

A.N. Rasulov, A.D. Taslimov,
I.U. Raxmonov, M.V. Meliqo'ziyev

SANOAT KORXONALARINING ELEKTR TA'MINOTI



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

**A.N.Rasulov, A.D.Taslimov,
I.U.Raxmonov, M.V.Meliqo‘ziyev**

SANOAT KORXONALARINING ELEKTR TA‘MINOTI

*Oliy ta‘lim muassasalari 5310200 – Elektroenergetika (elektr
ta‘minoti) yo‘nalishi bakalavrlari uchun darslik sifatida tavsiya
etilgan*

**“Sano-standart” nashriyoti
Toshkent – 2019**

UO‘K: 620.92(075.8)

KBK: 31.29-5ya73

R 25

**R 25 A.N.Rasulov, A.D.Taslimov,
I.U.Raxmonov, M.V.Meliqo‘zlyev.**

Sanoat korxonalarining elektr ta‘minoti / darslik: –
Toshkent. «Sano-standart» nashriyoti, – 2019, 192 bet

Taqrizchilar:

Sattorov X.A. – TATU «Energiya ta‘minlash tizimlari» kafedrası dotsenti, texnika fanlari nomzodi.

Abidov Q.G‘. – ToshDTU «Elektr texnikasi» kafedrası mudiri, texnika fanlari nomzodi, dotsent.

«Sanoat korxonalarining elektr ta‘minoti» darsligi o‘quv dasturi asosida tayyorlangan. Mazkur darslik xorijiy adabiyotlarda keltirilgan ma‘lumotlar asosida va xorijning nufuzli oliy ta‘lim muassasalarida mazkur fanni o‘qitish borasida amalga oshirilayotgan ishlar asosida takomillashtirilib qayta nashrga tayyorlandi. Darslikda sanoat korxonalarida elektr ta‘minotini tashkil etish va loyihalash to‘g‘risida batafsil to‘xtalib o‘tilgan. Sanoat korxonalarida energiya nazorati va hisobini amalga oshirish va avtomatlashtirilgan tizimlarni qurish orqali energiyadan ratsional foydalanish usullari keltirib o‘tilgan. Bu tizimlarning O‘zbekiston sharoitida qo‘llanilish istiqbollari va bu boradagi chet el mamlakatlarining tajribasi misol tariqasida keltirib o‘tilgan.

Mazkur darslik oliy o‘quv yurtlarining talabalari uchun mo‘ljallangan.

UO‘K: 620.92(075.8)

KBK: 31.29-5ya73

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligining
2019 yil 20-iyuldagi 654-sonli buyrug‘iga asosan o‘quv qo‘llanma
sifatida nashr etishga ruxsat etildi.*

ISBN: 978-9943-6116-7-2

**A.N.Rasulov, A.D.Taslimov,
I.U.Raxmonov, M.V.Meliqo‘ziyev.**

© “Sano-standart”, 2019

KIRISH

«Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti» fanini o'qitilishidan maqsad – iste'molchilarni kerakli miqdorda va sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlab beruvchi elektr ta'minoti tizimini o'rganishdir.

«Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti» fanini o'rganishning asosiy vazifalari: Elektr ta'minoti tizimini ratsional qurish yo'llarini, shu tizimda ishlatadigan uskunalarni to'g'ri tanlash masalalarini, elektr ta'minot sistemasini optimal ishlashini oshirish metodlarini talabalar o'zlashtirishidir.

«Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti» fani bo'yicha o'zlashtirilgan ma'lumotlarga, hamda o'quv rejasida rivojlantirilgan elektr texnika nazariy asoslari (zanjirlar nazariyasi, transformatorlar, nosinusoidal katgaliklar qismlari); elektr o'lchov; elektr mashinalari; elektr ta'minoti sistemasida elektr stansiyalar va podstansiyalar; injenerlik va iqtisodiy hisoblarda EHM ishlatilishi; elektr ta'minoti sistemasida elektr tarmoqlari; energetikani matematik masalalari va h.k. fanlarni bilishga asoslanadi.

Darslikda energetikaning jamiyat hayotidagi roli ko'rib chiqildi. energiyani hosil qilish, uni korxonalarning mavjud iste'molchilari o'rtasida taqsimlanishi va iste'molchilarning turlari o'rganildi. Bundan tashqari, O'zbekiston energetikaning rivojlanish istiqbollari ko'rib chiqildi, energetika va sanoat korxonasi elektr ta'minotining loyihalash masalalari batafsil ishlab chiqildi. Sanoati rivojlangan davlatlarning elektr ta'minoti tajribalari keltirib o'tildi.

1-BOB. O'ZBEKISTONDA ENERGETIKANING RIVOJLANISH TARIXI, BUGUNGI HOLATI VA ISTIQBOLLARI

1.1. O'zbekistonda energetikaning rivojlanishi tarixi.

Turkiston energetika xo'jaligining quvvati 1914-yilga kelib 20 ming o.k. dan ozgina oshgan bo'lib, 51 elektr stansiyalardagi elektr motorlarning umumiy soni 500 tadan oshmas edi.

1917-yilgacha hozirgi O'zbekiston hududidagi elektr stansiyalarining quvvati 3000 kVt ni tashkil qilib, bir yilda 3,3 mln kVt-soat elektr energiyasi ishlab chiqarilgan edi.

Turkiston o'lkasini elektrlashtirish rejasining tuzilishi katta ahamiyatga ega bo'ldi. 1923-yil Toshkent chekkasidagi Bo'zsuv kanalida suv elektr stansiyasi (GES) qurilishi boshlandi. 1926-yil O'zbekiston energetikasini birinchisi, o'sha vaqtda O'rta Osiyoda eng katta bo'lgan 2 ming kVt quvvatli Bo'zsuv GESi ishga tushdi.

Respublikada quvvat o'sishining asosini O'zbekiston energetika sistemasi tuzilgan paytda (1934-yil) Chirchiq-Bo'zsuv yo'nalishida 180 ming.kVt quvvatli ketma-ket qurilgan suv elektr stansiyalari tashkil etdi.

1939-yilda Qizilqiya ko'mir havzasi negizida Quvasoy issiqlik elektr stansiyasi (IES)ning 12 MVt quvvatli kondensatsiyali turbina agregati va Toshkent to'qimachilik kombinati issiqlik elektr stansiyasining 6 MVt quvvatli ikki turbinasi ishga tushirildi

1939–1940-yillarda 110 kVt kuchlanishli havo liniyalari Quvasoy IESni Andijon shahari bilan, Tovoqsoy GESini Chirchiq shahari bilan bog'ladi.

1943-yil Sirdaryo daryosida qurila boshlagan 125 ming kVt quvvatli Farhod GESi kimyo sanoatini rivojlantirish va sug'oriladigan yerlarni suv bilan ta'minlash imkonini berdi. O'zbekiston va qo'shni respublikalari yerlarini o'zlashtirishga imkon beruvchi suv to'g'onlari quriladi.

Angren ko'mir havzasini o'zlashtirilishi, ikki issiqlik elektr stansiyasini 600 ming kVt quvvatli Angren IESini va Olmaliq issiqlik elektr quvvati markazini (IEM) qurishga asos bo'ldi.

1972-yil Sirdaryo IESida O'rta Osiyoda birinchi katta kritik parametrlari: bug' bosimi 240 atm., harorati 545°C da ishlovchi 300 MVt quvvatli energetika bloki ishga tushdi. Hozirgi paytda Sirdaryo IESida 10 ta shunday quvvatli bloklar ishlamoqda.

O'rnatilgan uskunalar quvvatlarini yig'indisi 12 mln.kVt dan ortiq bo'lgan, 38 issiqlik va gidroelektr stansiyalarini o'z ichiga olgan O'zbekiston energetika sistemasi asosini yirik elektr stansiyalar, shu jumladan, Sirdaryo IES (3 mln.kVt), Toshkent (1,86 mln.kVt), Yangi-Angren (1.8 mln.kVt) va Navoiy IES (1,25 mln.kVt) tashkil etadi.

Ko'rsatilgan elektr stansiyalarda yagona quvvati 150 dan 800 ming kVt bo'lgan 30 dan ortiq zamonaviy energetika bloklari o'rnatilgan. Loyiha quvvati 3,2 mln.kVt va yagona energetika blokining quvvati 800 ming kVt li O'rta Osiyoda eng katta bo'lgan Tolimatjon issiqlik IES ni qurilishi davom etmoqda.

Suv energetikasi O'zbekiston Respublikasini energetika vazirligi sistemasidagi bir necha suv elektr stansiya kaskadlar bilan belgilangan. Bulardan O'rta-Chirchiq GES lar kaskadi suv havzasiga ega va shu sababli 600 ming kVt quvvatli Chorvoq GESi va 165 ming kVt quvvatli Xodjikent GESi quvvatni rostdash tartibida ishlaydi.

O'zbekiston energetika sistemasi O'rta Osiyo Birlashgan energetika sistemasini tarkibiy qismi bo'lib, bunga undan tashqari Turkmaniston, Tojikiston, Qirg'iziston va Janubiy Qozog'iston energetika sistemalari kiradi. Hozirga vaqtda O'rta Osiyo birlashgan energetika sistemasi (BES) amalda mustaqil mamlakatlar hamkorligidan ajralgan holda ishlamoqda.

1.2. Bugungi kunda energetika holatining tahlili va kelajak energetikasi.

Yevropa va Osiyoda elektr energiyasini ishlab chiqish, uzatish va taqsimlash 50 Gs chastotali uch fazali o'zgaruvchan tok bilan bajariladi. Buni o'zgaruvchan tokni oson boshqa turdagi energiyaga aylantirilishi va juda ishonchi bo'lgan asinxron elektr mashinalarini ishlatish mumkinligi bilan tushuntirish mumkin.

Elektr qurilmalarining tayyorlash sonini kamaytirish maqsadida Davlat standarti tomonidan generatorlar, transformatorlar, tarmoqlar va iste'molchilar uchun quyidagi nominal kuchlanishlarning muayyan qiymatlari 1.1-jadvalda belgilangan.

Elektr stansiyasidagi generatorlar va elektr stansiyalar parallel ishlaydilar. Bu esa elektr ta'minoti tizimining ishonchligini oshiradi,

zahiradagi elektr uskunalarining sonini kamaytiradi, elektr energiyasining narxini arzonlashtiradi va qurilmalarini tekis yuklanishini ta'minlaydi.

Elektr va issiqlik energiyalarini ishlab chiqaruvchi, taqsimlovchi va iste'mol qiluvchi qurilmalarning o'zaro elektr va issiqlik tarmoqlari bilan bog'lanishini energetik tizim deyiladi. Bunday tizimning issiqlik ishlab chiqaruvchi va issiqlik tarmoqlari kirmaydigan qismi elektr energetika tizimni tashkil etadi.

Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti tizimi korxonalar iste'molchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun bunyod etiladi. Iste'molchilarga quyidagilar kiradi: har xil mexanizmlarning elektr yuritgichlari, elektr pechlari va elektrotermik uskunalar, elektroliz qurilmalari, elektr payvandlashlar uchun kerakli apparat va mashinalar, yoritish qurilmalari, elektr filtrlar va boshqalar.

Sanoat korxonalarining asosiy manbayi bo'lib, tuman elektr energetika tizimi hisoblanadi. Misol tariqasida, rasmda elektr energetika tizimi qismining soddalashtirilgan sxemasi ko'rsatilgan bo'lib, undan ikki sanoat korxonasi energiya bilan ta'minlanadi. Tizimning IES, GES va IEM stansiyalari o'zaro 220 va 110 kV liniyalar bilan bog'lanib, barcha iste'molchilarni elektr bilan ta'minlaydilar. Elektr stansiyalarida o'rnatilgan generatorlarda energiya 6–21 kV kuchlanish bilan ishlab chiqiladi.

Iste'molchilar va energiya manbalari oralaridagi masofalar juda uzoq bo'lganligi uchun elektr stansiyalarida o'rnatilgan transformatorlarda kuchlanish 110 kV va undan yuqori miqdorga oshirilib korxonalarga yuboriladi. Bu esa uzatish va taqsimlash liniyalarida energiya isrofini kamaytiradi. Korxonalarning elektr energiyani qabul qilish podstansiyalarida kuchlanish miqdori pasaytirilib istemolchilarga uzatiladi.

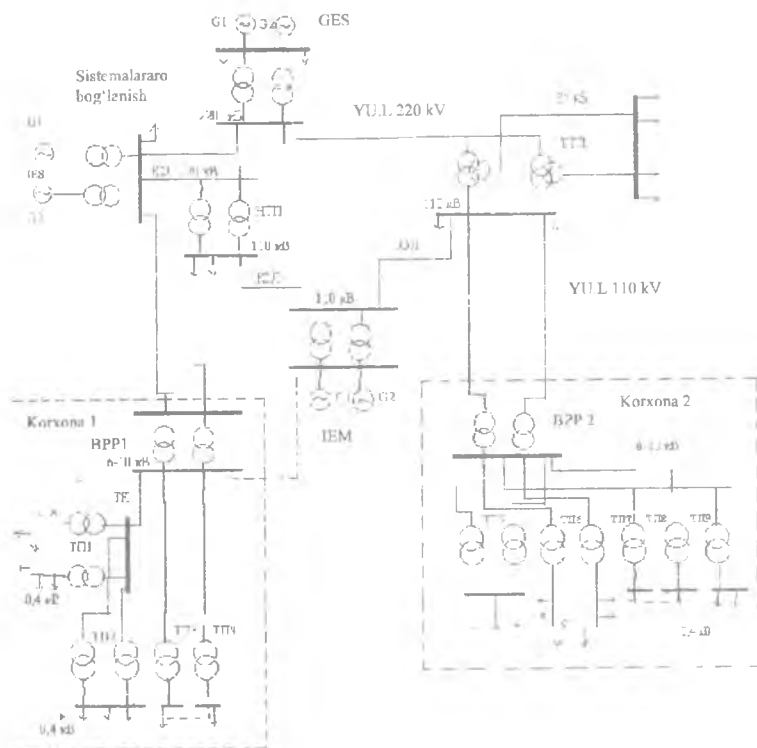
Nazorat savollari

1. Elektr stansiya turlari haqida ma'lumot?
2. O'zbekistonda nechta elektr stansiyalari bor va ularni o'rnatilgan quvvatlari qancha?
3. Tarmoqlarning nominal kuchlanish shkalasini aytib bering?
4. Sanoat korxonasini elektr ta'minot sxemasi deganda nima tushuniladi?

1.1-jadval

Tarmoqlarning nominal kuchlanishlari, kV	Generator larning nominal kuchlanishlari, kV	Transformatorlarning nominal kuchlanishlari, kV		Izolyatsiyalar ning uzoq muddat ishlashi mumkin bo'lgan kuchlanishi
		Birlamchi chulg'am uchun	Ikkilamchi chulg'am uchun	
0,22		0,22	0,23	
0,38		0,38	0,4	
0,66		0,66	0,69	
(3)	(3,15)	(3)	(3,15)	(3,6)
(6)	(6,3)	(6)	(6,3)	(7,2)
10	10,5	10	10,5	12,0
20	21	20	21	24,0
35		35	38,5	40,5
110		110	121	126
(150)		(150)	(165)	(172)
220		220	242	252
330		330	347	368
500		500	525	525
750		750	787	787

Ilova: qavsda ko'rsatilgan kuchlanishlar yangi loyihalashtirilayotgan tarmoqlarga tavsiya etilmaydi.



1.1-rasm. Elektr energetika tizimi qismining soddalashtirilgan sxemasi.

- | | |
|------|---------------------------------------|
| TP | – transformator podstansiyasi; |
| BPP | – bosh pasaytiruvchi podstansiya; |
| TQ | – tarqatuvchi qurilma; |
| TTP | – tugun taqsimlash podstansiyasi; |
| NTP | – nohiya transformator podstansiyasi; |
| YUKL | – yuqori kuchlanish liniyasi; |
| IES | – Issiqlik elektr stansiyasi; |
| GES | – Gidroelektr stansiya; |
| IEM | – Issiqlik elektr markazi. |

2-BOB. SANOAT KORXONALARNING ELEKTR ENERGIYA ISTE'MOLCHILARINI TASNIFLASH

2.1. Iste'molchilarning elektr ta'minoti ishonchliligi va ish rejimlari bo'yicha tasniflanishi.

Elektr qurilmalari deganda elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi, transformatsiyalovchi, uzatuvchi, tarqatuvchi, boshqa turdagi energiyaga aylantiruvchi, tok turini, chastotasini va fazalar sonini o'zgartiruvchi mashinalar apparatlar, liniyalar va qo'shimcha jihozlar tushuniladi.

Elektr qurilmalari tokning turi (o'zgaruvchan va o'zgarmas), kuchlanishi (1 kV gacha va 1 kV dan yuqori) va ishlatilishi bo'yicha har xil guruhlariga bo'linadi.

Ishlatilishi bo'yicha elektr qurilmalari quyidagilarga bo'linadi: elektr energiyasini ishlab chiqaruvchilar – elektr generatorlari; o'zgartiruvchi va taqsimlovchilar – transformator podstantsiyalari; o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokga yoki boshqa chastotali tokga aylantiruvchi uskunalar; elektr tarmoqlari; iste'molchilar – elektr qabul qiluvchilar. Elektr iste'molchilari deganda, elektr energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantiruvchi agregatlar, mexanizmlar, qurilmalar tushuniladi.

Elektr qurilmalarining neytral nuqtalari holatiga qarab quyidagilarga bo'linadi:

1) Kuchlanishi 1 kV gacha bo'lib neytrali to'g'ridan-to'g'ri zaminlangan qurilmalar;

2) Kuchlanishi 1 kV gacha bo'lib neytrali izolyatsiyalangan qurilmalar;

3) Kuchlanishi 1 kV dan yuqori, biror liniya erga ulanganda zaminga o'tadigan toki kichik ($I_z \leq 500A$) bo'lgan, neytrali izolyatsiyalashgan qurilmalar;

4) Kuchlanishi 1 kV dan yuqori, bir fazali yerga ulanish sodir bo'lganda zaminga o'tadigan toki katta ($I_z > 500A$) bo'lgan, neytrali to'g'ridan-to'g'ri zaminlangan elektr qurilmalar;

5) Kuchlanishi kichik (42 Voltgacha) elektr qurilmalari.

Elektr ta'minotining ishonchliliga qo'yiladigan talablarga qarab elektr iste'molchilar quyidagi uchta toifalarga bo'linadi:

I toifa elektr iste'molchilari bunday elektr iste'molchilarda elektr ta'minotidagi uzilish kishilarning hayotini xavf ostiga qo'yadi, xalq xo'jaligi uchun katta zarar keltiradi, qimmatli qurilmalarni buzilishi va ko'plab hom-ashyoni chiqindiga chiqishiga, murakkab texnologik jarayonni uzoq vaqtga izdan chiqishiga, kommunal xo'jalikning eng muhim jabhalarida ishning buzilishga olib keladi. I toifali elektr qabul qiluvchilar elektr energiyani kamida ikkita mustaqil ta'minlash manbalaridan olishlari kerak va ularning elektr ta'minotidagi uzilishi vaqti zahiridagi manbani avtomatik ravishda ulashga ketadigan vaqt bilan belgilanadi.

Mustaqil manba sifatida ikkita elektr stansiya yoki podstansiyalarning taqsimlash qurilmalari ishlatilishi mumkin.

Ko'p korxonalarida I toifali elektr istemolchilarining solishtirma miqdori katta bo'lmaydi. Neft kimyosi, sintetik kauchik va metallurgiya korxonalarida I toifali elektr qabul qiluvchilarining miqdori 70÷80 % ni tashkil etadi.

I toifali istemolchilaridan ayrimlari alohida guruh iste'molchilari turkumiga kiradi. Ularni to'xtovsiz ishlashi ta'minlansa kishilar hayoti xavf ostida qolmaydi, portlashlar, yong'inlar sodir bo'lmaydi va qimmatbaho qurilmalar ishdan chiqmaydi. Bularga, masalan kompressorlar, ventilyatorlar, nasoslar, yer osti konlaridan yuqoriga ko'taruvchi uskunalarining yuritmalari va avariya holatlarda ishlaydigan yoritish qurilmalari kiradi. Bunday alohida guruh iste'molchilari uchun uchinchi qo'shimcha mustaqil ta'minlash manbasi bo'lishi kerak.

II toifali elektr iste'molchilari – bunday elektr iste'molchilarining elektr ta'minotidagi uzilish ko'plab mahsulotlarni ishlab chiqarilmasligiga, ishchilarning ommaviy turib qolishiga, mexanizmlar va korxona transportini ishlamasligiga, shahar va qishloq aholisining ko'p qismining normal faoliyatini buzilishiga olib keladi. Bu toifadagi

iste'molchilar korxonalarda eng ko'p qismni tashkil qiladi. Ularning elektr ta'minotini ikkita mustaqil elektr manbalar orqali bajarilishi tavsiya etiladi. II toifali iste'molchilarda elektr ta'minotidagi uzilish vaqti zahiridagi manbani navbatchi shaxs yoki maxsus brigada faoliyatining ulashga ketadigan vaqti bilan belgilanadi.

III toifali elektr iste'molchilariga yuqorida tanishilgan I va II toifali iste'molchilar turkumiga kirmaydigan barcha elektr qabul qiluvchilar kiradi. Ularning elektr ta'minoti bitta manba orqali bajarilishi mumkin. III toifali elektr iste'molchilarida elektr ta'minotidagi uzilish 24 soatdan oshmasligi kerak. Tokning chastotasiga qarab iste'molchilar 50 Gs chastotali, yuqori (10 kGs gacha), o'ta yuqori (10 kGs dan katta) va past chastotali manbalardan ishlaydigan iste'molchilarga bo'linadilar. Korxonalarda asosan, 50 Gs chastotali iste'molchilar ishlatiladi. Yuqori va o'ta yuqori chastotali qurilmalar metallarni eritishda, toblashda, qoliplashda keng ishlatiladi. Bunday manbalarni hosil qilish uchun tristorli, ionli yoki lampali o'zgartgichlar ishlatiladi.

Past chastotali iste'molchilar turkumiga transportda ($16\frac{2}{3}$ Gs), suyultirilgan metallni aralashtirishda (25 Gs gacha) ishlatiladigan kollektorli elektr yuritgichlar kiradi. Past chastotali elektr iste'molchilar sanoat korxonalarida keng tarqalmagan.

Sanoat korxonalaridagi elektr iste'molchilarining ish rejimlariga qarab uch xarakterli guruhlarga bo'lish mumkin:

1. O'zgarmas yoki deyarli o'zgarmas yuklama bilan ishlaydigan iste'molchilar. Bunday rejimda ishlaydigan qurilmalarda uzoq vaqt ishlash davomida ular qismlarining harorati ruhsat etilganidan oshmaydi. Ventilyatorlar, nasoslar, kompressorlarning elektr yuritgichlari ushbu holatda ishlaydilar.

2. Qisqa muddatda ishlaydigan qurilmalar. Bunday holatda mashina yoki apparatlarning ishlash vaqti kichik bo'lib, ish vaqtida ular qismlarining harorati mo'ljallangan turg'un qizish darajasiga yetmaydi. Tanaffus vaqti esa uzoq bo'lib,

mashina yoki apparatlar qismlarining harorati atrof-muhit haroratiga tenglashadi. Misol tariqasida bunday iste'molchilarga metallarga ishlov beruvchi stanoklarining yordamchi mexanizmlarining yuritmalarini keltirish mumkin.

3. Takroriy qisqa muddatda ishlovchi iste'molchilar. Bunday qurilmalarda ishlash vaqti qisqa to'xtash vaqti bilan almashinib turadi. Takrorlanuvchi qisqa muddatda ishlash rejimi xususiyatini baholash uchun nisbiy ulanish davomiyligi (продолжительность включения-ПВ%) $UD\%$ kattaligidan foydalaniladi:

$$UD\% = \frac{t_{ish}}{t_{ish} + t_0} \cdot 100 = \frac{t_{ish}}{t_s} \cdot 100\%$$

Bunda, t_{ish} – iste'molchining yuk bilan ishlash davomiyligi; t_0 – iste'molchining elektr tarmog'idan ajratilgan holati davomiyligi; $t_s = t_{ish} + t_0$ – takrorlanuvchi sikl davomiyligi ($t_s \leq 10$ minut bo'lishi kerak).

Elektrotexnika sanoatida ulanish davomiyligi (UD_n) 15, 25, 40 va 60% bo'lgan elektr mashinalari ishlab chiqarilmoqda. Takrorlanuvchi qisqa yuklamali elektr yuritgichlarni pasportida ko'rsatilgan quvvatni o'zgarmas yuklamali rejimidagi ($UD=100\%$) quvvatga quyidagi munosabat orqali keltiriladi:

$$P_N = P_{pasp} \sqrt{UD_{pasp}}$$

bu yerda, P_N – nominal davomli quvvat;

P_{pasp} – elektr iste'molchining pasportida keltirilgan quvvat;

UD_{pasp} – pasportda ko'rsatilgan nisbiy ulanish davomiyligi;

Payvandlash mashinalari, elektr pechlarining transformatorlarga uchun:

$$P_N = S_{pasp} \sqrt{UD_{pasp}} \cos \varphi_{pasp}$$

Bunda, S_{pasp} , UD_{pasp} , $\cos \varphi_{pasp}$ – qurilmaning pasportda berilgan to'la quvvat, nisbiy ulanish davomiyligi, quvvat koeffitsienti.

2.2. Sanoat korxonalarining elektr energiya iste'molchilarini guruhlash.

Hozirgi zamon korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlari o'zlarining murakkabligi va ko'p energiya qabul qiluvchi agregatlarining mavjudligi bilan ajralib turadi. Sanoat korxonalarining elektr yuklamalari tayyorlanayotgan mahsulotlarining miqdori, texnologik jarayonning avtomatlashtirish darajasi, atrof-muhitni ifloslantirmaslikni qo'yiladigan talablar, ishchi va xizmatchilarni ish sharoitlarini yaxshilash va muhofaza qilish bilan bog'liq bo'lgan ko'rsatgichlari bilan belgilanadi.

1. Umumsanoat kuch qurilmalari. Bu guruh iste'molchilarga kompressorlar, ventilyatorlar, nasoslar va ko'tarma-transport qurilmalari kiradi. Bu qurilmalarning yuritgichlari o'zgarmas yuklama bilan uzoq vaqtgacha ishlaydi va quvvatlariga qarab 0,22÷10 kV kuchlanishda 50 Gs chastotali elektr energiyasi bilan ta'minlanadilar. Yuklamalar asosan, tekis va simmetrik. Bu qurilmalarning quvvat koeffitsientlari stabil bo'lib, 0,8–0,85 oralig'ida. Elektr ta'minotida uzilish sodir bo'lishi kerak emas. Masalan, metallurgiya zavodining nasos stansiyalaridagi elektr ta'minotidagi uzilish domna pechlarini ishdan chiqarib juda katta miqdorida zarar keltiradi. Yong'in paytida nasos qurilmalarini elektr manbalaridan uzilishi qanday oqibatlarga olib kelishi haqida tushuntirilmasa ham bo'ladi. Ayrim sexlarda ventilyator yuritgichlarida elektr ta'minotini to'xtashi ishlayotgan kishilarni yalpi zaharlanishiga olib keladi. Bunday qurilmalar I toifali iste'molchilar turkumiga kiradi. Ular kamida ikki mustaqil ta'minlash manbalaridan elektr energiyasini olishlari kerak.

Katta quvvatli kompressorlarda, nasoslarda va ventilyatorlarda elektr yuritma sifatida reaktiv quvvat ishlab chiqaruvchi sinxron mashinalar ishlatiladi.

Ko'tarma-transport qurilmalari takroriy qisqa muddatli rejimda ishlaydilar. Bu qurilmalarda yuklamani keskin o'zgarish

hollari ko'p uchraydi. Shuning uchun quvvat koeffitsienti katta oraliqda o'zgaradi (0,3–0,8). Bu qurilmalar qayerda o'rnatilganligiga qarab I yoki II toifali bo'lishi mumkin. Ko'tarma-transort qurilmalarida 50 Gs li o'zgaruvchan tok yoki o'zgarmas tok ishlatiladi. O'zgaruvchan tok tomonidan yuklama uchta faza uchun simmetrik bo'ladi.

2. Elektr yoritish qurilmalari. Elektr yoritgichlari bir fazali iste'molchi hisoblanib, bittasining quvvati 2 kVt dan oshmaydi. Yoritish qurilmalari fazalar bo'yicha to'g'ri taqsimlansa, yetarli darajadagi simmetrik yuk hosil qilishi mumkin (nosimmetriyalik darajasi 5–10% dan oshmaydi).

Yuklama xarakteri bir tekis, keskin o'zgarishsiz bo'ladi, lekin kun, yil davomida uning miqdori o'zgarishi mumkin. Tokning chastotasi 50 Gs. Quvvat koeffitsienti cho'g'lanuvchi lampalar uchun 1 ga, razryadli lampalarda esa 0,6. Gaz razryadli lampalar ishlatilganda nol liniyalarda yuqori garmonikali toklar hosil bo'ladi.

Sanoat korxonalarining yoritish qurilmalarida 6–220 V kuchlanish ishlatiladi. Yoritish qurilmalarining ishlatilishi o'rniga qarab ular bir yoki ikki mustaqil manbalardan energiya oladilar. Agar korxonalarda yoritish qurilmalarining o'chishidan kishilar hayoti xavf ostida qoladigan bo'lsa, bunday favqulloddagi holat uchun maxsus yoritish tizimi ishlatiladi.

3. O'zgartirish qurilmalari. Bunday qurilmalar asosida 50 Gs uch fazali tokni o'zgarmas tokga yoki boshqa chastotali tokga aylantiriladi. Sanoat korxonalarida o'zgartigichlarning quyidagi turlaridan foydalaniladi: yarim o'tkazgichli; simob qurilmali; yuritgich-generatorli; mexanik to'g'irlagichli. Bu qurilmalar elektroliz vannalari, korxona ichidagi elektr transporti, elektr filtrlar, o'zgarmas tok payvandlash uskunalari, ko'plab apparat va mashinalarning yuritgichlarini elektr bilan ta'minlashda ishlatiladi.

Rangli metallurgiya korxonalarida alyuminiy, mis, ruh va boshqa toza metallarni elektroliz usuli bilan olishda kremniy

asosida yaratilgan o'zgartgichlardan keng foydalaniladi. Bunday qurilmalarda 6–35 kV li, 50 Gs li tokni texnologik jarayon talab qiladigan kuchlanishli (835 V gacha) o'zgarmas tokga o'zgartiriladi. Elektroliz qurilmalari I toifali iste'molchilar turkumiga kiradi, ularning elektr ta'minotida qisqa muddatli uzilishlar bo'lishi mumkin. Elektroliz qurilmalarining yuklamalari tekis va simmetrik. Quvvat ko'effitsienti 0,85–0,9 oralig'ida. Elektroliz jarayonida o'zgarmas tok miqdorini birdek saqlash talab etiladi va shu munosabat bilan o'zgaruvchan tok tomonidagi kuchlanishni rostlash zarur bo'ladi.

Zavod ichkarisidagi elektr transport qurilmalarining quvvatlari 100–3000 kVt oralig'ida bo'lib, quvvat ko'effitsientlari 0,7–0,8 ni tashkil etadi. O'zgaruvchan tok tomonidagi fazalaridagi yuklama simmetrik va keskin o'zgaruvchan. Korxonalarda transportni to'xtashi katta qiyinchiliklarga olib keladi. Shuning uchun bu iste'molchilar I yoki II toifali hisoblanib, elektr ta'minoti tizimida qisqa muddatli uzulishlarga ruhsat etiladi.

Gaz tozalovchi elektr filtrlarida ishlatiladigan o'zgartgichlarning quvvati 100–200 kVt gacha bo'ladi. Ular maxsus transformatorlar orqali (biilamchi chulg'am kuchlanishi 6–10 kV ikkilamchi chulg'am yuqori kuchlanish 110 kV gacha) ulaniladi. Bu qurilmalarning quvvat ko'effitsienti 0,7–0,8 oralig'ida. O'zgaruvchan tok qismida yuklama simmetrik va tekis. Elektr ta'minotida uzilish sodir bo'lishiga ruhsat beriladi. Kimyo zavodlarida elektr filtrlar I yoki II toifali iste'molchilar turkumiga kiradi.

4. Ishlab chiqarish mexanizmlarining elektr yuritgichlari. Bunday iste'molchilar barcha korxonalarda mavjud bo'lib, hozirgi zamon stanoklarida elektr mashinalarining barcha turlari ishlatiladi. Yuritgichlarning quvvatlari juda xilma-xil bo'lib, bir necha Vt lardan yuzlab kVt largacha boradi. Yuqori chastotali aylanma harakat hosil qilish va uni boshqarish talab qilinadigan stanoklarda o'zgarmas tokda ishlaydigan elektr yuritgichlardan foydalaniladi. Elektr tarmoq kuchlanishlari 660–380/220 V

bo'lib, chastotasi 50 Gs. Elektr ta'minoti ishonchlilik bo'yicha, ko'p hollarda, bu iste'molchilar II toifali hisoblanadilar. Ayrim stanoklar uchun xavfsizlik texnikasi nuqtai nazaridan elektr ta'minotida uzilish bo'lmasligi talab qilinadi.

5. Elektr pechlari va elektrotermik qurilmalar. Elektr energiyasini issiqlikga aylantirish usullariga qarab bu qurilmalar quyidagilarga bo'linadilar: qarshilik pechlari; induksion pechlar va qurilmalar; yoyli elektr pechlari; aralash usullarda ishlovchi pechlar.

Qarshilik pechlari qizdirish usuliga qarab bilvosita va bevosita ta'sir etuvchi pechlarga ajratiladi. Bilvosita ta'sir etuvchi pechlarda hosil bo'ladigan issiqlik maxsus isitish elementlaridan tokning o'tishi natijasida bunyod etiladi. Bunday pech qurilmalarida 1000 V gacha kuchlanish ishlatilib, chastotasi 50 Gs. Qurilmalarning quvvatlari 1000 kVt dan yuqori, quvvat koeffitsientlari esa ko'p hollarda 1 ga teng. Ular bir yoki uch fazali qilib ishlab chiqariladi.

Bevosita ta'sirli pechlarda hosil bo'ladigan issiqlik buyum (material) orqali elektr toki o'tishi natijasida hosil bo'ladi. Ularning quvvatlari 3000 kVt gacha bo'lishi mumkin. Bunday pechlar asosan, 380/220 V kuchlanishli 50 Gs tarmoqqa ulanadilar. Quvvat koeffitsienti $0,7 \div 0,9$ oralig'ida bo'ladi. Qarshilik pechlari II toifali iste'molchilar turkumiga kiradilar.

Induksion, dielektrik pechlar va qurilmalar metallarni eritishda, toblashda va dielektriklarni qizdirishda ishlatiladi.

Induksion pechlarda metallni eritish undan induksion tokning o'tishi natijasida hosil bo'ladigan issiqlik hisobiga bo'ladi. Eritish pechlari ferromagnit o'zakli yoki o'zaksiz qilib tayyorlanishi mumkin. O'zakli pechlar rangli metallar va ularning qotishmalarini eritishda ishlatiladi. Ular bir, ikki, uch fazali qilib ishlab chiqariladilar va quvvatlari 2000 kVA gacha bo'ladi. Quvvat koeffitsientining miqdori alyumin eritishda $0,2 \div 0,4$ oralig'ida, mis eritishda esa $0,6 \div 0,8$ oralig'ida kuzatiladi. O'zaksiz pechlar asosan yuqori sifatli po'lat eritishda

ishlatiladilar. Ular ko'p hollarda yuqori chastotali (500–10000 Gs) tristorli yoki elektr mashinali o'zgartgichlar orqali ishlaydilar. Yuritgichlar esa korxona chastotali manbalardan ta'minlanadilar. Bunday pechlarning quvvatlari 4500 kVA dan oshmaydi, quvvat koeffitsientlari esa kichik (0,05–0,25). Eritish pechlari II toifali iste'molchilar guruhlariga kiradilar.

Dielektrik qizdirish qurilmalarida qizdiriladigan buyum kondensatorning elektr maydoni ta'siriga joylashtiriladi va qizish siljish tokining hisobiga bo'ladi. Bunday qurilmalar yog'ochlarni quritishda, presskukunlarni qizdirishda, plastinkalarni payvandlashda, mahsulotlarni sterillashda keng ishlatiladilar. Ta'minlash 20–40 MGs li manbalardan bajariladi. Elektr ta'minotining uzliksizligi bo'yicha dielektrik qizdirish uskunolari II toifali iste'molchilar guruhiga kiradi.

Elektr yoy pechlari bevosita va bilvosita ta'sir qiluvchi pechlarga bo'linadilar. Birinchi holda metallni qizdirish va eritish elektrod va metall oralig'ida bo'ladigan yoydan kelib chiqadigan issiqlik hisobiga bo'ladi. Bevosita ta'sirli pechlarning keng tarqalgani po'lat erituvchi va vakuumli pechlardir.

Po'lat erituvchi pechlar sanoat chastotali, 6–110 kV li elektr manbasiga ulanadilar. Bir qurilmaning quvvat 45000 kVA gacha bo'lib, quvvat koeffitsienti 0,85–0,9. Metallni eritish jarayonida ekspluatatsion takroriy qisqa tutashuv sodir bo'ladi va tokning miqdori me'yoridan 2,5–3,5 marotaba ortadi. Bu esa podstansiya shinalaridan kuchlanishni pasayishiga olib kelib, boshqa elektr iste'molchilarining ishiga salbiy ta'sir qiladi. Shuning uchun ko'p hollarda bunday pechlarga ayrim transformator podstansiyalaridan energiya beriladi.

Yoyli vakuum pechlarining quvvati 2000 kVA gacha bo'lib, ta'minlash 30–40 V o'zgarmas tok manbasidan bajariladi. Elektr energiyasining manba sifaidan 50 Gs li tarmoqqa ulanadigan yarim o'tkazgichli yoki elektr mashinali o'zgartgichlarni ishlatish mumkin. Vakuumli yoy pechlari I toifali iste'molchilardan hisoblanadi.

Bilvosita ta'sir etuvchi pechlarda metallni qizdirish, eritish ko'mir elektrodlar oraliq'idagi yoydan hosil bo'lgan issiqlik hisobiga bajariladi. Bunday pechlar mis va uning qotishmalarini eritishda ishlatiladi. Quvvati 500 kVA dan oshmaydi. Bilvosita pechlar 50 Gs li tarmoqqa maxsus transformator orqali ulaniladi. Elektr ta'minotini ishonchligi nuqtai nazaridan I iste'molchi hisoblanadi.

Aralash qizdirish pechlarni rudnotermik va elektroshlakli qayta eritish pechlariga bo'lish mumkin.

Rudnotermik pechlarida materiallarni erishi shixta orqali elektr tokini o'tishi va yoy natijasida hosil bo'ladigan issiqlik hisobiga amalga oshiriladi. Bu pechlar temir qotishmalari, cho'yan, qo'rg'oshin olishda va mis qotishmalarini eritishda ishlatiladi. Elektr ta'minoti 50 Gs li tarmoqdan maxsus pasaytiruvchi transformator orqali amalga oshiriladi. Pechning quvvat 100 MVA gacha borishi mumkin. Quvvat koeffitsient 0,85–0,92 ga teng. Elektr ta'minoti uzluksizligi bo'yicha II toifali iste'molchilar turkumiga kiradi.

Elektroshlakli qayta eritish pechlarida qizdirish shlakdan elektr tokining o'tishi hisobiga bo'lib, eritish esa elektr yoyi issiqligi natijasida amalga oshiriladi. Elektroshlakli qayta eritish yuqori sifatli po'lat va ularning qotishmalarini olishda ishlatiladi. Pechlarni ta'minlash 6-10 kV li tarmoqdan maxsus pasaytiruvchi transformator orqali (ikkilamchi kuchlanish 45–60 V) bajariladi. Ular bir yoki uch fazali bo'lishlari mumkin. Quvvat koeffitsienti 0,85–0,95 ga teng. Elektr ta'minoti ishonchliliga bo'yicha elektr shlakli qayta eritish pechlari I toifali iste'molchilar guruhiga kiradi.

Elektr payvandlash qurilmalari barcha korxonalarda mavjud bo'lib, o'zgaruvchan va o'zgarmas tokda ishlovchi qurilmalarga bo'linadilar. Texnologik nuqta nazardan payvandlash qurilmalarini kontaktli yoki yoyli guruhlariga ajratish mumkin.

O'zgarmas tokda ishlaydigan payvandlash agregatlari o'zgaruvchi tok yuritgichli va o'zgarmas tok generatorlaridan

tuzilgan bo'ladi. Bunday qurilmalar uch fazali o'zgaruvchan tokda simmetrik yuklamani tashkil etadi. Quvvat ko'effitsient me'yoriy yuklamada 0,7–0,8 oralig'ida bo'ladi, salt ishlaganda 0,4 dan oshmaydi. O'zgarmas tokda ishlaydigan payvandlash agregatlarini yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar asosida ham bajarish mumkin.

O'zgaruvchan tokdagi elektr payvandlash qurilmalari 50 Gs li kuchlanishi 380, 220 V bo'lgan tarmoqdan ishlaydilar. Ularda bir fazali payvandlash transformatori qo'llaniladi va ish rejimi takroriy qisqa hisoblanadi. Bitta qurilmaning quvvati 9–32 kVA oralig'ida bo'ladi. Quvvat ko'effitsienti yoyli payvandlash qurilmalarida 0,3–0,35 ni, kontaktli payvandlashda esa 0,4–0,7 ni tashkil etadi. Elektr ta'minotining ishonchliligi bo'yicha II toifali iste'molchilar guruhiga kiradi.

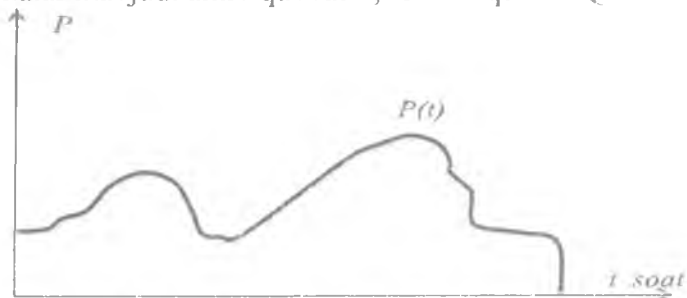
Nazorat savollari:

1. Elektr iste'molchilar qanday ko'rsatkichlar bo'yicha tavsiflanadi?
2. Elektr iste'molchilar ish re'imlariga qarab qanday guruhlarga bo'linadi?
3. Elektr iste'molchilar elektr ta'minoti ishonligi bo'yicha manbaga qanday talab qo'yadi?
4. Ulanish davomiyligi deganda nimani tushinasiz?

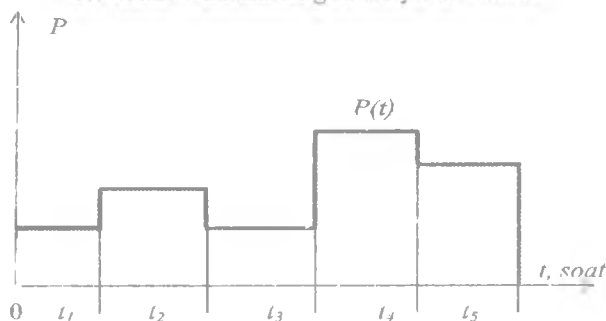
3-BOB. SANOAT KORXONALARI VA ISTE'MOLCHILARNING ELEKTR YUKLAMA GRAFIKLARI VA ULARNI XARAKTERLOVCHI ASOSIY KO'RSATKICHLAR

3.1. Elektr yuklama grafiklari.

Elektr yuklama deganda, ayrim elektr qabul qiluvchi, sexdagi elektr qabul qiluvchilar guruhi, sex, butun korxonaning elektr ite'moli tushuniladi. Sanoat korxonalarida asosan uch turdagi yuklamalar mavjud: aktiv quvvat P , reaktiv quvvat Q va tok I .

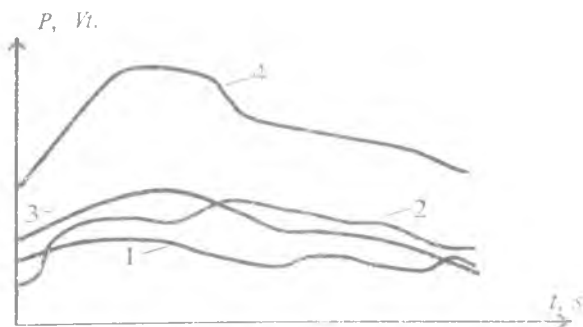


3.1-rasm. Yuklamaning funksiya ko'rinishi.



3.2-rasm. Yuklamaning zinapoya ko'rinishi.

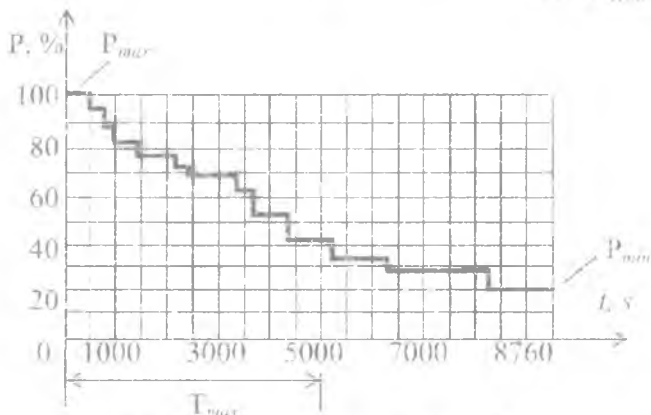
Elektr yuklamani o'lchov asboblari asosida kuzatish mumkin. O'ziyozar asbob bilan yuklamani o'zgarishi qayd qilinadi (3.3-rasm). Eksploatatsiya jarayonida aktiv, reaktiv quvvatlarni vaqt bo'yicha o'zgarishini aktiv va reaktiv energiyalar hisoblagichlarning bir xil vaqt intervallaridagi ko'rsatkichlari asosida zinapoya ko'rinishida chizish mumkin.



3 3-rasm. Yuklamalarning vaqt davomida o'zgarish grafigi.

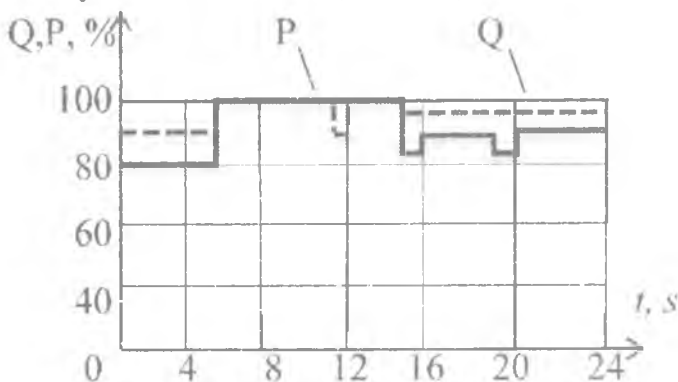
Aktiv va reaktiv quvvat va tokni vaqt bo'yicha o'zgarishi aktiv quvvat, reaktiv quvvat va tok yuklamalar grafiglari deyiladi. Grafiglarni ikki turga bo'lish mumkin: xususiy va guruh grafiglar. Xususiy grafiglar odatda katta quvvatli iste'molchilar uchun olinadi va ular kichik harflar bilan belgilanadi: $p(t)$, $q(t)$, $i(t)$. Guruh grafiglari iste'molchilar guruhiga tegishili bo'lib bosh harflar bilan belgilanadi: $P(t)$, $Q(t)$, $I(t)$. Xususiy grafiglar asosida guruh grafiglarini chizish mumkin.

$$P(t) = \sum_{i=1}^n p_i(t); Q(t) = \sum_{i=1}^n q_i(t); I(t) = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{WOM}}};$$



3 4-rasm. Yillik elektr yuklama grafigi.

Davomiyligiga qarab korxonaning kunlik va yillik grafiklari bo'ladi, odatda yillik grafik yuklamaning davomiyligi bo'yicha tuziladi (davomli yillik grafigi). Bunda avval quvvatning katta qiymatining vaqt davomiyligi, so'ngra keyingi pog'ona quvvatning vaqt davomiyligi va shu tartibda, boshqa pog'onadagi quvvatlar vaqt davomiyliklari ko'rsatiladi (3.5-rasm).



3.5-rasm. Quvvatlarning vaqt birligidagi davomiyliklari.

Har xil korxonaning namunaviy kunlik va yillik grafiklari ma'lumotnomalarda keltirilgan. Bu grafiklar asosida korxona elektr uskunalarini optimal rejimni tanlash, yuklamalar ortib ketganda qaysi agregatlarni to'xtatish rejasini tuzish, elektr qurilmalarining ta'mirlashini qaysi vaqtlarga mo'ljallash, iste'mol qilinadigan elektr energiyani aniqlash va shunga o'xshash tadbirlarni amalga oshirish mumkin.

Namunaviy grafik asosida korxonaning yuklama grafigini chizish mumkin. Buning uchun korxonaning maksimal hisobiy quvvati P_x ma'lum bo'lishi kerak. U holda,

$$P_n = \frac{n\% \cdot P_x}{100} \text{ [kVt]}.$$

Bu yerda, P_n – kunning ma'lum vaqtidagi quvvati, kVt;

$n\%$ – namunaviy grafikda kerakli pog'onaga to'g'ri keladigan ordinata; P_x – korxonaning hisobiy quvvati.

Masalan, silyulloza-qog'oz korxonasining soat 4 dagi iste'mol qilayotgan quvvati namunaviy dasturda 80% ni tashkil etsa va korxona uchun $P_x=2000$ kVt bo'lsa, soat 4 dagi yuklama

$$P_4 = \frac{80 \cdot 2000}{100} = 1600 \text{ kVt bo'ladi.}$$

Yillik yuklama grafigining yuzasi ma'lum masshtabda korxonaning yil davomida qabul qilgan elektr energiyasini miqdorini beradi. Yillik grafik asosida korxonaning yillik o'rtacha yuklamasini aniqlash mumkin:

$$P_{o'rt. yil} = \frac{W_{st}}{T_y}$$

Bu yerda, T_y – korxonaning yil davomidagi ishlash vaqti.

Korxonaning yillik ishlash vaqti

3.1-jadval

Smenaning davomiyligi, soat	Smenalar soniga qarab T_y , soat		
	Bir	ikki	Uch
8	2250	4500	6600
7	2000	4000	5870

3.2. Elektr yuklamalar grafiklarini xarakterlovchi asosiy kattaliklar.

Yuklamalarni hisoblash va tadqiqot qilishda iste'molchilarning quvvat va vaqt bo'yicha ish rejimini tavsiflovchi yuklamalar grafiklarining koefitsientlaridan foydalaniladi. Bunday koefitsientlar xususiy va guruh grafiklari uchun aniqlanib, mos ravishda kichik k va bosh K harflar bilan belgilanadilar.

Ishlatilish koefitsiyenti deganda, o'rtacha aktiv quvvatni nominal quvvatga nisbati tushuniladi va uning miqdori eng ko'p yuklamali smena uchun aniqlanadi:

$$k_{ish.a} = \frac{P_{o'rt.}}{P_n}; \quad K_{ish.a} = \frac{P_{o'rt.}}{P_n} = \frac{\sum_1^n k_{ish.a} \cdot p_n}{\sum_1^n p_n}$$

Bu yerda, p_n , P_n – mos ravishda bir yoki guruh iste'molchilarining nominal aktiv quvvatlari. P_n ni miqdorini takroriy qisqa muddatda ishlaydigan iste'molchilarda ularning pasportlaridan olinadi.

p_s , P_s – mos ravishda ayrim guruh iste'molchilarning o'rtacha aktiv quvvat energiya hisoblagichlarining ko'rsatgichi bo'yicha aniqlanadi:

$$p_{o'rt.} = \frac{E_a}{t_s}; \quad P_{o'rt.} = \frac{E_A}{t_s}$$

E_a , E_A – bir yoki guruh iste'molchilarning qabul qilgan aktiv elektr energiyasi.

t_s – sikl uchun vaqt intervali.

Yuqorida keltirilgan munosabatlarni reaktiv quvvatga ham yozish mumkin:

$$k_{ish.r} = \frac{q_{o'rt.}}{q_n}; \quad K_{ish.r} = \frac{Q_{o'rt.}}{Q_n} = \frac{\sum_1^n k_{ish.r} \cdot q_n}{\sum_1^n q_n}$$

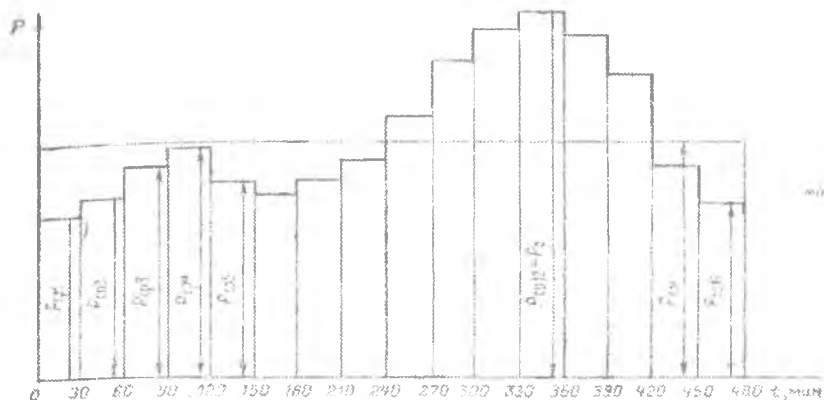
$$q_{o'rt.} = \frac{E_r}{t_s}; \quad Q_{o'rt.} = \frac{E_r}{t_s}$$

Har xil rejimlarda ishlovchi elektr iste'molchilari uchun ishlatilish koeffitsiyentlarining o'rtacha qiymati ma'lumotlarda keltirilgan.

Grafikni to'ldirish koeffitsiyenti deb, ma'lum vaqt

oralig'idagi o'rtacha quvvatni maksimal quvvatga nisbatini aytiladi.

$$K_{t.a} = \frac{P_{o'rt.}}{P_m}$$



3.6-rasm. Har xil rejimlarda ishlovchi elektr iste'molchilarning yuklamasi.

Odatda, $P_{o'rt}$ va P_m larning miqdorlari katta yuklamali smena davrining vaqti uchun olinadi.

Aktiv quvvatni maksimumi deganda, ma'lum vaqt oralig'ida o'rtacha quvvatning maksimumi tushuniladi. Smena davomidagi 30 minutli o'rtacha quvvatlarining qiymatlaridan eng maksimumi olinadi. Rasmda 6 soat davomida har 30 minutga to'g'ri keladigan o'rtacha qiymatlarning grafik keltirilgan. Qurilgan vaqt intervalida 30 minutli yuklamaning maksimum qiymati 210 minutdan 240 minutgacha oraliqda sodir bo'lar ekan.

Yuklamaning ushbu qiymatini ko'p hollarda hisobiy quvvat sifatida ham qabul qilinadi.

Grafikni to'ldirish koeffitsiyenti guruh iste'molchilari uchun topiladi. Bu koeffitsiyentini aniqlashning reaktiv quvvat uchun ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$K_{l,r} = \frac{Q_{o'rt.}}{Q_m}$$

Kunlik grafikning to'ldirish koeffitsientlarining qiymatlarini turli korxonalar uchun ma'lumotnomalardan olish mumkin (A.6).

Maksimum koeffitsiyenti – grafikni to'ldirish koeffitsiyentiga teskari bo'lgan miqdor, ya'ni:

$$K_{m,a} = \frac{1}{K_{T,a}} = \frac{P_m}{P_{o'rt.}}; K_{m,r} = \frac{1}{K_{T,r}} = \frac{Q_m}{Q_{o'rt.}}$$

Bu koeffitsiyentning qiymati katta yuklamali smena uchun aniqlanadi va guruh iste'molchilariga tegishli bo'ladi. Agar maksimal quvvat deganda hisobiy quvvatni qabul qilinishini e'tiborga olinadigan bo'lsa,

$$K_{M,a} = \frac{P_x}{P_{o'rt.}}$$

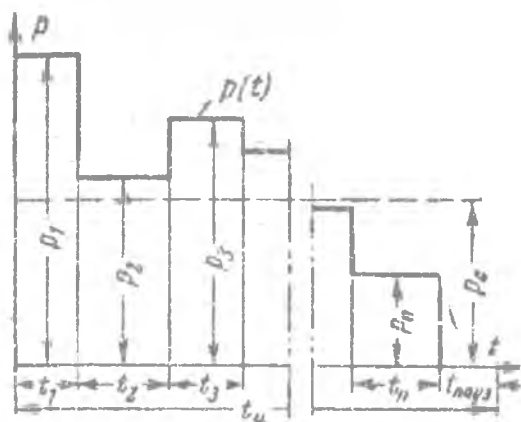
Demak, maksimum koeffitsiyenti grafikdan aniqlanadigan ikki eng asosiy miqdorlar – hisobiy va o'rtacha yuklamalar orasidagi munosabatni belgilaydi. K_m koeffitsiyenti hisobiy quvvatni o'rtacha quvvatga nisbatan qancha kattaligini ko'rsatadi. Uning miqdori birga teng yoki katta bo'lishi mumkin. O'zgarmas yuklamali iste'molchilar (ventilyatorlar, nasoslar va t.u.) uchun $K_m=1$, ya'ni $P_x = P_{o'rt.}$

Forma koeffitsiyenti yuklamaning effektiv (o'rtacha kvadrat) qiymatini uning o'rtacha qiymatiga nisbati bilan aniqlanadi. Bu ko'rsatgich ayrim iste'molchi yoki guruh iste'molchilari uchun ma'lum vaqt oralig'ida topiladi:

$$k_{f,a} = \frac{P_{o'rt.kv.}}{P_{o'rt.}}; K_{F,A} = \frac{P_{o'rt.kv.}}{P_{o'rt.}}$$

$$k_{f,r} = \frac{Q_{o'rt.kv.}}{Q_{o'rt.}}; K_{F,R} = \frac{Q_{o'rt.kv.}}{Q_{o'rt.}}$$

Forma koeffitsienti yuklama grafigining vaqt bo'yicha notekisligini ko'rsatadi. Uning eng kichik qiymati, vaqt bo'yicha o'zgarmaydigan yuklamada, birga teng bo'ladi. O'rtacha kvadrat yuklama quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:



3.7-rasm. Yuklama grafigining vaqt bo'yicha notekisligi.

$$P_{o'rt.kv.} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i^2 \cdot t_i}{T}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i^2}{n}}$$

$$Q_{o'rt.kv.} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Q_i^2 \cdot t_i}{T}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Q_i^2}{n}}$$

Bu yerda, $n = \frac{T}{t_i}$ – yuklama grafigining T vaqt oralig'idagi

teng intervalli bo'laklar soni. Forma koeffitsiyenti K_{fa} ning miqdori ishlab chiqarish jarayoni maromida bo'lgan korxonalarda 1,05 dan 1,15 oralig'ida bo'ladi.

Yuklanish koeffitsiyenti deb, ma'lum vaqt davomida iste'molchining haqiqiy o'rtacha quvvatini uning nominal quvvatiga nisbatini aytiladi.

$$K_{yuk.a} = \frac{P_{o'rt.}}{P_{nom}}$$

Iste'molchining o'rtacha haqiqiy yuklamasi $P_{o'rt.x}$ deganda, uning faqat ulangan vaqtga to'g'ri keladigan o'rtacha yuklama tushuniladi. Rasmda ko'rsatilgan grafikda ulanish vaqti: $t_u = t_1 + t_2 + \dots + t_{10}$ bo'lib,

$$K_{yuk.a} = \frac{m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2 + \dots + m_{10} \cdot t_{10}}{m \cdot (t_1 + t_2 + \dots + t_{10})}$$

Yuklanish koeffitsiyenti iste'molchining ulangan vaqtdagi ishlatilish (foydalanish) darajasini ko'rsatadi.

Talab koeffitsiyenti iste'molchilar guruhiga tegishli bo'lib, u hisobiy yuklamani iste'molchilarning nominal qiymatiga nisbati orqali aniqlanadi:

$$K_{T.a} = \frac{P_x}{P_{nom}}$$

Ishlatilish va maksimum koeffitsiyentlarining ifodalarini hisobga olsak:

$$K_{T.a} = \frac{P_{o'rt.}}{P_{nom}} \cdot \frac{P_x}{P_{o'rt.}} = K_{ish.a} \cdot K_{M.a}$$

shuningdek,

$$K_{T.r} = K_{ish.r} \cdot K_{M.r}$$

Talab koeffitsiyentlarining qiymatlari sanoat korxonalaridagi har xil iste'molchilar guruhlar uchun ekspluatatsiya sharoitida tajriba asosida ushbu ifoda orqali aniqlanadi:

$$K_{r.a} = \frac{P_q}{P_{nom}}$$

Bu yerda, P_q – iste'molchilar guruhining qabul qilgan aktiv quvvati. Talab koeffitsiyentining har xil iste'molchilar guruhi va korxonalar uchun qiymatlari ma'lumotnomalarda keltirilgan.

O'rtacha yuklamalar

Korxonalarining hisobiy yuklamalarini aniqlashda va elektr ta'minoti tizimidagi energiya sarfini, nobudgarchiligini hisoblashda o'rtacha yuklamasi hisobiy yuklamaning eng kichik qiymati, to'g'risida ma'lumot beradi. Umumiy holda ma'lum oraliqdagi o'rtacha quvvat quyidagicha ifodalanadi:

$$p_{ort} = \frac{1}{t} \int_0^t p dt \quad q_{o'rt.} = \frac{1}{t} \int_0^t q dt$$

Eksploatatsiya sharoitida guruh iste'molchilarining o'rtacha quvvatlari aktiv va reaktiv energiya hisoblagichlarining ko'rsatgichlari asosida ushbu munosabatlar orqali topiladi:

$$P_{o'rt.} = \frac{E_a}{t_s} ; \quad Q_{o'rt.} = \frac{E_r}{t_s} ;$$

$$S_{o'rt.} = \sqrt{P_{o'rt.}^2 + Q_{o'rt.}^2}$$

Bu yerda, E_a, E_r – aktiv va reaktiv elektr energiyalarining ko'rilayotgan t_s vaqt oralig'idagi sarfi.

Korxonaning elektr ta'minotini loyihalash bosqichida guruh iste'molchilarining eng katta yuklamali smenasidagi o'rtacha quvvatini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$P_{o'rt.} = K_{ish.a} \cdot P_{nom}$$

Bu yerda, P_{nom} – iste'molchilarning nominal quvvatlarini yig'indisi bo'lib, takroriy qisqa muddatli rejimda ishlovchi iste'molchilarni UD=100% rejimga keltirish kerak; $K_{ish.a}$ – guruh iste'molchilariga tegishli bo'lgan ishlatilishi koeffitsiyenti.

Eng yuklangan smenaga reaktiv quvvatning o'rtacha qiymatini guruh iste'molchilari uchun shunday topiladi:

$$Q_{o'rt.} = K_{ishr} \cdot Q_{nom} \text{ yoki } Q_{o'rt.} = P_{o'rt.} \cdot tg\varphi$$

Bu yerda, $tg\varphi$ ni qiymatini topishda ma'lumotnomalarda har xil guruh iste'molchilarga uchun berilgan quvvat koeffitsientidan foydalaniladi. Sex yoki korxonaning yillik o'rtacha quvvati ushbu munosabatdan aniqlanadi:

$$P_{o'rt.} = \frac{E_{a.y.}}{T_y}; \quad Q_{o'rt.} = \frac{E_{r.y.}}{T_y}$$

Ifodadagi $E_{a.y.}$ – yillik iste'mol qilingan aktiv energiya miqdori (kVt*soat);

$E_{r.y.}$ – yillik iste'mol kilingan reaktiv energiya miqdori (kVAr*soat);

T_y – korxonaning yillik ish vaqti (soat).

Faza bo'yicha oldinda boruvchi toklar hosil qiluvchi iste'molchilarning (sinxron mashinalar, statik kondensatorlar) reaktiv quvvatlari manfiy ifoda bilan qabul qilinadi.

O'rta kvadratik yuklamalar

Vaqtning har qanday oralig'ida (interval) o'rta kvadratik yuklama quyidagicha aniqlanadi.

$$P_{o'rt.kv.} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T P^2(t) dt}; \quad Q_{o'rt.kv.} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T Q^2(t) dt};$$

$$I_{o'rt.kv.} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt}$$

Bu yerda, T – vaqtning ko'rilayotgan davri; $Q_{o'rt.kv.}$ – elektr energiya tarmoqlarida quvvat koeffitsiyenti ($\cos\varphi$) oshganda, quvvat isrofi kamayishini baholash uchun zarur bo'lgan kattalik.

Maksimal yuklama

P_m – vaqtning ma'lum oralig'idagi o'rtacha quvvatning eng katta qiymati.

Maksimal yuklanish – vaqtning u yoki bu davrida, ma'lum bir

kutilayotgan tezlikda hosil bo'lishi bilan xarakterlanadi.

Davomiyligi bo'yicha ikki xil maksimal yuklanish turi mavjud:

1. Elektr ta'minlash tarmoqlarida sistema elementlarini qizishi va maksimal quvvat isrofi bo'yicha tanlashda, vaqt davomiyligi bo'yicha turlicha (10, 15, 30, 60, 120 min) uzoq maksimal yuklanishlar.

2. Tarmoqlardagi kuchlanish tebranishlarini tekshirish uchun, kontaktli tarmoqlardagi kuchlanish yo'qolishini aniqlash uchun, tarmoqlarni el. dvigatellarni o'z-o'zidan ishga tushish shartlari asosida, tekshirish uchun, saqlagichlarning eruvchan qismlarini tanlash uchun, maksimal tokli rele himoyasini ishga tushish tokini hisoblash uchun, davomiyligi $1 \div 2$ sek. bo'lgan qisqa muddatli maksimal yuklanishlar kerak bo'ladi.

Nazorat savollari:

1. Yuklama grafigi qanday amaliy masalalarni yechishga yordam beradi?

2. Sanoat korxonalarida asosan nechta yuklamalar grafiklari mavjud?

3. Davomiylik bo'yicha yillik grafik nimani ko'rsatadi?

4. Yuklamalar grafiklarini tavsiflovchiko'rsatgichlarni aytib bering?

5. Elektr yuklamalarining grafiklari tavsiflovchi nima uchun kerak?

6. Forma va talab koeffitsientlarni qanday aniqlanadi?

7. O'rtacha va o'rta kvadratik yuklamalarni mazmuni nima?

8. Maksimal yuklama davomiyligi bo'yicha necha guruhlariga bo'linadi?

4-BOB. ELEKTR TA'MINOTI TIZIMIDA HISOBIIY YUKLAMA VA UNI ANIQLASH USULLARI

4.1. Hisobiy yuklama tushunchasi.

Zamonaviy sanoat korxonasining elektr ta'minoti tizimini loyihalashda yechilishi kerak bo'lgan murakkab texnik-iqtisodiy masalalarning asosini kutilayotgan elektr yuklamalarni to'g'ri aniqlash tashkil etadi. Elektr yuklamalarni hisoblash har qanday elektr ta'minlash tizimini loyihalashda birinchi bosqich hisoblanadi. Elektr yuklamalarning ko'rsatgichlari elektr tizimiga sarf bo'ladigan kapital mablag'larni, rangli matellar sarfini, elektr energiyasining nobudgarchiligini va ekspluatatsiya xarajatlarini belgilaydi. Agar hisobiy quvvatni oshirib aniqlansa kapital mablag'larni ortishiga, tanqis bo'lgan elektr qurilmalar va o'tkazgichlarni to'la imkoniyat darajasida ishlamasligiga va elektr energiyasining nobudgarchiligini oshishiga sabab buladi. Yuklamani kamaytirib aniqlash esa, elektr qurilmalarini tez ishdan chiqishiga, ayrim agregatlar ish unumdorligini kamayishiga elektr ta'minoti tizimida nobudgarchiliklarni oshishiga elektr energiyasi sifat ko'rsatgichlarini yomonlashishiga va elektr ta'minoti tizimining ishonchligini kamayishiga olib keladi. Shuning uchun kutilayotgan yuklamalarni to'g'ri aniqlash elektr ta'minoti tizimini optimal loyihalashtirishning asosiy omilidir.

Hisobiy aktiv quvvat sifatida shunday davomli o'zgarmas yuklama qabul qilinadiki, uning ta'siridan o'tkazgich haroratining oshishi yoki izolyatsiyaning issiqlikdan eskirish darajasi, kutilayotgan o'zgaruvchan yuklamadagiga ekvivalent bo'ladi.

Smena davomida ma'lum vaqt oraligi (10 min. yoki 30 min. yoki 60 min. yoki. .) uchun olingan barcha o'rtacha quvvatlarning eng kattasi maksimal quvvat sifatida qabul qilinadi. Elektr ta'minoti tizimining elementlarini ularning qizishi nuqtai nazaridan qabul qilinsa, hisobiy quvvat sifatida 30 minutli maksimal yuklama olinadi. Bu vaqt oralig'i ko'ndalang kesim

yuzasi kichik va o'rta bo'lgan o'tkazgichlarining qizish vaqt doimiyligiga yaqin hisoblanadi. Agar sex tarmoqlari o'tkazgichlarining qizish vaqt doimiyligi 0,5 soatdan katta bo'lsa, maksimum koeffitsientining miqdori quyidagi munosabat orqali qayta hisoblanadi:

$$K_{mt} = 1 + \frac{K_m - 1}{\sqrt{2t}}$$

Bu yerda, K_m – maksimum koeffitsientining vaqt doimiyligi 0,5 soat bo'lgandagi qiymati;

K_{mt} – maksimum koeffitsientining vaqt doimiyligi t bo'lgandagi qiymati.

Ko'ndalang kesim yuzasi har xil bo'lgan o'tkazgichlar uchun qizish vaqt doimiyligi T ning miqdorlar (min.) quyidagi jadvalda keltirilgan.

4.1-jadval

O'tkazgich	Ko'ndalang kesim yuzasi, mm ²					
	35	50	70	95	120	150
Ochiq holatdagi rezina izolyatsiyali o'tkazgichlar	9 min	12	15	18	21	21
O'sha o'tkazgichlar trubada	19	23	27	32	36	40
Qog'oz izolyatsiyali kabellar	15	20	25	30	35	40

Joiz qizish bo'yicha 30 minutli maksimal yuklama hisobiy yuklama sifatida qabul qilingan. Umumiy holda maksimal o'rtacha kvadrat, o'rtacha va hisobiy yuklamalar o'rtasida quyidagi munosabat saqlanadi:

$$P_m \geq P_x \geq P_{o'rt.kv.} \geq P_{o'rt.}$$

O'zgarmas yoki deyarli o'garmas yuklamada ishlaydigan iste'molchilar uchun (ventilyatorlar, nasoslar, kompressorlarning elektr yuritgichlari):

$$P_x = P_m = P_{o'rt.kv.} = P_{o'rt.}$$

Hisobiy yuklamalarni aniqlashda quyidagi vaziyatlarga e'tibor berish kerak:

1. Sex va korxonalarning yuklamalar grafiklari vaqt o'tishi bilan texnologik jarayonni takomillashishi natijasida tekislanib boradi;

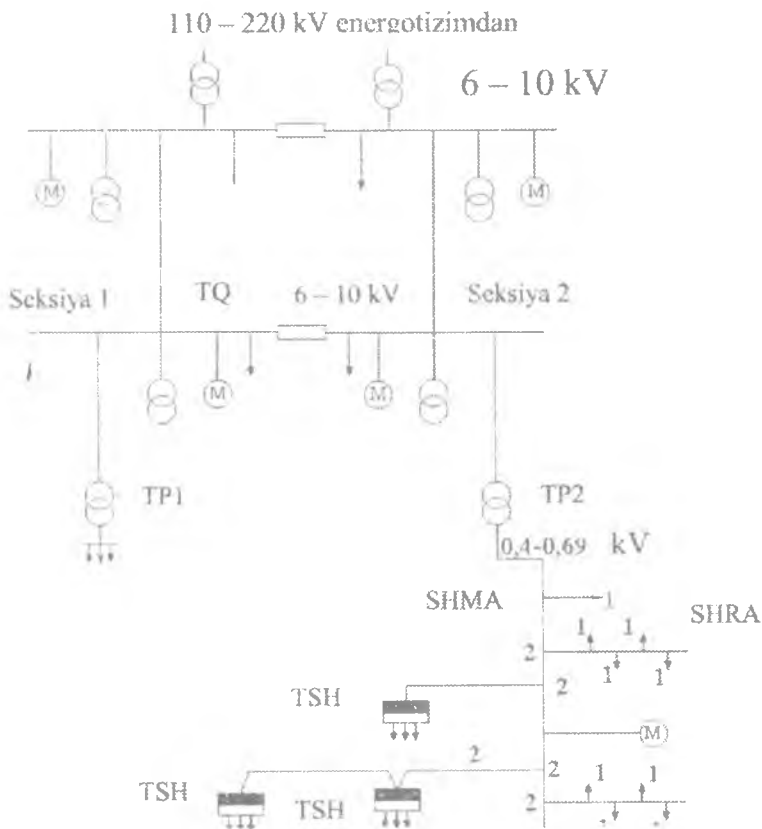
2. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalash elektr energiyasining sarfi oshishiga, ya'ni elektr yuklamalarning ortishiga olib keladi;

3. Sanoat korxonalari elektr ta'minoti tizimlarini loyihalashda ishlab chiqarishning kelajakdagi rivojlanishini, ya'ni korxona elektr yuklamasini yaqin 10 yillarda ortishini hisobga olish kerak.

Sanoat korxonasi elektr ta'minoti tizimining har xil pog'onalarida bir necha xarakterli joylar.

Sanoat korxonasi elektr ta'minoti tizimining har xil pog'onalarida bir necha xarakterli joylar (tugunlar) bo'lib, ulardagi hisobiy quvvatlarni aniqlashning o'z xususiyatlari mavjud. Rasmda korxona elektr ta'minoti umumiy sxemasining bo'lagi keltirilgan. Unda raqamlar bilan ko'rsatilgan xarakterli joylar uchun hisobiy quvvatlarni aniqlashning xususiyatlari bilan tanishib o'tamiz.

1. $S_{x/}$ – Bitta iste'molchi tomonidan hosil bo'ladigan yuklama. Uning miqdori iste'molchining nominal quvvatiga teng (takrorlanuvchi qisqa muddatda ishlovchi iste'molchining pasportidan quvvat $UD=100\%$ ga keltiriladi). Bu yuklama asosida ta'minlovchi liniyaning ko'ndalang kesimi aniqlanadi va kommutatsiya, himoya apparatlari tanlanadi.



HMA – shinali magistral alyuminli o'tkazgich

SHRA – shinali radial alyuminli o'tkazgich

TSH – tarqatuvchi shit

TQ – tarqatuvchi qurilma

4.1-rasm. Korxona elektr ta'minoti umumiy sxemasi.

2. S_{x2} – Guruh iste'molchilari hosil qiladigan yuklama. Uning hisobiy quvvatini aniqlashda yoritish qurilmalarining yuklamalarini va kompensatorlarning reaktiv quvvatlarini nazarda tutish kerak. Bu yuklama asosida iste'molchilar guruhini

energiya bilan ta'minlovchi liniyalarning ko'ndalang kesimlari aniqlanadi va kommutatsiya, himoya apparatlari tanlanadi.

3. S_{x3} – Sex transformator podstansiyasining (TP) kichik kuchlanishi (KK) tomonidagi shinalar yuklamasi. Uning qiymatini eng ko'p yuklamali smenada iste'mol qilinadigan o'rtacha quvvatga teng deb olinadi. Ushbu yuklama asosida sex podstansiyasining transformatorlari quvvatlari va soni, TP shinalarining ko'ndalang kesimlari, KK tomonidagi kommutatsiya va himoya apparatlari qabul qilinadi.

4. S_{x4} – Sex TP ning yuqori kuchlanishi (YUK) tomonidagi hisobiy yuklama. Uni hisoblashda TP ning KK tomonidagi hisobiy quvvatga transformatorlardagi quvvat nobudgarchiliklarini qo'shish kerak. Bu yuklama asosida sex TP ga keluvchi YUK liniyalarning ko'ndalang kesimlari va shu liniyalarga o'rnatiladigan kommutatsiya va himoya apparatlari qabul qilinadi.

5. S_{x5} – Bosh tarqatuvchi qurilma (BTK) shinalaridagi hisobiy yuklama. Uning qiymatini aniqlash sexlarning hisobiy quvvatlari, KK li iste'molchilarning hisobiy quvvatlari, zavod hududining yoritish yuklamalari va kompensatsiyalovchi qurilmalarining reaktiv quvvatlari asosida olib boriladi. Bu yuklama bazasida BTP dagi yig'ma shinalar va BTK ni ta'minlovchi liniyalarning ko'ndalang kesimlari aniqlanadi va kommutatsiya, himoya apparatlari qabul qilinadi.

6. S_{x6} – Bosh pasaytiruvchi podstansiyaning (BPP) shinalaridagi hisobiy yuklama. Uning qiymatini aniqlashda BPP dan ketuvchi liniyalardagi hisobiy yuklamalar asos qilib olinadi. Bu yuklama bazasida BPP ning transformatorlari quvvatlari va soni, kommutatsiya va himoya apparatlari qabul qilinadi.

7. S_{x7} – BPP ning YUK tomonidagi hisobiy yuklama. Uning qiymatini hisoblashda BPP ning KK tomonidagi hisobiy quvvat va transformatorlardagi nobudgarchiliklar asos bo'ladi. Bu yuklama bazasida BPP ga keluvchi YUK liniyalarning ko'ndalang kesimlarini aniqlanadi va kommutatsiya, himoya apparatlari qabul qilinadi.

4.2. Hisobiy yuklamani aniqlashning asosiy usullari.

1. Hisobiy yuklamani o'rnatilgan quvvat va talab koeffitsienti bo'yicha aniqlash.

Hisobiy quvvatni ushbu usulda aniqlash uchun iste'molchilar guruhining o'rnatilgan P_n quvvati, quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ va talab koeffitsienti $K_{t,a}$ ning qiymatlari ma'lum bo'lish kerak:

$$P_x = K_{t,a} \cdot P_n;$$
$$Q_x = P_x \cdot \operatorname{tg}\varphi$$
$$S_x = \sqrt{P^2 + Q^2} = \frac{P_x}{\cos\varphi}$$

Bu yerda, $K_{t,a}$ – mazkur guruh iste'molchilari uchun talab koeffitsienti (qiymati ma'lumotnomalardan olinadi); $\cos\varphi$ – guruh iste'molchilari uchun ma'lumotnomadan olinadigan quvvat koeffitsienti; $\operatorname{tg}\varphi$ ning miqdori $\cos\varphi$ ga mos keladi. Talab koeffitsienti usuli sanoat korxonalarining elektr ta'minoti yuqori pog'onalaridagi hisobiy quvvati aniqlashda foydalanadi.

Elektr ta'minoti tizimining tugunlaridagi (sexlar, korxonalar, korpuslar) hisobiy quvvat alohida iste'molchilarining hisobiy quvvatlarini yig'indisi asosida maksimumlar har xilligi koeffitsientini hisobga olgan holda aniqlanadi:

$$S_x = \sqrt{\left(\sum_1^n P_x\right)^2 + \left(\sum_1^n Q_x\right)^2} \cdot K_{mx}$$

Bu yerda, $\sum P_x$ – mavjud guruhlarining aktiv hisobiy quvvatlarini yig'indisi; $\sum Q_x$ – mavjud guruhlarining reaktiv hisobiy quvvatlarining yig'indisi; K_{mx} – guruhlar uchun maksimumlar har xilligi koeffitsienti. Uning qiymati qurilayotgan tugunning korxona elektr ta'minoti tizimdagi o'rniga bog'liq bo'lib, 0,85–1 oralig'ida bo'ladi.

Hisobiy yuklamani o'rnatilgan quvvat va talab koeffitsienti bo'yicha aniqlash taxminiy usul bo'lib, homaki hisoblashlarda va umumkorxona yuklamalarini aniqlashda ishlatilishini tavsiya etiladi.

2. Hisobiy yuklamani o'rtacha quvvat va forma koeffitsiyenti asosida aniqlash.

Mazkur usulda hisobiy va o'rtacha kvadrat yuklamalar teng deb olinadi. Bunday joizlik takrorlanuvchi qisqa rejimda ishlaydigan iste'molchilar guruh uchun hamma vaqt to'g'ridir. Ish rejimlari davomli bo'lgan, ko'p sonli va quvvatlari o'zaro kam farqlanadigan iste'molchilar guruhi uchun ham qabul qilinishi mumkin.

O'rtacha quvvat va forma koeffitsienti asosida aniqlash uchun sex shina o'tkazgichlarining, sex TP kichik kuchlanishli shinalarining, 10 kVli BTK shinalarining hisobiy yuklamalarini topishda ishlatish tavsiya etiladi. Guruh iste'molchilar uchun hisobiy yuklama quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$P_x = K_{fa} \cdot P_{o'rt.m},$$
$$Q_x = K_{fr} \cdot Q_{o'rt.m} \text{ yoki } Q_x = P_x \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$
$$S_x = \sqrt{P_x^2 + Q_x^2}$$

Bu yerda, $K_{fa} = \frac{P_{o'rt.kv.}}{P_{o'rt.}}$ bo'lib, yuklamalar grafigini vaqt

bo'yicha notekisligini ko'rsatadi. Unumdorligi barqaror sex va zavodlar uchun koeffitsientning qiymati yetarli darajada stabil bo'ladi. Loyihalash jarayonida K_{fa} koeffitsientining qiymatini o'xshash texnologiyali korxonaning tajribaviy ko'rsatgichlarini tahlil qilish natijasidan olinadi. Agar bunday tajribaviy natijalar ma'lum bo'lsa, u holda $K_{fa}=1,1-1,2$ oralig'ida olinishi mumkin. Elektr ta'minot tizimining yuqori pog'onalariga koeffitsientning kichik qiymatlari to'g'ri keladi.

Yuqorida keltirilgan formulalardagi katta yuklamali smenadagi o'rtacha quvvatlariga aniqlashda quyidagi usullardan foydalanish mumkin:

1. O'rnatilgan quvvat va ishlatilish koeffitsientiga asoslangan usul, bunda

$$P_{o'rt.m} = K_{ish.a} \cdot P_n, \quad Q_{o'rt.m} = K_{ish.r} \cdot Q_n \text{ yoki } Q_{o'rt.m} = P_{o'rt.m} \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

2. Mahsulot birligiga to'g'ri keladigan elektr energiya ning solishtirma sarfi va smenada tayyorlanadigan mahsulotlar soniga asoslangan usul.

3. Korxona maydonining yuza birligiga to'g'ri keladigan solishtirma yuklamaga asoslangan usul.

Ekspluatatsiya sharoitida o'rta quvvatlarni aktiv va reaktiv energiya hisoblagichlarining ko'rsatgichlari bo'yicha aniqlanadi.

3. Hisobiy yuklamani tartibga solingan diagrammalar usuli asosida aniqlash.

Hozirgi vaqtda sanoat korxonalarining hisobiy yuklamalarini aniqlashda ishlatiladigan asosiy usul – bu tartibga solingan diagrammalar usulidir. Usulni ishlatish uchun korxona hududida va sexda joylashgan elektr iste'molchilarining nominal ko'rsatgichlari berilgan bo'lishi kerak.

Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti tizimining hamma pog'onalarida hisobiy yuklamani o'rtacha quvvat va maksimumli koeffitsienti negizida quyidagicha aniqlanadi:

$$P_x = K_{m.a} \cdot P_{o'rt.} = K_{m.a} \cdot K_{ish.a} \cdot \sum_{i=1}^n P_{nom.i}$$

Hisobiy yuklama sifatida $T=3T_0=30$ minut vaqt oralig'i uchun hisoblangan o'rtacha yuklama qabul qilinadi. Albatta, bu interval kunlik grafikning shunday qismi uchun olinadiki, unda 30 minutli o'rtacha quvvat maksimum bo'ladi. Shuning uchun munosabatni ushbu ko'rinishda yozish maqsadga muvofiqdir:

$$P_{x(30)} = K_{m.a} K_{ish.a} \sum_{i=1}^n P_{nom.i}$$

$K_{m.a}$ – eng katta yuklamali smena uchun hisobiy yuklamani o'rtacha yuklamadan qancha kattaligini ko'rsatadi. Bu koeffitsientni qiymatini topish uchun analistik ifodalar mavjud bo'lib, ular asosida rasmda ko'rsatilgan $K_{m.o}=f(n_e)$ funksiyalar turli ishlatilish koeffitsientlari uchun ko'rilgan[A4].

Guruh iste'molchilarining hisobiy reaktiv quvvati o'rtacha reaktiv quvvat miqdori bilan belgilanadi:

Agar $n_e \leq 10$ bo'lsa, $Q_x = 1,1 \cdot Q_{o'rt}$.

$n_e > 10$ bo'lsa, $Q_x = Q_{o'rt}$.

Bu yerda, $Q_{o'rt} = P_{o'rt} \cdot \lg \varphi$ yoki $Q_{o'rt} = K_{ishr} \cdot Q_{nom}$

Hisobiy to'la quvvat: $S_x = \sqrt{P_x^2 + Q_x^2}$

Elektr iste'molchilarning effektiv soni n_e deganda, bir xil rejimda ishlovchi quvvatlari teng bo'lgan shunday iste'molchilar soni tushuniladiki, ular mavjud har xil rejimda ishlovchi va quvvatlari teng bo'lmagan iste'molchilardek hisobiy quvvat sodir qiladi. Uni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{nomi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{nomi}^2}$$

Bu yerda, $\left(\sum_{i=1}^n P_{nomi} \right)^2$ – tuguncha tegishli bo'lgan barcha iste'molchilar nominal quvvatlari yig'indisining kvadrati; $\sum_{i=1}^n P_{nomi}^2$ o'sha quvvatlarning kvadratlarini yig'indisi.

Kam sonli elektr iste'molchilari uchun n_e ni aniqlashda quyidagi sodalashtirilgan munosabatlarni ishlatish mumkin:

1) Agar $n \geq 4$ va $m = \frac{P_{max}}{P_{min}} \leq 3$ bo'lsa $n = n_e$

Bu yerda, P_{max}, P_{min} – guruhga tegishli iste'molchilarning eng kattasi va kichikning nominal quvvatlari

2) Agar $m > 3$ va $K_{isha} \geq 0,2$ bo'lsa,

$$n_e = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{nomi}}{3 P_{nom.max}}$$

Bu yerda, $P_{nom.max}$ – guruhdagi eng katta iste'molchining nominal quvvati.

3) Bir fazali elektr iste'molchilari guruhi uchun

$$n_e = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{nomi}}{3 P_{nom.max}}$$

Bu yerda, $\sum_{i=1}^n P_{nomi}$ – bir fazali elektr iste'molchilarning nominal quvvatlarini yig'indisi; $P_{nom.max}$ – shu iste'molchilarining eng kattasining nominal quvvati.

Kam sonli elektr iste'molchilar uchun hisobiy yuklamalarni aniqlashda quyidagi soddalashtirilgan usullarda bajariladi:

a) Agar $n \leq 3$ bo'lsa,

$$P_x = \sum_{i=1}^n P_{nomi}; \quad Q_x = \sum_{i=1}^3 q_{nomi} = \sum_{i=1}^3 P_{nomi} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i$$

Iste'molchining quvvat koeffitsientining qiymati noma'lum bo'lsa, davomli rejimda yuritgichlar uchun $\cos \varphi = 0,8$, qisqa takrorlanuvchi rejimli elektr yuritgichlar uchun $\cos \varphi = 0,7$ olinadi.

b) Agar $n > 3$ va $n_e < 4$ bo'lsa,

$$P_x = \sum_{i=1}^n P_{nomi} K_{yuk.a};$$

$$Q_x = \sum_{i=1}^n q_{nomi} K_{yuk.r} = \sum_{i=1}^n P_{nomi} \operatorname{tg} \varphi_i K_{yuk.r}$$

Koeffitsientlarning ko'rsatgichlari noma'lum bo'lsa, davomli rejimdagi iste'molchilar uchun $K_{yuk.a} = 0,9$; $\cos \varphi = 0,8$, takrorlanuvchi qisqa rejimdagi iste'molchilar uchun mos ravishda $0,75$ va $0,7$ olinishi mumkin.

v) O'zgarmas yuklamali iste'molchilar uchun:

$$P_x = P_{o'rt.}, \quad Q_x = Q_{o'rt.}, \quad P_{o'rt.} = K_{ish.a} P_{nom}$$

Sinxron yuritgichlarning hisobiy reaktiv yuklamasini o'rtachaga teng deb olinadi, ya'ni $Q_{o'rt.} = K_{ish.r} Q_{nom}$, kondensator batareyalar uchun:

$$Q_{o'rt.} = Q_{nom} \left(\frac{U_{haq.}}{U_{nom}} \right)$$

Bu yerda, $U_{haq.}$ – kondensator qutblaridagi haqiqiy kuchlanishning miqdori. 1000 Voltgacha bo'lgan elektr ta'minoti tizimi tugunlaridagi (kuch shkaflari, shina o'tkazgichlari, radial va magistral liniyalar) hisobiy yuklamalarni aniqlashda quyidagi usul tavsiya etiladi:

1) Elektr ta'minoti tizimining tugunida har xil rejimda ishlovchi va o'zgaruvchi grafikli iste'molchilar guruhlar mavjud bo'lsa, hisobiy quvvat:

$$P_{XT} = K_a \sum_1^n P_{o'rt.i}$$

$$\text{Agar } n_e \leq 10 \text{ bo'lsa, } Q_{XT} = 1,1 \sum_1^n Q_{o'rt.}$$

$$n_e > 10 \text{ bo'lsa, } Q_{XT} = \sum_1^n Q_{o'rt.}$$

Tugun uchun to'la hisobiy quvvat va ishlatilish koeffitsientining o'rtacha muallaq qiymati mos ravishda quyidagicha aniqlanadi:

$$S_{XT} = \sqrt{P_{XT}^2 + Q_{XT}^2}$$

$$K_{ishlat} = \frac{\sum_1^n P_{o'rt.i}}{\sum_1^n P_{Hnomi}}$$

Bu yerda, P_{xt} , Q_{xt} , S_{xt} – tugun uchun hisobiy aktiv, reaktiv va to'la quvvatlar, $P_{o'rt.i}$, $Q_{o'rt.i}$ – tugundagi i guruh iste'molchilarining eng yuklamali smena uchun o'rtacha aktiv, reaktiv quvvatlari; n – tugundagi iste'molchilar guruhlarining soni; n_e – tugundagi barcha iste'molchilarning effektiv soni, K_{ma}

– yuklamalar maksimum koeffitsienti bo‘lib, uning qiymatini rasmda ko‘rsatilgan xarakteristikalaridan P va K_{ishat} asosida aniqlanadi; $P_{nom,i}$ – i guruh iste‘molchilari nominal quvvatlarining yig‘indisi.

2) Agar ta‘minot tugunida o‘zgarmas yuklamali grafik bilan ishlovchi iste‘molchilar guruhlar mavjud bo‘lsa,

$$P_{XT} = K_{ma} \sum_1^n P_{o'rt,i} + \sum_1^m P_{o'rt,i}$$

$$n_e \leq 10 \text{ bo'lsa, } Q_{XT} = 1.1 \sum_1^n Q_{o'rt,i} + \sum_1^m Q_{o'rt,j}$$

$$n_e > 10 \text{ bo'lsa, } Q_{XT} = \sum_1^n Q_{o'rt,i} + \sum_1^m Q_{o'rt,j}$$

Bu yerda, m – o‘zgarmas yuklamali grafikga ega bo‘lgan guruhlar soni.

$$K_{ma} \sum_1^n P_{o'rt,i}, \quad 1.1 \sum_1^n Q_{o'rt,i}, \quad \sum_1^n Q_{o'rt,i}$$

O‘zgaruvchan grafikli iste‘molchilar guruhlarining hisobiy aktiv va reaktiv yuklamalari:

$$\sum_1^m P_{o'rt,tj}, \quad \sum_1^m Q_{o'rt,tj}$$

kam o‘zgaruvchi grafikli istemolchilar guruhlarining o‘rtacha aktiv va reaktiv yuklamalari.

3) Elektr ta‘minoti tizimi tugunida uch fazali va bir fazali o‘zgaruvchan grafikli va o‘zgarmas grafikli iste‘molchilar guruhlar mavjud bo‘lsa,

$$P_{XT} = K_{ma} \left(\sum_1^{n_1} P_{o'rt,i} + \sum_1^{n_2} P_{o'rt,j} \right) + \sum_1^{m_1} P_{o'rt,k} + \sum_1^{m_2} P_{o'rt,l}$$

Bu yerda, n_1 – uch fazali o‘zgaruvchan grafikli guruhlar soni;

n_2 – bir fazali o‘zgaruvchan grafikli guruhlar soni;

m_1 – uch fazali kam o‘zgaruvchan grafikli guruhlar soni;

m_2 – bir fazali kam o‘zgaruvchan grafikli guruhlar soni.

4) 1000 Volt dan yuqori bo'lgan elektr ta'minoti tizimining tuguni uchun hisobiy yuklama aniqlanganda sex transformatorlaridagi nobudgarchiliklarni ham hisobga olish zarur bo'ladi. Bu nobudgarchiliklar qiymatlarini, grafiklar yoki quvvati 1000 kVt dan oshmaydigan transformatorlar uchun, quyidagi munosabatlar orqali aniqlash mumkin:

$$\Delta P_t = (0,02 \div 0,025) S_t$$

$$\Delta Q_t = (0,105 \div 0,125) S_t$$

Bu yerda, ΔP_t , ΔQ_t – transformatoridagi aktiv, reaktiv quvvatlar nobudgarchiliklar.

Tartibga solingan diagrammalar usulini qo'llash tartibi.

Hisobiy yuklamani mazkur usul bilan aniqlanganda quyidagicha tartibga rioya qilinadi:

1) 1000 Voltgacha va undan yuqori bo'lgan o'zgaruvchan grafikli iste'molchilar uchun:

a) o'rnatilgan iste'molchilarning umumiy soni aniqlanadi;

b) tugunga taalluqli bo'lgan iste'molchilarning nominal quvvatlari va o'rtacha yuklamalarning yig'indilari topiladi;

v) eng katta iste'molchining nominal quvvati topiladi va tahlil qilinayotgan guruhlarining aktiv yuklama bo'yicha o'rtacha ishlatilish koeffitsienti aniqlanadi;

g) n_e va K_{ma} lar aniqlanib, P_x va Q_x topiladi.

2) Elektr ta'minoti tugunida o'zgarmas yuklamali grafikda ishlovchi guruh iste'molchilari mavjud bo'lgan taqdirda, ularning soni, nominal va o'rtacha quvvatlari aniqlanadi.

3) Ko'rilayotgan tugun uchun kuchlanishi 1000 Voltgacha iste'molchilarning umumiy miqdori nominal quvvatlari, o'rtacha va hisobiy yuklamalari bo'yicha umumiy natijalar olinadi.

4) Tugunga taalluqli yoritish qurilmalarining umumiy o'rnatilgan quvvatlari, o'rtacha va hisobiy yuklamalari topiladi.

5) Agar ko'rilayotgan tugunda kompensatsiyalovchi uskunalar mavjud bo'lsa, ularning umumiy nominal quvvatlari, o'rtacha va hisobiy yuklamalari aniqlanadi.

6) Tugunga tegishli bo'lgan barcha ishchi transformatoridagi

aktiv va reaktiv quvvatlar nobudgarchiliklarning yig'indilari topiladi.

7) Elektr ta'minotining ko'rilayotgan tuguni bo'yicha 1000 Voltdan yuqori bo'lgan iste'molchilarning soni, nominal quvvati, o'rtacha va hisobiy yuklamalari bo'yicha umumiy natijalar aniqlanadi.

Tanishib chiqilgan hisobiy yuklamaning aniqlash uchun usuli bo'yicha quyidagi xulosalar qilish mumkin:

a) Tartibiga solingan diagrammalar usuli universal bo'lib, uni har turli uch fazali va bir fazali, har xil ish rejimli (davomli, takrorlanuvchi qisqa muddatli va qisqa muddatli) iste'molchilarning hisobiy yuklamalarini aniqlashda ishlatish mumkin;

b) Har xil guruh iste'molchilari uchun ishlatilish koeffitsientining qiymati o'zgaras bo'lib, guruhdagi iste'molchilari soniga bog'liq emas, bu esa guruh iste'molchilarining o'rtacha yuklamasini ishonchli qiymatini aniqlash imkoniyatini beradi:

v) Biror agregatning ish rejimini o'zgarishini inobatga olish uchun uning ishlatilish koeffitsienti qiymatini o'zgartiladi;

g) Hisoblab topilgan o'rtacha yuklama qiymatini ekspluatatsiya jarayonida olingan ko'rsatgichlar bilan solishtirish imkoniyati mavjud;

d) Elektr ta'minoti tizimidagi hisobiy yuklamani o'rtacha quvvat va maksimum koeffitsienti asosida aniqlashda ehtimollar nazariyasining asosiy ko'rsatmalaridan foydalanilgan.

Elektr energiya sarfini hisoblash usullari.

1. Agar korxona, sex uchun bir yilda ishlab chiqarilgan mahsulot birligi uchun solishtirma elektr energiya sarfi natural ko'rinishda ma'lum bo'lsa, ($t, m, m^3 \times k.z.$) yillik aktiv energiya sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$E_{yl} = E_{solish} \cdot M$$

M – yillik mahsulot hajmi.

2. Agarda solishtirma energiya sarfi bo'lmasa, ammo

smenaning nisbiy yuklanishi haqida ma'lumot bo'lsa, yillik aktiv energiya sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$E_{\text{yil}} = P_{\text{o'rt.}} (T_1 + \beta_2 T_2 + \beta_3 T_3 + \beta_4 T_4) C_1 C_2$$

Bu yerda, T_1, T_2, T_3, T_4 – birinchi 2, 3 va 4 smenalardagi ish soatlari yoki ayrim smenalarning bir yillik ish vaqti fondi.

$\beta_2, \beta_3, \beta_4$ – kam yuklangan 2, 3 va 4 – smenalarning yuklanish darajasini hisobga oladigan koeffitsientlar bo'lib, ayrim smenalardagi quvvat maksimumini eng ko'p yuklangan birinchi smenadagi quvvat maksimumiga nisbati:

$$\beta_2 = \frac{P_{m2}}{P_{m1}}; \beta_3 = \frac{P_{m3}}{P_{m1}}; \beta_4 = \frac{P_{m4}}{P_{m1}};$$

$C_1 = 1 \div 1,05$ – yakshanba va bayram kunlarida ishlashni hisobga olib boradigan koeffitsient.

$C_2 = 0,8 \div 0,9$ – bir oy davomida quvvat o'zgarishini hisobga oladigan koeffitsient.

3. Bundan tashqari, yillik aktiv quvvat sarfi quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$E_{\text{yu}} = K_{\text{ish.}} P_{\text{nom}} T_{\text{yil}} \alpha = P_{\text{o'rt. yil}} T_{\text{yil}} \alpha$$

T_{yil} – korxona yoki sexning bir yillik ish fondi (haqiqiy ish soati);

P_{nom} – elektr iste'molchilarini quvvati;

$P_{\text{o'rt. yil}}$ – o'rtacha quvvat;

α – texnologik ma'lumotlar asosida energiya iste'molini smenalar bo'yicha aniqlovchi yillik koeffitsient.

α – koeffitsienti ayrim smenalarini tekis yuklanmasligini, yuklanishni mavsumiy tebranishini, hamda ishlab chiqarishni doimiy emasligini, yakshanba va bayram kunlari ishlashini hisobga oladi.

$$\alpha = \frac{E_{\text{yil}}}{P_{\text{o'rt.}} T_{\text{yil}}}$$

4. Loyiha ishini bajarish arafasida yillik elektr energiya sarfini taxminan quyidagicha aniqlash mumkin:

$$E_{yil} = P_m T_m$$

Bu yerda, T_m – yuklama maksimumlarini bir yilda qabul qilinish vaqti;

P_m – aktiv maksimal quvvat.

5. Yoritish qurilmalari uchun aktiv energiyani yillik sarfi:

$$E_{yil} = K_{t,yo} \cdot P_{nom,yo} \cdot T_{m,yo}$$

Bu yerda, $K_{t,yo}$ – yoritish kurulumlarining talab koeffitsienti;

$P_{nom,yo}$ – yoritish kurulumlarining nominal quvvatlari yig'indisi;

$T_{m,yo}$ – yoritish yuklamasi uchun quvvat maksimumini bir yildagi ishlatish vaqti.

6. Reaktiv energiyani bir yildagi sarfi quyidagi ifodalar bo'yicha aniqlanadi:

$$E_r = Q_m T_{m,r}; \quad E_r = E_a \operatorname{tg} \varphi_2$$

$$E_r = Q_{o'rt.} (T_1 + \beta_2 T_2 + \beta_3 T_3 + \beta_4 T_4) C_1 C_2$$

Bu yerda, $Q_{o'rt.}$ – eng og'ir yuklangan smena uchun o'rta reaktiv quvvat;

Q_m – maksimal reaktiv quvvat;

$\operatorname{tg} \varphi_2$ – quvvat koeffitsientini bir yil davomidagi o'rtacha qiymati bo'yicha aniqlanadi;

$T_{m,r}$ – reaktiv energiya maksimumini bir yilda ishlatilish soati.

4.3. Hisobiy yuklamani aniqlashning yordamchi usullari.

1. Mahsulot birligiga to'g'ri keladigan elektr energiyasining solishtirma sarfiga asoslangan usul.

Yuklamalar grafiklari davomli o'zgarmas yoki juda kam o'zgaradigan elektr iste'molchilar uchun smenaga taaluqli

bo'lgan o'rtacha quvvatni hisobiy yuklagan sifatida qabul qilinadi. Bular turkumiga ventilyatorlar, nasoslar, kompressorlarning elektr yuritmalari, elektroliz vannalarining to'g'irlagich agregatlari qarshilik pechlari, kimyo va qog'oz sanoatidagi ko'plab iste'molchilar kiradi. Bunday iste'molchilarning hisobiy yuklamalarini mahsulot birligiga to'g'ri keladigan elektr energiyasining solishtirma sarfi orqali topish maqsadga muvofiqdir:

$$P_k = \frac{N_{s.m} \cdot E_{a.s.}}{T_{s.m}}$$

Bu yerda, $E_{a.s.}$ – elektr energiyasining mahsulot birligiga to'g'ri keladigan solishtirma sarfi, kVt·soat; $N_{s.m}$ – smenada tayyorlanadigan mahsulotlar soni; $T_{s.m}$ – eng katta yuklamali smena davomiyligi, soat. Mahsulot birligiga to'g'ri keladigan elektr energiyasining miqdori mavjud korxonalardagi elektr sarf ko'rsatgichlarini tahlil qilish natijasidagi aniqlanadi. Quyidagi jadvalda korxonalarning ba'zi mahsulotlari uchun belgilangan elektr energiyasining o'rtacha me'yorlari keltirilgan.

4.2-jadval

Mahsulot	O'lchov birligi	Sarfning o'rtacha solishtirma me'yori
Cho'yan	kVt·s/T	9,7
Elektrotexnik po'lati		677,2
Marten po'lat		11,9
Qora metall prokati		102,5
Po'lat trubalar		133,3
Siqilgan havo	kVt s/ming m ³	80
Temir madan qazib chiqarish	kVt s/T	56,5
Margens madan qazib chiqarish		90,2

Neftni qayta ishlash	kVt·s/T	29,5
Gazni qayta ishlash	kVt·s/ming m ³	15,8
Arralangan yog'och	kVt·s/ming m ³	19
Sement	kVt·s/T	106
Temir beton	kVt·s/m ³	28,1
konstruksiyalari	kVt·s/T	600,5
Asbit		
Paxta ipli gazlama		1100
Junli gazlama	kVt·s/ming m ³	2390
Shoyi gazlama		1210

Agar ayrim texnologik agregatlar bo'yicha elektr energiyasining solishtirma sarfi $E_{a.si}$ ma'lum bo'lsa, u holda hisobiy yuklama ushbu munosabatlar orqali aniqlanishi mumkin:

$$\text{Sex uchun } P_{x,i} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{a,i} \cdot N_{y,i}}{T_{m,x}} + P_{x,uz}$$

$$\text{Zavod uchun } P_{z,i} = \left(\sum_{i=1}^m P_{x,i} + P_{x,uz} \right) \cdot K_{m,x}$$

Bu yerda, $E_{a.si} \cdot N_{y,i}$ – ayrim agregat uchun elektr energiyasining yillik sarfi; $P_{x.us}$, $P_{x.uz}$ – eng ko'p yuklangan smena uchun umumsex va umumzavod iste'molchilarining hisobiy quvvatlari; $T_{m,s}$ – sex aktiv yuklamasi maksimumining soatlar soni (ma'lumotnomalardan olinadi); n – sexdagi agregatlar soni; m – zavod sexlarining soni; $K_{m,x}$ – maksimumlarning har xillik koeffitsienti.

Elektr energiyani solishtirma sarfi usulini sanoat korxonasining ishlab chiqaradigan yillik mahsulotining miqdori ma'lum bo'lganda dastlabki hisoblashda ishlatish mumkin. Bu usulning afzalligi shundan iboratki, hisobiy yuklama aniqlanayotganda elektr iste'molchilarning nominal quvvatlarini bilishning zaruriyati yo'q.

2. Hisobiy yuklamani korxona maydonining yuza birligiga to'g'ri keladigan solishtirma yuklama asosida aniqlash.

Iste'molchilar guruhi uchun hisobiy yuklama solishtirma quvvat bo'yicha quyidagicha aniqlanadi:

$$P_x = P_o \cdot F$$

Bu yerda, F – guruh iste'molchilari joylashgan maydon yuzasi, m^2 ; P_o – ishlab chiqarish maydonining $1 m^2$ ga to'g'ri keladigan solishtirma hisobiy quvvat, kVt/m^2 .

Quyidagi jadval turli sanoat tarmoqlarining ishlab chiqarish binolarida $1m^2$ ga to'g'ri keladigan yuklamalarning taxminiyl solishtirma zichligi ko'rsatilgan.

4.3-jadval

Ishlab chiqarish binolari	$P_o, Vt/m^2$
Quyuvchi va erituvchi sexlar	230÷370
Mexanika va yig'uv sexlari	200÷300
Elektr payvandlash va termik sexlar	300÷600
Shtampovkalovchi va frezorlash sexlari	150÷300
Metal konstruksiya sexlari	350÷390
Instrumetal sexlar	50÷100
Plastmass zavodining presslovchi sexi	100÷200
Tog'-shaxta qurilmalari zavodi	400÷420
Kransozlik zavodi	330÷350
Neft apparatlari zavodi	220÷270
Presslash sexlari	277÷300

Hisobiy quvvatni yuza birligiga to'g'ri keladigan solishtirma yuklama asosida hisoblash usulini kichik va o'rta mashinasozlik zavodlari sexlarining universal tarmoqlari uchun foydalanish tavsiya etiladi. Bunday sexlarda ko'p miqdordagi kichik quvvatli iste'molchilar ishlab chiqarish maydonlarida deyarli tekis taqsimlanadilar. Universal tarmoqlar texnologik jarayonlarni

o'zgarishi va qurilmalarning joylarini almashtirish talablariga javob beradi. Universal tarmoqlar magistral shina o'tkazgichlar asosida bajariladi va ularning hisobiy yuklamalari yuqorida keltirilgan formula asosida, muayyan iste'molchilarning quvvatlarini hisobga olmagan holda aniqlanadi.

Nazorat savollari:

1. Hisobiy yuklama deganda nimani tushinasiz?
2. P_n , P_m , P_x , $P_{o'rt.kv}$, $P_{o'rt}$ – yuklamalar orasida munosabatni ko'rsating?
3. Elektr ta'minot sxemasida elektr yuklamani aniqlash harakati joylarini aytib bering?
4. Hisobiy yuklamani nima maqsadda aniqlanadi?
5. Hisobiy yuklama deganda nimani tushinasiz?
6. P_n , P_m , P_x , $P_{o'rt.kv}$, $P_{o'rt}$ – yuklamalar orasida munosabatni ko'rsating?
7. Elektr ta'minot sxemasida elektr yuklamani aniqlash harakati joylarini aytib bering?
8. Hisobiy yuklamani nima maqsadda aniqlanadi?
9. Hisobiy yuklama talab koeffitsienti asosida qanday formula asosida aniqlanadi?
10. Maksimumlar har xilligi koeffitsienti nima maqsadda qo'llaniladi?
11. Hisobiy yuklama forma koeffitsienti asosida qanday formula asosida aniqlanadi?
12. Iste'molchilarni effektiv soni deganda nima tushiniladi?
13. Hisobiy yuklama o'zgarmas yuklama iste'molchilar uchun qanday aniqlanadi?
14. Tartibga solingan diagrammalar usulida qaysi tartibda hisobiy yuklama aniqlanadi?
15. Elektr energiya sarfini aniqlash usullari?

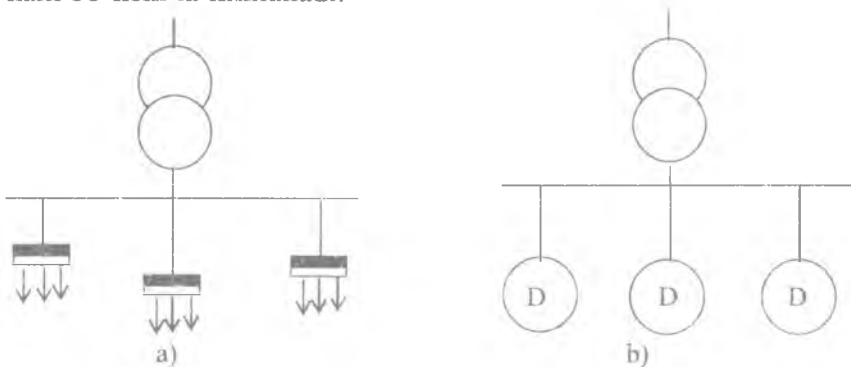
5-BOB. KUCHLANISHI 1000 V GACHA BO'LGAN SEX TARMOQLARINING SXEMALARI

5.1. Sex tarmoqlarida qo'llaniladigan sxemalarning xususiyatlari.

Iste'molchilarni elektr ta'minlash sxemalarini tanlash ayrim iste'molchilarning quvvatiga, soniga, joylanish tartibiga, manbaning ishonchlilik darajasiga va boshqa faktorlarga bog'liq.

Elektr tarmog'ini to'g'ri tanlangan sxemasi iste'molchilarni elektr energiya bilan ishonchli ta'minlashni, ishlatilishda qulay va ko'rinarli bo'lishni, tez va soz montaj usullarini amalga oshirishga imkon beradi.

Bunda uni ko'rish uchun ketadigan o'tkazuvchi materiallarning mablag' sarfi va elektr energiyani isrofni eng kam bo'lishi ta'minlanadi.



5.1-rasm. a) Taqsimlash punkt (TP), b) dvigatellarni elektr ta'minoti.

Sex elektr tarmoqlari radial, magistral va aralash qilib ko'riladi.

Birinci sxema sex nimstansiyasining taqsimlash punktidan (TP), sexning turli joylarida joylashgan, mayda guruhdagi dvigatellarni elektr energiya bilan ta'minlashda ishlatiladi.

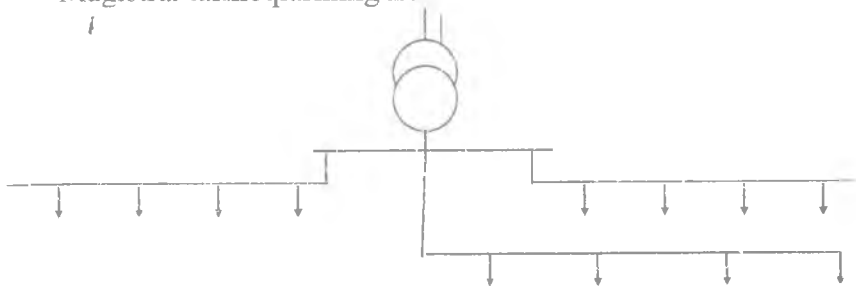
Yuqori quvvatli iste'molchilarni (nasos dvigatellarini, kompressorlarni, yirik presslarni va boshqalar) elektr energiya bilan ta'minlash ikkinchi sxema bo'yicha amalga oshiriladi.

Magistral tarmoqlar

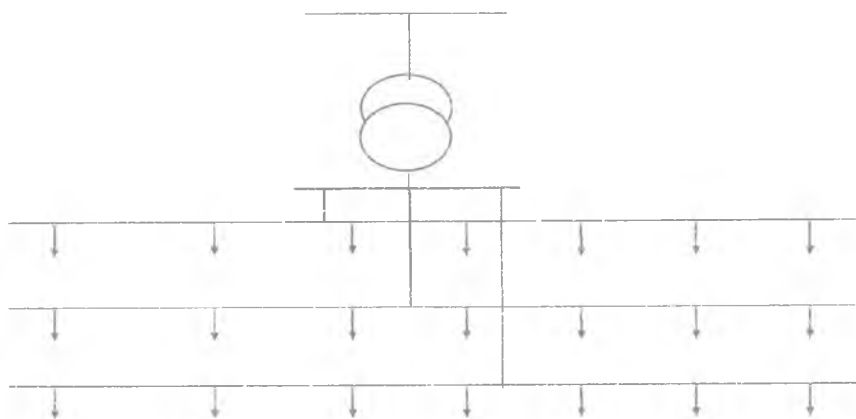
Magistral sxemalar quyidagi xususiyatlarga ega:

1. Magistral sxemaning ishonchliligi radial sxemaga nisbatan bir muncha kam;
2. Magistral sxemani tan narxi radial sxemaga nisbatan arzon;
3. Magistral tarmoqlarni tez montaj qilish imkoniyati bor;
4. Magistral tarmoqlarda kuchlanish va quvvat isroflari kichik, ammo qisqa tutashuv toki katta bo'ladi.

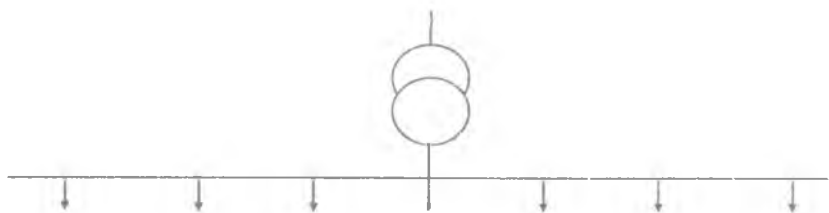
Magistral tarmoqlarining ko'rinishlari:



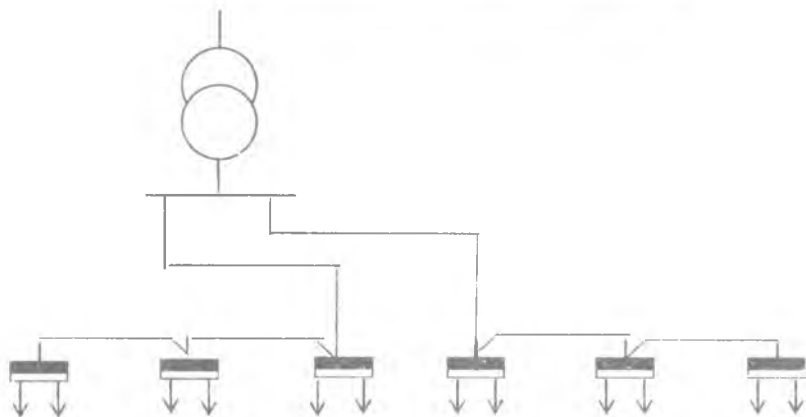
5.2-rasm. Sim yoki kabel bilan bajarilgan magistral sxema.



5.3-rasm. Shinali yig'malar bilan bajarilgan magistral sxema.



5.4-rasm. Blok-transformatorli magistral sxema.



5.5-rasm. «Zanjirli» magistral sxema.

Magistral sxemalarda nimstansiyalarda taqsimlovchi shitlarni o'rnatilishi talab qilinmaydi, o'tkazgich materiallarga sarf kamayadi, natijada sex elektr tarmoqlari qurilmalari arzonlashadi va soddalashadi.



5.6-rasm. Aralash sxema.

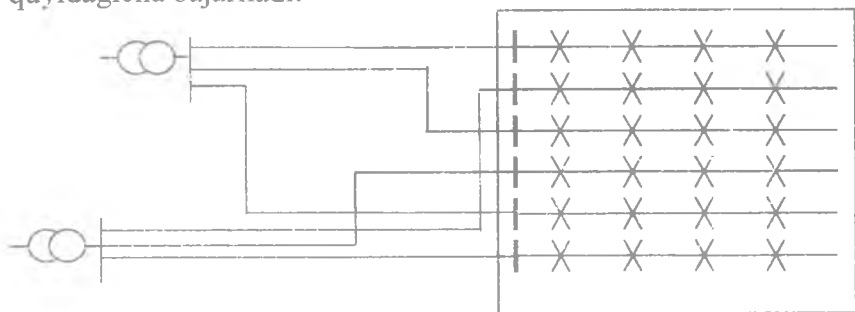
Shina o'tkazgich yordamida bajarilgan magistral sxemalarda, texnologik qurilmalarni o'rnini o'zgartirilishi, elektr tarmoqlarni qayta o'zgarishiga sabab bo'lmaydi.

Magistral tarmoqlarni ishdan chiqishi shu tarmoqqa ulangan barcha iste'molchilarni uzib qo'yilishiga sabab bo'ladi, bu esa magistral tarmoqning kamchiligi hisoblanadi va elektr ta'minotining ishonchligini pasaytiradi.

Radial va magistral tarmoqlarning xususiyatlarini hisobga olgan holda, ishlab chiqarishni xususiyatiga ko'ra, atrof-muhit va sharoitga ko'ra, aralash elektr ta'minlash sxemalari qo'llaniladi:

- 1-asosiy magistral;
- 2-ikkilamchi magistral;
- 3-iste'molchilar.

Konstruktiv qurilishiga ko'ra sex elektr tarmoqlari quyidagicha bajariladi:



5.7-rasm. Sex elektr tarmoqlari.

- a) Komplekt shina o'tkazgichli;
 - b) Kabel konstruksiyali, ariqchali, lotok va kutuchalardagi kabelli hamda himoyalangan o'tkazgichli;
 - v) Ourilish elementlariga o'rnatilgan kabelli va himoyalangan o'tkazgichli;
 - g) Trubalarda o'tkazilgan kabelli va himoyalangan o'tkazgichli;
 - d) Trolleyali tarmoqlar.
- Elektr tarmoqlarni o'rnatilishi atrof-muhit sharoitiga qarab.

texnologik qurilmalarini joylanishi, hamda binoni qurilish xususiyatiga qarab tanlanadi.

5.2. Yoritish qurilmalarini elektr tarmoqlari.

Sanoat korxonalarida yoritishni ikki turi bo'ladi:

1. Ish joylarini, hovli sathini yetarli darajada yoritish uchun – ishchi yoritish;
2. Ishchi yoritish o'chganda minimal yoritishni ta'minlovchi – favqulotda yoritish.

Ishchi yoritish quyidagilarga bo'linadi:

- umumiy yoritish sistemasi;
- joylardagi yoritish sistemasi;
- aralash yoritish sistemasi.

Joylardagi yoritishni xususiyati shundan iboratki, o'tkazgich, yoritgich va boshqa elementlar ishlovchiga yaqin joylashgan bo'lib, yoritish qurilmasi elementlariga tegib ketish ehtimolini keltirib chiqaradi, natijada joylardagi yoritishda xavfsizlik masalasi muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Joylardagi yoritishda yoritgichlarni kuchlanishi 36 V dan oshmaydi. Alohida noqulay sharoitlarda 12 V dan ko'p bo'lmaydi. Bunday yoritgichlar maxsus transformatorlar yordamida elektr bilan ta'minlanadi.

Favqulotda yoritishda mustaqil energiya manbasi talab qilinadi, ya'ni:

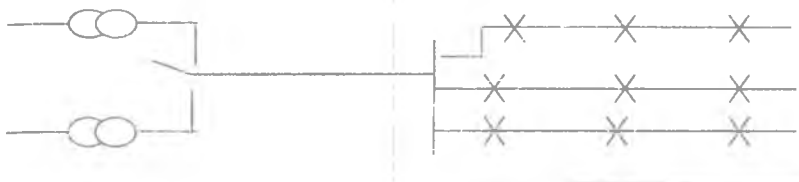
1. Akkumulyator batareyasi;
2. Ishchi yoritish manbasiga bog'liq bo'lmagan manbaga ulangan transformator;
3. Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan fabrika-zavod elektr stansiyalarini yordamchi generatorlari, ko'chma elektrostansiya generatorlari.

Yoritgichlar shunday yoritish guruhlariga bo'linadiki, bunda birorta guruhi o'chganda qolgan guruhlar pasaytirilgan jadallik bo'yicha bo'lsa, ishchilarini ishlash imkoniyatini yaratadi.

Bu sxemada ikkita transformatorga ulangan tarqatish

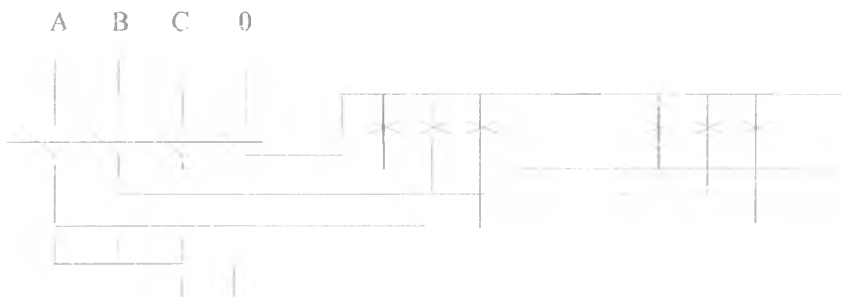
magistrallari o'zaro almashtirib joylashtirilgan bo'lib, bunda bitta transformatorni uzilishi sexdagi ishni to'xtashiga sabab bo'lmaydi.

Sex yoritish tarmog'ini manbaga ulashni bir transformatoridan ikkinchi transformatorga qayta ulash sxemasi.



5.8-rasm. Sex yoritish tarmoqlarini ikki transformator yordamida ulash sxemasi.

Bu sxema ham yuqori ishonchlilikini ta'minlaydi.



5.9-rasm. Yoritishni o'zgaruvchan tokdan o'zgarmas tokka qayta ulash sxemasi.

Ulashni bu sistemasi elektr stansiyalarda va ninistansiyalarda, sanoat korxonalarda va energosistemalarda favqulotda yoritish sistemasi sifatida ishlatiladi. Bunda favqulotda yoritish tarmog'ining nolinchisi yerga ulanmagan bo'lish kerak, chunki favqulotda yoritishni akkumulyator batareyasiga qayta ulanganda uning qutblaridan biri yerga ulanib qolishi mumkin.

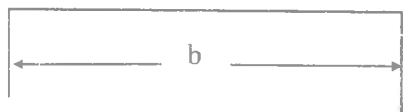
Yoritish qurilmalari elektr tarmoqlarini hisobi.

Yoritish tarmoqlarida $\cos\varphi=1$ bo'lishi ularni hisobini soddalashtiradi. Yoritish tarmoqlarida simlarni ko'ndalang

kesimi, kuchlanishni mumkin bo'lgan yo'qolishini hisobga olgan holda, hamda qizishga qayta tekshirish o'tkazish bilan aniqlanadi.

Uch fazali magistral tarmoqlardagi simlarni ko'ndalang kesimi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$U_1 \quad U_2$$



$$\Delta U = U_1 - U_2$$

$$S = \frac{\sqrt{3} I_n l}{\Delta U \gamma}$$

bu yerda, I_n – yuklanish toki;

L – magistral tarmoqni uzunligi;

ΔU – qo'yilishi mumkin bo'lgan kuchlanish yo'qolishi;

γ – o'tkazgichning solishtirma o'tkazuvchanligi, $\text{km/mm}^2 \cdot \text{Om}$.

Ikki simli tarqatish tarmoqlari uchun hisob quyidagi ifoda yordamida olib boriladi:

$$I_1 \quad I_2 \quad I_3 \quad \dots \quad I_n$$



$$S = \frac{2}{\Delta U \gamma} \sum l = \frac{2}{\Delta U \gamma} (I_1 l_1 + I_2 l_2 + \dots + I_m l_m)$$

Hisobni osonlashtirish uchun quyidagi ifodadan foydalanish mumkin:

$$S = \frac{M}{CAU}$$

Bu yerda, M – yuklanish momenti, $kVt.m$;

S – o'tkazgichlar materiallarini, kuchlanishni ta'minlash sxemasini hisobga oladigan koeffitsient (jadvaldan olinadi);

ΔU – hisoblanayotgan bo'limdagi kuchlanish yo'qolishining yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan qiymati (% larda).

Sex tarmoqlarining himoyasi.

Tok bo'yicha normal bo'lmagan holatlar o'tkazgichlar va kabellarning sim tomirida ruhsat etilgan harorati oshib ketishiga olib keladi. Normal bo'lmagan rejimlar quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) Yuklamaning ortishi natijasida tokning oshishi;
- 2) Elektr qurilmalarining ishga tushish vaqtida tokning oshishi;
- 3) Qisqa tutashuv (vaqtda) natijasida tokning oshishi.

Normal bo'lmagan holatlarning turiga qarab dvigatellar uchun quyidagi himoyalarning turlarini qo'llaniladi:

- 1) Yuklamani ortishidan – bog'liqli xarakteristikali issiqlik yoki maksimal rele;
- 2) Qisqa tutashuvdan – eriydigan saqlagichlar yoki oniy harakatga keluvchi releli avtomatlar;
- 3) Tarmoqning nominal kuchlanishini pasayishidan – magnit puskatel yoki kontaktorlarning ushlab turuvchi g'altaklari orqali.

Yuklamalarni ortishidan himoya uchun qo'llaniladigan issiqlik relesi, tokning o'tishi natijasida o'tkazgichning qizishi prinsipi bo'yicha tayyorlanadi va u quyidagi hodisalarning birini keltirib chiqaradi:

- 1) Bimetall plastinkaning deformatsiyasini;
- 2) Metall plastinkani chiziqli uzayishiga;
- 3) Yengil eriydigan metallning erishi.

Saqlagichlar yordamidagi himoya.

Saqlagichlar elektr moslamalarni qisqa tutashuv toklaridan himoya qilish uchun qo'llaniladi. Yuklamani ortishidan

himoyalash, faqat shunday holatda mavjudki, bunda moslamaning himoyalangan elementlari eriydigan qo'shimchaning nominal tokidan taxminan 25% katta o'tkazuvchanlik qobiliyat zahirada bo'lganda qo'lash mumkin.

Kuchlanishi 1000V gacha ko'p uchraydigan saqlagichlar, bular:

- 1) PR-2 – ajratiladigan saqlagich.
- 2) NPN – yig'ilmaydigan to'qiluvchan saqlagich.
- 3) PND-2 – yig'ma to'kiluvchan saqlagich. Saqlagichlarning nominal toklar shkalasi 15 dan 1000 A oraliqda o'zgarib turadi.

Saqlagichlar inersion (qo'rg'oshin, qo'rg'oshin qorishmalari), bunda tokni qisqa vaqt davom etadigan yuklamani ortishini ko'tara olish xususiyatiga egadirlar va noinersion (mis, rux) yuklamalarni ortishi cheklangan xususiyatlariga ega.

Eriydigan saqlagichlarni tanlash.

Inersion saqlagichlar uchun eriydigan kiritma (vstavka) nominal toki quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

$$I_{kirit.n} \geq I_{ish.tush.}$$

Noinersion saqlagichlar uchun eriydigan qo'shimchaning nominal toki quyidagi 2 shartni qondirishi kerak:

Birinchi shart yuqorida ko'rsatildi.

Ikkinchi sharti quyidagi munosabatlarning birida ko'rish mumkin:

1) Alohida joylashgan, kam o'chirib yoqiladigan va ishga tushirish davri $2 \div 2,5$ sek.dan oshmaydigan motorni himoya qilishda, saqlagichning himoya toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{kirit.n} \geq \frac{I_{ish.tush.}}{2,5}$$

2) Ko'p o'chirib yoqiladigan yoki ishga tushirish davri uzoq davom etganda:

$$I_{kirit.n} \geq \frac{I_{ish.tush.}}{1,6 \div 2,0}$$

3) Ko'p yoki aralash yuklamani ta'minlaydigan magistralni himoyalaganda:

$$I_{kirit.n} \geq \frac{I_{ish.tush.}}{2,5}$$

$$I_{k.r} = I'_{ish.tush.} + I'_{dav.his.}$$

$I'_{ish.tush.}$ bir vaqda ishga tushgan bir yoki bir guruh elektr motorlarning ishga tushirish toki Motorlarning ishga tushirish vaqtida bu qisqa vaqtli tok o'zining yuqori qiymatiga erishadi.

$I'_{dav.his.}$ – bir yoki bir guruh elektr motorlarning ishga tushirish vaqtigacha bo'lgan uzoq davomli hisobiy toki, bu tok elektr motorlarning ishchi tokini hisobga olmay aniqlanadi.

Payvandlash apparatini himoyalash uchun ishlatiladigan eriydigan qo'shimchanning nominal toki:

$$I_{qo'sh.n} \geq 1,2 I_{appatoki} \sqrt{UD}$$

$I_{appatoki}$ – nominal davomli ulanishda payvandlash apparatining toki.

Misol. $P=28$ kVt, $U_n=380$ V.

$$K_m=5; \eta=0,89; \cos\varphi=0,9$$

$$I = \frac{28 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,89 \cdot 0,9} = 53,1 A$$

$$I_e \geq \frac{5 \cdot 53,1}{2,5} = 106 A$$

Avtomatlar bilan himoyalash.

Avtomatlar rubilniklar va saqlagichlar o'rniga ishlatiladi. Avtomatlar quyidagi seriyalarda ishlab chiqaradi:

I. O'chirgich AV (400÷2000 A) elektr magnit ajratgichlarning maksimal tokli 3 xil bo'ladi:

- 1) Oniy ta'sirli – hech qanday vaqt o'tmasdan o'chiradi;
- 2) Soatli mexanizmi bilan; o'ta yuklanish vaqtida (sabr vaqti) tokka bog'liq va qisqa tutashuv paytida oniy o'chiradi;
- 3) Soatli mexanizm (с механическим замедлителем расцепления) O'ta yuklanishda teskari bog'liq, qisqa tutashuvda esa tokning qiymatiga bog'liq bo'lmagan sabr vaqt bilan o'chadi.

II. Avtomatlar A-3100 (600 A gacha) boshqarilmaydigan (расцепители) bilan quyidagi 3 turda ishlab chiqariladi:

1) Issiqlik, bunda yuk tokiga teskari bog'liq bo'lgan sabr vaqt bilan;

2) Elektr magnit-o'chirgichlarni oniy o'chirishni o'rnatmaning tokidan katta toklarda amalga oshirishi mumkin;

3) Aralash (issiqlik va elektromagnit elementlari bor).

O'chirgichlar AP 50 (50 A) issiqlik, elektr magnit yoki aralash qilib ishlab chiqariladi.

4) "Elektron" turidagi avtomatlar 4000 A gacha mo'ljallangan. Ular xarakteristikaning boshqariladigan bog'liq qismiga (расцепитель) ning oniy qo'zg'alishni qisqa boshqarishga ega.

Avtomatlarning o'rnatmasini tanlash.

Avtomatning issiqlik ajratgichini yuklanishidan saqlovchi nominal toki, faqat liniyadagi davomli hisobiy tok bo'yicha tanlanadi:

$$I_T \geq I_{dav.his.}$$

Avtomatning elektr magnit yoki kombinatsiyalangan (расцепитель) ning nominal toki ham davomli hisobiy tok orqali hisoblanadi: $I_E \geq I_{dav.his.}$

Elektr magnit yoki kombinatsiyalangan (расцепитель)

qo'zg'atish toki liniyaning qisqa vaqtli yuqori tokidan tekshiriladi.

$$I_{qo'z.E} \geq 1.25 I_{k.r.}$$

Alohida joylashgan elektr motorning $I_{k.r.}$ toki elektr motorning ishga tushirish tokiga teng.

Avtomat elektromagnit (расценитель)lar xarakteristikalarini hisobga olmaganda, $I_{k.r.}$ ni hisoblashda noaniqlikni 1,25 koeffitsient hisobga oladi.

Tokka teskari bog'liq xarakteristikali avtomat (расцепитель) ning qo'zg'atish toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{qo'z.toki} \leq 1,25 I_{dav.his.}$$

Nazorat savollari:

1. Radial sxema deganda nimani tushunasiz?
2. Magistral sxema deganda nimani tushunasiz?
3. Magistral sxema qanday xususiyatga ega?
4. Ishchi yoritish turi necha guruhga bo'linadi?
5. Yoritish qurilmalari elektr tarmoqlarini hisobi nımadan iborat?
6. Saqlagichlarni eruvchan qismi ishlash prinsipiga qarab qanday ikki turga bo'linadi va ularni farqi?
7. Tarmoqlardagi nonormal rejimlarini turlarni aytib bering?
8. Avtomatik o'chirgichlar tipi va turlarini aytib bering?

6-BOB. SANOAT KORXONALARI ELEKTR TA'MINOTI TIZIMIDA REAKTIV QUUVVATNI KOMPENSATSIYALASH MASALALARI

6.1. Reaktiv quvvat tushunchasi. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash umumiy masalalari.

Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash xalq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega bo'lib, elektr ta'minoti tizimining foydali ish ko'effitsientini oshirish, uning iqtisodiy va sifat ko'rsatgichlarini yaxshilashda asosiy omillardan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtda reaktiv quvvat iste'molining o'sishi aktiv quvvat iste'molining o'sishidan ancha yuqori bo'lib, ayrim korxonalarda reaktiv yuklama aktiv yuklamaga nisbatan 130% tashkil etadi. Reaktiv quvvatni liniyalar bo'ylab uzoq masofaga uzatish elektr ta'minoti tizimining texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlarini yomonlashuviga olib keladi.

Agar iste'molchi sinusoidal man'bag'a ulansa, ya'ni $U = \sqrt{2}U \sin \omega t$ bo'lsa, qabul qilinadigan sinusoidal tok $i = \sqrt{2}I \sin(\omega t - \varphi)$ kuchlanishdan φ burchakka siljigan bo'ladi. U holda iste'mol qilinayotgan oniy quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$p = Ui = 2UI \sin \omega + \sin(\omega t - \varphi) = UI \cos \varphi - UI \cos(2\omega t - \varphi)$$

Bu yerda, quvvat ikki miqdorning yig'indisidan iborat bo'lib, biri vaqt bo'yicha o'zgarmas qiymatni, ikkinchisi esa 2 chastota bilan o'zgaruvchan sinusoidal miqdorni tashkil etadi.

Quvvatini o'rtacha qiymatini aniqlash uchun ushbu ifodani manba kuchlanishining to'la davri T oraligidagi integralining ifodasini topamiz:

$$P_{o'rt} = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = \frac{1}{T} \int_0^T [UI \cos \varphi - UI \cos(2\omega t - \varphi)] dt = UI \cos \varphi$$

Quvvatning o'rtacha miqdori foydali ish bajarish uchun sarf bo'ladi.

$$P_{o'rt} = UI \cos \varphi$$

Bu yerda. $\cos \varphi = \frac{r}{Z}$ ekanligini e'tiborga olsak,

$$P_{o'r} = \frac{U}{Z} Ir = I^2 r$$

Demak, $I^2 r$ aktiv qarshilikda sarf bo'ladigan quvvat, shuning uchun o'rtacha quvvatni aktiv quvvat deb ataladi va P bilan belgilanadi, ya'ni:

$$P = UI \cos \varphi$$

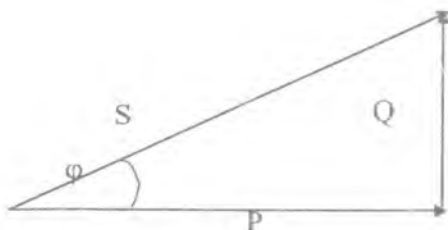
$U \cdot I = S$ miqdorni to'la quvvat deyiladi. Buning ma'nosi shuki, biror liniya orqali iste'molchilar guruhiga normal rejimda energiya uzatilganda, iste'molchilarning qabul qilayotganda aktiv quvvati eng ma'qul sharoitda (iste'molchilar guruhi uchun $\cos \varphi = 1$ bo'lganda), to'la quvvatga teng bo'ladi.

Iste'molchining kirish qismidagi to'la quvvat kompleks ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$S = U I = U I e^{j\varphi} = UI \cos \varphi + j UI \sin \varphi = P + jQ$$

Bu yerda, U – kompleks kuchlanish, I – qo'shma kompleks toki, $Q = UI \sin \varphi$ – reaktiv quvvat. Kompleks quvvatning moduli to'la quvvatni beradi: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$. Iste'molchilar uchun P va S hamma vaqt musbat hisoblanadi, reaktiv quvvat musbat ($\varphi > 0$, iste'molchi induktiv xarakterli bo'lsa) yoki manfiy ($\varphi < 0$, iste'molchi sig'im xarakterli bo'lsa) qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. Reaktiv quvvatning musbat qiymatlarida reaktiv quvvat iste'mol qilinadi, manfiy qiymatlarida esa reaktiv quvvat ishlab chiqariladi (generatsiya qilinadi). Sanoat korxonalarida reaktiv quvvatni asosiy qismini asinxron yuritgichlar iste'mol qilayotgan umumiy reaktiv quvvatning (60–65 %), transformatorlar (20–25 %), havo elektr liniyalari, reaktorlar, o'zgartgichlar (10 % atrofida) iste'mol qiladilar.

Aktiv quvvat elektr stansiyalarining generatorlari tomonidan ishlab chiqilsa, reaktiv quvvatni esa stansiyaning generatorlari, sinxron kompensatorlar, sinxron yuritgichlar, kondensatorlar bataariyasi, liniyalar, tiristorli reaktiv quvvat manbalar tomonidan generatsiya qilinadi.



6.1-rasm. Quvvat uchburchagi.

Ushbu rasmda aktiv, reaktiv va to'la quvvatlar hosil qilgan vektor uchburchagi ko'rsatilgan. Ko'rinib turibiki, iste'mol qilinayotgan reaktiv quvvat qanchalik kichik bo'lsa φ burchak ham shunchalik kichik bo'ladi. Burchakni quyidagi funksiyalar xarakterlaydi:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}; \quad \sin \varphi = \frac{Q}{S};$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}; \quad \operatorname{ctg} \varphi = \frac{P}{Q};$$

Bu yerda, $\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}$ – quvvat koeffitsienti; $\operatorname{ctg} \varphi = \frac{P}{Q}$ –

reaktiv quvvat koeffitsienti. Elektr ta'minoti tizimini loyihalashtirish jarayonida reaktiv quvvat koeffitsientining ko'rsatgichi bilan ishlash maqsadga muvofiqdir. Korxonaning reaktiv quvvat koeffitsienti qanday bo'lishligini energosistema hal qiladi, chunki reaktiv quvvatni kompensatsiyalash masalasi to'g'ri yechilganda iste'molchilar, liniyalar, elektr tarqatuvchi qurilmalar, transformatorlar, o'zgartgichlar va generatorlarni o'z ichiga olgan tizim ishining effektivligi ta'minlanadi.

Reaktiv quvvatni liniya va transformatorlar orqali uzatish elektr energiyasini qo'shimcha nobudgarchiligiga, kuchlanish yo'qotuvini oshishiga va ta'minot tizimiga ketadigan xarajatlarni ortishiga olib keladi.

1. Liniya va transformatorlardan reaktiv quvvat o'tishi natijasida qo'shimcha aktiv quvvat va energiya nobudgarchili sodir bo'ladi. Agar R qarshilikga ega bo'lgan liniya orqali P va Q

quvvatlari uzatilsa, aktiv quvvat nobudgarchiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta P = I^2 R = \left(\frac{S}{U}\right)^2 R = \frac{P^2 + R^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_a + P_p$$

Demak, reaktiv quvvatni liniyadan uzatishi natijasida qo'shimcha aktiv quvvat nobudgarchiligi ($\Delta P_r = \frac{Q^2}{U^2} R$) sodir

bo'lib, uning qiymati Q ning kvadratiga to'g'ri proporsionaldir. Shuning uchun elektr stansiyalari generatorlaridan iste'molchilarga reaktiv quvvat uzatish maqsadga muvofiq emas.

2. Aktiv va reaktiv qarshiliklari R va X bo'lgan energetik tizimi elementidan hisoblanadi, P va Q quvvatli energiya uzatilganda kuchlanishning yo'qotuvi quyidagicha topiladi:

$$\Delta U = IR \cos \varphi + IX \sin \varphi = \frac{UI \cos \varphi}{U} R + \frac{UI \sin \varphi}{U} X = \frac{P}{U} R + \frac{Q}{U} R = \Delta U_a + \Delta U_r$$

Bu yerda, ΔU_a – aktiv quvvatni uzatishi bilan bog'liq bo'lgan kuchlanishning yo'qotuvi; ΔU_r – reaktiv quvvatni uzatish bilan bog'liq bo'lgan kuchlanishning yo'qotuvi.

Demak, reaktiv quvvat uzatilishi natijasida elektr ta'minoti tizimi elementida qo'shimcha kuchlanish yo'qotuvi ($\Delta U_r = Q \cdot X/U$) sodir bo'lib, uning miqdori Q va X larga to'g'ri proporsionaldir.

3. Korxona elektr ta'minoti tizmining katta miqdorda reaktiv quvvat bilan yuklanishi havo va kabel liniyalarini kesimini oshishiga va transformatorlarning quvvatlarini ortishiga olib keladi. Ma'lumki, liniyalarning kesimlari va transformatorlarning quvvatlari hisobiy tok va to'la quvvat bo'yicha qabul qilinadi:

$$S_X^2 = P_X^2 + Q_X^2, \quad I_X^2 = \frac{P_X^2}{U_X^2} + \frac{Q_X^2}{U_X^2}$$

ekanligini e'tiborga olsak, S_x va I_x qiymatlarni Q ning hisobiga qo'shimcha ortishini ko'ramiz. Shuning uchun, reaktiv quvvat elektr ta'minoti tizimi elementning o'tkazish qobiliyatini kamaytiradi deyiladi.

Yuqorida aytilgan mulohazalardan ko'rinadiki, reaktiv quvvatni elektr ta'minoti tizimida kamaytirish bo'yicha tadbirlar ishlab

chiqish zarur ahamiyatga ega ekan. Sanoat korxonalarida reaktiv quvvatni energosistemadan kam qabul qilishning ikki yoʻli mavjud:

1. Tabiiy usul;
2. Maxsus kompensatsiyalovchi qurilmalarni ishlatish usuli.

6.2. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash usullari. Tabiiy va sunʼiy usullar.

Tabiiy usullar asosida reaktiv quvvat isteʼmolini kamaytirishni birinchi navbatda koʻrib chiqilishi kerak, chunki bunda katta miqdordagi xarajatlar talab qilinmaydi.

Reaktiv quvvat isteʼmolchilari asosan asinxron yuritgichlar, transformatorlar va ventilli oʻzgartgichlar boʻlganligi uchun quyidagi masalalar toʻla koʻrib chiqish kerak:

1) Kam yuklangan yuritgichlarni kichik quvvatlilik bilan almashtirish;

2) Sistematik ravishda kam yuklama bilan ishlaydigan yuritgichlarni kuchlanishlarini kamaytirish;

3) Yuritgichlar va payvandlash transformatorining salt ish rejimlariga cheklash;

4) Texnologik jarayonga salbiy taʼsir boʻlmagan xollarda, asinxron yuritgichlarni sinxron yuritgichlar bilan almashtirish;

5) Ventil oʻzgartkichning eng maʼqul boʻlgan sxemasini ishlatish, kam yuklamani asinxron yuritgichlarini kerakli kichik quvvatlilik bilan almashtirish isteʼmol qilinadigan reaktiv quvvat miqdorini kamayishiga olib kelishi tabiiydir. Davlat tomonidan energiya isteʼmolini nazorat qiluvchi tashkilot hodimlarining hisob-kitoblarini koʻrsatishicha, agar elektr yuritgichning yuklamasi uning nominal miqdorining 45% dan kichik boʻlsa, uni kam quvvatlilik bilan almashtirish iqtisodiy foyda beradi. Agar yuritgichning yuklanishi 70% dan ortiq boʻlsa uni kam quvvatligi bilan almashtirish zarur emas. Yuritgichning yuklanishi 45% dan 75% oraligʻida boʻlganda uni almashtirish masalasi texnik-iqsodiy koʻrsatkichlarni tahlili asosida hal qilinishi kerak.

Agar kam yuklangan asinxron yuritgichni almashtirish imkoniyati boʻlmasa uni kirish qismidagi kuchlanishni kamaytirish imkoniyatini qidirish kerak. Maʼlumki, yuritgichning

kirishidagi kuchlanish joiz miqdorgacha pasaytirilsa magnitlanish tokining kamayish hisobiga iste'mol qilinayotgan reaktiv quvvat ozoyadi va nobudgarchilik kamayib, F.I.K. ortadi. Eksploatatsiya jarayonida kam yuklamali asinxron yuritgichlarni kuchlanishini kamaytirish uchun quyidagi usullar ishlatiladi:

1. Stator chulg'amlarini uchburchakdan yulduz sxemasiga o'tkazish;

2. Stator chulg'amlarini seksiyalash;

3. Pasaytiruvchi transformator chulg'amlarining shaxobchalarini almashtirib kuchlanishni miqdorini kamaytirish.

Ko'p texnologik jarayonlarda asinxron yuritgichlarning salt ishlashi butun ish vaqtining 50–65% tashkil etadi. Salt ish rejimida yuritgich foydali ish bajarmasdan katta miqdorda reaktiv quvvat iste'mol qiladi. Agar yuritgichning nominal quvvat koeffitsienti $\cos\varphi_n=0,91\div0,93$ atrofida bo'lsa, salt ish rejimida iste'mol qilinadigan reaktiv quvvat nominal rejimdagiga nisbatan 50% tashkil etadi. Shuning uchun bunday rejim vaqtida iste'molchini tarmoqdan uzib qo'yish reaktiv quvvat iste'molini kamaytiradi.

Ayrim hollarda kam yuklangan transformatorlarni tarmoqdan uzib qo'yish yoki 30% gacha yuklama bilan ishlayotgan transformatorlarni kam quvvatligi bilan almashtirish reaktiv quvvat iste'molini sezilarli darajada kamayishiga olib keladi.

Umuman olganda, korxonalarda texnologik jarayonlarni avtomatlashtiruvchi tizimlarni ishlatilishi elektr qurilmalarining energetik rejimlarini yaxshilaydi va reaktiv quvvat iste'molini kamaytiradi.

Sanoat korxonalarida o'zgartuvchi tokni o'zgarmas tokga aylantiruvchi katta quvvatli ventil to'g'rilagichlar keng ishlatiladi. Bunday qurilmalar reaktiv quvvat iste'molchilar bo'lib, ularda kuchlanish bilan tokning asosiy garmonikalari orasidagi φ_1 ning taxminiy qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\varphi_1 = \arccos \frac{U_T}{U_{TO}}$$

Bu yerda. U_T – to'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati;

U_{TO} – salt ish rejimidagi to‘g‘irlangan kuchlanish.

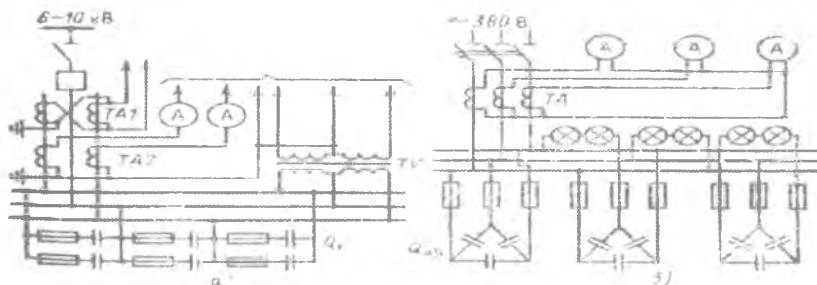
Ushbu munosabatdan ko‘rib turibdiki, to‘g‘rilangan kuchlanishni kanchalik keng diapazonda boshqarilsa, shunchalik ko‘p reaktiv quvvat talab qilinadi. Reaktiv quvvat iste‘molini kamaytirish usullaridan biri bu ikki yoki undan ko‘p bo‘lgan to‘g‘rilagich ko‘prik sxemalarini ketma-ket ulab, ularni navbatma-navbat boshqarishdan iborat. Albatta, bunday sxemalar ancha murakkab va qimmat hisoblanadi, shuning uchun ularni katta quvvatli elektr yuritmalarda ishlatish tavsiya etiladi.

6.3. Reaktiv quvvat manbalari.

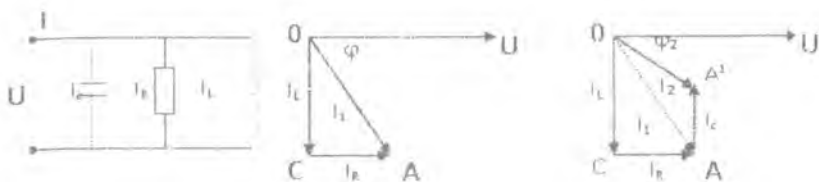
Korxonada o‘rnatiladigan reaktiv quvvatni kompensatsiyalovchi vositalarning umumiy quvvati energosistemaning topshirig‘i bilan belgilanadi.

Reaktiv quvvat kompensatsiyalovchi texnik vositalarga quyidagi qurilmalar kiradi: kondensator batareyalari, sinxron yuritgichlar yoki kompensatorlar, ventilli statik reaktiv quvvat manbasi.

Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning mohiyatini ushbu rasmda ko‘rsatilgan sxema va vektor diagrammalari orqali oson tasavvur qilish mumkin. Aktiv-induktiv xarakterli iste‘molchi uchun ko‘rsatilgan diagrammada (rasmda) OS vektorining qiymati iste‘mol qilinayotgan reaktiv quvvat Q_1 ni yoki tok I ni ko‘rsatadi. SA vektori esa iste‘mol qilinayotgan aktiv quvvat P_1 ni yoki tok I_R ni ko‘rsatadi.

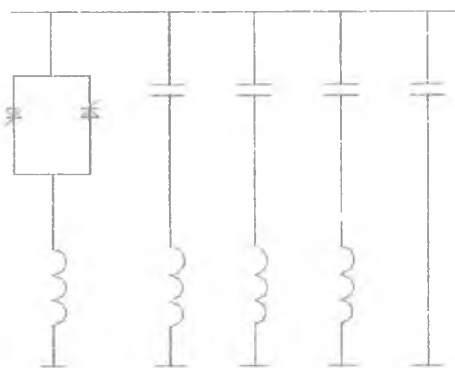


6.2-rasm. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash sxemasi.



6.3-rasm. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash vektor diagrammasi.

To'la quvvat S_1 yoki tok I_1 OA vektori bilan belgilanadi. Reaktiv quvvat koeffitsienti $\text{tg}\varphi_1$ orqali aniqlandi. Kompensatsiyaning vektor diagrammaga ta'siri ushbu rasmda ko'rsatilgan. Yuklamaga parallel Q_k quvvatli kondensator ulanganda, umumiy reaktiv quvvat $Q_1 - Q_k$ (tok $I_L - I_c$) bo'ladi, vektor diagrammasidagi A nuqta A_1 nuqtaga siljiydi va φ_1 burchagi φ_2 burchagigacha kamayadi. Aktiv quvvat iste'moli o'zgarmagan holda (vektor SA) to'la quvvat iste'moli S_1 (tok I_1 , vektor OA) dan S_2 (tok I_2 , vektor OA') gacha kamayadi. Shunday qilib, kompensatsiyalash natijasida o'tkazgichning kesimini saqlagan holda tarmoqdan uzatiladigan aktiv quvvat miqdorini oshirish imkoniyati ro'yobga chiqadi.



6.4-rasm. Reaktiv quvvat manbalari.

Sanoat korxonalarida kondensator batareyalari eng ko'p ishlatiladi. Ular 220, 380, 660, 6000 va 10000 Voltli kuchlanishlarga mo'ljallangan bo'lib, bino ichkarisiga yoki

tashqarisiga qo'yilishi mumkin. Kondensatorlar bir yoki uch fazali qilib ishlab chiqariladi. Kondensatorlarning reaktiv quvvatni kompensatsiyalashda keng ishlatishiga asosiy sabablar quyidagilardan iborat: aktiv quvvatning solishtirma isrofi 0,005 kVt/kVAr gacha kichik bo'lishi mumkin; ekspluatatsiyasi va montaj ishlari oson bajariladi; narxi nisbatan arzon; massasi yengil; shovqinsiz ishlaydi; kondensator batareyasini iste'molchilar guruhining joylashgan maydoniga o'rnatish mumkin.

Kondensator batareyalarining kamchiliklari: yong'indan xavfliligi, qoldiq zaryadning mavjudligi; o'ta kuchlanish va tokning sakrashlariga sezgirliigi; generatsiya qilinayotgan quvvat miqdorining kuchlanishga uzviy bog'liqligi ($Q=U^2\omega C$).

Kondensator batareyalari uch fazali tarmoqqa uchburchak shaklida ulanadi. Bunday ulanganda har bir elementdagi kuchlanish qiymati yulduz sxema bo'yicha ulanishga nisbatan $\sqrt{3}$ marotaba katta bo'lib, ishlab chiqarilayotgan reaktiv quvvatning miqdori esa, 3 marotaba ortiq bo'ladi. Kondensatorlar tarmoqdan uzilganda qoldiq zaryad avtomatik ravishda aktiv qarshilikka razryadlanishi kerak. Zaryadsizlovchi qarshilik sifatida 6--10 kV kuchlanishlarda ikkita bir fazali kuchlanish transformatorlari, 0,38 kV kuchlanishda cho'g'lanuvchi lampalar ishlatiladi (ushbu rasmda). Elektrotexnika sanoat korxonalarida kondensatorlar batareyalarga birlashtirilib komplekt kompensatsiyalovchi qurilmalar tarzida ishlab chiqariladi. Quyidagi jadvalda ishlab chiqarilayotgan 380 Voltli ayrim kompleks kondensator qurilmalarning texnik xarakteristikalari keltirilgan.

6.1-jadval

TURI	Nominal quvvat, kVAr	O'lchamlari, mm.			Massasi kg
		uzunligi	eni	balandligi	
YK-0,38-75-Y3	75	700	560	1260	150
YK-0,38-150-Y3	150	700	560	1660	245
YKH-0,38-75-Y3	75	700	560	1660	175
YKT-0,38-108-Y3	108	700	560	1660	300

Ilova. YK-kondensator qurilmasi; Y3-bino ichkarisiga o'rnatiluvchi; H, T-boshqaruv kuchlanish yoki tok bo'yicha.

Kondensator qurilmalarini o'rnatish xususiy, guruh iste'molchilari uchun, markazlashtirilgan bo'lishi mumkin.

Ayrim iste'molchining kirish qismiga kondensator to'g'ridan-to'g'ri ulansa, xususiy o'rnatish sodir bo'ladi. Bunday ulanishda kondensatorning ishlatilishi to'la bo'lmaydi, chunki iste'molchini uzilishi kondensatorni ham tarmoqdan uzilishiga olib keladi.

Guruh iste'molchilari uchun o'rnatilganda kondensator batareyasi tarmoqning taqsimlash punktiga ulanadi. Markazlashtirilgan, ravishda o'rnatilganda kondensatorlar batareyasi transformator podstansiyasining yuqori kuchlanishli qismiga ulanadi. Bu holda kondensatorlarning o'rnatilgan quvvatlarini ishlatilishi eng yuqori darajada bo'ladi.

O'lchov asboblari va kommutatsiya apparatlariga ketadigan xarajatlarni kamaytirish maqsadida 6–10 kV kuchlanishda quvvati 400 kVAr dan kam bo'lgan kondensator batareyalarni ayrim uzgich orqali o'rnatilish tavsiya etilmaydi. Shuningdek, ushbu kuchlanishda quvvat 100 kVAr dan kam bo'lgan kondensatorlarni transformatorlar, asinxron yuritgichlar yoki boshqa iste'molchilar bilan umumiy uzgichlar orqali o'rnatish ham maqsadga muvofiq emas.

Kompensiyalovchi qurilmalarning yana bir turi – sinxron yuritgichlar (S.YU.) bilan tanishib o'tamiz. Ma'lumki, S.YU. ning ishga tushirish tokining miqdorini nominaldan oshirilganda reaktiv quvvat ishlab chiqariladi. Sinxron yuritgichlarning asinxron yuritgichlardan farqi shundaki, ularda o'zgarmas magnit maydoni hosil qilish uchun alohida o'zgarmas tok manbasi ishlatiladi. Normal rejimda S.YU. tarmoqdan reaktiv quvvat olmaydi, lekin o'zgarmas manbadan berilayotgan qo'zg'atish tokining miqdori me'yordagidan oshganda reaktiv quvvat generatsiya qiladi. S.YU. ning aktiv yuklamasi va kuchlanishi nominal bo'lganda, faza bo'yicha oldinda boruvchi quvvat ko'effitsienti 0,9 tashkil etsa, ishlab chiqarilayotgan reaktiv quvvatning nominal qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_n \approx 0,5P_n$$

Agar S.YU. aktiv quvvat bo'yicha to'la yuklatilmasa, ya'ni:

$$\beta = \frac{P}{P_{nom}} < 1$$

shart bajarilsa, uni reaktiv quvvat bo'yicha o'ta yuklashish imkoniyati yaratiladi. Bunday holda S.YU. ishlab chiqaradigan reaktiv quvvat shunday aniqlanadi:

$$Q' = \alpha P \operatorname{tg} \varphi_n / \eta_n$$

Bu yerda, $\alpha = Q/Q_n > 1$, P – S.YU. aktiv yuklamasi; $\operatorname{tg} \varphi_n$ va η_n – S.YU. pasportida ko'rsatilgan reaktiv quvvat koeffitsient va F.I.K. α ning qiymati nominal kuchlanishda β miqdoriga qarab 6.2-jadvaldan aniqlanadi.

6.2-jadval

Seriya, nominal kuchlanish va aylanish chastotasi	Har-xil β uchun α ning miqdori		
	0,9	0,8	0,7
SDN, 6 va 10 kV, barcha aylanish chastotasi uchun	1,21	1,27	1,33
STD, 6 va 10 kV, 3000 aylanish/min.	1,15	1,24	1,32

Sinxron kompensator (S.K.) salt ish rejimida ishlovchi S.YU. bo'lib, o'qida mexanik yuklama bo'lmaydi va u faqat reaktiv quvvat ishlab chiqarishga mo'ljallangan. Shuning uchun S.K. ning konstruksiyasi S.YU. ga nisbatan yengil qilib tayyorlanadi. Hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan S.K. larning quvvatlari 5000 kVAr dan ortiq. Sanoat korxonalarining elektr tarmoqlarida S.K. lar katta quvvatli elektr iste'molchilarga (elektr yoy pechlari; prokatlash qurilmalari) berilayotgan elektr energiyasining kuchlanish bo'yicha sifatini yaxshilash uchun ishlatiladi.

S.K. afzalliklari quyidagilardan iborat: ishlab chiqariladigan reaktiv quvvat miqdorini avtomatik ravishda tekis boshqarish imkoniyati mavjudli tufayli sistema ish rejimining turg'unligini oshirish va tarmoqning rejim parametrlarini yaxshilash mumkin; qisqa tutashuv jarayonlarida hosil bo'ladigan termik va elektrodinamik ta'sirlarga chidamlilik; ta'mirlash ishlarini bajarish natijasida shikastlangan S.K. qaytadan tiklash imkoniyati

mavjudligi. S.K. larning kamchiliklari: ekspluatatsiyaning murakkabligi va qurilmaning qimmatligi; ishlash jarayonida katta shovqinning mavjudligi; aktiv quvvat nobudgarchiligining kattaligi: 0,011–0,03 kVt/kVAr.

Kichik quvvatli S.K. nisbatan qimmat bo'lib, aktiv nisbiy nobudgarchiligining miqdori katta hisoblanadi, shuning uchun ularni katta quvvatli qilib ishlab chiqariladi va yirik podstantsiyalarda ishlatishni tavsiya etiladi.

Keskin o'zgaruvchan va zarbdor yuklamali 6–10 kVli elektr tarmoqlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash uchun maxsus tez ishlaydigan reaktiv quvvat manbalari qo'llaniladi. Bunday yuklamali tarmoqlarda kuchlanish tebranishi yuqori hisoblanadi, iste'molchilar noxiziqli elementlar turkumidan bo'lganligi uchun tok va kuchlanishlarning tarkiblarida yuqori garmonikalar sodir bo'ladi. Shulardan kelib chiqqan holda kompensatsiyalovchi qurilmalardan ishlab chiqarayotgan reaktiv quvvatning miqdorini tez o'zgartira olishni:

- reaktiv quvvat o'zgarish diapazonini kengligini ta'minlashni;
- reaktiv quvvatni boshqarish va iste'mol qilish mumkinligini;
- manba kuchlanishi formasi buzilishini kamaytira olishni talab qilinadi.

Statik kompensatsiyalovchi qurilmaning asosiy elementlari sifatida kondensatorlar, boshqariluvchi induktivliklar (drossellar) va tristorli ventillar ishlatiladi. Bunday kompensatorlarning asosiy afzalligi – tezkor ishlay olishi, yuqori darajadagi o'ta yuklanishlarga chidamliligi va kam aktiv quvvat sarflanishidir. Kamchiligi esa. qo'shimcha boshqariluvchi drosselni zarurligi va chuqur boshqaruvlarda yuqori garmonikalarning hosil bo'lishidir.

Statik kompensatsiyalash qurilmasining sxemalari ikki qismdan iborat: kuchlanish tebranishini kompensatsiyalovchi boshqariluvchi induktivlik elementi L, R va boshqarilmaydigan qism – kondensator batareyalari va yuqori garmoniklar uchun filtrlar (ushbu rasmda). Induktivlikning rostlash tristorlar guruhi U.C. orqali bajariladi.

Kompensatsiyalanuvchi reaktiv quvvatning miqdorini aniqlash.

Kompensatsiyalovchi qurilmalarning zaruriy quvvatini aniqlashda energosistemaning korxonaga uzatadigan reaktiv quvvat miqdorini hisobga olish kerak. Umumiy holda quyidagi shart bajarilishi talab qilinadi:

$$Q_k \geq Q_x - Q_e$$

Bu yerda, Q_x – korxonaning hisobiy (iste'mol etadigan) reaktiv quvvati;

Q_e – energosistema tomonidan uzatiladigan reaktiv quvvat;

Q_k – korxonada kompensatsiyalanishi zarur bo'lgan reaktiv quvvat;

Kompensatsiyalovchi qurilmalarning quvvatini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$Q_K = P_M (tg \varphi_M - tg \varphi_E)$$

Bu yerda, P_m – energosistema yuklamasi maksimum bo'lganida korxonaning aktiv quvvati; $tg \varphi_m$ – P_m ga to'g'ri keladigan reaktiv quvvat koeffitsienti; $tg \varphi_e$ – energosistema talab qiladigan reaktiv quvvat koeffitsienti.

Shunday qilib, korxonaning reaktiv quvvat tanqisligini bir qismi energosistema tomonidan qoplasa, ikkinchi qismi korxonaga o'rnatiladigan kompensatorlar orqali to'ldiriladi. Quvvati 750 kVA dan oshmagan korxonalarda reaktiv quvvat, kuchlanishi 1 kV gacha bo'lgan tomonidan to'la kompensatsiyalanishi zarur. Iste'molchilarni reaktiv quvvatni kompensatsiyalashga iqtisodiy rag'batlantirish uchun elektr energiyasiga to'lov narxini kamaytirish yoki ko'paytirish usuli qo'llaniladi.

Kompensatsiyalovchi qurilmalarning ish grafiklari korxona reaktiv quvvatga bo'lgan ehtiyojiga mos kelishi maqsadga muvofiqdir. Buning uchun ishlab chiqarilayotgan reaktiv quvvat miqdoriga S.D. va S.K. larning yurgizish toklari rostlagichlar orqali boshqarilib yoki kondensator batareyalarning seksiyalarining sonlarini o'zgartirib ta'sir ko'rsatish mumkin. Albatta, bu jarayon avtomatik ravishda quvvatini boshqarish kuchlanish, tok, reaktiv quvvatini yo'qotilishi va vaqt bo'yicha bajarilishi mumkin.

1. Kuchlanish bo'yicha boshqarilganda bir vaqtni o'zida reaktiv quvvatni va kuchlanishni rostlash masalalari hal qilinadi. Ma'lumki, reaktiv quvvatni ortishi natijasida iste'molchilarning kirish qismlaridagi kuchlanish pasayadi.

2. Yuklamalar grafiklari keskin o'zgaruvchan iste'molchilar uchun reaktiv quvvati boshqarish yuklama tokining miqdori bo'yicha bajarilganda yaxshi natijaga erishiladi.

3. Ayrim chekka, uzoqda joylashgan podstantsiyalarda boshqarish reaktiv quvvatning yo'nalishi bo'yicha bajarilishi mumkin.

4. Korxonaning reaktiv quvvat iste'moli grafigining ko'rinishi barcha kunlar uchun bir xil qolaversa, reaktiv quvvatni boshqarishni vaqt bo'yicha olib borish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun EVUS-24 tipdagi signal soatlari ishlatilib, kunning ma'lum vaqtlarida kondensator batareyalarining seksiyalarini ulanadi yoki o'chiriladi.

Reaktiv quvvatni ishlab chiqarishni rostlash masalalari.

Kompensatsiyalash qurilmalarini (K.Q.) quvvatini rostlash elektr isrofini kamaytirish orqali qo'shishga iqtisod qilish imkonini beradi va kuchlanishni rostlash vazifasini ham bajaradi.

“K.Q.” ulangan va uzilganda kuchlanishni o'zgarishi quyidagicha bo'ladi:

$$\pm \Delta U = \frac{Q_{K.Q.} \cdot X}{U} \cdot 10^{-3} kB \text{ yoki } \Delta U \% = \frac{Q_{K.Q.} \cdot X}{10 \cdot U^2} \%$$

bu yerda, U – fazalararo 6 kV kuchlanish. X – berilgan nuqtadan manbaagacha bo'lgan tarmoqning reaktiv qarshiligi, K.Q. quvvatini rostlashni bir necha usuli mavjud: avtomatik ravishda, telemexanika va telefon aloqani qo'llash yordamida qo'lda yoki dispatcherlik usuli bilan.

Qo'lda rostlash usulining kamchiligi, asosan navbatchining diqqat bilan ishlashiga bog'liq. Dispatcher orqali rostlash usuli esa sodda va ishonchli, buni telemexanizatsiyalashgan sanoat korxonalarda qo'llash mumkin. K.Q quvvatini rostlash quyidagi faktorlar asosida amalga oshirish mumkin:

1) Nimstansiya shinalarida kuchlanish bo'yicha rostlash. Bu

asosan, bir vaqtning o'zida rostlash lozim bo'lgan hollarda qo'llaniladi;

2) Yuklamaning toki orqali rostlash. Reaktiv quvvat iste'molining tez o'zgaruvchan grafigiga ega qurilmalarda qo'llaniladi;

3) Reaktiv quvvat yo'nalishi bo'yicha rostlash. Uzoqda joylashgan alohida yakunlovchi nimstansiyalarda qo'llaniladi;

4) Kunlik vaqt bo'yicha rostlash. Tarmoq reaktiv yuklamasining aniq va doimiy kunlik grafiklarida qo'llaniladi.

Boshqarish pog'onalarining soni va quvvati, uzish va ulash ketma-ketliklari korxonaning yuklama grafigi va energosistemaning topshirig'iga bog'liq ravishda aniqlanadi.

Nazorat savollari:

1. Reaktiv quvvat kompensatsiyasi vositalarini qanday belgilari bor?

2. Kondensator batareyalarning qanday kamchiliklari bor?

3. Kompensatsiyalovchi qurilmalarning quvvatini qanday aniqlash mumkin?

4. Reaktiv quvvat kompensatsiya muammosini qanday tushunasiz?

5. Reaktiv quvvat kompensatsiyasi nima maqsadda qilinadi?

6. Reaktiv quvvat iste'molini tabiiy usullar bilan kamaytirish yo'llarini aytib bering?

7-BOB. ELEKTR YUKLAMALARI KARTOGRAMMASI VA YUKLAMALARNING SHARTLI MARKAZINI ANIQLASH

7.1. Kartogramma tushunchasi. Elektr yuklamalari kartogrammasi. Yoritish sektori.

Sanoat korxonalarining bosh pasaytiruvchi podstantsiyalarida elektr energetikasi tizimidan uzatilgan yuqori kuchlanishli 35, 110, 220 kVli elektr energiyasini 6 yoki 10 kVli kuchlanishga pasaytiladi.

BPP ning o'rnatilishi joyini to'g'ri tanlash sanoat korxonasining elektr ta'minoti tizimini optimal loyihalashdagi asosiy masalalaridan biri hisoblanadi.

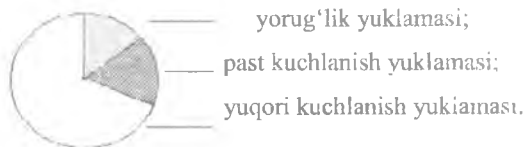
Korxonaning elektr ta'minotini loyihalashtirishda uning bosh plani berilib, unda barcha sexlar va boshqa obyektlar ko'rsatiladi. Sexlarning joylanishi korxonaning texnologik jarayonidan kelib chiqadi. Planda sex va boshqa obyektlardagi qurilmalarning o'rnatilgan quvvatlari ko'rsatiladi. Bulardan tashqari, ayrim sex va korxonaning aktiv va reaktiv quvvatlarining yozgi va qishki fasllariga tegishli bo'lgan xarakterli kunlik grafiklari beriladi.

Korxonaning BPP, BTP larning joylanish o'rinlarini to'g'ri tanlash elektr ta'minoti tizimiga ketadigan sarf-xarajatlarni kamaytiradi.

Yuklamalar kartogrammasi

BPP joylanish o'rnini tanlash uchun korxona bosh planiga yuklamalar kartogrammasi chiziladi. Kartogramma deganda har bir sex, obyektlar maydonlarida chizilgan doiralar tushuniladi. Ularning markazlari qilib obyektlar, sexlar planlarining markazlari olinadi. Chizilgan doiralarning yuzalari, olingan masshtabda, sex yuklamalariga teng bo'ladi. Sex yoki korxona yuklamalarining markazlari elektr energiya qabul qiluvchilarning simvolik markazi hisoblanadi. BPP va sex podstantsiyalarini imkoniyat boricha ushbu markazga joylashtirish kerak. Bu esa yuqori kuchlanishli elektr energiyasini iste'molchilarga yaqinlashtiradi, yuqori va past kuchlanishli tarqatuvchi elektr tarmoqlarining uzunligini qisqartiradi, sarflanadigan o'tkazgichlar uzunliklarini kamaytiradi va elektr energiyasini nobudgarchiligini ozayishiga olib keladi. Bulardan tashqari,

kartogramma asosida elektr yuklamalarni korxona hududida qanday taqsimlanganligini tassavvur qilish imkoniyati yaratiladi.



7.1-rasm. Yuklamalar kartogrammasi.

Kartogrammani aktiv va reaktiv yuklamalar uchun alohida-alohida qurish maqsadga muvofiqdir. Chunki aktiv va reaktiv quvvat iste'molchilarning korxona maydoni bo'yicha joylashishlari har xil bo'lib, ular ayrim-ayrim manbalarga ulanishlari mumkin.

Kartogramma doiralari radiuslari quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$r_{ia} = \sqrt{P_{xi} / \pi m}; \quad r_{ip} = \sqrt{Q_{xi} / \pi m};$$

Bu yerda, $P_{xi} - i$ – sexning hisobiy aktiv quvvati;

$Q_{xi} - i$ – sexning hisobiy reaktiv quvvati;

m – doira yuzini aniqlash uchun mashtab.

Aktiv yuklamalarning ta'minoti elektr sistemasidan bajarilsa, reaktiv quvvat manbasi sifatida maxsus kondensator batareyalarini, sinxron kompensatorlarni, reaktiv quvvatning ventilli statik manbalarini ishlatilishi mumkin. Reaktiv quvvat manbalarini o'rnatish joyi reaktiv quvvat kartogrammasi asosida yuklamalarning simvolik markazini aniqlash natijasida topiladi. Reaktiv quvvat kompensatorlari o'rinlarini noto'g'ri tanlash reaktiv quvvat oqimlarini elektr ta'minoti tizimi elementlaridan keraksiz harakatlariga olib keladi va elektr energiyaning qo'shimcha nobudgarchiliklariga sabab bo'ladi.

Kartogrammaning har bir doirasini sektorlarga ajratish mumkin. Bu sektorlarning yuzalari mos ravishda yuqori kuchlanishli past kuchlanishli va yorug'lik yuklamalariga proporsional bo'ladi. Agar biror sexda yuqori kuchlanishli, past kuchlanishli iste'molchilar va yoritish qurilmalari mavjud bo'lsa hisobiy quvvat uch tashkil etuvchidan iborat bo'ladi, ya'ni:

$$P_x = P_{yu.k} + P_{pk} + P_{yo}$$

Bu yerda, P_x – sexning umumiy hisobiy aktiv yuklamasi;
 $P_{y_{u,k}}$ – sexdagi yuqori kuchlanishli iste'molchilarning hisobiy quvvati;

$P_{p,k}$ – past kuchlanishli iste'molchilarning hisobiy quvvati;

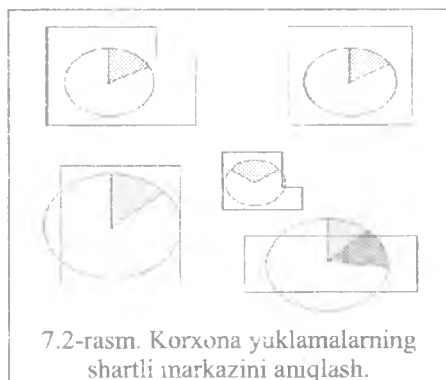
P_{yo} – yoritish qurilmalarining hisobiy yuklamasi.

Rasmda sex yuklamasining doirasi va yuqori kuchlanishli iste'molchilar, yoritish qurilmalar hosil qilgan yuklamalarning sektorlari ko'rsatilgan. Sektorlarning markaziy burchaklari quyidagi aniqlanadi.

$$\alpha_1 = \frac{P_{y_{u,k}} \cdot 360^\circ}{P_x}; \quad \alpha_2 = \frac{P_{yo} \cdot 360^\circ}{P_n}$$

Rasmda misol tariqasida o'rta quvvatli sanoat korxonasining yuklamalar kartogramma ko'rsatilgan. Kartogramma tahlili ko'rsatishicha korxonaning 3 va 5-sexlari eng ko'p aktiv yuklamalarga ega. Yuqori kuchlanishli iste'molchilar faqat 5-sexda mavjud bo'lib, barcha sexlar kichik kuchlanishli yuklamalar va yoritish qurilmalariga ega. Kartogrammani ko'rishda doiralarning markazlari sex shakllarining geometrik markazlariga joylashtirilgan.

7.2. Bosh pasaytiruvchi podstansiya. Shartli elektr yuklamalar markazi.



7.2-rasm. Korxona yuklamalarning shartli markazini aniqlash.

Qurilgan kartogramma asosida korxona yuklamalarning shartli markazi (YUSHM) aniqlanadi. Sex yuklamalari yuzasi uning yuzasi bo'yicha tekis taqsimlangan deb faraz qilinsa, YUSHM sex geometrik shaklining markazida deb qabul qilinadi. Korxonaning YUSHM aniqlashda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i x_i}{\sum_{i=1}^n P_i}; \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Bu yerda, P_i ; X_i ; Y_i – i -sexning hisobiy aktiv quvvati va uning geometrik markazining koordinatlari.

Agar korxona ko'p etajli binoga joylashgan bo'lsa, uchinchi koordinatani ham hisobga olish kerak. Bu yerda sex yuklamalarining markazida korxona YUSHM gacha bo'lgan masofa; h – binoning balandligi. Korxonaning YUSHM koordinatlari aniqlashda sexlarning yuklamalari va ularning ishlash vaqtlarini nazarda tutib ushbu formulardan foydalanish mumkin:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i x_i T_i}{\sum_{i=1}^n P_i T_i}; \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i y_i T_i}{\sum_{i=1}^n P_i T_i};$$

Bu yerda, T_i – i – sexning ishlash vaqti.

Korxona YUSHM ni aniqlashning tanishilgan usuli o'zining soddaligi va oson tassavvur qilina olishi bilan ajralib turadi.



7.3-rasm. a) Taqsimlash qurilmasining bino ichkarisida joylashishi, b) Taqsimlash qurilmasining bino tashqarisida joylashishi.

Tanishilgan usulda YUSHM korxona hududidagi qo'zg'almas bir nuqta deb qaraladi. Bu esa haqiqatdan uzoq bo'lib, yuklamalar grafigi o'zgaruvchan bo'lganligi uchun yuklamalar markazi korxona hududi

bo'yicha kun davomida o'zgarib turadi. Bundan tashqari, sexlar smenalarini o'zgarishi, korxonaning rivojlanishi, qo'shimcha obyektlarni qurilishi elektr yuklamalar markazini o'zgarishiga olib keladi. Kun davomida yuklamalar markazi qandaydir murakkab shaklni chizadi. Maxsus izlanishlarning ko'rsatishicha bu shakl ellipsdan iborat bo'ladi[1].

Agar har xil sabablarga (texnologik, arxitekturaviy, ekologik va h.k.) binoan, BPP ni korxonaning YUSHM ga o'rnatish iloji bo'lmasa, uni tashqi elektr manbasi tomoniga siljitish tasviya etiladi.

Agar elektr energiyasi sistemadan markaziy tarqatish punkti (MTP) orqali korxona sexlarini uzatiladigan bo'lsa, uni o'rnatilish

joyini aniqlashda YUSHM aniqlash shart emas. MTP o'rini tanlanganda elektr energiyasini teskari tomoniga uzatilishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Bunday talab bajarilganda o'tkazgich materiallari tejaladi va elektr energiyasini nobudgarchiligi kamayadi.

MTP o'rini to'g'ri (a) va noto'g'ri (b) joylanishlari ko'rsatilgan. Rasmda birinchi sex podstansiyalariga kelayotgan energiya yonalishi tashqi manba tomoniga teskari yonalgan. Sexlarning transformator podstansiyalarini iloji boricha iste'molchilar guruhiga yaqin joylashtirish zarur. Bundan tashqari, podstansiyaning o'rini tanlanganda ishlab chiqarish binosining shakli, texnologik qurilmalarini joylanishini, sovitish sharoitlarini, yongindan xafsizligini va ishlatiladigan elektr jihozlarining turlarini hisobga olish kerak bo'ladi. Ko'p hollarda podstansiyalar sex ichida, sex binosiga ichki yoki tashqi tomonidan biriktirilgan tarzda quriladi. Sanoat korxonalari elektr ta'minotida komplekt transformator podstansiyalari (KTP) keng ishlatiladi. Bunday KTP lar zavodlardan to'la yig'ilgan holda keltiriladi. Ular transformatorlardan, komplekt taqsimlash qurilmalaridan (KTQ) tuzilgan bo'lib, manzilga yetkazish oson, kam joyni egallaydi, montaj ishlarini tezkorlik bilan bajarish mumkin.

Nazorat savollari:

1. Yuklama kartogramma nima maqsadda ko'riladi?
2. Yuklama markazini aniqlashda xatoliklar nimaga olib keladi?
3. Yuklama kartogrammasi nimani ko'rsatadi?
4. BPP va markaziy tarqatish punktini joylashtirish shartlari bir xil bo'ladimi yoki har xil bo'ladimi?

8-BOB. TRANSFORMATORLAR. TRANSFORMATORLARNING SONI VA QUVVATINI TANLASH

8.1. Transformatorlar va ularning turlari.

Transformator – o‘zgaruvchan tok kuchlanishini o‘zgartiradigan (bu jarayonda chastota $f = \text{const}$) statik (aylanuvchi qismi bo‘lmagan) elektromagnit o‘zgartgichdir. Elektr stansiyalaridan iste’molchilarga elektr energiyani uzatishdagi energiya isroflari liniya simlaridan o‘tadigan tok kuchiga bog‘liq bo‘ladi. Elektr stansiyalaridagi sinxron generatorlar kuchlanishining kattaliklari ($U \leq 24$ kV) uzoq masofada joylashgan iste’molchilarga elektr energiyani tejamli uzatish uchun ancha kamlik qiladi. Elektr energiyaning ma’lum quvvati ($S = \sqrt{3} U \cdot I$)ni iste’molchiga uzatishda transformator yordamida kuchlanish U qanchaga oshirilsa, tok kuchi I shuncha marta kamayadi. *Bunda:* 1) liniya uchun ko‘ndalang kesim yuzasi nisbatan kichik bo‘lgan sim tanlanib, elektr uzatish liniyasini qurishda rangli metallar tejaladi; 2) liniyadagi quvvat isroflari ($P' = 3I^2 r_l$) kamayishi tufayli iste’molchilarga yetkazib beriladigan aktiv quvvat oshadi.

Ayrim issiqlik elektr stansiya (IES) larida o‘rnatilgan kuch transformatorlari uzatilayotgan elektr energiyaning kuchlanishini 20 kV dan 500 kV ga, ya’ni 25 marta oshirib beradi. Natijada, liniya simlaridagi energiya isroflari transformersiz uzatilganiga nisbatan $25^2 = 625$ marta kamayadi, ya’ni katta iqtisodiy samaraga erishiladi.

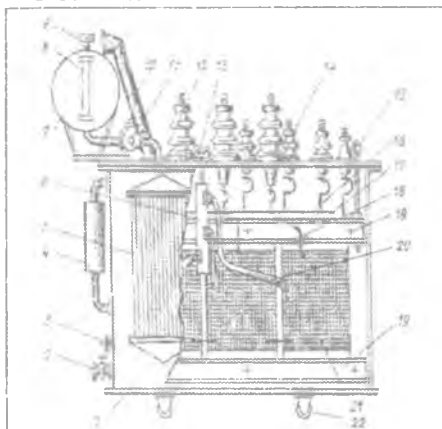
Har qaysi elektr stansiyasida kuchlanishni oshiruvchi katta quvvatli transformatorlar o‘rnatilgan bo‘ladi (8.1-rasm). Elektr uzatish liniyasi uzoq masofali va uzatilayotgan quvvat qancha katta bo‘lsa, texnik-iqtisodiy jihatdan asoslangan kuchlanish shuncha yuqori bo‘ladi. *Masalan*, 103 MVt quvvatni 1000 km masofaga uzatish uchun deyarli 500 kV kuchlanish zarur bo‘ladi.

O‘zgaruvchan tok iste’molchilarining ko‘pchiligi 220, 380 va 660 V kuchlanishlarda, nasos stansiyalarda o‘rnatilgan suv nasoslarini yuritadigan sinxron elektr motorlari 10 kV; metallurgiyada qo‘llaniladigan katta quvvatli faza rotorli asinxron elektr motorlari 6 kV, shu sohada ishlatiladigan yirik sinxron elektr motorlari esa 6 va 10 kV kuchlanishlarda; elektrlashtirilgan temir yo‘l transportida qo‘llaniladigan elektr motorlari 3,3 kV kuchlanishda ishlaydi.

Shuning uchun elektr uzatish liniyasining yuqori kuchlanishi markaziy va mintaqaviy podstantsiyalarda hamda elektr energiya iste'molchilariga yaqin joyda o'rnatilgan kuch transformatorlari orqali ular uchun zarur bo'lgan kuchlanish qiymatiga qadar pasaytiriladi. Shu xususda 8.1-rasmda, konstruksiyasi kuchlanish klassi 35 kV, quvvati esa 1000÷6300 kVA ga mos keladigan pasaytiruvchi kuch transformatori ko'rsatilgan.

Elektr stansiyasidan iste'molchilarga elektr energiyani uzatish jara yoni besh-olti bosqichda asosan ikki chulg'amli katta quvvatli transformatorlar vositasida amalga oshiriladi. Shuning uchun kuch transformatorlarining soni hamda ularning quvvati elektr energiyani uzatish masofasiga qarab elektr stansiyalaridagi elektr generatorlarining soni va o'rnatilgan quvvatiga nisbatan taxminan olti marta ko'p bo'ladi.

O'zbekiston Respublikasida kuch transformatorlari hamda maxsus transformatorlarning ayrimlari asosan, Toshkent viloyatida faoliyat ko'rsatayotgan Chirchiq transformatorsozlik zavodida, «ELUS (Elektr uskunalari)» va «OsiyoElektroEnergiya» ilmiy-ishlab chiqarish korxonalarida ishlab chiqarilmoqda. Toshkent shahrida kuch transformatorlarini ta'mirlaydigan korxonalardan "EnergoTa'mir" ixtisoslashtirilgan ta'mirlash-ishlab chiqarish va "Rotor" ta'mirlash korxonalari ham faoliyat ko'rsatmoqda.



- 1 – bak; 2 – moy uchun ventil; 3 – zaminlash uchun qistirma; 4 – ter-mosifonli filtr; 5 – radiator; 6 – kuchlanishni rostlash qayta ulagichi; 7 – kengaytirgich; 8 – moy ko'rsatkichi; 9 – havo quritgich; 10 – chiqaruvchi (saqllovchi) truba; 11 – gaz rele; 12 – YuK chulg'am uchun o'tish izolyatori; 13 – qayta ulagich dastagi; 14 – PK chulg'amga oid o'tish izolyatori; 15 – transformatori ko'tarish uchun ilgich; 16 – PK chulg'amni o'tish izolyatori bilan bog'lovchi o'tkazgich; 17 – magnit o'tkazgich; 18 – YuK chulg'amni o'tish izolyatori bilan bog'lovchi o'tkazgich; 19 – yuqorgi va pastki yarmo bialkalari; 20 – YuK chulg'am rostlash tarmog'ining simlari; 21 – YuK chulg'am; 22 – aravacha g'ildiragi.

8.1-rasm. Kuchlanish klassi 35 kV quvvati 1000÷6300 kVA konstruksiyasiga mos keladigan pasaytiruvchi kuch transformatori:

Transformatorlarning tasnifi, ularga qo'yiladigan asosiy talablar, gabaritlari va nominal kattaliklari.

Transformatorlarning tasnifi. Bajaradigan vazifasiga ko'ra transformatorlar quyidagi turlarga bo'linadi: 1) *kuch transformatorlari*; 2) *maxsus transformatorlar*.

Kuch transformatorlari o'z navbatida: *umumiy maqsadli* va *sohaviy* turlarga bo'linadi.

Elektr energiyani uzatish, qabul qilish hamda ishlatishga mo'ljallangan elektr tarmoqlari va uskunalarida elektr energiyani o'zgartirish (kuchlanishni oshirish yoki kamaytirish) vazifasini bajaradigan transformatorni *kuch transformatori* deyiladi. Bu toifaga: quvvati 6,3 kVA va undan katta bo'lgan *uch fazali* transformatorlar hamda quvvati 5 kVA va undan katta bo'lgan *bir fazali* transformatorlar kiradi.

Normal sharoitda ishlayotgan elektr tarmog'iga ulash uchun yoxud maxsus ish sharoiti, yuklamaning xarakteri yoki ish rejimi bilan farq qilmaydigan energiya iste'molchilarini bevosita ta'minlashga tayyorlangan transformatorlarni *umumiy maqsadli kuch transformatorlari* deyiladi. Transformatorlar *fazalar soniga ko'ra*: bir, uch va ko'p fazali (sohaviy); *chulg'amlar soniga ko'ra* – ikki, uch va ko'p chulg'amli turlarga bo'linadi.

Agar transformatorning har fazasida uchta[yuqori kuchlanishli (YuK), o'rta kuchlanishli (O'K) va past kuchlanishli (PK)] elektr jihatdan ulanmagan chulg'amlari bo'lsa, bunday holda *uch chulg'amli* transformator deyiladi.

Agar transformatorida $U_{1N} < U_{2N}$ bo'lsa – *oshiruvchi*, $U_{1N} > U_{2N}$ bo'lganida esa – *pasaytiruvchi* transformator deyiladi.

Kuch transformatorlariga qo'yiladigan asosiy talablar. Elektrotexnika sanoatida ishlab chiqarilayotgan kuch transformatorlari ishonchlilik, tejamlilik, chidamlilik va boshqa muhim jihatlari bilan *jahon bozorida yuksak raqobatbardosh bo'lishi zarur*. Shu sababli mazkur transformatorlarga *quyidagi asosiy talablar qo'yiladi*: *a)* ishlab chiqarishda va ishlatishda tejamli bo'lishi; *b)* ishlatishda ishonchliligi; *c)* isroflar standartda belgilangan me'yordan oshmasligi; *d)* parallel ulash shartlarini qanoatlantirishi; *e)* me'yordan ortiqcha qizib ketmasligi; *f)*

kuchlanishni rostlashga imkon berishi; g) transformatorni ishlatish jarayonida ayrim sabablarga ko'ra sodir bo'ladigan qisqa muddatli o'ta kuchlanishlarga va kam muddatli qisqa tutashuvdagi ancha katta bo'lgan toklar ta'siriga bardosh berishi zarur.

Transformatorning nominal kattaliklari. Transformatorlar standart talablariga mos holda texnik shartlar bo'yicha tayyorlanadi va elektr energiyani o'zgartirish bo'yicha ma'lum vazifalarni bajarish uchun belgilanadi. Bu sharoitlardagi transformatorning ishi nominal kattaliklar bilan xarakterlanadi va ular elektr jihozlari kataloglarida hamda transformatorga mahkamlangan pasport taxtachada quyidagilar ko'rsatilgan bo'ladi:

Transformatorning to'la nominal quvvati VA yoki kVA da ko'rsatiladi:

a) bir fazali ikki chulg'amli uchun – $S_{1N} = U_{1N} \cdot I_{1N}$;

b) uch fazali ikki chulg'amli uchun – $S_{1N} = \sqrt{3} U_{1N} I_{1N} = 3 U_{1Nf} I_{1Nf}$

Transformatorlarda FIK juda ham katta bo'lganligidan ikki chulg'amli transformator birlamchi (S_{1N}) va ikkilamchi (S_{2N}) chulg'am nominal quvvatlari taxminan bir xil bo'ladi, ya'ni: $S_{1N} \approx S_{2N}$.

Nominal kuchlanish deganda har bitta chulg'amning liniya kuchlanishi tushuniladi. Ikkilamchi chulg'amning nominal kuchlanishi uchun $U_{2N} = U_{2(0)}$ qabul qilinadi. Transformatorning nominal toklari deganda quvvati $S_1 = S_2 = S_N$ va kuchlanishlari (U_{1N} va U_{2N}) bo'yicha hisoblangan 1-2-chulg'amlarning liniya qiymatlari tushuniladi. *Bulardan tashqari:* 1) nominal chastota, f_N ; 2) fazalar soni, m ; 3) chulg'amlarning ulanish sxemasi va guruhi; 4) qisqa tutashuv kuchlanishi, $u_{q.t.}$, (%); 5) transformatorning tipi; 6) standart nomeri; 7) sovitish usuli va boshqa ayrim ma'lumotlar keltiriladi.

8.2. Podstansiyalarda transformatorlarning soni va quvvatini tanlash.

Transformatorlarning sonini tanlash

Korxonaning ratsional elektr ta'minoti tizimini yaratishda BPP va sex podstansiyalaridagi kuch transformatorlarning soni va quvvatlarini texnik va iqtisodiy nuqtai nazaridan to'g'ri tanlash

katta ahamiyatga ega. Texnik ko'rsatgichlarga elektr ta'minoti sxemasining ishonchliligi, ekspluatatsiyada qulayligi, jihozlarni uzoq muddatda ishlay olishi, avtomatlashganlik darajasi va h.k. kiradi. Iqtisodiy ko'rsatgichlarni esa asosan boshlang'ich kapital mablag' va yillik sarf-xarajatlar kiradi. Korxona uchun kuch transformatorlarning soni va quvvatlarini tanlashda ikki yoki ko'p variantlar tahlil qilinib, ulardan eng ma'quli olinadi.

Variantlarning iqtisodiy samaradorligini aniqlashda quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$T = \frac{K_B - K_A}{C_A C_B}$$

yoki

$$Z = P_{nom} K + C$$

Bu yerda, K_A , K_B – A va B variantlar uchun ketadigan boshlang'ich kapital mablag'lar [ming so'm]; C_A , C_B – ushbu variantlar uchun yillik ekspluatatsiya sarf-xarajatlar [ming so'm/yil]; Z – yillik keltirilgan sarf-xarajatlar; T – chiqimlarni qoplash muddati, bu davrda kapital mablag'i katta bo'lgan variantda yillik ekspluatatsiya sarf-xarajatlarning kamligi hisobiga boshlang'ich mablag'ning qo'shimcha chiqimlarni qoplanadi. T ga teskari bo'lgan miqdorni iqtisodiy samaradorlik koeffitsienti deyiladi: $P = \frac{1}{T}$

Energetikaning hisob-kitob ishlarida chiqimlarning qoplash me'yoriy (normativ) qiymati belgilangan. Shunga binoan,

$P = \frac{1}{T}$ – me'yoriy iqtisodiy samaradorligi koeffitsienti bo'lib,

uning qiymatini 0,15 ga teng deb qabul qilingan. U holda chiqimlarni qoplashning me'yoriy muddati $T = \frac{1}{m} = 6,67$ – yilni

tashkil etadi.



8.2-rasm. Kuch transformatorlarning soni va quvvatlarini tanlash.

Korxona elektr ta'minoti tizimidagi transformatorlar tanlanganda ularning ikkita yoki uchta standart quvvatli bo'lishiga erishish maqsadga muvofiqdir. Bunda zahiridagi transformatorlar soni kamayib, buzilganini almashtirishni osonlashadi.

35 kV va undan katta kuchlanishli podstansiyalarning sxemalarida yuqori kuchlanishli tomonlarida o'zgichlar ishlatilmasa ta'minot tizimi katta miqdorda arzonlashadi. Barcha chekka podstansiyalar loyihalashtirilganda yuqori kuchlanishli qismiga uzgichlar o'rniga qisqa tutashtirgichlar va ajratgichlar qabul qilish tavsiya etiladi. Sex podstansiyalarida transformatorlarni yuqori kuchlanishli liniyalariga ayrgichlar yoki ayrgich-saqlagichlar yoki yuklamani o'chirgich-saqlagichlar orqali ulash to'g'ri bo'ladi.

BPP va MTP lardagi transformatorlar soni elektr ta'minotiga bo'lgan ishonchlik darajasi bilan aniqlanadi. Ko'rsatilgan tasvirda bir va ikki transformatorli podstansiyaning sxemalari keltirilib, ularda yuqori kuchlanishli ayrgich, uzgich, transformator kichik kuchlanishli uzgich va ayrgichlar ketma-ket ulangan.

Keltirilgan sxemalardan ikkinchisi iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda ishonchli hisoblanadi. Bir transformator ishdan chiqsa, ikkinchisi buzilgan transformatorni ta'mirlash yoki almashtirishga ketadigan vaqt oralig'i uchun 100% li ishonchlikni ta'minlaydi.

Birinchi toifali istemolchilarni ikkita transformatorli podstansiyalardan ta'minlash zarur bo'lib, har bir transformator ayrim shina seksiyalariga ulanishi kerak. Kichik kuchlanishli ishchi shinalar seksiyalari ham alohida saqlanadi. Bu esa kichik kuchlanishli tarmoqlarning ish sharoitlarini yaxshilab, Q.T. tokining miqdorini ikki marotaba kamaytiradi.

Ikkinchi toifali iste'molchilarni ikki transformatorli yoki bir transformatorli podstansiyadan (zahiridagi transformatorni biror soat davomida almashtirish imkoni bo'lganda) energiya bilan ta'minlash mumkin.

Uchunchi toifali iste'molchilar zahirada transformator mavjud bo'lganda, bir transformatorli podstansiyaga ulanishlari mumkin.

Transformatorning quvvatini tanlash

Transformatorlar quvvatlarini hisobiy yuklamalarga mos ravishda qabul qilinadi. Shu bilan birga, transformatorning

iqtisodiy ish rejimi va iste'molchilarning elektr ta'minoti bo'yicha ishonchlikni ta'minlashni ham hisobga olinadi. Me'yoriy sharoitda transformatorning yuklamasi uning tabiiy ishlash muddatini qisqartishi kerak emas.

Transformatorning nominal quvvati deganda shunday yuklanish tushuniladiki, unda nominal ish sharoitida, belgilangan ishlash muddati davomida (taxminan 20 yil) transformator uzluksiz ishlay oladi. Transformatorning normal ish sharoitida quyidagi shartlar bajarilishi zarur:

1. Sovutuvchi muhitning harorati – 20°C ;
2. Transformator yog'ining o'rtacha harorati atrof-muhit haroratidan 44°C ga (M va D sovutish tizimlari uchun) yoki 36°C ga (DS, S sovutish tizimlari uchun) oshmasligi kerak;
3. Chulg'amning eng qizigan nuqtasidagi harorat uning o'rtacha haroratidan 13°C ga oshmasligi zarur;
4. Q.T. nobudgarchiligini salt ishlash nobudgarchiligiga nisbati taxminan beshga teng bo'lishi kerak;
5. Izolyatsiya harorati o'rtacha (85°C) haroratga nisbatan 6°C o'zgarsa, uning ishlash muddati ikki marotabaga o'zgaradi;
6. O'tish jarayonlarida transformator yog'ining yuza qismidagi harorat 95°C dan, chulg'am metallining eng qizigan qismining harorati esa 140°C dan oshmasligi kerak.

Atrof-muhit haroratining oshishi transformator izolyatsiyasi eskirishini tezlashtiradi. Atrof-muhitning yillik o'rtacha harorati $\theta_{ish} \neq 5^{\circ}\text{C}$ bo'lsa, transformatorning nominal quvvati uning pasportida ko'rsatilgan quvvatdan farqli bo'ladi, ya'ni:

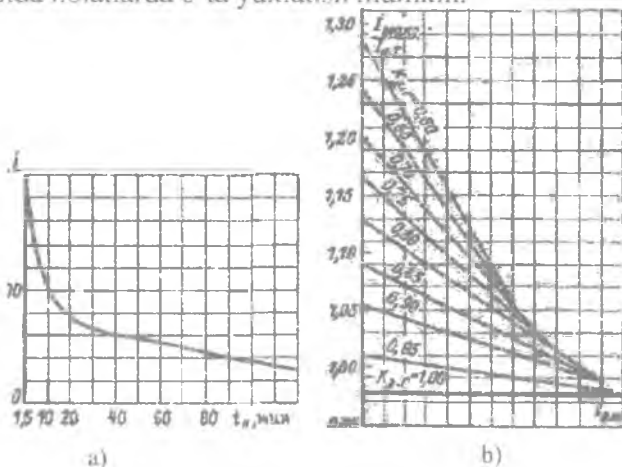
$$S_{n.t} = S_{n.t.} \left(1 + \frac{5 - \theta_{ish}}{100} \right)$$

Bu yerda, $S_{n.t}$ – transformatorning nominal quvvati; $S_{n.t.i}$ – atrof-muhitning harorati $\theta_m = 35^{\circ}\text{C}$ va o'rtacha yillik harorat $\theta_{o'rt} = 5^{\circ}\text{C}$ bo'lgan sharoit uchun transformatorning pasportida ko'rsatilgan quvvat.

Atrof-muhit haroratining 35°C dan har bir gradusga oshishi transformatorning nominal quvvatini mos ravishda qo'shimcha 1% ga kamayishiga olib keladi va bu jarayon $\theta_m = 45^{\circ}\text{C}$ ga davom

etadi. Atrof-muhit harorati $+45^{\circ}\text{C}$ dan ortsa, sovutish tizimi ishini jadallashtirish zarur bo'ladi.

Transformatorlar quvvatlarini tanlashda ularning o'ta yuklanish imkoniyatlarini hisobga olish kerak. Aks holda, o'rnatilayotgan transformatorning quvvatini zaruriyatsiz katta qabul qilishga to'g'ri keladi. Eksploatatsiya jarayonida transformatorlarni sistematik yoki favqulotda holatlarda o'ta yuklatish mumkin.



8.3-rasm. a) Transformator ishlash vaqtim uning ishchi haroratga bog'liqligi,
b) Transformatorning yuklanish holati

Transformatorni favqulotda (avariya) holatda 5 sutka davomida 40% gacha o'ta yuklatishga ruxsat etiladi. Bunday yuklatishning vaqti har sutkada 6 soatdan oshmasligi kerak. Buning uchun avariya holatigacha transformatorning yuklamasi uning pasportida ko'rsatilgan quvvatning 0,93 qismidan oshmagan bo'lishi zarur. Qisqa muddatli o'ta yuklanishni miqdorini sovutish tizimi M, DS va S bo'lgan transformatorlar uchun shu rasmda ko'rsatilgan grafik yordamida aniqlanadi.

Transformatorning sistematik ravishda o'ta yuklanish imkoniyati yuklanish grafikining to'ldirish koeffitsientiga bog'liq:

$$K_T = \frac{S_{o'ri}}{S_M}$$

Bu yerda, $S_{o'rt.}$ – yuklamaning o'rtacha qiymati. S_m – yuklamaning maksimal qiymati.

Shu rasm foydalanib, maksimal yuklamaning davomiyligi va K_t ning miqdoriga qarab, transformatorning, sutka davomida joiz sistematik o'ta yuklanishning qiymatini aniqlash mumkin. Transformatorning qo'shimcha sistematik yuklamasini quyidagi ifoda orqali ham aniqlash mumkin:

$$S_{qo'sh} = S_{nomr.} (1 - K_T) 0,3$$

Bu yerda, $S_{qo'sh.}$ – transformatorni maksimal yuklanish vaqti uchun joiz qo'shimcha yuklanish miqdori. Bundan tashqari transformatorni yoz faslida kam yuklama bilan ishlaganligini hisobga olib, qishda uni o'tayuklanish mumkin. Yoz davridagi har 1% kam yuklanishga qishda shuncha o'ta yuklanish tavsiya etiladi. Lekin, uning miqdori 15% oshmasligi kerak. Umuman olganda sistematik o'tayuklanishda quyidagi shart bajarilishi talab etiladi:

$$S_T \leq 1,3 \cdot S_{n, tr. i}$$

Bu yerda, S_t – transformatorning yuklamasi. Ekspluatatsiya jarayonida transformatorning iqtisodiy ratsional ish rejimini ta'minlash talab etiladi. Bu degani transformatorlarda va butun elektr ta'minoti tizimida aktiv quvvat nobudgarchiligining miqdori eng kam bo'lishi kerak. Bunday nobudgarchilikni keltirilgan nobudgarchilik deb ataladi va u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\Delta P_T = \Delta P_{S.YU} + K_{yuk}^2 \cdot \Delta P_{QT.}$$

Bu yerda, $\Delta P_{S.YU} = \Delta P_{S.ISH.} + k_{o'z.} \Delta Q_{S.ISH.}$ – transformatorning salt ish rejimi uchun keltirilgan quvvat nobudgarchiligi;

$\Delta P_{QT.} = \Delta P_{QT.} + K_{o'z.} \Delta Q_{QT.}$ – transformatorning q.t. rejimi uchun keltirilgan quvvat nobudgarchiligi;

$K_{o'z.}$ – nobudgarchilikning o'zgarishi koeffitsienti;

$\Delta P_{s.yu.}$ – transformatorning yuksiz holatidagi aktiv quvvat isrofi (ma'lumotnomalarda beriladi);

$\Delta P_{q.t.}$ – qisqa tutashuv rejimidagi aktiv quvvat nobudgarchiligi (ma'lumotnomalardan olinadi);

$K_{yuk} = \frac{S_{yuk}}{S_{n.tr.}}$ – yuklanish koeffitsienti;

S_{yuk} – transformatorning yuklamasi;

$S_{n.tr.}$ – transformatorning pasportida ko'rsatilgan quvvat;

$\Delta Q_{s.yu.} = S_{n.tr.} \frac{I_{s.yu.} \%}{100}$ -transformatorning salt ish rejimidagi

reaktiv quvvat;

$\Delta Q_{q.t.} = S_{n.tr.} \frac{U_{q.t.} \%}{100}$ -transformatorning qisqa tutashuv rejimidagi reaktiv quvvat;

$I_{s.yu.} \%$ -salt ish rejimidagi tok (ma'lumotnomalarda beriladi);

$U_{q.t.} \%$ -transformator q.t. rejimida kuchlanish (ma'lumotnomalarda beriladi).

Bu munosabatni quyidagicha yozish mumkin:

$$\Delta P_T = \Delta P_{s.yu.} + \frac{\Delta P_{q.t.}}{S_{n.tr.}^2} S_{yuk}^2$$

soddalashtirish maqsadida, ushbu belgilashlarni kiritamiz:

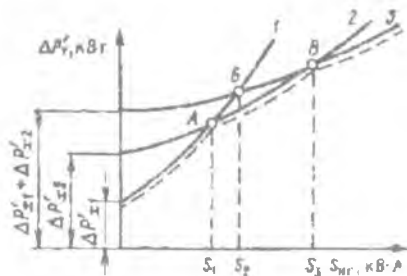
$$\Delta P_{s.yu.} = a; \quad \frac{\Delta P_{q.t.}}{S_{n.tr.}^2} = b$$

U holda, $\Delta P_T = a + b S_{yuk}^2$

Shu formula asosida elektr ta'minoti tizimidagi keltirilgan nobudgarchilik miqdori va elektr yuklama orasidagi bog'lanishini chizishimiz mumkin. Rasmda transformatorlarning alohida va parallel ishlagan holatlardagi aktiv nobudgarchiligining o'zgarish grafiklari keltirilgan.

Keltirilgan grafiklarni tahlil shuni ko'rsatadiki, agar yuklama $0 \leq S_1$ oralig'ida bo'lganda birinchi transformator yuklanishi kerak, chunki bu holda birinchi transformatorning keltirilgan aktiv quvvat nobudgarchiligi minimum bo'ladi. Agar $S_1 \leq S_{yu} \leq S_2$ shart bajarilsa ikkinchi transformatorni yuklatish maqsadga muvofiq.

Agar $S_{yu} > S_2$ bo'lsa, ikkila transformatorlarni parallel ulab yuklatilganda nobudgarchiliklarni miqdori kichik bo'ladi.



8.4-rasm. Transformator quvvatining isrofiga bog'liqligi.

A nuqtada $\Delta P'_{T1} = \Delta P'_{T2}$ bo'lganligi uchun

$$\text{va } S_{YUK.A} = \sqrt{\frac{a_2 - a_1}{b_1 - b_2}} \text{ yoki } S_{YUK.A} = \sqrt{\frac{a_1 - a_2}{b_2 - b_1}}$$

Podstansiyada bir xil ikkita transformator mavjud bo'lsa,

$$a_1 = \Delta F'_{s.p.}; \quad b_1 = \frac{\Delta P'_{o.r.}}{S_{n.t.i.}^2}$$

$$a_2 = 2\Delta P'_{s.p.}; \quad b_2 = \frac{2\Delta P'_{q.t.}}{(2S_{n.t.i.}^2)^2} = \frac{\Delta P'_{q.t.}}{2S_{n.t.i.}^2}$$

$$S_{YUK.A} = \sqrt{\frac{a_2 - a_1}{b_1 - b_2}} = S_{n.t.} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_{c.yu}}{\Delta P'_{q.t.}}}$$

Misol. Podstansiyada o'rnatilgan ikkita $S_{n.t.i.}=10$ MVA quvvatli transformatorlarning iqtisodiy maqsadga muvofiq rejimlari aniqlansin. Transformatorning texnik ko'rsatgichlari quyidagicha: $P_{s.yu}=15$ kVt, $P_{q.t.}=58$ kVt, $U_{q.t.}=10,5\%$, $I_{s.yu}=0,75\%$;

Yechish. Bitta transformatoridagi nobudgarchiliklar yuqorida keltirilgan formulalar orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta Q_{s.yu} = 10000 \frac{0,75}{100} = 75 \text{ KVA}r$$

$$\Delta Q_{q.t.} = 10000 \frac{10,5}{100} = 1050 \text{ KVA}r$$

$$\Delta P'_{s.yu} = 15 + 0,05 \cdot 75 = 19 \text{ KVt}$$

$$\Delta P'_{q.t.} = 58 + 0,05 \cdot 1050 = 110 \text{ KVt}$$

Bu yerda nobudgarchilikning o'zgarish koeffitsienti miqdori: $K_{o.z.}=0,05$ kVt/kVA deb qabul qilinadi.

$$\Delta P_T = \Delta P_{s,yul} + K_{yuk}^2 \cdot \Delta P_{q,t} = 19 + K_{yuk}^2 \cdot 100 \text{ KVT}$$

shu munosabatdan.

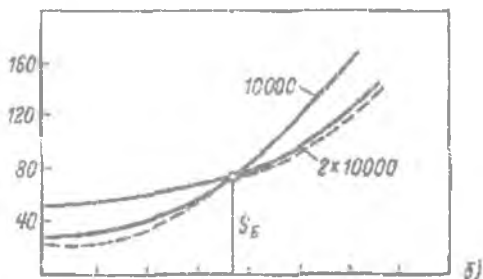
$$S_A = 10 \sqrt{2 \frac{19}{110}} \approx 5,8 \text{ MVA}$$

Demak, podstansiyaning yuklamasi 5,8 MVA dan kam bo'lsa, rasmda faqat bitta transformatorni yuklanish kerak. Agar yuklama bu miqdordan katta bo'lsa ikkila transformatorni parallel ulab ishlatish zarur.

Transformatorlarning soni va quvvatlarini aniqlash bo'yicha umumiy ko'rsatmalar.

Sanoat korxonalari iste'molchilarining elektr ta'minotida zarur bo'lgan qudratli transformatorlarning soni, quvvati va tiplarini tanlashda quyidagi tartib tavsiya etiladi:

1. Podstansiyada o'rnatiladigan transformatorlarning soni iste'molchilarning elektr ta'minotining ishonchligiga bo'lgan talabidan kelib chiqiladi. Masalan, birinchi toifali iste'molchilar uchun podstansiyaga ikkita transformator o'rnatilishi maqsadga muvofiqdir.



8.5-rasm. Transformator quvvatini iste'molchilar soniga bog'liqligi.

2. Podstansiyadagi transformatorlarni quvvatini hisobiy to'la quvvat asosida tanlanadi.

$$S_{X\Sigma} = \sqrt{P_{X\Sigma}^2 + Q_{X\Sigma}^2}$$

Bu yerda, $P_{X\Sigma}$, $Q_{X\Sigma}$ - korxonaning hisobiy aktiv va reaktiv quvvatlari. $Q_{X\Sigma}$ aniqlaganda korxonada o'rnatilgan reaktiv quvvatini kompensatsiyalovchi qurilmalarining quvvatini hisobga

olish kerak. Agar sanoat korxonasi BPP ikkita transformator o'rnatilishi zarur bo'lganda, ularning har birining nominal quvvat quyidagiga aniqlanadi:

$$S_{n.r.} \geq \frac{S_{\Sigma}}{2 \cdot 0,7}$$

Avariya holatlar uchun transformatorning o'ta yuklanish imkoniyatini tekshirib ko'riladi:

$$1,4 \cdot S_{n.r.} \geq S_{\Sigma}$$

Bu yerda, hisobiy quvvat S_{Σ} aniqlanganda, III toifali iste'molchilar e'tiborga olinmaydi.

Sex podstansiyalarida transformatorlarni qabul qilishda yuklama zichligini ham hisobga olinadi:

$$\sigma_w = \frac{S_x}{F}$$

Bu yerda, S_x – sex, korpus yoki bo'limning hisobiy yuklamasi;

F – sex, korpus yoki bo'lim maydonining yuzasi.

Agar $\sigma_{yuk} \leq 0,2 \text{ kVA/m}^2$ bo'lsa, transformatorning quvvati 1000 kVA yoki undan kichik bo'lgani ma'qul $\sigma \leq (0,2 \div 0,3) \text{ kVA/m}^2$ oralig'ida – 1600 kVA va $\sigma_{yuk} > 0,3 \text{ kVA/m}^2$ da 1600 yoki 2500 kVA li transformatorni qabul qilinishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Transformatorlarni ratsional yuklanish koeffitsientini quyidagicha olish tavsiya etiladi:

Ikki transformatorli podstansiyalarning yuklamalarida I toifali iste'molchilar ko'pchilikni tashkil etganda, $K_{yu} = 0,65 \div 0,7$;

bir transformatorli podstansiyalarda, kichik kuchlanishda boshqa podstansiyadan rezerv liniya mavjudligida, $K_{yu} = 0,7 \div 0,8$;

II toifali iste'molchilar ko'pchilikni tashkil qilib, markazlashtirilgan zahirada transformator mavjud bo'lganida yoki podstansiya yuklamalari III toifali iste'molchilardan iboratligida, $K_{yu} = 0,9 \div 0,95$.

3. Podstansiyadagi transformatorlar quvvatlarining mumkin bo'lgan variantlari, favqulotda holatdagi va sistematik o'ta

yuklanishlarni hisobga olgan holda, ko'rib chiqiladi. Belgilangan variantlardan texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlari eng optimal bo'lgani qabul qilinadi.

4. Podstansiyaning kelajakda yuklamasini ortishini hisobga olib uning binosi fundamentini yuqori quvvatli transformatorga mo'ljallab bajariladi yoki podstansiyaning qo'shimcha transformator o'rnatish evaziga kengayishini nazarda tutiladi.

Nazorat savolari:

1. Transformatorlarni soni va quvvatini tanlash nimalarga asoslanadi?

2. Qaysi holatlarda bir, ikki yoki uch transformatorlar olinadi?

3. Transformatorlarni o'ta yuklanish turlaridan qaysilarini bilasiz?

4. Iste'molchilarni toifasiga qarab transformatorlarni yuklanish koeffitsientlari qanday miqdorda olish tavsiya etiladi?

9-BOB. ELEKTR ENERGIYASINING SIFAT KO'RSATKICHLARI

9.1. Elektr energiyasining sifati tushunchasi.

Elektr energiya iste'molchilari o'zlariga yuklatilgan vazifalarni ma'lum bir sharoitlardagina to'la-to'kis bajarishlari mumkin. Bunday sharoitlarni belgilovchi parametrlar *elektr energiya sifati* deb yuritiladi. Sifat belgilarining istalgan tomonga og'ishi energiyadan chala foydalanishga sababchi bo'ladi. Shuningdek, elektr qurilmalari va jihozlardan foydalanmaslikka va ishlab chiqarilayotgan mahsulot kam bo'lishiga va boshqalarga sababchi bo'ladi.

Elektr energiyasi sifat muammosini hal qilishda iqtisodiy, matematik va texnik aspektlar ko'rilishi kerak. Iqtisodiy aspekt o'ziga elektr ta'minotida sifatsiz energiya iste'mol qilgandagi zararlarni hisoblash usullarini yaratishni ko'zda tutsa, matematik aspekt sifat ko'rsatkichlarini u yoki bu usullar bilan hisoblashni, texnik aspekti esa texnik vosita va tadbirlarni yaratib, sifatini ko'tarishni va sifat belgilarini nazorat hamda boshqaruv usullarini yaratish va ishlab chiqarishni qamrab oladi.

Umuman olganda, "Elektr energiyasi sifati" deganda, energiya tizimning asosiy parametrlarining o'rnatilgan normadagi qiymatlarga to'g'ri kelishi va shu qiymatlar bilan energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash tushuniladi.

9.2. Chastotaning og'ishi va tebranishi.

Elektr energiya sifati qiymati kuchlanish va chastotalar og'ishi, ularning o'zgarish ko'lamini, elektr qiymatlarining nosinusoidaligi, kuchlanishlar nosimmetriyaligi bilan belgilanadi.

Chastotaning og'ishi bu – 10 minut oralig'ida chastotaning haqiqiy qiymatini nominal qiymatdan farqini ko'rsatuvchi o'rtacha qiymat. Normal holatda chastotaning og'ishi nominal qiymatdan $\pm 0,1$ Gs o'zgarishi ruhsat etiladi. Qisqa vaqt ichida esa $\pm 0,2$ Gs ga o'zgarishi mumkin.

Chastotaning tebranishi bu – chastotaning o‘zgarish tezligi sekundiga 0,2 Gs dan kichik bo‘lmaganda, rejim parametrlarining tez o‘zgarishida asosiy chastotaning eng yuqori va eng kichik qiymatlari orasidagi farq hisoblanadi.

Chastotaning tebranishi, og‘ishga ruhsat berilgan $\pm 0,1$ Gs dan tashqari, $\pm 0,2$ Gs dan oshishi mumkin emas.

$$\delta f = f_{\max} - f_{\min}; \delta f \% = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{f_{\text{nom}}} * 100\%$$

9.3. Kuchlanish og‘ishi va tebranishi.

Kuchlanishning og‘ishi bu – ish rejimining sekin o‘zgarishida, ya‘ni kuchlanishni o‘zgarish tezligi sekundiga 1% dan oshmaganda, kuchlanishning haqiqiy qiymatining uning nominal qiymatidan farqiga aytiladi:

$$\Delta U = U - U_N \text{ yoki } \Delta U \% = \frac{U - U_N}{U_N} 100\%$$

Normal ish holatlarida kuchlanishning og‘ishi quyidagi qiymatlarda ruhsat etiladi:

- $5 \div +10\%$ gacha elektr yuritkich va apparatlarning qisqichlarida yurgizish va boshqarish paytida;
- $2,5 \div +5\%$ gacha ish yuritish qurilmalari qisqichlarida;
- $\pm 5\%$ qolgan elektr iste‘molchilar qisqichlarida.

Avariya dan keyingi holatlarda kuchlanish kamayishi qo‘shimcha 5% ga ruhsat etiladi.

Har qanday elektr iste‘molchi kuchlanishni nominal qiymatiga mos qilib qurilgan, shu bilan kuchlanishni me‘yorida o‘zgarishi uni normal ishlashiga ta‘sir qilmaydi. Ko‘rsatilgan me‘yordan o‘zgarganda iste‘molchilarning ish holati buzulishi mumkin (Elektrotermik qurilmalarida harorat o‘zgarishi, yoritkichlarning yoritilganlik darajasi o‘zgarishi, elektr yuritkich valida F.I.K.ning o‘zgarishi va boshqalar).

Elektr ta‘minoti sistemasida kuchlanish og‘ishiga asosiy sabab elektr iste‘molchilar rejimining o‘zgarishi, ta‘minlovchi

energiya sistemaning holatining o'zgarishi, liniyaning 10-6 kV yetarlicha qarshiliklari o'zgarishi.

Kuchlanishning ko'rsatilgan me'yorlarda o'zgarishi ham iste'molchilarning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlariga ta'sir ko'rsatadi.

Kuchlanishning og'ishi bir qancha tez-tez o'zgarib turuvchi faktorlarga bog'liq. Kuchlanish og'ishining oqibatlarini faqatgina qiymatida emas, balki kuchlanish og'ishining davomiyligiga va kuchlanish og'ishi ta'sir qilgan iste'molchilar hajmiga ham bog'liq bo'ladi. Masalan, qisqa vaqt ichida yuz bergan ba'zi ma'lum bir iste'molchilar uchun kuchlanish og'ishining oqibati shu og'ishni bartaraf qilish uchun ketgan sarf-xarajatdan qimmatga tushishi mumkin.

Kuchlanish sifatini tavsiflash uchun hozirgi vaqtda ehtimollik nazariyasiga asoslangan baholash uslubi yaratilgan bo'lib, uning asosini matematik statistika tashkil etadi. Bu usul birinchi marta P.Ayere tomonidan taklif etilgan. Bu usulga ko'ra asta-sekinlik bilan o'zgaruvchi kuchlanishining iste'molchining iqtisodiy ko'rsatkichlari yaxshi bo'lishligini aniqlash aniq va qulay ravishda olib borishlik uchun T davrida kuchlanish og'ishining o'rtacha kvadrati orali bajarish kerak bo'ladi. Muallif tomonidan bu usul bir xil bo'lmagan kuchlanish deb yuritiladi:

$$(\delta U_{o'rt.kv})^2 = \frac{10000}{T} \int_0^T (\delta U_t)^2 dt$$

bunda, $(\delta U_t) = \frac{U_t - U_N}{U_N} - t$ vaqt orasidagi kuchlanish og'ishi;

$U_t - t$ vaqtda tarmoqning ko'rilayotgan nuqtasidagi kuchlanish og'ishi.

Kuchlanish har xilligining o'lchov birligi foizning kvadrati bilan belgilangan: $1 (\%)^2$ yoki $1/10000$. Masalan, $25 (\%)^2$ li kuchlanish har xilligida nisbiy og'ishlik kvadrati $25/10000$ ga, og'ishlikning o'zi esa $5/100$ yoki 5% ga teng.

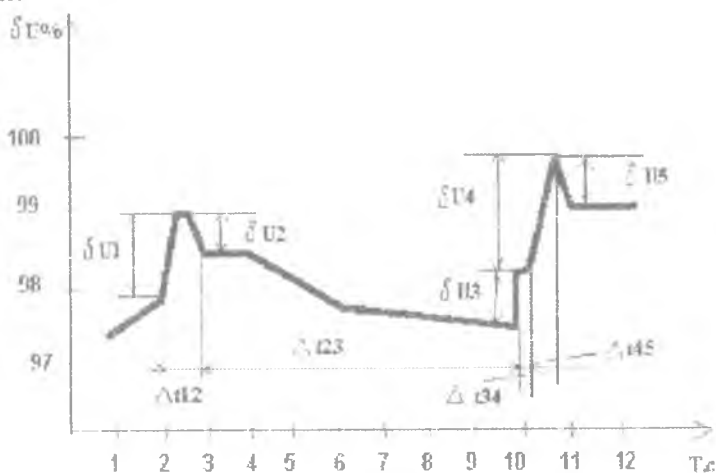
Elektr tarmog'idagi kuchlanish rejimini tahlil qilishlik uchun maxsus analizatorlar qo'llaniladi. Ular yordamida og'ishlikning o'rtacha kvadratini o'lchash mumkin. Shuningdek, T davr ichidagi kuchlanish og'ishning o'rtacha qiymatini ham o'lchash imkoniyati tug'iladi:

$$U_{o'rt} = \frac{100}{T} \int_0^T U_t dt$$

Bu qiymatlar bo'yicha qiymatlar dispersiyasi, ya'ni tasodifiy qiymatlarning o'rtacha qiymatdan og'ish me'yori aniqlanadi:

$$\sigma^2 = (\delta U_{o'rt, kv})^2 - (U_{o'rt})^2$$

Olingan qiymatlar $\sigma^2, (\sigma U_{o'rt, kv})^2$ va $U_{o'rt}^2$ bo'yicha berilgan qiymatning og'ish ehtimolligi aniqlanadi. Buning uchun normal funksiyalar taqsimoti (ehtimollik integrali) jadvallari yordamga keladi.



9.1-rasm. Kuchlanishning vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Kuchlanish tebranishi. Kuchlanish tebranishi quyidagi ko'rsatkichlar bilan belgilanadi:

a) Kuchlanishning tebranishi δU – bu ish rejimining yetarlicha tez o'zgarishida, ya'ni kuchlanish o'zgarish tezligi

sekundiga 1% dan kam bo'lmaganda, kuchlanishning ta'sir etuvchi eng katta va eng kichik qiymatlari o'rtasidagi farq tushuniladi:

$$\delta U\% = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_N} 100\%$$

b) Kuchlanishning o'zgarish chastotasi (1/s, 1/min, 1/soat)
 $F=m/T$

bunda, m – kuchlanish o'zgarish tezligi sekundiga 1% dan kam bo'lmaganda kuchlanishning T vaqt oralig'ida o'zgarishlar soni.

v) Kuchlanishning ketma-ket o'zgarishlari oralig'i Δt_{kj} .

Quyidagi rasmda kuchlanishni vaqt bo'yicha o'zgarish grafigi ko'rsatilgan bo'lib, unda 12 sekund davomida kuchlanish 5 marotaba quloqch yoyadi.

Rasmda $\delta U_1, \delta U_2, \dots, \delta U_5$ – kuchlanish o'zgarishining quloqlari;

$\Delta t_{12}, \Delta t_{23}, \dots, \Delta t_{m5}$ – ketma-ket kelayotgan ekstremumlar orasidagi vaqt intervali; T – o'lchov olib borilgan oraliq vaqt.

9.4. Tok va kuchlanish shakllarining nösinusoidalligi va nosimmetriyaligi.

Tarmoqning nösinusoidalligi kuchlanish egriligining nösinusoidallik koeffitsienti bilan xarakterlanadi va quyidagi formuladan topiladi:

$$K_{N.S.} = \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{\infty} U_v^2}}{U_1} 100\% \approx \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{\infty} U_v^2}}{U_{NOM}} 100\%$$

bu yerda, U_v – v – garmonikadagi kuchlanishning ta'sir qiluvchi qiymati, U_1 – birinchi eng asosiy garmonikaning ta'sir qiluvchi qiymati.

Nösinusoidallik koeffitsienti har qanday iste'molchilarda 5% dan oshmasligi kerak.

Kuchlanish nosimmetriyaligi deganda, fazaviy yoki liniyaviy kuchlanishlarining amplitudaviy yoki fazaviy burchak siljishlarining o'zaro teng bo'lmashligi tushuniladi.

Nosimmetriyaning normalangan ko'rsatkichi bu teskari yo'nalgan kuchlanish U_2 bo'lib hisoblanadi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon_2 = \frac{U_2}{U_{NOM}} 100\%$$

Bu koeffitsientning ruxsat etilgan qiymati: 2 %.

Elektr energiya sifat ko'rsatkichlarining me'yoridan o'zgarishi elektr ta'minoti sistemasida elektr energiya isrofiga, elektr qurilmalarining ishonchli ishlash darajasini pasayishiga, texnologiya jarayonlarining buzilishi va mahsulot ishlab chiqarishning kamayishiga olib keladi.

9.5. Sifat ko'rsatkichlari buzilishining elektr qurilmalari ishiga ta'siri.

Kuchlanish og'ishining ma'lum bir iste'molchilarni ishlash rejimlariga va texnologik jarayonga ta'sirini bir necha misollar asosida ko'rib chiqamiz.

Hozirgi kunda eng keng qo'llanilgan elektr iste'molchi bu asinxron yuritgichdir. Jadvalda kuchlanish og'ishi -10 dan +10% oraliqda asinxron yuritkichlarning tavsifilariga ta'siri ko'rsatilgan.

9.1-jadval

№	Yuritgich tavsifi	Kuchlanish o'zgargandagi tavsiflar o'zgarishi	
		-10%	+10%
1	Ishga tushuruvchi va aylantiruvchi moment	-19%	+21%
2	Sinxron aylanish chastotasi	const	const
3	Sirpanish, %	+23%	-17%
4	Nominal yuklamada aylanish	-1,5%	+1%

	chastotasi		
5	F.I.K. a) nominal yuklamada b) yuklama 75% da v) yuklama 50% da	+2% const -1÷-2%	+1% const -÷+2%
6	Quyidagi yuklamalarda $\cos\varphi$ a) 100% b) 75%	+1% +2÷+3%	-3% -4%
	v) 50%	+4÷+5%	-5÷-6%
7	Nominal yuklamada rotor toki	+14%	-11%
8	Nominal yuklamada stator toki	+10%	-7%
9	Ishga tushirish toki	-10÷- 12%	+10÷+1 2%
10	Nominal yuklamada chulgʻamlarda t – haroratning oʻsishi	+5÷+6 ⁰ C	Amalda oʻzgarm aydi

Yuqoridagi keltirilgan qiymatlar faqatgina yuritgich tavsifini koʻrsatadi. Nominal qiymatdan ogʻish yuritgich bilan birga ishlayotgan qurilmalarning ham ish holatiga taʼsir qilib bir qancha iqtisodiy zarar keltiradi.

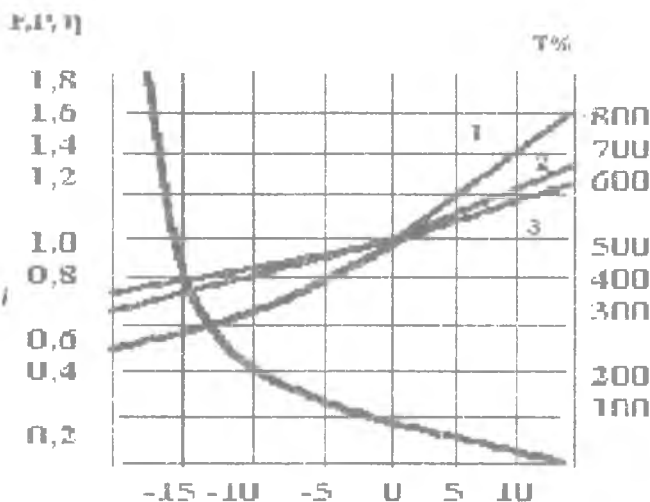
Keltirilgan quyidagi koʻrsatgichlar sifatsiz kuchlanish keltirgan zararlarni koʻrsatadi:

1. Kuchlanishning oʻrtacha 3,86% nominal qiymatdan ogʻish oqibatida 280 kVt quvvatli elektropechlar rangli metall eritishda ortiqcha isrofchilik 65000 kVt-soat/yil boʻladi.

2. Kuchlanish ogʻishi 2,87% boʻlganda poyabzal ishlab chiqaruvchi fabrikalarning issiq vulkanizatsiya sexi sifatsiz mahsulot ishlab chiqaradi, chunki ogʻishning +1÷-2% i haroratning oshishiga olib keladi, bu esa mahsulot ishlab chiqarishni sekinlashtiradi va bunda 1 mlrd. soʻm/yil zarar keltirishi mumkin.

3. 10000kVA quvvatli elektropech sutkasiga 44 tonna silikoxrom mahsulotni ishlab chiqaradi. Kuchlanishning 5-9%

kamayishida ishlab chiqaruvchanlikni 38,8 tonnaga kamaytiradi, bu taxminan 12% bo'ladi.



9.2-rasm. Kuchlanish ogishining elektr energiya sifatiga ta'siri.

Kuchlanishning kamayishi payvandlash sifatini yomonlashtiradi. Kuchlanish kamayishi 10% bo'lganda payvandlash vaqti 20% ko'payadi.

Agar tikuv sexida 2220 ta tikuv mashinasi (AT-120-5) ishlayotganda kuchlanishning nominal qiymatida 5% kamayishi 1 soat davomida 131 metr mato ishlab chiqarmasligiga olib keladi.

Kuchlanishning 6-7% kamayishi metallarni quydiruvchi 3x225 kVt quvvatli elektropechlarda elektr energiya isrofi 270000 kVt·soat/yilga teng va texnologik jarayonning uzoq davom etishiga olib keladi.

Kuchlanish og'ishiga lampa chulg'ami juda ham sezgir hisoblanadi. Rasmda yorug'lik oqimi va lampaning ishlash vaqtini kuchlanishning darajalarining quvvatga bog'liqlilari ko'rsatilgan.

- 1 – Yorug‘lik oqimi, F ;
- 2 – Yorug‘lik qaytarilishi, η ;
- 3 – Quvvat, P ;
- 4 – O‘rtacha ishlash muddati, T (% larda).

Cho‘g‘lanish lampalari uchun kuchlanishning 1% nominal qiymat oshishi iste‘mol quvvatining taxminan 1,5% oshishiga va yorug‘lik oqimining 3,7% ga oshishiga ishlash muddatini 14% kamayishiga olib keladi. Kuchlanishning 3% ga oshishi chulg‘anish lampalarini ishlash muddatini 30% ga kamayishiga olib keladi. Kuchlanishning 5% ga oshishi lampalar ishlash vaqtini 2 marta kamaytiradi. Lyuminitsent lampalarining kuchlanishi 10% ga oshganda ularning ishlash muddati 20-30% ga kamayadi.

Yuqori garmonikalarning iste‘molchi elektr jihozlari ishlariga ta’siri.

Korxonalarni elektr ta‘minotida yuqori garmonikalarning bo‘lishi maqsadga muvofiq emas, zero bunda elektr yuritkich, transformatorlar va elektr tarmoqlarida qo‘shimcha quvvat isroflari bo‘lishi, kondensatorlar yordamida reaktiv quvvatlarni kompensatsiyalash qiyinlashuvi, elektr yuritkich va apparatlar izolyatsiyalarining yomonlashuvi, avtomatika, telemexanika va aloqa vositalari ishlash darajasining pasayishi kuzatiladi.

Asinxron yuritkichlarni nosinusoidal kuchlanish bilan ta‘minlanganda ularning quvvat koeffitsientlari va valdagi aylantiruvchi momentlari qiymatlari bir oz pasayadi.

Kuchlanish shaklining buzilishi elektr yuritkich va transformatorlarda izolyatsiyaning ionizatsion jarayonlarini paydo qiladi. Bu esa hajmiy zaryadlar paydo bo‘lishiga va keyinchalik ularni neytrallashuviga olib keladi. Zaryadlar neytrallashuvi energiya tarqalishiga, natijada o‘rab turuvchi dielektrikda elektr, mexanik va kimyoviy ta’sirlar bo‘la boshlaydi. Oqibatda izolyatsiyada mahalliy defektlar paydo bo‘ladi va rivojlana boshlaydi, bu esa elektr puxtaligiga putur

yetkazib, dielektrik isroflarning ko'payishiga va ishlash muddatining keskin pasayishiga sababchi bo'ladi.

Yuqori garmonikalarning ta'siri kodensatorlar batareyasida sezilarli tus oladi. Nosinusoidal kuchlanishda ishlayotgan kondensatorlar *bo'rtib shishishi* va *portlashi* natijasida tezda ishdan chiqishi mumkin. Yuqori garmonikali toklar bilan ishlayotgan kondensatorlar o'ta yuklanib ishlaydi. Undan tashqari qaysidir bir chastotada rezonans rejimi paydo bo'ladi va u ham kondensator umriga zomin bo'ladi.

Tuzilgan FOCT bo'yicha kondensator batareyalari uzoq vaqt yuqori garmonikali toklar bilan 30 % dan ortiq yuklanmasligi zarur. Biroq bu holda uzoq foydalanish davrida kondensatorning ishlash umri qisqaradi.

Elektr tarmog'i kuchlanishining nosinusoidalligi kabeliar izolyatsiyalarining "qarishiga" olib keladi. Kabellarning sinusoidal va sinusoidal bo'lmagan kuchlanishlarda ishlashi tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, hatto yuqori garmonikalar $6 \div 8,5\%$ ni tashkil qilganda ham siljish toki (ток утечки) 2,5 yildan so'ng o'rtacha hisobda 36 % ga, 3,5 yildan so'ng esa 43 % ga ortadi.

Yuqori garmonikali toklar elektr o'lchov asboblarining o'lchov aniqliklariga ham ta'sir etadi. Aktiv va induktiv energiyalarni o'lchovchi induksion schetchiklar sinusoidal bo'lmagan kuchlanishda 10 % gacha borib yetadigan noaniqlik bilan o'lchov ishlarini olib boradi.

Yuqori garmonikalarning borligi ba'zi bir holatlarda kuch kabellarini ma'lumotlarni uzatish bo'yicha qo'llashlikni amalga oshira olmaydi. Yuqori garmonikalar telemexanikali qurilmalar ishini yomonlashtirib, xatto kuch zanjirlarini qo'llashni mutlaqo ishlatish mumkin emasligiga olib keladi.

Nosinusoidallik ventilli o'zgartgichlarning normal ishlashiga manfiy ko'rinishda ta'sir etib, to'g'rilangan kuchlanish sifatini kamaytirib yuboradi.

Yuqori garmonikalar tufayli quvvat yo'qotilishi.

Elektr ta'minoti elementlaridan yuqori garmonikali toklarning o'tishi natijasida aktiv quvvatning qo'shimcha

yo'qotilishi seziladi, quyida biz ularning bazilari bilan tanishib o'tamiz:

1. Sinxron yuritkichlardan o'tuvchi yuqori garmonikali toklar hosil qiluvchi qo'shimcha quvvat isrofi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\Delta P_{ns.sm} = \Delta P_{ns.m} + \Delta P_{ns.st} + \Delta P_{ns.t},$$

bunda, $\Delta P_{ns.m}$ – sinxron yuritkich chulg'ami metali (mis) da hosil bo'luvchi quvvat yo'qotilishi;

$\Delta P_{ns.st}$ – yuritkich po'lat qismida hosil bo'luvchi quvvat isrofi;

$\Delta P_{ns.t}$ – yuqori garmonikalar hosil qiluvchi tormozlovchi momentlar kuchini qirqishga sarflanuvchi quvvat yo'qotilishi.

2. Asinxron yuritkichlarida yuqori garmonikali tok o'tishi tufayli hosil bo'luvchi qo'shimcha quvvat yo'qotishlari qiymati uchun ifoda

$$\Delta P_{n.sm} = 3 \sum_{v=3}^n I_v^2 (R_{1v} + R_{2v}),$$

bunda, R_{1v} va R_{2v} – v -garmonikaga keltirilgan stator va rotorning aktiv qarshiliklari.

3. Kuch transformatorlari, kabel va havo liniyalari hamda reaktordan o'tuvchi yuqori garmonika tok hosil qiluvchi quvvat isrofi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta P_{ns} = 3 \sum_{v=3}^n I_v^2 R_v.$$

4. Kuch kondensatorlarida hosil bo'luvchi quvvat isrofi.

a) kuch kondensatorining dielektrigidagi aktiv quvvat isrofi:

$$\Delta P_{N.S.D.K} = 2\pi f_{nom} C_{nom} U_v^2 \operatorname{tg} \sigma_v;$$

b) kuch kondensatori korpusga nisbatan izolyatsiyada yuqori garmonikadan hosil bo'luvchi quvvat isrofi:

$$\Delta P_{n.s.i.k.} = 2\pi f_{nom} C_{nom} U_{nom}^2 \operatorname{tg} \sigma_u \sum_{v=1}^n \left(\frac{U_v}{U_{nom}} \right)^2 v;$$

v) kondensator bo'lasida yuqori garmonika tufayli paydo bo'luvchi quvvat yo'qotishlari:

$$\Delta P_{\text{reakt}} = I_v^2 R_{ev} = (2\pi f_{\text{nom}} C_{\text{nom}} U_{\text{nom}})^2 R_e K_{\text{nev}} \left(\frac{U_v}{U_{\text{nom}}} \right)^2 v^2$$

Bunda, K_{nev} — e uchastkasida yuza effektini hisobga oluvchi koeffitsient;

R_e — e uchastkasining qarshiligi.

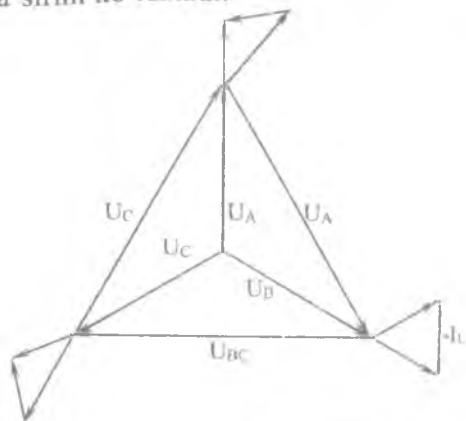
Kuchlanish nosimmetriyasini elektr energiya iste'molchilari ishiga ta'siri.

Kuchlanish nosimmetriyasi elektr energiya isrofini oshishiga va sanoat korxonalar elektr ta'minoti sistemasining hamma zvenolari va elektr jihozlari ishonchligini kamaytiradi. Sinxron mashinalarning qo'shimcha qizib ketishi va statordan teskari ketma-ketlik toklari oqishi natijasida ularda isrof ko'payadi, bu esa asosiy aylantiruvchi momentga teskari bo'lgan moment hosil bo'lishiga olib keladi. Norma bo'yicha elektr mashinalarning teng bo'lmagan faza toklarida uzoq ishlashi turbogenerator va sinxron kondensatorlar uchun faza toklari farqi statorning nominal tokidan 10% dan, gidrogeneratorlar uchun esa 20% dan oshmasligi kerak.

Asinxron yuritkichlarda nosimmetriya qo'shimcha qizib ketishga va aylantiruvchi momentga teskari bo'lgan moment hosil bo'lishiga olib keladi. Unchalik katta bo'lmagan kuchlanish nosimmetriyasida ham teskari ketma-ketlik hosil bo'ladi, bu tok to'g'ri ketma-ketlik tokiga ustma-ust tushadi. Bu holda motor qizib ketishi natijasida motor quvvati kamayib izolyatsiyasining eskirishi tezlashadi. Kuchlanish nosimmetriyasi 4% bo'lganda to'la quvvat bilan ishlab turgan asinxron yuritgich ishlash muddati 2 marta kamayadi.

Kuchlanish nosimmetriyasi tufayli ko'p fazali ventilli to'g'rilagichlarning ishlashi yomonlashadi. Faza kuchlanishlarining notengligi oqibatida to'g'rilangan kuchlanishning pulsatsiyasi bir muncha ortib ketadi. Kuchlanish nosimmetriyasi

tristorli o'zgartgichlarning boshqaruv sistemasiga ham o'zining sezilarli salbiy ta'sirini ko'rsatadi.



9.3-rasm. Kuchlanishning simmetriklik holati.

Kuchlanish nosimmetriyasida kondensator batareyalari reaktiv quvvatini fazalar bo'yicha notekis yuklanishi natijasida kondensatorlarda o'rnatilgan reaktiv quvvatdan to'liq foydalanishga erishilmaydi. Bunda nosimmetriya bo'lgan fazada reaktiv quvvatni tarmoqqa qaytarilishi boshqa fazalarga nisbatan ancha kam bo'lgani uchun kondensator batareyalarining nosimmetriya darajasi yanada oshadi.

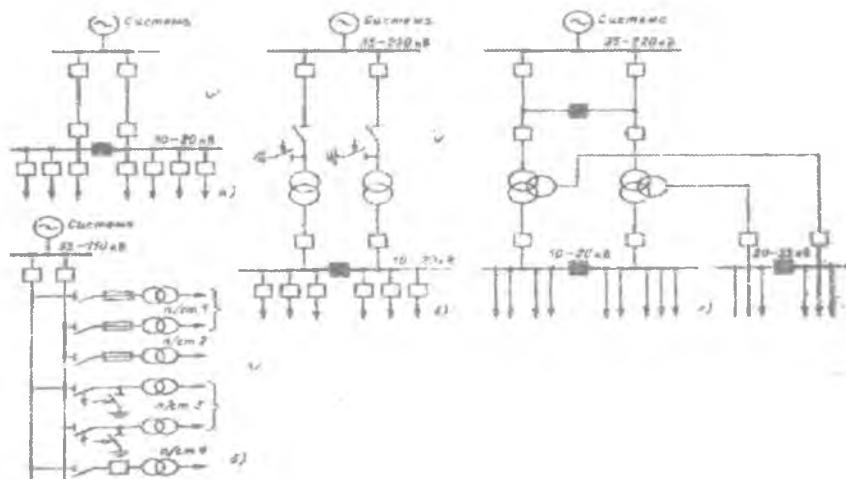
Nazorat savollari:

1. Kuchlanish og'ishi nima?
2. Kuchlanish tebranishi deganda nima tushuniladi?
3. Chastota og'ishi nima?
4. Chastota tebranishi nima?
5. Nosinusoidallik va nosimmetriyalik iste'molchilarining ishiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
6. Kuchlanish og'ish elektr motorning qaysi ko'rsatgichlariga ta'sir etadi?
7. Yuqori garmonikaning elektr jihozlarining ishlariga qanday ta'sir etadi?

10-BOB. SANOAT KORXONALARNING ELEKTR TA'MINOTI SXEMALARI. ICHKI VA TASHQI SXEMALAR.

10.1. Quvvati bo'yicha sanoat korxonalarining tavsiflanishi.

Sanoat korxonasining elektr ta'minoti sxemasi iste'molchilar uchun zarur bo'lgan ishonchlilikni ta'minlashi, ekspluatatsiyada sodda va qulay bo'lishi, korxonaning kelajak taraqqiyotini hisobga olishi, eng kam nobudgarchilikga ega bo'lishi, ta'mirlash ishlarini tezkor bajarishga imkoniyat yaratishni hisobga olishi va boshlang'ich kapital sarf-xarajatlarni kam bo'lishini ta'minlashi lozim. Shuning uchun elektr ta'minotini loyihalashtirish jaroyonida sxemalarning bir necha variantlari ishlab chiqiladi va ulardan eng yaxshi texnik-iqtisodiy ko'rsatgichliligi qabul qilinadi.



Elektr ta'minotiga qo'yiladigan talablar korxonaning texnologik jaroyoni va quvvati bilan belgilanadi. Korxonadagi iste'molchilarning o'rnatilgan quvvatiga qarab ular katta (75 MVTdan ortiq), o'rtacha (5-75 MVT) va kichik (5 MVT gacha)

quvvatli obyektlarga bo‘linadilar. Yirik va o‘rtacha quvvatli korxonalar 35, 110, 220 va 330 kV li liniyalar orqali nohiya podstantsiyalaridan, kichik quvvatli korxonalar esa ko‘p hollarda, 6, 10 kV kuchlanishli manbalardan energiya bilan ta‘minlanadilar.

Korxona ta‘minoti tizimini tashqi (energosistema podstantsiyasidan korxonaning BPP yoki MTP gacha bo‘lgan havo yoki kabel liniyalari) va ichki (BPP yoki MTP dan sex transformator podstantsiyalarigacha bo‘lgan tarqatish liniyalari) elektr ta‘minoti tizimlariga bo‘lish mumkin.

10.2. Tashqi elektr ta‘minoti sxemalari.

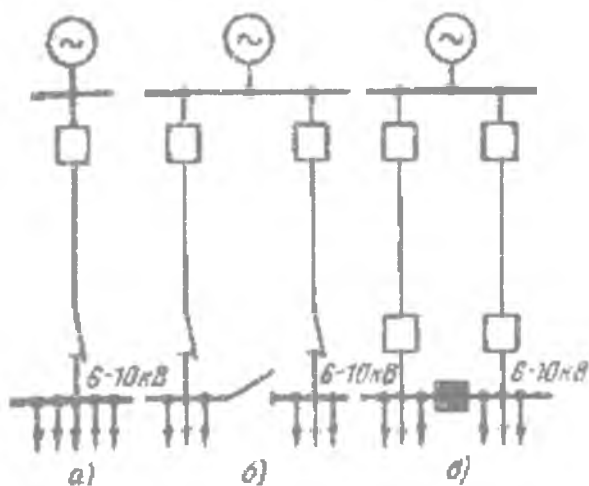
Kichik va o‘rta quvvatli korxonalarning elektr ta‘minotida bitta qabul punkti (BPP, MTP) bo‘lgan sxemalar ishlatiladi vash u rasmda keltirilgan sxemada korxona energiyani energosistemadan radial sxema bo‘yicha qabul qiladi. Bu yerda tashqi va ichki elektr ta‘minoti sxemalarida kuchlanishlar bir xil bo‘lib, oraliq transformator ishlatilmaydi. Bunday sxema 6, 10 va 20 kV kuchlanishda va korxona energosistemadan 5–10 km uzoqlikda bo‘liganda qo‘llaniladi. Ko‘rsatilgan liniyalardan birida elektr ta‘minoti uzilsa, seksiyalararo uzgich yordamida ta‘minot avtomatik ravishda ikkinchi liniya orqali tiklanadi.

Energosistemadan uzoqda joylashgan katta quvvatli korxonalar uchun ushbu rasmda ko‘rsatilgan sxema tavsiya etiladi. Bunda tashqi va ichki sxemalar orasida transformatorlar joylashgan bo‘lib, sistema kuchlanishi 6–20 kV ga pasaytiriladi. Transformatorlarning quvvati va liniya simlarining ko‘ndalang kesimlari shunday olinadiki, ular normal rejimda 60–70 % yuklama bilan ishlaydilar. Biror liniya va transformator uzilganda ikkinchi liniya va transformator joiz o‘ta yuklanish bilan ishlab korxonaning uzluksiz ish rejimini ta‘minlaydilar. BPP yuqori kuchlanishli tomonida uzgich o‘rniga ajratgich va qisqa tutashtirgichlarni ishlatilishi elektr sxemaning ancha arzonlashishiga olib keladi.

Biror transformator shikastlanganida rele himoyasi ta‘siridan qisqa tutashtirgich ishga tushadi va sun‘iy q.t. rejimini sodir etadi.

Natijada liniyaning bosh qismida joylashgan uzgich Q orqali liniya uziladi va avtomatik qayta ulash (AQU) tizimi ishga tushadi.

Liniyadagi "toksiz" pauza davomida ajratgich QF shikastlangan transformatorni uzadi. AQU tizimi "toksiz" pauza vaqti tamom bo'lganidan so'ng liniyani yana ulaydi va shikastlanmagan transformator manba birikadi. O'rta va katta quvvatli korxonalar aksariyat elektr energiyasini ichkariga kirib boruvchi (глубокие вводы) yuqori kuchlanishli liniyalar orqali qabul qiladilar. Ichkariga kirib boruvchi elektr ta'minoti sxemasi deganda minimal miqdorda apparatlar va transformatorlash pog'onasiga ega bo'lgan va yuqori kuchlanishni (35, 110, 220, 330 kV) maksimal ravishda elektr qurilmalariga yaqinlashtiruvchi sxemalar tushuniladi.



Ichkariga kirib boruvchi havo yoki kabel liniyalari korxona hududi bo'ylab o'tkazilib, katta miqdorida energiya qabul qiluvchi punktlarga keladi. Ko'p hollarda bunday sxemalar ishlatilganda BPP ga xojat qolmaydi, chunki yuqori kuchlanishli liniyalar to'g'ridan-to'g'ri sex transformator podstansiyalarga keladi va u yerda 0,66–0,4 kV li kuchlanishga aylantiriladi.

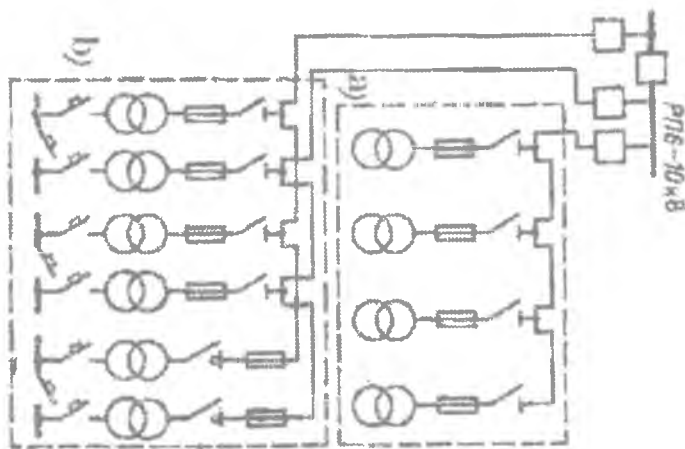
Ushbu rasmda ko'rsatilgan sxemada korxona hududiga energosistema kuchlanishida ikkita magistral liniya kirib boradi va mavjud to'rtta transformator podstansiyalarini energiya bilan ta'minlaydi.

Ichkariga kirib boruvchi sxemalar soddaligi va arzonligi bilan birga ishonchligi bo'yicha markazlashtirilgan elektr ta'minoti sxemalaridan qolishmaydi. Ularni har qanday toifali iste'molchilarga ishlatish mumkin.

10.3. Ichki elektr ta'minoti sxemalari.

Korxona hududida elektr energiyasi radial, magistral yoki aralash sxemalarda taqsimlanadi. Sxemalarni tanlashda iste'molchilarining ishonchlik bo'yicha toifasi, ularning korxona hududida joylanishlari, atrof-muhitning ekologik holati va boshqa faktorlar hisobga olinadi. Aytilgan uch turdagi sxemalar ko'p xil modifikatsiyalarga ega bo'lib, ularni har qanday toifadagi iste'molchilarni energiya bilan ta'minlashda ishlatish mumkin. Ichki ta'minot sxemalari keng tarmoqlanganli sababli ko'plab elektr liniyalari va apparatlar ishlatiladi, bu esa elektr ta'minoti tizimiga katta texnik-iqtisodiy talablarni qo'yadi.

Radial sxemalarda elektr energiyasi BPP yoki MTP dan to'g'ridan to'g'ri sex podstansiyalariga uzatiladi. Bunday sxemalar moslanuvchanlik xususiyatiga ega bo'lib, ekspluatatsiyada qulay hisoblanadi. 4.10a sxemani III toifali, 4.10b sxemani esa ikkinchi toifali iste'molchilar uchun ishlatish mumkin. Ikkinchi sxema uchun elektr ta'minotidagi tanaffus 1-2 soatdan oshmaydi. Ushbu rasmda ko'rsatilgan sxema birinchi toifali iste'molchilarga mo'ljallangan bo'lib, elektr ta'minotidagi uzilish zahirani avtomatik ulashga (ZAU) ketadigan vaqt bilan belgiladi. Tanishilgan sxemalar bir pog'onali hisoblanadi va o'rta, katta bo'lmagan quvvatli korxonalarda markazdan har tomonga tarqalgan gujlangan iste'molchilarni (nasos stansiyalari, pechlar, o'zgartirish qurilmalari, sex podstansiyalari) energiya bilan ta'minlashda ishlatiladi. Radial sxemalar manbadan sex podstansiyalarining yig'ma shinalarigacha bo'lgan oraliqdagi elektr ta'minoti sxemasini seksiyalash imkonni beradi.



10.3-rasm. Elektr ta'minotining magistral sxemasi.

Magistral sxemalarda bir nechta transformator potstansiyalari yakka yoki qo'sh magistralga shahobchalar orqali ulanadi. Ushbu rasmda (a) yakka liniyal, ushbu rasmda esa (b) ko'p liniyal magistral sxemalar keltirilgan. Magistral sxemalarni qo'llanilishi kommutatsiya apparatlarining sonini kamaytirib, tarmoqlarni qurishni arzonlashtirib, korxona elektr ta'minoti tizimiga ketadigan sarf-xarajatlarni kamaytiradi.

Bir manbaga ulangan yakka magistralli sxemalarning ishonchlilik darajasi kichik bo'lganligi uchun III toifali iste'molchilarga tavsiya etiladi. Qo'sh magistralli sxemalarning ishonchliligi yuqori va ularni har qanday toifali iste'molchilarga ishlatish mumkin.

Uzatilayotgan quvvatning miqdoriga qarab bir magistral 2–5 podstansiyalarni energiya bilan ta'minlaydi. Transformator podstansiyalarining seksiyalari normal holatda ayrim-ayrim ishlaydilar. Biror magistralda avariya sodir bo'lsa transformator podstansiyalarining yuklamalari ikkinchi magistralga o'tkaziladi. Bu vazifa seksiyalararo uzgich yoki avtomat orqali bajariladi.

Magistral sxemalarning quyidagi guruhlar mavjud: bir tomonlama va ikki tomonlama ta'minlanuvchi yakka liniyal

sxemalar; xalqasimon sxemalar; ikki va undan ko'p parallel magistralli sxemalar. Bir tomondan ta'minlanuvchi yakka liniya va xalqasimon magistral sxemalarning ishonchlilik darajasi radial sxemalarga nisbatan past hisoblanadi. Xalqasimon va ikki tomonlama ta'minlanadigan 10 kVli magistral sxemalarda himoyalash tizimlarining murakkabligi uchun ular normal rejimda yopiq holatda bo'lmaydilar.

Korxonaning ichki ta'minoti tizimida faqat radial yoki faqat magistral tamoyilida qurilgan sxemalar ishlatilmaydi. Odatda katta va ma'sul elektr iste'molchilarning ta'minoti radial sxemalarda, o'rta va mayda iste'molchilar esa magistral sxemalarda bajariladi. Bunday aralash sxemalarni ishlatilishi korxona ichki taminoti tizimining iqtisodiy-texnik ko'rsatgichlarini yaxshilashga olib keladi.

Elektr tarmoqlarini kuchlanishini tanlash bo'yicha tavsiyalar.

1000 V dan katta bo'lgan tarmoqlarda kuchlanish tanlash bo'yicha tavsiyalar.

Sanoat korxonaning elektr ta'minoti sistemasi uchun ratsional kuchlanish qiymatini topish deganda, shunday standart kuchlanishning darajasi ko'zda tutiladiki, unda elektr ta'minoti sistemasi mumkin bo'lgan minimal yillik hisobiy mablag'larning sarf xarajati bo'lishi kerak.

Kuchlanish tanlash masalasini, butun elektr ta'minot sxemasi masalasidan ajralgan holda hal qilib bo'lmaydi. Kuchlanish tanlash butun elektr ta'minot sistemasiga bog'lab amalga oshiriladi. Buning uchun har xil qiymatlardagi kuchlanishga ega bo'lgan alohida zvenolarning elektr ta'minot sxemalari hisobga olinadi va kuchlanish tanlash masalasi variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash yo'li bilan kompleks holda yechiladi.

Ta'minlovchi liniyalarning kuchlanish tanlashdagi texnik-iqtisodiy hisoblari quyidagi hollarda amalga oshiriladi:

a) Manbadan ikki va undan ortiq kuchlanish olish mumkinligida;

b) Katta quvvat iste'mol qiladigan, katta korxonalarni loyihalashda, mavjud tuman nimstansiyalari, elektrstansiya va tizimlarni mumkin qadar kengaytirish yoki yangilarini qurish zaruriyatini kelib chiqishidan;

v) Korxona elektr stansiyalarini rayon tarmoqlari bilan aloqasini loyihalashda.

Kuchlanish tanlash masalasiga elektr iste'molchilarning nominal kuchlanishi jiddiy ta'sir ko'rsatadi.

Kuchlanish tanlashda elektr energiyani pog'onalarini minimum bo'lishiga harakat qilish kerak. Buning uchun birinchi pog'onada zavod ichidagi kuchlanishi 220 V gacha bo'lgan tashqi tarmoqning chuqur kirib borgan liniyalar orqali bajarilishni ta'minlash zarur.

10.1-jadval

Davlatlar	Kuchlanish (kV)									
Rossiya	3	6	10	-	20	35	-	-	-	110
AQSH	2,4-4,8	7,2	12	14,4	23-27,6	34,6	46	69	-	115
Angliya	3,3	6,6	11	-	22	33	-	66	88	110
FRG	3	6	10	15	20	30	45	60	90	110
Fransiya	-	-	10	15	20	30	45	60	90	110
Belgiya	-	-	10	15	20	30	45	60	80	110

Yangi korxonalarda 6 kV kuchlanish qo'llanilmaydi.

10 kV kuchlanish o'rta va kichik quvvatli korxonalarda keng qo'llanish kerak va katta korxonalarning elektr ta'minotining ikkilamchi pog'onasida amalga oshirish lozim. Aksariyat, 10 kV kuchlanishning metallni qayta ishlash, tekstil va sanoatni boshqa sohalarida qo'llashni tavsiya qilinadi

10 va 20 kV kuchlanishlardagi birlamchi xarajatlar bir biridan uncha katta farq qilmaydi. Tarmoqlardagi va boshqa asbob-uskunalaridagi elektr energiya isrofini kamaytirishi tufayli 20 kV tarmoqlarda yillik sarf-xarajat keskin kamayadi. Qisqa tutashuv toklari ham kamayadi.

35 kV kuchlanishli elektr energiyaning zavod ichida taqsimlanishi quyidagi hollarda amalga oshiriladi:

1. 35 kV li katta elektr iste'molchilarni ta'minlash uchun (yirik po'lat eritish sexlar, simobli to'g'rilagichli qurilmalar va boshqalar).

2. Olisdagi yuklamalarning borligi va katta kuchlanish talab qilinadigan boshqa sharoitlarda.

10.2-jadval

Elektr yuritgichning quvvati, kVt	Kuchlanish				
	0,38 kV	0,66 kV	3 kV	6 kV	10 kV
0,1÷1	+	-	-	-	-
1÷100	+	+	-	-	-
100÷200	+	+	+	-	-
200÷350	+	+	+	+	-
350÷600 (700)	-	+	+	+	-
600÷1000	-	-	+	+	-
800÷1000 ortiq	-	-	-	+	+

Kuch va yoritgich iste'molchilarni umumiy va alohida transformatorlardan elektr energiya bilan ta'minlash

Yoritgich qurilmalar uchun kuchlanish tanlash, kuch va yoritgich iste'molchilarni umumiy va alohida transformatorlar bilan ta'minlash sistemasini tanlashga bog'liq.

Kuch va yoritgich iste'molchilarini umumiy transformatorlar yordamida elektr energiya bilan ta'minlashda quyidagilardan foydalanish mumkin:

1. Kuchlanishi 380/220 V bo'lgan kuch va yoritgich qurilmalari;

2. Kuchlanishi 660 V bo'lgan kuch yuklanishlari va yoritgichlar kuchlanishi 660/380/220 bo'lgan mahalliy transformatoridan ta'minlash.

Hozirgi vaqtda ko'pgina korxonalar kuch va yoritgich qurilmalarini qo'shma ta'minlash sxemasi bo'yicha kuchlanishi 380/220 V bo'lgan umumiy transformatorlardan foydalanadilar.

Umumiy transformatorlardan qo'shma sxema bo'yicha ta'minlash olib borilganda quyidagi salbiy faktorlar kuzatiladi:

1. Neytralning yerga bevosita ulanishligining zarurligi, bunda barcha turdagi I fazali qisqa tutashuvlar elektr iste'molchini o'chirishga olib keladi.

2. Kuch yuklamasining tebranishi yoritkichlardagi kerak bo'lmagan kuchlanish tebranishini hosil qiladi.

Kuch yuklarini yoritgich yuklari bilan bitta transformatoridan ta'minlanishi nimstansiyalarini elektr va qurilish qismlarini arzonlanishiga olib keladi.

Sex iste'molchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun kuchlanish taniash.

Sex tarmoqlari quyidagi standart kuchlanishlarda bajariladi: 127, 220, 380, 660 V.

Elektr motorlarini ta'minlash uchun keng tarqalgan kuchlanish $U=380V$

380/220 V kuchlanishli sistema elektr iste'molchilarini quyidagi asosiy talablarini bajaradi:

1. Kuch va yoritgich iste'molchilarini birgalikda ta'minlash mumkinligi.

2. "Yer" va sim orasidagi kuchlanishni nisbatan kichikligi 220 V.

660 V kuchlanish 380 V kuchlanishga nisbatan ma'lum afzalliklarga ega:

1. Rangli metallarni kam sarfi va elektr energiyani isrofini kamligi;

2. Kuchlanishi 660 V bo'lgan motorlarni, kuchlanishi 380 V bo'lgan tarmoqlarda chulg'amini Y dan, Δ ga qayta ulab ishlatish mumkinligi.

3. Quvvati $600 \div 700$ kVt, kuchlanishi 660 V bo'lgan motorlar, xuddi shu quvvatdagi, lekin kuchlanishi 6 kV bo'lgan motorlarga nisbatan yaxshi texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlarga ega.

4. Kuchlanish 660 V bo'lganda sex transformator podstantsiyalarida quvvatli katta (2500 kVA) transformatorlarni ishlatish mumkin.

660 V kuchlanishni qo'llanishini kamchiliklari:

1. Yoritgichlar yuklarini ta'minlash uchun 660/220 V maxsus transformatorlar o'rnatish kerak.

2. O'lchov zanjirlarini ta'minlash uchun qo'shimcha 660/100 V kuchlanishli maxsus transformatorlarni o'rnatishni zarurligi.

Xulosalar:

1. Sex elektr tarmoqlarini ta'minlash uchun 380/220 V kuchlanish qo'llash foydaliroq.

2. Olisdagi katta yuklamalar ishlab chiqarish quvvati 700 kVt gacha bo'lgan motorlar uchun 660 V kuchlanish ma'qul hisoblanadi.

3. 660 V kuchlanishli sistema sanoatni shunday sohalarida qo'llangan ma'qulki, bularda bosh plan, texnologiya va atrof-muhit talablariga asosan chuqur kirib borish, pasaytirish stansiyasini bo'lishi va transformatorlarni yuk markaziga olib kirishni imkoni yo'q paytlarda.

Elektr apparatlarni tanlash.

Elektr apparatlarini tanlash kataloglar yordamini elektr qurilmaning normal rejimdagi ko'rsatgichlari bo'yicha bajariladi. Qabul qilingan apparatni ulanish nuqtasidagi maksimal qisqa tutashuv toki ta'siri bo'yicha tekshirib qurilinishi zarur. Albatta, katalog bo'yicha tanlangan apparatlarning parametrlari (nominal kuchlanishi va toki) elektr qurilmaning ekspluatatsiya sharoitidagi kuchlanish va tok miqdorlariga teng yoki katta bo'lishi kerak.

Ko'p hollarda elektr apparatlari komplekt panellar, shkaflar yoki komplekt taqsimlash punktlari sifatida qabul qilinadi.

Apparatlar, qurilmalarni tanlashda ularni korxona bo'yicha birlashtirishga (унификация) katta e'tibor beriladi. Bu esa elektr ta'minoti tizimini kam sarf-xarajatlar bilan ratsional ekspluatatsiya qilish imkonini yaratib, ishonchligini oshiradi.

Konkret apparatlarni ma'lum ish rejim sharoitlari uchun qabul qilinganda ko'plab omillarni hisobga olishga to'g'ri keladi. Biz bulardan faqat apparatlarni qisqa tutashuv toki ta'siriga chidamligiga e'tibor beramiz, ya'ni apparatlarning tugunligini hisobga olamiz.

1. Kabellarni tanlash. Kabellar, shinalar nominal tok va kuchlanishlar bo'yicha qabul qilinib, qisqa tutashuv tokining termik ta'siriga tekshirib quriladi. 10 kV gacha bo'lgan mis yoki alyumin simli va qog'oz izolyatsiyali kabellarda q.t. rejimida haroratning qisqa muddatli oshishi 250°C dan oshmasligi kerak. Buning uchun kabel simining ko'ndalang kesimining qiymati quyidagicha aniqlanishi kerak:

$$S_T = \alpha \cdot I_{q.t.} \cdot \sqrt{t_{q.t.}}$$

bu yerda, $I_{q.t.}$ – qisqa tutashuv rejimining turg'un toki;

$t_{q.t.}$ – keltirilgan vaqt davomiyligi, bu vaqt davomida q.t. turg'un toki shunday issiqlik hosil qiladiki, uning miqdori o'zgaruvchan q.t. tokini haqiqiy t vaqtidagiga ekvivalent bo'ladi. t_{qt} – miqdori maxsus adabiyotlarda keltirilgan grafiklar asosida aniqlanadi (A6).

α – kabel simining joiz qizishi haroratining qiymatiga bog'liq bo'lgan koeffitsient, uning miqdori 10 kV gacha bo'lgan mis va alyumin simli kabellar uchun mos ravishda 7 va 12 ga teng.

Kabel kesimini yuqorida ko'rsatilgan formula bo'yicha aniqlanganda eng yaqin kichik standart kesim tanlanadi.

2. Yuqori kuchlanishli o'zgichlarni tanlash. Yuqori kuchlanishli elektr energiyasini uzatish va taqsimlash jarayonida elektr zanjirlarini ulash va uzishga to'g'ri keladi. Bu operatsiyalar maxsus uzgichlar (выключатели) vositasida bajariladi. Uzgichlar yordamida elektr toklarni faqat nominal rejimlarda emas, balki har xil avariya va qisqa tutashuv holatlarda ham uzish yoki ulash

operatsiyalarini bajarish mumkin. Ma'lumki, qisqa tutashuv rejimidagi tokning miqdori juda katta bo'ladi. Shuning uchun o'zgichlar taqsimlash qurilmalarining eng ma'sul elementlaridan biri hisoblanadi. Tokli zanjirni uzish jarayonida uzgich kontaktlari oraligida kuchli elektr yoyi hosil bo'ladi. Ushbu yoyi o'chirish uchun kontaktlarni o'zaro ajrilishi ma'lum muhitda sodir etiladi. Elektr yoyini o'chiruvchi muhitiga qarab, uzgichlar yog'li yoki siqilgan havoli bo'lishi mumkin. Birinchi holda yoy o'chiruvchi muhit vazifasini maxsus transformator yog'i bajaradi; ikkinchi holda esa yuqori bosimli siqilgan havo ta'siridan elektr yoyi o'chiriladi.

Yuqori kuchlanishli uzgichlarni nominal kuchlanishi va toki, o'chiriluvchi tokning qiymati va quvvati bo'yicha qabul qilinadi. Odatda, uzgichning katalogdagi ko'rsatgichlari va hisobiy miqdorlar o'zaro solishtirishiriladi.

Qisqa tutashuv toki bo'yicha tekshirilganda uzgichning maksimal uzishi mumkin bo'lgan toki uzgich o'rnatilgan nuqtadan o'tadigan zarb toki bilan qiyoslanadi:

$$I_{max} \geq I_{zarb}$$

Bundan tashqari uzgichning uzish quvvati hisobiy uzish quvvatidan katta bo'lishi kerak, ya'ni $S_{n.u} \geq S_{h.u}$

Uzgichining termik bardoshligini tekshirish uchun q.t. tokining issiqlik impulsi – V quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$V = I_t^2 \cdot t$$

Bu yerda, I_t – uzgichning q.t. vaqti (t , s) davomiyligida termik turg'unlik toki (katalogda ko'rsatiladi).

Quyidagi shart bajarilishi talab etiladi:

$$I_T^2 \geq I_{q.t.}^2 \cdot t_{q.t.}$$

bu yerda, $I_{q.t.}$ – q.t. turg'un toki; $t_{q.t.}$ – q.t. rejimining keltirilgan vaqti.

Kataloglarda besh (I_5) yoki o'n sekundli (I_{10}) turg'un termik toklarning miqdorlari beriladi. Formuladan termik bardoshlik sharti quyidagiga bo'ladi:

$$I_t \geq I_{q.t.} \cdot \sqrt{\frac{I_{q.t.}}{I}}$$

3. Ayrgichlarni tanlash. Ayrgichlar (разъединители) kuchlanish ta'siridagi toksiz elektr zanjirlarini uzish yoki ulash uchun ishlatiladi. Ayrgichlar elektr zanjirlarida ko'rinib turuvchi uzoq oraliqni hosil qiladi. Ayrgichlarda elektr yoyni o'chiradigan moslamalar bo'lmaganligi uchun ular uzgichlardan keyin yoki oldin o'rnatiladi. Ayrgichlar ta'mirlash ishlarida yoki uzuvchi apparatlarni reviziya qilayotganda xavfsizlikni ta'minlashda qo'llaniladi.

Ayrgichlar yordamida transformatorlarning salt ish rejimidagi tokni, transformatorlarning neytral tokini, katta bo'lmagan zaminlash toklarni, zaryad toklarini uzish mumkin. Ayrgichlar 6 kV va undan yuqori kuchlanishlarga mo'ljallangan bo'lib, nominal toklari 200 A dan katta bo'ladi.

Ayrgichlarni tanlash va tekshirish uzgichlar uchun ko'rsatilgan tartibda bajarilib, uzish toki va quvvati bo'yicha tekshirilmaydi.

Yuqori kuchlanishli saqlagichlarni – nominal kuchlanish va tok orqali qabul qilinadi va maksimal uzuvchi tok va quvvat bo'yicha tekshirib ko'riladi:

$$I_{uz} \geq I_{q.t.}$$

Bu yerda, I_{uz} – saqlagichning eng katta uzish toki (katalogda keltiriladi).

4. Tok transformatorlarini tanlash. Tok transformatorlari nominal tok, nominal kuchlanish, ikkilamchi chulg'amning yuklamasiga bog'liq bo'lgan aniqlik darajasiga qarab qabul qilinadi va elektrodinamik va termik turg'unliklar (K_{din} va K_t) bo'yicha tekshirilib quriladi. Elektrodinamik bardoshlik quyidagi shart bajarilganda sodir bo'ladi:

$$K_{din} \geq \frac{I_{uz}}{\sqrt{2} \cdot I_{n1}} \quad \text{yoki} \quad K_{din} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{n1} \geq I_{uz}$$

Bu yerda, K_{din} – tok transformatorlari uchun kataloglarda berilgan bo‘ladi; I_n – transformator birlamchi chulg‘amining nominal toki.

Termik bardoshlik karraligi kataloglarda 1 sek davomiylik uchun beriladi va

$$K_t \geq \frac{I_{qt} \cdot \sqrt{t_{qt}}}{I_n} \quad \text{yoki} \quad (I_n \cdot K_t)^2 \geq I_{qt}^2 \cdot t_{qt}$$

bo‘lishi kerak.

Agar tok transformatorining ikkilamchi chulg‘amidagi yuklama quyidagi shartni kanoatlantirsa uning aniqligi talab darajasida bo‘ladi:

$$S_{2n} \geq S_x$$

Bu yerda, S_{2n} – ikkilamchi chulg‘amning nominal yuklamasi ma’lumotnomalarda keltiriladi.

S_x – tok transformatorining ikkilamchi chulg‘amining hisobiy quvvati (VA).

$$S_x \approx I_{2n}^2 \cdot (r_n + r_s + r_k)$$

Bunda, I_{2n} – ikkilamchi chulg‘amning nominal toki ($I_{2n}=5A$);

r_n – ushbu chulg‘amga ulangan asboblarning chulg‘amlarining aktiv qarshiligi;

r_s – o‘lchashda ishlatiluvchi simlarning qarshiligi;

r_k – kontaktlarning qarshiligi ($r_k=0,1 \text{ Om}$).

Ikkilamchi chulg‘amdagi simlarning kundalang kesim alyuminli o‘tkazgichlar uchun $2,5 \text{ mm}^2$, misli o‘tkazgichlarda esa $1,5 \text{ mm}^2$ dan kam bo‘lmasligi kerak.

5. Kuchlanish transformatorini tanlash. Elektr o‘lchov asboblari ulash uchun qo‘llaniladigan kuchlanish transformatorlari nominal kuchlanish, yuklamaning miqdori asosida qabul qilinadi. Zaminlash toki kam bo‘lgan tarmoqlarda izolyatsiya holatini nazorat qilib turish uchun besh sterjenli kuchlanish transformatori ishlatiladi. Kuchlanish transformatorining quvvati chulg‘amlari parallel ulangan elektr asboblarning qabul qiladigan to‘la quvvatidan katta bo‘lishi kerak, ya’ni:

$$S_n \geq S_2 = \sqrt{P_\Sigma^2 + Q_\Sigma^2}$$

Bu yerda, $P_\Sigma = S_2 \cdot \cos \varphi$ -- asboblar g'altaklarining iste'mol qiladigan aktiv quvvati; $Q_\Sigma = S_2 \cdot \sin \varphi$ -- asboblar g'altaklarining iste'mol qiladigan reaktiv quvvati.

Misol: Nominal toki $I_n = 320$ A, kuchlanishi 10 kV, $i_3 = 17$ kA, $I_{qt} = 10$ kA, $t_{qt} = 2,1$ sekund bo'lgan liniya uchun uzgich, ajratgich va tok transformatori tanlansin.

Yechish: VMP-10K (600 A; 10 kA) tipli yog'li uzgich, RV-10/400 tipidagi ajratgich va TPLM-10/400-0,5/R tipidagi qo'sh ikkilaməhi chulg'amli tok transformatori qabul qilamiz. Tanlangan qurilmalarning joiz ko'rsatgichlari va hisobiy natijalar keltirilgan jadvalda berilgan. Qiyosiy tahlildan ma'lum bo'ladiki, qabul qilingan uzgich, ajratgich va tok transformatorlari maqsadga muvofiq tanlangan.

10.3-jadval

Uzatgichning ko'rsatgichlari		Ajratgichning ko'rsatgichlari		Transformatorning ko'rsatgichlari	
Hisobiy	joiz	Hisobiy	joiz	hisobiy	Joiz
$U_n = 10 \text{ kV}$	$U_n = 10 \text{ kV}$	$U_n = 10 \text{ kV}$	$U_n = 10 \text{ kV}$	$U_n = 10 \text{ kV}$	$U_n = 10 \text{ kV}$
$I_n = 320 \text{ A}$	$I_n = 600 \text{ A}$	$I_n = 320 \text{ A}$	$I_n = 400 \text{ A}$	$I_n = 320 \text{ A}$	$I_n = 400 \text{ A}$
$i_{uz} = 17 \text{ kA}$	$I_{\max} = 52 \text{ kA}$	$i_{uz} = 17 \text{ kA}$	$I_{\max} = 50 \text{ kA}$	$i_{uz} = 17 \text{ kA}$	$I_{\max} =$
$I_{qt} = 10 \text{ kA}$	$I_{uz} = 20 \text{ kA}$	$I_{qt} = 10 \text{ kA}$	$I_{qt} = 10 \text{ kA}$	$i^2 \cdot t_{qt} = 10^2$	$K_{\text{zab}} \sqrt{2} I_1 =$
$i^2 \cdot t_{qt} = 10^2$	$I S^2 t_s = 20^2$	$i^2 \cdot t_{qt} = 10^2$	$i^2 \cdot t_{10} = 10^2$	$\cdot 2,1 = 210$	$160 \cdot \sqrt{2} \cdot 0,4 = 90 \text{ kA}$
$\cdot 2,1 = 210$	5	$\cdot 2,1 = 210$	10 = 1000	$\text{kA}^2 \cdot \text{c}$	$(i \cdot t_{qt})^2 =$
$S_{q1} = \sqrt{3} \cdot U \cdot$	= 2000	$\text{kA}^2 \cdot \text{c}$	$\text{kA}^2 \cdot \text{c}$		$(65 \cdot 0,4)^2 \cdot 1$
$I_{qt} = 1,73 \cdot 10 \cdot 10$	$\text{kA}^2 \cdot \text{c}$				= 800 $\text{kA}^2 \cdot \text{c}$
= 173	$S_{uz} = 350$				
kVA	MVA				

Nazorat savollari:

1. Elektr ta'minot sxemalari nechta turga bo'linadi?
2. Elektr ta'minot ishonchligi bo'yicha qaysi sxema yaxshi hisoblanadi?
3. Ichkariga kirib boruvchi sxemalarni xususiyatlarini aytib bering?
4. Standart kuchlanish shkalasini aytib bering?
5. Kuchlanish miqdorini noto'g'ri qabul qilish uchun nima ta'sir qiladi?
6. 660/380 v kuchlanish sistemasini abzalligini aytib bering?
7. Yuqori kuchlanish uzgichlari va ayirgichlarni tanlash sharti?
8. Tok transformatorlari va kuchlanish transformatorlarini tanlash sharti?
9. Kabellarni tanlash shartni yozib bering?

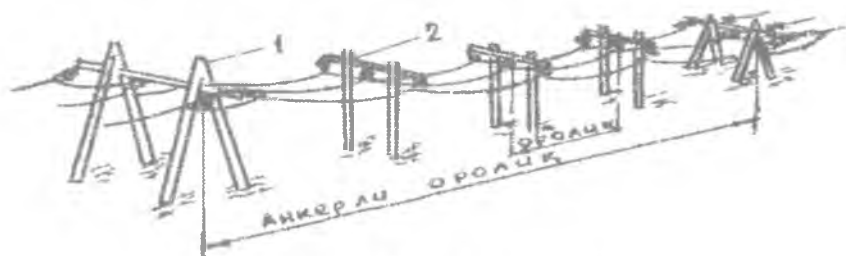
11-BOB. HAVO VA KABEL LINIYALARINING KO'NDALANG KESIM YUZALARINI TANLASH

11.1. Havo va kabel liniyalari.

Havo elektr uzatuv liniyasi (EUL) deb ochiq havoda joylashgan izolyatorlar va armaturalar yordamida tayanchlarga yoki muhandislik inshootlari kronshteynlariga mahkamlangan simlar orqali elektr energiyani uzatish qurilmalari aytiladi.

Havo liniyasining (HL) asosiy elementlari – bu elektr energiyani uzatishga mo'ljallangan simlar, tayanchlarni yuqori qismiga ulangan simlarni atmosferada bo'ladigan o'ta yuqori kuchlanishdan himoya qiladigan himoya troslari, simlar va izolyatorlarni osishga mo'ljallangan tayanchlar, simlarni tayanchlardan izolyatsiya qiladigan izolyatorlar, simlar va troslarni izolyator va tayanchlarga mahkamlaydigan hamda ularni birlashtiradigan liniya armaturalaridir.

Havo liniyalarining simlari va himoya troslari ularning yo'nalish sharoitiga qarab ankerli tayanchlarga mustahkamlanishi va kerakli taranglikda tortilishi kerak (11.1-rasm).



11.1-rasm. HL tuzilish sxemasi.

1 – ankerli tayanch; 2 – oraliq tayanchlari.

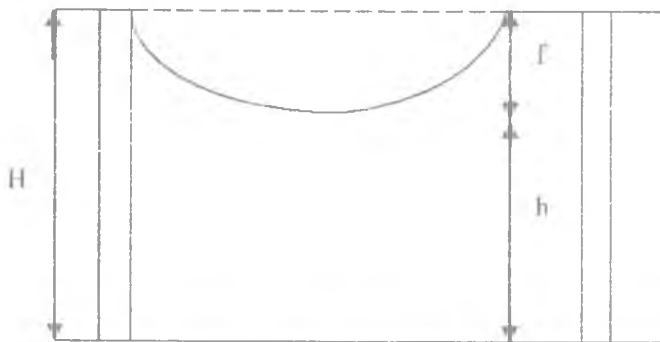
Simlar va himoya troslarni kerak bo'lgan balandlikda tutib turish uchun ankerli tayanchlarning orasiga oraliq tayanchlari o'rnatiladi (11.1-rasm).

Bulardan tashqari yana o'tish, shamol. og'irlik va tashqi o'lcham oraliqlari bo'ladi.

O'tish oralig'i deb shunday oraliq aytiladiki, uni davomida HL si muxandislik inshootlari (yo'llar, kanallar, liniyalar) bilan kesishgan bo'ladi.

Shamol oralig'i deb tayanchlar shamol ta'sirini o'ziga qabul qiladigan oraliq aytiladi.

Og'irlik oralig'i deb simlar va troslar massasini tayanch o'z ustiga oladigan uchastka uzunligiga aytiladi.



11.2-rasm. HL sini tashqi o'lcham oralig'ini asosiy xarakteristikalari

HL sini tashqi o'lchami liniyani tagida yuruvchi odamlar va transportlarning xavfsizlik qoidalari bo'yicha o'rnatiladi va HL sining nominal kuchlanishiga, joyning xususiyatiga va kesib o'tayotgan inshootning turiga bog'liq bo'ladi.

HL fazasining tuzilishi asosan simlarning markasi va kesim yuzasi bilan, ularning fazadagi soni, joylanishi va ular orasidagi masofa bilan aniqlanadi. Agarda faza bir emas, balki ikki va undan ko'p simlardan bajarilgan bo'lsa, uni bo'lingan deb aytiladi. Fazasi bo'lingan HL larni o'ta yuqori kuchlanishlar uchun quriladi. Bu holatda bir fazada 330 kV kuchlanishda 2ta sim, 500 kVda uchta, 750 kV da to'rt-beshita, 1150 kV da sakkiz-o'n ikkita sim ishlatiladi.

HL larning tuzilishi iqlim sharoitlariga: harorat, shamol, muzlash, gazlar va tuzlarning yig'ilishi va hokazolarga bog'liqdir.

HLsi tuzilishining o' o'lchamlari 11.1-jadvalda keltirilgandir.

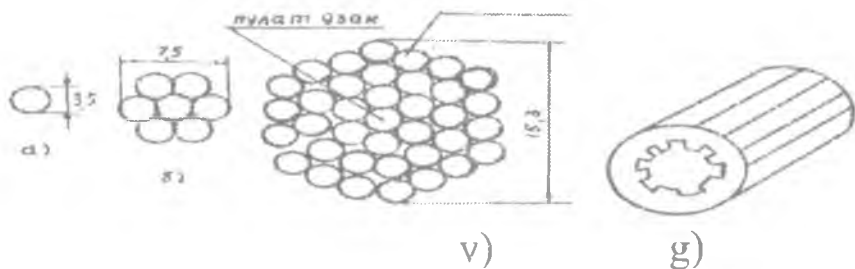
11.1-jadval

Nominal kuchlanish, kV	Simlar orasidagi masofa, m	O'tish oralig'i, m	Tayanchlar balandligi, m	Tashqi o'lcham, m
1	0,5	40-50	8-9	6-7
6-10	1,0	50-100	10	6-7
35	3	150-200	10	6-7
110	4	170-250	13-14	6-7
220	7	250-350		7-8
330	9	300-400	25-30	7,5-8
500	12	350-450	25-30	8
750	15	450-750	30-41	10-12
1150	21,7-26	-	33,1-54	14,5-17,5
+750	22,4-40,4	-	28,1-38,4	10,5-11,5

Havo liniyalarining simlari va trosslar.

Havo liniyalari ochiq (izolyatsiya qilinmagan) simlardan tayyorlanadi.

Tuzilish bo'yicha simlar umumiy yuzali bir toladan iborat simga (2.2.1 a-rasm) va bir xil metalli yuzasiga qarab 7-19 va 37 o'zaro buralgan tolalardan iborat ko'p tolali simlarga bo'linadi (2 2.1- b rasm)



11.3-rasm. HL simlarning tuzilishi.

Ikki xil metall yoki metall qotishma tolalaridan iborat ko'p tolali bimetall simlar (2.2.1 v-rasm), o'rtasi teshik simlar (1.5.3 g-rasm) va spiral karkasli kengaytirilgan simlar ham tarqalgan.

Simlarni kesim yuzasiga davlat standarta bo'yicha o'lcham qo'yiladi.

Simlar va troslarga quyidagi talablar qo'yiladi: simlarning materiali juda yaxshi elektr o'tkazuvchanligiga ega bo'lishi kerak; simlar va troslar yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo'lishi kerak bu o'z navbatida tayanchlarning balandligini kamaytiradi yoki oraliq masofani uzaytiradi va qurilishiga iqtisodiy jihatdan ta'sir qiladi.

Simlar va troslarning materiali atmosferadan yog'iladigan quyqalar, sanoat korxonalarining atmosferani ifloslantirish va dengiz qirg'og'idagi tuz cho'kmalari tufayli hosil bo'ladigan korroziyaga chidamli bo'lishi kerak.

Havo liniyalarining tayanchlari.

Tayanchlar simlar va troslarni yerdan yoki suvdan kerakli bo'lgan balandlikda osish uchun qo'llaniladi.

Materialning turiga qarab tayanchlar yog'ochli, metalli yoki temir-betonli bo'lish mumkin.

Yog'och tayanchlar arzon va ishlab chiqarilishi osondir. Ammo, ular jiddiy kamchilikka egadir, yani 2-5 yil ichida yog'och chirib, tayanchni ishdan chiqarishi mumkin. Ish muddatini uzaytirish uchun ularga kimyoviy vositalar (kreozot va b.q.) singdiriladi. Bu tayanchlar chirishining oldini olib, ularning ish muddatini 20 yilgacha cho'zadi.

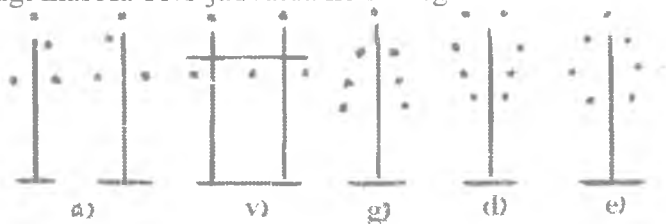
Hozirgi vaqtda keng ko'lamda temir-beton tayanchlari ishlatilmoqda, chunki ular zanglash va chirishga uchramaydi, ishlatishda qulay.

Temir-beton tayanchlarning kamchiligi – og'irligining kattaligidir, bu ularni qurish, jihozlash va yetkazib berishda qiyinchilik tug'diradi.

Metall tayanchlarning tayyorlash uchun oddiy uglerodli po'lat ishlatiladi. Metall tayanchlarning asosiy kamchiligi –

ayniqsa, sanoat mintaqasida va yana dengiz, tuzli ko'llar qirg'oqlari yaqinida, zanglashligidir. Tayanchlarni tayyorlash uchun mahsus zanglamaydigan po'latlarni ishlatishning kelajagi porloqdir, chunki bunda tayanchning mustahkamligi oshishi bilan birga og'irligi jiddiy kamayadi va rux bilan qoplash talab qilinmaydi.

Bir tizimli tayanchlarda simlar uchburchakning cho'qqisida yoki gorizontal tekislikda (11.4 a-v rasm), ikki tizimlida esa to'g'ri va teskari "Archa" ko'rinishida va yoki "bochka" (11.4 g-e rasm) ko'rinishida joylashadi. To'g'ri "archa" ko'rinishidagi tayanchlarda jihozlash qiyin bo'lganligi uchun, juda kam qo'llaniladi. Teskari "archa" oson jihozlangani bilan ikki himoya trosini talab qiladi. Simlarni: "bochka" simon joylashi juda keng qo'llanilmoqda. HLlarni nominal kuchlanishga qarab simlar orasidagi masofa 11.1-jadvalda ko'rsatilgan.



11.4-rasın. Bir va ikki tizimli HLlarning simlar va troslarni tayanchlarda joylashishi.

Izolyatorlar va liniyali armaturalar.

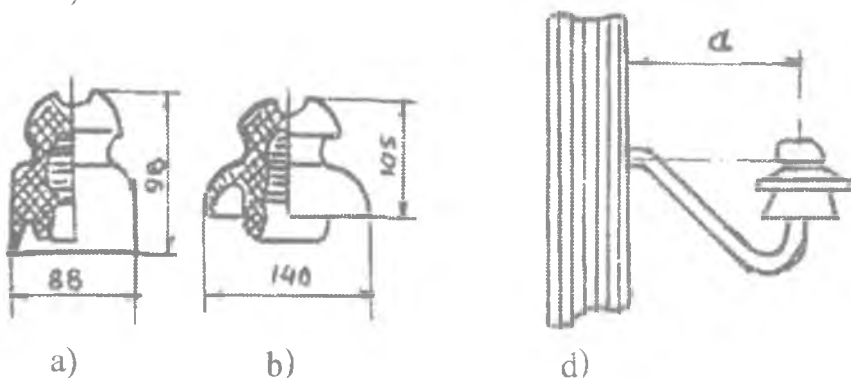
Izolyatorlar simlarni tayanchlarga mahkamlash uchun va kuchlanish ostidagi simlar bilan tayanchlar orasida kerakli izolyatsiya oraliq'i hosil qilish uchun ishlatiladi. Liniya izolyatorlari chinni va shishadan tayyorlanadi. Har bir izolyator xususiy izolyatsiya elementidan, sim va troslarni izolyatorga, izolyatorni esa tayanchga mahkamlaydigan metall armaturadan tashkil topgan.

Shishali izolyatorlar chinniga nisbatan yuqori mexanik mustahkamlikka, kichik og'irlikka ega va ishlatishda, ko'z bilan

nazorat qilib nuqsonlarini topishda osondir. Hozirgi vaqtda o'ta yuqori kuchlanishli HLlarida izolyatsiya qiladigan elementiga faqat toblangan shishadan tayyorlangan izolyatorlar o'rnatiladi.

Konstruktiv tuzilishiga qarab, liniya izolyatorlari shtirli, osma va sterjen shaklida bo'ladi.

Shtirli izolyatorlar kuchlanishi 35 kV gacha bo'lgan HL larida qo'llanilib, bunda 6-10 kV kuchlanishga ular bir butun holatida yakka izolyatsiya materialidan tayyorlanadi (11.5a-rasm), 20-35 kV kuchlanishga qo'llaniladiganlari esa ikkita, sement bilan birlashtirilgan qismdan iborat bo'lib tutashgan joyi namga chidamli lak bilan qoplangan bo'ladi (11.5b-rasm). Tayanchlarga izolyator shtir yordamida mahkamlanadi (11.5d-rasm).

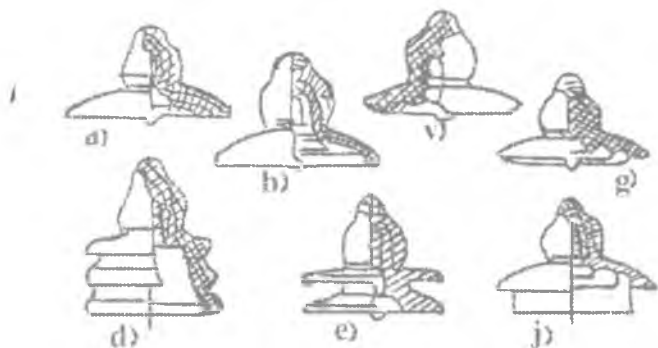


11.5-rasm. Shtirli izolyatorlar (a-b) va ularni tayanchlarga ilmoqlar yordamida mahkamlanishi (d).

Osma izolyatorlar shtirli izolyatorlarga nisbatan ancha yuksak mexanik xususiyatlarga egadir. Ular 35 kV va undan yuqori kuchlanishli HL larida qo'llaniladi. PF (osmali, chinni) yoki PS (osmali, shisha) izolyator xillari toza atmosfera hollarida qo'llaniladi, PFG, PSG xillari ifloslanish darajasi yuqori bo'lgan tumanlardagi HL larida o'rnatiladi.

Osma izolyatorlar (11.5-rasm) tutib turuvchiga (simlarni oraliq tayanchlariga mahkamlash uchun) va tortib turuvchi

(simlarni ankerli tayanchlarga mahkamlash uchun) tizimlarga yig'iladi. Tizimlardagi izolyatorlarning soni liniyaning kuchlanishiga, atmosferaning ifloslanish darajasiga, tayanchning materialiga va qo'llanilayotgan izolyatorning turiga bog'liq. Tortib turuvchi tizimlar 110 kV kuchlanishgacha bo'lgan HLLarida qo'llanilganida, ancha yengil sharoitda ishlaydigan osma tizimlariga nisbatan bitta ortiqcha izolyatorli bo'ladi.



11.6-rasm. Osma izolyatorlar. a, b – shishadan tayyorlangan (PS); v, g – chinnidan tayyorlangan (PF); d, e – ifloslangan tumanlar uchun chinnidan tayyorlangan, j – xuddi shu maqsad uchun faqat shishadan tayyorlangan.

Sterjen shaklidagi izolyatorlarni ham osma, ham shtirli qilib ishlatish mumkin. Sterjen shaklidagi izolyatorning shtirli turi butun silindr yoki bir xil joylashgan qovurg'ali konus shaklini ifodalaydi.

Sterjen shaklidagi izolyatorlarning osma xili (11.6-rasm) bir xil joylashgan oddiy yoki vint ko'rinishdagi qovurg'asi bo'lgan uzun sterjendan iboratdir.

Sterjen izolyatorlarning kamchiligi – yuqori bo'lmagan mexanik mustahkamligi, bu esa o'z navbatida liniyaning ishonchligini kamaytiradi.

35 kV da – 3 tagacha, 110 kV da – 6-8 tagacha, 220 kV da – 10-14 tagacha, 330 kV da – 14-20 gacha, 500 kV da – 20-24 gacha izolyatorlar o'rnatiladi.

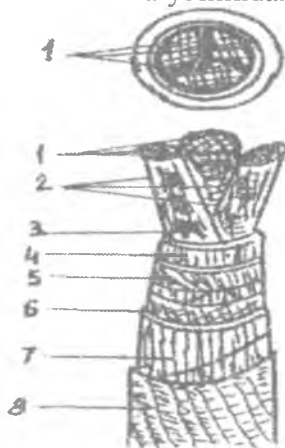
Kabellarni tuzilishi va kabel liniyalari.

Kabel deb, germetik qobiqqa joylashgan, ustiga, kerak bo'lganida, himoya qoplamasi qo'yilgan bir yoki bir necha izolyatsiya qilingan tok o'tkazuvchi sim tomirlarini yig'indisiga aytiladi.

Kabellar kuch va nazorat kabellariga bo'linadi. Ikkinchisi elektr signallarini uzatish, o'lchash va boshqarish vazifalari uchun ishlatiladi.

Kuch kabellari kuchlanishi, kesim yuzasi, sim tomirlarining soni va yana kabelni o'rab olgan materiallarning xili (alyumin, qo'rg'oshin va b.q.) bilan farq qiladi. Kabelning asosiy elementlari – tok o'tkazuvchi sim tomiri 1, tomir izolyatsiyasi 2, o'ralgan jut tolasi 3, belboq (poyasnaya) izolyatsiyasi 4, qobiq 5, to'qima qatlami 6, zirx 7, bitumli qoplama (2.5.1.–rasm).

Kabelning sim tomiri deb bir, yoki bir necha buralgan, ustiga faza izolyatsiyasi o'ralgan simlar (tolalar) aytiladi. Tok o'tkazuvchi sim tomirlar mis va alyumindan tayyorlanadi.

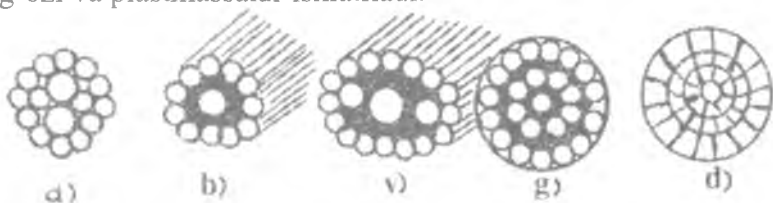


11.7-rasm. Kabel ko'ndalang kesim yuzasining ko'rinishi.

Kabel sim tomirlarning kesim yuzasi to'garaksimon (11.7a-rasm), segmentli (11.7v-rasm), yoki sektor ko'rinishda bo'lib, bunda sim tomiri tig'izlanmagan (11.7g-rasm) hamda tig'izlangan (11.7d-rasm) bo'lishi mumkin. Kabellar tomirining soniga qarab bir, ikki, uch va to'rt sim tomirli kabelga bo'linadi.

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

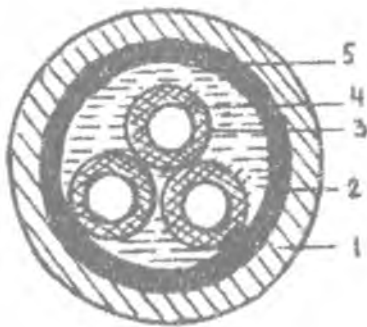
Kabellarda izolyatsiya materiallari uchun rezina, kabel qog'ozi va plastmassalar ishlatiladi.



11.8-rasm. Kabelni tok utkazuvchi sim tomirlarini har xil ko'rinishi.

Tuzilishi jihatdan 110 kV va undan yuqori kuchlanishli kabellar markaziy moy utkazish kanali bo'lgan bir sim tomirli yoki moyi po'lat trubada bo'lgan uch sim tomirli bo'lishi mumkin. Moyining bosimini ushlab turish uchun maxsus ta'minlash punktlaridan foydalaniladi.

Past moy bosimli kabellar 110 kV kuchlanishli tarmoqlarda juda keng tarqalgan. Bu bir sim tomirli, markaziy moy o'tkazish kanali bor kabellardir. 220–500 kVli kabel liniyalarini qurish uchun yuqori bosimli moy bilan tuldirilgan kabellar ishlatiladi. Bunday kabel (11.9-rasm) 1,6 MPa bosim ostida moy bilan tuldirilgan po'lat trubani (1) ichida joylashgan uchta bir fazali kabeldan (4) tashkil topgan. Rasmda: 3 – qog'oz izolyatsiyasi, 2 – yuza ekrani, 5 – latun tasmasi.



11.9-rasm. Moy bilan to'ldirilgan yufri kuchlanishli kabelni tuzilishi.

Kabel inshootlari deb kabellar, kabel muftalari, moy bilan ta'minlovchi apparatlar va boshqa kabel liniyalarining normal ishlashini ta'minlaydigan uskunalarni joylashi uchun maxsus mo'ljallangan inshootlar aytiladi.

Kabel inshootlariga kabel tunellari, kanallar, kollektorlar, shaxtalar, binoni maxsus qavatlar, bloklar, estakadalar, gallereyalar, korobkalar va ta'minlab turuvchi punktlar kiradi.

Kabel tunneli deb, kabel va kabel muftalari uchun kerak bo'lgan tayanch konstruksiyalari joylashgan, o'tkazilgan kabel va kabel liniyalarini ta'mirlash va nazorat qilish uchun mo'ljallangan, odamlar butun bo'yi basti bilan erkin o'tishi mumkin bo'lgan yopiq inshoot (koridor) aytiladi.

Kabel kanali deb kabel yotqizishga mo'ljallangan usti yopiq yer to'la aytiladi. Bu kanalda odamlar yurishi mumkin bulmaydi va kabellarni joylash, remont va nazorat qilish vazifalari faqat kabelni usti ochiq holda bajariladi.

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

Moy bilan to'ldirilgan kabellarda moyning ta'minlovchi yer usti yoki ostida qurilgan punktlar, tegishli uskunalar (ta'minlash blok va agregatlari, bosim baklari va b.q.) bilan jihozlanadi.

O'tkazgichlar, kabellar va shinalarni tanlashda texnik va iqtisodiy omillarni hisobga olish kerak. Texnik omillar quyidagilardan iborat:

1. Ishchi (hisobiy) tok ta'siridan uzoq vaqt davomida qizish;
2. Qisqa tutashuv toki ta'siridan qisqa vaqt davomida qizishi;
3. Normal va avariya holatlarda kuchlanishning nobudgarchiligining miqdori;
4. Tashqi muhit kuchlariga (shamol, simning muz bilan qoplangan qismining og'irligi) va o'z og'irligi ta'siridan sodir bo'ladigan mexanik yuklamaga chidamliligi;
5. Atrof-muhit, kuchlanish va o'tkazgichning kesimiga bog'liq bo'lgan omil-tojlanishga chidamliligi.

Iqtisodiy omil deganda, qabul qilingan o'tkazgichlar, kabellar va shinalarga ketadigan kapital va ekspluatatsiya xarajatlar tushuniladi. Yuqorida ko'rsatilgan omillar asosida kesimlarning quyidagi eng kichiklarini aniqlanadi:

S_k – qizish bo'yicha minimal joiz kesim;

$S_{t.t.}$ – q.t. tokining termik ta'siriga bardoshligi bo'yicha minimal joiz kesim;

S_m – mexanik mustahkamlik bo'yicha minimal joiz kesim;

S_k – tojlanishning shartlaridan kelib chiqadigan minimal joiz kesim;

S_{sv} – kuchlanish yo'qotuvi bo'yicha minimal joiz kesim.

Ishlab chiqarilgan kabellar uchun mexanik mustahkamlik va tojlanishni bo'lmasligi zavod tomonidan kafolatlanadi. Shuning uchun kabellarga S_m va S_k lar aniqlanmaydi.

11.2. Hisobiy tok ta'siridan uzoq vaqt davomida qizish sharti.

Tokning iqtisodiy zichligi sharti.

O'tkazgichlar, kabellarni o'tish tokidan qizishini hisobga olib tanlashda quyidagi ikki munosabatdan foydalaniladi:

$$I_J \geq I_{ish} / K_T$$

$$I_J \geq K_{him} \cdot I_{him} / K_T$$

Bu yerda, I_J – o'tkazgichning joiz davomli toki;

I_{ish} – ishchi (hisobiy) tok;

I_{him} – himoyalovchi apparatining nominal toki;

K_T – o'tkazgichlar, kablarni o'tkazish sharoitini hisobga oluvchi to'g'irlash koeffitsienti;

K_{him} – himoyaning koeffitsienti.

O'tkazgichlar va kabelarning har xil kesimlari uchun tokning joiz davomli qiymatlari "Elektr qurilmalarining tuzilish qoidalari" (ETK) jadvallarida keltirilgan. Bu jadvallar quyidagi sharoitlarga tuzilgan:

1. Atrof-muhitning harorati – 25°C ;
2. Tuproqning kabel yotqiziladigan chuqurligidagi (0,7 m) harorati – 15°C ;
3. Transheyaga bitta kabel yetkaziladi.

Ushbu sharoitlar bajarilmasi K_T – to'g'irlash koeffitsienti kiritiladi. To'g'irlash koeffitsientlarining miqdori ham ETK jadvallarida keltirilgan.

Normal sharoitlar uchun munosabatlar quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$I_J \geq I_{ish.}$$

$$I_J \geq K_{him} \cdot I_{him.}$$

Ishchi tok bo'yicha qabul qilingan kesim (6.4) munosabat yordamida himoyalovchi apparatning ishlash tokini ($I_{him.}$) aniqlash uchun liniyada qanday himoyalar (eruvchan saqlagichlar, avtomatik o'zgichlar, magnit ishlatgichlarning issiqlik relesi) qo'llanilganligini bilish kerak. Agar bu o'rinda saqlagichlar ishlatilsa eruvchan kiritmaning nominal toki himoyalash toki hisoblanadi. Yakka asinxron matori uchun himoyalash tokining miqdorini tanlash quyidagi munosabatlar asosida aniqlanadi:

$$I_{him.} \geq I_{ish.}$$

$$I_{him.} \geq \frac{I_{tik.}}{\alpha}$$

Yakka asinxron matorni yengil ishga tushirilganda (ishga tushish vaqti 2,5 sekundgacha) $\alpha=2,5$;

Yakka asinxron matorni og'ir rejimda ishga tushirilganida (ishga tushish vaqti 2,5 sekunddan ortiq) $\alpha=1,6$.

$I_{max.}$ – matorning ishga tushirish toki.

Agar saqlagich bir nechta matorlar ulangan liniyani himoyalasa,

$$I_{max} = I_{tush.} + I_{ish.(n-1)}$$

Bu yerda, $I_{tush.}$ – eng katta quvvatli motorning ishga tushurish toki, A;

$I_{ish.(n-1)}$ – qolgan barcha matorlarning ishchi (hisobiy) toklarining yig'indisi, A;

Quyidagi jadvalda saqlagichlarning ayrim turlariga tegishli nominal toklar keltirilgan.

11.2-jadval

Saqlagichning turi	Nominal tok. A	
	Saqlagich uchun	Saqlagichning eruvchan kiritmasi uchun
N – 20	20	6; 10; 15; 20
N – 60	60	10; 15; 20; 25; 35; 60
PR – 60	60	15; 20; 25; 35; 60
PR – 100	100	60; 80; 100
NPN – 15	15	6; 10; 15
NPN – 60	60	15; 20; 25; 35; 45; 60

Elektr tarmoqlari himoyalaniishiga qarab ikkiga bo'linadi:

1) O'ta yuklanish va q.t. tokidan himoyalανuvchi tarmoqlar;

2) Faqat q.t. tokidan himoyalانuvchi tarmoqlar.

Birinchi holda himoyaning koeffitsienti $K_{him}=1,25$, ya'ni

$$I_J \geq 1,25 \cdot I_{him.}$$

Qog'oz izolyatsiyali kabellar ishlatilganda $K_{him}=1$, ya'ni

$$I_J \geq I_{him.}$$

Liniya faqat qisqa tutashuv tokidan himoyalansa $K_{him}=0.33$

Hozirgi vaqtda sexlarning tarmoqlarida himoyalash apparatlari vazifasini avtomatlar bajarimoqda. Har qanday avtomat uchun

$$I_{nom} \geq I_{ish}$$

Bu yerda, I_{nom} – elektromagnit releli (расцепитель) uchun nominal tok, I_{ish} – liniyaning ishchi (hisobiy) toki. Elektromagnitli yoki qo'shma (elektromagnitli va qizuvchi elementli) elementli o'zgidhlar uchun ishga tushirish toki va liniyani qisqa muddatli maksimal toklari solishtirib quriladi:

$$I_{it} \geq 1,25 I_m$$

Bu yerda, I_{it} – ishga tushish toki (ток срабатывания).

Yakka mator uchun I_m vazifasini ishga tushirish toki o'tadi. Liniya avtomat orqali himoya qilinganda ham $I_J \geq K_{him} \cdot I_{him}$ shartni bajarish kerak. Bu yerda, $I_{him}=I_{nom}$ – o'zgidhning nominal toki.

Misol. 380/220 Voltli magistral liniya elektr matorlar guruhini energiya bilan ta'minlaydi. Uch fazali, qog'oz izolyatsiyali alyumin simli kabel bino ichkarisiga yotqizilgan, atrof-muhit harorat $+25^{\circ}\text{C}$, liniyaning hisobiy ishchi toki $I_{ish}=100$ A, motorlar engil ishga tushiriladi, qisqa muddatli ishga tushirish toki $I_m=500$ A. Kabelning kesimini quyidagi sharoitlar uchun aniqlansin:

a) Liniya o'ta yuklanishdan saqlagich bilan himoyalانadi. Xona yongindan xavfli emas;

b) Liniya o'ta yuklanishdan saqlangich bilan himoyalانadi. Xona yong'ndan xafli;

v) Liniya faqat q.t. tokidan himoyalانadi;

g) Liniya avtomat bilan himoyalangan. Xonada me'yoriy sharoit.

Yechish. a). ETK jadvalidan qog'oz izolyatsiyali alyumin simli, uch fazali kabelni tanlaymiz. Xona harorati me'yoriy bo'lganligi uchun $K_t=1$. U holda (6.3) ni hisobga olinsa kabelning joiz toki $I_j > 100 \text{ A}$ bo'lishi kerak. Ikkinchi shart bo'yicha tekshirish uchun saqlagichni tanlashimiz kerak. (6.7); (6. 6) munosabatlarni hisobga olsak,

$$I_{him} \geq \frac{500}{25} = 200 \text{ A}$$

ETK jadvalida PN 2-250 tipdagi saqlagichning eruvchi kiritmasining nominal toki 200 A me'yoriy sharoitda $K_{him}=1$, u holda

$$I_j \geq I_{him} = 200 \text{ A}$$

Ikkinchi shart bo'yicha joiz tokning miqdori katta bo'lganligi uchun ETK jadvalida $I_j=200\text{A}$, kesimi 120 mm^2 bo'lgan kabelni qabul qilamiz.

b) Xona yong'indan xavfli bo'lganligi uchun $K_{him}=1,25$. U holda $I_j \geq 1,25 \cdot I_{him} = 1,25 \cdot 200 = 250$. Jadvaldan $I_j=255 \text{ A}$, kesimi 150 mm^2 bo'lgan kabelni qabul qilamiz.

v) Liniya faqat qisqa tutashuvdan tokidan himoyalansa, $K_{him}=0,33$. U holda $I_j \geq 0,33 \cdot I_{him} = 0,33 \cdot 200 = 66 \text{ A}$ va jadvaldan kesimi 50 mm^2 va $I_j=120 \text{ A}$ bo'lgan kabelni olamiz.

g) Uzgichning nominal toki 100A 6-10 shartga binoan $I_{nom} \geq I_{ish}$. Bizning holda $I_{nom}=I_{ish}=100 \text{ A}$.

Qisqa muddatli ishga tushish vaqtida avtomatni ishlamasligini tekshirib ko'ramiz.

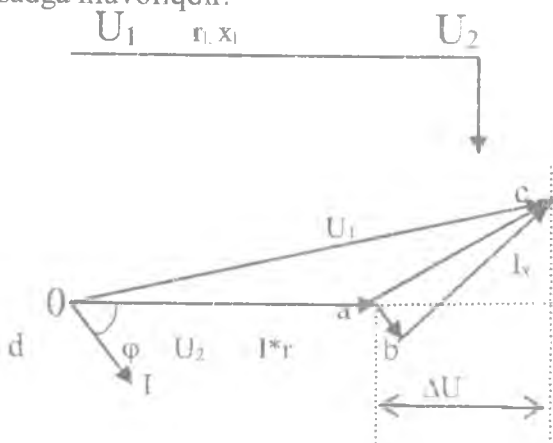
$$I_{isht}=1,25 I_m = 1,25 \cdot 500 = 625 \text{ A, ya'ni } 625 < 1000 \text{ A.}$$

Bu yerda, 1000 A – avtomatning bir onda ishlash toki.

Liniyaning kesimini tanlash uchun hisobiy tok $I_{ish}=100 \text{ A}$ bo'lgani uchun kesimi 50 mm^2 , $I_j=120 \text{ A}$ bo'lgan kabelni tanlaymiz ($I_j > I_{ish}$) Kabel normal sharoitda ishlatilishi va A3700 seriyadagi avtomatlarda o'rnatma (установка) toki boshqarilmasligi hisobga olsak $K_{him}=1$. U holda (3.36) dan $I_j \geq I_{him}$ shart bajariladi, ya'ni $120 > 100 \text{ A}$.

11.3. Past kuchlanishli kabel liniyalarini kuchlanish yo'qotilishi sharti bo'yicha tekshirish.

Elektr energetika tizimi iste'molchilarini sifatli energiya bilan ta'minlash zarur. Elektr energiyasining eng asosiy sifat ko'rsatkichlaridan biri bu iste'molchilarga berilayotgan kuchlanishning miqdori hisoblanadi. Kuchlanishni kerakli pog'onada ushlab turish elektrotexnikaning murakkab masalalaridan biri hisoblanadi. Kuchlanishni stabilashtirish uchun o'tkazgichlarning kesimini joiz kuchlanish bo'yicha qabul qilish maqsadga muvofiqdir.



11.10-rasm. Uch fazali tarmoqlarda kuchlanish yo'qotuvi.

Uch fazali tarmoqlarda kuchlanish yo'qotuvining tahminiy qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{ish} (r_l \cos \varphi + x_l \sin \varphi)$$

Bu yerda, I_{ish} – hisobiy tok;

r_l, x_l – liniyaning aktiv va induktiv qarshiliklari;

$\cos \varphi$ – iste'molchining quvvat koeffitsienti.

Quyidagi rasmda aktiv va induktiv qarshilikga ega bo'lgan liniyani induktiv xarakterli iste'molchini energiya bilan ta'minlayotgan holat uchun vektor diagrammasi ko'rsatilgan.

Vektor $0a$ liniya oxiridagi kuchlanish U_2 ko'rsatadi. Yuklamaning quvvat koefitsientini hisobga olib φ_2 burchak ostida tok vektori I ni qo'yamiz. Vektor av vektor I bilan bir fazada bo'lib, liniya aktiv qarshiligidagi kuchlanishning pasayishini ko'rsatadi. ac vektori liniyaning induktiv qarshiligidagi kuchlanishning pasayishi. ac vektor vektori liniyadagi kuchlanishni tushuvi bo'lib, $U=U_1-U_2$, ya'ni kuchlanishning pasayishi (падение) – bu vektor miqdor ad oraliq liniyada kuchlanishning yo'qotuvi (потери) – bu liniyaning boshi va oxirgi qismlaridagi kuchlanishlarning algebrik farqi (vektor qiymat emas).

O'tkazgich va kabel simlarining kichik kesimlarida (25 mm^2 gacha) asosiy qarshilik sifatida aktiv qarshilik olinadi. 70 mm^2 dan katta bo'lgan kesimlarda induktiv qarshilik albatta hisobga olinishi kerak.

Kesimning $25-70 \text{ mm}^2$ oraliq'ida liniyaning induktiv qarshiligini aniq hisoblashlarda e'tiborga olinadi.

Liniyaning faqat aktiv qarshiligi hisobga olinganda.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{his} r_l \cos \varphi$$

Bu yerda, $r = l/\gamma s$ bo'lganligi uchun

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{his} l \cos \varphi}{\gamma s}$$

U holda.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{his} l \cos \varphi}{\gamma \Delta U}$$

Bu yerda, γ – nisbiy o'tkazuvchanlik,

$$\left[\frac{M}{\Omega M \text{ мм}^2} \right]$$

l – liniyaning uzunligi, (m)

Joiz kuchlanish yo'qotuvining miqdori ma'lum bo'lganligi uchun liniya kundalang kesimi oson aniqlash mumkin. Ushbu

formulani taxminiy hisoblarda ishlatish mumkin bo'lib, xatoligi 20% gacha. Sanoat korxonalarining elektr tarmoqlarini hisoblashda liniyalarni aktiv va induktiv qarshiliklarini hisobga olib formuladan foydalanilsa xatolik 1,5% dan oshmaydi. Agar liniyalarning kuchlanishi 35-200 kV, uzunligi 200 km ohsa ularning sig'im qarshiliklarini ham hisobga olishga to'g'ri keladi va liniyalarni "Π" obrazli almashtirish sxemalarini ishlatish zarur bo'ladi. Bunday liniyalarni sanoat korxonalarida juda ham uchrashini e'tiborga olib, biz ularni maxsus adabiyotlardan foydalanib mustaqil o'rganishni tavsiya etamiz.

Nazorat savollari:

1. O'tkazgichlarni tanlashda texnik omillarni aytib bering?
2. Kabel tanlashda uning joylashtirish shartini ta'siri qanday hisobga olinadi?
3. Kuchlanish yo'qotishini aniqlash formulasini yozib bering?

12-BOB. ELEKTR APPARATLARNI TANLASH

12.1. Elektr apparatlar turlari.

Elektr apparatlarini tanlash kataloglar yordamida elektr qurilmaning normal rejimdagi ko'rsatgichlari bo'yicha bajariladi. Qabul qilingan apparatni ulanish nuqtasidagi maksimal qisqa tutashuv toki ta'siri bo'yicha tekshirib ko'rilishi zarur. Albatta, katalog bo'yicha tanlangan apparatlarning parametrlari (*nominal kuchlanishi va toki*) elektr qurilmaning ekspluatatsiya sharoitidagi kuchlanish va tok miqdorlariga teng yoki katta bo'lishi kerak.

Ko'p hollarda elektr apparatlari komplekt panellar, shkaflar yoki komplekt taqsimlash punktlari sifatida qabul qilinadi. Apparatlar, qurilmalarni tanlashda ularni korxona bo'yicha bir xillashtirishga (*unifikatsiyalashga*) katta e'tibor beriladi. Bu esa elektr ta'minoti tizimini kam sarf xarajatlar bilan ratsional ekspluatatsiya qilish imkonini yaratib, ishonchligini oshiradi.

Konkret apparatlarni ma'lum ish rejim sharoitlari uchun qabul qilinganda ko'plab omillarni hisobga olishga to'g'ri keladi. Biz bulardan faqat apparatlarni qisqa tutashuv toki ta'siriga chidamligiga e'tibor beramiz, ya'ni apparatlarning tugunligini hisobga olamiz.

12.2. Kabellarni tanlash.

Kabellar, shinalar nominal tok va kuchlanishlar bo'yicha qabul qilinib, qisqa tutashuv tokining termik ta'siriga tekshirib quriladi. 10 kV gacha bo'lgan mis yoki alyumin simli va qog'oz izolyatsiyali kabellarda Q.T. rejimida haroratning qisqa muddatli oshishi 250°C dan oshmasligi kerak. Bu buning uchun kabel simining ko'ndalang kesimining qiymati quyidagicha aniqlanishi

kerak:
$$S_T = \alpha \cdot I_{q.t.} \cdot \sqrt{t_k}$$

Bu yerda, $I_{q.t.}$ – qisqa tutashuv rejimining turg'un toki;

t_k – keltirilgan vaqt davomiyligi, bu vaqt davomida Q.T. turg'un toki shunday issiqlik hosil qiladiki, uning miqdori o'zgaruvchan Q.T. tokini haqiqiy t vaqtidagiga ekvivalent

bo'lad. t_k – miqdori maxsus adabiyotlarda keltirilgan grafiklar asosida aniqlanadi.

α – kabel simining joiz qizishi haroratining qiymatiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent, uning miqdori 10 kV gacha bo'lgan mis va alyumin simli kabellar uchun mos ravishda 7 va 12 ga teng.

Kabel kesimini yuqorida ko'rsatilgan formula bo'yicha aniqlanganda eng yaqin kichik standart kesim tanlanadi.

12.3. Elektr apparatlar tanlash shartlari.

Yuqori kuchlanishli uzgichlarni tanlash. Yuqori kuchlanishli elektr energiyasini uzatish va taqsimlash jarayonida elektr zanjirlarini ulash va uzishga to'g'ri keladi. Bu operatsiyalar maxsus uzgichlar (*включатель*) vositasida bajariladi. Uzgichlar yordamida elektr toklarni faqat nominal rejimlarda emas, balki har xil avariya va qisqa tutashuv holatlarda ham uzish yoki ulash operatsiyalarini bajarish mumkin. Ma'lumki, qisqa tutashuv rejimidagi tokning miqdori juda katta bo'ladi.

Yuqori kuchlanishli uzgichlarni nominal kuchlanishi va toki, o'chiriluvchi tokning qiymati va quvvati bo'yicha qabul qilinadi. Odatda, uzgichning katalogdagi ko'rsatgichlari va hisobiy miqdorlar o'zaro solishtirishiriladi.

Qisqa tutashuv toki bo'yicha tekshirilganda uzgichning maksimal uzishi mumkin bo'lgan toki uzgich o'rnatilgan nuqtadan o'tadigan zarb toki bilan qiyoslanadi: $i_{max} \geq i_y$

Bundan tashqari, uzgichning uzish quvvati hisobiy uzish quvvatidan katta bo'lishi kerak, ya'ni: $S_{n.u} \geq S_{h.u.}$

Ajratkichlarni tanlash. Ajratkichlar (*разединитель*) kuchlanish ta'siridagi toksiz elektr zanjirlarini uzish yoki ulash uchun ishlatiladi. Ayirgichlar elektr zanjirlarida ko'rinib turuvchi uzuq oraliqni hosil qiladi. Ayirgichlarda elektr yoyni o'chiradigan moslamalar bo'lmaganligi uchun ular uzgichlardan keyin yoki oldin o'rnatiladi. Ayirgichlar ta'mirlash ishlarida yoki uzuvchi apparatlarni reviziya qilinyotganda xavfsizlikni ta'minlashda qo'llaniladi.

Ayirgichlarni tanlash va tekshirish uzgichlar uchun ko'rsatilgan tartibda bajarilib, uzish toki va quvvati bo'yicha tekshirilmaydi.

Yuqori kuchlanishli saqlagichlarni – nominal kuchlanish va tok orqali qabul qilinadi va maksimal uzuvchi tok va quvvat bo'yicha tekshirib ko'riladi: $I_{uz} \geq I_q$

Bu yerda, I_{uz} – saqlagichning eng katta uzish toki (*katalogda keltiriladi*).

Bo'lgich ajratgich singari shartlar bo'yicha tanlanadi va tekshiriladi.

Qisqa tutashtirgich shu ajratkich singari shartlar bo'yicha tanlanadi, nominal tok bo'yicha tanlashni qo'shish mumkin.

Yuklama o'chirgichi xuddi shu shartlarga asosan tanlanadi va tekshiriladi, o'chira olish qobiliyatini qo'shimcha qilish mumkin.

$$I_{n.o'chir.} \geq I_x, S_{n.o'chir.} \geq S_x$$

bu yerda, $I_{n.o'chir.}$ – o'chirish nominal toki;

$S_{n.o'chir.}$ – o'chirish nominal quvvat.

Tok transformatorlarini tanlash. Tok transformatorlari nominal tok, nominal kuchlanish, ikkilamchi chulg'amning yuklamasiga bog'liq bo'lgan aniqlik darajasiga qarab qabul qilinadi va elektrodinamik va termik turg'unliklar ($K_{din.}$ va K_t) bo'yicha tekshirilib quriladi. Elektrodinamik bardoshlik quyidagi shart bajarilganda sodir bo'ladi:

$$K_{din} \geq \frac{i_u}{\sqrt{2} \cdot I_n} \quad \text{yoki} \quad \sqrt{2} \cdot I_n \geq i_u$$

Bu yerda, K_{din} – tok transformatorlari uchun kataloglarda berilgan bo'ladi; I_n – transformator birlamchi chulg'amining nominal toki.

Kuchlanish transformatorini tanlash. Elektr o'lchov asboblari ulash uchun qo'llaniladigan kuchlanish

trasfomatorlari nominal kuchlanish, yuklamaning miqdori asosida qabul qilinadi. Zaminlash toki kam bo'lgan tarmoqlarda izolyatsiya holatini nazorat qilib turish uchun besh sterjenli kuchlanish transformatori ishlatiladi. Kuchlanish trasfomatorining quvvati chulg'amlari parallel ulangan elektr asboblarning qabul qiladigan to'la quvvatidan katta bo'lishi kerak, ya'ni:

$$S_n \geq S_2 = \sqrt{P_\Sigma^2 + Q_\Sigma^2}$$

Bu yerda, $P_\Sigma = S_2 \cos \varphi$ – asboblarning g'altaklarining iste'mol qiladigan aktiv quvvati; $Q_\Sigma = S_2 \sin \varphi$ – asboblarning g'altaklarining iste'mol qiladigan reaktiv quvvati.

Yuqoridagi shartlar asosida apparatlar tanlanadi:

Ajratkich tanlash	
PHД3-1-35/630Y1 markali ajratkich tanlanadi	
Ma'lumotnoma parametrlari	Hisobiy ma'lumotlar
$U_n = 35 \text{ kV}$	$U_n = 35 \text{ kV}$
$I_n = 630 \text{ A}$	$I_x = 150 \text{ A}$
$i_{zar} = 25 \text{ kA}$	$i_{zar, l} = 15,9 \text{ kA}$
Qisqa tutashtirgich	
K3-35 markali qisqa tutashtirgich tanlanadi	
$U_n = 35 \text{ kV}$	$U_n = 35 \text{ kV}$
$I_n = 630 \text{ A}$	$I_x = 150 \text{ A}$
$I_{o'chir} = 20 \text{ kA}$	$I_{kl} = 15,9 \text{ kA}$
ОД-35 markali bo'lgich tanlanadi	
$U_n = 35 \text{ kV}$	$U_n = 35 \text{ kV}$
$I_n = 630 \text{ A}$	$I_x = 150 \text{ A}$
$I_{o'chir} = 20 \text{ kA}$	$I_{kl} = 15,9 \text{ kA}$
Razryadnik tanlash	
PBM-35Y1 markali razryadnik tanlanadi	
$U_{tesh} = 75-90 \text{ kV}$	
Tok transformatorlari tanlash	
BPP ning yuqori kuchlanish qismiga	

ТПОЛ-35 markali tok transformatori tanlanadi	
Ma'lumotnoma parametrlari	Hisobiy ma'lumotlar
$U_n=35 \text{ kV}$	$U_n=35 \text{ kV}$
$I_n=400 \text{ A}$	$I_x=150 \text{ A}$
$i_{zar.1}=20 \text{ kA}$	$i_{zar.1}=15,9 \text{ kA}$
BPP ning pastki kuchlanish qismiga	
ТПОЛ-10-400/5 markali tok transformatori tanlanadi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_n=600 \text{ A}$	$I_x=524 \text{ A}$
$i_{zar}=28,3 \text{ kA}$	$i_{zar.2}=10,5 \text{ kA}$
Seksiyalararo	
ТПОЛ-10-600/5 markali tok transformatori tanlanadi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_n=600 \text{ A}$	$I_x=524 \text{ A}$
$i_{zar}=28,3 \text{ kA}$	$i_{zar.2}=10,05 \text{ kA}$
Kabel liniyalari uchun	
ТПОЛ-10-100/5 markali tok transformatori tanlanadi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_n=100 \text{ A}$	$I_x=86 \text{ A}$
$i_{zar}=14,8 \text{ kA}$	$i_{zar.3}=9,41 \text{ kA}$
O'chirgichlar tanlash	
BPP chiqishlariga	
БМПЭ-10-630-20У3 markali o'chirgich tanlanadi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_n=630 \text{ A}$	$I_x=146 \text{ A}$
$I_{o'chir.}=20 \text{ kA}$	$I_{k2}=3,94 \text{ kA}$
$I_{skvoz}=25,5 \text{ kA}$	$I_{zar.2}=10,05 \text{ kA}$
Seksiyalararo	
БМП-10А-400-10У2 markali o'chirgich tanlanadi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_n=400 \text{ A}$	$I_x=366 \text{ A}$
$I_{o'chir.}=10 \text{ kA}$	$I_{k2}=3,94 \text{ kA}$
$I_{skvoz}=25,5 \text{ kA}$	$I_{zar.2}=10,05 \text{ kA}$

Kabel liniyalari uchun	
BMII-10A-400-10Y2 markali o'chirgich tantanadi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_n=400 \text{ A}$	$I_x=146 \text{ A}$
$I_{o'chir.}=10 \text{ kA}$	$I_{k2}=3,94 \text{ kA}$
$I_{skvoz.}=25,5 \text{ kA}$	$I_{zar.2}=10,05 \text{ kA}$
Yuklama o'chirgichini tanlash	
BHP-16 markali yuklamani o'chirgich tanlandi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_n=200 \text{ A}$	$I_x=146 \text{ A}$
$I_{o'chir.}=16,5 \text{ kA}$	$I_{k2}=3,94 \text{ kA}$
Eruvchan saqlagichlar tanlash	
$S_{n.tr}=630 \text{ kVA}$ bo'lgan TP uchun	
PKT-10/80 markali eruvchan saqlagich tanlanadi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_{n.vst.}=80 \text{ A}$	$I_x=55 \text{ A}$
$I_{o'chir.}=18 \text{ kA}$	$I_{k2}=3,94 \text{ kA}$
$S_{n.tr}=1000 \text{ kVA}$ bo'lgan TP uchun	
PKT-10/100 markali eruvchan saqlagich tanlanadi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_{n.vst.}=100 \text{ A}$	$I_x=56 \text{ A}$
$I_{o'chir.}=20 \text{ kA}$	$I_{k2}=3,94 \text{ kA}$
$S_{n.tr}=400 \text{ kVA}$ bo'lgan TP uchun	
PKT-10/80 markali eruvchan saqlagich tanlanadi	
$U_n=10 \text{ kV}$	$U_n=10 \text{ kV}$
$I_{n.vst.}=80 \text{ A}$	$I_x=23 \text{ A}$
$I_{o'chir.}=18 \text{ kA}$	$I_{k2}=3,94 \text{ kA}$
Avtomatik o'chirgich tanlash	
$S_{NT}=630 \text{ kVA}$ bo'lgan TP uchun	
ЭО16В markali avtomatik o'chirgich tanlanadi	
$U_n=0,4 \text{ kV}$	$U_n=0,4 \text{ kV}$
$I_n=1600 \text{ A}$	$I_x=1408 \text{ A}$

$S_{N.T}=1000$ kVA bo'lgan TP uchun	
Э025B markali avtomatik o'chirgich tanlanadi	
$U_n=0,4$ kV	$U_n=0,4$ kV
$I_n=2500$ A	$I_x=2127$ A
$S_{n.tr}=400$ kVA bo'lgan TP uchun	
Э06B markali avtomatik o'chirgich tanlanadi	
$U_n=0,4$ kV	$U_n=0,4$ kV
$I_n=1000$ A	$I_x=799$ A
Kuchlanish transformatori tanlash	
HTM-10-66У3 markali kuchlanish transformatori tanlanadi.	
$U_{yu.k}=10$ kV	$U_{D.k}=100$ V
Xususiy ehtiyoj uchun transformator tanlash	
2xTM-63/10 markali transformator tanlanadi	

Nazorat savollari:

1. Elektr apparatlar nima uchun kerak?
2. Elektr apparat turlari?
3. Elektr apparatlarni tanlash shartlari.

13-BOB. SANOAT KORXONALARI ELEKTR TA'MINOTI TIZIMIDA REAKTIV QUUVVATNI AVTOMATIK ROSTLASH SXEMALARI.

13.1. Reaktiv quvvatni ishlab chiqarishni rostlash masalalari.

Kompensatsiyalash qurilmalarini (K.Q.) quvvatini rostlash elektr isrofini kamaytirish orqali qo'shishga iqtisod qilish imkonini beradi va kuchlanishni rostlash vazifasini ham bajaradi.

«K.Q.» ulangan va uzilganda kuchlanishni o'zgarishi quyidagicha bo'ladi:

$$\pm \Delta U = \frac{Q_{KQ} X}{U} \cdot 10^{-3} kV \text{ yoki } \Delta U \% = \frac{Q_{KQ} X}{10U^2} \%$$

bu yerda, U – fazalararo 6 kV kuchlanish.

X – berilgan nuqtadan manbagacha bo'lgan tarmoqning reaktiv qarshiligi, K.Q. quvvatini rostlashni bir necha usuli mavjud: avtomatik ravishda, telemexanika va telefon aloqani qo'llash yordamida qo'lda yoki dispetcherlik usuli bilan.

Qo'lda rostlash usulining kamchiligi asosan navbatchining diqqat bilan ishlashiga bo'liq. Dispetcher orqali rostlash usuli esa sodda va ishonchli, buni telemexanizatsiyalashgan sanoat korxonalarida qo'llash mumkin. K.Q. quvvatini rostlash quyidagi faktorlar asosida amalga oshirish mumkin:

1) Nimstansiya shinalarida kuchlanish bo'yicha rostlash. Bu asosan bir vaqtning o'zida rostlash lozim bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

2) Yuklamaning toki orqali rostlash. Reaktiv quvvat iste'molining tez o'zgaruvchan grafigiga ega qurilmalarda qo'llaniladi.

3) Reaktiv quvvat yo'nalishi bo'yicha rostlash. Uzoqda joylashgan alohida yakunlovchi nimstansiyalarda qo'llaniladi.

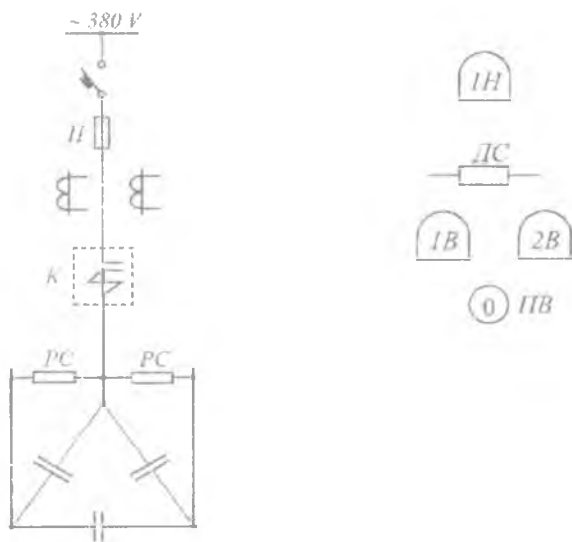
4) Kunlik vaqt bo'yicha rostlash. Tarmoq reaktiv yuklamesining aniq va doimiy kunlik grafiklarida qo'llaniladi.

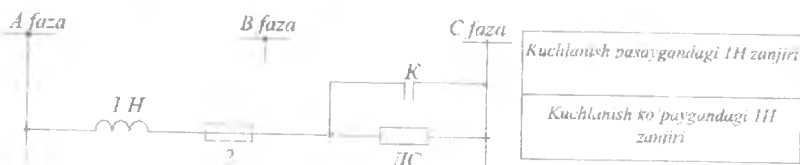
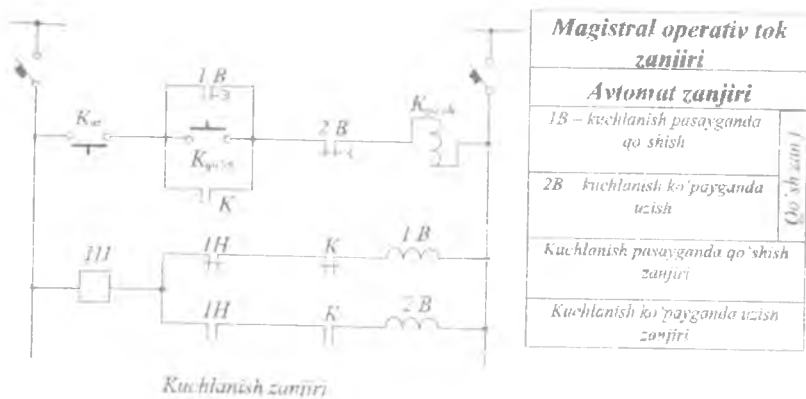
Boshqarish pog'onalarining soni va quvvati, uzish va ulash ketma-ketliklari korxonaning yuklama grafigi va energosistemaning topshirig'iga bog'liq ravishda aniqlanadi.

13.2. Reaktiv quvvatni avtomatik rostlash sxemasi.

Bu sxemada ishga tushuruvchi sifatida PH-54 tipdagi 1H minimal kuchlanishli rele olingan. Tarmoqda kuchlanishni kamayish bilan K.Q. ulanish zanjirida 1H ajratuvchi kontakt ishlaydi. Ulanuvchi kontakt esa tarmoqda kuchlanishini oshishi natijada uzilish zanjirida ishlaydi. Ruxsat berilgan chegaradan kuchlanishini kamayganda, m-n 95% nominal kuchlanishda K.Q. kontaktor ulanish zanjiri vujudga keladi. 1H ni ishlay boshlaydiva o'z kontakti 1H ni yopadi. 1B vaqt releining chulg'ami zanjirida 1B rele (2÷3) min. so'ng uzib 1B kontaktini ulaydi.

K.Q. ulangandan so'ng tarmoqdagi kuchlanish oshadi. K.Q. o'chib qolmasligi uchun, avtomatik ravishda ishga tushish vaqti kuchlanishi o'zgaradi. Qo'shimcha qarshilik D.S. g'altagiga ketma-ket ulanadi va kuchlanishni chegaraviy kuchlanishdan oshishiga (masalan, 105% U_n) yo'l qo'ymaydi: 1H rele ishga tushadi va o'z kontaktini yopadi 2B vaqt relei g'altak zanjirida 2B vaqt relei sabr vaqtli ajratuvchi kontaktini uzadi kontaktorning g'altagini zanjirdan va K.Q. tarmoqdan uzadi.





13.1-rasm. 1ta kuchlanish rele si bilan kuchlanishni bur pog'onali avtomatik sxemasi

Nazorat savollari:

1. Reaktiv quvvatni ishlab chiqarishni rostlash nima maqsadda bajariladi?
2. Reaktiv quvvatni rostlash usullarini qanaqalarini bilasiz?
3. Reaktiv quvvatni avtomatik rostlash usullarini aytib bering?

14-BOB. O'LCHOV TRANSFORMATORLARI.

14.1. Kuchlanish transformatorlari.

Elektr o'lchov asboblarning to'g'ridan-to'g'ri yuqori kuchlanish zanjirida ulash shuningdek, oddiy ampermetr yordamida istagancha katta tok kuchini o'lchash mumkin emas. Yuqori kuchlanish va katta tokni to'g'ridan-to'g'ri o'lchaydigan elektr o'lchov priborini amalda ishlatilmaydi. Shuning uchun elektr o'lchov asboblari yuqori kuchlanishli va katta tokli zanjirda maxsus o'lchov transformatorlari orqali o'lchanadi. O'lchov transformatorlari elektr o'lchov asboblarni o'lchash chegaralarini kengaytiruvchi hamda o'lchov zanjirlarini yuqori kuchlanishdan ajratish uchun ishlatiladi. O'lchov transformatorlarini ikkiga bo'lib o'rganamiz:

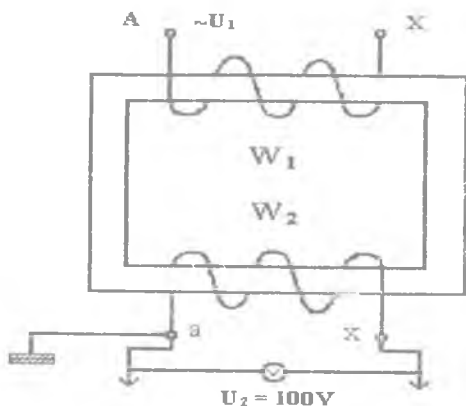
Kuchlanish transformatorlarini o'lchanishi lozim bo'lgan yuqori kuchlanishlarni norm kuchlanishga ya'ni, 100 V gacha pasaytirib berish mumkin. Kuchlanish transformatorlari po'lat o'zak va ikkita chulg'amdan iborat kichik quvvatli oddiy transformatordir. Uning o'ramlar soni ko'p bo'lgan yuqori kuchlanish " U_1 " beriladi. O'ramlar soni ozgina bo'lsa, ikkilamchi chulg'amda ichki qarshiligi katta bo'lgan asboblarning parallel ulanadi.

Kuchlanish transformatorlarining ikkilamchi chulg'am zanjiriga ulanadigan o'lchov asboblarning qarshiliklari katta bo'lgani uchun zanjirda tok juda kichkina bo'ladi.

Bundan ko'rinadiki, kuchlanish transformatorlarining salt ishlash sharoitiga yaqin sharoitda ishlaydi. Kuchlanish transformatorlarining birlamchi chulg'amiga to'g'ri qiymatli katta kuchlanish berilganda uning ikkilamchi chulg'amining kuchlanishi $U_2=100V$ bo'ladi.

Kuchlanish transformatorlarida tok qiymati juda kichkina bo'lgani uchun uning chulg'amlari qarshiligida kuchlanish pasayishini e'tiborga olmasa ham bo'ladi. Bunda $U_1=-E_1$ va $U_2=E_2$ bo'ladi. Kuchlanish transformatorlarining transformatsiyalash koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_K = W_1/W_2 = E_1/E_2 = U_1/U_2$$



14.1-rasm. Kuchlanish transformatorlarining ulanish sxemasi.

Kuchlanish transformatorlari ishlaganda uning chulg'amlaridan kichkina tok o'tib turadi. Bu sharoitda $U_1 = E_1$ va $U_2 = E_2$ bo'ladi. Bunday o'lchashda xatolikga yo'l qo'yiladi. O'lchashdagi nisbiy xatolik quyidagicha aniqlanadi:

$$f_u = (U_2 * K_K - U_1) / U_1 * 100\%$$

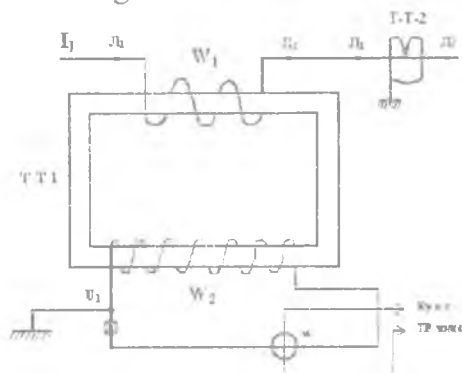
0,5; 1; 3; aniqlik klasslarida kuchlanish transformatorlari uchun yo'l qo'yiladigan xatolikka mos holda 0,5%; 1%; 3%; dan oshmasligi kerak. Bundan tashqari, kuchlanish transformatorlarida burchak xatoligiga "6" harn bo'ladi. Transformator chulg'amlari qarshiligida kuchlanish pasayishi mavjud bo'lgani uchun U_1 va $-U_2$ vektorlar bir fazada bo'lmaydi. Shu burchak, burchak xatoligini aniqlaydi. 0,5 va aniqlik klassidagi transformatorlar uchun burchak xatolik $\pm 20/\pm 40$ min. dan ortiq bo'lmasligi kerak. Kuchlanish transformatorlari ikkilamchi chulg'amining nominal quvvati 20/100 VA gacha bo'ladi. Kuchlanish transformatorlarining yuqori va past kuchlanish chulg'amlari umumiy o'zakda joylashgan. Chulg'amlar izolyatsiyasi buzilsa ikkilamchi chulg'amda yuqori

kuchlanish hosil bo'ladi. Bu hodimlar uchun juda xavflidir. Shuning uchun ikkilamchi chulg'am kuchlanishlaridan biri va transformatorning magnit o'tkazgichi yerga ulab qo'yilishi kerak. Kuchlanish transformatorlarning har bir va uch fazali transformatorning chulg'amlari yulduz usulda ulanadi.

Kuchlanish transformatorining birlamchi chulg'aming kuchlanish 380V dan 400 kV gacha bo'lishi mumkin.

14.2. Tok transformatorlari.

Tok kuchini o'lchashda katta toklarni ko'paytirib berish uchun ishlatiladi. Bu transformatorlar magnit uzoq va ikkita chulg'amdan iborat. Birlamchi chulg'am o'lchanish lozim bo'lgan katta tok zanjirida ketma-ket ulanadi. Uning o'ramlar soni kichkina ko'pincha $W_1=1$ bo'ladi. Tok transformatorlari ikkilamchi chulg'aming o'ramlar soni ko'p bo'ladi. Qismalari U_1 va U_2 harfi bilan belgilanadi



14.2-rasm. Tok transformatorlarining ulanish sxemasi.

Transformatorning ikkilamchi chulg'am zanjiriga ichki qarshiligi kichkina bo'lgan o'lchov asboblari ketma-ket ulanadi. Transformatorlardan birlamchi chulg'am toki 0,1 A dan 10 kA gacha bo'lishi mumkin. Ikkilamchi chulg'amning nominal toki sifatida 5 A tok qabul qilingan. Ikkilamchi zanjirga ulangan asboblarning qarshiliklari juda kichkina bo'lgani uchun

transformatorlar normal sharoitda ishlaydi. Ikkilamchi chulg'am zanjiriga istagancha ko'p o'lchov asboblari ulab bo'lmaydi. Bunda yuk ko'payib ketishi natijasida aniqlik buziladi. Transformatorlarda yuk qarshiligi 0,2/2 Om dan ortiq bo'lmasligi kerak. Har bir transformatorning pasportida yukning nominal qarshiligi ko'rsatiladi. Transformatorlarda ikkilamchi chulg'amning nominal quvvati 5W dan 100W gacha bo'ladi.

Transformator ishlaganda uning o'zagida juda kichkina magnit oqim hosil qiladigan magnitlovchi kuch ham kichkina bo'ladi. Yuk ulangan transformatorning magnitavoy kuchlari quyidagicha bo'ladi:

Transformatorning transformatsiyalash koeffitsiyenti:

$$I_1 W_1 = I_2 W_2$$

Ko'pincha elektr o'lchov asboblari ulangan zanjir yuqori birlamchi zanjirdan transformator vositasida ajratadi. Birlamchi chulg'am izolyatsiyasi buzilsa yuqori kuchlanishning ikkilamchi zanjiriga o'tish xavfli. Shuning uchun ikkilamchi qismlaridan biri va po'lat o'zak yerga ulangan bo'lishi kerak. Transformatorlar ishlab turganda ikkilamchi chulg'am zanjiri uzilib qolsa, birlamchi chulg'amlardagi katta tok magnitlovchi tok bo'lib qoladi. Oqibatda magnit oqimi ko'payib ketadi. Normal sharoitda juda kichkina bo'lgan ikkilamchi chulg'am kuchlanishi juda ko'payib ketadi. Bu esa hodimlar uchun juda xavflidir. Po'lat o'zakda quvvat isrofi ko'payib ketishi natijasida transformatorlar qizib ketadi va buziladi. Ikkilamchi chulg'am zanjiri uzilib qolmasligi uchun bu maqsadda ko'ndalang qirqimi 2, 5 ... 4 mm bo'lgan yo'g'on mis simlar ishlatilishi kerak. Agar birlamchi chulg'amdan tok o'tib turganda ikkilamchi chulg'amga o'lchov asboblari ulanmaydigan bo'lsa, bu chulg'am qisqa tutashtirilib qo'yilishi lozim. Tokni o'lchashdagi xatolik quyidagicha aniqlanadi:

$$f_T = (I_2 * K_t - I_1) / I_1 * 100\%$$

Klassi 0,2; 0,5; 1; 3; 10 bo'lgan transformatorlari uchun birlamchi tok nominal qiymatga ega bo'lganda o'lchamdagi xatolik mos holda 0,2; 0,5; 1; 3; va 10% da oshmasligi kerak.

Bundan tashqari, transformatorlarida burchak xatolik "δ" ham bo'ladi. Burchak xatolik I_1 , W_1 va I_2 , W_2 magnitlovchi kuchlari vektorlari orasidagi burchak bilan minutlarda aniqlanadi. Burchak xatoligi 0,2; 0,5 va 1 klass transformatorlar uchun mos holda 10, 40 va 80 min. dan ortiq bo'lmasligi kerak. Magnitlovchi tok ortsa ikkala xatoligi ham ortadi.

Nazorat savollari:

1. O'lchov transformatorlari qayerlarda ishlatiladi?
2. Kuchlanish transformatori nima?
3. Tok transformatori nima uchun kerak?

15-BOB. MANBA VA ISTE'MOLCHILARNING NEYTRAL HOLATLARI.

15.1. Neytrali yerga bevosita ulangan tizim.

Elektr qurilmasining neytrali deganda potentsiali nolga teng bo'lgan nuqtalarning birlashmasi tushuniladi. Bu nuqta yerdan izolyatsiyalangan, yerga aktiv yoki reaktiv qarshilik orqali ulangan, yerga bevosita ulangan bo'lishi mumkin. Neytralning qaysi holatda bo'lishligini elektr xavfsizligi, elektr ta'minotining ishonchliligi va iqtisodiy ko'rsatgichlarning tafsilotlari asosida qabul qilinadi.

Neytralni bevosita yerga ulash sxemalar 110kV va undan yuqori kuchlanishli tarmoqlarda, 220/127 va 380/220 Voltli, to'rt simli tarmoqlarda ishlatiladi. Kuchlanishi 6 kV bo'lgan tarmoqlar, 380/660 Voltli uch fazali, uch simli tarmoqlar neytrali izolyatsiyalangan holda bajariladi.

Uch fazali to'rt simli 380/220 Voltli tarmoqning sxemasi ushbu rasmda ko'rsatilgan bo'lib, unda transformatorning ikkilamchi chulg'amlari yulduz shaklida ulanib neytral nol simga va yerga ulangan.

Neytrali zaminlangan uch fazali tarmoqlarda bir fazali yerga tutashuv sodir bo'lganda katta miqdorda qisqa tutashuv toki o'tadi va tezkor himoya ishga tushib tarmoqning shikastlangan qismini uzib qo'yadi. Shikastlanmagan fazalarda yerga bilan liniya orasidagi kuchlanishning miqdori o'zgarmaydi va izolyatsiyani faza kuchlanishiga qarab qabul qilish mumkin bo'ladi.

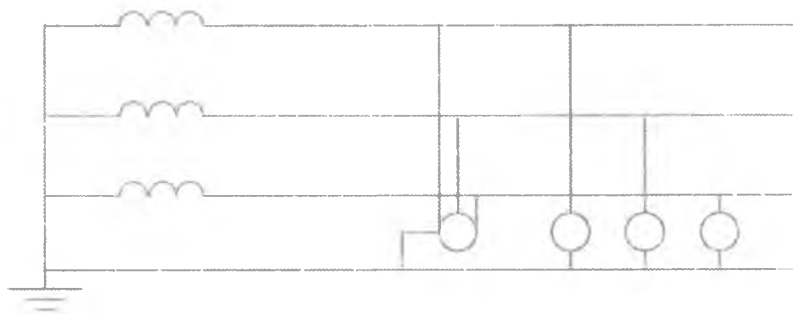


15.1-rasm. Neytrali yerga bevosita ulangan tizim.

Neytrali zaminlangan tizimlarda elektr qurilmasining tok o'tkazuvchi qismlariga tekkan shaxsning tanasidan o'tadigan tokning miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$I_T = \frac{U_\varphi}{R_T}$$

Bu yerda, U – manbaning faza kuchlanishi; R_T – kishi tanasi, poyafzali va oyoq osti sathning qarshiligi. Neytrali zaminlangan uch fazali tizimlarning afzalliklari: 380/220 V kuchlanishli uch fazali to'rt liniyalı tarmoqlarda yoritish va kuch yuklamalarini bir tizimga ulash imkoniyati yaratiladi; elektrlashtirilgan transportda yerni ishchi o'tkazgich sifatida ishlatish mumkin; liniyalarining izolyatsiyasi faza kuchlanishiga hisoblanganligi uchun izolyatsiyaga ketadigan sarf-xarajatlar kam bo'ladi, ayniqsa, bu ko'rsatgich yuqori kuchlanishlarda (110 kV va undan yuqori) sezilarli bo'ladi; bir fazali qisqa tutashuvlar kam vaqtli bo'lganligi uchun 1 kV dan yuqori kuchlanishli tarmoqlarda avtomatik qayta ulash tizimini ishlatilish imkoniyati yaratiladi.

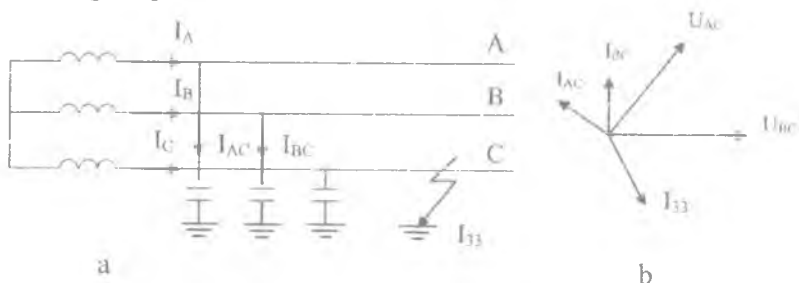


15.2-rasm. Neytrali zaminlangan tizimlar.

15.2. Neytral izolyatsiyalangan tizim.

Neytrali zaminlangan uch fazali tizimning kamchiliklari: iqtisodiy nuqtai nazardan bunday tizimlar qimmat hisoblanadi, chunki to'rtinchi sim ishlatiladi va uchinchi tok transformatori va rele kerak bo'ladi; faza liniyalaridan birining yerga ulanishi

tezkor rele himoyasini ishga tushiradi va tarmoqning shikastlangan qismi uziladi, bu esa elektr ta'minotida

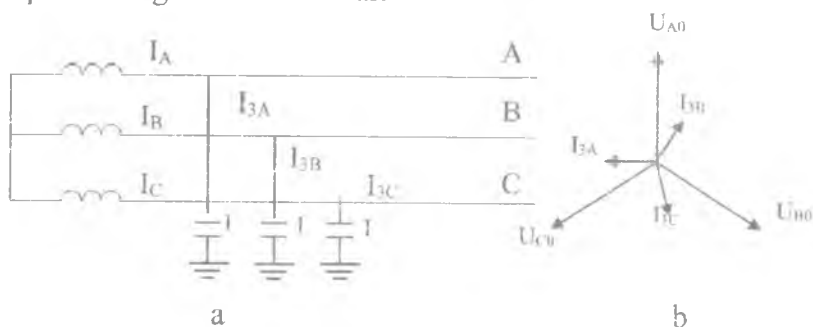


15.3-rasm. a) Neytral izolyatsiyalangan tizim. b) Vektor diagrammasi.

tanaffusga olib kelib, korxonaga ma'lum zarar keltiradi; shaxs elektr qurilmalarining tok o'tkazuvchan qismiga tekanda tanadan o'tadigan tokning miqdori nisbatan katta bo'ladi.

Uch liniyalı, uch fazalı neytrali izolyatsiyalangan tarmoqning sxemasi 15.3 a ko'rsatilgan bo'lib, unda liniya bilan yer orasidagi sig'im ko'rsatilgan.

Ushbu rasmda iste'molchi uzilgan holat uchun sig'im tokini hisobga olib vektor diagrammasi chizilgan. Bunda U_{AO} , U_{BO} , U_{CO} – liniya bilan yer orasidagi kuchlanish; i_{ZA} , i_{ZB} , i_{ZC} – sig'im orqali zaminga o'tuvchi toklar.



15.4-rasm. a) Iste'molchi uzilgan holat uchun sig'im tokini hisob olish, b) Vektor diagrammasi.

Neytrali izolyatsiyalangan tizimda qurilmaning elektr o'tkazuvchan qismiga tekkan shaxsning tanasidan o'tadigan tokning miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$I_T = \frac{3U_\phi}{3R_T + r}$$

Bu yerda, r – faza bilan yer orasidagi qarshilik.

Biror faza izolyatsiyasi buzilsa, tarmoqni ma'lum nuqtasida bir fazali yerga tutashish sodir etiladi va bu fazaning kuchlanishi nolga tenglashadi, boshqa liniyalarning yerga nisbatan kuchlanishi liniyalarning kuchlanishiga teng bo'ladi.

Fazalardagi zaryad toklari va yerga ulanish toklarining yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak. Shuning uchun

$$I_{33} = \sqrt{3}I_3' = 3I_3$$

Bu yerda, I_3 – normal rejimda liniya va yer oralig'idagi zaryad toki;

I_3' – biror liniya yerga ulanganida, boshqa fazalardagi zaryad toki;

I_{33} – yerga qisqa tutashgan liniyadan o'tadigan tok;

I_{33} – tokning miqdori tarmoqning yuklama tokiga nisbatan kam. Biror liniyani zaminlanishi fazalararo kuchlanishning miqdoriga ta'sir ko'rsatmaydi va istemolchilarning rejimlar o'zgarmaydi. Shunday qilib, neytral izolyatsiyalangan tarmoqlarda biror liniyani yerga ulanishi avariya holati deb hisoblanmaydi va bunday rejimda tarmoq ma'lum vaqtgacha (ikki soatdan ortiq) ulanib turishi mumkin, ya'ni elektr ta'minotida uzilish bo'lmaydi.

Neytrali izolyatsiyalangan uch fazali tizimning afzalliklari:

bunday tizim iqtisodiy tomonidan arzon, chunki nol sim, uchinchi tok transformatori va rele talab qilinmaydi; biror liniyani yerga ulanishi natijasida elektr ta'minotida uzilishi bo'lmaydi, shuning uchun ishonchlilik yuqori; (10.1) va (10.2) munosabatlarni solishtirishdan ko'rinib turibdiki, elektr xavfsizligi nuqtai nazaridan neytral izolyatsiyalangan tizim xavfsizroq hisoblanadi.

Neytrali izolyatsiyalashgan tizimning kamchiliklari: bir fazali qisqa tutashuv sodir bo'lganda shikastlanmagan liniyalarning yerga nisbatan kuchlanishi liniyalararo kuchlanishga teng bo'lishi izolyatsiya pog'onasini yuqori olishga majbur etadi va kapital mablao'larning miqdorini oshiradi; bunday tizimlarda izolyatsiya holatini tekshirib turish maqsadida qo'shimcha qurilmalar ishlatiladi, bu esa qo'shimcha xarajatlarga olib keladi; liniyaning yerga qisqa tutashgan joyida ko'chma elektr yoyini sodir bo'lishi natijasida hosil bo'ladigan kommutatsiyaviy o'ta yuklanishlar ($4U_n \div 6U_n$) ta'siridan izolyatsiyani ishdan chiqishi va iste'molchilarning normal ish rejimlari buzilishi mumkin.

Bunday tizimlarda bir fazali q.t. toki ta'sirini kamaytirish maqsadida quyidagi cheklanishlar kiritilgan: 35 kV tarmoqlarda yerga o'tuvchi q.t. tokining miqdori 10 A dan, 10 kV da – 20 A dan, 6 kV da 30 A dan oshmasligi kerak. Bunga erishish uchun manbaning neytral nuqtasi yerga induktivlik orqali ulanadi va q.t. zanjirida toklar rezonansi hosil bo'ladi, natijasida zaminga utuvchi tokning miqdori kamayadi. Bunday tarmoqlarni neytral kompensatsiyalangan tarmoqlar deb ataladi.

Nazorat savollari:

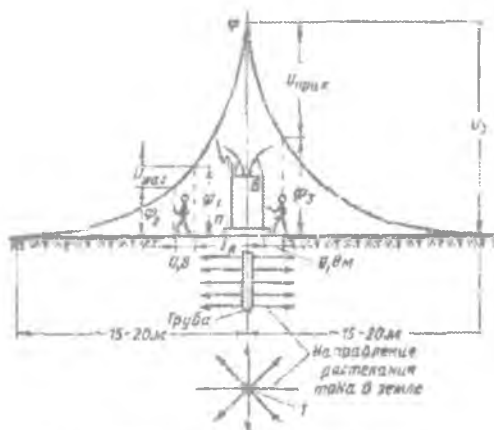
1. Kuchlanish 1000 V gacha bo'lgan uskunalarda qanday netralning rejimlari qo'llaniladi?
2. Kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan uskunalarda qanday neytralning rejimlari qo'llaniladi?
3. Neytrali izolyatsiyalangan uch fazali tizimning afzalligini aytib bering?

16-BOB. ZAMINLASH QURILMALARI.

16.1. Himoyaviy zamonlash.

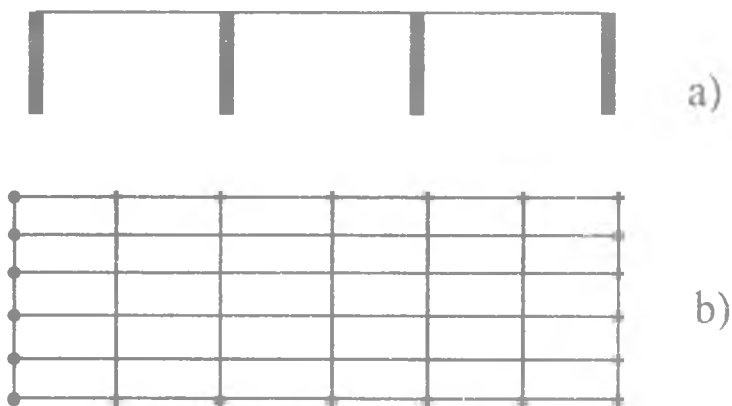
Elektr qurilmalariga xizmat ko'rsatishda tok o'tkazuvchi izolyasiyalanmagan qismlar bilan bir qatorda normal rejimda kuchlanish ta'sirida bo'lmagan elektr uskunalarining metall qismlari ham xavfli hisoblanadi. Chunki ular izolyatsiyani shikastlanish natijasida tok o'tkazuvchi qismlarga tegib qolish mumkin. Bularga yuritgichlarning korpuslari, transformatorlarning baklari, shinali o'tkazgichlarning qobiqlari, shittlarning metall karkaslari, har xil dastgohlarning korpuslari va bircha elektr qurilmalarining metall korpuslarini kiradi.

Himoyaviy zaminlash deganda elektr qurilmalarining normal rejimda kuchlanish ta'sirida bo'lmagan metall qismlarini, ehtiyotkorlik shartidan kelib chiqqan holda, yerga ulash tushuniladi. Himoyaviy zaminlash bajarilgan bo'lsa, izolyatsiyasi shikastlanib metall korpus tokli simga tegib qolgan taqdirda, korpus bilan kontaktda bo'lgan shaxs xavfli kuchlanish ta'sirida bo'lmaydi. Zaminlash qurilmasi deb zaminlagich va zaminlovchi simlar birlashinasiga aytiladi. Zaminlagich yer bilan bevosita kontaktda bo'ladigan metall o'tkazgichdan iborat. Zaminlovchi simlar qurilmalarning metall korpuslarini zaminlagichlar bilan birlashtiradi.



16.1-rasm. Himoyaviy zaminlanish.

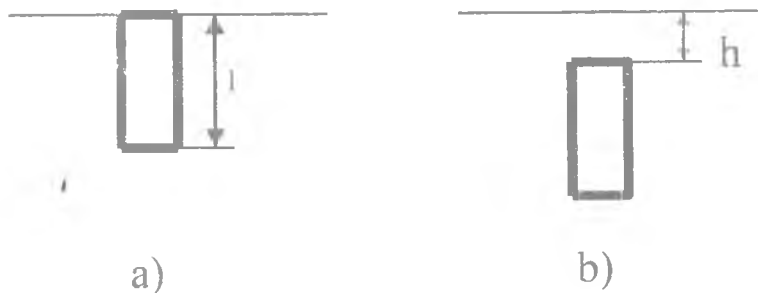
Faraz qilaylik, o'tkazgich bilan uzgich korpusi oralig'idagi izolyatsiya shikastlanib biror faza korpusga ulanib qolgan bo'lsin. Tok korpus zaminlovchi sim va zaminlagich orqali, ushbu rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda, yerga o'tadi. Voltmetr yordamida zaminlagichdan har xil masofadagi yer yuzasining potentsiallar farqini o'lchab rasmda ko'rsatilgan potentsialning tarqalish grafigini chizish mumkin. Ko'rinib turibdiki, eng yuqori potentsial zaminlagichga to'g'ri keladi va unda 15-20 m uzoqlikda esa potentsialning qiymati nolga yaqinlashadi.



16.2-rasm. a) alohida yakka tartibdagi yerga zaminlagich, b) to'rsimon yerga zaminlagich.

Korpusi zaminlagan elektr qurilmasidan 0,8 m masofada joylashga yer sathidagi nuqta bilan zaminlagich orasidagi potentsiallar farqini tegish kuchlanishi (напряжение прикасновения) deb ataladi. Zaminlagich yaqindagi 0,8 m oraliqdagi potentsiallar farqini odim kuchlanishi (qadam oralig'idagi kuchlanish) deyiladi.

Yerning tok tarqalayotgan qismidagi qarshilikni yoyilish qarshiligi deyiladi va bu qarshilikni zaminlagichga tegishli deb qaralib, uning miqdori quyidagicha aniqlanadi: $R_z = \frac{U_z}{I_z}$



16.3-rasm. Korpusi zaminlagan elektr qurilmasining yer sathidan masofasi (a-b)

Bu yerda, U_z – zaminlagich bilan nol potensiallik nuqta orasidagi kuchlanish; I_z – zaminlagich orqali o'tuvchi tok.

Tuproqning nisbiy qarshiligi uning strukturasi, haroratiga, tarkibining namligi va elektrolitlarga bog'liq. Eng katta qarshilik qish kunlarida tuproqning muzlaganida va yoz kunlarida tuproqning quriganida kuzatiladi.

O'zgaruvchan toklarda zaminlovchi qurilmalar sifatida birinchi navbatda tabiiy zaminlagichlarni ishlatish kerak. Bunday zaminlagichlarga vodoprovod trubalari, kabellarning metall qobiqlari, elektr tarmoqlarning nol simlari, binolar va inshootlarning metall va metall-beton konstruksiyalari kiradi.

Yuqori haroratli suyuqlik, portlashi mumkin bo'lgan gazlarni uzatuvchi trubalar, kabellarning alyumin qobiqlari, tunellardan o'tkazilgan alyumin o'tkazgichlar va kabellarni zaminlagich vositalari sifatida ishlatish mumkin emas. Tabiiy zaminlagichlarning eng yaxshi afzaligi, bu yoyilish qarshiligining kichik bo'lishidir.

Sun'iy zaminlagich deganda, yerga ko'miladigan maxsus metall elektrodlar tushuniladi. Odatda, ular vertikal

elektrodlardan (truba, sterjen, burchaksimon metall) tashkil topgan bo'lib, yuqori qismi yer sathi bilan bir xil yoki yer sathidan $0,5 \div 0,7$ m chuqirlikda bo'lishi mumkin.

Ko'p hollarda bitta vertikal elektrod zaminlagichning kerakli qarshilikni ta'minlay olmaydi. U holda n ta vertikal elektrodlar ishlatilib ular metall tasma bilan birlashtiriladi va zaminlash qatori yoki yopiq konturi hosil qilinadi (ushbu rasmda). Ushbu rasmda 1-metall elektrod; 2-metall tasma; 3-potensiallarni tenglashtiruvchi gorizontal metall elektrodlardan tuzilgan setka. Potensiallar farqini kamaytirish maqsadida zaminlanishi kerak bo'lgan obyektning atrofiga elektrodlar yopiq kontur qilib joylashtiriladi va ularni gorizontal elektrodlar bilan birlashtiriladi. Bundan tashqari, kontur ichkarisida qo'shimcha gorizontal elektrodlar yordamida, o'lchovlari 6×6 m bo'lgan yacheykalardan tuzilgan setka hosil qilinadi.

Vertikal elektrodlarning o'lchamlarini qabul qilishda:

- kam metall sarflab, zaminlagichning kerakli qarshiligini;
- elektrodni tuproqqa kirgizish jarayonida mexanik chidamlilikni;

- tuproqda joylashtirilgan elektrodlarni korroziyadan (zanglashdan) saqlashni taminlashga e'tibor berish kerak.

Elektrodni tuproqqa kiritishda truba va burchaksimon metallar katta mexanik chidamlilikka ega, yumaloq sterjenning mexanik mustahkamligi esa kam hisoblanadi. Odatda vertikal elektrodlarning uzunliklari 2-3 m bo'ladi. Trubalarning 1-2 diametrli, burchaksimon metallarning №50 va №60 (o'lchamlari 50×50 va 60×60 mm) lari, dumaloq sterjenlarning diametri 12-16 mm lari ishlatiladi.

Korroziyaga chidamliligi nuqtai nazaridan zaminlagichlarning quyidagi eng kichik o'lchamlari belgilangan: yumaloq sterjenlarning diametrlari 6 mm; tasmalarning yuzasi 43 mm^2 ; truba devorlarining va burchaksimon metallarning qalinliklari mos ravishda 3,5 mm va 4 mm dan kam bo'lmasliklari kerak.

16.2. Zaminlagich qurilmalariga qo'yiladigan talablar.

Kuchlanishi 1000 Voltgacha bo'lgan qurilmalarda zaminlagich va zaminlovchi simlarning qarshiligi 4 Omdan oshmasligi kerak. Agar iste'molchilar 100 kVA li transformator yoki generatoridan energiya bilan ta'minlansa zaminlash qurilmasining qarshiligi 10 Om gacha bo'lishi mumkin.

Neytrali zaminlangan uch fazali tarmoqlarda elektr qurilmalarning metall korpuslari, havo liniyalarining metall ustunlari va temir-beton ustunlarning metall qismlari neytral simga bevosita ulanadi.

Neytrali zaminlangan tarmoqlarda bir fazali qisqa tutashuv sodir bo'lgan qismni avtomatik ravishda uzish uchun quyidagi shartlar bajarilishi talab etiladi:

1. Metall korpusiga q.t. sodir bo'lgan joyga yaqin o'rnatilgan saqlagichning eruvchan kritmasining nominal toki q.t. tokidan kamida uch marotaba kichik bo'lishi kerak;

2. Agar saqlagich o'rni avtomatik uzgich ishlatilgan bo'lsa, uni maksimal relesining nominal toki q.t. tokidan kamida 1,4 marotaba kichik bo'lishi zarur.

Kuchlanishi 1000 Voltdan yuqori bo'lgan, neytrali izolyatsiyalangan elektr uskunolari uchun zaminlash qurilmasining qarshiligi 10 Omdan oshmasligi kerak.

Kuchlanishi 1000 Voltdan yuqori bo'lgan, neytrali bevosita yerga ulangan elektr uskunolari uchun zaminlovchi qurilmaning qarshiligi 0,5 Om dan oshmasligi kerak. Bunday uskunalarning zaminlash qurilmalari bajarilayotganda potentsiallarni tenglashtirishga katta e'tibor berilishi kerak, chunki ularda bir fazali qisqa tutashuv sodir bo'lganda zaminlash qurilmasidagi kuchlanishning miqdori ortib ketadi.

Zaminlovchi simlarni qabul qilinayotganda uning kesimini quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$S = I_X \frac{\sqrt{t_n}}{C}$$

Bu yerda, I – o'tkazgichdan o'tadigan tokning hisobiy qiymati, A; t_n – q.t. tokining vaqt davomiyligini keltirilgan qiymati, s; S – o'zgarmas son (po'lat uchun $S=74$, mis uchun $S=195$, mis simli kabellar uchun $S=182$, alyumin va alyumin simli kabellar uchun $S=112$).

Nazorat savollari:

1. Himoyaviy zaminlash deganda nimani tushinasiz?
2. Himoyaviy zaminlash nima maqsadda qilinadi?
3. Zaminlagich qo'rilmalariga qanday talablar qo'yiladi?

GLOSSARIY

Chastotaning tebranishi – bu chastotaning o'zgarish tezligi sekunddagi 0,2 Hz dan kichik bo'lmaganda, tartib parametrlarini tez o'zgarishda asosiy chastotaning eng yuqori va eng kichik qiymatlari orasidagi farq hisoblanadi.

Kuchlanishning og'ishi – bu ish rejimining o'zgartirishida kuchlanishning haqiqiy qiymatini uning nominal qiymatidan farqiga aytiladi.

Kuchlanishning tebranishi – bu ish rejimi yetarlicha tez o'zgarganda, ya'ni kuchlanish o'zgarish tezligi sekundiga 1% dan kam bo'lmaganda, kuchlanishning ta'sir etuvchi eng katta va eng kichik qiymatlari o'rtasidagi farqga aylanadi.

Kabel – germetik qobiqda joylashgan, ustiga, kerak bo'lganida, himoya qoplamasi qo'yilgan bir yoki bir necha izolyatsiya qilingan tok o'tkazuvchi sim tomirlarining yig'indisiga aytiladi.

Elektr ta'minoti ishonchliligi bo'yicha birinchi toifali iste'molchi – shunday elektr iste'molchilar kiradiki, agarda ularning elektr ta'minoti uzilib qolsa, insonlar hayotiga xavf tug'ilishi, xalq xo'jaligiga katta zarar yetkazilishi, texnika uskunalarini shikastlanishi, ommaviy ravishda yaroqsiz mahsulot ishlab chiqarilishi, murakkab texnologiya jarayonlari ishdan chiqishi va shahar xo'jaligining muhim elementlari buzilishi mumkin.

Elektr ta'minoti ishonchliligi bo'yicha ikkinchi toifali iste'molchi – shunday iste'molchilar kiradiki ularning elektr ta'minoti uzilishi korxonalarining mahsulotini kamayib ketishi bilan, ishlab chiqarish mexanizmlari va sanoat transporti turib qolishi bilan va shahar aholisining katta qismini normal turmush sharoitlari buzilishi bilan bog'langan.

Elektr ta'minoti ishonchliligi bo'yicha uchinchi toifali iste'molchi – uncha mas'uliyatli bo'lmagan iste'molchilar kiradi:

masalan, mahsuloti seriyali bo'lmagan kichik sexlar, kichik qishloqlar, kichik korxonalar va hokazo.

Energiyaning sifati – har bir iste'molchi sifatli energiya bilan ta'minlanishi zarur. Bu sifat kuchlanish va chastotani qiymati, uch fazali kuchlanishni simmetriyasi va kuchlanish egri chizig'ini shakli bilan belgilanadi.

Elektr qurilmalari – elektr energiyani ishlab chiqarish, o'zgartirish, transformatsiyalash, uzatish, taqsimlash va boshqa turdagi energiyaga o'zgartiruvchi mashinalar, apparatlar, liniyalar va yordamchi uskunalar (ular o'rnatilgan inshoot va xonalar bilan birga) majmuiga aytiladi.

Elektr ta'minoti sistemasi – iste'molchilarni elektroenergiya bilan ta'minlab berish uchun mo'ljallangan elektr qurilmalar majmuiga aytiladi.

Elektr energiya qabul qiluvchisi deb elektr energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantiruvchi apparat, agregat, mexanizmga aytiladi.

Elektr energiya iste'molchisi – texnologik jarayon bilan birlashgan va ma'lum bir hududda joylashgan elektr qabul qiluvchiga yoki bir guruh elektr qabul qiluvchilarga aytiladi.

Mustaqil energiya manbai – kuchlanish boshqa energiya manbalarida yuqolganida, ushbu qoidalarda avariya dan keyingi rejim uchun belgilangan oraliqda, kuchlanish saqlanib qoluvchi energiya manbaiga aytiladi.

Zaminlash – elektr qurilmasining qandaydir qismini zaminlovchi qurilmaga elektr ulanishga aytiladi.

Apparatlar – barcha turdagi kuchlanish o'chirgichlari, bo'lgichlar, ajratkichlar, uzgichlar, qisqa tutashtirgichlar, saqlagichlar, razryadniklar, tokni chegaralovchi reaktorlar, kondensatorlar.

Havo elektr uzatuv liniyasi – elektr energiyasini simlar orqali uzatish uchun mo'ljallangan, ochik havoda joylashgan va izolyatorlar va armaturalar bilan tayanchlarga yoki

kronshteynlarga va muhandislik inshootlaridan stoykalarga qotirilgan moslamaga aytiladi.

Taqsimlovchi qurilma – elektr energiyani qabul qilib, uni taqsimlash uchun xizmat qiladigan va kommutatsion apparatlardan, yig‘ma va ulanma shinalardan, yordamchi qurilmalardan, shuningdek, himoya va avtomatika qurilmalari va o‘lchov moslamalaridan tashkil topgan elektr qurilmaga aytiladi.

Komplektli taqsimlovchi qurilma – to‘liq yoki qisman yopiq shkaflardan yoki apparatlar o‘rnatilgan bloklardan, himoya va avtomatika qurilmalaridan tashkil topgan taqsimlovchi qurilmaga aytiladi.

Podstantsiya – elektr energiyani o‘zgartirish va taqsimlash uchun xizmat qiladigan elektr qurilmaga aytiladi va u transformatorlar va boshqa energiya uzgartirgichlardan, taqsimlovchi qurilmalardan, boshqarish qurilmalari va yordamchi moslamalardan iborat bo‘ladi.

TESTLAR

№	Test topshirig'i	A	B	C	D
1	Uch smenali sanoat korxonalarida T_{MAX} qancha bo'ladi?	5000 — 7000	3000 — 4500	2000 — 3000	3000 — 4700
2	Elektr ta'minoti tizimi deb nimaga aytiladi ?	Elektr ta'minoti tizimi deb shunday qurilmalarga aytiladiki bu qurilmalar elektr energiyani ishlab chiqaradi bir qiymatdan boshqa qiymatga almashtiradi uzatadi va taqsimlaydi	Elektr ta'minoti tizimi deb elektr qurilmalarining yig'indisiga aytiladiki bu qurilmalar elektr energiya ishlab chiqaradi, uzatadi, taqsimlaydi, himoyalaydi.	Elektr ta'minoti tizimi deb shunday qurilmalarga aytiladiki, bunday qurilmalar elektr energiya ishlab chiqaradi, taqsimlaydi, uzatadi, himoyalaydi va elektr jihozlarni tuzilishi va konstruksiyasi bo'ladi.	Elektr ta'minoti tizimi deb, hamma elektr qurilmalarga aytiladi.
3	Asinxron dvigatellar qanchagacha reaktiv quvvat iste'mol qiladi?	35 — 45 %	30 — 40 %	65 — 70 %	40 — 50 %

4	Asinxron dvigatelning vazifasi nima?	elektr energiyani hosil qilish,	Issiqlik energiyani hosil qilish,	yonugik energiyani hosil qilish	Mexanik energiyani hosil qilish
5	Sex elektr tarmoqlar necha xil sxemalarda bajariladi?	4 xil;	3 xil;	5 xil;	2 xil;
6	Kuchlanishi bo'yicha elektr iste'molchilar nechta guruhga bo'linadi?	4	2	3	6
7	Toki turi bo'yicha elektr iste'molchilar nechta guruhga bo'linadi?	5	3	2	6
8	Uchinchi toifa iste'molchilari uchun yuklama koeffitsiyentini to'g'ri javobini ko'rsating?	0,75-0,85	0,7-0,8	0,65-0,75	0,85-0,95
9	Elektr iste'molchilar ishlash toki turi bo'yicha nechta xil buladi?	5xil	3xil	2xil	4xil
10	Ish rejimi bo'yicha elektr iste'molchilar nechta guruhga bo'linadi?	5	2	4	3

11	Qaysi uskuna tashki elektr ta'minot tizimiga kiradi?	Sex podstansiyasi	Korxona hududidagi kabel yo'llari	Bosh pasaytiruvchi podstansiya	Sexdagi taqsimlash punkti
12	To'g'ri ko'rsatilgan iste'molchining ishonchlik kategoriyasiga muvofiq keluvchi transformatorning yuklantirish koeffitsiyentini ko'rsating.	II-kategoriya 0,7	I-kategoriya 0,7	III-kategoriya 0,75	III-kategoriya 0,8
13	Kabellarni yotqizish sanoat korxonalarida necha xil bo'ladi?	6 xil	3 xil	4 xil	5 xil
14	Ish rejimi bo'yicha iste'molchilar necha guruhga bo'linadi?	2 guruhga	5 guruhga	3 guruhga	4 guruhga
15	Elektr dvigatel uchun nominal toki qanday aniqlanadi?	$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$	$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n}$	$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi}$	$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi \cdot \eta}$
16	Payvandlovchi transformatorlar nominal quvvatini aniqlovchi formulani ko'rsating	$P_n = S_n \cos \varphi \eta$	$P_n = P_n \cdot \sqrt{II B}$	$P_n = S_n \cos \varphi \eta_n \cdot \sqrt{III R}$	$P_n = P_n$

17	Kuchlanishni o'lchov birligi?	V, kV	A, kA	Vt, kVt	VA, kVA
18	Yuklama kartogrammasini qurishda quvvat qaysi formula orqali ifodalanadi?	$P_i = \frac{\pi r^2 m}{P_n}$	$P_i = \sqrt{\pi r^2 m}$	$P_i = \sqrt{\pi r^2 m^2}$	$P_i = m^2 m$
19	Iste'molchilarning effektiv sonini aniqlashda qaysi koeffitsiyent ishltirok etadi?	K_M	K_{II}	K_c	K_s
20	Bu formula nimani quvvatini aniqlaydi? $P_n = P_n \sqrt{IB}$	Kuch transformatorining nominal quvvatini	Qisqa qayta rejimda ishlaydigan dvigateling nominal quvvatini	Svarka mashina yoki elektr pechlarning nominal quvvatini	Uzoq davomiy rejimda ishlaydigan dvigateling nominal quvvatini
21	Urta maksimum quvvatni hisoblashda qaysi koeffitsient ishlatiladi?	K_u	K_c	K_s	K_B

22	Necha xil maksimal yuklama bo'ladi?	2 xil	1 xil	3 xil	4 xil
23	Farxod GESi nechanchi yilda qurilgan?	1943-yil	1944-yil	1945-yil	1946-yil
24	Eng arzon elektr energiya ishlab chiqaruvchi stantsiya	GES	IES	AES	Quyosh elektr stantsiya
25	Elektr yuklamalar markazi nima maqsadda aniqlanadi	Tanlanayotgan podstantsiyaning ratsional taqsimoti uchun	Yuklamalarning taqsimot markazi masshtab bo'yicha aniqlash uchun.	Elektroenergiyaning ratsional taqsimot nuqtasi.	Kuch transformatorlarining quvvatini to'g'ri tanlash uchun.
26	Individual yuklamalar grafigi necha xil bo'ladi?	4 xil	3 xil	2 xil	5 xil
27	Qachon $n_s = 2P_{nom} / P_{maks}$ bo'ladi?	$m > 3va_{\mu} \geq 0,2$ $n \geq 5b\sigma_{lsa}$	$m = 3va_{\mu} < 0,2$	$m < 3va_{\mu} < 0,2$	$m_s = 3va_{\mu} \leq 0,2$

28	Kushish koeffitsiyentini to'g'ri formulasini ko'rsating?	$K_R = t_p / t_R$	$K_E = t_E / t_1$	$K_F = t_1 / t_F$	$K_T = t_1 / (t_E + t_{\text{max}})$
29	Maksimal hisobiy yuklamani hisoblashda qaysi koeffitsiyent qo'llaniladi?	K_c	K_M	K_V	K_{PM}
30	Bu formula nimani nominal quvvatini aniqlaydi? $P_n = S_n \cos \varphi_n \sqrt{IIB}$	Svarka mashina yoki elektr pechlarning	Kuch transformatorinin g	Payvandlash transformatori va mashinalarining	Uzoq davomiy rejimda ishlaydigan dvigatelnin
31	Iste'molchilarning effektiv soni nima uchun aniqlanadi?	K_M	K_H	K_t	K_s
32	Bu formula nimani quvvatini aniqlaydi? $P_n = P_n \sqrt{IIB}$	Svarka mashina yoki elektr pechlarni	Kuch transformatorini	Qisqa kayta rejimda ishlaydigan dvigatelni	Uzoq davomiy rejimda ishlaydigan dvigatelni

33	$P_H = S \cos \varphi_n \sqrt{IIB}$ ifo dasi . . . quvvatini aniqlaydi.	Payvandlash transformatori va mashinalari	Kuch transformatorini	Svarka mashina yoki elektr pechlarni	Uzoq davomiy rejimda ishlaydigan dvigatelni
34	Qaysi formula maksimum ko'effitsentini aniqlaydi?	$K_M = \frac{P_M}{P_{CM}}$	$K_M = \frac{P_M}{P_M}$	$K_M = \frac{P_C}{P_H}$	$K_M = \frac{P_M}{P_H}$
35	O'rta maksimum quvvatni hisoblashda qaysi ko'effitsent ishlatiladi?	K_u	K_c	K_T	K_B
36	Hisobiy quvvatni aniqlashda qaysi ko'effitsent ishlatiladi?	K_c	K_B	K_3	K_n
37	Maksimal quvvatni hisoblashda qaysi quvvat qo'llaniladi?	P_{CM}	P_{CK}	P_ϕ	P_P
38	Qaysi formula bilan kuch yig'masini modulini aniqlaydi?	$m = \frac{P_{IOVC}}{P_{MCH}}$	$m = \frac{P_{MCC}}{P_{IOL}}$	$m = \frac{P_{CM}}{P_{max}}$	$m = \frac{P_\phi}{P_{VM}}$
39	Yuklama ko'effitsiyenti qaysi formula bo'yicha aniqlanadi?	$K_z = \frac{P_{\Sigma}}{P_H}$	$K_z = \frac{P_L}{P_H}$	$K_3 = \frac{P_\phi}{P_H}$	$K_3 = \frac{P_n}{P_\phi}$

	Yillik iste'mol grafiklari	Yil davomida tok chastotasi o'zgarishi grafigi	Yil davomida korxona nominal quvvati o'zgarishi grafigi	Yil davomida quvvat istemoli grafigi	Yil davomida kuchlanishni o'zgarishi grafigi
40		$P_{\text{HC}} = P_{\text{yp}} * K_f$ (K_f - talab ko'effitsiyenti)	$P_{\text{all}} = P_{\text{yp}} * K_{\text{max}}$ (K_{max} - maksimum ko'effitsiyenti)	$P_{\text{HC}} = P_{\text{yp}} * K_{\Phi}$ (K_{Φ} - foydalanish ko'effitsiyenti)	$P_{\text{HC}} = P_{\text{yp}} * K_{\text{u}}$ (K_{u} - shakl ko'effitsiyenti)
41	Hisobiy quvvatning aniqlash formulasi				
42	Maksimal yuklama davomiyligi kamida qancha vaqt bo'lishi kerak?	2 soat	Yarim soat	Uch soat	O'n besh minut
43	Zarbiy tokni aniqlashda zarbiy ko'effitsenti qanchaga teng?	1,8	1,6	1,4	2,4
44	Elektr sxemalar bog'lanish qo'llanilishi bo'yicha necha sinfga bo'linadi?	6	4	5	2
45	Chizmalar ko'rinishda elektr sxemalar bog'lanishi bo'yicha necha turga bo'linadi?	4	3	5	1

46	Agar zanjirda R hisobga olinmasa, zarbiy tokni aniqlashda zarbiy koef-fitsenti qanchaga teng?	1,8	1,6	1,4	2,4
47	Qisqa tutashish tokini hisoblashda qanday nominal kuchlanishlar qo'llaniladi?	0,23; 0,38; 0,69; 6,3; 10,8; 35; 110; 220 kv	0,23; 0,69; 6,3; 10,5; 37; 115; 230 kv	0,23; 0,4; 0,66; 6,3; 11; 36; 115; 215 kv	0,23; 0,4; 0,69; 6,0; 11; 37; 115; 225 kv
48	Kuchlanishning og'ishi qanday chegaralarda o'zgarishi mumkin?	-5% dan +10% gacha	-10% dan +10% gacha	-15% dan +15% gacha	-20% dan +20% gacha
49	Davlat standart bo'yicha normal rejimda chastotaning og'ishi nominal qiymatdan farqi qanday bo'lishi kerak?	-0,1 Gs dan +0,1 Gs gacha	-1 Gs dan +1 Gs gacha	-0,5 Gs dan +0,5 Gs gacha	-1,5 Gs dan +1,5 Gs gacha
50	Kuchlanish nosimmetriyalik koefitsienti qanday miqdordan oshmasligi kerak?	2% dan	5% dan	10% dan	20% dan

51	Sanoat korxonalaridagi reaktiv quvvatning asosiy iste'molchilaridan transformatorlar necha foizni tashkil etadi?	20÷25%	O'zgaruvchan tok kuchlanishini o'zgartirib beradigan elektromagnit statik apparati	60÷65%	O'zgarmas tok quvvatini o'zgartirib beradigan apparat	30÷35%	O'zgaruvchan tok quvvatini kuchaytirib beradigan statik apparat	50÷55%
52	Transformator deb qanday apparatga aytiladi?							
53	Qayday transformator kuchaytiruvchi transformator deyiladi?		ikkilamchi kuchlanish birlamchi kuchlanishga nisbatan katta bo'lgan transformator	ikkilamchi kuchlanish birlamchi kuchlanishga nisbatan kichik bo'lgan transformator	ikkilamchi tok birlamchi tokdan kichik bo'lgan transformator		ikkilamchi kuchlanish birlamchi kuchlanishga teng bo'lgan transformator	
54	Avtotransformator necha chulg'amdand iborat?		bitta	ikkta	Uchta		to'rtta	

55	Elektr yuklamalar kartogrammasi qanday yuklamalar uchun tasvirlanadi?	Reaktiv va aktiv yuklamalar uchun alohida tasvirlanadi	To'la yuklamalar uchun tasvirlanadi	Reaktiv yuklamalar uchun	Barcha yuklamalari uchun
56	Taqsimlovchi punktlarning vazifalar nimadan iborat?	Elektr energiyasini bir xil kuchlanishda o'zgarishsiz qabul qilishiga	Elektr energiyasini kuchlanishini kuchaytirishga	Elektr energiyasini kuchlanishini pasaytirib qabul qilishga	Elektr energiyasini iste'mol qilishga
57	Bir transformatorli sex podstansiya-larni qanday kategoriyali iste'molchilarni ta'minlashda qo'llaniladi?	III	II	I	Barcha kategoriyali
58	Tok transformatorlari qanday, asbob singari va qanday ulanadi?	Ampermetr singari ketma-ket ulanadi	Voltmetr singari parallel ulanadi	Vattmetr singari kema-ket ulanadi	Hisoblagich singari parallel ulanadi
59	Kuchlanish transformatori uchun qanday shart bajariladi W-chulg'amlar soni?	$W_1 > W_2$	$U_1 < U_2$	$I_1 = I_2$	$W_1 = W_2$

60	Asinxron dvigatel nima uchun xizmat qiladi?	*Elektr energiyani mexabnik energiyaga aylantirish uchun	Issiqlik energiyasiga aylantirish uchun	Yorug'lik energiyasiga aylantirish uchun	Elektr energiyaga aylantirish uchun
61	Bu formula nimani nominal quvvatini aniqlaydi? $P_n = S_n \cos \varphi_n \sqrt{IIB}$	Svarka mashina yoki elektr pechlarning	Kuch transformatorining	Payvandlash transformatori va mashinalarning	Uzoq davomiy rejimda ishlaydigan dvigatelning
62	Iste'molchilarning effektiv soni nima uchun aniqlanadi?				K_3
63	Bu formula nimani quvvatini aniqlaydi? $P_n = P_n \sqrt{IIB}$	Svarka mashina yoki elektr pechlarni	Kuch transformatorini	Qisqa kayta rejimda ishlaydigan dvigatelni	Uzoq davomiy rejimda ishlaydigan dvigatelni
64	$P_n = S_n \cos \varphi_n \sqrt{IIB}$ ifo dasi ... quvvatini aniqlaydi.	Payvandlash transformatori va mashinalari	Kuch transformatorini	Svarka mashina yoki elektr pechlarni	Uzoq davomiy rejimda ishlaydigan dvigatelni

65	Qaysi formula maksimum koeffitsientini aniqlaydi?	$K_u = \frac{P_M}{P_{CM}}$	$K_u = \frac{P_H}{P_M}$	$K_M = \frac{P_C}{P_H}$	$K_M = \frac{P_M}{P_H}$
66	Urta maksimum quvvatni hisoblashda qaysi koeffitsient ishlatiladi?	K_u	K_c	K_3	K_B
67	Hisobiy quvvatni aniqlashda qaysi koeffitsient ishlatiladi?	K_c	K_B	K_3	K_u
68	Maksimal quvvatni hisoblashda qaysi quvvat qo'llaniladi?	P_{CM}	P_{CK}	P_ϕ	P_P
69	Qaysi formula bilan kuch yig'masini modulini aniqlaydi?	$m = \frac{P_{MCM}}{P_{MCH}}$	$m = \frac{P_{MCK}}{P_{MCH}}$	$m = \frac{P_{CM}}{P_{MCK}}$	$m = \frac{P_\phi}{P_{MCM}}$
70	Yuklama koeffitsiyenti qaysi formula bo'yicha aniqlanadi?	$K_3 = \frac{P_{CK}}{P_H}$	$K_3 = \frac{P_\psi}{P_H}$	$K_3 = \frac{P_\phi}{P_H}$	$K_3 = \frac{P_H}{P_\phi}$

ADABIYOTLAR:

1. Липкин Б.Ю., “Электроснабжение промышленных предприятий и установок”, Учебник. –М.: “Высшая школа”, 2010.

2. Кудрин Б.И., “Электроснабжение промышленных предприятий”, Учебник. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005.

3. Qodirov T.M., Alimov X.A., “Sanoat korxonalarining elektr ta’minoti”, O’quv qo’llanma, ToshDTU. – T.: 2006.

4. Qodirov T.M., Alimov X.A., Rafiqova G.R., “Sanoat korxonalari va fuqaro binolarining elektr ta’minoti”, O’quv qo’llanma, ToshDTU, – T.: 2007.

5. Taslimov A.D., Rasulov A.N., Usmonov E.G., “Elektr ta’minoti”, O’quv qo’llanma, Ilm-ziyo. –T.: 2012.

6. Taslimov A.D., Rismuxamedov D.A., Mamarasulova F.S. Rele himoyasi va avtomatikasi. O’quv qo’llanma. – T.: Iqtisod moliya, 2013.

7. Xoshimov F.A., Taslimov A.D. Energiya tejamkorligi asoslari. O’quv qo’llanma. – T.: Voris, 2014.

8. Karimov X.G., Bobojonov M.Q. Avtomatik boshqarish va rostlash nazariyasi asoslari. O’quv qo’llanma. – T.: Intelekt ekspert, 2014.

9. Karimov X.G., Rasulov A.N., Taslimov A.D. Elektr tarmoqlari va tizimlari. O’quv qo’llanma. – T.: Tafakkur qanoti, 2015.

10. Karimov R.Ch., Rafiqova G.R. Elektr xavfsizligi asoslari O’quv qo’llanma. – T.: Spektrum media, 2015.

11. Saidxodjayev A.G. Elektr yoritish. O’quv qo’llanma. – T.: Tafakkur bo’stoni, 2015.

12. Saidxodjayev A.G. Energiya tejamkorligi asoslari. Darslik. – T.: Lesson press, 2015.

13. Xakimov T.X. va boshq. Elektr texnologik qurilmalar. O’quv qo’llanma. – T.: Spektrum media, 2015.

14. Xoshimov F.A., Taslimov A.D., Raxmonov I.U. Elektr ta'minoti tizimida energiya nazorati va hisobi. – T.: Iqtisod moliya, 2015.

15. Saidxodjayev A.G. Energetika tekshiruvi (auditi) usullari va jihozlari. – T.: Noshirlik yog'dusi, 2015.

16. Paxmonov I.U. Elektr ta'minoti asoslari fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish uslubiy qo'llanma. – T.: ToshDTU, 2015.

17. Rismuxamedov D.A., Mamarasulova F.S., To'ychiyev F.N. Releli himoya va avtomatika fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko'rsatma – T.: ToshDTU, 2015.

18. Rismuxamedov D.A., Karimov R.Ch., To'ychiyev F.N. Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish uchun uslubiy ko'rsatma. – T.: ToshDTU, 2015.

19. Rasulov A.N., Raxmonov I.U. Elektr energiyani uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish uchun uslubiy ko'rsatma. – T.: ToshDTU, 2017.

20. Rasulov A.N., Raxmonov I.U. Elektr tarmoqlari va tizimlari. Darslik. – T.: Fan-texnologiya, 2018.

21. Xoshimov F.A., Taslimov A.D., Paxmonov I.U. Energiya tejamkorligi asoslari. Darslik. – T.: Fan-texnologiya, 2018.

22. Raxmonov I.U., Niyozov N.N. Elektr yoritish fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish uchun uslubiy ko'rsatma. – T.: ToshDTU, 2018.

23. Raxmonov I.U., Baxodirov I.I. Energiya tejamkorligi asoslari fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish uchun uslubiy ko'rsatma. – T.: ToshDTU, 2018.

KIRISH	3
--------------	---

1–BOB. O‘ZBEKISTONDA ENERGETIKANING RIVOJLANISH TARIXI, BUGUNGI HOLATI VA ISTIQBOLLARI

1.1. O‘zbekistonda energetikaning rivojlanish tarixi	4
1.2. Bugungi kunda energetika holatining tahlili va kelajak energetikasi.....	5

2–BOB. SANOAT KORXONALARINING ELEKTR ENERGIYA ISTE‘MOLCHILARINI TASNIFLASH

2.1. Iste‘molchilarning elektr ta‘minoti ishonchliligi va ish rejimlari bo‘yicha tasniflash.....	9
2.2. Sanoat korxonalarining elektr energiya iste‘molchilarini guruhlash	13

3–BOB. SANOAT KORXONALARI VA ISTE‘MOLCHILARNING ELEKTR YUKLAMA GRAFIKLARI VA ULARNI XARAKTERLOVCHI ASOSIY KO‘RSATKICHLAR

3.1. Elektr yuklama grafiklari	20
3.2. Elektr yuklama grafiklarini xarakterlovchi asosiy kattaliklar ..	23

4–BOB. ELEKTR TA‘MINOTI TIZIMIDA HISOBIY YUKLAMA VA UNI ANIQLASH USULLARI

4.1. Hisobiy yuklama tushunchasi.....	32
4.2. Hisobiy yuklamani aniqlashning asosiy usullari	37
4.3. Hisobiy yuklamani aniqlashning yordamchi usullari.....	47

5–BOB. KUCHLANISHI 1000 V GACHA BO‘LGAN SEX TARMOQLARINING SXEMALARI

5.1. Sex tarmoqlarida qo‘llaniladigan sxemalarning xususiyatlari .	52
5.2. Yoritish sxemalari	56

6–BOB. SANOAT KORXONALARI ELEKTR TA’MINOTI TIZIMIDA REAKTIV QUVVATNI KOMPENSATSIYALASH MASALALARI

6.1. Reaktiv quvvat tushunchasi. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash umumiy masalalari	64
6.2. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash usullari. Tabiiy va sun’iy usullar	68
6.3. Reaktiv quvvat manbalari.....	70

7–BOB. ELEKTR YUKLAMALARI KARTOGRAMMASI VA YUKLAMALARNING SHARTLI MARKAZINI ANIQLASH

7.1. Kartogramma tushunchasi. Elektr yuklamalari kartogrammasi. Yoritish sektori	79
7.2. Bosh pasaytiruvchi podstansiya. Shartli elektr yuklamalar markazi	81

8–BOB. TRANSFORMATORLAR. PODSTANSIYALARDA KUCH TRANSFORMATORLARINING SONI VA QUVVATINI TANLASH

8.1. Transformatorlar va ularning turlari.....	84
8.2. Podstansiyalarda transformatorlarning soni va quvvatini tanlash.....	87

9–BOB. ELEKTR ENERGIYASINING SIFAT KO‘RSATKICHLARI

9.1. Elektr energiyasining sifati tushunchasi.....	98
9.2. Chastotaning og‘ishi va tebranishi	98
9.3. Kuchlanishning og‘ishi va tebranishi	99
9.4. Tok va kuchlanish shakllarining nosimmetriyaligi va nosinusoidalligi.....	102
9.5. Sifat ko‘rsatkichlari buzilishining elektr qurilmalari ishiga ta’siri.....	103

10–BOB. SANOAT KORXONALARINING ELEKTR TA’MINOTI SXEMALARI. TASHQI VA ICHKI SXEMALAR

10.1. Quvvati bo‘yicha sanoat korxonalarining tavsiflanishi	111
10.2. Tashqi elektr ta’minoti sxemalari.....	112
10.3. Ichki elektr ta’minoti sxemalari	114

11-BOB. HAVO VA KABEL LINIYALARINING KO'NDALANG KESIM YUZALARINI TANLASH

11.1. Havo va kabel liniyalari	127
11.2. tok ta'siridan uzoq vaqt davomida qizish sharti. Tokning iqtisodiy zichligi sharti	137
11.3. Past kuchlanishli kabel liniyalarini kuchlanish yo'qotilishi sharti bo'yicha tekshirish.....	142

12-BOB. ELEKTR APPARATLARNI TANLASH

12.1. Elektr apparatlar turlari	145
12.2. Kabellarni tanlash.....	145
12.3. Elektr apparatlar tanlash shartlari.....	146

13-BOB. SANOAT KORXONALARI ELEKTR TA'MINOTI TIZIMIDA REAKTIV QUVVATNI AVTOMATIK ROSTLASH SXEMALARI

13.1. Reaktiv quvvatni ishlab chiqarishni rostdash masalalari	152
13.2. Reaktiv quvvatni avtomatik rostdash sxemasi	153

14-BOB. O'LCHOV TRANSFORMATORLARI

14.1. Kuchlanish transformatorlari.....	155
14.2. Tok transformatorlari	157

15-BOB. MANBA VA ISTE'MOLCHILARNING NEYTRAL HOLATLARI

15.1. Neytrali yerga bevosita ulangan tizim.....	160
15.2. izolyatsiyalangan tizim.....	161

16-BOB. ZAMINLASH QURILMALARI

16.1. Himoyaviy zamonlash.....	165
16.2. Zaminlagich qurilmalariga qo'yiladigan talablar	169

GLOSSARIY	171
TESTLAR	174
ADABIYOTLAR	187

**Rasulov Abdulhay Norxodjayeovich
Taslimov Abdurahim Dehkonovich
Rahmonov Ikromjon Usmonovich
Meliqo'ziyev Mirkomil Vohidjon o'g'li**

SANOAT KORXONALARINING ELEKTR TA'MINOTI

Darslik

Muharrirlar:	A.Tilavov A.Abdujalilov
Texnik muharrir:	Y.O'rinov
Badiiy muharrir:	I.Zaxidova
Musahhiha:	N.Sultanova

Nash.lits. № AI 245. 02.10.2013.

Terishga 07.10.2019-yilda berildi. Bosishga 07.11.2019-yilda ruxsat
etildi. Bichimi: 60x84 1/16. Ofset bosma. «Times New Roman»
garniturasi. Shartli b.t. 12. Nashr b.t. 11,16.

Adadi 200 nusxa. Buyurtma № 95.

Bahosi shartnoma asosida.

«Sano-standart» nashriyoti, 100190, Toshkent shahri,
Yunusobod-9, 13-54. e-mail: sano-standart@mail.ru

«Sano-standart» MCHJ bosmaxonasida bosildi.
Toshkent shahri, Shiroq ko'chasi, 100-uy.
Telefon: (371) 228-07-96, faks: (371) 228-07-95.