podstansiyalarning struktura sxemalari

Podstansiyalarning struktura sxemalari undagi transformatorlar soniga, har xil kuchlanishli taqsimlovchi qurilmalar orasidagi yuklamalar taqsimlanishiga va o‘sha taqsimlovchi qurilmalarning o‘zaro aloqasiga bog‘liqdir.



6.1-rasm. Podstansiyaning struktura sxemalari

6.1-rasmda podstansiyaning struktura sxemalari keltirilgan. a) rasmda ikki chulgʻamli kuch transformatorga ega boʻlgan podstansiyaqa elektr energiya sistemadan TQ (taqsimlovchi qurilma) Yu.K. (yuqori kuchlanish) orqali kirib kelmoqda, keyin oʻzgartirilib TQ P.K. (past kuchlanish) orqali isteʼmolchiga taqsimlanmoqda. Tugunli podstansiyaqa P.K. tarafidagi isteʼmolchilar va energotizimning alohida qismlari oʻrtasida aloqa amalga oshirilgan (b rasm). Ayrim podstansiyalarda ikki xil TQ Yu.K., TQ Oʻ.K. (oʻrta kuchlanish) va TQ P.K.lar boʻlishi mumkin. Bunday podstansiyalarda TQ P.K. orqali isteʼmolchilarni taʼminlash uchun ikkita avtotransformator va ikkita oddiy kuch transformatori oʻrnatiladi.

Podstansiyalar uchun transformatorlarning quvvati va sonini tanlash

Koʻpincha podstansiyalarda ikkita avtotransformator yoki ikkita kuch transformator oʻrnatiladi. Bunday vaziyatda isteʼmolchilarni elektr energiya bilan ishonchli taʼminlanadi, hattoki transformatorlardan bittasi avariya holatida oʻchirilganda ham. Ikkita transformatorli podstansiyalarda, ishlatish (ekspluatatsiya)ning dastlabki yilida, yuklamalarning isteʼmol quvvati loyihadagi hisobiy yuklamalarnikiga yetmaganda vaqtincha bitta transformator ishlatish mumkin. Bu davr mobaynida isteʼmolchilarning elektr taʼminotini oʻrta yoki past kuchlanishli tarmoqlar boʻyicha zaxirasi taʼminlangan boʻlishi zarur. Keyinchalik yuklamalar oshishi bilan loyiha boʻyicha ikkala transformatorni ham ishga tushiriladi.

Transformatorlarning quvvati quyidagi shartlar boʻyicha tanlanadi:

1. Bitta transformator oʻrnatilganda: $S_{n.TR.} \geq S_{max.Yuk.}$.

2. Ikkita transformator oʻrnatilganda: $S_{n.TR.} \geq 0.7 \cdot S_{max.Yuk.}$.

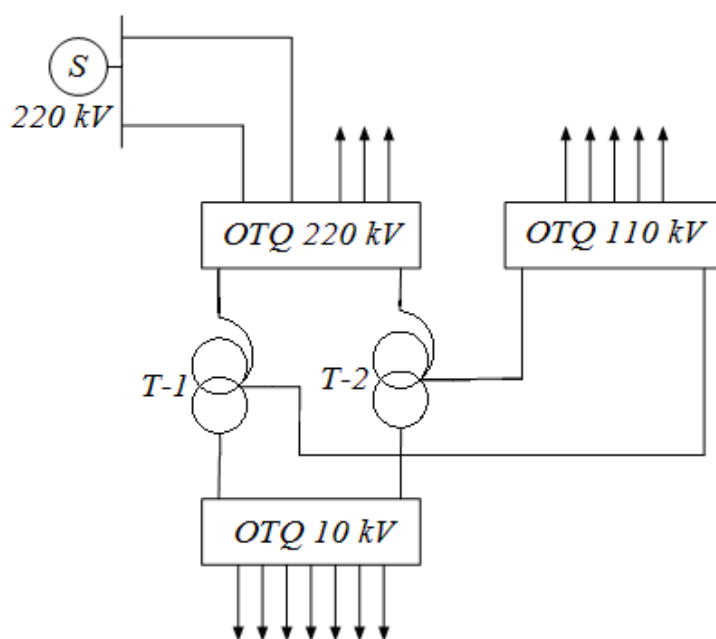
3. n ta transformator oʻrnatilganda: $S_{n.TR.} \geq \frac{0.7 \cdot S_{max.Yuk.}}{n - 1}$.

Misol. Hisoblash uchun dastlabki maʼlumotlar 5.2-jadvaldan olinadi.

6.1-jadvalda berilgan maʼlumotlar asosida podstansiyaning struktura sxemasi tuziladi (6.1-rasm).

Dastlabki ma'lumotlar.

Sistema			Podstansiya kuchlanishi, kV			Chiquvchi EUL summaviy quvvati, MVA			Chiquvchi EUL soni		
S, MVA	U, kV	n/L, km	Yu.K.	O'.K.	P.K.	OTQ _{Yu.K.}	OTQ _{O'.K.}	OTQ _{P.K.}	Yu.K.	O'.K.	P.K.
∞	220	2/150	220	110	10	100	100	10	3	5	7



6.2-rasm. Podstansiyaning struktura sxemasi.

Summaviy quvvatlarni hisoblash va transformatorlarni tanlash.

Yuklamalarning summaviy quvvatini aniqlaymiz:

$$S_{yuk} = S_{O'.K.} + S_{P.K.} = 100 + 10 = 110 \text{ MVA.}$$

Transformatorlarning taxminiy quvvatlarini aniqlaymiz:

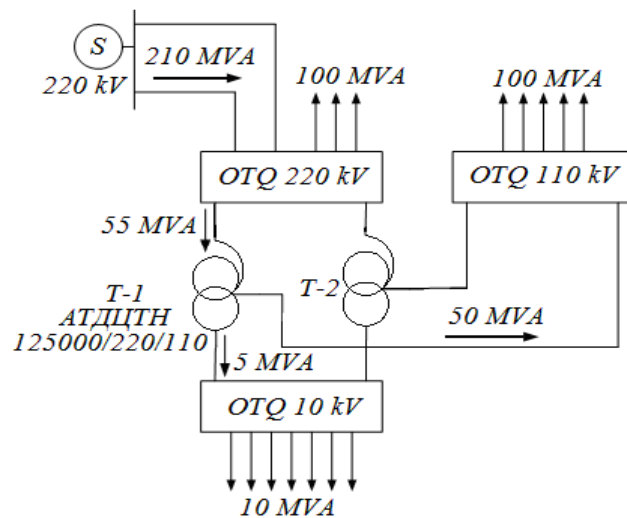
$$S_{nom} \geq 0,7 \cdot S_{yuk} = 0,7 \cdot 110 = 77 \text{ MVA.}$$

Yuqoridagi hisoblashlarga tayanib *ATДЦТН* –125000/220/110 tipli transformatorni tanlaymiz.

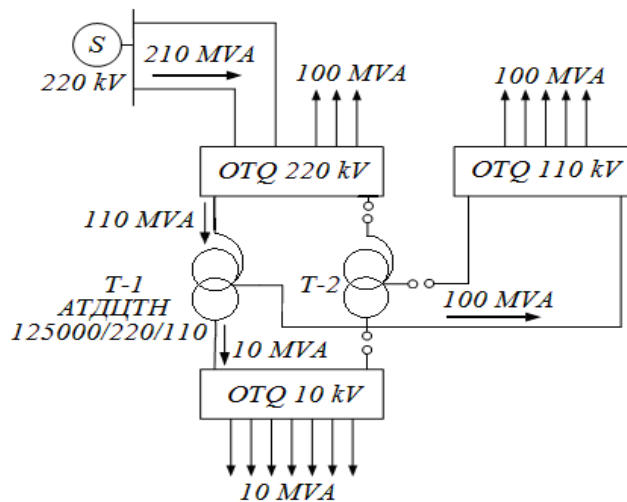
ATДЦТН –125000/220/110 tipli T-1, T-2 transformatorlarning parametrlarini yozib olamiz.

$$\begin{array}{lll}
 S_{nom.} = 125 \text{ MVA} & P_{salt.} = 65 \text{ kVt} & U_{k.O'.K.-P.K.} = 28 \% \\
 U_{Yu.K.} = 230 \text{ kV} & P_{k..Yu.K.-O'.K.} = 315 \text{ kVt} & I_{salt.} = 0,4 \% \\
 U_{O'.K.} = 121 \text{ kV} & U_{k.Yu.K.-O'.K.} = 11 \% & S_{P.K.} = 63 \text{ MVA} \\
 U_{P.K.} = 10,5 \text{ kV} & U_{k.Yu.K.-P.K.} = 45 \% &
 \end{array}$$

Podstansiyaning elektr zanjiri bo‘ylab oquvchi quvvatlar taqsimoti sxemasini tuzamiz.



6.3-rasm. Podstansiyada ikkita transformator ishlagan paytdagi quvvatlar taqsimoti sxemasi.



6.4-rasm. Podstansiyada bitta transformator ishlagan paytdagi quvvatlar taqsimoti sxemasi.

Sinov savollari

1. Qaysi elementlar elektr energiyani taqsimlashda ishlatiladi?
2. Kuch transformatorining vazifasi nimadan iborat?
3. 6.4-rasmda keltirilgan podstansiyaning struktura sxemalarini tushintiring!
4. Transformatorlarning quvvati qaysi shartlar bo'yicha tanlanadi?

7-AMALIY MASHG'ULOT

TURLI XIL TIPDAGI ELEKTR PODSTANSIYALARNING STRUKTURAVIY SXEMALARINI TUZISH VA TOKLAR TAQSIMOTINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Turli xil tipdagi elektr podstansiyalarning texnologik va strukturaviy sxemalarini tuzish, transformatorlardagi toklar taqsimotini aniqlash.

Podstansiyaning elektr zanjiridagi toklar taqsimotini hisoblaymiz va sxemasini tuzamiz

Quvvatlar taqsimoti sxemasidan kelib chiqib toklarni aniqlaymiz.

- Sistema bilan podstansiyaning bog'lovchi liniyadagi tok:

$$I_{Umum.tarm.} = \frac{S_{tarm.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{210}{\sqrt{3} \cdot 220} = 551 \text{ A}$$

Har bir liniya bo'yicha:

$$I_{tarm.} = \frac{1}{2} \frac{S_{tarm.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1}{2} \frac{210}{\sqrt{3} \cdot 220} = 275,5 \text{ A}$$

- Yuqori kuchlanish tarafidagi yuklamalarga chiquvchi tupik liniyaning toki:

-

$$I_{n.Umum.Yu.K.} = \frac{S_{n.Yu.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 220} = 262,43 \text{ A}$$

Har bir liniya bo'yicha:

$$I_{n.Yu.K.} = \frac{I_{n.Umum.Yu.K.}}{n} = \frac{262,43}{3} = 87,477 \text{ A}$$

bu yerda n - chiquvchi liniyalar soni.

• O'rtta kuchlanish tarafidagi yuklamalarga chiquvchi tupik liniyaning toki:

$$I_{n.Umum.O'.K.} = \frac{S_{Yuk.O'.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 110} = 524,864 \text{ A}$$

Har bir liniya bo'yicha:

$$I_{n.O'.K.} = \frac{I_{n.Umum.O'.K.}}{n} = \frac{524,864}{5} = 104,973 \text{ A}$$

• Past kuchlanish tarafidagi yuklamalarga chiquvchi tupik liniyaning toki:

$$I_{n.Umum.P.K.} = \frac{S_{Yuk.P.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 10} = 577,35 \text{ A}$$

Har bir liniya bo'yicha:

$$I_{n.P.K.} = \frac{I_{n.Umum.P.K.}}{n} = \frac{577,35}{7} = 82,48 \text{ A}$$

• Avtotransformatorning yuqori kuchlanish tarafidagi zanjirida oquvchi tok:

Ikkita avtotransformator ishlayotgan holatda:

$$I_{tr.Yu.K.1} = \frac{S_{YuK.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{55}{\sqrt{3} \cdot 220} = 144,34 \text{ A}$$

Bitta avtotransformator ishlayotgan holatda:

$$I_{tr.Yu.K.2} = \frac{S_{YuK.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{110}{\sqrt{3} \cdot 220} = 288,68 \text{ A}$$

- Avtotransformatorning oʻrta kuchlanish tarafidagi zanjirida oquvchi tok:

Ikkita avtotransformator ishlayotgan holatda:

$$I_{tr.O.K.1} = \frac{S_{Yuk.O.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{50}{\sqrt{3} \cdot 110} = 262,432 \text{ A}$$

Bitta avtotransformator ishlayotgan holatda:

$$I_{tr.O.K.2} = \frac{S_{Yuk.O.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 110} = 524,864 \text{ A}$$

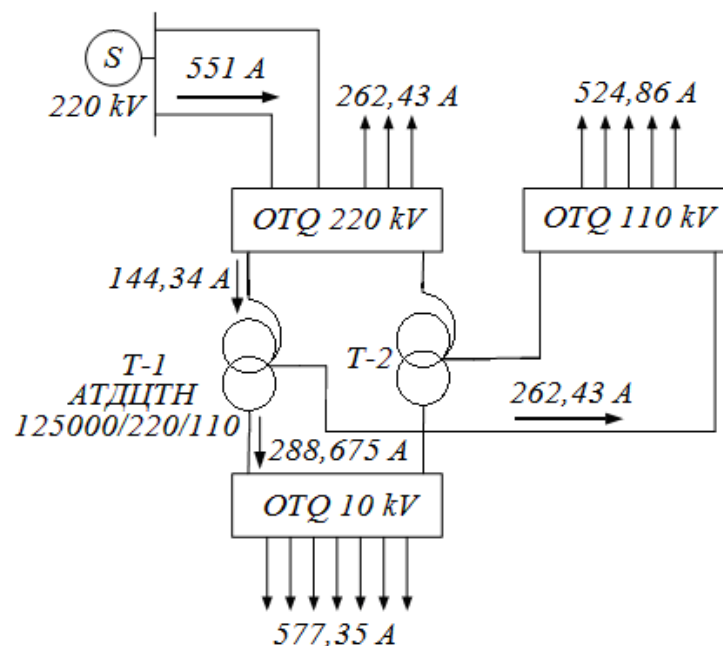
- Avtotransformatorning past kuchlanish tarafidagi zanjirida oquvchi tok:

Ikkita avtotransformator ishlayotgan holatda:

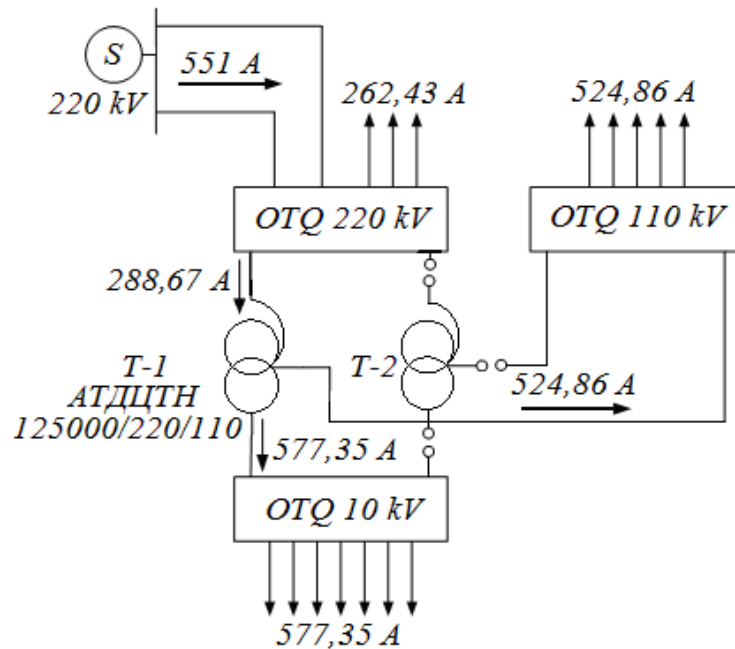
$$I_{tr.P.K.1} = \frac{S_{Yuk.P.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{5}{\sqrt{3} \cdot 10} = 288,675 \text{ A}$$

Bitta avtotransformator ishlayotgan holatda:

$$I_{tr.P.K.2} = \frac{S_{Yuk.P.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 10} = 577,35 \text{ A}$$



7.5-rasm. Podstansiyada ikkita transformator ishlagan paytdagi toklar taqsimoti sxemasi.



7.6-rasm. Podstansiyada bitta transformator ishlagan paytdagi toklar taqsimoti sxemasi.

7.2-jadval

3-hisob-grafik ishi uchun variantlar.

Variant №	Sistema			Podstansiya kuchlanishi, kV			Chiquvchi EUL summaviy quvvati, MVA			Chiquvchi EUL soni		
	S, MVA	U, kV	n/L, km	Yu.K.	O'.K.	P.K.	OTQ _{Yu.} k.	OTQ _{O'.K.}	OTQ _{P.K.}	Yu.K.	O'.K.	P.K.
1	∞	220	2/100	220	110	10	100	200	22	3	4	16
2	3000	110	2/30	110	35	10	50	25	6	4	5	8
3	2000	220	2/110	220	35	6	50	40	10	4	6	14
4	∞	110	2/50	110	35	6	70	15	5	3	7	5
5	1000	220	2/120	220	110	35	60	140	30	4	7	6
6	4000	220	2/90	220	35	10	80	30	6	2	4	9
7	∞	110	2/50	110	35	10	60	40	10	4	6	8
8	5000	220	2/60	220	110	10	100	70	12	4	2	18
9	3000	220	2/100	220	110	6	80	70	10	2	4	8
10	4000	110	2/40	110	35	6	40	65	15	2	5	12

Variant №	Sistema			Podstansiya kuchlanishi, kV			Chiquvchi EUL summaviy quvvati, MVA			Chiquvchi EUL soni		
	S, MVA	U, kV	n/L, km	Yu.K.	O'.K.	P.K.	OTQ _{Yu.} _{K.}	OTQ _{O'.K.}	OTQ _{P.K.}	Yu.K.	O'.K.	P.K.
11	∞	110	2/70	110	35	10	60	80	20	2	8	10
12	5000	220	2/65	220	35	6	80	27	5	4	4	8
13	2000	220	2/150	220	35	10	70	42	8	3	6	8
14	3000	500	3/270	500	110	10	250	270	30	2	10	14
15	∞	500	2/220	500	220	35	350	280	100	3	6	10
16	2000	500	4/200	500	220	35	400	300	70	4	6	8
17	∞	500	4/170	500	110	35	190	180	80	2	8	10
18	∞	110	2/80	110	35	10	35	10	8	3	4	6
19	3000	220	2/130	220	110	35	100	220	20	4	4	4
20	2000	220	2/150	220	35	6	86	50	25	2	6	10
21	∞	110	2/60	110	35	6	60	40	16	2	8	12
22	5000	110	2/80	110	35	10	80	60	24	4	6	16
23	2000	220	2/110	220	110	35	35	110	135	2	6	4
24	∞	220	2/80	220	110	10	-	60	20	-	2	14
25	1000	110	2/50	110	35	10	100	80	20	2	4	12
26	2000	220	2/90	220	35	10	100	25	10	5	4	14
27	∞	500	2/300	500	220	35	400	400	50	4	6	6
28	1000	220	2/150	220	35	10	200	40	10	4	6	6
29	∞	110	2/35	110	35	6	40	40	6	4	4	10
30	2000	35	4/20	35	10	6	-	10	10	-	10	6
31	∞	220	2/150	220	110	10	100	100	10	3	5	7
32	1000	110	3/50	110	35	10	40	20	6	2	4	8
33	5000	220	3/100	220	110	35	400	200	20	2	4	12
34	8000	220	2/80	220	110	10	300	150	16	3	4	14
35	∞	110	2/40	110	35	10	300	100	24	6	3	10
36	∞	110	4/50	110	35	6	200	70	12	6	3	16
37	1200	220	2/120	220	110	35	450	120	28	3	5	11
38	4000	220	2/140	220	110	10	350	170	32	4	2	8
39	2000	110	2/40	110	-	10	40	-	10	3	-	12
40	∞	35	2/20	35	-	10	40	-	20	3	-	12

Sinov savollari

1. Qaysi elementlar elektr energiyani taqsimlashda ishlatiladi?

2. Kuch transformatorining vazifasi nimadan iborat?
3. 7.6-rasmda keltirilgan podstansiyaning struktura sxemalarini tushintiring!
4. Transformatorlarning quvvati qaysi shartlar bo'yicha **tanlanadi?**

8-AMALIY MASHG'ULOT

HAVO LINIYALARNING SIM VA TROSLAR MEXANIK HISOBI BO'YICHA ASOSIY MA'LUMOTLAR

Ishdan maqsad: Havo liniyalarning sim va troslar mexanik hisobi bo'yicha asosiy ma'lumotlar bilan tanishish va ularni hisoblash bo'yicha ma'lumotga ega bo'lish.

Havo liniyasida (HL) izolyatsiyalanmagan, ya'ni izolyatsion qobiqsiz o'tkazgichlar foydalaniladi. HLlarda alyuminiy va po'lat alyuminiy o'tkazgichlardan foydalanish keng tarqalgan. Mis o'tkazgichlar hozirgi davrda maxsus texnik-iqtisodiy hisoblashlar bilan asoslanmasdan HLda foydalanilmaydi. HLda po'lat simlardan foydalanish odatda tavsiya etilmaydi.

O'tkazgichning xususiy mexanik yuklamasi bu yuklama **p** bilan belgilanadi va simning massasi yoki og'irligi bir kilometrda kilogramm bilan ko'rsatilgan har bir kilogramm uchun o'z vaznidan birlik yuklamani olish uchun amaldagi me'yorlarga yoki texnik shartlarga muvofiq olinadi, bu standartda ko'rsatilgan massa yoki og'irlikni 1000 ga bo'lish kerak.

O'tkazgichning solishtirma mexanik yuklamasi. O'tkazgichning hisob kitoblarida birlik bo'lmagan mexanik yuklamalardan foydalanish qulayroq. Bu yuklamalar $N/(m \cdot mm^2)$ yoki $kgc/(m \cdot mm^2)$ mos keladigan birlik yuklamalarni p o'tkazgich kesmalariga bo'linish yo'li bilan olinadi va tegishli ko'rsatkichlar bilan yunoncha harf bilan belgilanadi (γ) mexanik yuklamalar quyidagi tarzda hisoblanadi.

- 1) O'tkazgichning o'z og'irligi:

$$p_1 = 9,81(g_a F_a + g_n F_n); \quad \gamma_1 = p_1 / F.$$

bu yerda g_a, g_n – mos holda alyuminiy va po'latning zichliklari; F_a, F_n – mos holda alyuminiy va po'lat qismlarining ko'ndalang kesim yuzalari; F – umumiy ko'ndalang kesim yuzasi; solishtirma mexanik yuklama γ_1 ning qiymatini qo'llanmadan ham olish mumkin. Unga muvofiq:

Ko'ndalang kesim yuzasi 16-95 мм² bolgan AC va ACK tipidagi o'tkazgichlar uchun $\gamma_1=0,0347 \text{ N/м.мм}^2$;

Ko'ndalang kesim yuzasi 120 мм² va undan kata bo'lgan AC va ACK tipidagi o'tkazgichlar uchun $\gamma_1=0,0356 \text{ N/м.мм}^2$;

Har qanday ko'ndalang kesim yuzali ACO va ACKO tipidagi o'tkazgichlar uchun $\gamma_1=0,0339 \text{ Н/м.мм}^2$.

Bunday holatda $p_1 = \gamma_1 \cdot F$.

2) O'tkazgichni qoplagan ўтказгич (tros)ni qoplangan muz og'irligidan:

$$p_2 = 0,9\pi c(d+c); \quad \gamma_2 = p_2 / F.$$

Be yerda d – o'tkazgich diametri; c – muz qatlamining qalinligi.

3) Muz bilan qoplangan o'tkazgich va muz og'irligidan:

$$p_3 = p_1 + p_2; \quad \gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_2.$$

4) Muz bilan qoplanmagan o'tkazgichga shamolning tasiri:

$$p_4 = \alpha_v * C_x * Q_{\text{макс}} * d; \quad \gamma_4 = p_4 / F.$$

Bu yerda $Q_{\text{макс}}$ - shamolning maksimal bosimi; α_v - shamol bosimining notekislik koeffitsiyenti; C_x - shamolga old qarshilikning aerodinamik koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymati quyidagi shart bo'yicha aniqladi:

Agar muz qatlamisiz o'tkazgich va troslar uchun $d \geq 20 \text{ mm}$ bo'lganda C_x 1,1 $d < 20 \text{ mm}$ bo'lganda C_x 1,2 qiymat qabul qilinadi.

5) Muz bilan qoplangan o'tkazgichga bosimi $Q=0,25Q_{\text{макс}}$ bo'lgan shamolning tasiridan:

$$p_5 = \alpha_v C_x * 0,25 Q_{\text{макс}} (d + 2c); \quad \gamma_5 = p_5 / F$$

6) O'tkazgichning o'z og'irligi va shamolning ta'siridan:

$$p_6 = \sqrt{p_1^2 + p_4^2}; \quad \gamma_6 = p_6 / F.$$

7) Muz bilan qoplangan o'tkazgichning og'irligi va shamolning bosimi $Q=0,25Q_{\text{макс}}$ ta'siridan:

$$p_7 = \sqrt{p_3^2 + p_5^2}; \quad \gamma_7 = p_7 / F.$$

Misol 1.1. AC 120/19 markali alyumin-po‘lat o‘tkazgichli 110 kV xavo liniyasining III shamol hududi va II muzli hududi uchun yakka hamda solishtirma yuklamalarini hisoblash.

Berilgan ma’lumotlar: O‘tkazgichning alyumin qismi 118 mm² po‘lat qismi 18,8 mm² umumiy qismi 136,8 mm², o‘tkazgichning diametri 15,2 mm², 1 kmga to‘g‘ri keladigan og‘irlik 471 kg

O‘tkazgichning xususiy og‘irligidan hosil bo‘ladigan yuklama

$$\rho_1 = 471 * 10^{-3} = 0,471 \frac{\text{H}}{\text{M}} \left(\frac{\text{KГC}}{\text{M}} \right); \quad \gamma_1 = 3,46 * 10^{-3} \text{H}/(\text{M} * \text{MM}^2)$$

Muz qatlami bilan o‘tkazgichning xususiy og‘irligidan hosil bo‘ladigan yagona yuklama

$$\rho_2 = 0,9\pi c(d + c) * 10^{-3} = 0,9 * 3,14 * 10(15,2 + 10) * 10^{-3} = 0,731 \frac{\text{H}}{\text{M}};$$

O‘tkazgichlarni hisoblashda muz holatidagi solishtirma yuklamalardan foydalanilmaydi shu sababli hisobga olinmaydi

O‘tkazgichning muz bilan birga hosil bo‘ladigan yuklamasi.

$$\rho_3 = \rho_1 + \rho_2 = 0,471 + 0,731 = 1,184 \text{ даН/м};$$

Shamol ta’sirida hosil bo‘ladigan yuklama (muzsiz) $q = 50$ qiymatni 1-3 jadvaldan olinadi. Takrorlanish holatlarida 10 yilda bir marta, 110 kV liniyalar uchun talab qilinganda α ning qiymatini interpolyatsiya usuli orqali topiladi.

$$q = 40 \text{ H/M}^2 \text{ bo'lganda } \alpha = 0,85;$$

$$q = 55 \text{ H/M}^2 \quad \alpha = 0,75;$$

$$q = 50 \text{ H/M}^2 \quad \alpha = 0,75 + \frac{(0,85-0,75)*5}{15} = 0,783;$$

C_x ning qiymatini 1,2 deb qabul qilamiz, chunki $\alpha = 15,2 < 20 \text{ mm}$; shunda

$$\rho_4 = \alpha C_x q d * 10^{-3} = 0,783 * 1,2 * 50 * 15,2 * 10^{-3} = 0,714 \frac{\text{H}}{\text{M}}$$

γ_4 ning qiymati kerak bo‘lmaganligi sababli hisoblaymiz.

Muzlagan o‘tkazgichda shamol tasirida hosil bo‘ladigan yuklama

$$\begin{aligned} C_x &= 1,2; \alpha = 1; \\ \rho_5 &= \alpha C_x \cdot 0,25 q(d + 2c) \cdot 10^{-3} \\ &= 1 \cdot 1,2 \cdot 0,25 \cdot 50 \cdot (15,2 + 2 \cdot 10) \cdot 10^{-3} = 0,528 \frac{\text{H}}{\text{M}} \end{aligned}$$

γ_5 ning qiymatini hisoblamaymiz.

1. Shamol hamda muzlamagan o‘tkazgichning og‘irligi hisobiga hosil bo‘ladigan yuklama

$$\begin{aligned} \rho_6 &= \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2} = \sqrt{0,471^2 + 0,714^2} = 0,856 \frac{\text{H}}{\text{M}} \\ \gamma_6 &= \frac{0,856}{136,8} = 6,26 * 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{M} * \text{MM}^2} \end{aligned}$$

2. Shamol hamda muzlagan o‘tkazgichning og‘irligi hisobiga hosil bo‘ladigan yuklama

$$\begin{aligned} \rho_7 &= \sqrt{\rho_3^2 + \rho_5^2} = \sqrt{1,184^2 + 0,582^2} = 1,295 \frac{\text{H}}{\text{M}} \\ \gamma_7 &= \frac{1,295}{136,8} = 9,47 \cdot 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{M} * \text{MM}^2} \end{aligned}$$

Ta’kidlash joizki, EHM yordamida o‘tkazgichlarni hisoblash programmalarini kerakli bo‘lgan barcha solishtirma yuklamalarni hisoblash imkonini beradi. Shunga qaramasdan rejalashtirish amaliyotida bu yuklamalarni qo‘lda hisoblab chiqishga to‘g‘ri keladi, va rejalashtirishga mos keladigan hisoblarni bilishlari kerak.

$$F = \pi d^2 / 4 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Masala yechish uchun variantlar

№	O'tkazgich markasi	Muz devorining qalinligi c-[mm ²]	Shamol bosimi q-[kg/m ²]	O'tkazgich diametri d-[mm]	α_v	$Q_{\text{макс}}$ (N/m ²)
1.	AC-95	20	35	11	1	27
2.	AC-95	21	40	11	1	30
3.	AC-150	19	45	12	1	55
4.	AC-150	18	50	12	1	48
5.	AC-150	17	55	12	1	35
6.	AC-185	16	60	13	1	36
7.	AC-185	15	65	13	1	42
8.	AC-185	21	55	13	1	40
9.	AC-185	20	100	13	1	28
10.	AC-240	10	105	13	1	38
11.	AC-240	10	110	14	1	25
12.	AC-240	10	115	14	1	23
13.	AC-240	9	35	14	1	22
14.	ACO-300	9	40	25	1	20
15.	ACO-300	10	45	25	1	18
16.	ACO-300	11	50	25	1	23
17.	ACO-400	10	55	25	1	24
18.	ACO-500	11	125	26	1	32
19.	AC-95	13	100	28	1	36
20.	AC-150	15	85	14	1	42
21.	AC-180	12	80	16	1	40
22.	AC-240	11	70	20	1	28
23.	ACO-300	10	70	22	1	38
24.	ACO-400	10	80	27	1	25
25.	AC-95	20	35	11	1	23
26.	AC-95	21	40	11	1	22
27.	AC-150	19	45	12	1	20
28.	AC-150	18	50	12	1	18
29.	AC-150	17	55	12	1	23
30.	AC-185	16	60	13	1	24

Sinov savollari

1. Shamol hamda muzlamagan o'tkazgichning og'irligi qanday aniqlanadi?
2. Shamol hamda muzlagan o'tkazgichning og'irligi qanday aniqlanadi?
3. O'tkazgich kesim yuzasi qanday aniqlanadi ?
4. O'tkazgichning xususiy og'irligi qanday aniqlanadi ?

9-AMALIY MASHG'ULOT

ELEKTR UZATISH LINIYALARINING ALMASHTIRISH SXEMALARI VA ULARNING PARAMETRLARINI ANIQLASH

Ishdan maqsad: Elektr tarmog'i elementlarining almashtirish sxemasini tuzish, elektr hisoblashlarni bajarish.

9.1. Masalalar yechish namunalari

9.1-masala. Kesim yuzasi 10 mm^2 bo'lgan mis tomirli kabeldan tayyorlangan 5 km uzunlikdagi 6 kV nominal kuchlanishli liniyaning solishtirma parametrlarini toping. Almashtirish sxemasini quring va uning hisob parametrlarini toping.

Yechish. Berilgan kesim yuzali va nominal kuchlanishli kabeldan tayyorlangan liniyaning solishtirma parametrlarini qo'llanma jadvallar bo'yicha aniqlaymiz:

$$r_0 = 1,84 \text{ Om/km}, \quad x_0 = 0,11 \text{ Om/km}, \quad b_0 = 63 \cdot 10^{-6} \text{ Sm/km}.$$

Almashtirish sxemasining hisob parametrlarini topamiz:

$$r_L = 1,84 \cdot 5 = 9,2 \text{ Om};$$

$$x_L = 0,11 \cdot 5 = 0,55 \text{ Om};$$

$$b_L = 63 \cdot 10^{-6} \cdot 5 = 315 \cdot 10^{-6} \text{ Sm/km}.$$

Almashtirish sxemasida sig'im o'tkazuvchanlikni hisobga olishning qanchalik darajada maqsadga muvofiqligini baholash uchun bu o'tkazuvchanlikda ishlab chiqariluvchi zaryad quvvatini hisoblaymiz:

$$Q_s = U^2 b = 6^2 \cdot 315 \cdot 10^{-6} = 11340 \cdot 10^{-6} \text{ MVAR} = 11,34 \text{ kVAR}$$

Ko'rilayotgan kabel uchun qizish shartlari bo'yicha ruxsat etilgan tokni qo'llanma jadvallari bo'yicha aniqlash mumkin: 80 A.

$$S_{maks} = \sqrt{3} U_{nom} I_{maks} = \sqrt{3} \cdot 6 \cdot 80 = 830 \text{ kV} \cdot \text{A}$$

Bunga mos ravishda,

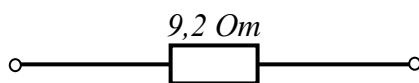
$$\frac{Q_s}{S_{maks}} = \frac{11,34 \cdot 100}{830} = 1,4\%$$

Zaryad quvvatining hosil bo'lgan qiymati almashtirish sxemasi asosida bajariluvchi hisoblash natijalariga sezilarli ta'sir ko'rsata olmaydi. Shu sababli bu quvvatni e'tiborga olmaslik, almashtirish sxemasidan sig'im o'tkazuvchanlikni olib tashlash mumkin.

Induktiv qarshilik uchun quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{x_L}{r_L} = \frac{0,55 \cdot 100}{9,2} = 6\%$$

Bunday kichik nisbiy qiymatga ega bo'lganda induktiv qarshilikni ham almashtirish sxemasidan olib tashlash mumkin. Bunga mos holda ko'rilayotgan masala uchun liniyaning almashtirish sxemasi faqat $r_L=9,2 \text{ Om}$ (1.1-rasm) aktiv qarshilikdan iborat silib tasvirlanishi lozim.



9.1-rasm. 10 kV va undan past kuchlanishli liniyalar uchun almashtirish sxemasi

9.2-masala. O'tkazgichlari oralaridagi masofa $D_{AB}=D_{BC}=4 \text{ m}$ bo'lgan II-simon tayanchlarda joylashgan, AC 150/24 markali o'tkazgichdan tayyorlangan 110 kV kuchlanishli 50 km uzunlikdagi ikki zanjirli liniyaning almashtirish sxemasini quring va parametrlarini hisoblang.

Yechish. AC-150/24 markali o'tkazgichning solishtirma aktiv qarshiligi qiymati va diametrini qo'llanma jadval bo'yicha aniqlaymiz:

$r_0=0,198$ Om/km, $d_{o't}=2$ $r_{o't}=17,1$ mm. Liniyaning o'tkazgichlari oralaridagi o'rtacha geometrik masofani topamiz:

$$D_{o'r}=\sqrt[3]{D_{AB}D_{BC}D_{AC}}=\sqrt[3]{4\cdot 4\cdot 8}=5,04\text{ m}=5040\text{ mm}.$$

Liniyaning solishtirma induktiv qarshiligi va solishtirma sig'im o'tkazuvchanligini hisoblaymiz:

$$x_0=0,144\cdot\lg\frac{D_{o'r}}{r_{o't}}+0,157=0,144\cdot\lg\frac{5040}{8,55}+0,157=0,416\text{ Om/km};$$

$$b_0=7,58\cdot 10^{-6}\cdot\frac{1}{\lg(5040/8,55)}=2,74\cdot 10^{-6}\text{ Sm/km}$$

AC-150/24 markali o'tkazgich uchun $D_{o'r}=5040$ mm bo'lgan holatda qidirilayotgan parametrlarni qo'llanma jadvallari bo'yicha bevosita aniqlash mumkin: $x_0=0,42$ Om/km, $b_0=2,7\cdot 10^{-6}$ Sm/km. x_0 va b_0 larning qiymatlarini hisoblashga nisbatan qo'llanma jadvallardan foydalanib aniqlash qulay va shu sababli ulardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ko'rilayotgan holatda solishtirma parametrlarning nisbati

$$\frac{r_0}{x_0}=\frac{0,198}{0,42}=0,471\text{ ga teng,}$$

ya'ni $r_0<x_0$. Bunday nisbat $U_{nom}=110$ kV bo'lgan havo liniyasi uchun xarakterlidir.

Uzunligi 50 km bo'lgan ikki zanjirli liniyaning almashtirish sxemasi parametrlarini topamiz:

$$\begin{aligned}r_L&=0,5\cdot 0,198\cdot 50=4,95\text{ Om}; \\x_L&=0,5\cdot 0,42\cdot 50=10,5\text{ Om}; \\b_L&=2\cdot 2,7\cdot 10^{-6}\cdot 50=270\cdot 10^{-6}\text{ Sm}.\end{aligned}$$

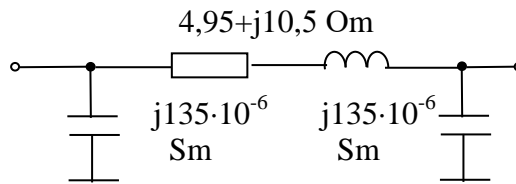
Liniyaning umumiy sig'im o'tkazuvchanligida ishlab chiqariluvchi zaryad quvvatining taxminiy qiymati:

$$Q_S=110^2\cdot 270\cdot 10^{-6}=3,27\text{ MVAR}.$$

Bunday quvvat liniyaning holatini hisoblashda e'tiborga olinishi shart.

Aktiv o'tkazuvchanlikni e'tiborga olmaslik mumkin, chunki AC-150/24 markali simning diametri 17,1 mm bo'lib, u tojlanish shartlari

bo'yicha minimal ruxsat etilgan diametrdan katta. Shu sababli ko'rilayotgan liniyaning almashtirish sxemasida aktiv va induktiv qarshiliklar hamda sig'ım o'tkazuvchanliklar bo'lishi shart (6.2-rasm).



7.2-rasm. Π simon almshtirish sxema

9.3-masala. Π -simon tayanchlarda joylashib, 3 x AS-500/64 parchalangan o'tkazgichlardan tayyorlangan 500 kV kuchlanishli havo liniyasining solishtirma parametrlarini toping va uzunligi 200 km bo'lgan liniyaning almashtirish sxemasi parametrlarini hisoblang.

O'tkazgichlar gorizonttal tekislikda joylashib, fazalar oralaridagi masofa $D_{AB}=D_{BC}=12$ m; bitta fazadagi o'tkazgichlar oralaridagi masofa $a_{12}=a_{23}=a_{13}=40$ sm. Tojlanish tufayli isrof bo'luvchi yillik o'rtacha quvvatning solishtirma qiymati $\Delta P_{voj,0}=7,5$ kVt/km.

Yechish. AS 500/64 markali bitta sim uchun $r_{0o't}=0,06$ Om/km; simning diametri $d_{o't}=2 \cdot r_{o't}=30,6$ mm. Parchalangan o'tkazgich uchun

$$r_0 = \frac{1}{3} \cdot 0,06 = 0,02 \text{ Om / km.}$$

O'tkazgichning ekvivalent radiusi:

$$r_{ek} = \sqrt[n]{r_{o't} \cdot a_{o'r}^{n-1}} = \sqrt[3]{15,3 \cdot 400^2} = 134 \text{ mm.}$$

Faza o'tkazgichlari oralaridagi o'rtacha geometrik masofa:

$$D_{o'r} = \sqrt[3]{D_{AB} D_{BC} D_{AC}} = \sqrt[3]{12 \cdot 12 \cdot 24} = 15,1 \text{ m} = 15100 \text{ mm.}$$

Solishtirma induktiv qarshilik, sig'ım va aktiv o'tkazuvchanliklarni topamiz:

$$\begin{aligned} x_0 &= 0,144 \lg \frac{D_{o'r}}{r_{ek}} + \frac{r_{0o't}}{n} = 0,144 \lg \frac{15100}{134} + \frac{0,0157}{3} = \\ &= 0,295 + 0,0052 = 0,3 \text{ Om / km;} \end{aligned}$$

$$b_0 = 7,58 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{\lg \frac{D_{o'r}}{r_{ek}}} = 3,68 \cdot 10^{-6} \text{ Sm / km.}$$

$$g_0 = \frac{\Delta P_{toj.0}}{U_{nom}^2} = \frac{7,5 \cdot 10^{-3}}{500^2} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ Sm / km.}$$

9.2-masalada ko‘rib o‘tilgan taqsimlovchi elektr tarmoqlardan farqli ravishda 500 kV kuchlanishli elektr uzatish liniyasi uchun quyidagi nisbat xarakterlidir:

$$\frac{x_0}{r_0} = \frac{0,30}{0,02} = 15 \gg 1.$$

Uzunligi 200 km bo‘lgan liniyaning almashtirish sxemasi parametrlari:

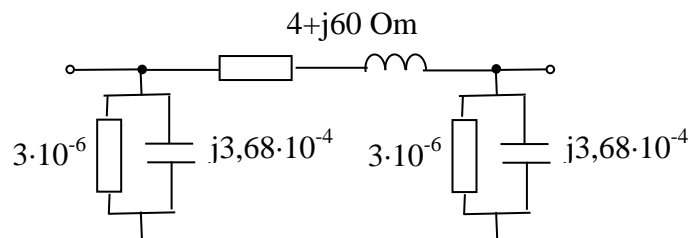
$$r_L = r_0 l = 0,02 \cdot 200 = 4 \text{ Om,}$$

$$x_L = x_0 l = 0,3 \cdot 200 = 60 \text{ Om,}$$

$$b_L = b_0 l = 3,68 \cdot 10^{-6} \cdot 200 = 7,36 \cdot 10^{-4} \text{ Sm,}$$

$$g_L = g_0 l = 3 \cdot 10^{-8} \cdot 200 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ Sm.}$$

Liniyaning almashtirish sxemasini quramiz (6.3-rasm):



9.3-rasm. II simon almashtirish sxema

Sinov savollari

1. HEULning almastirish sxemasini tushuntiring.
2. Almashtirish sxemasi bizga nima uchun kerak.
3. HEULning bo‘ylama tashkil etuvchilariga nimalar kiradi.
4. HEULning ko‘ndalang tashkil etuvchilariga nimalar kiradi.

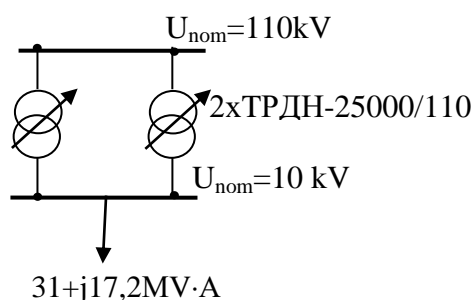
10-AMALIY MASHG‘ULOT

IKKI CHO‘LG‘AMLI TRANSFORMATORLARNING ALMASHTIRISH SXEMALARI VA ULARNING PARAMETRLARINI ANIQLASH

Ishdan maqsad: Ikki chulg‘amli transformator elementlarining almashtirish sxemasini tuzish elektr hisoblashlarni bajarish.

10.1-masala. Podstansiyada nominal quvvati 25 MVA bo‘lgan ikkita ТРДН tipidagi pasaytiruvchi transformatorlar o‘rnatilgan (1.4-rasm). Transformatorlar uch fazali ikki chulg‘amli bo‘lib, quyidagi katalog (pasport) parametrlariga ega: $S_{nom}=25$ MVA; $U_{yu.n}=115$ kV; $U_{p.n}=10,5$ kV; $u_q=10,5\%$; $\Delta P_s=27$ kVt; $\Delta P_q=120$ kVt; $I_s=0,7\%$.

Ikkita parallel holda ishlovchi transformatorlar almashtirish sxemasining yuqori kuchlanish tomoniga keltirilgan parametrlarini toping va yuklama $S_n= 31+j17,2$ MVA bo‘lganda ulardagi quvvat isrofini hisoblang.



10.1-rasm. Ikki chulg‘amli transformator

Yechish. Ikki chulg‘amli transformatorning almashtirish sxemasi 10.2-rasmda ko‘rsatilgan. Bitta transformator uchun uning parametrlarini topamiz:

$$r_{T1} = \frac{\Delta P_p \cdot U_{yu.n}^2}{S_{nom}^2} = \frac{0,12 \cdot 115^2}{25^2} = 2,54 \text{ Om};$$

$$x_{T1} = \frac{u_q \cdot U_{yu.n}^2}{100 \cdot S_{nom}} = \frac{10,5 \cdot 115^2}{100 \cdot 25} = 55,54 \text{ Om};$$

$$\Delta Q_x = \frac{0,7}{100} \cdot 25 = 0,175 \text{ MVAR.}$$

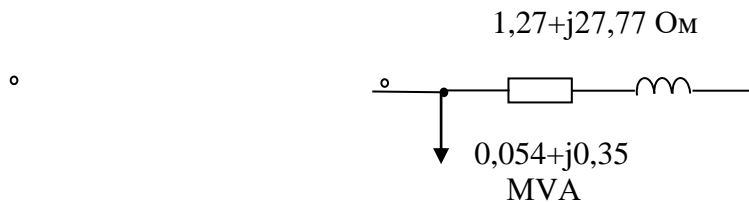
Ikkita parallel holda ishlovchi transformatorlar uchun:

$$r_T = \frac{2,54}{2} = 1,27 \text{ Om};$$

$$x_T = \frac{55,54}{2} = 27,77 \text{ Om};$$

$$\Delta P_s + j\Delta Q_s = 2 \cdot (0,027 + j0,175) = 0,054 + j0,35 \text{ MV} \cdot \text{A.}$$

$$1,27 + j27,77 \text{ Om}$$



10.2-rasm. Ikki chulgʻamli transformatorning almashtirish sxemasi

Almashtirish sxemasining topilgan parametrlari boʻyicha transformatoridagi quvvat isrofini hisoblaymiz:

$$\begin{aligned} \Delta P_T &= \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_{nom}^2} r_T + \Delta P_x = \frac{31^2 + 17,2^2}{110^2} \cdot 1,27 + 0,054 = \\ &= 0,132 + 0,054 = 0,186 \text{ MVt}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Q_T &= \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_{nom}^2} x_T + \Delta Q_x = \frac{31^2 + 17,2^2}{110^2} \cdot 27,77 + 0,35 = \\ &= 2,884 + 0,35 = 3,23 \text{ MVAR.} \end{aligned}$$

Quvvat isrofi, shuningdek, katalog ma'lumotlari boʻyicha ham bevosita aniqlanishi mumkin:

$$\begin{aligned}\Delta P_T &= 0,5 \cdot \Delta P_q \cdot \frac{S_n^2}{S_{nom}^2} + 2 \cdot \Delta P_x = 0,5 \cdot 0,12 \cdot \frac{(31^2 + 17,2^2)}{25^2} + 2 \cdot 0,027 = \\ &= 0,132 + 0,054 = 0,186 \text{ MVt};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta Q_T &= 0,5 \cdot \frac{u_q}{100} \cdot \frac{S_n^2}{S_{nom}} + 2 \cdot \frac{I_x}{100} \cdot S_{nom} = 0,5 \cdot \frac{10,5}{100} \left(\frac{31^2 + 17,2^2}{25} \right) + \\ &+ 2 \cdot \frac{0,7}{100} \cdot 25 = 2,884 + 0,35 = 3,234 \text{ MVAR}.\end{aligned}$$

Podstantsiyada oʻrnatilgan transformatorlardagi isroflar ularning nominal quvvatlariga nisbatan quyidagi miqdorlarni tashkil etadi:

$$\Delta P_{T*} = \frac{0,186 \cdot 100}{2 \cdot 25} = 0,372\%;$$

$$\Delta Q_{T*} = \frac{3,23 \cdot 100}{2 \cdot 25} = 6,46\%.$$

Bu yerdagi birinchi natija transformatorlarning FIK yuqoriligini xarakterlaydi. ΔQ_T ning nisbatan katta miqdordaligi elektr tarmoqlarida transformatorlar reaktiv quvvatni koʻp miqdorda isrof qilishini koʻrsatadi.

Sinov savollari

1. Ikki chulgʻamli transformatorning almashtirish sxemasini tushuntiring.
2. Almashtirish sxemasi bizga nima uchun kerak.
3. Ikki chulgʻamli transformatorning boʻylama tashkil etuvchilariga nimalar kiradi.
4. Ikki chulgʻamli transformatorning koʻndalang tashkil etuvchilariga nimalar kiradi.

11-AMALIY MASHGʻULOT

UCH CHOʻLGʻAMLI TRANSFORMATORLARNING ALMASHTIRISH SXEMALARI VA ULARNING PARAMETRLARINI ANIQLASH

Ishdan maqsad: Uch chulgʻamli transformatorlarning elementlarining almashtirish sxemasini tuzish elektr hisoblashlarni bajarish.

11.5-masala. ТДТН-25000/220 tipdagi uch fazali uch chulgʻamli transformator almashtirish sxemasining yuqori kuchlanish tomoniga keltirilgan parametrlarini toping.

Yechish. Qoʻllanma jadvaldan ТДТН-25000/220 tipdagi transformatorning katalog parametrlarini olamiz: $S_{nom}=25$ MVA; $U_{yu.n}=230$ kV; $U_{o'r.n}=38,5$ kV; $U_{p.n}=11$ kV; $U_{q.yu.o'r}=12,5\%$; $U_{q.yu.p}=20\%$; $U_{q.o'r.p}=6,5\%$; $\Delta P_p=135$ kVt; $\Delta P_s=50$ kVt; $I_s=1,2\%$,
Chulgʻamlarning quvvatlari nisbati: 100/100/100%.

Transformatorning uch nurlu yulduzcha koʻrinishidagi almashtirish sxemasini (11.6-rasm) yuqori kuchlanish chulgʻami nominal kuchlanishiga keltirilgan aktiv qarshiliklarini aniqlaymiz:

$$r_{yu} = r_{o'r} = r_p = \frac{\Delta P_q \cdot U_{yu.n}^2}{2 \cdot S_{nom}^2} = \frac{0,135 \cdot 230^2}{2 \cdot 25^2} = 5,713 \text{ Om}.$$

Almashtirish sxemasi nurlari juftligining umumiy induktiv qarshiligi quyidagicha topiladi:

$$x_{yu-o'r} = \frac{12,5}{100} \cdot \frac{230^2}{25} = 264,5 \text{ Om};$$

$$x_{yu-p} = \frac{20}{100} \cdot \frac{230^2}{25} = 423,2 \text{ Om};$$

$$x_{o'r-p} = \frac{6,5}{100} \cdot \frac{230^2}{25} = 137,54 \text{ Om}.$$

Almashtirish sxemasining har bir nuri induktiv qarshiliklarini

$$\begin{cases} x_{yu} + x_{o'r} = x_{yu-o'r}; \\ x_{yu} + x_p = x_{yu-p}; \\ x_{o'r} + x_p = x_{o'r-p} \end{cases}$$

shartlardan foydalanib, quyidagicha topamiz:

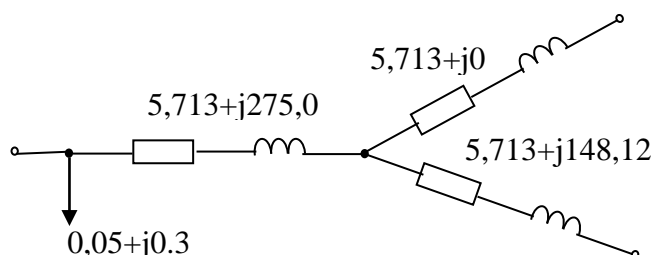
$$x_{yu} = 0,5 \cdot (264,5 + 423,2 - 137,54) = 275,08 \text{ Om};$$

$$x_{or} = 0,5 \cdot (264,5 + 137,54 - 423,2) \approx 0;$$

$$x_p = 0,5 \cdot (137,54 + 423,2 - 264,5) = 148,12 \text{ Om}.$$

Transformatorning salt ishlash isroflarini aniqlaymiz:

$$\Delta P_s + j\Delta Q_s = 0,05 + j \frac{1,2}{100} \cdot 25 = 0,05 + j0,3 \text{ MVA}.$$



11.6-rasm

11.2 Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Kesim yuzasi 25 mm^2 bo‘lgan mis tomirli kabeldan qurilgan 6 kV nominal kuchlanishli 4 km uzunlikdagi elektr uzatish liniyasining almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida quring va hisob parametrlarini toping.

Masalani yechishda mis tomirning nominal kesim yuzasini 1 mm^2 ga keltirilgan solishtirma aktiv qarshiligi $\rho = 18,8 \text{ om} \cdot \text{mm}^2 / \text{km}$ qabul qilinsin.

2. Kesim yuzasi 50 mm^2 bo‘lgan alyuminiy tomirli kabeldan qurilgan 10 kV nominal kuchlanishli 6 km uzunlikdagi elektr uzatish liniyasining almashtirish sxemasini tarmoq holatini hisoblash maqsadida quring va hisob parametrlarini toping.

Masalani yechishda alyuminiy tomirning nominal kesim yuzasini 1 mm^2 ga keltirilgan solishtirma aktiv qarshiligi $\rho = 31,5 \text{ om} \cdot \text{mm}^2 / \text{km}$ qabul qilinsin.

3. Kesim yuzasi 150 mm^2 bo‘lgan mis tomirli qog‘oz izolyatsiyali kabeldan qurilgan 35 kV nominal kuchlanishli 15 km uzunlikdagi elektr uzatish liniyasining almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida, quring va hisob parametrlarini toping.

Masalani yechishda mazkur kabel uchun solishtirma parametrlarning qiymatlari qo‘llanma jadvaldan (ilovada keltirilgan) olinsin.

4. AC-50/8 markali po‘latalyuminiy simdan tayyorlangan 10 kV nominal kuchlanishli 20 km uzunlikdagi havo elektr uzatish liniyasining almashtirish sxemasini quring va hisob parametrlarini toping.

Liniya temir-beton tayanchlardan qurilib, faza o‘tkazgichlari tomoni 1,5 m bo‘lgan teng tomonli uchburchakning uchlarida joylashgan. O‘tkazgichning solishtirma aktiv qarshiligi $r_0=0,653$ Om/km.

5. AC-70/11 markali po‘latalyuminiy o‘tkazgichdan tayyorlangan 35 kV nominal kuchlanishli 30 km uzunlikdagi havo elektr uzatish liniyasining almashtirish sxemasini quring va hisob parametrlarini toping.

Liniya o‘tkazgichlari bitta gorizonta tekislikda joylashib, qo‘shni fazalar o‘rtasidagi masofa 3 m ni tashkil etadi. O‘tkazgichning solishtirma aktiv qarshiligi $r_0=0,428$ Om/km.

6. 110 kV nominal kuchlanishli AC-185/29 markali o‘tkazgichdan tayyorlangan 45 km uzunlikdagi ikki zanjirli havo liniyasining almashtirish sxemasini quring va hisob parametrlarini toping.

Liniyaning solishtirma hisob parametrlari qo‘llanma jadvaldan olinsin.

7. 220 kV nominal kuchlanishli AC-300/39 markali o‘tkazgichdan tayyorlangan 55 km uzunlikdagi havo liniyasining almashtirish sxemasini quring va hisob parametrlarini toping.

Liniyaning solishtirma hisob parametrlari qo‘llanma jadvaldan olinsin.

8. 330 kV nominal kuchlanishli 2xAC-500/64 markali o‘tkazgichdan tayyorlangan 150 km uzunlikdagi havo liniyasining almashtirish sxemasini quring va hisob parametrlarini toping.

Liniyada tojlanish tufayli isrof bo‘luvchi solishtirma aktiv quvvatning yillik o‘rtacha qiymati $\Delta P_{toj}=4$ kVt/km ni tashkil etadi. Bitta fazadagi o‘tkazgichlar orasidagi masofa 40 sm.

Liniyaning solishtirma hisob parametrlari qo‘llanma jadvaldan olinsin.

9. Quyidagi katalog parametrlariga ega bo‘lgan TM-400/10 tipdagi ikki chulg‘amli transformatorning almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida quring va hisob parametrlarini toping:

$S_{nom}=400$ kVA, $U_{yu.n}=10$ kV, $U_{p.n}=0,4$ kV, $u_q=4,5\%$, $\Delta P_p=5,7$ kVt, $\Delta P_s=1$ kVt, $I_s=2,5\%$.

10. Quyidagi katalog parametrlariga ega bo‘lgan ТДН-16000/35 tipdagi ikki chulg‘amli transformatorning almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida quring va hisob parametrlarini toping:

$S_{nom}=16000$ kVA, $U_{yu.n}=36,75$ kV, $U_{p.n}=10,5$ kV, $u_q=8\%$, $\Delta P_p=90$ kVt, $\Delta P_s=21$ kVt, $I_s=0,75\%$.

11. Podstantsiyada ikkita ТРДН-32000/110 tipdagi ikki chulg‘amli transformatorlar parallel holda ishlamoqda. Ularning ekvivalent

almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida quring va hisob parametrlarini toping.

Transformatorning katalog parametrlari qoʻllanma jadvaldan olinsin.

12. Podstantsiyada ikkita TPДЦН-63000/220 tipdagi ikki chulgʻamli transformatorlar parallel holda ishlamoqda. Ularning ekvivalent almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida quring va hisob parametrlarini toping.

Transformatorning katalog parametrlari qoʻllanma jadvaldan olinsin.

13. Podstantsiyada ikkita ТДТН-40000/220 tipdagi uch chulgʻamli transformatorlar parallel holda ishlamoqda. Ularning ekvivalent almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida quring va hisob parametrlarini toping.

Transformatorning katalog parametrlari qoʻllanma jadvaldan olinsin.

14. АТДЦТН-125000/220/110 tipdagi uch chulgʻamli avtotransformatorning almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida quring va hisob parametrlarini toping.

Transformatorning katalog parametrlari qoʻllanma jadvaldan olinsin.

15. Quyidagi katalog parametrlariga ega boʻlgan ТДЦ-400000/500 tipdagi ikki chulgʻamli transformatorning almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida, quring va hisob parametrlarini toping:

$S_{nom}=400$ MVA, $U_{yu.n}=525$ kV, $U_{p.n}=20$ kV, $u_q=12,5\%$, $\Delta P_p=940$ kVt, $\Delta P_s=370$ kVt, $I_s=0,35\%$.

16. Podstantsiyada quyidagi katalog parametrlariga ega boʻlgan АТДЦТН -320000/500/220 tipdagi ikkita uch chulgʻamli avtotransformatorlar parallel holda ishlamoqda. Ularning ekvivalent almashtirish sxemasini, tarmoq holatini hisoblash maqsadida quring va hisob parametrlarini toping:

$S_{nom}=320$ MVA, $U_{yu.n}=500$ kV, $U_{oʻr.n}=230$ kV, $U_{p.n}=10,5$ kV, $u_{q.yu-oʻr}=10,5\%$, $u_{q.yu-p}=27,5\%$, $u_{q.oʻr-p}=17\%$, $\Delta P_p=550$ kVt, $\Delta P_s=220$ kVt, $I_s=0,45\%$.

Chulgʻamlarning nominal quvvatlari oʻrtasidagi nisbatlar:
100%/100%/37,5%.

Sinov savollari

1. Uch chulgʻamli transformatorning almashtirish sxemasini tushuntiring.
2. Almashtirish sxemasi bizga nima uchun kerak.

3. Uch chulgʻamli transformatorning boʻylama tashkil etuvchilariga nimalar kiradi.

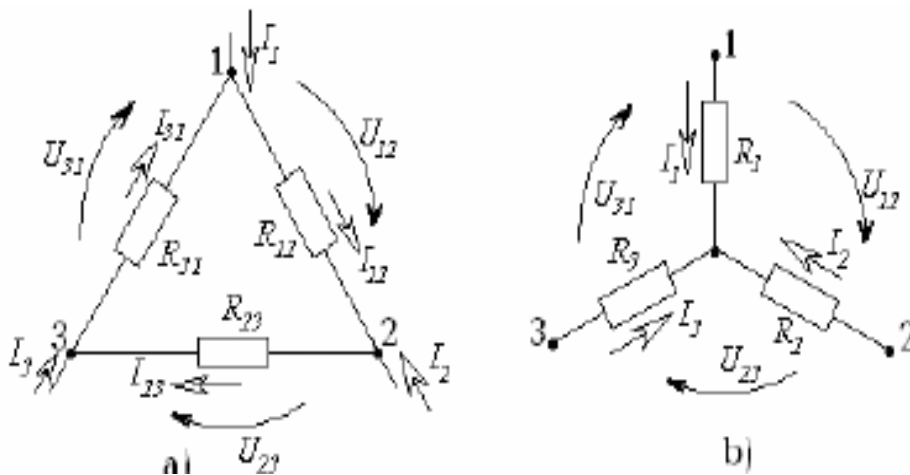
4. Uch chulgʻamli transformatorning koʻndalang tashkil etuvchilariga nimalar kiradi.

12-AMALIY MASHGʻULOT

ALMASHTIRISH SXEMALARNI EKVIVALENTLASHTIRISH

Ishdan maqsad: Elektr tarmogʻining zanjirlarini ekvivalent almashtirish sxemalarini tuzish bu yordamida masalalarni sodda koʻrinishga keltirish.

Uchburchakni ekvivalent yulduzga oʻzgartirish zanjirning uchburchak sxemasi boʻyicha ulangan qismini yulduz sxemada ulangan qism bilan almashtirish boʻlib, bu holda zanjirning qolgan qismlarida tok va kuchlanish oʻzgarmay qoladi. 8.1-rasmda passiv ideal ikki qutbliklarning uchburchak va yulduz ulangan sxemalari keltirilgan. Bu ikkita elektr zanjiri boʻlaklarining oʻzaro ekvivalentlik shartlarini aniqlaymiz. Taʼrifga asosan, agar sxemalarni almashtirganda tugunlardagi I_1, I_2, I_3 toklar va shu tugunlararo U_{12}, U_{23}, U_{31} kuchlanishlar oʻzgarmay qolsa, u holda bu zanjirning boʻlaklari oʻzaro ekvivalent boʻladi. Uchta kuchlanishlardan faqat ikkitasi oʻzaro bogʻliq boʻlgani uchun uchinchisini kuchlanishlarning muvozanat tenglamasiga koʻra aniqlash mumkin.



12.1-rasm.

Uchburchak sxema qarshiliklarini yulduz sxema qarshiliklariga ekvivalentlash uchun birinchi zanjir qismlari orasidagi uchta kuchlanishdan har qanday ikkitasi ikkinchi zanjir mos qismlari orasidagi

kuchlanishga teng deb olinadi (bu holda tashqi qismalarga keluvchi toklar qiymati bir xil qoladi). Uchburchak tomonlari R_{12} , R_{23} , R_{31} qarshiliklaridagi toklarni tugunga keluvchi I_1 , I_2 , I_3 toklar orqali aniqlaymiz. Kirxgof qonunlariga asosan zanjirga tegishli quyidagi elektr muvozanat tenglamalari sistemasini tuzamiz:

$$I_1 + I_{31} - I_{12} = 0, I_2 + I_{12} - I_{23} = 0, R_{12}I_{12} + R_{23}I_{23} + R_{31}I_{31} = 0$$

Bu tenglamalarni I_{12} , I_{23} , I_{31} toklarga nisbatan yechamiz.

$$\begin{aligned} I_{12} &= (R_{31}I_1 - R_{23}I_2) / (R_{12} + R_{23} + R_{31}) \\ I_{23} &= (R_{12}I_2 - R_{31}I_3) / (R_{12} + R_{23} + R_{31}) \\ I_{31} &= (R_{23}I_3 - R_{12}I_1) / (R_{12} + R_{23} + R_{31}) \end{aligned} \quad (12.1)$$

(12.1) tenglamalardan foydalanib, uchburchak sxema kuchlanishlarini topamiz:

$$\begin{aligned} U_{12} &= R_{12}I_{12} = R_{12} (R_{31}I_1 - R_{23}I_2) / (R_{12} + R_{23} + R_{31}) \\ U_{23} &= R_{23}I_{23} = R_{23} (R_{12}I_2 - R_{31}I_3) / (R_{12} + R_{23} + R_{31}) \end{aligned}$$

Yulduz sxemasiga (1.30, b-rasm) tegishli kuchlanishlar

$$\begin{aligned} U_{12} &= R_1I_1 - R_2I_2 \\ U_{23} &= R_2I_2 - R_3I_3 \end{aligned}$$

Endi U_{12} va U_{23} kuchlanishlarni o'zaro tenglashtirib, tashqi o'tkazgich simlar orasidagi munosabatlarni aniqlaymiz.

$$\begin{aligned} \frac{R_{12}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} I_1 - \frac{R_{12}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} I_2 &= R_1I_1 - R_2I_2 \\ \frac{R_{23}R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} I_2 - \frac{R_{23}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} I_3 &= R_2I_2 - R_3I_3 \end{aligned} \quad (12.2)$$

(12.2) tenglamalar tashqi o'tkazgich simlardagi har qanday toklarda bajarilishi shart. Bu tenglamalarda avval $I_2 = 0$, keyin esa $I_3 = 0$ deb olib, qarshiliklar orasidagi bog'lanish formulasini topamiz. Bu holda zanjirning bo'laklari o'zaro ekvivalent bo'ladi:

$$R_1 = \frac{R_{12}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}; R_2 = \frac{R_{12}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}; R_3 = \frac{R_{23}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \quad (12.3)$$

Berilgan R_{12} , R_{23} , R_{31} qarshiliklar bo'yicha yulduz sxema uchun R_1 , R_2 , R_3 qarshiliklarni hisoblaymiz. Buning uchun qarshiliklar uchburchagini unga ekvivalent qarshiliklar yulduziga o'zgartiramiz. 8.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, bunday o'zgartirishda zanjirdagi R_{12} , R_{23} , R_{31} qarshiliklardan iborat kontur o'rniga yangi yulduz sxema qarshiliklari R_1 , R_2 , R_3 lar birlashtirilgan tugun paydo bo'ladi.

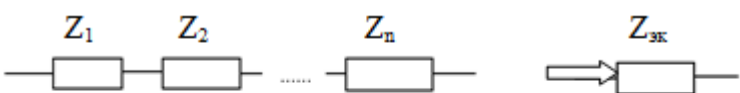
(12.3) tenglamalar sistemasini R_{12} , R_{23} , R_{31} qarshiliklariga nisbatan yechib, yulduz sxema qarshiliklarini ekvivalent uchburchak sxema qarshiliklari orqali ifodalarini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} R_{12} &= R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3}, \\ R_{23} &= R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1}, \\ R_{31} &= R_3 + R_1 + \frac{R_3 R_1}{R_2} \end{aligned} \quad (12.4)$$

Yulduzni uchburchakka o'zgartirish sxemasida tugunlar soni kamayadi, ammo zanjirda yangi R_{12} , R_{23} , R_{31} qarshiliklardan tuzilgan kontur paydo bo'ladi.

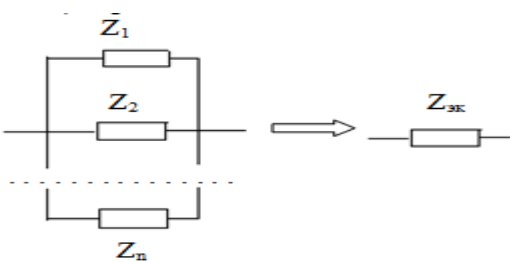
Eng keng tarqalgan o'zgartirishlarni ko'rib chiqamiz:

- 1) ketma-ket ulanish.



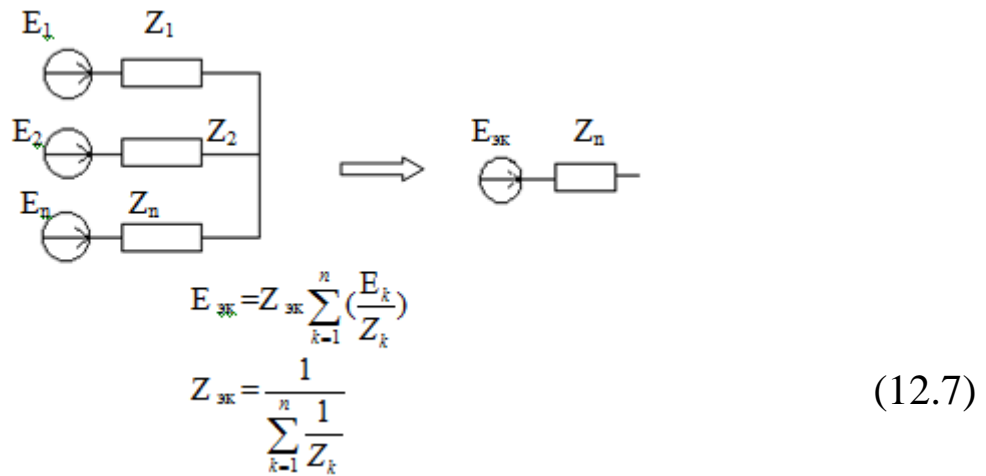
$$Z_{3K} = \sum_{k=1}^n Z_k \quad (12.5)$$

- 2) parallel ulanish

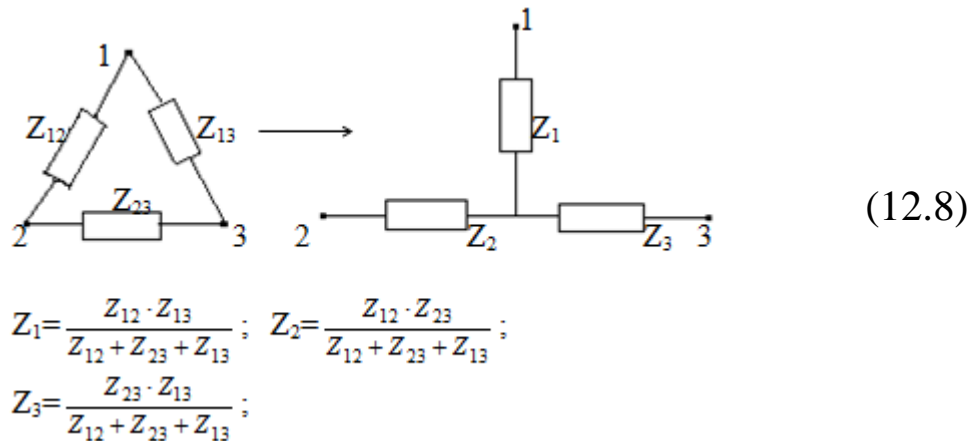


$$Z_{3K} = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{Z_k}} \quad (12.6)$$

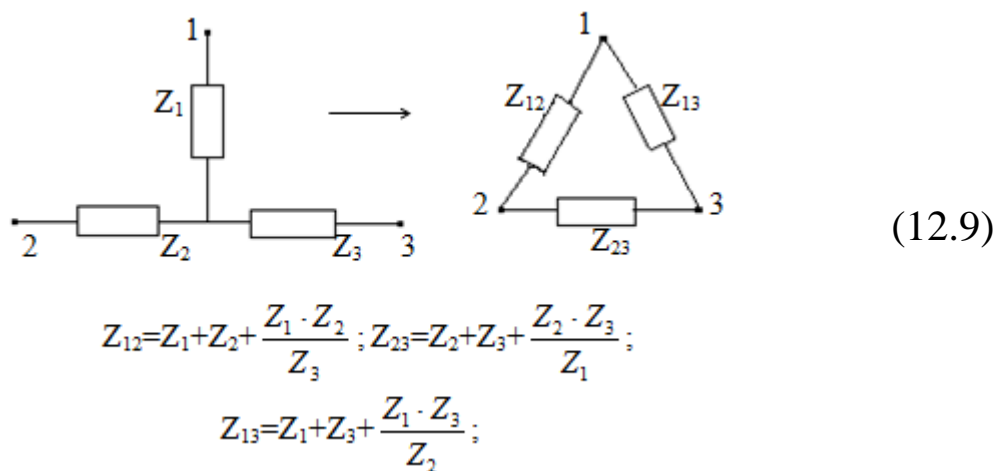
3) bir tarmoqning parallel hosil qiluvchi tarmoqlari guruhini almashtirish



4) $\Delta \rightarrow Y$ ga almashtirish

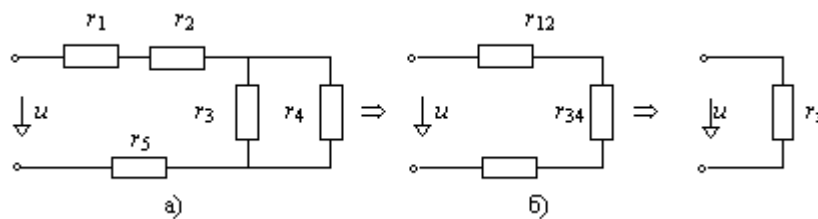


5) $Y \rightarrow \Delta$ ga almashtirish



Agar uch fazali QT bir nechta shoxobchalarni birlashtirayotgan tugunda bo'lsa, u holda bu tugunni kesish mumkin, har bir hosil bo'lgan shoxobchani oxirida bir xil QT saqlanadi. Bundan tashqari, qisqa tutashuvga ega bo'lgan boshqa tarmoqlarni $E_{YuK} = 0$ bo'lgan yuklama shoxobchalarini sifatida hisobga olgan holda, hosil bo'lgan qisqa tutashuvning har qanday nuqtasiga nisbatan o'zgartirish oson. Ushbu usul, ayniqsa, qisqa tutashuvga ega bo'lgan tugunga ulangan tarmoqlardan birida oqimni topish zarur bo'lganda samarali bo'ladi.

12.1-masala 7.1 rasmdagi sxema uchun kirish qarshiligini aniqlang. U kuchlanishli bilan quvvat manbai tomondan berilgan.



12.1.rasm zanjirni soddalashtirish ketma-ketligi

Yechimni quvvat manbasidan uzoqda joylashgan elementlarni soddalashtirish bilan boshlashni tavsiya etamiz. Birinchi bosqichda biz ketma-ket r_1 va r_2 elementlarini va parallel ulangan r_3 va r_4 elementlarini birlashtiramiz.

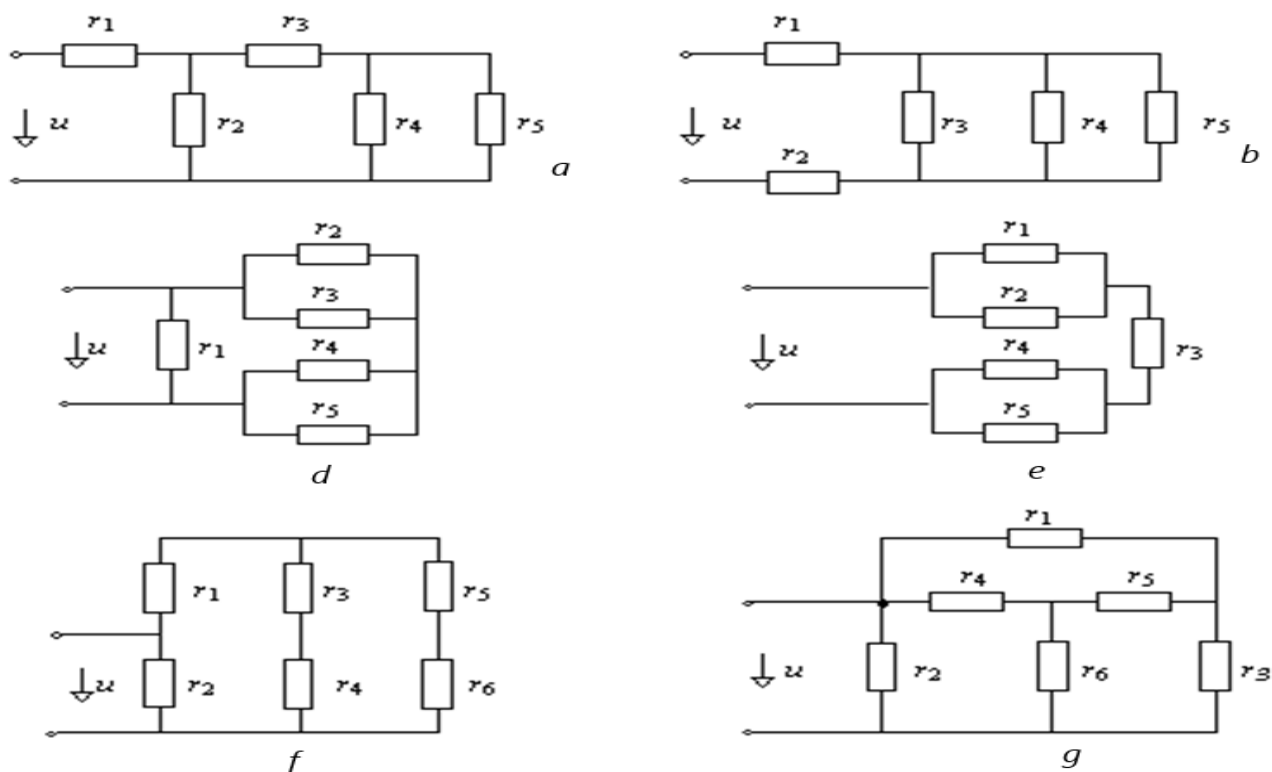
$$r_{12} = r_1 + r_2; \quad r_{34} = \frac{r_3 r_4}{r_3 + r_4}.$$

Diagramma rasmda soddalashtirilgan. 8.1, b rasmda uchta elementning ketma-ket ulanishi shaklga keladi. Ikkinchi bosqichda biz r_{12} , r_{34} va r_5 ni hosil qilamiz.

$$r_3 = r_{12} + r_{34} + r_5.$$

Natijada elementlarning butun to'plami bitta ekvivalentga keladi, bu zanjirning kirish qarshiligi bo'ladi.

2-masala. 12.2 rasmdagi sxema uchun kirish qarshiligini aniqlang.



12.2 rasm Almashtirish sxemasi

Ushbu sxemalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, shakl. 10.2, a-e, siz ketma-ket va parallel ulangan elementlarni tanlashingiz mumkin, lekin 10.2, b,d,e,f shakllarda elementlarning bunday guruhlarini olish uchun "yulduz" yoki "uchburchak" bo‘lishini topish va teng ravishda bir-biriga aylantirish kerak.

Sinov savollari

1. Yulduz ko‘rinishdan uchburchak ko‘rinishga o‘tilishini tushuntiring.
2. Uchburchak ko‘rinishdan yulduz ko‘rinishga o‘tilishini tushuntiring.
3. Ekvivalentlashtirish bizga nima uchun kerak.
4. Parallel zanjirlar qanday soddalashtiriladi.

13-AMALIY MASHG‘ULOT

ELEKTR TARMOQLARNING NOMINAL KUCHLANISHINI TANLASH

Ishdan maqsad: Elektr sistemasida nominal kuchlanishni tanlash va uni loyihalash.

13.1. Ishning bajarilish tartibi

- 1) Nazariy ma'lumotlar bilan tanishish.
- 2) Amaliyot mashg'ulotini yechish.
- 3) Sinov savollariga javob berish.

13.2 Asosiy nazariy ma'lumotlar

Elektr tarmog'ining nominal kuchlanishi qanday ta'sir qiladi uning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari va texnik xususiyatlari to'g'risida. Masalan, nominal kuchlanishning oshishi bilan quvvat va elektr energiyasining yo'qotilishi kamayadi, ya'ni ekspluatatsiya xarajatlari pasayadi, simli o'tkazgichlar va liniyalarni qurish uchun metall xarajatlar kamayadi, liniyalar orqali uzatiladigan maksimal quvvat ortadi, ammo tarmoqni qurish uchun kapital mablag'lar ko'payadi. Nominal kuchlanish past bo'lgan tarmoq, aksincha, kapital xarajatlarni kamaytirishni talab qiladi, lekin elektr energiyasi va elektr yo'qotishlarining ko'payishi sababli xarajatlarning yuqori bo'lishiga olib keladi va bundan tashqari, o'tkazuvchanlik darajasi past bo'ladi. Yuqoridagilardan kelib chiqadigan bo'lsak, tarmoqning nominal kuchlanishini to'g'ri tanlashning ahamiyati katta rol o'ynaydi.

Elektr tarmoqlarining nominal kuchlanishlari amaldagi standart bilan belgilanadi (9.1-jadval)

Iqtisodiy jihatdan foydali bo'lgan nominal kuchlanish bog'liq ko'plab omillar: yuklamalarning quvvati, ularning quvvat manbalaridan masofasi, bir-biriga nisbatan joylashishi, kuchlanishni tartibga solish usullari va boshqalar. UNOM ning taxminiy qiymati uzatilayotgan quvvatning qiymati va uning uzatilishi bilan aniqlanishi mumkin. Quvvat oqimlarining olingan taqsimoti va liniya uzunligi asosida kuchlanish tanlanadi. Liniyalar orqali uzatiladigan quvvat va uni uzatish masofasi qanchalik katta bo'lsa, texnik va iqtisodiy standartlarga muvofiq. Nominal

kuchlanish taxminan quyidagi usullardan biri bilan taxmin qilinishi mumkin.

a) Egri chiziqlar yordamida 13.1-rasm a va b

b) Empirik formulalar yordamida

d) Liniyalarning o‘tkazuvchanligi va uzatish masofasi 2-jadval

13.1-jadval

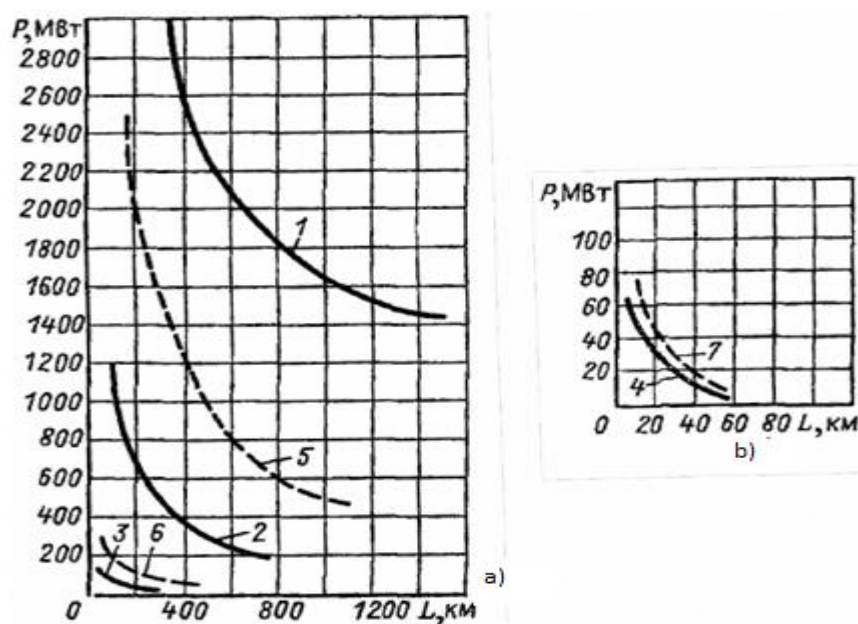
Fazalararo nominal kuchlanish

Fazalararo nominal kuchlanish, kV						
Tarmoqlar va qabul qiluvchilar	Generator va sinxron kompensator	YuOR siz transformator va avtotransformator		YuOR mavjud transformator va avtotransformator		Elektr jihozlarning eng yuqori ishchi kuchlanishi
		Birlamchi cho‘lg‘am	Ikkilamchi cho‘lg‘am	Birlamchi cho‘lg‘am	Ikkilamchi cho‘lg‘am	
(6)	(6,3)	(6); (6,3)*	(6); (6,3)*	(6); (6,3)*	(6); (6,6)	(7,2)
10	10,5	10; 10,5	10; 11	10; 10,5	10; 11	12
20	20	20	22	20; 21*	22	24
35		35	38,5	35; 36,75	38,5	40,5
110			121	110; 115	115;121	126
220			242	220;230	230;242	252
330			347	330	330	363
500			525	500	500	525
750			787	750	750	787
1150				1150		1200

Eslatma. 1) Qavsdagi nominal kuchlanish yangi loyihalananayotgan tarmoqlarga tavsiya etilmaydi. 2) * To‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr stansiyalarining generator shinasiga ulanmaydi ular generatorga ulangan transformatorlar va avtotransformatorlar uchun.

Nominal kuchlanishni tanlashda birinchi usul 1-rasmda keltirilgan egri chiziqlar yordamida har xil nominal kuchlanishli elektr tarmoqlarini qo‘llashning iqtisodiy jihatdan maqsadli yo‘nalishlarini tavsiflaydi. Ular turli xil P, L va UNOM bilan ko‘plab tarmoqlar uchun arzonlashtirilgan xarajatlarni taqqoslash natijasida hosil bo‘lgan umumiy bog‘liqliklardir. Egri chiziqlar taxminan 110-220-500 kV (egri chiziqlar 1-4) va 110 (150) -330-750 kV (egri chiziqlar 5-7) uchun teng samaradorlik chegaralarini tavsiflaydi. Masalan, 2-egri chiziqning nuqtalari P va L qiymatlariga mos keladi, ular uchun tarmoq imkoniyatlari UNOM = 220 va 500 kV bilan teng darajada tejamli. 2-egri chiziq ostida P va L qiymatlari maydonida

joylashgan bo‘lib, ular uchun yanada tejamkor UNOM = 220 kV, 2 egri chiziqdan yuqorida P va L maydonlari joylashgan bo‘lib, ular uchun 500 kV ko‘proq tejamkor bo‘ladi.



13.1-rasm. Har xil nominal kuchlanishli elektr tarmoqlarining qo‘llanilishi a, b-teng samaradorlik chegaralari: 1 — 1150 va 500 kV; 2 — 500 va 220 kV; 3 — 220 va 110 kV; 4 — 110 va 35 kV; 5 — 750 va 330 kV; 6 — 330 va 150 kV; 7 — 150 va 35 kV.

Nominal kuchlanishni tanlashda ikkinchi usul bu imperik formulalar yordamida aniqlash

Uzunligimiz L 50-250 km va uzatilayotgan quvvatimiz P =5-60 MVt uchun

$$U_{\text{НОМ}} = 4,34\sqrt{L+16P} \quad (13.1)$$

Uzunligimiz L 250-1000 km gacha

$$U_{\text{НОМ}} = \sqrt{P(100+15\sqrt{L})} \quad (13.2)$$

Umumiy holatda

$$U_{\text{НОМ}} = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P}}} \quad (13.3)$$

Nominal kuchlanishni tanlashda uchinchi usul 2-jadvalda keltirilgan 110-1150 kV kuchlanishli uzatish quvvati va uzatish oralig'ini tavsiflaydi. Jadvalda eng ko'p ishlatiladigan o'tkazgichlar, ularni tanlash va havo liniyalarining o'rtacha uzunligi hisobga olingan

13.2-jadval

110-1150 kV elektr uzatish liniyalarining uzatilish quvvati

Liniyadagi kuchlanish, kV	O'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi	Uzatiluvchi quvvat, MVt		Elektr uzatish liniyasining uzunligi, km	
		Xaqiqiy	Tok zichligi, A/mm ²	FIKning chegaraviy qiymati FIK=0,9	O'rtacha (Ikta qo'shni podstansiyasi PS oralig'i)
110	70-240	30	13-45	80	25
220	24-400	135	90-150	400	100
330	2x240-2x400	360	270-450	700	130
500	3x300-3x500	900	770-1300	1200	280
750	5x300-5x400	2100	1500-2000	2200	300
1150	8x300-8x500	5200	4000-6000	3000	-

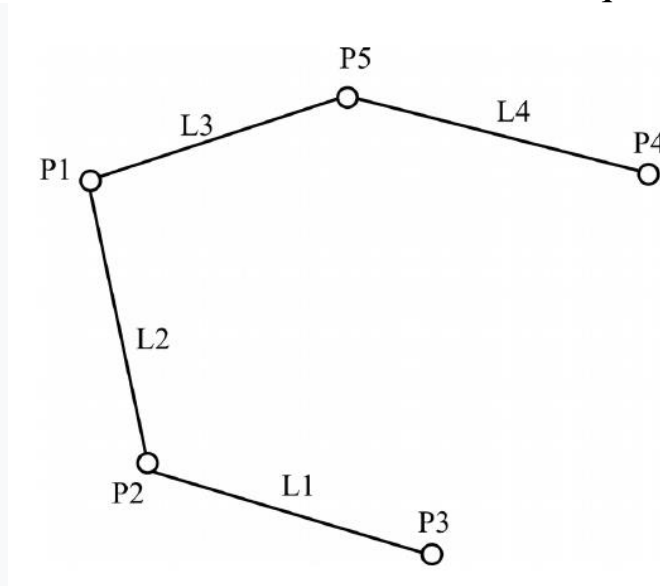
Jadvalning 6-ustunida ikki elektr uzatish liniyalarining o'rtacha uzunligini ko'rsatadi, ya'ni ikki podstansiya orasidagi o'rtacha masofa. Masalan, 500 kV kuchlanishli liniyaning o'rtacha uzunligi 280 km. O'rtacha uzatish masofasi o'rtacha liniya uzunligidan farq qiladi va ma'lum bir kuchlanishda elektr uzatiladigan o'rtacha masofani aniqlaydi. O'rtacha uzatish masofasi, ko'rib chiqilayotgan tarmoqning quvvat markazlari orasidagi masofani tavsiflovchi kuchlanish sinfining ma'lum bir shkalasi uchun qo'shni yuqori chiziqning o'rtacha uzunligining yarmi sifatida baholanishi mumkin. Masalan, 220 kV tarmoqdagi o'rtacha uzatish masofasi 500 kV kuchlanishli liniyaning o'rtacha uzunligining yarmiga teng, ya'ni. 140 km. Prognoz qilinayotgan elektr tarmog'ining

variantlari yoki uning alohida uchastkalari har xil nominal kuchlanishlarga ega bo‘lishi mumkin. Odatda, avval nominal kuchlanishi, ko‘proq yuklangan joylar aniqlanadi.

Amaliy mashg‘ulot

Kuchlanishni tanlash formulalaridan birini ishlatish uchun siz liniyalardagi quvvat oqimlarini bilishingiz kerak. Ochiq tarmoqlarda elektr energiyasini taqsimlashni dastlabki (isroflarni hisobga olmasdan) hisoblash birinchi Kirxkof qonuniga muvofiq belgilanadi.

Liniyalar uzunligi va podstansiyalardagi quvvatlarning miqdori 2-rasmda ko‘rsatilgan. Tanlangan variantga binoan tarmoqning nominal kuchlanishini tanlash uchala usulda xam ko‘rib chiqilsin.



13.2-rasm. Ochiq tarmoq sxemasi

13.3-jadval

Masalani yechish bo‘yicha topshiriq

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L1, km	64	80	95	53	64	64	80	95	53	64
L2, km	41	68	82	94	87	41	68	82	94	87
L3, km	100	79	72	99	64	100	79	72	99	64
L4, km	67	38	54	39	63	67	38	54	39	63
P1,mVt	X	104	144	37	22	150	104	144	37	22
P2,mVt	146	X	138	74	66	146	115	138	X	66
P3,mVt	142	142	X	81	111	142	142	X	81	X
P4,mVt	79	108	150	X	129	X	108	125	97	129
P5,mVt	62	33	149	81	X	62	X	110	81	105

Eslatma. X- bu yerda balanslovchi tugun

Sinov savollari

- 1) Nominal kuchlanish nima?
- 2) Nominal tarmoq kuchlanishini qanday aniqlash mumkin?
- 3) Formuladan foydalanib nominal kuchlanishni qanday aniqlash mumkin?
- 4) Nominal kuchlanishni aniqlashni qanday turlarini bilasiz?

14-AMALIY MASHG‘ULOT

IQTISODIY MEZONI BO‘YICHA HAVO ELEKTR UZATISH LINIYALARI SIMLARI KESIMINI TANLASH

Ishdan maqsad: Havо elektr uzatish liniyalarini tanlashda uning iqtisodiy mezonini bo‘yicha aniqlash

O‘tkazgichning kesim yuzasi EULning muhim parametridir. EUL o‘tkazgichi kesim yuzasining ortishi bilan uni qurishdagi xarajatlar va ulardan olinadigan chegirmalar ortib boradi. Shu bilan bir qatorda ularda elektr energiya isrofi va uni qoplash uchun sarf bo‘luvchi yillik xarajatlar kamayib boradi.

Elektr tarmoqlari simlarining kesim yuzalari tokning iqtisodiy zichligi bo‘yicha tanlanib, tojlanishga va normal hamda avariya dan keyingi rejimlarda ruxsat etilgan tok qiymatiga tekshiriladi.

14.1-jadval

35-220 kV elektr uzatish liniyalarning markalari

Simning markasi va kesim yuzasi (mm ²)	Iqtisodiy quvvat, MVt		
	Kuchlanishi		
	35 kV	110 kV	220 kV
AC-35	2,22	–	–
AC-50	3,17	–	–
AC-70	4,44	13,9	–
AC-95	6,0	18,8	–
AC-120	7,6	23,8	–
AC-150	9,5	29,7	–
AC-185	11,8	36,7	–

ACO–240	–	47,5	80,8
ACO–300	–	59,5	118
ACO–400	–	–	158
ACO–500	–	–	197

35 kV va undan yuqori kuchlanishli HL da odatda po‘lat-alyumin AC, ACO va ACU markali simlar ishlatiladi. Bu simlarda tokning iqtisodiy zichligi ($j_{iq.zich}$) maksimal yuklamaning ishlash vaqtiga (T_m) bog‘liq. O‘rta Osiyo uchun:

14.2-jadval

j_{iq} Iqtisodiyini tanlash shartlari

T_m (soat)	1000÷3000	3000÷5000	5000÷8760
$j_{iq.zich}$ (A/mm ²)	1,5	1,4	1,3

Simning kesim yuzasi quyidagi formula orqali topiladi:

$$F_{his} = \frac{I_m}{j_{iq.zich}}; \quad (14.1)$$

bu yerda, $I_m = \frac{S_m}{\sqrt{3}U_n}$ – liniyaning maksimal ish rejimidagi yuklama toki,

A;

S_m – maksimal rejimdagi liniyadan uzatilayotgan to‘la quvvat, MVA;

U_n – liniyaning nominal kuchlanishi, kV.

Hosil bo‘lgan hisobiy yuza eng yaqin standart songacha yaxlitlanishi, hamda tojlanishga tekshirilishi kerak. Kesim yuzasi 70 mm² yuqori bo‘lgan 110 kVli simlar tojlanmaydi. 220 kVli kesim yuzasi – 240 mm² li simlar ham tojlanmaydi. 35 kVli HL tojlanishga tekshirilmaydi. Agar olinayotgan kesim yuza iqtisodiy quvvat bo‘yicha tuzilgan jadvaldagidan katta bo‘lsa, u holda nominal kuchlanish oshiriladi yoki ikkita zanjirli liniya olinadi.

Simlarning kesim yuzalarini aniqlashdan oldin maksimal yuklama rejimida hamma liniyalardan oqayotgan quvvat miqdorini taxminan aniqlash kerak. Radial variantda yuklama quvvatlari yig‘indisi har bir radiusning oxiridan manbaga qarab hisoblash yo‘li bilan topiladi.

Tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha qilinayotgan hisob-kitobda $j_{iq.zich.}$ ni aniq tanlash katta ahamiyatga ega. $j_{iq.zich.}$ maksimal yuklamaning vaqti T_m ga bog'liq, T_m esa har bir podstansiya uchun quyidagicha hisoblanadi:

a) Loyihalash uchun berilgan topshiriqda P_m - yuklamaning maksimal aktiv quvvati va W_{yil} - iste'molchining (*podstansiya*) yil davomida qabul qiladigan energiya miqdori bo'lsa, u holda T_m :

$$T_m = \frac{W_{yil}}{P_m}, \text{ soat.} \quad (14.2)$$

Agar bir necha podstansiyalarni ta'minlaydigan liniyaning kesim yuzasi topilayotgan bo'lsa, unda bu liniya uchun o'rtacha $T_{o'rt.m.}$ aniqlanadi:

$$T_{o'rt.m.} = \frac{P_B \cdot T_B + P_C \cdot T_C + \dots + P_n \cdot T_n}{P_B + P_C + \dots + P_n}, \text{ soat;} \quad (14.3)$$

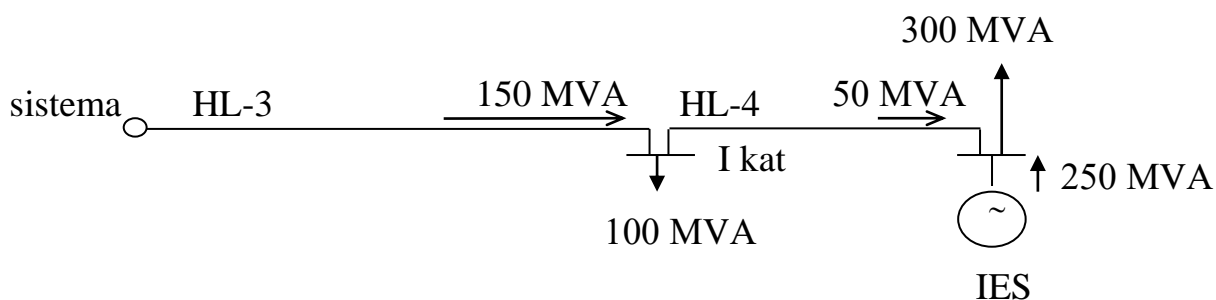
b) aniqlangan T_m bo'yicha bitta liniya uchun $j_{iq.zich.}$, I_m va I_{his} lar topiladi.

Berilgan stansiya shinalarini sistema bilan bog'lovchi liniyaning kesim yuzasini topishga alohida ahamiyat berish kerak. Bu liniyadan loyihalananayotgan tarmoqning maksimal, minimal va avariya dan keyingi (holatlari) ish rejimlariga bog'liq bo'lgan har xil quvvat o'tishi mumkin.

Namuna uchun misol:

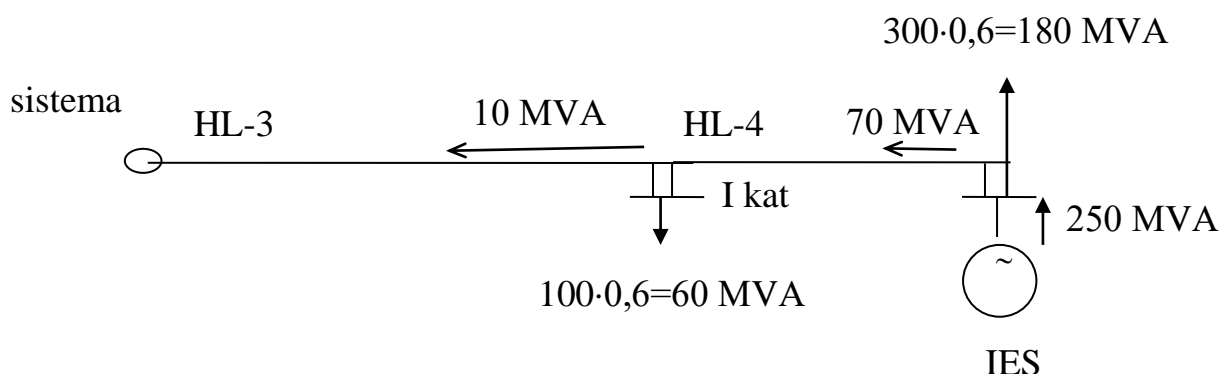
Mavjud ishlab turgan stansiya shinalarini sistema bilan bog'lovchi liniyaning kesim yuzasini topishda quyidagi misolni ko'rib chiqamiz. Bu liniyadan loyihalananayotgan tarmoqning maksimal, minimal va avariya dan keyingi (holatlari) ish rejimlariga bog'liq bo'lgan har xil quvvat o'tishi quyidagi ko'rinishda ishlab chiqarilgan.

Maksimal rejim:



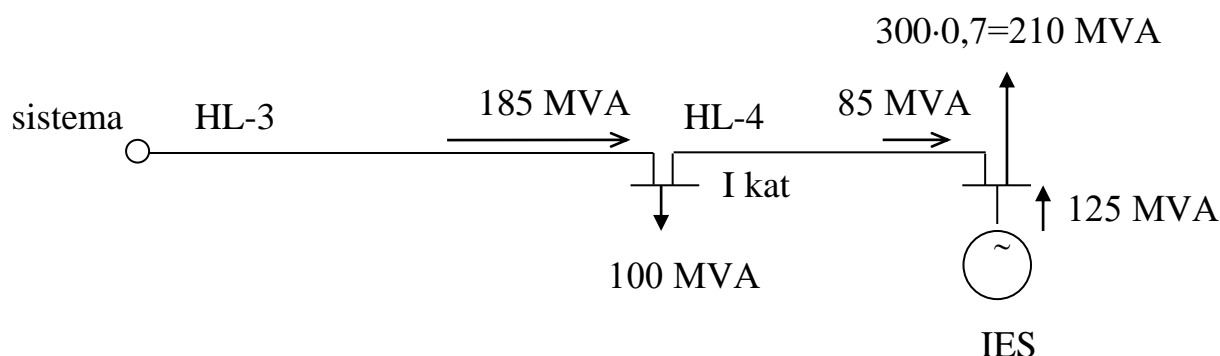
14.1-rasm. Oddiy elektr tarmoq sxemasi

Minimal rejim:



15.4-rasm. Oddiy elektr tarmoq sxemasi

Avariya dan keyingi rejim: (bitta generator o'chirilgan)



14.3-rasm. Oddiy elektr tarmoq sxemasi

Misoldan ko'rinib turibdiki:

a) HL-3 ning kesim yuzasi maksimal rejim (*quvvat 150 MVA ga teng*) bo'yicha aniqlanib, avariya dan keyingi rejimda (*quvvat 185 MVA ga teng*)

Eslatma:

1. Sistema bilan bog'lovchi liniyaning kuchlanish elektr stansiyaning shinalaridagi YUK kuchlanishini hisobga olgan holda ish rejimlarida (*ko'rilgan maksimal yoki minimal quvvatlarning maksimal oqimi bo'yicha*) qabul qilinadi.

2. Tokning iqtisodiy zichligini aniqlashda sistema bilan bog'lovchi liniya uchun $T_m = 5000$ soat deb olinadi.

3. Minimal rejimlarda hamma yuklamalar 60% gacha kamaytiriladi.

4. Avariyadan keyingi hisobiy rejim tarmoq elementlaridan bir vaqtning ichida faqat bittasida sodir bo'lgan shikastlanish asosida tanlanadi va loyiha rahbari bilan kelishib olinadi.

Misol:

Berilgan "B" va "C" podstansiyalar yuklamalari, ularning quvvat koeffitsiyentlari, masofalar km da.

$$P_B=100 \text{ MVt} \quad \cos\varphi_B=0,9 \quad l_{AB}=90 \text{ km}$$

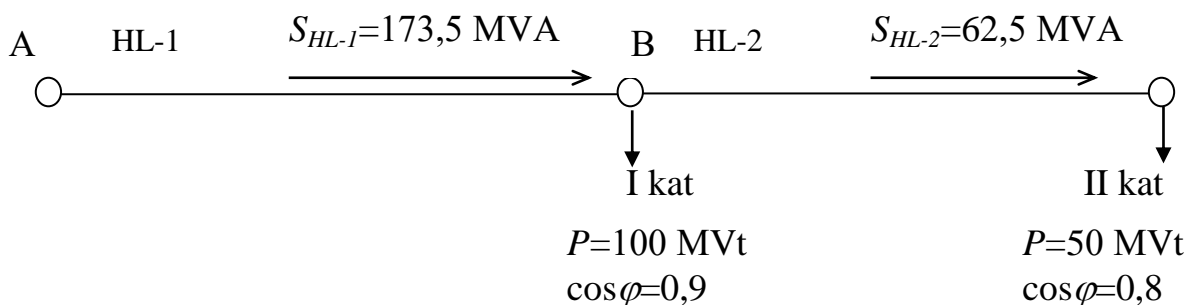
$$P_C=50 \text{ MVt} \quad \cos\varphi_C=0,8 \quad l_{BC}=60 \text{ km}$$

Podstansiya "B"– I kategoriya, "C"– II kategoriya.

Shuningdek, iste'mol qilinadigan yillik energiya miqdori ham berilgan.

$$W_B=400 \cdot 10^6 \text{ kVt}\cdot\text{soat} \quad , \quad W_C=225 \cdot 10^6 \text{ kVt}\cdot\text{soat}.$$

"B", "C" podstansiya uchun maksimal yuklamalardan foydalanish



14.4-rasm. Oddiy elektr tarmoq sxemasi

vaqti T_B va T_C larni hamda to'la quvvatlarni aniqlaymiz:

$$T_B = \frac{W_B}{P_B} = \frac{400 \cdot 10^6}{100 \cdot 10^3} = 4000 \text{ soat} \quad S_B = \frac{P_B}{\cos\varphi_B} = \frac{100}{0,9} = 111 \text{ MVA}$$

$$T_C = \frac{W_C}{P_C} = \frac{225 \cdot 10^6}{50 \cdot 10^3} = 4500 \text{ soat} \quad S_C = \frac{P_C}{\cos\varphi_C} = \frac{50}{0,8} = 62,5 \text{ MVA}$$

F_{HL-1} ni tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha topish uchun o'rtacha vaqt $T_{o'rt.}$ ni aniqlash kerak:

$$T_{o'rt} = \frac{W_B + W_C}{P_B + P_C} = \frac{400 \cdot 10^6 + 225 \cdot 10^6}{(100 + 50) \cdot 10^3} = 4167 \text{ soat}$$

HL-1 ning hisobi:

Liniyadan oqayotgan quvvat:

$$S_{HL-1} = S_{HL-2} + S_B = 111 + 62,5 = 173,5 \text{ MVA}$$

Liniyadagi tok:

$$I_{HL-1} = \frac{S_{HL-1}}{\sqrt{3}U_{HL-1}} = \frac{173 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 220} = 458 \text{ A}$$

“B” p/st dagi I kategoriyali iste'molchini ishonchli ravishda elektr bilan ta'minlash uchun metall tayanchlarda joylashgan ikkita alohida parallel liniyani qabul qilish kerak. Shunda har bir liniyadan hisobiy yuklama tokining yarmi o'tadi, ya'ni $458:2=229 \text{ A}$.

Ana shu tok miqdoriga qarab har qaysi liniyaning kesim yuzasi tanlanadi:

$$F_{HL-1} = \frac{I_{HL-1}}{j_{iq.zich}} = \frac{229}{1,4} = 185 \text{ mm}^2$$

bu yerda, $j_{iq.zich}$ – tokning iqtisodiy zichligi, $T_{o'rt}$ bo'yicha jadvalga qarab $1,4 \text{ A/mm}^2$ ga teng deb olingan.

220 kV li liniyalar uchun tojlanish sharti bo'yicha simning kesim yuzasi 240 mm^2 dan kam bo'lmasligi tavsiya qilinadi. Shuning uchun ikkitali 2xACO-240 markali liniyani tanlaymiz. Ikkitadan ko'p zanjirli liniyani olish iqtisodiy tarafdin muvofiq emas.

Sinov savollari

1. HEUL markalarini tushuntiring.
2. Iqtisodiy zichlik nima uchun hisoblanadi.
3. Minimal holatda yuklama nima uchun hisoblanadi ?
4. Maksimal holatda yuklama nima uchun hisoblanadi ?

15-AMALIY MASHG‘ULOT

ELEKTR TARMOQLARIDA QUVVAT VA ENERGIYA ISROFLARINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Elektr tarmoqlaridagi normal xolatdagi quvvat va energiya isroflarini aniqlash.

Hisob ishi uchun topshiriq

Topshiriqni hisoblash yuqoridagi 4-mashg‘ulot asosida olib boriladi. Variantlar va dastlabki ma’lumotlar yuqoridagi 4.3-jadvaldan olinadi.

1.Transformatorlardagi (salt ishlash va qisqa tutashuv holatidagi) quvvat isroflarini aniqlash.

2.Transformatorlardagi isrofni hisobga olgan holda elektr stansiyaning elektr zanjiri bo‘ylab quvvat uzatilish sxemasini tuzish. Quvvatlar qiymatini kompleks ko‘rinishida keltirish.

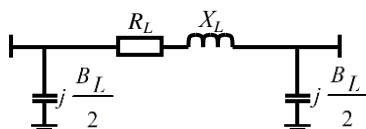
3.Sistema bilan stansiyaning bog‘lovchi liniyadagi quvvat isrofini aniqlash.

4.Stansiyaning elektr zanjiri bo‘ylab toklar taqsimlanishi sxemasini tuzish. Toklar qiymatini kompleks ko‘rinishida keltirish.

5.Transformatorlardagi va sistema bilan stansiyaning bog‘lovchi liniyadagi quvvat isrofini aniqlash.

Qisqacha nazariy ma’lumot

Elektr tarmog‘ining almashtirish sxemasi uning elementlari (transformatorlar, avtotransformatorlar HEUL va boshqalar) almashtirish sxemalaridan tashkil topadi. Nominal kuchlanishi 110, 220 kV bo‘lgan HEUL almashtirish sxemasi kirill alifbosidagi harf П - ko‘rinishida bo‘ladi.



15.1-rasm. HEULsining P simon almashtirish sxemasi

Ushbu sxemada R_L , X_L - HEULsining mos ravishda aktiv va reaktiv qarshiliklari; B_L - HEULsining sig‘imiy o‘tkazuvchanligi; R_L , X_L , B_L lar

HEULsi almashtirish sxemasining hisobiy parametrlari hisoblanadi. Ushbu parametrlar muayyan HEUL uchun uning uzunligi l va solishtirma hisobiy parametrlari r_0, x_0, b_0 bo'yicha topiladi. Ya'ni:

$$R_L=r_0l; X_L=x_0l; B_L=b_0l;$$

r_0, x_0, b_0 solishtirma parametrlar qiymatlarini EUL o'tkazgichi markasi va kuchlanishi bo'yicha ma'lumotnomadan olish mumkin yoki o'tkazgich materiali hamda liniya va o'tkazgichning geometrik o'lchamlariga asoslanib tuzilgan formula bo'yicha aniqlash mumkin.

Liniyadagi quvvat isrofi quyidagicha topiladi:

$$\Delta P_L = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R; \quad \Delta Q_L = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot X.$$

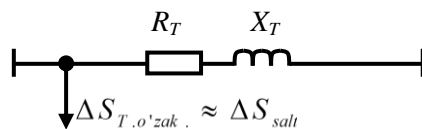
EULdagi elektr energiya isrofi quyidagicha topiladi:

$$\Delta W = 3 \cdot I_{\max}^2 \cdot R \cdot \tau.$$

bu yerda τ - eng ko'p isroflar vaqti bo'lib, u maksimum yuklamaning ishlash vaqti (T_{\max})ga bog'liq ravishda quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_{\max}}{10000} \right)^2 \cdot 8760;$$

Yuqori kuchlanish chulg'ami 110, 220 kV bo'lgan ikki chulg'amli transformatorning almashtirish sxemasi kirill alifbosidagi harf Γ - ko'rinishida bo'ladi.



15.2-rasm. Ikki chulg'amli transformatorning G simon almashtirish sxemasi

Ushbu sxemada R_T, X_T - transformatorning mos ravishda aktiv va reaktiv qarshiliklari; $\Delta S_{T, o'zak}$ - transformatorning po'lat o'zagidagi to'la quvvat isrofi; ΔS_{salt} - transformatorning salt ishlash holatidagi to'la quvvat isrofi.

Transformatorning normal ish holatida to‘la quvvat isroflari orasidagi munosabat quyidagicha bo‘ladi: $\Delta S_{T.o'zak.} \approx \Delta S_{salt.}$. Bunda:

$$\Delta S_{T.o'zak.} = \Delta P_{T.o'zak.} + j\Delta Q_{T.o'zak.}$$

$$\Delta S_{salt.} = \Delta P_{salt.} + j\Delta Q_{salt.}$$

$R_T, X_T, \Delta S_{T.o'zak.}$ va $\Delta S_{salt.}$ lar ikki chulg‘amli transformator almashtirish sxemasining hisobiy parametrlari hisoblanadi. Muayyan tipdagi kuch transformatorlar uchun ushbu hisobiy parametrlarning qiymati ma’lumotnomada keltirilgan transformatorning katalog (pasport) ma’lumotlariga asoslanib tuzilgan formula bo‘yicha hisoblanadi.

Ikki chulg‘amli transformatorning katalog (pasport) ma’lumotlariga quyidagilar kiradi:

- Transformatorning nominal quvvati - $S_{T.nom.}$ [MVA];
- Transformatorning chulg‘amlaridagi nominal kuchlanishlari - $U_{Yu.K.}, U_{P.K.}$ [kV];
- Transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishi - $u_k, \%$;
- Transformatorning qisqa tutashuv holatidagi isrofi - $\Delta P_k, [kVt]$;
- Transformatorning salt ishlash holatidagi isrofi - $\Delta P_k, [kVt]$;
- Transformatorning salt ishlash toki - $I_{salt.}, \%$.

Quvvat isroflari orasidagi munosabat va qarshiliklarni hisoblash formulasi quyidagicha:

$$\Delta P_{T.o'zak.} \approx \Delta P_{salt.}; \Delta Q_{T.o'zak.} \approx \Delta Q_{salt.} = \frac{I_k \%}{100} \cdot S_{T.nom.};$$

$$R_T = \frac{\Delta P_k \cdot U_{Yu.K.}^2}{S_{T.nom.}^2}; X_T = \frac{u_k \% \cdot U_{Yu.K.}^2}{100 \cdot S_{T.nom.}}$$

Elektr tarmoq holatini hisoblash uchun, oldin, yuklama tugunida berilgan aktiv quvvat P va aktiv quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ lar bilan reaktiv quvvat Q quyidagi formula orqali topiladi:

$$Q = P \cdot \operatorname{tg}\varphi \text{ yoki } Q = P \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}.$$

Elektr energetika tizim elementlaridagi quvvat va elektr energiya isroflarini hisoblash uchun misol

15.1-jadval

Masalani yechish uchun dastlabki ma'lumotlar.

Elektr stansiya tipi	GES
Generatorning nominal aktiv quvvati, $P_{n.Gen.}$	40 MVt
Bloklar soni	3
Sistemani bog'lovchi liniyaning kuchlanishi	110 kV
Sistemani bog'lovchi HEULsining uzunligi	30 km
Tupikli liniyaning soni va quvvati	4*25 MVA

GESning struktura sxemasini tuzish va asosiy kuch elementlarini tanlash

Bitta blokning o'z ehtiyoji uchun sarflanadigan quvvat.

$$S_{O'z.eht.bl.} = 0.5 \text{ MVA.}$$

Generator, kuchaytiruvchi va o'z ehtiyoj transformatorlarining tipini tanlaymiz.

G-1, G-2, G-3 (*B7C-525/150-20* tipli) gidrogeneratorlar parametrlarini yozib olamiz.

$$\begin{array}{ll}
 S_n = 50 \text{ MVA} & n_{nom} = 300 \text{ ayl/min} \\
 P_n = 40 \text{ MVt} & x_d'' = 0.16 \\
 \cos\varphi = 0.8 & x_d' = 0.25 \\
 U_n = 10.5 \text{ kV} & x_d = 1
 \end{array}$$

T-1, T-2, T-3 (*T777-80000/110* tipli) kuch transformatorlar parametrlarini yozib olamiz.

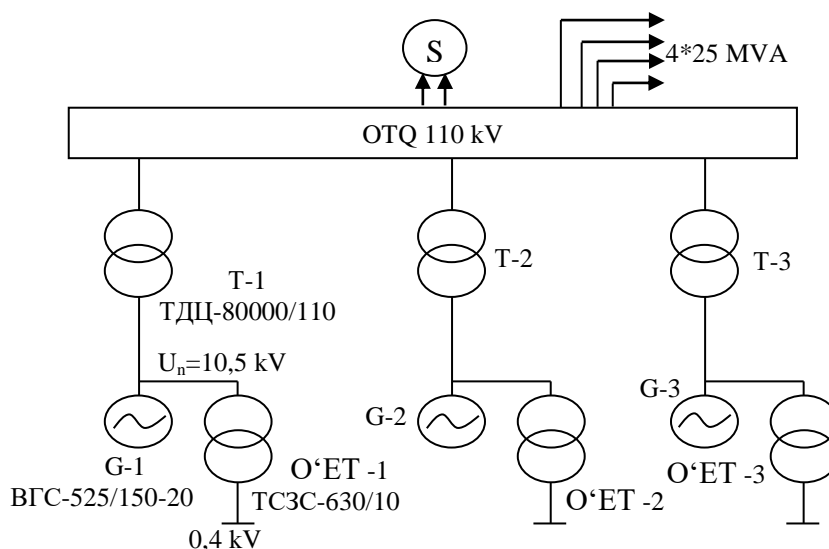
$$\begin{array}{lll}
 S_n = 80 \text{ MVA} & U_{yu.K} = 121 \text{ kV} & \Delta P_{qt} = 310 \text{ kVt} \\
 U_{p.K} = 10.5 \text{ kV} & \Delta P_{salt} = 85 \text{ kVt} & U_k = 11 \% \quad I_{qt} = 0.6 \%
 \end{array}$$

O'ET-1, O'ET-2, O'ET-3 (*TC3C-630/10* tipli) o'z ehtiyoj transformatorlar parametrlarini yozib olamiz.

$$\begin{aligned}
 S_n &= 630 \text{ kVA} & \Delta P_{qt} &= 8500 \text{ Vt} \\
 U_{yu.K} &= 10.5 \text{ kV} & U_k &= 8 \% \\
 U_{p.K} &= 0.4 \text{ kV} & I_{qt} &= 2 \% \\
 \Delta P_{salt} &= 2000 \text{ Vt}
 \end{aligned}$$

AC-150/24 tipli o'tkazgichning parametrlari.

$$I_{ruksat}=450A; X_0=0.42 \text{ om/km}; r_0=0.198 \text{ om/km}$$



15.3-rasm. GESning blok sxemasi.

Transformatorlardagi quvvat isrofini aniqlash va GES elektr zanjiridagi quvvat taqsimoti sxemasini tuzish.

Hisoblashlarda 4-hisob-grafik ishidagi ma'lumotlardan foydalaniladi. Quvvat koeffitsientini barcha holatlarda generatorning nominal quvvat koeffitsientiga ($\cos\varphi=0,8$) teng deb qabul qilamiz.

- Ishlab chiqaruvchi generator quvvat:

-

$$\dot{S}_G = P_G + jQ_G$$

$$Q_G = S_G \cdot \sin \varphi = 50 \cdot \sqrt{1 - 0,8^2} = 30 \text{ MVar}$$

$$\dot{S}_G = 40 + j30 \text{ MVar}$$

- O‘z ehtiyoj quvvati:

$$\dot{S}_{O'z.eht.Yu.K.} = P_{O'z.eht.} + jQ_{O'z.eht.}$$

$$P_{O'z.eht.} = \dot{S}_{O'z.eht.Yu.K.} \cos \varphi = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4 \text{ MVt}$$

$$Q_G = \dot{S}_{O'z.eht.Yu.K.} \cdot \sin \varphi = 0,5 \cdot \sqrt{1-0,8^2} = 0,3 \text{ MVar}$$

$$\dot{S}_G = 400 + j300 \text{ kVA}$$

- O‘ETdagi va O‘ETdan keyingi quvvat:

$$\Delta \dot{S}_{O'z.eht.} = \Delta \dot{S}_{salt.} + \Delta S_{q.t.}^P$$

$$\Delta \dot{S}_{salt.} = \Delta P_{salt.} + j\Delta Q_{salt.}$$

$$\Delta Q_{salt.} = \frac{I_{salt.} \%}{100} \cdot S_{nom} = \frac{2}{100} \cdot 0,63 = 0,0126 \text{ MVar}$$

$$\Delta \dot{S}_{salt.} = 2 + j12,6 \text{ kVA}$$

$$\Delta \dot{S}_{q.t.}^P = \Delta P_{q.t.}^P + j\Delta Q_{q.t.}^P$$

$$\begin{aligned} \dot{S}'_{Tr.Yu.K.} &= \dot{S}_{Tr.Yu.K.} - \Delta \dot{S}_{salt.} = 400 + j300 - 2 - j12,6 = \\ &= 398 + j287,4 \text{ kVA} \end{aligned}$$

$$S'_{Tr.Yu.K.} \sqrt{398^2 + j287,4^2} = 490,92 \text{ kVA}$$

$$\Delta P_{q.t.}^n = \Delta P_{q.t.} \cdot \left(\frac{S'_{Tr.Yu.K.}}{S_{nom}} \right)^2 = 8,5 \cdot \left(\frac{490,92}{630} \right)^2 = 5,16 \text{ kVt}$$

$$\Delta Q_{q.t.}^P = \left(\frac{U_k \%}{100} \cdot S_{nom} \right) \cdot \left(\frac{S'_{Tr.Yu.K.}}{S_{nom}} \right)^2 = \left(\frac{8}{100} \cdot 630 \right) \cdot \left(\frac{490,92}{630} \right)^2 = 30,6 \text{ kVar}$$

$$\Delta \dot{S}_{q.t.}^P = 5,16 + j30,6 \text{ kVA}$$

$$\Delta \dot{S}_{O'z.eht.} = 2 + j12,6 + 5,16 + j30,6 = 7,16 + j43,2 \text{ kVA}$$

$$\begin{aligned} \dot{S}'_{O'z.eht.P.K.} &= \dot{S}'_{O'z.eht.P.K.} - \Delta \dot{S}_{q.t.}^P = 398 + j287,4 - 5,16 - j30,6 = \\ &= 392,84 + j256,8 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Blok transformatorining past kuchlanish taraf zanjiridagi quvvat:

$$\begin{aligned}\dot{S}_{Tr.P.K.} &= \dot{S}_G - \dot{S}_{O'z.eht.Yu.K.} \\ \dot{S}_{Tr.P.K.} &= 40 + j30 - 0,4 + j0,3 = 39,6 + j29,7 \text{ MVA}\end{aligned}$$

- Blok transformatoridagi quvvat isrofi va blok transformatorining yuqori kuchlanish taraf zanjiridagi quvvat:

$$\begin{aligned}\Delta \dot{S}_{Tr.} &= \Delta \dot{S}_{salt.} + \Delta \dot{S}_{q.t.}^P \\ \Delta \dot{S}_{salt.} &= \Delta P_{salt.} + j\Delta Q_{salt.}\end{aligned}$$

$$\Delta Q_{salt.} = \frac{I_{salt.} \%}{100} \cdot S_{nom.} = \frac{0,6}{100} \cdot 80 = 0,48 \text{ MVar}$$

$$\Delta \dot{S}_{salt.} = 0,085 + j0,48 \text{ MVA}$$

$$\Delta \dot{S}_{q.t.}^P = \Delta P_{q.t.}^P + j\Delta Q_{q.t.}^P$$

$$\dot{S}'_{Tr.PK.} = \dot{S}_{Tr.PK.} - \Delta \dot{S}_{salt.} = 39,6 + j29,7 - 0,085 - 0,48 = 38,75 + j29,22 \text{ MVA}$$

$$S'_{Tr.PK.} = \sqrt{38,75^2 + j29,22^2} = 48,53 \text{ MVA}$$

$$\Delta P_{q.t.}^P = \Delta P_{q.t.} \cdot \left(\frac{S'_{Tr.PK.}}{S_{nom.}} \right)^2 = 0,3 \cdot \left(\frac{48,53}{80} \right)^2 = 0,11 \text{ MVt}$$

$$\Delta Q_{q.t.}^P = \left(\frac{U_k \%}{100} \cdot S_{nom.} \right) \cdot \left(\frac{S'_{Tr.PK.}}{S_{nom.}} \right)^2 = \left(\frac{11}{100} \cdot 80 \right) \cdot \left(\frac{48,53}{80} \right)^2 = 3,24 \text{ MVar}$$

$$\Delta S_{q.t.}^P = 0,11 + j3,24 \text{ MVA}$$

$$\Delta \dot{S}_{Tr} = 0,085 + j0,48 + 0,11 + j3,24 = 0,195 + j3,72 \text{ MVA}$$

$$\dot{S}_{Tr.Yu.K.} = \dot{S}_{Tr.PK.} - \Delta \dot{S}_{q.t.}^P = 38,75 + j29,22 - 0,11 - j3,24 = 38,64 + j25,98 \text{ MVA}$$

- Yuklama quvati:

$$\dot{S}_{Yukl.} = P_{Yukl.} + jQ_{Yukl.}$$

$$P_{Yukl.} = S_{Yukl.} \cdot \cos \varphi = 100 \cdot 0,8 = 80 \text{ MVt}$$

$$Q_{Yukl.} = S_{Yukl.} \cdot \sin \varphi = 100 \cdot \sqrt{1 - 0,8^2} = 60 \text{ MVar}$$

$$\dot{S}_{Yukl.} = 80 + j60 \text{ MVA}$$

- Sistema bilan bog'lovchi liniyaning boshi va oxiridagi quvvat:

$$\dot{S}_{L.bosh.} = n_{Tr.} \cdot \dot{S}_{TR.Yu.K.} - \dot{S}_{Yukl} = 3 \cdot (38,64 + j25,98) - 80 - j60 = 35,92 + j17,94 \text{ MVA}$$

$$S_{L.bosh.} = \sqrt{35,92^2 + 17,94^2} = 40,151 \text{ MVA}$$

$$\dot{S}'_{L.oxiri} = \dot{S}_{L.bosh.} - \Delta\dot{S}_L; \quad \Delta\dot{S}_L = \Delta P_L + j\Delta Q_L$$

$$r_L = r_0 \cdot l = 0,198 \cdot 30 = 5,98 \text{ Om}$$

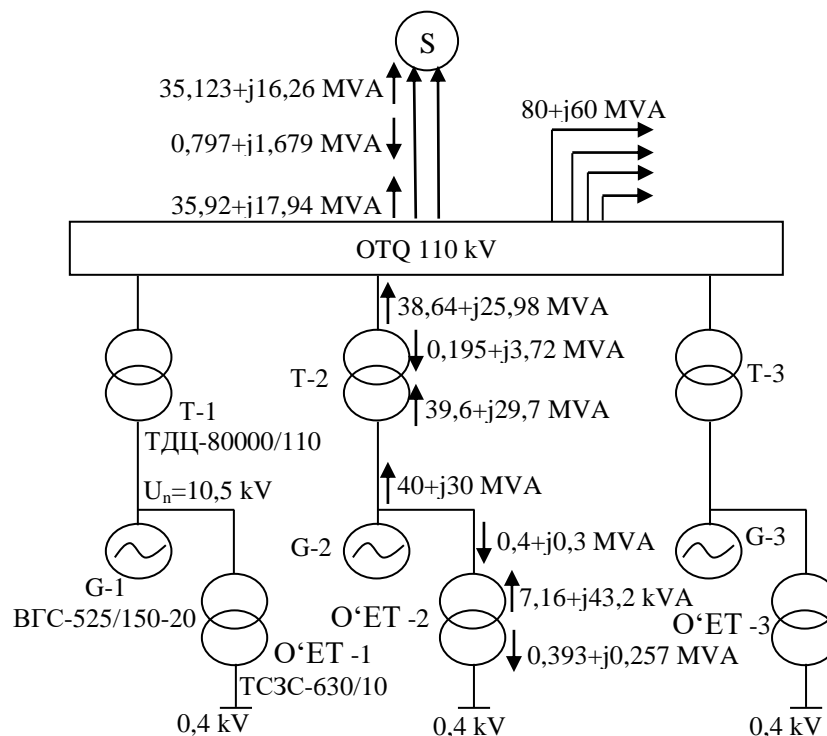
$$x_L = x_0 \cdot l = 0,42 \cdot 30 = 12,6 \text{ Om}$$

$$\Delta P_L = \left(\frac{\dot{S}_{L.bosh.}}{U_{Yu.K.}} \right)^2 \cdot r_L = \left(\frac{40,151}{110} \right)^2 \cdot 5,98 = 0,797 \text{ MVt}$$

$$\Delta Q = \left(\frac{S_{L.bosh.}}{U_{Yu.K.}} \right) \cdot x_L = \left(\frac{40,151}{110} \right) \cdot 12,6 = 1,679 \text{ MVar}$$

$$\Delta\dot{S}_L = 0,797 + j1,679 \text{ MVA}$$

$$\dot{S}'_{L.oxiri} = 35,92 + j17,94 - 0,797 - j1,679 = 5,123 + j16,26 \text{ MVA}$$



15.4-rasm. GES elektr zanjiridagi quvvat taqsimoti sxemasi.

GES elektr zanjiridagi toklar taqsimoti sxemasini tuzamiz.

Quvvat taqsimoti sxemasidan kelib chiqib toklarni aniqlaymiz:

- Generator zanjiridagi tok:

$$I_{Gen.} = \frac{\dot{S}_{Gen.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{40 + j30}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 2,199 + j1,65 \text{ kA}$$

- O'z ehtiyoj zanjiridagi tok:

$$I_{O'z\ eht.} = \frac{\dot{S}_{O'z\ eht. Yu. K.}}{\sqrt{3} \cdot U_{Tr. Yu. K.}} = \frac{400 + j300}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 22 + j16 \text{ A}$$

- O'ETdan keyingi zanjirdagi tok:

$$I_{O'z\ eht.} = \frac{\dot{S}_{O'z\ eht. PK}}{\sqrt{3} \cdot U_{Tr. PK}} = \frac{392,84 + j256,8}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 567,02 + j370,66 \text{ A}$$

- Blok transformatorining past kuchlanish taraf zanjiridagi tok:

$$I_{Tr. P.} = \frac{\dot{S}_{Tr. PK}}{\sqrt{3} \cdot U_{Tr. PK}} = \frac{39,64 + j29,7}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 2,177 + j1,633 \text{ kA}$$

- Blok transformatorining yuqori kuchlanish taraf zanjiridagi tok:

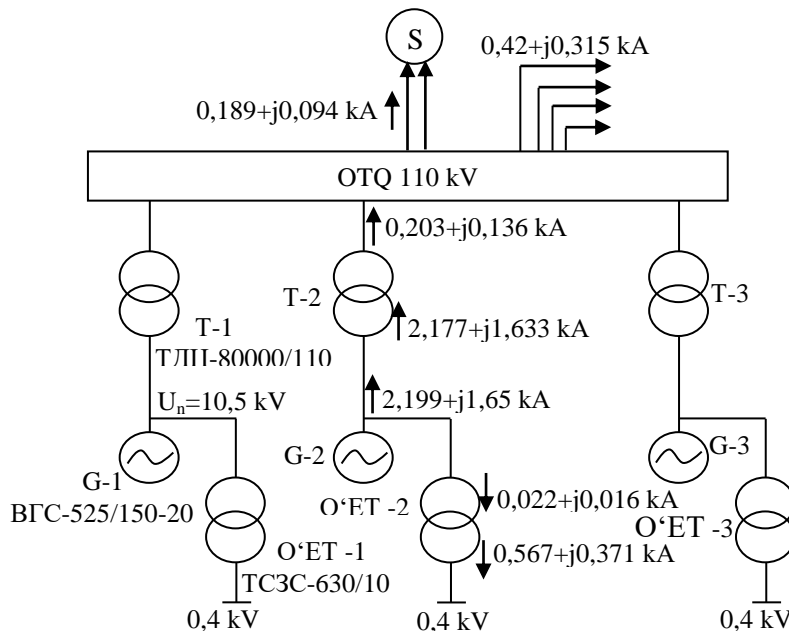
$$I_{Tr. Yu.} = \frac{\dot{S}_{Tr. Yu. K.}}{\sqrt{3} \cdot U_{Tr. Yu. K.}} = \frac{38,64 + j25,98}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,203 + j0,136 \text{ kA}$$

- Yuklama toki:

$$I_{Yukl.} = \frac{\dot{S}_{Yukl.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{80 + j60}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,42 + j0,315 \text{ kA}$$

- Stansiya bilan sistemani bog'lovchi liniyadagi tok:

$$I_{Sist.} = \frac{\dot{S}_{L.bosh}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{35,92 + j17,94}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,189 + j0,094 \text{ kA}$$



15.5-rasm. GES elektr zanjiridagi tok taqsimoti sxemasi.

Transformatorlardagi va sistema bilan stansiyaning bog'lovchi liniyadagi elektr energiya isrofini aniqlaymiz.

GES uchun $T_{max} = 3000 \text{ soat}$, unda $\tau = 2000 \text{ soat}$.

- O'ETdagi elektr energiya isrofi:

$$\begin{aligned} \Delta W_{O'ET} &= \Delta P_{salt} \cdot t + \Delta P_{q.t.}^p \cdot \tau = 2 \cdot 8760 + 5,16 \cdot 2000 = \\ &= 27,840 \text{ MVt} \cdot \text{soat}. \end{aligned}$$

- Blok transformatoridagi elektr energiya isrofi:

$$\begin{aligned} \Delta W_{Tr.} &= \Delta P_{salt} \cdot t + \Delta P_{q.t.}^p \cdot \tau = 0,085 \cdot 8760 + 0,11 \cdot 2000 = \\ &= 964,6 \text{ MVt} \cdot \text{soat}. \end{aligned}$$

GES bilan sistemani bog'lovchi liniyadagi elektr energiya isrofi:

$$\Delta W_L = \Delta P_{max} \cdot \tau = 0,797 \cdot 2000 = 1594 \text{ MVt} \cdot \text{soat}.$$

Sinov savollari

1. Elektr sistemasida elektr energiya isrofini kamaytirish uchun qanaqa chora tadbirlar qo'llaniladi?
2. Transformator va HEULLar uchun elektr energiya, aktiv va reaktiv quvvat isroflarini hisoblash formulalarini yozib bering!
3. HEULsining Π -simon almashtirish sxemasini chizib tushuntiring!
4. Ikki chulg'amli transformatorning Γ -simon almashtirish sxemasini chizib tushuntiring!

16-MASHG'ULOT.

ELEKTR TARMOQLARDA KUCHLANISH ISROFLARINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Elektr tarmoqlarida tugundagi kuchlanishlarga ruxsat etilgan kuchlanish og'ishlarini aniqlash.

Kuchlanishning og'ishi kuchlanishning turg'un og'ish qiymati bilan tavsiflanadi. Elektr energiyasi iste'molchilari qisqichlarida kuchlanish og'ishi elektr tarmog'ining nominal kuchlanishidan $\pm 5\%$ va $\pm 10\%$ ga teng miqdordagi me'yoriy va chegaraviy ruxsat etilgan turg'un me'yor qiymati o'rnatilgan.

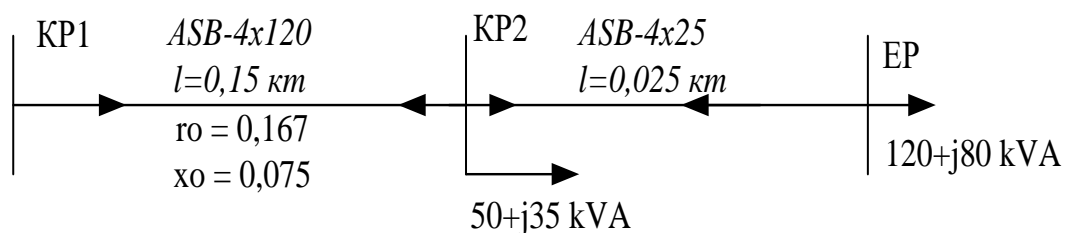
Qisqichlardagi ko'rsatkichlarning ruxsat etilgan qiymatlardan o'zgarishiga quyidagilar ta'sir ko'rsatadi:

- Yuklama tokining sutkali, mavsumli va texnologik o'zgarishi;
- Generatorlar va kompensatsiya qurilmalari quvvatining o'zgarishi;
- Elektr tarmog'i sxemasi va parametrlarining o'zgarishi.

Elektr tarmog'ining har qanday tugunida kuchlanish og'ishi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\Delta U = \frac{U_n - U}{U} * 100\%$$

12.1-misol. 1-rasmda ko'rsatilgan elektr iste'molchining qisqichidagi kuchlanish og'ishini hisoblang va uni ruxsat etilgan (ГОСТ 13109-97) qiymat bilan taqqoslang. Agar zarur bo'lsa, kuchlanishni nominal qiymatga keltirish chorasini qo'llang. KP1 dagi kuchlanish 385 V deb qabul qilingan.



16.1-rasm. Kuchlanish og‘ishini hisoblash sxemasi

Yechish. Kuchlanish isrofi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} \quad (16.1)$$

bu yerda, R va X aktiv va induktiv qarshiliklar bo‘lib, u quyidagicha aniqlanadi: $R=r_0l$; $X=x_0l$.

KP1-KP2 uchastka orasidagi kuchlanish isrofi:

$$\Delta U = \frac{(120 + 50)0,167 * 0,15 + (80 + 35)0,075 * 0,15}{0,38} = 14,6 \text{ V}$$

KP2-EP uchastkadagi kuchlanish isrofi:

$$\Delta U = \frac{120 * 0,326 * 0,025 + 80 * 0,075 * 0,025}{0,38} = 2,97 \text{ V}$$

Unda KP1-EP uchastkadagi kuchlanish isrofi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{KP1-KP2} + \Delta U_{KP2-EP} = 14,6 + 2,97 = 17,57 \text{ V}$$

yoki

$$\Delta U_{\Sigma} = \frac{17,57}{380} * 100\% = 4,62\%$$

Iste‘molchi qisqichlaridagi kuchlanish quyidagiga teng bo‘ladi:

$$U_{EGG} = V_{SP1} - \Delta U_{\Sigma} = 385 - 17,57 = 367,43 \text{ V}$$

Iste‘molchi qisqichidagi kuchlanish (1.1) ifodaga asosan kichik:

$$\Delta U = \frac{367,43 - 380}{380} * 100\% = -3,3\%$$

ГОСТ 13109-97 ga asosan $\Delta U_{rux} = \pm 5$. Shunday qilib, EP qisqichidagi kuchlanishning og'ishi ruxsatlangan oraliqda.

Misol: Sex transformator podstansiyasiga TM-400/10 turli $S_n = 400$ kVA quvvatli transformator o'rnatilgan, qisqa tutashuv kuchlanishi $U_{qt} = 4,5\%$, qisqa tutashuv quvvat isrofi $\Delta P_{qt} = 5,5$ kVt. Transformator yuklamasi $S_{YU} = 380$ kVA, $\cos\varphi = 0,8$. Transformator qisqichlari $10 \pm 2 \times 2,5\% / 0,4$ kV kuchlanishga ega, transformator YUK tomonidan 10,5 kV kuchlanishni ($U_1 = 5\%$, $U_{N1} = 0$) ushlaydi.

Transformatorni $+2,5\%$ ($U_{01} = 2,5\%$, $U_{011} = 5\%$) shoxobcha bilan ulaganda, PK tomonidagi kuchlanishning og'ishini aniqlang.

Yechish. Berilgan yuklama va transformatorning parametrlarida transformatoridagi kuchlanish isrofini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \Delta U_T &= \frac{S}{S_N} \left(\frac{\Delta P_k}{S_N} \cos\varphi + U_k \sin\varphi \right) \approx \frac{Q}{S_{nom}} U_k \\ &= \frac{380}{400} \left(\frac{5,5}{400} * 0,8 + 0,45 * 0,6 \right) = 0,95(1,12 + 2,7) * 10^{-2} \\ &= 3,6 * 10^{-2} = 3,6\% \end{aligned}$$

Berilgan $+2,5\%$ shoxobchaga ulanishda berilgan kuchlanish og'ishini hisobga olib, transformatorning PK tomonidagi kuchlanish og'ishini aniqlaymiz:

$$U_{II} = V_I + V_{0II} - V_{NOMI} - V_{0I} - \Delta U_{TR} = V_I + E - \Delta U_T = 5 + 5 - 0 - 2,5 - 3,6 = 3,9\%$$

ruxsatlangan oraliqda.

Misol. Korxonaning BPPga TDN-16000/115 markali quvvati $S = 16$ MVA, YUOR (yuklama ostida rostlovchi) qurilmaga ega, $\pm 16\%$ oraliqda rostlovchi ($\pm 9\%$ pog'onali $\pm 1,78\%$ dan) YUK tomonidan asosiy chiqishdagi nominal kuchlanish $U_{NOMI} = 115$ kV ($V_{NOMI} = 4,4\%$) va PK

tomonidan $U_{NOMII} = 11 \text{ kV}$ ($V_{\Delta II} = 10 \%$), qisqa tutashuv kuchlanishi $U_{qt}=10,5 \%$ transformator o'rnatilgan.

Eng katta yuklama tartibida $P_1=15 \text{ MVt}$, $Q=7 \text{ MVAr}$ transformatorlarni YUK tomonida $U_1 = 118 \text{ kV}$ ($V_1 = 7,2 \%$)., kuchlanish ushlaniladi, PK tomondagi kerakli kuchlanish $U_{II}=118\text{kV}$ ($V_{II}=7,2\%$).

Eng kichik kuchlanish tartibida $P=5 \text{ MVt}$, $Q=3 \text{ MVAr}$ transformatorni $U_1 = 115 \text{ kV}$ ($V_1 = 4,4 \%$), PK tomondagi kerakli kuchlanish $U_{II}=10\text{kV}$ ($V_{II}=0\%$).

Ko'rsatilgan tartiblarda transformatorni rostdash oralig'ida $\pm 16\%$ ning to'g'riligini tekshiring.

Yechish. Eng katta va eng kichik yuklamalarda transformatoridagi kuchlanishning isrofi:

$$\Delta U_{E.KAT.} = \frac{Q \cdot \Delta U_k}{S_{NT}} = \frac{7 \cdot 10,5}{16} = 4,6\% \quad \Delta U_{E.KICH.} = \frac{3 \cdot 10,5}{16} = 2\%$$

Eng katta yuklama tartibida shoxobchani ish holatini aniqlash uchun V_{OI} qiymatini aniqlaymiz:

$$V_{II} = V_I + V_{OII} - V_{NI} - V_{II} - \Delta V_T = 7,2 + 10 - 4,4 - 5 - 4,6 = 3,2\%$$

Bunga eng yaqin standart shoxobcha $2 \cdot 1,78\%$.

Xuddi shunday eng kichik yuklamada:

$V_{OI} = 4,4 + 10 - 4,4 - 0 - 2 = 8 \%$, bunga eng yaqin shoxobcha $4 \cdot 1,78\%$.

Shunday qilib, TDN-16000/115 transformatoriga o'rnatilgan YUOR qurilmasining rostdash oralig'i transformatorni PK tomonida kuchlanishning kerakli darajada ushlanishini ta'minlaydi.

Mustaqil yechish uchun misollar

1-misol. Rayon podstantsiyasiga TDN-25000/110 markadagi transformator o'rnatilgan. Maksimal yuklamada transformatorning birlamchi chulg'aming kuchlanishi 105,8 kV ga, minimal yuklamada esa 108,5 kVga teng. Maksimal yuklamada kuchlanish yo'qotilishi - $\Delta U_{TR}^I = 3,6 \%$, minimalda - $\Delta U_{TR}^{II} = 1,8 \%$. Agar podstantsiyada qarama – qarshi rostdash amalga oshirilsa, rostdash oralig'ini aniqlang.

2-misol. (310+j320) kVA yuklamani ta'minlaydigan liniyadan tashkil topgan ($R_l=1,2 \text{ Om}$ $X_l=3,2 \text{ Om}$) tarmoq va TM-400/10 turli transformator ($R_T = 3,5 \text{ Om}$; $X_T = 11,1 \text{ Om}$) quvvat isrofini kamaytirish uchun $Q_k = 300 \text{ kVAR}$ quvvatli kondensator o'rnatilgan. Maksimal yuklamada kondensator ulanganda, transformator shoxobchasini tanlash kerakki, transformatorni PK shinasida $0 \leq V_{OI} \leq 5 \%$ ta'minlansin. Sutka davomida ($\beta_1 = 1$; $\beta_2 = 0,8$; $\beta_3 = 0,5$; $\beta_4 = 0,3$;) yuklama o'zgarganida va tegishli ta'minlash markazdagi kuchlanish og'ishida ($V_{N1}=-4\%$; $V_{N2}=-1\%$; $V_{N3}=0\%$; $V_{N3}=2\%$) transformator PK shinasida kuchlanishning og'ishi tegishli oraliqda bo'lishini ta'minlash uchun kondensator batareyasi quvvatini qanday rostdlashni aniqlang.

Sinov savollari

1. Kuchlanish og'ishini tushuntiring.
2. Kuchlanishni ruxsat etilgan og'ishini ayting.
3. Nima sababdan kuchlanish og'ishiga chegara qo'yilgan?
4. Kondensator batareya quvvati qanday aniqlanadi ?

17-AMALIY MASHG'ULOT

ELEKTR TARMOQLARIDA KUHLANISHNI ROSTLASH HAQIDA TUSHUNCHA

Ishdan maqsad: Elektr tarmoqning kuchlanishi ruxsat etilgan oraliqda yuklama ulangan holda rostdlash.

Elektr tarmoqning kuchlanishi doimo yuklama, ta'minlash manbaining ish holatlari, zanjirning qarshiligi o'zgarishi bilan o'zgarib turadi. Kuchlanishning og'ishi har doim ham ruxsat etilgan minimal va maksimal qiymatlar oralig'ida bo'lavermaydi. Shu sababli elektr tarmoqning turg'un ishlashi va iste'molchilarni sifatli elektr energiya bilan ta'minlash uchun undagi kuchlanishning qiymatini nazorat qilib turish va zarurat bo'lganda uni rostdlash lozim.

Kuchlanishni rostdlash deb elektr sistemasining xarakterli nuqtalarida kuchlanish darajasini maxsus texnik vositalar yordamida talabga muvofiq o'zgartirish jarayoniga aytiladi.

Kuchlanishni rostdash usullari ta'minlash markazida (TM) amalga oshiriladigan markazlangan va bevosita iste'molchilarda amalga oshiriladigan mahalliy usullarga bo'linadi.

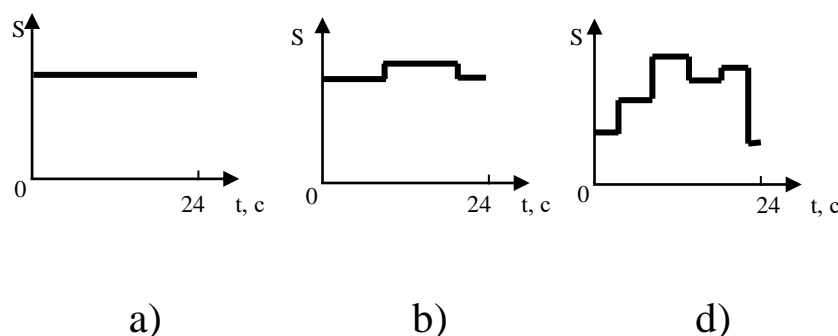
Kuchlanishni mahalliy rostdashni guruhli va individual usullarga bo'lish mumkin. Guruhli rostdash iste'molchilar guruhi uchun, individual rostdash asosan maxsus maqsadlarda amalga oshiriladi.

Yuqorida ko'rsatilgan kuchlanishni rostdash tiplarini yuklamaning o'zgarishi xarakteriga boqliq ravishda bir nechta tiplarga ajratish mumkin. Masalan, kuchlanishni markazlashgan rostdashda uchta nimtipni ajratish mumkin. Bular, kuchlanishni stabillash; kuchlanishni ikki pog'onali rostdash va kuchlanishni qarama-qarshi rostdashdir.

Kuchlanishni stabillash amalda yuklamasi o'zgarmaydigan iste'molchilar uchun, masalan, kuchlanish darajasi bir xilda tutib turilishi lozim bo'lgan uch smenali korxonalar uchun qo'llaniladi, Bunday iste'molchining yuklama grafigi 18.1,a-rasmda ko'rsatilgan.

Ayon ifodalangan ikki pog'onali yuklama grafigiga ega bo'lgan iste'molchilar (18.1,b-rasm), masalan, bir smenali korxonalar uchun ikki pog'onali rostdash qo'llaniladi. Bunda sutka davomida yuklama grafigiga mos ravishda kuchlanishning ikkita darajasi tutib turiladi.

Yuklama sutka davomida o'zgaruvchan bo'lgan hollarda qarama-qarshi rostdash amalga oshiriladi (17.1,v-rasm). Yuklamaning har bir qiymatiga kuchlanish va kuchlanish isrofining mos qiymatlari to'qri keladi. Shu sababli yuklama o'zgarishi bilan kuchlanish ham o'zgaradi. Bunda kuchlanishning og'ishi ruxsat etilganidan ortib ketmasligi uchun uni yuklamaga boqliq ravishda rostdab turish lozim.



17.1-rasm. Yuklama grafiglari. a-o'zgarmas; b – ikki pog'onali; d – ko'p pog'onali.

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 rostdash

kuchlanishni nafaqat yuklamaning sutka davomida o'zgarishi bo'yicha, balki sezon davomida ham o'zgarishi bo'yicha rostdan iboratdir. U elektr stantsiyalari va podstantsiyalari shinalaridagi kuchlanish darajasini eng katta yuklama davrida oshirilgan holatda, eng kichik yuklama davrida esa kamaytirilgan holatda tutib turishni nazarda tutadi.

Kuchlanishni rostdan bir necha turlari mavjud, bular quyidagilar:

- 1) Kuchlanishni qarama-qarshi rostdan;
- 2) Pasaytiruvchi podstantsiyalarda kuchlanishni rostdan;
- 3) Kuchlanishni tarmoqning qarshiligini o'zgartirib rostdan;
- 4) Kuchlanishni reaktiv quvvat oqimini o'zgartirib rostdan;

Kuchlanishni rostdan bu turlarini yuqori kurslarda ko'rib o'tiladi.

Sinov savollari

1. Kuchlanish og'ishini tushuntiring.
2. Kuchlanishning ruxsat etilgan og'ishini ayting.
3. Nima sababdan kuchlanish og'ishiga chegara qo'yilgan?
4. Kondensator batareya quvvati qanday aniqlanadi?

18-AMALIY MASHG'ULOT

YUKLAMA OSTIDA ROSTLASH (YuOR) QURILMASINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Elektr energiyasini taqsimlashni boshqarish va nazorat qilishni amalga oshirishga tayyorgarlik.

Masala: Elektr uskunalari ish holatini iqtisodiy taqsimlash

Nazariy qism

YuOR – yuklama ostida rostdan, YuOR qurilmasi kuch transformatorlarining qo'shimcha chulg'amlarini o'ramlar sonini o'zgartirish hisobiga kuch transformatorlarida kuchlanish rostdan. Elektr energiyasi iste'molchilariga normal kuchlanish darajasini saqlab turish uchun foydalaniladi.

Ushbu amaliy ish iste'molchilardagi kuchlanishni hisoblash va kuchlanishni tartibga solish zarurati va yetarliligini aniqlashga imkon beradi. Agar iste'molchilar shinalaridagi kuchlanish nominal kuchlanishdan past bo'lsa, iste'molchilarning asosiy qurilmalari noodatiy

ishlashi yuzaga keladi. Transformatorning transformatsiya koeffitsiyentini sozlash orqali stansiyalar va podstansiyalar shinalarida nominal qiymatdan bir oz yuqoriroq kuchlanishni saqlash kerak.

Bajarilish tartibi

Dastlabki ma'lumotlar 1-jadvaldan olinadi, berilgan variant bo'yicha kerakli qiymatlar oling.

1. Transformatorlarda kuchlanish tushuvi hisoblab chiqiladi:

$$\Delta U_{tr} = \frac{PR_T + QX_T}{U_{nom}n}, kV$$

Bu yerda R_T va X_T transformator qarshiliklari, Om;
n- podstansiyadagi transformatorlar soni

2. Yuqori chulg'amidagi haqiqiy kuchlanish

$$U_{1xaq} = U_{YuKMax} - \Delta U_{tr}, kV$$

3. Quyi chulg'amidagi xqiqiy kuchlanish

$$\Delta U_{2xaq} = U_{1xaq} \frac{U_{nomQK}}{U_{nomYuK}}, kV$$

4. Boshqariladigan o'ramalarning foizda o'zgarishi

$$\Delta W = \frac{U_{2xaq} + U_{2xox}}{U_{2xox}} 100\%$$

Bu yerda U_{2xox} quyi kuchlanish shinasidagi xoxlangan kuchlanish

$$U_{2xox maks} = 0,5 kV,$$

$$U_{2xox min} = 0,3 kV,$$

5. Rostlanadigan o'ramlar soni

$$\Delta N = \frac{\Delta W}{A}$$

Bu yerda A rostdash chegarasi, 110 kV kuchlanishli transformator uchun 1,78% ga teng

O‘ramalar soni xisoblangandan so‘ng N eng yaqin standartga yaxlitlanadi

6. Qabul qilingan N ni hisobga olgan holda boshqaruv o‘ramining o‘zgarishi foizda.

$$\Delta W' = \frac{100 - N A}{100}$$

7. Quyi cho‘lg‘aming shinasidagi kuchlanish

$$U_2 = \frac{U_{2xox}}{\Delta W'}, kV.$$

8. Bajarilgan ish bo‘yicha xulosa qilish, kuchlanishni tartibga solish bo‘yicha choralarni taklif qilish

18.1-jadval

Topshiriq variantlari

Variant №	uzatish liniyasidagi kuchlanish, kV	to‘la quvvat, MVA	Transformator soni	Transformatorning aktiv qarshiligi, Om	Transformatorning induktiv qarshisi, Om	U_{YukMax}	Transformatorning quyi kuchlanishi
1	150	45+ j25	2	5	255	155	15,75
2	110	40+ j21	2	10	120	118	6,6
3	35	4+ j2	1	8	56	37,5	3,15
4	110	30+ j18	2	12	156	116	11
5	35	5+ j3	1	7	85	36	6,3
6	220	80+ j42	2	12	256	232	11
7	110	34+ j17,5	1	15	185	117	34,5
8	35	3,4+ j2	1	7	88	36,5	6,6
9	110	24+ j18	2	15	185	121	22
10	220	64+ j32	2	14	286	235	11
11	35	4,2+ j2,1	1	7,5	88	35,9	6,3
12	110	28+ j14	2	20	200	118	11
13	150	65+ j28	2	15	285	165	22
14	35	2,8+ j2,2	1	7	85	37	3,15
15	110	25+ j21	2	12	156	119	10,5

Sinov savollari

1. YuORning ishlash prinsipi
2. Ikki cho'lg'amli pasaytiruvchi transformator uchun shaxobchalarni tanalng.
3. Ikki cho'lg'amli kuchaytiruvchi transformator uchun shaxobchalarni tanalng.

19-AMALIY MASHG'ULOT

KOMPENSATSIYALOVCHI QURILMALARNING TURINI VA QUVVATININ TANLASH

Ishdan maqsad: Kompensatsiyalovchi qurilmani quvvatini va hisobiy parametrlarini aniqlash

Asosiy nazariy qism

Bizga ma'lumki, elektr tizimiga ulangan elektr iste'molchilarning muhim qismi aktiv quvvatdan tashqari, reaktiv quvvatni ham iste'mol qiladi. Reaktiv quvvatning asosiy iste'molchilari asinxron elektr motorlardir. Reaktiv quvvatning bir qismi transformatorning chulg'amlarida, shuningdek elektr uzatish liniyasida ham reaktiv quvvat isrof bo'ladi. Shunday qilib, elektr stansiyalar generatorlari aktiv quvvat bilan birga iste'molchilarga uzatiladigan reaktiv quvvatni ham ishlab chiqarishi kerak.

Tarmoq orqali reaktiv quvvatni uzatish qo'shimcha kuchlanish tushuviga olib keladi

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U}.$$

Uzatiladigan reaktiv quvvat qiymati aktiv quvvat isrofiga ham ta'sir qiladi.

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R.$$

Bunda $\cos\phi$ quyidagicha aniqlanadi

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}},$$

u holda aktiv quvvat isroflari quvvat koefitsiyentining kvadratiga teskari proporsionaldir

$$\Delta P = \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi} R.$$

Tarmoqdagi elektr energiya isroflarini kamaytirish va iste'molchilardagi kuchlanishni oshirish uchun uzatilayotgan reaktiv quvvat qiymatini kamaytirish kerak. Bunga iste'molchilarning quvvat koefitsiyentini oshirish orqali erishish mumkin:

- Iste'molchilar tomonidan o'rnatilgan elektr uskunalari ishini takomillashtirish;

- Iste'molchilarning reaktiv quvvatini kompensatsiyalash

Bo'ylama kompensatsiyalashni qo'llash orqali iste'molchida kuchlanishni oshirish va shu bilan birga energiya uzatishda isroflarni kamaytirish mumkin.

Kompensatsiya moslamalarini o'rnatish tarmoqdagi kuchlanish yo'qotishlarini kamaytirishga imkon beradi.

$$\Delta U = \frac{PR + (Q - Q_k)X}{U},$$

Bu yerda $Q_k = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$ kompensatsiya qiluvchi qurilmaning reaktiv quvvati.

Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash quyadigacha amalga oshiriladi:

- ko'ndalang kompensatsiyalash - tarmoqqa parallel ravishda ulanadi;

- Bo'ylama kompensatsiyalash –tarmoqqa ketma ket ulanadi.

Kompensatsiya qurilmalari sifatida kondensator batareyalari, sinxron va asinxron elektr motorlari, tiristor qurilmalari. ishlatiladi:

Kondensatorlar yordamida bo'ylama kompensatsiya qilinganda, kompensatsiya qurilmasining quvvati aniqlanadi.

$$Q_c = 3 I^2 X_c$$

Bu yerda – kondensatorning reaktiv qarshiligi

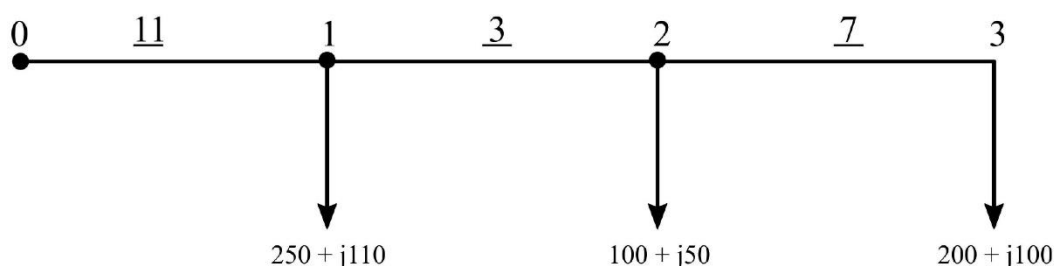
Yoki berilgan kuchlanishda kondensator batareyaning kirish U_1 chiqishi U_2

$$Q_c = \frac{P}{\cos \varphi} \left[\sin \varphi - \sqrt{\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 - \cos^2 \varphi} \right].$$

Amaliy mashg'ulotning topshirig'i

10 kV kuchlanishli tarmoqning bo'ylama kompensatsiyalash uchun kondensator batareyani o'rnatish joyini tanlash. Ta'minlovchi punktning kuchlanishi 10500 v ni tashkil etadi. Ruxsat etilgan isrof 8% ni tashkil etadi.

Barcha iste'molchilarning maksimal yuklanish vaqti $T=4000$ soat
20.1-rasmda liniya uzunligi yuklama quvvati berilgan.



19.1-rasm. Tarmoqning xisobiy sxemasi

Sinov savollari

- 1) Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash nima maqsadda amalga oshiriladi?
- 2) Kompensatsiyalovchi qurilmani quvvatini qanday hisoblash mumkin?
- 3) Qayday iste'molchilar asosan reaktiv quvvatni iste'mol qiladilar?
- 4) Kondensator batareyaning joylashuvi nimaga asoslangan?

20-AMALIY MASHG'ULOT

ELEKTR ENERGIYA SIFAT KO'RSATGICHLARINI HISOBLASH

Ishdan maqsad: Elektr energiyani taqsimlash va nazorat qilishda sifat ko'rsatkichlari haqida umumiy ma'lumot olish.

Masala: elektr qurilmalarni iqtisodiy ishlash holatini ta'minlash

Nazariy ma'lumot:

GOST ma'lumotlariga ko'ra elektr energiyasining 11 ta asosiy ko'rsatkichlari elektr energiyasiga ta'sir etiladi. Elektr energiyasining ushbu ko'rsatkichlarini aniqlash va elektr energiyasi sifatini yaxshilash bo'yicha chora-tadbirlarni rejalashtirish uchun barqaror holatdagi og'ishni hisoblash zarur.

Bajarilish ketma ketligi:

1.1-jadvaldagi berilgan ma'lumotlarga asoslanib qiymatlarni yozib oling

2. Normal ish holatida maksimal tokni aniqlash

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U \cdot n}$$

3. Iqtisodiy hisobiy qiymatlarga asoslanib o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasini aniqlaymiz

4. Aktiv va induktiv qarshiliklarni aniqlaymiz $X_0=0,432$ om/km, $r_0=0,249$ om/km

$$R = \frac{r_0 \cdot l}{n}$$

$$X = \frac{x_0 \cdot l}{n}$$

5. Elektr uzatish liniyasining aktiv va reaktiv quvvat isrofini aniqlash

$$\Delta P_L = 3I^2R, \text{ kVt}$$

$$\Delta Q_L = 3I^2X, \text{ kVar}$$

6. Transformatoridagi aktiv va reaktiv quvvat isrofini aniqlash

$$\Delta P_T = \frac{\Delta P_{k3} \cdot S_{\max}^2}{n \cdot S_{\text{HM}}^2} + n \cdot \Delta P_x,$$

$$\Delta Q_T = \frac{U_k \cdot S_{\max}^2}{100 \cdot n \cdot S_{\text{HM}}} + n \cdot \Delta Q_x$$

S_{NT} - transformatorning nominal to'la quvvati, MVA;

U_N - Nominal kuchlanish, kV

n - ishchi transformatorlar soni

R_T - Transformatorning aktiv qarshiligi, Om

P_{SI} - salt ishlash isrofi, kVt

P_{QT} - Qisqa tutashuv aktiv quvvat isrofi, kVt

X_T - Transformatorning induktiv qarshiligi, Om

U_{QT} - Qisqa tutashuv kuchlanishi, kV.

I_{SI} - Salt ishlash toki, %.

7. Kuchlanish isrofini hisoblang

8. Elektr uzatish liniyalarida ruxsat etilgan kuchlanish og'ishini aniqlang

9. Elektr energiyasining ushbu ko'rsatkichini qabul qilish to'g'risida xulosa qiling

10. Sinov savollariga javob bering

Aktiv quvvat koeffitsiyenti hamma variant uchun 0,88

Boshlang'ich ma'lumotlar: 18.1-jadvalda

Elektr uzatish liniyasining kuchlanishi, kV

liniya uzunligi, km

zanjirlar soni

to'la quvvat, kVA

maksimal yuklamaning ishlash vaqti T_{max} , soat

Transformatorning aktiv va induktiv qarshiliklari R_T , X_T , OM, elektr energiya isroflarini hisoblash ishlarini amalga oshiring

Boshlang'ich ma'lumotlar

Variant	Elektr uzatish liniyasi kuchlanishi, kV	Liniya uzunligi, km	Zanjirlar soni	maksimal yuklamaning ishlash vaqti T_{max} , soat	To'la quvvat, kVA	Transformatorning aktiv qarshiligi R_T , Om	Transformatorning induktiv qarshiligi X_T , Om
1, 16	110	39	Ikki zanjirli	4800	32000	10	110
2, 17	35	12	Bir zanjirli	3700	2500	7	80
3, 18	110	65	Ikki zanjirli	3600	38000	12	140
4, 19	10	8	Bir zanjirli	4100	260	6	25
5, 20	6	2,7	Bir zanjirli	4200	250	5	20
6, 21	110	48	Bir zanjirli	5700	17500	15	155
7, 22	35	16	Bir zanjirli	6500	3420	7,5	88
8, 23	35	17	Bir zanjirli	3800	4000	7	85
9, 24	110	39	Ikki zanjirli	4800	32000	12	145
10, 25	35	12	Bir zanjirli	3700	2500	6	75
11, 26	110	23	Ikki zanjirli	4600	20000	12	156
12, 27	35	15	Bir zanjirli	5200	3000	15	156
13, 28	10	8	Bir zanjirli	4700	400	14	1225
14, 29	110	55	Bir zanjirli	3200	25000	12	125
15, 30	10	5	Bir zanjirli	3500	150	6,5	48

Sinov savollari

1. Kuchlanish isrofi qanday faktorlarga bog'liq?
2. Elektr liniyalarida ruxsat etilgan kuchlanish isrofi?
3. Elektr tarmog'idagi kuchlanish isrofiga aktiv quvvat koeffitsienti tasiri qanday?

21-AMALIY MASHG‘ULOT

ELEKTR ENERGIYA ISTEMOLI: YUKLAMA GRAFIKLARINI HISOBLASH VA QURISH

Ishdan maqsad: Elektr energiya iste'moli sutkalik va yillik yuklama grafiklarini qurish.

Hisob ishi uchun topshiriq

(Topshiriq variantlari va dastlabki ma'lumotlar 21.4-jadvaldan hamda 21.4-rasmdan olinadi)

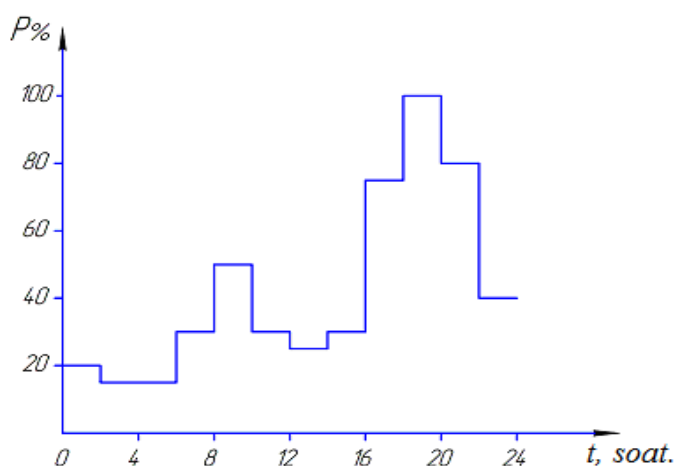
1. Iste'molchilarning berilgan namunaviy qishgi sutkalik yuklama grafiklariga va uning P_{\max} ga asosan haqiqiy qishgi sutkalik iste'molchilar yuklama grafiklarini hisoblash.

2. Iste'molchilarning yozgi sutkalik yuklama grafiklarini hisoblash. Hisoblashda iste'molchilarning iste'mol quvvatini qishkiga nisbatan 20% kam qilib qabil qilinadi.

3. Qishgi va yozgi kunlar uchun sutkalik yuklama grafiklarining parametrlarini hisoblash va yuklamalar davomiylik grafigini millimetrli qog'ozga (millimetrovkaga) qurish.

4. Yuklamalarning yillik davomiylik grafigini qurish va ularning parametrlarini hisoblash. Yillik yuklama grafigini hisoblashda qishgi mavsum uchun 178 sutka, yozgi mavsum uchun 187 sutka qilib qabil qilinadi.

Misol. Dastlabki ma'lumotlar: 21.1-rasm, $P_{\max} = 8 \text{ MVt}$.



21.1-rasm. Gaz plitasiga ega yashash binosining namunaviy qishki sutkalik yuklama grafigi

Yechish:

Iste'molchilarning haqiqiy qishgi sutkalik yuklama grafiklarini hisoblash va yuklamalarning qishgi davomiylik grafigini qurish.

Sutka intervalidagi istemolchilarning haqiqiy qishgi iste'mol quvvati quyidagi formula orqali topiladi:

$$P_{i.qish.} = \frac{P_i\%}{100} \cdot P_{\max}$$

$$P_1 = 8 \cdot 0,2 = 1,6 \text{ MVt};$$

$$P_7 = 8 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ MVt};$$

$$P_2 = 8 \cdot 0,15 = 1,2 \text{ MVt};$$

$$P_8 = 8 \cdot 0,75 = 6 \text{ MVt};$$

$$P_3 = 8 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ MVt};$$

$$P_9 = 8 \cdot 1 = 8 \text{ MVt};$$

$$P_4 = 8 \cdot 0,5 = 4 \text{ MVt};$$

$$P_{10} = 8 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ MVt};$$

$$P_5 = 8 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ MVt};$$

$$P_{11} = 8 \cdot 0,4 = 3,2 \text{ MVt};$$

$$P_6 = 8 \cdot 0,25 = 2 \text{ MVt};$$

Yuklamalarning qishki sutkalik davomiylik grafigi uchun quvvat miqdorini kamayish tartibida joylashtiramiz va grafik parametrlarini hisoblaymiz:

<i>Quvvat miqdori</i>	<i>Davomi yligi</i>
$P_1 = 8 \text{ MVt};$	$t_1 = 2 \text{ soat};$
$P_2 = 6,4 \text{ MVt};$	$t_2 = 2 \text{ soat};$
$P_3 = 6 \text{ MVt};$	$t_3 = 2 \text{ soat};$
$P_4 = 4 \text{ MVt};$	$t_4 = 2 \text{ soat};$
$P_5 = 3,2 \text{ MVt};$	$t_5 = 2 \text{ soat};$
$P_6 = 2,4 \text{ MVt};$	$t_6 = 6 \text{ soat};$
$P_7 = 2 \text{ MVt};$	$t_7 = 2 \text{ soat};$
$P_8 = 1,6 \text{ MVt};$	$t_8 = 2 \text{ soat};$
$P_9 = 1,2 \text{ MVt};$	$t_9 = 4 \text{ soat};$

Qishki sutkalik yuklama grafigining parametrlari.

Yuklama grafigining notekislik koeffitsienti:

$$K_{notek.} = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = \frac{1,2}{8} = 0,15$$

Elektr energiyaning qishgi sutkalik iste'moli:

$$W_{qish. sutka.} = \sum P_i \cdot t_i = 8 \cdot 2 + 6,4 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 4 \cdot 2 + 3,2 \cdot 2 + 2,4 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 1,6 \cdot 2 + 1,2 \cdot 4 = 81,6 \text{ MVt} \cdot \text{soat}.$$

Bir sutkadagi o‘rtacha quvvat istemoli:

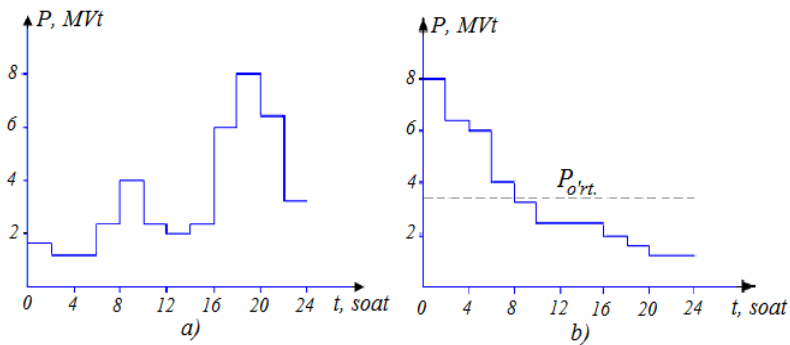
$$P_{o'rt. sutka.} = \frac{W_{qish. sutka.}}{24} = \frac{81,6}{24} = 3,4 \text{ MVt}$$

Yuklama grafigining to‘ldirish koeffitsienti:

$$K_{to'ld.} = \frac{P_{o'rt. sutka.}}{P_{max}} = \frac{3,4}{8} = 0,425$$

Maksimum yuklamaning bir sutkadagi soatlar soni.

$$T_{max} = \frac{W_{qish. sutka.}}{P_{max}} = \frac{81,6}{8} = 10,2 \text{ soat}.$$



21.2-rasm. Iste‘molchilarning haqiqiy qishgi sutkalik yuklama grafigi.

a) Gaz plitasiga ega yashash binosining qishgi sutkalik yuklama grafigi. b) Gaz plitasiga ega yashash binosi yuklamasining qishgi sutkalik davomiylilik grafigi uchun quvvat miqdorining kamayish tartibidagi grafik.

22-AMALIY MASHG‘ULOT. ELEKTR ENERGIYA ISTEMOLI: YOZGI GRAFIKLARINI HISOBLASH VA QURISH

Ishdan maqsad: Elektr energiya iste'molining yozgi sutkalik grafigini qurish

Iste'molchilarning haqiqiy yozgi sutkalik yuklama grafiglarini hisoblash va yozgi sutkalik yuklamalarning davomiylik grafigini qurish.

Sutka intervalidagi iste'molchilarning haqiqiy yozgi iste'mol quvvati quyidagi formula orqali topiladi:

$$P_{i \text{ yozgi}} = P_{i \text{ qish}} \cdot \frac{80}{100};$$

$$\begin{aligned} P_1 &= 0,8 \cdot 1,6 = 1,28 \text{ MVt}; & P_7 &= 0,8 \cdot 2,4 = 1,92 \text{ MVt}; \\ P_2 &= 0,8 \cdot 1,2 = 0,96 \text{ MVt}; & P_8 &= 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ MVt}; \\ P_3 &= 0,8 \cdot 2,4 = 1,92 \text{ MVt}; & P_9 &= 0,8 \cdot 8 = 6,4 \text{ MVt}; \\ P_4 &= 0,8 \cdot 4 = 3,2 \text{ MVt}; & P_{10} &= 0,8 \cdot 6,4 = 5,12 \text{ MVt}; \\ P_5 &= 0,8 \cdot 2,4 = 1,92 \text{ MVt}; & P_{11} &= 0,8 \cdot 3,2 = 2,56 \text{ MVt}; \\ P_6 &= 0,8 \cdot 2 = 1,6 \text{ MVt}; \end{aligned}$$

Yuklamalarning qishgi sutkalik davomiylik grafigi uchun quvvat miqdorini kamayish tartibida joylashtiramiz va grafik parametrlarini hisoblaymiz:

Quvvat miqdori	Davomiyl igi
$P_1 = 6,4 \text{ MVt};$	$t_1 = 2 \text{ soat};$
$P_2 = 5,12 \text{ MVt};$	$t_2 = 2 \text{ soat};$
$P_3 = 4,8 \text{ MVt};$	$t_3 = 2 \text{ soat};$
$P_4 = 3,2 \text{ MVt};$	$t_4 = 2 \text{ soat};$
$P_5 = 2,56 \text{ MVt};$	$t_5 = 2 \text{ soat};$
$P_6 = 1,92 \text{ MVt};$	$t_6 = 6 \text{ soat};$
$P_7 = 1,6 \text{ MVt};$	$t_7 = 2 \text{ soat};$
$P_8 = 1,28 \text{ MVt};$	$t_8 = 2 \text{ soat};$
$P_9 = 0,96 \text{ MVt}.$	$t_9 = 4 \text{ soat}.$

Yozgi sutkalik yuklama grafigining parametrlari.

Yuklama grafigining notekislik koeffitsiyenti:

$$K_{notek.} = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = \frac{0,96}{6,4} = 0,15$$

Elektr energiyaning yozgi sutkalik iste'moli:

$$W_{yozgi.sutka.} = \sum P_i \cdot t_i = 6,4 \cdot 2 + 5,12 \cdot 2 + 4,8 \cdot 2 + 3,2 \cdot 2 + 2,56 \cdot 2 + 1,92 \cdot 6 + 1,6 \cdot 2 + 1,28 \cdot 2 + 0,96 \cdot 4 = 65,28 \text{ MVt} \cdot \text{soat}.$$

Bir sutkadagi o'rtacha quvvat iste'moli:

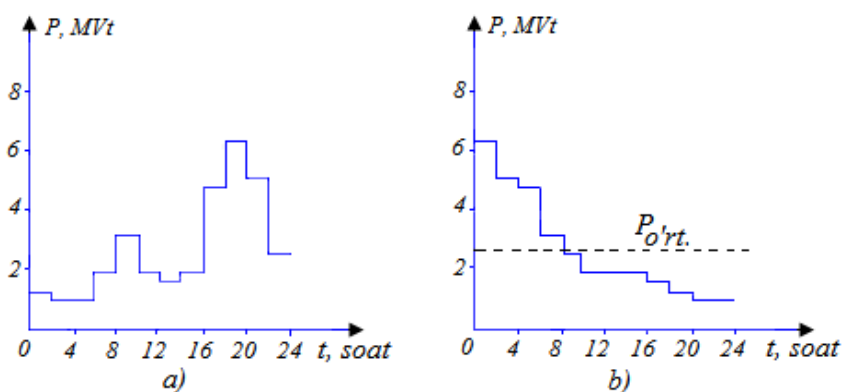
$$P_{o'rt.sutka.} = \frac{W_{yozgi.sutka.}}{24} = \frac{65,28}{24} = 2,72 \text{ MVt}$$

Yuklama grafigining to'ldirish koeffitsiyenti:

$$K_{to'ld.} = \frac{P_{o'rt.sutka.}}{P_{\max}} = \frac{2,72}{6,4} = 0,425$$

Maksimum yuklamaning bir sutkadagi soatlar soni:

$$T_{\max} = \frac{W_{yozgi.sutka.}}{P_{\max}} = \frac{65,28}{6,4} = 10,2 \text{ soat}.$$



22.3-rasm. Iste'molchilarning haqiqiy yozgi sutkalik yuklama grafigi.

- Gaz plitasiga ega yashash binosining yozgi sutkalik yuklama grafigi.
- Gaz plitasiga ega yashash binosi yuklamasining yozgi sutkalik davomiylilik grafigi uchun quvvat miqdorining kamayish tartibidagi grafik.

Yuklamalarning qishgi mavsumdagi davomiylilik grafigi.

Yuklamalarning davomiyligini quyidagi formula bo‘yicha topiladi:

$$t_{i.qish.}[soat] = 178 \cdot t_{i.qish.}[soat]$$

$$t_{i.qish.}[sutka] = t_{i.qish.}[soat] \cdot \frac{178}{24} = 7,4167 \cdot t_{i.qish.}[soat]$$

22.1-jadval.

Xisoblash natijalari

Quvvat miqdori	Davomiyligi	
	Soatlar	Sutka
$P_1 = 8 MVt;$	$t_1 = 178 \cdot 2 = 356 soat;$	$t_1 = 7,4167 \cdot 2 \approx 14,83 sutka;$
$P_2 = 6,4 MVt;$	$t_2 = 178 \cdot 2 = 356 soat;$	$t_2 = 7,4167 \cdot 2 \approx 14,83 sutka;$
$P_3 = 6 MVt;$	$t_3 = 178 \cdot 2 = 356 soat;$	$t_3 = 7,4167 \cdot 2 \approx 14,83 sutka;$
$P_4 = 4 MVt;$	$t_4 = 178 \cdot 2 = 356 soat;$	$t_4 = 7,4167 \cdot 2 \approx 14,83 sutka;$
$P_5 = 3,2 MVt;$	$t_5 = 178 \cdot 2 = 356 soat;$	$t_5 = 7,4167 \cdot 2 \approx 14,83 sutka;$
$P_6 = 2,4 MVt;$	$t_6 = 178 \cdot 6 = 1068 soat;$	$t_6 = 7,4167 \cdot 6 \approx 44,5 sutka;$
$P_7 = 2 MVt;$	$t_7 = 178 \cdot 2 = 356 soat;$	$t_7 = 7,4167 \cdot 2 \approx 14,83 sutka;$
$P_8 = 1,6 MVt;$	$t_8 = 178 \cdot 2 = 356 soat;$	$t_8 = 7,4167 \cdot 2 \approx 14,83 sutka;$
$P_9 = 1,2 MVt.$	$t_9 = 178 \cdot 4 = 712 soat.$	$t_9 = 7,4167 \cdot 4 \approx 29,67 sutka.$

Yuklamalarning yozgi mavsumdagi davomiylik grafigi.

Yuklamalarning davomiyligini quyidagi formula bo‘yicha topiladi:

$$t_{i.yozgi.}[soat] = 187 \cdot t_{i.yozgi.}[soat]$$

$$t_{i.yozgi.}[sutka] = t_{i.yozgi.}[soat] \cdot \frac{187}{24} = 7,79167 \cdot t_{i.yozgi.}[soat]$$

Xisoblash natijalari.

Quvvat miqdori	Davomiyligi	
	Soatlar	Sutka
$P_1 = 6,4 \text{ MVt};$	$t_1 = 187 \cdot 2 = 374 \text{ soat};$	$t_1 = 7,79167 \cdot 2 \approx 15,58 \text{ sutka};$
$P_2 = 5,12 \text{ MVt};$	$t_2 = 187 \cdot 2 = 374 \text{ soat};$	$t_2 = 7,79167 \cdot 2 \approx 15,58 \text{ sutka};$
$P_3 = 4,8 \text{ MVt};$	$t_3 = 187 \cdot 2 = 374 \text{ soat};$	$t_3 = 7,79167 \cdot 2 \approx 15,58 \text{ sutka};$
$P_4 = 3,2 \text{ MVt};$	$t_4 = 187 \cdot 2 = 374 \text{ soat};$	$t_4 = 7,79167 \cdot 2 \approx 15,58 \text{ sutka};$
$P_5 = 2,56 \text{ MVt};$	$t_5 = 187 \cdot 2 = 374 \text{ soat};$	$t_5 = 7,79167 \cdot 2 \approx 15,58 \text{ sutka};$
$P_6 = 1,92 \text{ MVt};$	$t_6 = 187 \cdot 6 = 1122 \text{ soat};$	$t_6 = 7,4167 \cdot 6 \approx 46,75 \text{ sutka};$
$P_7 = 1,6 \text{ MVt};$	$t_7 = 187 \cdot 2 = 374 \text{ soat};$	$t_7 = 7,79167 \cdot 2 \approx 15,58 \text{ sutka};$
$P_8 = 1,28 \text{ MVt};$	$t_8 = 187 \cdot 2 = 374 \text{ soat};$	$t_8 = 7,79167 \cdot 2 \approx 15,58 \text{ sutka};$
$P_9 = 0,96 \text{ MVt};$	$t_9 = 187 \cdot 4 = 748 \text{ soat};$	$t_9 = 7,4167 \cdot 4 \approx 31,17 \text{ sutka};$

Yuklamalarning yillik davomiylik grafigi.

Yuklamalarning davomiyligini quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$t_{i, \text{yil.}}[\text{soat}] = t_{i, \text{qish.}}[\text{soat}] + t_{i, \text{yozgi.}}[\text{soat}]$$

$$t_{i, \text{yil.}}[\text{sutka}] = \frac{t_{i, \text{yil.}}[\text{soat}]}{24}$$

Xisoblash natijalari

Quvvat miqdori	Davomiyligi	
	Soatlar	Sutka
$P_1 = 8 \text{ MVt};$	$t_1 = 356 \text{ soat};$	$t_1 = 0,0417 \cdot 356 = 14,33 \text{ sutka};$
$P_2 = 6,4 \text{ MVt};$	$t_2 = 356 + 374 = 730 \text{ soat};$	$t_2 = 0,0417 \cdot 730 = 30,44 \text{ sutka};$
$P_3 = 6 \text{ MVt};$	$t_3 = 356 \text{ soat};$	$t_3 = 0,0417 \cdot 356 = 14,33 \text{ sutka};$
$P_4 = 5,12 \text{ MVt};$	$t_4 = 374 \text{ soat};$	$t_4 = 0,0417 \cdot 374 = 15,6 \text{ sutka};$
$P_5 = 4,8 \text{ MVt};$	$t_5 = 374 \text{ soat};$	$t_5 = 0,0417 \cdot 374 = 15,6 \text{ sutka};$
$P_6 = 4 \text{ MVt};$	$t_6 = 356 \text{ soat};$	$t_6 = 0,0417 \cdot 356 = 14,33 \text{ sutka};$
$P_7 = 3,2 \text{ MVt};$	$t_7 = 356 + 374 = 730 \text{ soat};$	$t_7 = 0,0417 \cdot 730 = 30,44 \text{ sutka};$
$P_8 = 2,56 \text{ MVt};$	$t_8 = 374 \text{ soat};$	$t_8 = 0,0417 \cdot 374 = 15,6 \text{ sutka};$
$P_9 = 2,4 \text{ MVt};$	$t_9 = 1068 \text{ soat};$	$t_9 = 0,0417 \cdot 1068 = 44,54 \text{ sutka};$
$P_{10} = 2 \text{ MVt};$	$t_{10} = 356 \text{ soat};$	$t_{10} = 0,0417 \cdot 356 = 14,33 \text{ sutka};$
$P_{11} = 1,92 \text{ MVt};$	$t_{11} = 1122 \text{ soat};$	$t_{11} = 0,0417 \cdot 1152 = 48,04 \text{ sutka};$
$P_{12} = 1,6 \text{ MVt};$	$t_{12} = 356 + 374 = 730 \text{ soat};$	$t_{12} = 0,0417 \cdot 730 = 15,6 \text{ sutka};$
$P_{13} = 1,28 \text{ MVt};$	$t_{13} = 374 \text{ soat};$	$t_{13} = 0,0417 \cdot 374 = 15,6 \text{ sutka};$
$P_{14} = 1,2 \text{ MVt};$	$t_{14} = 712 \text{ soat};$	$t_{14} = 0,0417 \cdot 712 = 29,69 \text{ sutka};$
$P_{15} = 0,96 \text{ MVt};$	$t_{15} = 748 \text{ soat};$	$t_{15} = 0,0417 \cdot 748 = 31,19 \text{ sutka};$

Yillik yuklama grafigining parametrlari.

Yuklama grafigining notekislik koeffitsiyenti:

$$K_{notek.} = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = \frac{0,96}{8} = 0,12$$

Elektr energiyaning yozgi sutkalik iste'moli:

$$W_{yil.} = W_{qish.} + W_{yoz.} = 14524,8 + 12207,36 = 26732,16 \text{ MVt}$$

Bir yildagi o'rtacha quvvat istemoli:

$$P_{o'rt. yil.} = \frac{W_{yil.}}{8760} = \frac{26732,16}{8760} = 3,05 \text{ MVt}$$

Yuklama grafigining to'ldirish koeffitsiyenti:

$$K_{to'ld.} = \frac{P_{o'rt. yil.}}{P_{\max}} = \frac{3,05}{8} = 0,381$$

Maksimum yuklamaning bir sutkadagi soatlar soni:

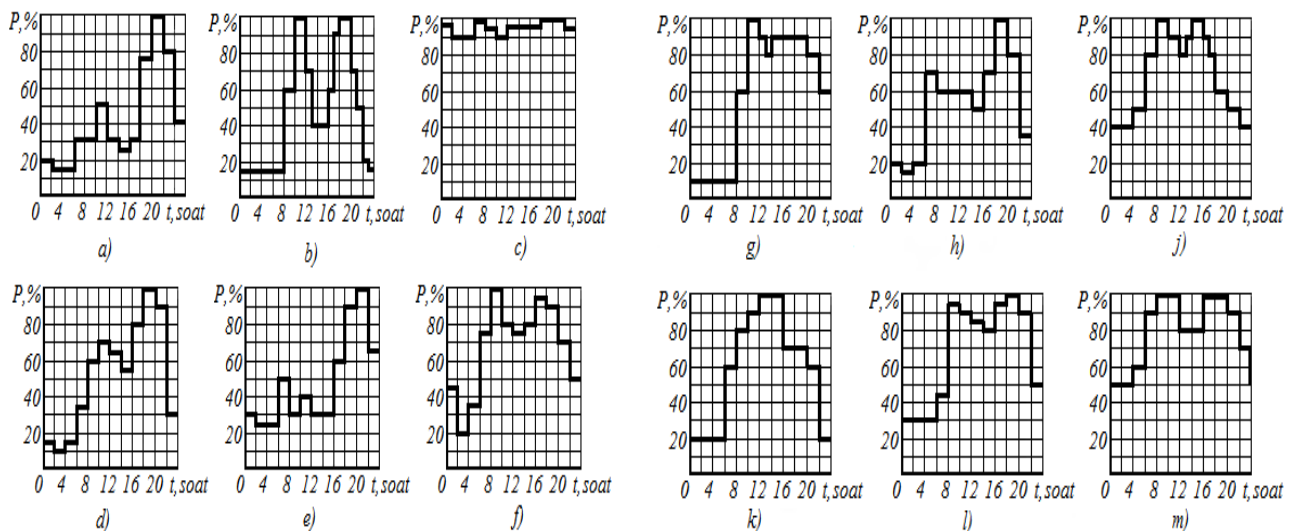
$$T_{\max. yil.} = \frac{W_{yil.}}{P_{\max}} = \frac{26732,16}{8} = 3341,52 \text{ soat.}$$

22.4-jadval

hisob-grafik ishi uchun variantlar

Variant №	Na'munaviy yuklama grafigi. 4.4-rasmdan olinadi.	Iste'molchilarning maksimal quvvati P_{\max} , MVt.	Izoh
1	a	2	
2	d	3	
3	g	5	
4	k	4	
5	b	3,5	
6	e	8	
7	h	20	
8	l	10	

9	s	25	
10	f	2	
11	j	8	
12	m	30	
13	a	3	
14	d	4	
15	g	6	
16	k	3	
17	b	4	
18	e	7	
19	h	25	
20	l	15	
21	s	30	
22	f	3	
23	j	6	
24	m	20	
25	a	2,5	
26	d	4	
27	g	7	
28	k	6	
29	b	5,5	
30	e	10	



22.4-rasm. Shahardagi o‘ziga xos elektr energiya iste’molchilarining qishki na’munaviy sutkalik $P, \%$ aktiv yuklamalar grafigi:

a-gaz plitali yashash binosi; b-ikki smenada ishlovchi, elektrlashtirilgan umumiy ovqatlanish xonasiga ega maktab; c-tuman

qozonxonasi; *d*-elektr plitali yashash binosi; *e*-gaz plitali aholi yashaydigan tumandagi transformator podstansiyasi ($TP-10(6)/0,38kV$); *f*-tramvay va tralleybuslarning qayta o'zgartiruvchili pasaytiruvchi podstansiyasi; *g*-supermarket; *h*-elektr plitali aholi yashaydigan tumandagi transformator podstansiyasi ($TP-10(6)/0,38kV$); *j*-ikki smenali ishlab chiqarish korxonasi; *k*-jamoat oshxonasi; *l*- $10(6)kV$ kuchlanishli taqsimlash punkti; *m*-kompleks yuklamali shahar tumanlarini ta'minlovchi $110/10(6)kV$ kuchlanishli podstansiya;

Sinov savollari

1. Yuklama grafiklarini hisoblashdan maqsad nima?
2. Yuklama grafiklari yilning qaysi mavsumlari uchun hisoblanadi va ular uchun ajratilgan sutkalar soni nechtdan?
3. Yozgi yuklama grafiklarini hisoblashda yozgi iste'mol quvvati qishgi iste'mol quvvatining necha foizini nashkil qiladi?
4. Yuklama grafiklarini hisoblashda notekislik va to'ldirish koeffitsiyentlarining ahamiyatini tushuntiring!

23-AMALIY MASHG'ULOT

ELEKTR TARMOQLARIDA REAKTIV QUVVAT. REAKTIV QUVVAT HAQIDA ASOSIY TUSHUNCHA VA TASAVVURGA EGA BO'LISH

Ishdan maqsad: Elektr tarmoqlarida reaktiv quvvat haqida umumiy tushunchalar hosil qilish.

Elektr tarmoqlarida quvvat degan tushuncha kiritilgan. Bir fazali liniya elektr tarmoqlarida aktiv, reaktiv, to'la quvvatlarga farqlanadi. Yuklamada elektromagnit energiyasini iste'mol qilish bilan aktiv quvvat tavsiflanadi. Yani uning boshqa energiyalarga aylanishi (issiqlik, mexanik, kimyoviy va boshqalar).

Liniyadagi sinusoidal zanjirlarda aktiv quvvat toki o'rtacha davr T ko'rsatkichi ko'paytmasi oniy toki $i = i(t)$ va kuchlanishi $u = u(t)$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T i u dt$$

i – ko'paytmasi oniy quvvat deb ataladi $p = p(t)$ ya'ni

$$P=iu$$

Agar kuchlanish va tok quyidagi ifodalarda aniqlanganida

$$u= U_m \sin \omega t$$

$$i= I_m \sin(\omega t - \varphi)$$

Shunday qilib oniy quvvat $T_p = u_i$ aktiv quvvat sinusoidal rejimlarda tok va kuchlanishning amaldagi ko'paytmasi va ular orasidagi faza kosinus burchak siljishi bilan aniqlanadi. Oniy quvvat o'rtacha qiymatda ikkilangan chastota bilan tebranish sodir qiladi.

$$P=IU \cos \varphi$$

bu quyidagiga teng

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T i u dt - IU \cos \varphi$$

Istemol qilinayotgan energiya toki va kuchlanishning amaldagi ko'rsatgichlari ko'paytmasi to'la quvvat deb ataladi:

$$S=UI$$

Aktiv quvvat, to'la quvvat va oniy quvvat tushunchasidan tashqari reaktiv quvvat tushunchasi ham mavjud. Sinusoidal liniyalik tok zanjirlarida, u quyidagicha bo'ladi:

$$Q=IU \sin \varphi$$

Sinusoidal jarayonlarda, reaktiv quvvat elektromagnit energiyasi o'zgarish tezligi bilan aniqlanadi, ya'ni u zanjirda oqib o'tayotgan almashish jarayonini tavsiflaydi. Sinusoidal tok liniya zanjirida reaktiv quvvat faqat hech bo'lmaganda bitta elektromagnit energiyasini jamlovchi bo'ladigan sig'imlar yoki induktivlik bo'lganida, demak: agar tarmoq zanjirida chulg'amli iste'molchilar mavjudligida reaktiv quvvat iste'moli ham paydo bo'ladi. Kompensatsiyalovchi qurilmalarni tanlash texnik-tejamkorlik hisob kitoblari maqsadga muvofiq bajarilishi asosida olib boriladi. Kompensatsiyalovchi qurilma quvvati Q_q ; yuklama reaktiv quvvat Q_{yu} ayirmasi, samarali reaktiv quvvat Q_e bilan aniqlanadi:

$$Q_q = Q_{yu} - Q_e = P (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi_e)$$

1.1-misol. Yuklama istemol qilayotgan aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni va yana uning oniy quvvat qiymatlarini aniqlang, agar o'rnatilgan kuchlanish va tok quyidagicha berilgan bo'lsa

$$U = 120 \sin \omega t, \text{ V tok esa } i = u = U_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{3}), \text{ A}$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T i u dt = IU \cos \varphi = \frac{U_m I_m}{2} \cos \varphi = \frac{120 \cdot 8}{2} \cos \frac{\pi}{3} = \frac{960}{2} \cos \frac{\pi}{3} = 240 \text{ [vt]}$$

(1.6) ga muvofiq reaktiv quvvat aniqlanadi.

$$Q = IU \sin \varphi = \frac{U_m I_m}{2} \sin \varphi = \frac{120 \cdot 8}{2} \sin \frac{\pi}{3} = \frac{960}{2} \cdot 0.866 = 416 \text{ [Var]}$$

Yuklamalarning to'la quvvatini aniqlaymiz.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = UI = \frac{U_m I_m}{2} = \frac{120 \cdot 8}{2} = 480 \text{ [VA]}$$

(1.2) ifodaga muvofiq: Yuklamalarning oniy quvvati aniqlanadi.

$$P = i u = 8 \sin(\omega t - \frac{\pi}{3}) 120 \sin \omega t = \frac{120 \cdot 8}{2} \cdot \left(\cos \frac{\pi}{3} - \cos \left(2\omega t - \frac{\pi}{3} \right) \right) = 240 - 480 \cos \left(2\omega t - \frac{\pi}{3} \right), \text{ VA}$$

Natijasidan ko'rinib turibdiki, oniy quvvatning o'zgarmas tashkil qiluvchilari, P uning aktiv quvvati hisoblanadi.

1.2-misol. Yuklamadagi kuchlanish, ketma-ket ulangan $R=5 \text{ Om}$ aktiv qarshilikdan va $L=0,01 \text{ G}$ induktivlikdan iborat, kuchlanish $U=150e^{j20} \text{ V}$ ko'rinishida keltirilgan. Yuklamaning aktiv, reaktiv, to'la va oniy quvvatini aniqlang.

Yechish. Aktiv va reaktiv quvvatlarni hisoblash uchun yuklamaning tokini topamiz, keyinchalik esa (1.18)dan to'la quvvat kompleksi aniqlanadi: (aktiv va reaktiv quvvatini aniqlash tok va kuchlanishni kompleks shaklida yozilgan formuladan quyidagidan foydalanib aniqlaymiz).

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R + j\omega L} = \frac{150 e^{j20}}{5 + j3,14 \cdot 0,01} = 25,4 e^{-j12,1^\circ} \text{ A},$$

$$S = UI = UI e^{j\varphi} = IU \cos \varphi + jUI, \varphi = P + jQ,$$

$$S = UI = 150 e^{j20} \cdot 25,4 e^{-j12,1} = 3810 e^{j7,9} = 3,81 \text{ kVA},$$

Sinov savollari

1. Kuchlanish amplituda qiymati qanday aniqlanadi?
2. Tok amplituda qiymati qanday aniqlanadi?
3. Induktiv qarshilik deganda nimani tushunasiz?
4. Aktiv qarshilik deganda nimani tushunasiz?

ADABIYOTLAR

1. Gayibov T.Sh., Shamsutdinov H.F., Pulatov B.M., Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash. – T.: Fan va texnologiya, 2015, 216 bet.

2. Allayev Q.R., Siddiqov I.H., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F.. Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi. – T.: Cholpon nomidagi NMIU, 2014. 304 bet.

3. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2009, 464 с.

4. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. – Ташкент: Молия, 2007, 388 с.

5. Производство, передача и распределение электроэнергии. Конспект лекций. Сытдыков Р.А., Радионова О.В. – Ташкент: ТашГТУ, 2013. – 162 с.

6. Электротехнический справочник: Т. 3, Кн. 1. Производство и распределение электрической энергии. Под общ. ред. профессоров МЭИ. – М.: Энергоатомиздат, 2004, 880 с.

7. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: Учеб. пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. - Ростов-н./Д.: Феникс; Красноярск:

8. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы... М.: Энергоатомиздат, 1989, 608 с.

9. Костин В.Н., Распилов Е.В., Родченко Е.А. Передача и распределение электроэнергии: Учеб. пособие СПб.: СЗТУ, 2003, 147 с.

10. Производство, передача и распределение электроэнергии. Методическое пособие для лабораторных работ. Сытдыков Р.А., Гайибов Т.Ш., Радионова О.В. – Ташкент: ТашГТУ, 2007, 52 с.

11. ZiyoNet.uz

12. enrgobooks.ru

13. cpk-energo.ru

14. bibliofond.ru

MUNDARIJA

1- amaliy mashg'ulot.	O'zbekistonning energetik imkoniyatlari dunyoda va Respublikada elektr energetika o'zlashtirish istiqbollari	3
2- amaliy mashg'ulot.	Issiqlik elektr stansiyalarda elektr energiyani ishlab chiqarish fizik asoslari.....	8
3- amaliy mashg'ulot.	Gidro elektr stansiyalarda elektr energiyani ishlab chiqarish fizik asoslari.....	14
4- amaliy mashg'ulot.	Turli xil tipdagi elektr stansiyalarning texnologik va strukturaviy sxemalarini tuzish	18
5- amaliy mashg'ulot.	Turli xil tipdagi elektr stansiyalarning texnologik va strukturaviy sxemalarini tuzish holatini hisoblash	18
6- amaliy mashg'ulot.	Turli xil tipdagi elektr podstansiyalarning strukturaviy sxemalarini tuzish	25
7- amaliy mashg'ulot.	Turli xil tipdagi elektr podstansiyalarning strukturaviy sxemalarini tuzish va toklar taqsimotini hisoblash	26
8- amaliy mashg'ulot.	Havo liniyalarning sim va troslar mexanik hisobi bo'yicha asosiy ma'lumotlar	34
9- amaliy mashg'ulot.	Elektr uzatish liniyalarning almashtirish sxemalari va ularning parametrlarini aniqlash	39
10- amaliy mashg'ulot.	Ikki chulg'amli transformatorlarning almashtirish sxemalari va ularning parametrlarini aniqlash	35
11- amaliy mashg'ulot.	Uch chulg'amli transformatorlarning almashtirish sxemalari va ularning parametrlarini aniqlash	37
12- amaliy mashg'ulot.	Almashtirish sxemalarni ekvivalentlashtirish.....	51
13- amaliy mashg'ulot.	Elektr tarmoqlarning nominal kuchlanishini tanlash.....	57
14- amaliy mashg'ulot.	Iqtisodiy mezon bo'yicha xavo elektr uzatish liniyalari simlari kesimini tanlash	62
15- amaliy mashg'ulot.	Elektr tarmoqlarida quvvat va energiya isroflarini hisoblash.	68
16- amaliy mashg'ulot.	Elektr tarmoqlarda kuchlanish isroflarini xisoblash.....	78
17- amaliy mashg'ulot.	Elektr tarmoqlarida kuchlanishni rostlash haqida tushuncha.	82
18- amaliy mashg'ulot.	Yuklama ostida rostlash (YuOR) qurilmasini xisoblash	84
19- amaliy mashg'ulot.	Kompensatsiyalovchi qurilmalarning turini va quvvatini	87

	tanlash	
20- amaliy mashg'ulot.	Elektr energiya sifat ko'rsatgichlarini xisoblash	90
21- amaliy mashg'ulot.	Elektr energiya istemoli: yuklama grafiklarini hisoblash va qurish	93
22- amaliy mashg'ulot.	Elektr energiya istemoli: yozgi grafiklarini hisoblash va qurish.....	82
23- amaliy mashg'ulot.	Elektr tarmoqlarida reaktiv quvvat. reaktiv quvvat haqida asosiy tushuncha va tasavvurgaega bo'lish.....	87
Adabiyotlar		106

Muharrir: Miryusupova Z.M.