

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI**

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI**



**“ELEKTR TA’MINOTI TIZIMINING ISHONCHLILIGI”**

**o‘quv fanidan**

**MA’RUZALAR MATNI**

**Navoiy 2016**

**N.O.Ataullayev “ELEKTR TA’MINOTI TIZIMINING ISHONCHLILIGI” fanidan  
Ma’ruzalar matni. – Navoiy: NavDKI. – 2016. – 54 bet.**

**Tuzuvchilar:** katta o‘qituvchi Ataullayev N.O.

Mazkur ma’ruza matnida “ELEKTR TA’MINOTI TIZIMINING ISHONCHLILIGI” fanidan Elektr ta’minoti tizimi haqida umumiy ma’lumotlar, ishonchlik nazariyasining asosiy tushunchalari, Ishdan chikish (otkaz) tushunchasi. ishdan chikishlarning klassifikatsiyasi. elementlarning ishdan chikish okimlari va ularning xususiyatlari, Extimollik nazariyasi va matematik statistika elementlari va ularni ishonchlikni xisoblashda kullanilishi, Elektr ta’minoti tizimlari va elektrotexnik kurilmalari elementlarining ishonchligini asosiy kursatgichlari, Elektr ta’minoti tizimlari va asosiy uskunalarining ishonchlik kursatgichlarini sonli baxolashlar, Murakkab sxemalarning ishonchligini xisoblash uslublari, Elektr energetik kurilmalarning ishdan chikishlari okibatlar, Keltirilgan xarajatlar uslubi buyicha ishonchlikni texnik-iktisodiy taxlili va Elektr ta’minoti tizimlarining ishonchligini ta’minlovchi mavzulari yoritib berilgan.

Ushbu ma’ruza matni texnika oliy o‘quv yurtlari uchun tavsiya etiladi. Shu bilan birga ma’ruzalar matnidan “ELEKTR TA’MINOTI TIZIMINING ISHONCHLILIGI” faniga qiziquvchilar foydalanishlari mumkin.

## 1-MA`RUZA

### Mavzu: Elektr ta'minoti tizimi haqida umumiy ma'lumotlar, ishonchlilik nazariyasining asosiy tushunchalari.

#### I. Ma`ruza rejasi:

- 1.Nominal kuchlanishlar standarti.
- 2.Energetika tizimi. Elektr qo'rilmalari.
- 3.Iste'molchilar va ulaning ish rejimlari, toifalar.
- 4.Ishlatilishi buyicha elektr qurilmalarining turlari. Neytralning xolati.

#### II. Tayanch so'zlar va iboralar:

Kuchlanish, toifa, iste'molchi neytrali, neytral, transformator, podstantsiya, energiya, tizim, yuklama.

#### III. Maqsad:

Talabalarda fan to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda ma'lum yo'nalishlarni tanlash ko'nikmasini berish.

#### IV. Mavzuni va alohida savollarni o'rganish uchun foydalanilgan va tavsiya etilayotgan adabiyotlar ro'yxati:

- 1.Elektrotexnicheskii spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obm. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
- 2.Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
- 3.Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metody v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
- 4.Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
- 5.Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vеща shkola, 1984-192s.
- 6.Elektricheskie sistemy. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/Pod red. V.A. Venikova – M.: Vыs shkola, 1981 y. 288 s.
- 7.Dillon B. Sinix CH. Injenernye metody obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
- 8.Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
- 9.Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
- 10.Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Vыsi. SHk. 1984-256s.
- 11.Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
- 12.Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vыssh. SHk. 1989-151s.
- 13.[www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
- 14.[www.energsoyuz.spb.ru](http://www.energsoyuz.spb.ru).

#### V. Mustaqil tayyorgarlik/o'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

1. Kuchlanishning standart kiymatlari nima?
2. Energetika va elektr energetikasi tizimlarining farkini tushuntiring.
3. Sanoat korxonalarining asosiy manbalarini sanab bering.
4. Elektr iste'molchilari tok, kuchlanish, ishonchlilik, ish rejimlari buyicha kanday guruxlarga bulinadi?.

#### VI. Matn

Evropa va Osiyoda elektr energiyasini ishlab chiqish, uzatish va taqsimlash 50 Gs chastotali uch fazali uzgaruvchan 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 tarmoklar va istemolchilar uchun qo'yidagi nominal kuchlanishlarning muayyan qiymatlari belgilangan:

| Tarmoqlarning nominal kuchlanishlari kV | Generatorlarning nominal kuchlanishlari | Transformatorlarning nominal kuchlanishlari |                           | Izolyasiylarining uzok muddat ishlatishi 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; Kovsda ko'rsatilgan kuchlanishlar yangi loyixalashtirilayotgan tarmoqlarga tavsiya etilmaydi.

Elektr stansiyasidagi generatorlar va elektr stansiyalar parallel ishlaydilar. Bu esa elektr ta'minoti tizimining ishonchligini oshiradi, zaxiradi elektr uskanalarining sonini kamaytiradi, elektr energiyasining narxini arzonlashtiradi va qurilmalarini tekis yuklanishini ta'minlaydi. agregatlar, mexanizmlar, kurilmalar tushuniladi.

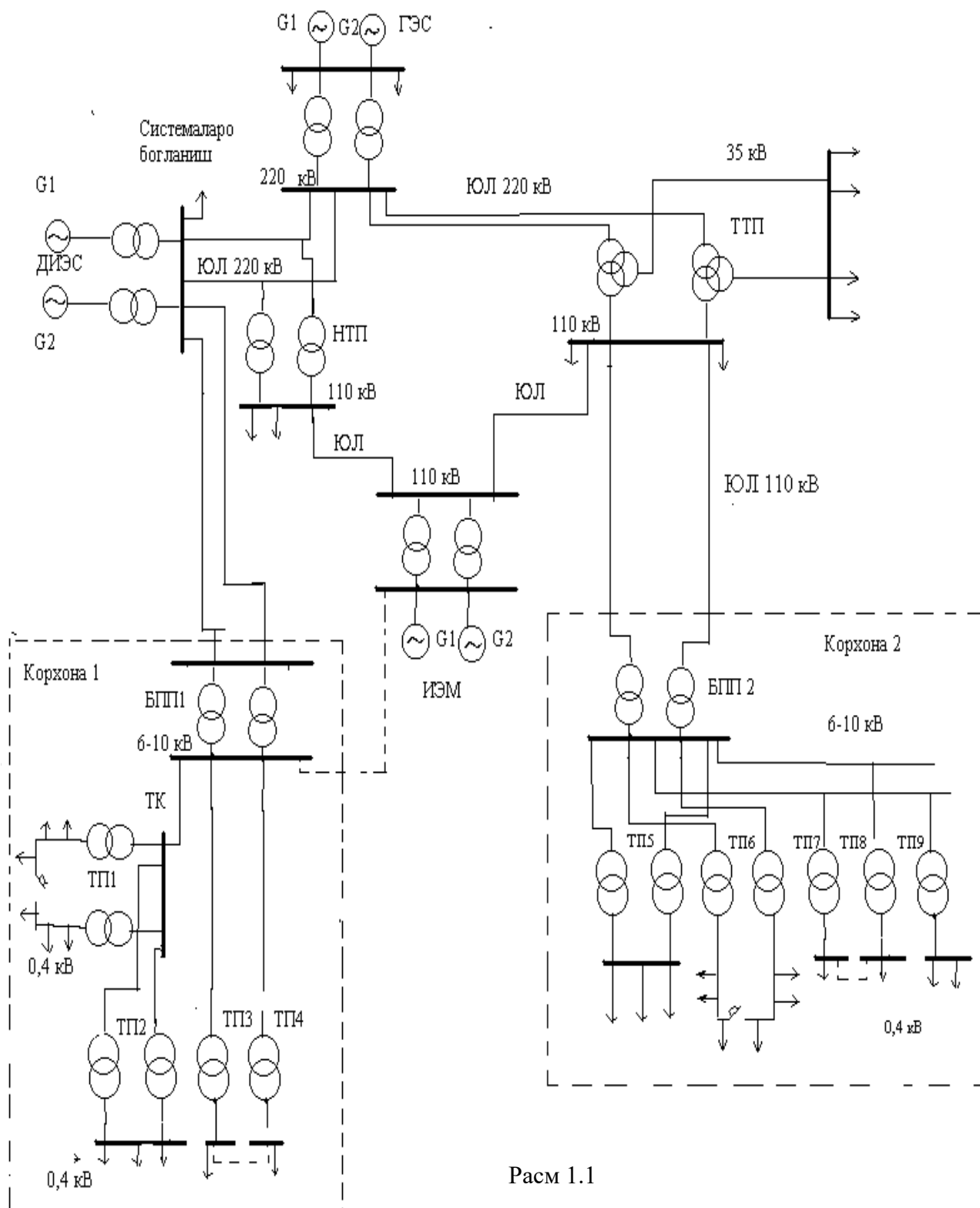


Рис. 1.1

Elektr kurilmalarining neytral nuqtalari xolatiga karab quyidagilarga bulinadi:

- 1) Kuchlanishi 1kV gacha bulib neytrali tugridan - tugri zaminlangan kurilmalar.
- 2) Kuchlanishi 1 kV gacha bulib neytrali izolyasiyalangan kurilmalar;
- 3) Kuchlanishi 1 kV dan yukori, biror liniya erga ulanganda zaminga utadigan toki kichik ( $I_3 \leq 500A$ ) bulgan, neytrali izolyasiyalashgan kurilmalar;

4) Kuchlanishi 1 kV dan yukori, bir fazali erga ulanish sodir bulganda zaminga utadigan toki katta ( $I_3 > 500A$ ) bulgan, neytrali tugridan-tugri zaminlangan elektr kurilmalar; 5) Kuchlanishi kichik (42 Voltgacha) elektr kurilmalari.

Elektr ta'minotining ishonchliliga kuyiladigan talablarga karab elektr istemolchilar kuyidagi uchta toifalarga bulinadi.

I toifa elektr istemolchilari-bunday elektr istemolchilarda elektr ta'minotidagi uzilish kishilarning xayotini xavf ostiga kuyadi, xalk xujaligi uchun katta zarar keltiradi, kimmatli kurilmalarni buzilishi va kuplab xamashyoni chikitga chikishiga, murakkab texnologik jarayonni uzok vaktga izdan chikishiga, kommunal xujalikning eng muxim jabxalarida ishning buzilishga olib keladi. I toifali elektr kabul kiluvchilar elektr energiyani kamida ikkita mustakil ta'minlash man'balardan olishlari kerak va ularning elektr ta'minotidagi uzilishi vakti zaxiridagi man'bani avtomatik ravishda ulashga ketadigan vakt bilan belgilanadi.

Mustakil ma'nba sifatida ikki elektr stansiyasi yoki podstansiyalarning taksimlash kurilmalari ishlatilishi mumkin.

Kup korxonalarida I toifali elektr istemolchilarining solishtirma mikdori katta bulmaydi. Neft kimyosi, sintetik kauchik va metallurgiya korxonalarida I toifali elektr kabul kiluvchilarining mikdori ( $70 \div 80$ ) % ni tashkil etadi.

I toifali istemolchilaridan ayrimlari aloxida gurux istemolchilari turkumiga kiradi. Ularni tuxtovsiz ishlashi ta'minlansa kishilar xayoti xavf ostida kolmaydi, portlashlar, yonginlar sodir bulmaydi va kimmat baxoli kurilmalar ishdan chikmaydi. Bularga, masalan kompressorlar, ventilyatorlar, nasoslar, er osti konlaridan yukoriga kutaruvchi uskunalarining yuritmalari va avariya xolatlarda ishlaydigan yoritish kurilmalari kiradi. Bunday aloxida gurux istemolchilari uchun uchinchi kushimcha mustakil ta'minlash manbasi bulishi kerak.

II toifali elektr istemolchilari - bunday elektr istemolchilarining elektr ta'minotidagi uzilish kuplab maxsulotlarni ishlab chikarilmasligiga, ishchilarning ommoviy turib kolishiga, mexanizmlar va korxona transportini ishlamasligiga, shaxar va kishlok axolisining kup kismining normal faoliyatini buzilishiga olib keladi. Bu toifadagi istemolchilar korxonalarda eng kup kismni tashkil kiladi. Ularning elektr ta'minotini ikkita mustakil elektr man'balardan orkali bajarilishi tavsiya etiladi. II toifali istemolchilarda elektr ta'minotidagi uzilish vakti zaxiridagi manbani navbatchi shaxs yoni maxsus brigada faoliyatining ulashga ketadigan vakti bilan belgilanadi.

III toifali elektr istemolchilariga yukorida tanishilgan I va II toifali istemolchilar turkumiga kirmaydigan barcha elektr kabul kiluvchilar kiradi. Ularning elektr ta'minoti bitta manba orkali bajarilishi mumkin. III toifali elektr ta'minotidagi uzilish 24 soatdan oshmasligi kerak. Tokning chastotasiga karab istemolchilar 50 Gs chastotali, yukori (10 kGs gacha), uta yukori (10 kGs dan katta) va past chastotali manbalardan ishlaydigan istemolchilarga bulinadilar. Korxonalarda asosan 50 Gs chastotani istemolchilar ishlatiladi. YUkuri va uta yukori-chastotali kurilmalar metallarni eritishda, toblashda, koliplashda keng ishlatiladi. Bunday man'balarni xosil kilish uchun tiristirli, ionli yoki lampali uzgartgichlar ishlatiladi. Past chastotali istemolchilar turkumiga transportda ( $16\frac{2}{3}$  Gs), suyultirilgan metallni aralashtirishda (25 Gs gacha) ishlatiladigan kollektorli elektr yuritgichlar kiradi. Past chastotali elektr istemolchilar sanoat korxonalarida keng tarkalmagan.

Sanoat korxonalaridagi elektr istemolchilarining ish rejimlariga karab uch xarakterli guruxlarga bulish mumkin:

**1. Uzgarmas yoki deyarli uzgarmas yuklama bilan ishlaydigan istemolchilar.** Bunday rejimda ishlaydigan kurilmalarda uzok vakt ishlash davomida ular kismalarining xarorati ruxsat etilganidan oshmaydi. Ventilyatorlar, nasoslar, kompressor-larning elektr yuritgichlari ushbu xolatda ishlaydilar.

**2. Kiska muddatda ishlaydigan kurilmalar.** Bunday xolatda mashina yoki apparatlarning ishlash vakti kichik bulib, ish vaktida ular kismalarining xarorati muljallangan turgun kizish darajasiga etmaydi. Tanafus vakti esa uzok bulib mashina yoki apparatlar

kismlarning xarorati atrof muxit xaroratiga tenglashadi. Misol tarikasida bunday istemollarga metallarga ishlov beruvchi stanoklarining yordamchi mexanizmlarining yuritmalarini keltirish mumkin.

**3. Takroriy kiska muddatda ishlovchi istemolchilar.** Bunday kurilmalarda ishlash vakti kiska tuxtash vakti bilan almashinib turadi. Takrorlanuvchi kiska muddatda ishlash rejimi xususiyatini baxolash uchun nisbiy ulanish davomiligi (prodoljitelnost vklyucheniya - PV%) UD% kattaligidan foyda-laniladi:

$$UD\% = \frac{t_{uu}}{t_{uu} + t_0} \cdot 100 = \frac{t_{uu}}{t_{\text{y}}}} \cdot 100\% \quad 1.1$$

Bunda:  $t_{\text{ish}}$  - istemolchining yuk bilan ishlash davomiyligi;

$t_0$  - istemolchining elektr tarmogidan ajratilgan xolati davomiyligi;

$t_s = t_{\text{ish}} + t_0$  - takrorlanuvchi sikl davomiyligi ( $t_s \leq 10$  minut bulishi kerak)

Elektrotexnika sanoatida ulanish davomiyligi ( $UD_n$ ) 15,25,40 va 60% bulgan elektr mashinalari ishlab chikarilmokda. Takrorlanuvchi kiska yuklamali elektr yuritgichlarni pasportida kursatilgan kuvvatni uzgarmas yuklamali rejimidagi ( $UD=100\%$ ) kuvvatga kuyidagi munosabat orkali keltiriladi.

$$P_H = P_{nacn} \sqrt{UD_{nacn}} \quad 1.2.$$

Bu erda  $R_n$  - nominal davomli kuvvat

$R_{\text{pasp}}$  - elektr istemolchining pasportida keltirilgan kuvvat

$UD_{\text{pasp}}$  - pasportda kursatilgan nisbiy ulanish davomiyligi

Payvandlash mashinalari, elektr pechlarining trasforma-torlarga uchun

$$P_H = S_{nacn} \sqrt{UD_{nacn}} \cos \varphi_{nacn} \quad 1.3.$$

Bunda  $S_{\text{pasp}}$ ,  $UD_{\text{pasp}}$ ,  $\cos \varphi_{\text{pasp}}$  - kurilmaning pasportda berilgan tula kuvvat, nisbiy ulanish davomiyligi, kuvvat koeffitsienti.

## 2-MA`RUZA

**Mavzu: Ishdan chikish (otkaz) tushunchasi. ishdan chikishlarning klassifikatsiyasi. elementlarning ishdan chikish okimlari va ularning xususiyatlari.**

### **I. Ma`ruza rejasi:**

- 1.Umumsanoat kuch kurilmalari. Elektr yoritish kurilmalari.
- 2.Uzgartirish uskunolari. Elektr yuritgichlar.
- 3.Elektr pechlari va elektrotermik kurilmalar.jalash.
- 4.Sanoatda elektr energiyani boshqarish.

### **II. Tayanch soʻzlar va iboralar:**

texnologik jarayon, elektr taʼminoti, kompressor, ventilyator, nasos, yuritgich, simmetriya, kiska muddatli, elektr yoritish, transport, apparat, elektroliz, filtr, pech, induksiya, dielektrik.

### **III. Maqsad:**

Talabalarda fan toʻgʻrisida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda maʼlum yoʻnalishlarni tanlash koʻnikmasini berish.

### **IV. Mavzuni va alohida savollarni oʻrganish uchun foydalanilgan va tavsiya etilayotgan adabiyotlar roʻyxati:**

- 1.Elektrotexnicheskii spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obsh. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
- 2.Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
- 3.Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metody v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
- 4.Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
- 5.Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vеща shkola, 1984-192s.
- 6.Elektricheskie sistemy. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/Pod red. V.A. Venikova – M.: Vьis shkola, 1981 y. 288 s.
- 7.Dillon B. Sinix CH. Injenernye metody obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
- 8.Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
- 9.Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
- 10.Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Vьisi. SHk. 1984-256s.
- 11.Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
- 12.Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vьissh. SHk. 1989-151s.
- 13.[www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
- 14.[www.energsoyuz.spb.ru](http://www.energsoyuz.spb.ru).

### **V. Mustaqil tayyorgarlik/oʻz-oʻzini tekshirish uchun savol va topshiriqlar**

- 1.Umumsanoat kuch kurilmalariga kaysi isteʼmolchilar kiradi ?
- 2.YOritish uskunalarining kuvvat koefitsientlarini kiymatlarini toping.
- 3.Korxonada ishlatiladigan uzgartgichlar tugrisida maʼlumot bering
- 4.Elektr yuritgichlarning kanday turlari mavjud?
- 5.Karshilik pechlarining vazifalarini tushuntiring
- 6.Induksion va yoy pechlari kanday tamoyillar asosida ishlaydi?

### **VI. Matn**

Xozirgi zamon korxonalarida ishlab chikarish jarayonlari uzlarining murakkabligi va kup energiya kabul kiluvchi agregatlarining mavjudligi bilan ajralib turadi. Sanoat korxonalarining elektr yuklamalari tayorlanayotgan maxsulot-larining mikdori, texnologik jarayonning avtomatlashtirish darajasi, atrof muxitni isroflantirmaslikni kuyiladigan talablar, ishchi va xizmatchilarni ish sharoitlarini yaxshilash va muxofaza kilish bilan boglik kursatgichlari bilan belgilanadi.

**1. Umumsanoat kuch kurilmalari.** Bu gurux istemolchilarga kompressorlar, ventilyatorlar, nasoslar va kutarma - transport kurilmalari kiradi. Bu kurilmalarning yuritgichlari uzgarmas yuklama bilan uzok vaktgacha ishlaydi va kuvvatlariga karab  $0,22 \div 10$  kV kuchlanishda 50 Gs chastotali elektr energiyasi bilan ta'minlanadilar. YUklamalar asosan tekis va simmetrik. Bu kurilmalarning kuvvat koefitsientlari stabil bulib 0,8-0,85 oraligida. Elektr ta'minotida uzilish sodir bulishi kerak emas. Masalan metallurgiya zavodining nasos stansiyalaridagi elektr ta'minotidagi uzilish domna pechlarini ishdan chikarib juda katta mikdorida zarar keltiradi. YOngin paytida nasos kurilmalarini elektr manbalaridan uzilishi kanday okibatlariga olib kelishi xakida tushuntirilmasa xam buladi. Ayrim sexlarda ventilyator yuritgichlarida elektr ta'minotini tuxtashi ishlayotgan kishilarni yalpi zaxarlanishiga olib keladi. Bunday kurilmalar 1 chi toifali istemolchilar turkumiga kiradi. Ular kamida ikki mustakil ta'minlash manbalaridan elektr energiyasini olishlari kerak.

Katta kuvvatli kompressorlarda, nasoslarda va ventilya-torlarda elektr yuritma sifatida reaktiv kuvvat ishlab chikaruvchi sinxron mashinalar ishlatiladi.

Kutarma-transport kurilmalari takroriy kiska muddatli rejimda ishlaydilar. Bu kurilmalarda yuklamani keskin uzgarish xollari kup uchraydi. SHuning uchun kuvvat koefitsienti katta oralikda uzgaradi (0,3-0,8). Bu kurilmalar kaerda urnatilganligiga karab 1 chi yoki 2 chi toifali bulishi mumkin. Kutarma-transort kurilmalarida 50 Gsli uzgaruvchan tok yoki uzgarmas tok ishlatiladi. Uzgaruvchan tok tomonidan yuklama uchta faza uchun simmetrik buladi.

**2. Elektr yoritish kurilmalari.** Elektr yoritgichlari bir fazali istemolchi xisoblanib, bittasining kuvvati 2 kVt dan oshmaydi. YOritish kurilmalari fazalar buyicha tugri taksimlansa, etarli darajadagi simmetrik yuk xosil kilishi mumkin (nosimmetriyalik darajasi 5-10% dan oshmaydi).

YUklama xarakteri bir tekis, keskin uzgarishsiz buladi, lekin kun, yil davomida uning mikdori uzgarishi mumkin. Tokning chastotasi 50 Gs. Kuvvat koefitsienti chuglanuvchi lampalar uchun 1 ga, razryadli lampalarda esa 0,6. Gaz razryadli lampalar ishlatilganda nol liniyalarda yukori garmonikali toklar xosil buladi.

Sanoat korxonalarining yoritish kurilmalarida 6-220 V kuchlanish ishlatiladi. YOritish kurilmalarining ishlatilishi urniga karab ular bir yoki ikki mustakil manbalardan energiya oladilar. Agar korxonalarda yoritish kurilmalarining uchishidan kishilar xayot xavf ostida koladigan bulinsa, bunday favkullotdagi xolat uchun maxsus yoritish tizimi ishlatiladi.

**3. Uzgartirish kurilmalari.** Bunday kurilmalar asosida 50Gs uch fazali tokni uzgarmas tokga yoki boshka chastotali tokga aylantiriladi. Sanoat korxonalarida uzgartgichlarning kuyidagi turlaridan foydalaniladi: yarim utkazgichli; simob kurilmali; yuritgich-generatorli; mexanik tugirlagichli. Bu kurilmalar elektroliz vannalari, korxona ichidagi elektr transporti, elektr filtrlar, uzgarmas tok payvandlari uskunolari, kuplab apparat va mashinalarning yuritgichlarini elektr bilan ta'minlashda ishlatiladi.

Rangli metallurgiya korxonalarida alyuminiy, mis, rux va boshka toza metallarni elektroliz usuli bilan olishda kremniy asosida yaratilgan uzgartgichlardan keng foydalaniladi. Bunday kurilmalarda 6-35 kV li, 50 Gs li tokni texnologik jarayon talab kiladigan kuchlanishli (835 V gacha) uzgarmas tokga uzgartiriladi. Elektroliz kurilmalari 1 chi toifali istemolchilar turkumiga kiradi, ularning elektr ta'minotida kiska muddatli uzilishlar bulishi mumkin. Elektroliz kurilmalarining yuklamalari tekis va simmetrik. Kuvvat koefitsienti 0,85-0,9 oraligida. Elektroliz jarayonida uzgarmas tok mikdorini birdak saklash talab etiladi va shu munosabat bilan uzgaruvchan tok tomonidagi kuchlanishni rostlash zarur buladi.

Zavod ichkarisidagi elektr transport kurilmalarining kuvvatlari 100-3000 kVt oraligida bulib, kuvvat koeffitsientlari 0,7-0,8 ni tashkil etadi. Uzgaruvchan tok tomonidagi fazalaridagi yuklama simmetrik va keskin uzgaruvchan. Korxonalarda transportni tuxtashi katta kiyinchiliklarga olib keladi. SHuning uchun bu istemolchilar 1 chi yoki 2 chi toifali xisoblanib, elektr ta'minoti tizimida kiska muddatli uzulishlarga ruxsat etiladi.

Gaz tozalovchi elektr filtrlarida ishlatiladigan uzgartgichlarning kuvvati 100-200 kVt gacha buladi. Ular maxsus transformatorlar orkali (birlamchi chulgam kuchlanishi 6-10 kV ikkilamchm chulgam yukori kuchlanish 110 kV gacha) ulaniladi. Bu kurilmalarning kuvvat koeffitsienti 0,7-0,8 oraligida. Uzgaruvchan tok kismida yuklama simmetrik va tekis. Elektr ta'minotida uzilish sodir bulishiga ruxsat beriladi. Kimyo zavodlarida elektrofiltirlar 1 chi yoki 2 chi toifali istemolchilar turkumiga kiradi.

**4.Ishlab chikarish mexanizmlarining elektr yuritgichlari.** Bunday istemolchilar barcha korxonalarda mavjud bulib, xozirgi zamon stanoklarida elektr mashinalarining barcha turlari ishlatiladi. YUritgichlarning kuvvatlari juda xilma-xil bulib bir necha Vt lardan yuzlab kVt largacha boradi. YUkori chastotali aylanma xarakat xosil kilish va uni boshkarish talab kilinadigan stanoklarda uzgarmas tokda ishlaydigan elektr yuritgichlardan foydalaniladi. Elektr tarmok kuchlanishlari 660-380/220V bulib chastotasi 50 Gs. Elektr ta'minoti tizimining ishonchliligi buyicha, kup xollarda, bu istemolchilar 2 chi toifali xisoblanadilar. Ayrim stanoklar uchun xavfsizlik texnikasi nuktai nazaridan elektr ta'minotida uzilish bulmasligi talab kilinadi.

**5. Elektr pechlari va elektrotermik kurilmalar.** Elektr energiyasini issiklikga aylantirish usullariga karab bu kurilmalar kuyidagilarga bulinadilar: karshilik pechlari, induksion pechlar va kurilmalar; yoyli elektr pechlari; aralash usullarda ishlovchi pechlar.

**Karshilik pechlari** kizdirish usuliga karab bilvosita va bevosita ta'sir etuvchi pechlarga ajratiladi. Bilvosita ta'sir etuvchi pechlarda xosil buladigan issiklik maxsus isitish elementlaridan tokning utishi natijasida bunyod etiladi. Bunday pech kurilmalarida 1000 V gacha kuchlanish ishlatilib, chastotasi 50 Gs. Kurilmalarning kuvvatlari ming kVt dan yukori, kuvvat koeffitsientlari esa kup xollarda 1 ga teng. Ular bir yoki uch fazali kilib ishlab chikariladi.

Bevosita ta'sirli pechlarda xosil buladigan issiklik buyum (material) orkali elektr toki utishi natijasida xosil buladi. Ularning kuvvatlari 3000 kVt gacha bulishi mumkin. Bunday pechlar asosan 380/220 V kuchlanishli 50Gs tarmokga ulanadilar. Kuvvat koef-fitsienti 0,7÷0,9 oraligida buladi. Karshilik pechlari 2 chi toifali istemolchilar turkumiga kiradilar.

**Induksion va dielektrik pechlar va kurilmalar** metallarni eritishda, toblashda va dielektriklarni kizdirishda ishlatiladi.

Induksion pechlarda metallni eritish undan induksion tokning utishi natijasida xosil buladigan issiklik xisobiga buladi. Eritish pechlari ferromagnit uzakli yoki uzaksiz kilib tayyorlanishi mumkin. Uzakli pechlar rangli metallar va ularning kotishmalarini eritishda ishlatiladi. Ular bir, ikki,uch fazali kilib ishlab chikariladilar va kuvvatlari 2000 kVA gacha buladi. Kuvvat koeffitsientining mikdori alyumin eritishda 0,2÷0,4 oraligida, mis eritishda esa 0,6÷ 0,8 oraligida kuzatiladi. Uzaksiz pechlar asosan yukori sifatli pulat eritishda ishlatiladilar. Ular kup xollarda yukori chastotali (500-10000 Gs) tiristorli yoki elektr mashinali uzgartgichlar orkali ishlaydilar. YUritgichlar esa korxona chastotali manbalardan ta'minlanadilar. Bunday pechlarning kuvvatlari 4500 kVA dan oshmaydi, kuvvat koeffitsientlari esa kichik (0,05-0,25). Eritish pechlari 2 chi toifali istemolchilar guruxlariga kiradilar.

Dielektr kizdirish kurilmalarida kizdiriladigan buyum kondensatorning elektr maydoni ta'siriga joylashtiriladi va kizish siljish tokning xisobiga buladi. Bunday kurilmalar yogochlarni kuritishda, press-kukunlarni kizdirishda, plastinkalarni payvandlashda, maxsulotlarni sterillashda keng ishlatiladilar. Ta'minlash 20-40 MGs li manbalardan bajariladi. Elektr ta'minotining uzliksizligi buyicha dielektrik kizdirish uskunolari 2 chi toifali istemolchilar guruxiga kiradi.

**Elektr yoy pechlari** bevosita va bilvosita ta'sir kiluvchi pechlarga bulinadilar. Birinchi xolda metallni kizdirish va eritish elektrod va metall oraligida buladigan yoydan kelib

chikadigan issiklik xisobiga buladi. Bevosita ta'sirli pechlarning keng tarkalgani pulat erituvchi va vakuumli pechlardir.

Pulat erituvchi pechlar sanoat chastotali, 6-110 kV li elektr manbasiga ulanadilar. Bir kurilmaning kuvvat 45000 kVA gacha bulib kuvvat koefitsienti 0,85-0,9. Metallni eritish jarayonida ekspluatatsion takroriy kiska tutashuv sodir buladi va tokning mikdori meyoridan 2,5-3,5 marotaba ortadi. Bu esa podstansiya shinalaridan kuchlanishni pasayishiga olib kelib, boshka elektr istemolchilarining ishiga solbiy ta'sir kiladi. SHuning uchun kup xollarda bunday pechlarga ayrim transformator podstansiyalaridan energiya beriladi.

YOyli vakuum pechlarining kuvvati 2000 kVA gacha bulib ta'minlash 30-40 V uzgarmas tok manbasidan bajariladi. Elektr energiyasining manba sifatida 50Gs li tarmokga ulanadigan yarim utkazgichli yoki elektr mashinali uzgartgichlarni ishlatish mumkin. Vakuumli yoy pechlari 1 chi toifali istemolchilardan xisoblanadi.

Bilvosita ta'sir etuvchi pechlarda metallni kizdirish, eritish kumir elektrodlar oraligidagi yoydan xosil bulgan issiklik xisobiga bajariladi. Bunday pechlar mis va uning kotishmalarini eritishda ishlatiladi. Kuvvati 500 kVA dan oshmaydi. Bilvosita pechlar 50 Gs li tarmokga maxsus transformator orkali ulaniladi. Elektr ta'minotini ishonchligi nukta nazaridan 1 toifali istemolchi xisoblanadi.

**Aralashiga kizdirish pechlarni** rudnotermik va elektro-shlakli kayta eritish pechlariga bulish mumkin.

Rudnotermik pechlarida materiallarni erishi shixta orkali elektr tokini utishi va yoy natijasida xosil buladigan issiklik xisobiga amalga oshiriladi. Bu pechlar temir kotishmalari, chuyan, kurgoshin olishda va mis kotishmalarini eritishda ishlatiladi. Elektr ta'minoti 50 Gs li tarmokdan maxsus pasaytiruvchi transformator orkali amalga oshiriladi. Pechning kuvvat 100.000 kVA gacha borishi mumkin. Kuvvat koefitsient 0,85-0,92 ga teng. Elektr ta'minoti uzluksizligi buyicha 2 chi toifali istemolchilar turkumiga kiradi.

Elektroshlakli kayta eritish pechlarida kizdirish shlakdan elektr tokining utishi xisobiga bulib, eritish esa elektr yoyi issikligi natijasida amalga oshiriladi. Elektroshlakli kayta eritish yukori sifatli pulat va ularning kotishmalarini olishda ishlatiladi. Pechlarni ta'minlash 6-10 kV li tarmokdan maxsus pasaytiruvchi transformator orkali (ikkilamchi kuchlanish 45-60 V) bajariladi. Ular bir yoki uch fazali bulishlari mumkin. Kuvvat koefitsienti 0,85-0,95 ga teng. Elektr ta'minoti ishonchliliga buyicha elektr shlakli kayta eritish pechlari 1<sup>chi</sup> toifali istemolchilar guruxiga kiradi.

**Elektr payvandlash kurilmalari** barcha korxonalarda mavjud bulib, uzgaruvchan va uzgarmas tokda ishlovchi kurilmalarga bulinadilar. Texnologik nukta nazardan payvandlash kurilmalarini kontaktli yoki yoyli guruxlarga ajratish mumkin.

Uzgarmas tokda ishlaydigan payvandlash agregatlari uzgaruvchi tok yuritgichli va uzgarmas tok generatorlaridan tuzilgan buladi. Bunday kurilmalar uch fazali uzgaruvchan tokda simmetrik yuklamani tashkil etadi. Kuvvat koefitsient meyoriy yuklamada 0,7-0,8 oraligida buladi, salt ishlaganda 0,4 dan oshmaydi. Uzgarmas tokda ishlaydigan payvandlash agregatlarini yarim utkazgichli tugrilagichlar asosida xam bajarish mumkin.

Uzgaruvchan tokdagi elektr payvandlash kurilmalari 50 Gs li kuchlanishi 380, 220 V bulgan tarmokdan ishlaydilar. Ularda bir fazali payvandlash transformatori kullaniladi va ish rejimi takroriy kiska xisoblanadi. Bitta kurilmaning kuvvati 9-32 kVA oraligida buladi. Kuvvat koefitsienti yoyli payvandlash kurilmalarida 0,3-0,35 ni, kontaktli payvandlashda esa 0,4-0,7 ni tashkil etadi. Elektr ta'minotining ishonchliligi buyicha 2 chi toifali istemolchilar guruxiga kiradi.

### 3-MA`RUZA

## **Mavzu: Extimollik nazariyasi va matematik statistika elementlari va ularni ishonchlilikni xisoblashda kullanilishi.**

### **I. Ma`ruza rejasi:**

- 1.Elektir energiyasining sifat kursatkichlari.
- 2.Chastotaning ogishi va tebranishi.
- 3/Kuchlanishning sifat kursatgichining iste'molchilarning ish rejimlariga ta'siri.

### **II. Tayanch so'zlar va iboralar:**

chastota yuritgichning kutblari, rezonans, effektiv, yuklama, aylantiruvchi moment, rotor, stator, chulgam, ventil, lyuminissent lampalar, rostlash.

### **III. Maqsad:**

Talabalarda fan to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda ma'lum yo'nalishlarni tanlash ko'nikmasini berish.

### **IV. Mavzuni va alohida savollarni o'rganish uchun foydalanilgan va tavsiya etilayotgan adabiyotlar ro'yxati:**

- 1.Elektrotexnicheskiy spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obsh. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
- 2.Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
- 3.Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metody v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
- 4.Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
- 5.Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vemsh shkola, 1984-192s.
- 6.Elektricheskie sistemy. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/Pod red. V.A. Venikova – M.: Vyssh shkola, 1981 y. 288 s.
- 7.Dillon B. Sinix CH. Injenernyye metody obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
- 8.Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
- 9.Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
- 10.Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Vyssh. SHk. 1984-256s.
- 11.Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
- 12.Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vyssh. SHk. 1989-151s.
- 13.[www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
- 14.[www.energsoyuz.spb.ru](http://www.energsoyuz.spb.ru).

### **V. Mustaqil tayyorgarlik/o'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar**

- 1.Umumsanoat kuch kurilmalariga kaysi iste'molchilar kiradi ?
- 2.YOritish uskunalarining kuvvat koeffitsientlarini kiymatlarini toping.
- 3.Korxonada ishlatiladigan uzgartgichlar tugrisida ma'lumot bering
- 4.Elektir yuritgichlarning kanday turlari mavjud?
- 5.Karshilik pechlarining vazifalarini tushuntiring.
- 6.Induksion va yoy pechlari kanday tamoyillar asosida ishlaydi?.

### **VI. Matn**

### Umumiy tushunchalar.

Elektr energiyasi maxsulotning aloxida turlaridan biri xisoblanib uni turli ishlab chikarish jarayonlarida ishlatish mumkinligini aniklash uchun ayrim kursatgichlarini taxlil qilish kerak buladi. Ushbu kursatgichlar orkali elektr energiyasining sifati aniklanadi. Xozirgi vaktida elektr energiyasining sifati kursatgichlariga juda katta ahamiyat berilayapti. CHunki bu kursatgichlar elektr energiyasini sarfiga, elektr ta'minoti tizimining ishonchliligiga va korxonaning texnologik jarayoniga juda katta ta'sir etadi. Elektr energiyasini sifati oshirishda iktisodiy, matematik va texnik masalalarini echishga tugri keladi. Iktisodiy masala deganda, korxona sifatsiz energiya bilan ta'minlanishidan keladigan ziyonni xisoblash tushuniladi. Matematik nuqta nazaridan esa elektr energiyasini sifati aniklovchi usullarni asoslash kerak buladi. Texnikaviy masalalarga elektr energiyasini sifati ta'minlovchi texnik uskunalarni va tadbirlarni ishlab chikish, shuningdek sifati kursatgichlarini nazorat kiluvchi va boshkaruvchi tizimlarni yaratish kiradi.

Elektr energiyasining sifati kursatuvchi kattaliklar kuyidagilardan iborat:

1) bir fazali uzgaruvchan toklarda: chastotaning ogishi (uzgarishi); kuchlanishning ogishi (uzgarishi); chastotaning tebra-nishi; kuchlanishning tebranishi; kuchlanishning nosinusoidallik koeffitsienti:

2) uch fazali toklarda: chastotaning ogishi; kuchlanishning ogishi; chastotaning tebranishi; kuchlanishning tebranishi; kuchlanishning nosinusoidallik koeffitsienti; kuchlanishning nosimmetriya koeffitsienti; kuchlanishning nomuvozonatlilik koeffitsienti:

3) uzgarmas toklarda: kuchlanishning ogishi; kuchlanishning tebranishi; kuchlanishning pulsatsiyalanish koeffitsienti

### CHastotaning ogishi va tebranishi

CHastotaning ogishi deganda chastotaning xakikiy va nominal kiymatlari orasidagi fark tushuniladi.

$$\Delta f = f - f_H \quad 3.1$$

yoki

$$\Delta f = \frac{f - f_H}{f_H} 100\%$$

Energetika tizimining normal ish rejimida chastotaning ogishi (10 minut oraligidagi urtacha mikdori)  $\pm 0,1$  Gs dan oshmasligi kerak. Energetik tizimi  $\pm 0,2$  Gs chastota ogishi bilan vaktincha ishlashi mumkin. Ma'lum vakt oraligida chastotaning eng katta va eng kichik mikdorlari orasidagi farkni chastota tebranish deyiladi.

$$\delta f = f_{\max} - f_{\min} \quad \text{yoki} \quad \delta f = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{f_H} 100\% \quad 3.2$$

CHastotani tebranishi tezligi dakikadi 0,2 Gs dan kam bulmasligi kerak, aks xolda chastotani ogishi sodir buladi.

CHastotaning ogishi va tebranishi istemolchilarning ishiga va ayrim elektr jixozlarning ishonchliligiga salbiy ta'sir kursatadi. Asinxron va sinxron elektr yuritgichlarning yuritgichlarning aylanish chastotasi tarmok elektr energiyasi-ning chastotasiga boglik.

$$\omega = \frac{2\pi f}{p} (1 - S) \quad 3.3.$$

Bu erda  $f$  - taminlovchi tarmok kuchlanishining chastotasi, s-yuritgichning sirpanishi, p-yuritgichning kutublar jufligining soni. Mexanizmlarning istemol kiladigan aktiv kuvvat i chastota bilan quyidagicha boglanadi.

$$P = af^n \quad 3.4.$$

Bu erda  $a$  - uzgarmas koeffitsient

Metallarga ishlov beruvchi stanoklarda daraji kursatigichi  $n=1$ , markazdan kuchirma nasoslar va ventilyatorlarda  $n=2\div 4$ . Elektr karshilik pechlarida, chuglanish lampalarida va yoy pechlarida aktiv kuvvatning mikdori chastotaga boglik emas.

CHastotaning ogishi va tebranishi korxona elektr tarmoklarida elektr energiyasining nobudgarchiligini ortishiga olib keladi. Bundan tashkari korxonalaridagi kondensator kurilmalarning va kudratli filtrlarining ish rejimlariga salbiy ta'sir kursatib rezonans xodisalarini keltirib chikarishi mumkin.

### Kuchlanishning ogishi.

Elektr energiyasining sifati kursatgichlarining eng asosiylaridan bir bu kuchlanishning effektiv mikdorini uzgarishidir. Kuchlanishning ogishi deganda kuchlanishning xakikiy va nominal effektiv kiymatlari orasidagi fark tushuniladi.

$$\Delta U = U - U_n \quad 3.5.$$

yoki

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

Elektr istemolchilarning meyoriy ish sharoitlarida elektro energiyasi kuchlanishining ogishi quyidagi oralikda bulishi kerak:

- 1)  $-2,5\div +5\%$  - ishchi yoritish kurilmalarining ulanish kiskichlarida;
- 2)  $-5\div +10\%$  - elektr yuritgichlari va ularni boshkaruvchi apparat larning ulanish kiskichlarida;
- 3)  $-5\div +5\%$  - boshka elektr istemolchilari uchun;
- 4) -Energetika va elektrlashtirish Vazirligining ruxsati bilan kishlok xujaligidagi elektr tarmoklarida va elektrlashtirilgan transport tarmoklarida kuchlanish ogishining boshkacha kiymatlari xam belgilanishi mumkin.

Avariyalardan keyingi xolatlar uchun ayrim vaktlarda kuchlanishning pasayishini kushimcha 5% ga kamayishiga yul kuyiladi.

Elektr ta'minotidagi kuchlanishning ogishiga asosan istemolchilarning yuklamalar grafiklarini uzgarishi, manbalar-ning ish rejimlarini uzgarishi, bir fazali va zarbli yuklamalarning elektr ta'minoti tizimiga noratsional ulanishi sabab buladi.

Elektr istemolchilarining texnik-iktisodiy kursatgich-lari kuchlanishning ogishiga boglik. Kuyidagi jadvalga kuchlanishning effektiv mikdorini meyoridan  $-10$  dan  $+10\%$  gacha uzgarganda asinxron elektr yuritgichlarning xarakterikalariga ta'siri kursatilgan. Asinxron elektr yuritgichlarida kuchlanishi mikdorining uzgarishi valdagi kuvvatga ta'sir kilmaydi, lekin yuritgichdagi kuvvat nobudgarchiliklari esa tarmoklardagidek uzgaradi. Kuchlanishni ogishi asinxron yuritgichlarining ishlash muddatiga salbiy ta'sir kursatadi. Masalan: kuchlanishning

10% ortishi natijasida yuritgichni meyoriy yuklanishida ishlash muddati ikki marotaba kamayadi.

**Jadval - 3.1.**

**Asinxron yuritgich parametrlariga kuchlanishning meyoridan - 10dan 10% ga  
uzgartirishining ta'siri.**

| YUritgichning tavsiflari                                                                     | Kuchlanishning ogishidan<br>YUritgichning tavsiflarini uzgarishi |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Ishga tushiruvchi va maks-mal aylantiruvchi moment                                           | - 19 %                                                           | 21 %                     |
| Sinxron aylanish chastotasi                                                                  | sonst                                                            | const                    |
| Sirpanish                                                                                    | 23 %                                                             | - 17 %                   |
| Nominal yuklamada aylanish chastotasi                                                        | -1,5 %                                                           | +1 %                     |
| Foydali ish ko'effitsienti, agar yuklanish:<br>100% bulganda<br>75% bulganda<br>50% bulganda | -2 %                                                             | +1%                      |
|                                                                                              | const                                                            | const                    |
|                                                                                              | -1÷2 %                                                           | 1÷2 %                    |
| Kuvvat ko'effitsienti, agar yuklanish:<br>100 % bulganda<br>75% bulganda<br>50% bulganda     | 1 %                                                              | -3 %                     |
|                                                                                              | 2-3 %                                                            | -4 %                     |
|                                                                                              | 4-5 %                                                            | -5÷-6%                   |
| Nominal yuklamada rotor toki                                                                 | 14 %                                                             | 11 %                     |
| Nominal yuklamada stator toki                                                                | 10 %                                                             | 7 %                      |
| Ishga tushuruvchi tok                                                                        | -10÷-12 %                                                        | 10-12 %                  |
| Nominal yuklamada chulgam xaroratining ortishi                                               | 5-6 ° C                                                          | uzgarish yuk<br>darajada |
|                                                                                              |                                                                  |                          |

Asinxron elektr yuritgichlarining aylanish chastotasi berilayotgan kuchlanishning mikdoriga bog'lik. Uzluksiz liniyalar va avtomatlashtirilgan stanoklar bajaradigan texnologik jarayonlarning ish unumdorli kuchlanishning uzgarishiga juda bog'likdir. Masalan shurup ishlab chikariuvchi unlab stanoklarning ish unumdorli kuchlanishning pasayishidan kamayadi, aksincha kuchlanishning ortishi esa chikarilayotgan maxsulotning sifatini pasaytirib yuboradi.

Elektrotermik texnologik jarayonlarning ish rejimiga kuchlanishni ogishi juda katta ta'sir kursatadi. Kuchlanishni pasayishidan texnologik jarayonning davomiyligi uzayadi, ayrim xollarda esa bu jarayon butunlay ishdan chikadi. Induksion va karshilik pechlarida kuchlanishni 8-10 % kamayishi texnologik jarayonni tuxtashiga olib keladi.

Kuchlanishni ogishi elektr payvandlash kurilmalarining ishlariga xam katta ta'sir kursatadi. Kuchlanishni pasayishi payvandlanayotgan choklarning sifatsiz bulishiga olib keladi. Kuchlanish 10% ga kamayganda payvandlash vakti 20% ga oshadi. Kuchlanishni ortishi esa payvandlash agregatining reaktiv kuvvatini oshiradi.

Kuchlanish sifatini uzgarishi yoritish kurilmalarining ishiga jiddiy ta'sir kursatadi. kuchlanishni nominaldan 5% oshishi chullanuvchi lampalarning ishlash muddatini ikki marotaba kamaytiradi. Lyuminitsent lampalari uchun kuchlanishning mikdoriga 10% ga oshishi ishlash muddatini 20-30% ga kamaytiradi. Agar kuchlanish 20% ga kamaysa lyuminitsent va gazrazryadli lampalar umuman yonmaydi. Bulardan tashkari kuchlanishning ogishi yoritish kurilmalarining yoruglik okimlarining uzgarishiga olib keladi va ishchi-xizmatchilarning kurish kobilyatlarini susaytiradi.

Ventilli elektr yuritmalar tizimlar xam kuchlanishni ogishiga juda sezgir buladi. Uzgaruvchan tok kuchlanishini ogishi tugrlangan kuchlanishining mikdoriga ta'sir kiladi, bu esa yuritgichning aylanish chastotasini uzgarishiga olib keladi. SHuning uchun bunday kurilmalarda kushimcha rostlash uskunalari yordamida kuchlanish stabillashtiriladi. SHunday kilib, elektr ta'minoti kuchlanishining sifati korxonaning texnologik jarayoniga, istemolchilarining energetik kursatgichlariga, kurilmalarning ish rejimlariga jiddiy ta'sir kursatadi.

Elektr ta'minoti tizimida sodir buladigan kuchlanishning ogishini kamaytirish maksadida kuchlanishni rostlovchi kurilmalar ishlatiladi va turli tadbirlar amalga oshiriladi.

- 1) Korxonaning bosh pasaytiruvchi podstansiyasida (BPP) urnatilgan transformatorlar kuchlanishini boshkarish imkoniyatiga ega bulishi uchun ularni maxsus texnik jixozlar bilan ta'minlanadi. Bunday transformatorni YUXB (yuklangan xolatda boshkariluvchi) transformator deb nomlaymiz (Transformator s RPN).
- 2) YUXB transformator bulmagan takdirda volt kushuvchi transformatorlarni yoki boshkariluvchi liniyaviy avtotransformatorni ishlatish mumkin.
- 3) Korxonalarda kosinus kondensatorlarini ishlatish xam liniyalardan kuchlanish pasayishini kamaytirishga olib keladi. YUklamalarning uzgarishiga karab kondensator-larini kuvvatini avtomatik ravishda boshkarish talab etiladi.
- 4) Kuzgatish chulgamlarining toki boshkariluvchi sinxron yuritgichlardan foydanilganda xam tarmokdan kabul kilinayotgan reaktiv kuvvatni mikdoriga ta'sir etiladi va kuchlanish yukotuvini kamaytiriladi.
- 5) Korxona elektr ta'minoti sxemasini tugri tanlash va uzatish liniyalarining kundalang kesimlarini kuchlanish-ning yukotilishini xisobga olingan xolda kabul kilish xam istemolchilarga berilayotgan kuchlanishning ogishini pasaytiradi.

### **Kuchlanishning tebranishi.**

Kuchlanishni tebranishi kuchlanishning uzgarish kulochi (kuchlanishning effektiv kiymatining vakt buyiga uzgaruvchi xarakteristikasida ketma-ket kelayotgan ekstremumlar orasidagi fark), kuchlanishning uzgarish chastotasi va kuchlanishning ketma-ket kelayotgan ekstremumlari orasida vakt intervali bilan xarakterlanadi.

Kuyidagi rasmda kuchlanishni vakt buyicha uzgarish grafigi kursatilgan bulib, unda 12 sekund davomida kuchlanish 5 marotaba kuloch yoyadi.

Rasmda  $\delta U_1, \delta U_2, \dots, \delta U_5$  -kuchlanish uzgarishining kulochlari;

$\Delta t_{12}, \Delta t_{23}, \dots, \Delta t_{w5}$  -ketma-ket kelayotgan ekstremumlar orasidagi vakt intervali; T-ulchov olib borilgan oralik vakt.

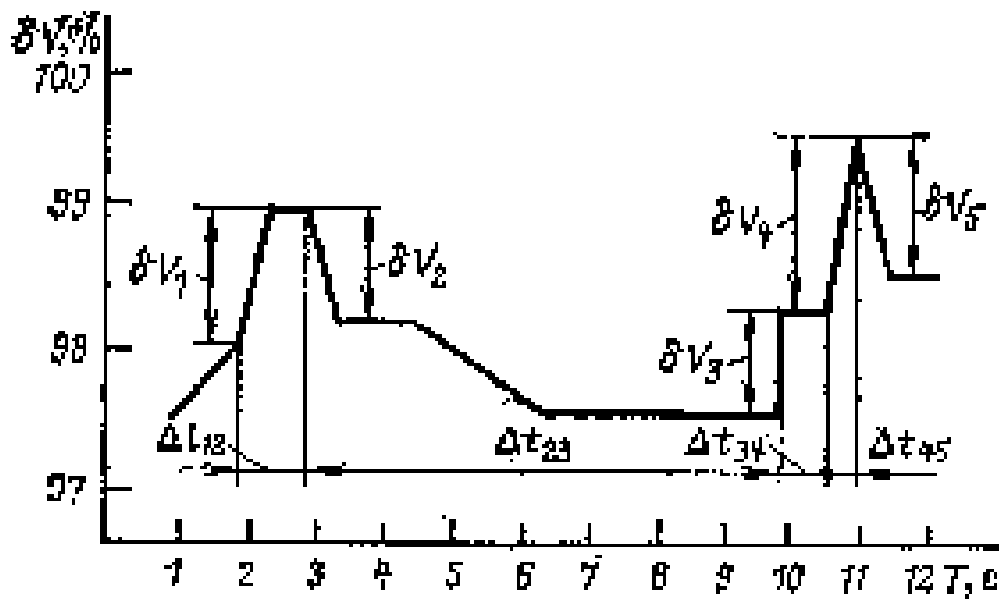


Рис. 3.1

Kuchlanishning uzgarish kulochi quyidagicha aniqlanadi.

$$\delta V = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\text{ном}}} 100\%$$

Kuchlanishning uzgarish chastotasi

$$F = \frac{m}{T}$$

Bu erda  $m$  - kuchlanishning 1% dan yuqori tezlik bilan uzgargan xolatlarining soni.

Rasmda kursatilgan xolat uchun kuchlanishning tebranishi deganda 12 s. davomida kuchlanishning 5 marotaba kuloch yoyishi tushuniladi.

Kuchlanish uzgarish kulochining uzunligi va soniga kuyiladigan cheklanishlar davlat standarti tomonidan faqat yoritish lampalari va radio asboblari uchun belgilangan. Ushbu rasmda chuglanuvchi lampalarda kuchlanish uzgarishi kulochi va uning chastotasi orasidagi talab etiladigan boglanish kursatilgan. YOruglik manbalarining kuchlanishiga kuyiladigan cheklanishlar mexnat sharoitini muxofaza qilish zaruriyatidan kelib chikadi. Chunki kuchlanishning tez uzgarishi natijasida yoruglik okimi keskin uzgarib turadi, bu esa kishilarning kurish kabiliyatini susaytirib mexnat unumdorligini pasaytiradi.

Sanoat korxonalarining elektr ta'minotidagi kuchlanishning tebranishi barcha istemolchilar, xususan payvandlash kurilmalari, karshilik pechlari va boshkarish apparatlarining meyoriy ish rejimlariga salbiy ta'sir kursatadi.

Kuchlanish tebranishini vujudga kelishiga katta kuvvatli keskin uzgaruvchan yuklamali kuyidagi elektr kurilmalarning ish rejimlari sabab buladi: pulat erituvchi elektr yoy pechlari, payvandlash agregatlari, yarim utkazgichli uzgartgichlar, asinxron elektr yuritgichlar.

Elektr ta'minoti tizimlarining loyixalashda kuchlanishning tebranishini cheklash uchun:

- 1) keskin uzgaruvchan yuklamali istemochilarni sex podstansiyalarini chetlab utib, tugridan-tugri BPP ga ulash;
- 2) katta kuvvatli elektr yuritgichlarning ishga tushurish tokini cheklash usullarini ishlatish;

- 3) korxonaning tashki va ichki elektr ta'minotidagi liniyalarning induktiv karshiligini kamaytirish;
- 4) katta kuvvatli sinxron yuritgichlarda kuzgatish chulgamlari tokini avtomatik boshkaruvchi kurilmalarni ishlatish;
- 5) kiskin uzgaruvchan yuklamali, katta kuvvatli istemol-chilarni elektr ta'minoti uchun maxsus liniyalarni kabul kilish maksadga muvofikdir.

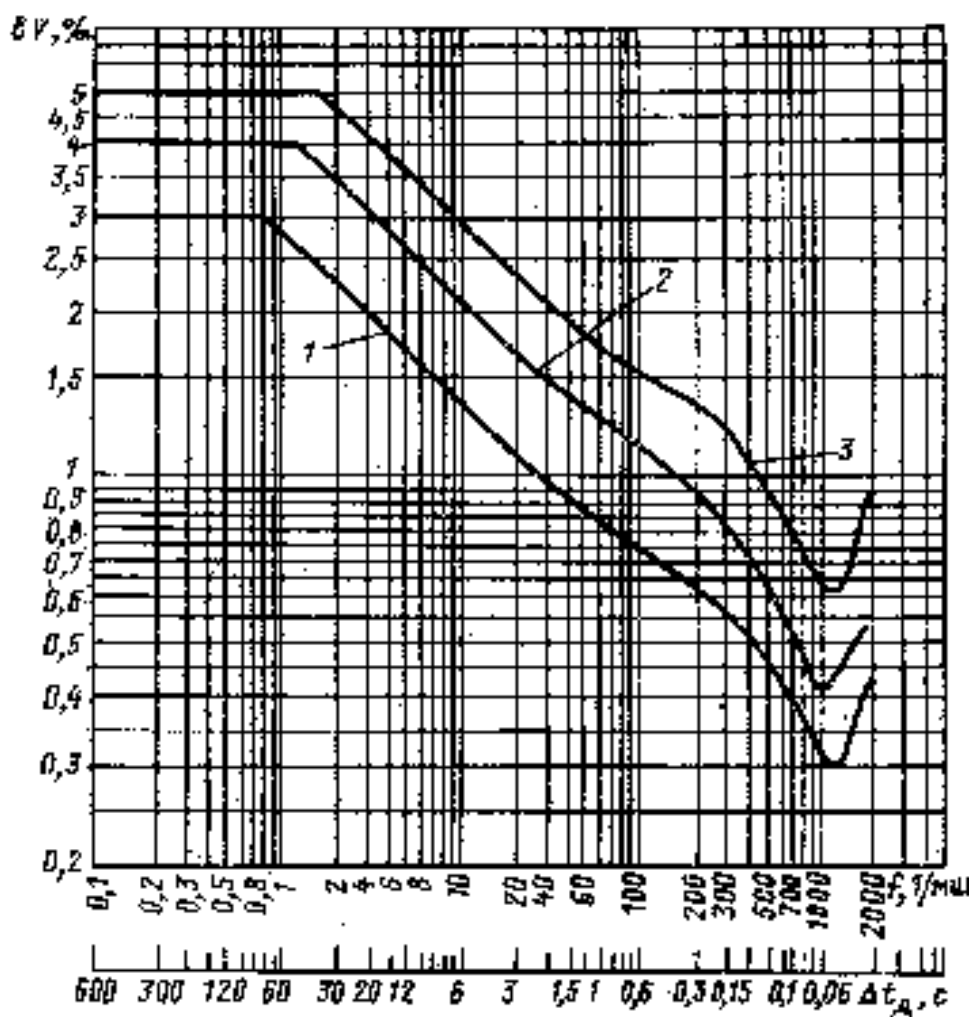


Рис. 3.2

#### 4-MA`RUZA

### **Mavzu: Elektr ta'minoti tizimlari va elektrotexnik kurilmalari elementlarining ishonchliligini asosiy kursatgichlari.**

#### **I. Ma`ruza rejasi:**

1. Nochizikli elektr iste'molchilari.
2. Davriy nosinusoidal funksiyani Fure katoriga yoyish. Nosinusoidallik koeffitsienti.
3. Nosinusoidallikni elektr uskunalarining ishiga ta'siri. Nosinusoidallikni kamaytirish usullari.

#### **II. Tayanch so'zlar va iboralar:**

oniy kiymat, nosinusoidallik, nochizikli xarakteristika, garmonika, anormal garmonika, kommutatsiya, kontaktor, elektr filtrlar, ossillograf.

#### **III. Maqsad:**

Talabalarda fan to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda ma'lum yo'nalishlarni tanlash ko'nikmasini berish.

#### **IV. Mavzuni va alohida savollarni o'rganish uchun foydalanilgan va tavsiya etilayotgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. Elektrotexnicheskii spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obsh. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
2. Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
3. Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metody v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
4. Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
5. Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vеща shkola, 1984-192s.
6. Elektricheskie sistemy. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/ Pod red. V.A. Venikova – M.: Vьs shkola, 1981 y. 288 s.
7. Dillon B. Sinix CH. Injenernye metody obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
8. Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
9. Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
10. Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Vьsi. SHk. 1984-256s.
11. Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
12. Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vьssh. SHk. 1989-151s.
13. [www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
14. [www.energsoyuz.spb.ru](http://www.energsoyuz.spb.ru).

#### **V. Mustaqil tayyorgarlik/o'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar**

1. Elektr ta'minotida yukori garmonikalarni xosil kiluvchi kurilmalarni sanab bering.
2. Davriy funksiyani davriy katorga yoyish formulasini tushuntiring.
3. Nosinusoidallik koeffitsienti nima?
4. Nosinusoidallik elektr uskunalarining ishlariga kanday ta'sir kiladi?
5. Nosinusoidallikni kamaytirish usullari nimalardan iborat?

#### **VI. Matn**

Elektr energetikasi tizimidagi kuchlanish oniy qiymatining vakt buyicha uzgarishi sinusoidal kurinishda buladi. Ishlab chikarish jarayonlarini jadallashitirilishi va korxonalarda yangi texnologiyalarni joriy etilishi natijasida elektr ta'minoti tizimda kuplab yarim utkazgichli uzgartgichlar, bir va uch fazali elektr payvandlash kurilmalari, katta kuvvatli elektr yoy pechlari gazorazyadli lampalar, magnit kuchaytirgichlar ishlatilishiga olib keldi. Bu kurilmalarning xarakteristikalarini noxizig'li xisoblanib sinusoidal formali kuchlanishga ega bulgan manbaga ulanganlarida istemol kilinayotgan toklarning formalarini nosinusoidal buladi. Bu toklarni tarmok elementlaridan utganda ulardagi kuchlanishlar pasaytirishni nosinusoidal bulishiga olib keladi. Natijada istemolchilarning kirish kismlaridagi kuchlanish formasining buzilishi sodir buladi.

Kuyidagi rasmda olti fazali muvozonatlovchi reaktivli tugrlagichning sxemasi va birlamchi tokning formasi kursatilgan bulib, unda  $\alpha$  - tiristorni boshkarish burchagi;  $\gamma$  - tiristorni kommutatsiya burchagi.

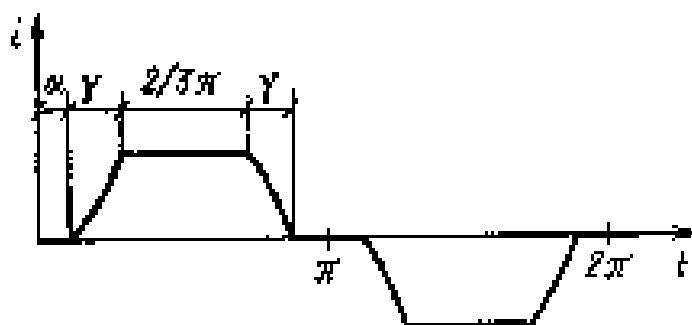


Рис. 4.1

Ushbu rasmda kursatilgan tok formasini xar xil chastotali yukori garmonikali sinusoidal toklar yigindisi deb karash mumkin. Matematikadan ma'lumki, xar kanday davriy funksiyani, agar u Dirixli shartini kanoatlantirsa, (elektrotexnika uchraydigan barcha davriy funksiyalar bu shartni kanoatlantiradi) Fure katoriga yoyish mumkin.

$$f(\omega t) = A_0 + \sum_{v=1}^n (a_v \cos v\omega t + b_v \sin v\omega t) \quad 4.1$$

Bu erda  $A_0$  - uzgarmas tashkil etuvchi;  $v$  - garmonika tartibi ( $v=1,2,3,\dots$ )- Fure katorining koeffitsientlari

$$a_v = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\omega t) \cos v\omega t d\omega t \quad 4.2$$

$$b_v = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\omega t) \sin v\omega t d\omega t \quad 4.3$$

$v$  - garmonikasining amplitudasi kuyidagi formuladan aniklanadi

$$A_v = \sqrt{a_v^2 + b_v^2} \quad 4.4$$

$v$  - garmonikasi boshlangich fazali

$$\varphi_v = \arctg \frac{b_v}{a_v} \quad 4.5$$

Tarmok kuchlanishining nosinusoidallik darajasini nosinusoidallik koeffitsienti bilan baxolaniladi. Bu koeffitsient yukori garmonikalarning effektiv kiymatini asosiy garmonikaning effektiv kiymatiga nisbati orkali aniklanadi.

$$K_{HC} = \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^n U_v^2}}{U_1} 100 = \frac{\sqrt{\sum_{v=1}^n U_v^2}}{U_{H1}} 100 \quad 4.6$$

Bu erda  $U_v$  - v garmonikaning effektiv kiymati;  
 $U_1$  - asosiy garmonikaning effektiv kiymati;  
 $U_n$  - nominal kuchlanish.

Kuchlanishning nosinusoidallik koeffitsientining mikdori istemolchilarning kirish kismlarida 5% oshmasligi kerak.

Sanoat korxonalarida yukori garmonikalarning asosiy manbasi bulib yarim utkazgichli uzgartgichlar xisoblanadi. Korxonalarida vektil uzgartgichlar asosan texnologik kurilmalarni uzgarmas tok bilan ta'minlashda ishlatiladi. Bular elektroliz kurilmalari, galvanik vannalar, elektr-lashtirilgan temir yul transporti, magnit separatorlari, boshkariluvchi elektr yuritmalar va boshkalar.

Elektr ta'minoti tizimida vetilli uzgartgichlar kup bulgan sanoat korxonasida kuchlanishning nosinusoidallik koeffitsientini mikdori 25-40% gacha borishi mumkin. Mavjud alyuminiy zavodlar tarmoklarining kuchlanishlar formalarini eksperimental tekshirilganda  $K_{ns}$  ning kiymati meyoriy kursatgichdan 1,5-2 marotabadan ortik bulgan xolatlar xam kuzatilgan.

Nosinusoidallik koeffitsientini mikdoriga ta'sir etuvchi omillardan biri korxonalarida katta kuvvatli elektr yoy pechlarining ishlatilishidir. Pulat erituvchi elektr yoy pechlari metallurgiya va mashinasozlik zavodlarida keng tarkalgan. Pech transformatorlarining kuvvati 0,4 dan 150 mVA gacha etadi. Elektr yoyining volt-amper xarakteristikali nochizikli bulganligi uchun yukori garmonikali toklar vujudga keladi. Pechlar toklarining formalari yoyni yonish rejimiga kup jixatdan boglik. Metallni eriy boshlash jarayonida tokning mikdori salt ishlash xolati bilan texnologik kiska tutashuv rejimidagi toklar oraligida buladi. Bu davrda tokning formasi sinusoidadan ancha fark kiladi. Suyuk metall vujudga kelganda tokning formasi sinusoidaga yakinlashadi. Kuyidagi jadvalda DSP-10 pechida metallni eritish jarayonining xar xil davrlari uchun kuchlanishning nosinusoidallik koeffitsientining mikdorlari keltirilgan.

**Jadval 4.1.**

| Pechning ish rejimi              | YUkori kuchlanish kismi (6 kV) |                            | Kichik kuchlanish kismi       |                            |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                                  | $K_{ns}\%$ maksim-mal kiymati  | $K_{ns}\%$ urtacha kiymati | $K_{ns}\%$ maksim-mal kiymati | $K_{ns}\%$ urtacha kiymati |
| Metallni eriy boshlanishi        | 8,14                           | 6,62                       | 51                            | 17,91                      |
| Eriş davrining urtasi            | 8,43                           | 7,11                       | 55,9                          | 30,72                      |
| Rafinadsiyalash (tozalash) davri | 7,75                           | 1,51                       | 25,55                         | 13,39                      |

Elektro stansiya pechlarining toklari tarkibida 5, 7, 11, 13 garmonikalar bilan birga 2, 3, 4 va 6 chi anormal garmonikalar xam mavjud buladi. Anormal garmonikalarning kiymatlari 5 chi va 7 chi garmonikalarning kiymatlariga yaqin buladi.

Xozirgi zamon sanoat korxonalarida elektr yoy payvandlash kurilmalari keng ishlatilmokda va ularda manba vazifasini boshkarilmaydigan ventillar asosida yigilgan uch fazali tugirlagich sxemali kurilmalar bajarmokdalar. Tugirlagich 380/220 V kuchlanishli manbaga ulanib, kuvvati (9-31) kVAni tashkil etadi. Bunday kurilmalarning toklarida 5 va 7 garmonikalarning ta'siri katta buladi.

Mashinasozlik korxonalarida kontaktli elektr payvandlash uskunolari juda kup ishlatilmokda. Ularda kommutatsiya jarayonini bajarishda ignitron yoki tiristrli kontaktorlar ishlatiladi. Payvandlash tokini boshkarish uchun tiristor va ignitronlarning ulanish fazalarini rostlovchi maxsus tizimlardan foydalaniladi. Bu esa payvandlash mashinalarining toklari formalarini buzilishiga olib keladigan va ularning tarkibida 1chi, 3chi va 5chi garmonikalar mavjud buladi, bu esa tarmok kuchlanishining nosinusoidallik koeffitsientini oshishiga olib keladi.

### **Kuchlanish formasining nosinusoidaligini elektr uskunalarining ish rejimiga ta'siri va elektr tarmoklarida kuchlanishning nosinusoidaligini kamaytirish usullari.**

Kuchlanish formasining buzilishi elektr ta'minoti elementlarining ish rejimlariga salbiy ta'sir kursatadi. YUkuri garmonikali toklarni elektr ta'minoti elementlaridan utishi kushimcha aktiv kuvvat nobudgarchiligini olib keladi va uni mikdori quyidagi formula orkali aniklanadi:

$$\Delta P_{\text{nc}} = 3 \sum_{v=3}^n I_v^2 \cdot R_v \quad 4.7$$

Bu erda  $I_v$ - v chi garmonika tokining effektiv kiymati;  $R_v$ - elementning v chi garmonikaga aktiv qarshiligi.

Transformatorlar, yuritkichlar va generatorlarda eng kup kushimcha aktiv kuvvat nobudgarchiligi bulib, ularda chulgamlarning aktiv qarshiligini ortishi taxminan  $\sqrt{v}$  ga proporsional buladi. YUkuri garmonikalar izolyasiyalarni tez eskirishiga olib keladi. YUkuri garmonikali tok va kuchlanishlar elektr ulchov asboblarining xatoliklarini oshirib yuboradi. Ayniksa aktiv va reaktiv energiyalarni ulchovchi induksion xisoblagichlarning xatoliklri oshib ketadi.

YUkuri garmonikalar telemexanik kurilmalar, aloka vositalari va rele ximoyasining ishlariga salbiy ta'sir kursatadilar. Ular korxona tarmok tizimida xar-xil zararli rezonans xodisalarini keltirib chikarishi mumkin. YUkuri garmonikalar ayniksa kondensator batareyalarining ish rejimiga katta ta'sir kursatadi, ularni kup xollarda ishdan chikishiga olib keladi.

SHunday kilib, korxonaning elektr ta'minotida yukuri garmonikalarni bulishi xalk xujaligi uchun ma'lum mikdorda zarar keltiradi. SHuning uchun elektr tarmoklarida kuchlanishlarning sinusoidaligini saklash asosiy vazifalardan biridir. Buning uchun xar xil usullar ishlatiladi.

1) Kup fazali tugirlagichlarni ishlatish birlamchi tokning formasini sinusoidaga yaqinlashtiradi. Masalan tugirlagichning olti fazali sxemasida birlamchi tok ta'sirida 5, 7, 11, 13, 17. . . garmonikalar bulsa, 12 fazali kurilmada esa 11, 13, 23, 25 . . . garmonikalar mavjud buladi. Bu bilan birlamchi tok tarkibida  $V=6(2K-1)\pm 1$  garmonikalarni bulmasligiga olib kelinadi. Natijada tarmok kuchlanishining nosinusoidaligi 1,4 marotaba kamayadi.

2) YUkuri garmonikalarga sozlangan elektr filtrlarni ishlatish orkali tarmok kuchlanishining nosinusoidal-ligini kamaytirish mumkin. 4.2 rasmda 5, 7, 11 va 13 garmonikalar elektr filtrlarini ulash sxemasi kursatilgan. Filtrlar ketma-ket ulangan induktivlik va sigim elementlaridan tuzilib, ma'lum chastotaga sozlangan buladilar. Ular egri chizik xarakteristikali kurilmalar xosil

kilayotgan garmonikalarini tula iste'mol kiladilar. Bunday filtrlarni yukori garmonikalar xosil kiluvchi iste'molchilarga yakin ulanadi.

Sanoat korxonalarida filtrlardan foydalanilganda ikkita masala yoziladi, ya'ni yukori garmonikalar ta'siri kamaytiriladi va asosiy garmonika uchun ular reaktiv kuvvat manbasi vazifasini xam utaydilar.

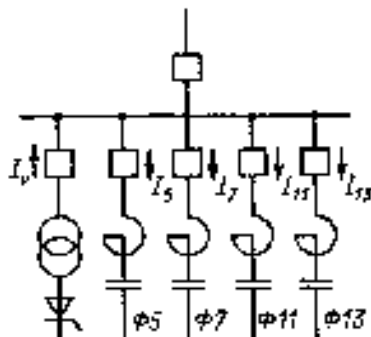


Рис. 4.2

Elektr filtrlarni ishlatilganda ularni tugri sozlash katta ahamiyatga ega, aks xolda yukori garmonikalar ta'siri kamayishi urniga ortishi mumkin.

3) Tarmok kuchlanishining nosinusoidalligini kamaytirish uchun korxonadagi egri chizikli xarakteristikaga ega bulgan kurilmalarni podstantsiyaning aloxida seksiyasiga maxsus liniyalar orkali ulash maksadga muvofikdir.

4) Sanoat korxonalaridagi tarmoklar kuchlanishlaridagi yukori garmonikalar tarkibini sistematik ravishda taxlil kilish kerak. Buning uchun ossilograflardan yoki maxsus asboblardan foydalaniladi. Ossilograflarning spektral tarkibini aniklashda EXM ishlatiladi. Xozirgi kunda nosinusoidallikni taxlil kilishda analizator AN-1 dan foydalanib kuchlanishning nosinusoidallik koeffitsienti aniklanadi va 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13 garmonikalarning amplitudasi topiladi. Korxonaning bosh pondstansiyasi shinalaridagi nosinusoidallikni tekshiruv yiliga ikki marotaba olib boriladi. Bunday tekshiruvlar yukori kuvvatli egri chizikli xarak-teristikaga ega bulgan iste'molchilar tarmokga ulanganida xam bajariladi.

## 5-MA`RUZA

### **Mavzu: Elektr ta'minoti tizimlari va asosiy uskunalarining ishonchlilik kursatgichlarini sonli baxolashlar.**

#### **I. Ma`ruza rejasi:**

- 1.Urtacha kuvvatni aniklash ifodasi.
- 2.Eksploatatsiya sharoitida urtacha kuvvatni aniklash.
- 3.Elektr yuklamalarining xisobiy kuvvati. 30 minutli maksimal yuklama.
- 4.Elektr ta'minoti sxemasidagi xarakterli joylar uchun xisobiy kuvvatni aniklash.

#### **II. Tayanch so'zlar va iboralar:**

Urtacha kuvvatni, kuvvat koeffitsienti, xisobiy yuklama, smena, vakt doimiyliigi, utkazgich, kabel, izolyasiya, tugun, kundalang kesim, ximoya apparatlari.

#### **III. Maqsad:**

Talabalarda fan to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda ma'lum yo'nalishlarni tanlash ko'nikmasini berish.

#### **IV. Mavzuni va alohida savollarni o'rganish uchun foydalanilgan va tavsiya etilayotgan adabiyotlar ro'yxati:**

- 1.Elektrotexnicheskii spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obm. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
- 2.Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
- 3.Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metody v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
- 4.Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
- 5.Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vеща shkola, 1984-192s.
- 6.Elektricheskie sistemy. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/Pod red. V.A. Venikova – M.: Vьs shkola, 1981 y. 288 s.
- 7.Dillon B. Sinix CH. Injenernye metody obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
- 8.Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
- 9.Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
- 10.Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Vьsi. SHk. 1984-256s.
- 11.Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
- 12.Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vьssh. SHk. 1989-151s.
- 13.[www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
- 14.[www.energosoyuz.spb.ru](http://www.energosoyuz.spb.ru).

#### **V. Mustaqil tayyorgarlik/o'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar**

- 1.Urtacha kuvvatni aniklash formulalarini keltiring.
- 2.Eksploatatsiya sharoitida urtacha kuvvat kanday aniklanadi?
- 3.Xisobiy kuvvatga ta'rif bering.
- 4.30 minutli maksimal yuklama nima?
- 5.Elektr ta'minoti sxemasida kanday xarakterli joylar mavjud?

#### **VI. Matn**

Korxonalarning xisobiy yuklamalarini aniqlashda va elektr ta'minoti tizimidagi energiya sarfini, nobudgarchiligini hisoblashda urtacha yuklamasi xisobiy yuklamaning eng kichik qiymati tugrisida ma'lumot beradi. Umumiy xolda ma'lum oralikdagi urtacha kuchvat quyidagicha ifodalanadi:

$$p_{yp} = \frac{1}{t} \int_0^t p dt \quad q_{yp} = \frac{1}{t} \int_0^t q dt$$

Eksploatatsiya sharoitida guruh istemolchilarining urtacha kuchvatlari aktiv va reaktiv energiya hisoblagichlarining kursatgichlari asosida ushbu munosabatlar orkali topiladi:

$$P_{yp} = \frac{\partial a}{\partial t_u} ; \quad Q_{yp} = \frac{\partial p}{\partial t_u} ; \quad S_{yp} = \sqrt{P_{yp}^2 + Q_{yp}^2}$$

Bu erda  $E_A$ ,  $E_r$  - aktiv va reaktiv elektr energiyalarining kurilayotgan  $t_s$  vakt oraligidagi sarfi.

Korxonaning elektr ta'minotini loyixalash boskichida guruh istemolchilarining eng katta yuklamali smenasidagi urtacha kuchvatni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$P_{ur} = K_{ia} \cdot R_n$$

Bu erda  $R_n$  - istemolchilarning nominal kuchvatlarini yigindisi bulib, takroriy-kiska muddatli rejimda ishlovchi istemolchilarni UD=100% rejimga keltirish kerak;  $K_{ia}$  - guruh istemolchilariga tegishli bulgan ishlatilishi koeffitsienti.

Eng yuklangan smenaga reaktiv kuchvatning urtacha qiymatini guruh istemolchilari uchun shunday topiladi:

$$Q_{ur} = K_{ir} Q_n \quad \text{yoki} \quad Q_{ur} = R_{ur} \operatorname{tg} \varphi$$

Bu erda  $\operatorname{tg} \varphi$  ni qiymatini topishda ma'lumotnomalarda xar xil guruh istemolchilarga uchun berilgan kuchvat koeffitsientidan foydalaniladi. Sex yoki korxonaning yillik urtacha kuchvati ushbu munosabatdan aniqlanadi:

$$P_{yp} = \frac{\partial a_{\Sigma}}{\partial T_{\Sigma}} ; \quad Q_{yp} = \frac{\partial p_{\Sigma}}{\partial T_{\Sigma}}$$

Ifodadagi  $E_{ay}$  - yillik istemol kiltngan aktiv energiya mikdori (kVt soat)

$E_r$  - yillik istemol kilingan reaktiv energiya mikdori (kVAr soat)

$T_y$  - korxonaning yillik ish vakti (soat)

Faza buyicha oldinda boruvchi toklar xosil kiluvchi istemolchilarning (sinxron mashinalar, statik kondensatorlar) reaktiv kuchvatlari manfiy ifoda bilan kabul kilinadi.

### Xisobiy yuklamalarni aniqlash

Zamonaviy sanoat korxonasining elektr ta'minoti tizimini loyixalashda echilishi kerak bulgan murakkab texnik-iktisodiy masalalarning asosini kutilayotgan elektr yuklama-larni tugri aniqlash tashkil etadi. Elektr yuklamalarni hisoblash xar kaday elektr ta'minlash tizimini loyixalashda birinchi boskich hisoblanadi. Elektr yuklamalarning kursatgichlari elektr tizimiga

sarf buladigan kapital mablaglarni, rangli matellar sarfini, elektr energiyasining nabudgorchiligini va ekspluatatsiya xarajatlarini belgilaydi. Agar xisobiy kuvvatni oshirib aniklansa kapital mablaglarni ortishiga, tankis bulgan elektr kurilmalar va utkazgichlarni tula imkoniyat darajasida ishlamasligiga va elektr energiyasining nabudgarchiligini oshishiga sabab buladi. YUklamani kamaytirib aniklash esa, elektr kurilmalarini tez ishdan chikishiga, ayrim agregatlarning ish unumdorligini kamayishiga elektr ta'minoti tizimida nobudgorchiliklarni oshishiga elektr energiyasi sifat kursatgichlarini yomonlashishiga va elektr ta'minoti tizimining ishonchligini kamayishiga olib keladi. SHuning uchun kutilayotgan yuklamalarni tugri aniklash elektr ta'minoti tizimini optimal loyixalashtirishning asosiy omilidir.

Xisobiy aktiv kuvvat sifatida shunday davomli uzgarmas yuklama kabul kilinadiki, uning ta'siridan utkazgich xaroratining oshishi yoki izolyasiyaning issiklikdan eskirish darajasi, kutilayotgan uzgaruvchan yuklamadagiga ekvivalent buladi.

Smena davomida ma'lum vakt oraligi (10 min. yoki 30 min. yoki 60 min. yoki.....) uchun olingan barcha urtacha kuvvatlarning eng kattasi maksimal kuvvat sifatida kabul kilinadi. Elektr ta'minoti tizimining elementlarini ularning kizishi nuktai nazaridan kabul kilinsa, xisobiy kuvvat sifatida 30 minutli maksimal yuklama olinadi. Bu vakt oraligi kundalang kesim yuzasi kichik va urta bulgan utkazgichlarining kizish vakt doimiyeligiga yakin xisoblanadi. Agar sex tarmoklari utkazgichlarining kizish vakt doimiyligi 0,5 soatdan katta bulsa, maksimum koefitsientining mikdori kuyidagi munosabat orkali kayta xisoblanadi:

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

Bu erda  $K_m$ -maksimum koefitsientining vakt doimiyligi 0,5 soat bulgandagi kiymati;

$K_{mt}$  - maksimum koefitsientining vakt doimiyligi  $t$  bulgandagi kiymati.

Kundalang kesim yuzasi xar xil bulgan utkazgichlar uchun kizish vakt doimiyligi  $T$  ning mikdorlar (min.) kuyidagi jadvalda keltirilgan.

Jadval 7.1

| Utkazgich                                        | Kundalang kesim yuzasi, mm <sup>2</sup> |    |    |    |     |     |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|----|----|----|-----|-----|
|                                                  | 35                                      | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 |
| Ochik xolatdagi rezina izolyasiyali utkazgichlar | 9 min                                   | 12 | 15 | 18 | 21  | 21  |
| Usha utkazgichlar trubada                        | 19                                      | 23 | 27 | 32 | 36  | 40  |
| Kogoz izolyasiyali kabellar                      | 15                                      | 20 | 25 | 30 | 35  | 40  |

Joiz kizish buyicha 30 minutli maksimal yuklama xisobiy yuklama sifatida kabul kilingan. Umumiy xolda maksimal urtacha kvadrat, urtacha va xisobiy yuklamalar urtasida kuyidagi munosabat saklanadi:

$$R_m \geq R_x \geq R_{uk} \geq R_u$$

Uzgarmas yoki deyarli uzgarmas yuklamada ishlaydigan istemolchilar uchun (ventilyatorlar, nasoslar, kompressorlar-ning elektr yuritgichlari)

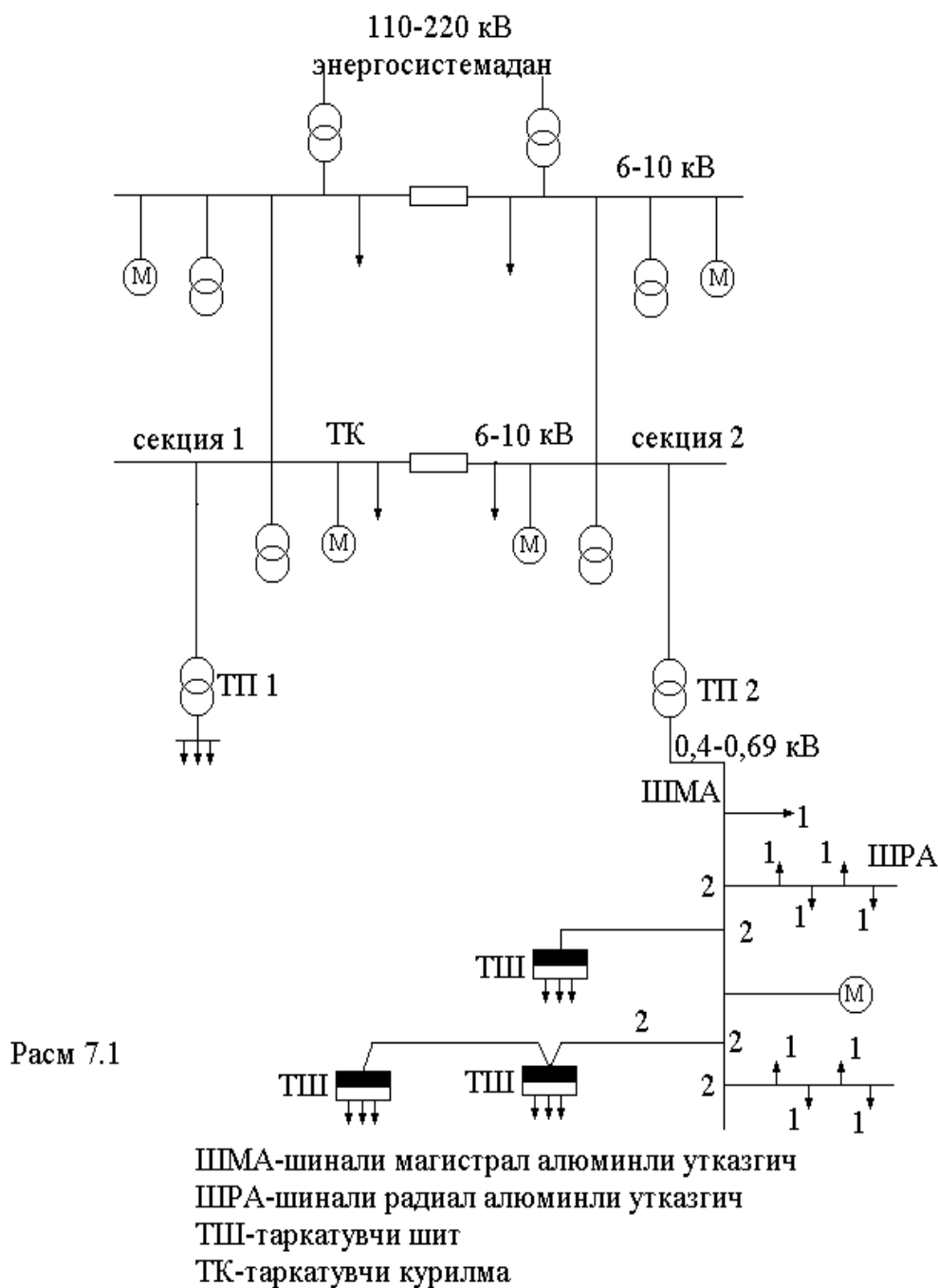
$$R_x = R_m = R_{uk} = R_u$$

Xisobiy yuklamalarni aniklashda kuyidagi vaziyatlarga e'tibor berish kerak:

1. Sex va korxonalarining yuklamalar grafiklari vakt utishi bilan texnologik jarayonni takomillashishi natijasida tekislanib boradi.

2. Ishlab chikarishni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalash elektr energiyasining sarfi oshishiga, ya'ni elektr yuklamalarning ortishiga olib keladi.
3. Sanoat korxonalari elektr ta'minoti tizimlarini loyixalashda ishlab chikarishning kelajakdagi rivojlanishini, ya'ni korxona elektr yuklamasini yaqin 10 yillarda ortishini xisobga olish kerak.

Sanoat korxonasi elektr ta'minoti tizimining xar xil pogonalarida bir necha xarakterli joylar (tugunlar) bulib, ulardagi xisobiy kuvvatdarni aniklashning uz xususiyatlari mavjud. Rasm 7.1 da korxona elektr ta'minoti umumiy sxemasining bulagi keltirilgan. Unda rakamlar bilan kursatilgan xarakterli joylar uchun xisobiy kuvvatlarni aniklashning xususiyatlari bilan tanishib utamiz.



1.  $S_{x1}$  - Bitta istemolchi tomonidan xosil buladigan yuklama. Uning mikdori istemolchining nominal kuvvatiga teng (takrorlanuvchi kiska muddatda ishlovchi istemolchining pasportidan kuvvat  $UD=100\%$  ga keltiriladi). Bu yuklama asosida ta'minlovchi liniyaning kundalang kesimi aniklanadi va kammutatsiya, ximoya apparatlari tanlanadi.

2.  $S_{x2}$  - Gurux istemolchilari xosil kiladigan yuklama. Uning xisobiy kuvvatini aniklashda yoritish kurilmalarining yuklamalarini va kompensatorlarning reaktiv kuvvatlarini nazarda tutish kerak. Bu

yuklama asosida istemolchilar guruxini energiya bilan ta'minlovchi liniyalarning kundalang kesimlari aniklanadi va kommutatsiya, ximoya apparatlari tanlanadi.

3.  $S_{x3}$  - Sex transformator podstansiyasining (TP) kichik kuchlanishi (KK) tomonidagi shinalar yuklamasi. Uning kiymatini eng kup yuklamali smenada istemol kilinadigan urtacha kuvvatga teng deb olinadi. Ushbu yuklama asosida sex podstansiyasining transformatorlari kuvvatlari va soni, TP shinalarining kundalang kesimlari, KK tomonidagi kommutatsiya va ximoya apparatorlari kabul kilinadi.
4.  $S_{x4}$  - Sex TP ning yukori kuchlanishi (YUK) tomonidagi xisobiy yuklama. Uni xisoblashda TP ning KK tomonidagi xisobiy kuvvatga transformatorlardagi kuvvat nobudgarchilik-larini kushish kerak. Bu yuklama asosida sex TP ga keluvchi YUK liniyalarning kundalang kesimlari va shu liniyalarga urnatiladigan kommutatsiya va ximoya apparatlari kabul kilinadi.
5.  $S_{x5}$  - Bosh tarkatuvchi kurilma(BTK) shinalaridagi xisobiy yuklama. Uning kiymatini aniklash sexlarning xisobiy kuvvatlari, KK li istemolchilarning xisobiy kuvvalari, zavod territoriyasining yoritish yuklamalari va kompensatsiyalovchi kurilmalarining reaktiv kuvvatlari asosida olib boriladi. Bu yuklama bazasida BTP dagi yigma shinalar va BTK ni ta'minlovchi liniyalarning kundalang kesimlari aniklanadi va kommutatsiya, ximoya apparatlari kabul kilinadi.
6.  $S_{x6}$  - Bosh pasaytiruvchi podstansiyaning (BPP) shinalaridagi xisobiy yuklama. Uning kiymatini aniklashda BPP dan ketuvchi liniyalardagi xisobiy yuklamalar asos kilib olinadi. Bu yuklama bazasida BPP ning transformatorlari kuvvatlari va soni, kommutatsiya va ximoya apparatorlari kabul kilinadi.
7.  $S_{x7}$  - BPP ning YUK tomonidagi xisobiy yuklama. Uning kiymatini xisoblashda BPP ning KK tomonidagi xisobiy kuvvat va transformatorlardagi nobudgarchiliklar asos buladi. Bu yuklama bazasida BPP ga keluvchi YUK liniyalarning kundalang kesimlarini aniklanadi va kommutatsiya, ximoya apparatlari kabul kilinadi.

## 6-MA`RUZA

### Mavzu: Murakkab sxemalarning ishonchliligini xisoblash uslublari.

#### I. Ma`ruza rejasi:

- 1.Xisobiy yuklamalarni aniklash usullarining ikki guruxi.
- 2.Xisobiy yuklamalarni aniklashning elektr energiyasini solishtirma sarf usuli.
- 3.Solishtirma yuklamalar usuli.
- 4.Talab koeffitsienti va urnatilgan kuvvat asosida xisobiy yuklamani aniklash.
- 5.Urtacha kvadrat yuklama.

#### II. Tayanch so'zlar va iboralar:

urnatilgan kuvvat, diagramma, maxsulot birligi, elektr sarfi, agregat, maksimumlarining xar – xilligi, universal tarmoklar, urtacha kvadrat, loyixalash jarayoni.

#### III. Maqsad:

Talabalarda fan to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda ma'lum yo'nalishlarni tanlash ko'nikmasini berish.

#### IV. Mavzuni va alohida savollarni o'rganish uchun foydalanilgan va tavsiya etilayotgan adabiyotlar ro'yxati:

- 1.Elektrotexnicheskii spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obsh. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
- 2.Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
- 3.Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metody v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
- 4.Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
- 5.Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vещь shkola, 1984-192s.
- 6.Elektricheskie sistemy. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/Pod red. V.A. Venikova – M.: Vьs shkola, 1981 y. 288 s.
- 7.Dillon B. Sinix CH. Injenernye metody obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
- 8.Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
- 9.Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
- 10.Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Vьsi. SHk. 1984-256s.
- 11.Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
- 12.Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vьssh. SHk. 1989-151s.
- 13.[www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
- 14.[www.energsoyuz.spb.ru](http://www.energsoyuz.spb.ru).

#### V. Mustaqil tayyorgarlik/o'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

- 1.Xisobiy kuvvatni aniklash usullarining ikki guruxni tushuntiring.
- 2.Maxsulot birligiga tugri keladigan elektr energiyasi asosida xisobiy kuvvatni aniklash usulini tushuntiring.
- 3.YUza birligiga tugri keladigan yuklama asosida xisobiy kuvvatni aniklash usulini tushuntiring.
- 4.Talab koeffitsienti usulining moxiyati nimadan iborat?
- 5.Urtacha kuvvat va forma koeffitsient asosida xisobiy kuvvatni aniklash kanday iste'molchilarga uchun tugri xisoblanadi?

#### VI. Matn

Elektr ta'minoti tizimlarini loyixalashda kutilayotgan xisobiy yuklamalarni aniklash uchun ishlatiladigan usullarni ikki guruxga bulish mumkin. Birinchisi-asosiy usullar guruxi bulib, xisobiy yuklama kuyidagi kursatgichlar buyicha aniklanadi:

- urnatilgan kuvvat va talab koeffitsienti;
- urtacha kuvvat va yuklamalar grafigining forma koef-fitsienti;
- urtacha kuvvat va xisobiy yuklamaning urta yuklamadan chetlashishi (statistik usuli).
- urta kuvvat va maksimum koeffitsienti (tartibga solingan diagrammalar usuli).

Ikkinchisi - yordamchi usullar guruxi bulib, xisobiy yuklamani topishda kuyidagi kursatgichlar asos kilib olinadi:

- maxsulot birligiga tugri keladigan elektr energiyasining solishtirma sarfi;
- korxona maydonining  $1m^2$  yuzasiga tugri keladigan elektr yuklama mikdori.

U yoki boshka usulni tanlash xisoblash usulining joiz xatoliliga karab belgilanadi. YAxmitlashtirilgan xisoblashlarda sex, korpus bulimlardagi gurux istemolchilarning umumiy urnatilgan kuvvatlaridan foydalaniladigan usullar ishlatiladi. Ayrim istemolchilarning ma'lumotlariga asoslangan usullar nisbatan anik deb sanaladi. Kursatilgan xisoblash usullari bilan tularok tanishib utamiz.

### **Maxsulot birligiga tugri keladigan elektr energiyasining solishtirma sarfiga asoslangan usul.**

YUklamalar grafiklari davomli uzgarmas yoki juda kam uzgaradigan elektr istemolchilar uchun smenaga taalukli bulgan urtacha kuvvatni xisobiy yuklagan sifatida kabul kilinadi. Bular turkumiga ventilyatorlar, nasoslar, kompressorlarning elektr yuritmalari, elektroliz vannalarining tugirlagich agregatlari karshilik pechlari, kimyo va kogos sanoatidagi kuplab istemolchilar kiradi. Bunday istemolchilarning xisobiy yuklamalarini maxsulot birligiga tugri keladigan elektr energiyasining solishtirma sarfi orkali topish maksadga muvofikdir.

$$P_x = \frac{N_{cm} \cdot \mathcal{E}_{ac}}{T_{cm}} \quad 8.1$$

Bu erda  $E_{as}$  - elektr energiyasining maxsulot birligiga tugri keladigan solishtirma sarfi, kVt.s;  $N_{cm}$  - smenada tayyorlanadigan maxsulotlar soni;  $T_{sm}$  - eng katta yuklamali smena davomiyligi, soat. Maxsulot birligiga tugri keladigan elektr energiyasining mikdori mavjud korxonalaridagi elektr sarf kursatgichlarini taxlil kilish natijasidagi aniklanadi. Kuyidagi jadvalda korxonalarning ba'zi maxsulotlari uchun belgilangan elektr energiyasining urtacha me'yorlari keltirilgan.

Jadval 8.1

| <b>Maxsulot</b>                                                                         | <b>Ulchov birligi</b>         | <b>Sarfning urtacha solishtirma me'yorlari</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
| CHuyan<br>Elektrotexnik pulati<br>Marten pulat<br>Kora metall prokati<br>Pulat trubalar | kVt.ch/T                      | 9,7<br>677,2<br>11,9<br>102,5<br>133,3         |
| Sikik xavo                                                                              | kVt.ch/ming $m^3$             | 80                                             |
| Temir madan kazib chik-sh<br>Margens madan kazib chik-sh                                | kVt.ch/T                      | 56,5<br>90,2                                   |
| Neftni kayta ishlash<br>Gazni kayta ishlash                                             | kVt.ch/T<br>kVt.ch/ming $m^3$ | 29,5<br>15,8                                   |
| Arralangan yogoch                                                                       | kVt.ch/ming $m^3$             | 19                                             |
| Sement<br>Temir beton konstruksiya-lari<br>Asbit                                        | kVt.ch/T<br>kVt.ch/ $m^3$     | 106<br>28,1<br>600,5                           |

|                    |                            |      |
|--------------------|----------------------------|------|
|                    | kVt.ch/T                   |      |
| Paxta ipli gazlama | kVt.ch/ming m <sup>3</sup> | 1100 |
| Junli gazlama      |                            | 2390 |
| SHoyi gazlama      |                            | 1210 |

Agar ayrim texnologik agregatlar buyicha elektr energiyasining solishtirma sarfi Easi ma'lum bulsa, u xolda xisobiy yuklama ushbu munosabatlar orkali aniklanishi mumkin:

$$\text{Sex uchun} \quad P_{xu} = \frac{\sum_1^n \mathcal{E}_{aci} \cdot N_{ii}}{T_{mu}} + P_{xyu} \quad 8.2$$

$$\text{Zavod uchun} \quad P_{xz} = \left( \sum_1^m P_{xu} + P_{xyz} \right) \cdot K_{mk} \quad 8.3$$

Bu erda Easi · N<sub>y i</sub> - ayrim agregat uchun elektr energiyasining yillik sarfi; Rxuts,-Rxuz - eng kup yuklangan smena uchun umumsex va umumzavod istemolchilarining xisobiy kuvvatlari; Tms- sex aktiv yuklamasi maksimumining soatlar soni (malumotnomalardan olinadi); n - sexdagi agregatlar soni; m-zavod sexlarining soni; Kmx - maksimumlarning xar xillik koeffitsienti.

Elektroenergiyani solishtirma sarfi usulini sanoat korxonasining ishlab chikaradigan yillik maxsulotining mikdori ma'lum bulganda dastlabki xisoblamda ishlatish mumkin. Bu usulning afzaliligi shundan iboratki, xisobiy yuklama aniklanayotganda elektr istemolchilarning nominal kuvvatlarini bilishning zaruriyati yuk.

#### **Xisobiy yuklamani korxona maydonining yuza birligiga tugri keladigan solishtirma yuklama asosida aniklash.**

Istemolchilar guruxi uchun xisobiy yuklama solishtirma kuvvat buyicha kuyidagicha aniklanadi:

$$R_x = R_o \cdot F \quad 8.4$$

Bu erda F - gurux istemolchilari joylashgan maydon yuzasi, m<sup>2</sup>; Ro- ishlab chikarish maydonining 1m<sup>2</sup> ga tugri keladigan solishtirma xisobiy kuvvat, kVt/m<sup>2</sup>.

Kuyidagi jadval turli sanoat tarmoklarining ishlab chikarish binolarida 1m<sup>2</sup> ga tugri keladigan yuklamalarning taxminiy solishtirma zichligi kursatilgan.

Jadval 8.2

| <b>Ishlab chikarish binolari</b>       | <b>Ro, Vt/m<sup>2</sup></b> |
|----------------------------------------|-----------------------------|
| Kuyuvchi va erituvchi sexlar           | 230÷370                     |
| Mexanika va yiguv 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 kurilmalari zavodi          | 400-420                     |
| Kransozlik zavodi                      | 330-350                     |
| Neft apparatlari zavodi                | 220-270                     |
| Presslash sexlari                      | 277-300                     |

Xisobiy kuvvatni yuza birligiga tugri keladigan solishtirma yuklama asosida xisoblash usulini kichik va urta mashinasozlik zavodlari sexlarining universal tarmoklari uchun foydalanish tavsiya etiladi. Bunday sexlarda kup mikdordagi kichik kuvvatli istemolchilar ishlab chikarish maydonlarida deyarli tekis taksimlanadilar. Universal tarmoklar texnologik jarayonlarni uzgarishi va kurilmalarning joylarini almashtirish talablariga javob beradi. Universal tarmoklar magistral shina utkazgichlar asosida bajariladi va ularning xisobiy yuklamalari yukorida keltirilgan formula asosida, muayan istemolchilarning kuvvatlarini xisobga olmagan xolda, aniklanadi.

### **Xisobiy yuklamani urnatilgan kuvvat va talab koefitsienta buyicha aniklash.**

Xisobiy kuvvatni ushbu usulda aniklash uchun istemolchilar guruxining urnatilgan  $R_n$  kuvvati, kuvvat koefitsienti  $\cos \varphi$  va talab koefitsienti  $K_{ta}$  ning kiymatlari ma'lum bulish kerak.

$$R_x = K_{ta} \cdot R_n; \quad 8.5$$

$$Q_x = P_x \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad 8.6$$

$$S_x = \sqrt{P^2 + Q^2} = \frac{P_x}{\cos \varphi} \quad 8.7$$

Bu erda  $K_{ta}$  - mazkur gurux istemolchilari uchun talab koefitsienti (kiymati ma'lumotnomalardan olinadi);  $\cos \varphi$  - gurux istemolchilari uchun ma'lumotnomadan olinadigan kuvvat koefitsienti;  $\operatorname{tg} \varphi$  ning mikdori  $\cos \varphi$  ga mos keladi. Talab koefitsienti usuli sanoat korxonalarining elektr ta'minoti yukori pogonalaridagi xisobiy kuvvati aniklashda foydalanadi.

Elektr ta'minoti tizimining tugunlaridagi (sexlar, korxonalar, korpuslar) xisobiy kuvvat aloxida istemolchilari-ning xisobiy kuvvatlarini yigindisi asosida maksimumlar xar xilligi koefitsientini xisobga olgan xolda aniklanadi.

$$S_x = \sqrt{\left(\sum_1^n P_x\right)^2 + \left(\sum_1^n Q_x\right)^2} \cdot K_{mx} \quad 8.8$$

Bu erda  $\sum R_x$  - mavjud guruxlarning aktiv xisobiy kuvvatlarini yigindisi;  $\sum Q_x$  - mavjud guruxlarning reaktiv xisobiy kuvvatlarining yigindisi;  $K_{mx}$  - guruxlar uchun maksimumlar xar xilligi koefitsienti. Uning kiymati kurilayotgan tugunning korxona elektr ta'minoti tizimdagi urniga boglik bulib 0,85-1 oraligida buladi.

Xisobiy yuklamani urnatilgan kuvvat va talab koefitsienti buyicha aniklash taxminiy usul bulib, xomaki xisoblashlarda va umumkorxona yuklamalarini aniklashda ishlatilishini tavsiya etiladi.

### **Xisobiy yuklamani urtacha kuvvat va forma koefitsienti asosida aniklash.**

Mazkur usulda xisobiy va urtacha kvadrat yuklamalar teng deb olinadi. Bunday joizlik takrorlanuvchi kiska rejimda ishlaydigan istemolchilar gurux uchun xamma vakt tugridir. Ish rejimlari davomli bulgan, kup sonli va kuvvatlari uzaro kam farklanadigan istemolchilar guruxi uchun xam kabul kilinishi mumkin.

Urtacha kuvvat va forma koefitsienti asosida aniklash uchun sex shina utkazgichlarining, sex TP kichik kuchlanishli shinalarining, 10 kVli BTK shinalarining xisobiy yuklama-larini topishda ishlatish tavsiya etiladi. Gurux istemolchilar uchun xisobiy yuklama kuyidagi munosabatdan aniklanadi:

$$R_x = K_{fa} \cdot R_{urm}; \quad 8-9$$

$$Q_{\phi} = K_{fr} \cdot Q_{urm} \text{ yoki } Q_x = R_x \operatorname{tg} \varphi; \quad 8-10$$

$$S_x = \sqrt{P_x^2 + Q_x^2}$$

8-11

Bu erda  $K_{\phi a} = \frac{P_{y\kappa}}{P_y}$  bulib, yuklamalar grafigini vakt buyicha notekisligini

kursatadi. Unumdorligi barkaror sex va zavodlar uchun koeffitsientning kiymati etarli darajada stabil buladi. Loyixalash jarayonida Kfa koeffitsientining kiymatini uxshash texnologiyali korxonaning tajribaviy kursatgichlarini taxlil kilish natijasidan olinadi. Agar bunday tajribaviy natijalar ma'lum bulsa, u xolda Kfa=1,1 - 1,2 oraligida olinishi mumkin. Elektr ta'minot tizimining yukori pogonalariga koeffitsientning kichik kiymatlari tugri keladi.

YUkorida keltirilgan formulalardagi katta yuklamali smenadagi urtacha kuvvatlariga aniklashda kuyidagi usullardan foydalanish mumkin:

- 1) Urnatilgan kuvvat va ishlatilish koeffitsientiga asoslangan usul, bunda  $R_{ur} = K_{ia} R_n$ ;  $Q_{ur} = K_{ir} Q_n$  yoki  $Q_{ur} = R_{ur} \tan \phi$
- 2) Maxsulot birligiga tugri keladigan elektr energiyaning solishtirma sarfi va smenada tayyorlanadigan maxsu-lotlar soniga asoslangan usul.
- 3) Korxona maydonining yuza birligiga tugri keladigan solishtirma yuklamaga asoslangan usul.

Ekspluatatsiya sharoitida urta kuvvatlarni aktiv va reaktiv energiya xisoblagichlarining kursatgichlari buyicha aniklanadi.

## 7-MA`RUZA

**Mavzu: Elektr energetik kurilmalarning ishdan chikishlari okibatlari.**

### **I. Ma`ruza rejasi:**

- 1.Xisobiy kuvvatni aniklashning statistik usuli.
- 2.Integral kursatgichlar: urtacha yuklama va urtacha kvadrat chetlanish. Talab koeffitsienti.
- 3.Xisobiy kuvvatni statistik usulda aniklash tartibi. Xisobiy yuklamani tartibga solingan diagrammalar usuli.
- 4.Iste'molchilarning effektiv soni. Asosiy formulalar.
- 5.Transformatorlardagi nobudgarchiliklarni xisobga olish.

### **II. Tayanch so'zlar va iboralar:**

integral kursatgich, kvadrat chetlanish, parametr, effektiv son, tula xisobiy yuklama, statistik usul, tartibga solingan diagramma, kuvvat koeffitsienti, sinxron yuritgichlar, nobudgarchilik.

### **III. Maqsad:**

Talabalarda fan to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda ma'lum yo'nalishlarni tanlash ko'nikmasini berish.

### **IV. Mavzuni va alohida savollarni o'rganish uchun foydalanilgan va tavsiya etilayotgan adabiyotlar ro'yxati:**

- 1.Elektrotexnicheskii spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obsh. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
- 2.Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
- 3.Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metody v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
- 4.Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
- 5.Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vmsh shkola, 1984-192s.
- 6.Elektricheskie sistemy. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/Pod red. V.A. Venikova – M.: Vys shkola, 1981 y. 288 s.
- 7.Dillon B. Sinix CH. Injenernyye metody obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
- 8.Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
- 9.Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
- 10.Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Vysi. SHk. 1984-256s.
- 11.Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
- 12.Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vyssh. SHk. 1989-151s.
- 13.[www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
- 14.[www.energsoyuz.spb.ru](http://www.energsoyuz.spb.ru).

### **V. Mustaqil tayyorgarlik/o'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar**

- 1.Statistik ishlatiladigan xisobiy kuvvat formulasini tushuntirib bering.
- 2.Sochilish ulchovining karraliligi nima?
- 3.Urtacha kvadrat chetlanish kanday aniklanadi?
- 4.Talab koeffitsientining tashkil etuvchilarini tushuntiring.
- 5.Statistik usulda xisobiy kuvvatni aniklash tartibini tushuntiring.
- 6.Iste'molchilarning effektiv soni nima?

### **VI. Matn**

Gurux istemolchilarining xisobiy kuvvatlari ushbu usul bilan aniklanganda ikkita integral kursatgichlar urtacha yuklama  $R_{ur.t}$  va urtacha kvadrat chetlanish  $\sigma_{ykm}$  asosida yozilgan quyidagicha formuladan foydalaniladi:

$$P_{xm} = P_{ypm} + \beta \cdot \sigma_{ypm} \quad 9.1$$

Bu erda  $\beta$  - sochilish ulchovining karraligi,  $t$  - tekshiri-layotgan kattalikni yuklamaning urtacha mikdori intervaliga tegishli ekanligini gurux yuklamalar grafigi uchun

$$P_{ypm} = \frac{(P_1 + P_2 + \dots + P_m)}{m} \quad 9.2$$

Bu erda  $m$  - yuklamalar grafigidagi oraligi 3To bulgan intervallar soni (ushbu oralikda tok utkazuvchining kizishi vakt doimiyliigi).

Gurux yuklamalar grafigi uchun urtacha kvadrat chetlanish quyidagi formuladan aniklanadi:

$$\sigma_{ypm} = \frac{\sqrt{(P_1 - P_{ypm})^2 + (P_2 - P_{ypm})^2 + \dots + (P_m - P_{ypm})^2}}{m} \quad 9.3$$

Utkazgichlarni parametrlarini aniklashda  $\beta=2,5$  kabul kilish mumkin, u xolda

$$P_{xm} = P_{ypm} + 2,5\sigma_{ypm} = K_{uax}(P_{n1} + P_{n2} + \dots + P_{nn}) + \\ + 2,5\sqrt{(\sigma_{nm} \cdot P_{n1})^2 + (\sigma_{nm} \cdot P_{n2})^2 + \dots + (\sigma_{nm} \cdot P_{nn})^2} = \\ K_{uax} \cdot P_n + 2,5\sigma_{nm} \cdot P_n \sqrt{n} \quad 9.4$$

Bir xil kuvvatli istemolchilar guruxi uchun  $R_n=R_n/n$

$$P_{xm} = P_n \left( K_{uax} + \frac{2,5\sigma_{nm}}{\sqrt{n}} \right) = \left( K_{uax} + \frac{2,5\sigma_{n(30)}}{\sqrt{\alpha \cdot n}} \right) P_n \quad 9.5$$

Bu erda

$$\sigma_{nm} = \frac{\sigma_{n(30)}}{\sqrt{\alpha}}; \quad \alpha = \frac{T}{30}$$

Xar xil kuvvatli istemolchilar uchun  $n$  ni urniga ne  $\hat{e} \acute{o} \acute{e} \acute{e} \acute{e} \acute{a} \acute{a} \acute{e}$ ,  $\acute{o}$   $\acute{o}$ ldla

$$P_{xm} = \left( K_{max} + \frac{2,5\sigma_{n(30)}}{\sqrt{\alpha \cdot n_9}} \right) P_n \quad 9.6$$

Bu erda

$$n_9 = \frac{2 \cdot P_n}{P_{n.maxc}} \quad 9.7$$

Kuyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$K_{ym} = \frac{2,5\sigma_{n(30)}}{\sqrt{\alpha \cdot n_9}}; \quad K_{ma} = K_{uy} + K_{ym} \quad 9.8$$

U xolda  $R_{xt} = K_{ta} \cdot R_n$  9.9

Bu erda  $K_{ta}$  - talab koefitsienti;  $K_{ut}$  - chetlanish koefitsienti. Kup yillar davomida xar xil korxonalarda tajribaviy kuzatishlar utkazish va olingan ma'lumotlarni taxlil asosida koefitsientlarning ishonchli kiymatlari anik-langan. SHu natijalar asosida xar xil Kia uchun munosabatlar aniklangan (rasm 9.1)

$\alpha$  - koeffitsientining kiymatini aniklashda quyidagi jadvaldan foydalaniladi.

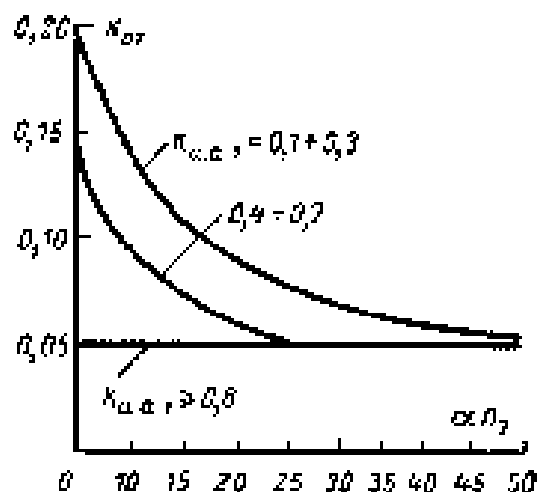


Рис. 9.1

Jadval 9.1

| Kuchlanish kV | Urtacha tula kuvvat S kVA |                    |                     |
|---------------|---------------------------|--------------------|---------------------|
|               | T=60min $\alpha=2$        | T=90min $\alpha=3$ | T=12 min $\alpha=4$ |
| 0,38          | 50                        | 110                | 145                 |
| 0,66          | 90                        | 190                | 250                 |
| 6,0           | 500                       | 1500               | 3000                |
| 10,0          | 850                       | 2700               | 5000                |

1000 Voltgacha bulgan elektr tizimning tuguni uchun xisobiy kuvvatni statik usulda topish quyidagi tartibda bajariladi:

1. Smenaga tugri keladigan aktiv, reaktiv, tula kuvvatlar aniklanadi.

$$P_{ym} = \sum_{i=1}^n P'_{ym}$$

$$Q_M = \sum_{i=1}^n Q'_{ym} - Q_{K.K}$$

Bu erda

$$P'_{ym} = K'_{ua} \cdot P'_H$$

$$Q'_{ym} = P'_{ym} \cdot \tan \varphi'$$

Bunda  $R_n'$ ,  $K_{ia}'$  - kurilayotgan gurux istemolchilarining urnatilgan kuvvati va ishlatilish koeffitsienti.

2. Istemolchilarning effektiv soni ne aniklanadi.
3. Gurux istemolchilarining kuvvatlari asosida va ne topiladi.
4. Ishlatilish koeffitsienti  $K_i$  va  $n$  asosida rasm 9.1 kursatilgan xarakteristiklardan  $K_{ut}$  ni kiymati aniklanadi.
5. Talab koeffitsientining kiymati (9.8) orkali topiladi.
6. Xar bir gurux uchun aktiv, reaktiv va tula xisobiy yuklamalar aniklanadi.

$$R_x = K_{ta} \cdot R_n$$

$$Q_x = R_x \cdot \tan \varphi$$

$$S_x = \sqrt{P_{xn}^2 + Q_{xp}^2}$$

Tugunga taaluqli xisobiy kuvvatni aniklash uchun uzgaruvchan grafikli elektr istemolchilarning xisobiy yuklamalarini yigindisini uzgarmas grafikli istemolchilarning urtacha yuklamalariga kushiladi.

7. Transformatorning xisobiy yuklamasini topishda barcha tugunlardagi urtacha yuklamalarning va kompensatsiyalovchi kurilmalarning kuvvatlarini yigindilari olinadi ( $Q_{kk}$  manfiy ishorali buladi)

8. 1000 Voltdan yukori kuchlanishli elektr tizimi tugunidagi xisobiy yuklama katta yuklamali smenadagi mavjud tugunlarning urtacha yuklamalarining yigin-disiga teng.

Statistik usulda xisobiy yuklamani aniklashni istalgan yuz berish extimolligi uchun bajarish mumkin. Tanishilgan usulni kuchlanishi 1000 Voltgacha bulgan ayrim gurux va tugun istemolchilarning xisobiy yuklamalarini aniklashda ishlatish maksadga muvofikdir.

### **Xisobiy yuklamani aniklashning tartibga solingan diagrammalar usuli.**

Xozirgi vaktida sanoat korxonalarining xisobiy yuklama- larini aniklashda ishlatiladigan asosiy usul - bu tartibga solingan diagrammalar usulidir. Usulni ishlatish uchun korxona xududida va sexda joylashgan elektr istemolchilarining nominal kursatgichlari berilgan bulishi kerak.

Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti tizimining xamma pogonalarida xisobiy yuklamani urtacha kuvvat va maksimumli koefitsienti negizida kuyidagicha aniklanadi:

$$P_x = K_{ma} \cdot P_{yp} = K_{ma} \cdot K_{ua} \cdot \sum_{i=1}^n P_{ni} \quad 9.10$$

Xisobiy yuklama sifatida  $T=3T_o=30$  min. vakt oraligi uchun xisoblangan urtacha yuklama kabul kilinadi. Albatta, bu interval kunlik grafikning shunday kismi uchun olinadiki, unda 30 minutli urcha kuvvat maksimum buladi. SHuning uchun (9.10) munosabatni ushbu kurinishda yozish maksadga muvofikdir.

$$P_{x(30)} = K_{ma} K_{ua} \sum_{i=1}^n P_{ni}$$

$K_{ma}$  - eng katta yuklamali smena uchun xisobiy yuklamani urtacha yuklamadan kancha kattaligini kursatadi. Bu koefitsientni kiymatini topish uchun analistik ifodalar mavjud bulib, ular asosida 9.2 rasm kursatilgan  $K_{ma} = f(n_e)$  funksiyalar turli ishlatilish koefitsientlari uchun kurilgan [A4].

Gurux istemolchilarining xisobiy reaktiv kuvvati urtacha reaktiv kuvvat mikdori bilan belgilanadi.

$$\begin{aligned} \text{Agar } n_e \leq 10 \text{ bulsa, } Q_p &= 1,1 Q_{ur} \\ n_e > 10 \text{ bulsa, } Q_p &= Q_{ur} \end{aligned}$$

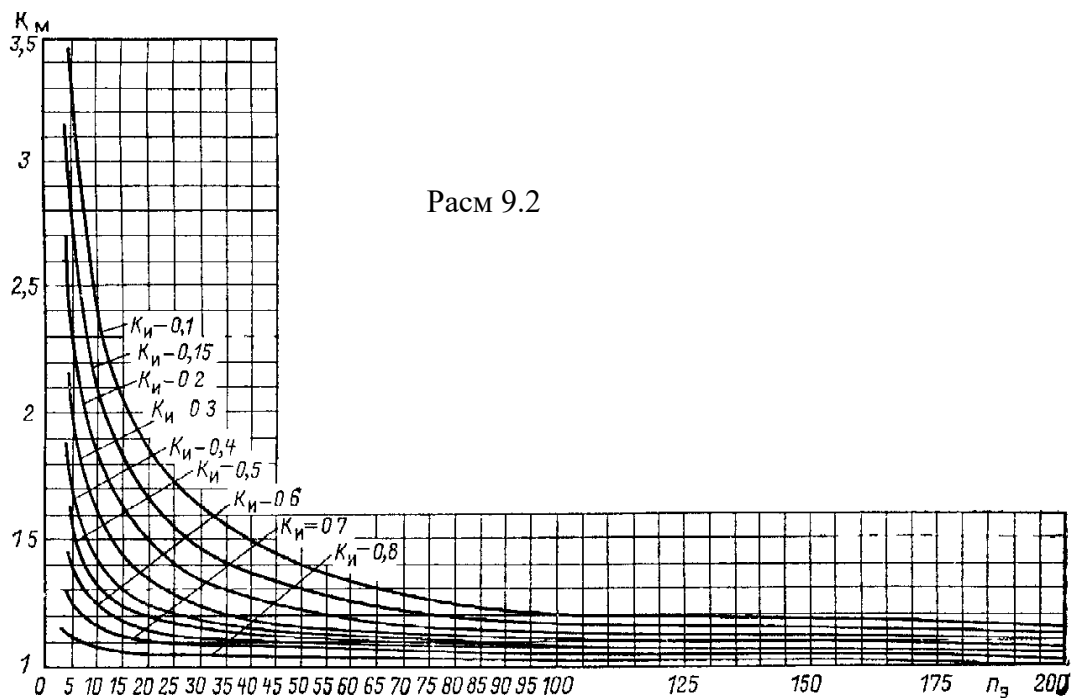


Рис. 9.2

Bu erda  $Q_{\phi\phi} = R_{ur} \tan \varphi$  yoki  $Q_{\phi\phi} = K_{ir} Q_H$

Xisobiy tula kuvvat 
$$S_x = \sqrt{P_x^2 + Q_x^2}$$

Elektr istemolchilarning effektiv soni ne deganda, bir xil rejimda ishlovchi kuchvatlari teng bulgan shunday istemolchilar soni tushuniladiki, ulov mavjud xar xil rejimda ishlovchi va kuchvatlari teng bulmagan istemolchilardek xisobiy kuchvat sodir kiladi. Uni kuyidagi formula bilan aniklanadi.

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

Bu erda  $\left( \sum_{i=1}^n P_{Hi} \right)^2$  - tuguncha tegishli bulgan barcha istemolchilar nominal

kuchvatlari yigindisining kvadrati;  $\sum_{i=1}^n P_{Hi}^2$  sha kuchvatlarning kvadratlarini yigindisi.

Kam sonli elektroistemolchilri uchun ne ni aniklashda kuyidagi sodalashtirilgan munosabatlarni ishlatish mumkin:

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

Bu erda  $R_{\max}$ ,  $R_{\min}$  - guruxga tegishli istemolchilarning eng kattasi va kichikning nominal kuchvatlari

2) Agar  $m > 3$  va  $K_{ia} \geq 0,2$  bulsa,

$$n_{\text{э}} = \frac{2 \sum_1^n P_{Hi}}{3 P_{H\text{макс}}} \quad 9.13$$

Bu erda  $R_n \text{ макс}$  -guruxdagi eng katta istemolchining nominal kuvvati.

3) Bir fazali elektr istemolchilari guruxi uchun

$$n_{\text{э}} = \frac{2 \sum_1^n P_{Hi}}{3 P_{H\text{макс}}} \quad 9.14$$

Bu erda  $\sum_1^n P_{Hi}$  - bir fazali elektr istemolchilarning nominal kuvvatlarini yigindisi:

$R_{n\text{макс}}$  - shu istemolchilarning eng kattasining nominal kuvvati.

Kam sonli elektr istemolchilar uchun xisobiy yuklamalarni aniklashda quyidagi soddalashtirilgan usullarda bajariladi:

$$\text{a) Agar } n \leq 3 \text{ bulsa } P_x = \sum_1^n P_{Hi} ; Q_x = \sum_1^3 q_{Hi} = \sum_1^3 P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_i \quad 9.15$$

Istemolchining kuvvat koeffitsientining qiymati noma'lum bulsa, davomli rejimda yuritgichlar uchun -  $\cos \varphi = 0,8$ , kiska takrorlanuvchi rejimli elektr yuritgichlar uchun  $\cos \varphi = 0,7$  olinadi.

b) Agar  $n > 3$  va  $n_e < 4$  bulsa,

$$P_x = \sum_1^n P_{Hi} K_{\text{юа}} ; Q_x = \sum_1^n q_{Hi} K_{\text{юпи}} = \sum_1^n P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_i K_{\text{юпи}} \quad 9.16$$

Koeffitsientlarning kursatgichlari noma'lum bulsa, davomli rejimdagi istemolchilar uchun  $K_{\text{уа}} = 0,9$ ;  $\cos \varphi = 0,8$ , takrorlanuvchi kiska rejimdagi istemolchilar uchun mos ravishda  $0,75$  va  $0,7$  olinishi mumkin.

v) Uzgarmas yuklamali istemolchilar uchun

$$R_x = R_r ; Q_x = Q_r ; R_r = K_{ia} R_n \quad 9.17$$

Sinxron yuritgichlarning xisobiy reaktiv yuklamasini urtachaga teng deb olinadi, yani  $Q_r = K_{ir} \cdot Q_n$ , kondensator batareyalar uchun

$$Q_{\text{эп}} = Q_H \left( \frac{U_{\text{хак}}}{U_H} \right)$$

Bu erda  $U_{\text{хак}}$  - kondensator kutblaridagi xakikiy kuchla-nishning mikdori. 1000 Voltgacha bulgan elektr ta'minoti tizimi tugunlaridagi (kuch shkaflari, shina utkazgichlari, radial va magistral liniyalar) xisobiy yuklamalarni aniklashda quyidagi usul tavsiya etiladi:

1) Elektr ta'minoti tizimining tugunida xar xil rejimda ishlovchi va uzgaruvchi grafigi istemolchilar guruxlari mavjud bulsa, xisobiy kuvvat

$$P_{XT} = K_a \sum_1^n P_{ypi} \quad 9.18$$

$$\text{Agar } n_e \leq 10 \text{ bulsa, } Q_{\bar{O}} = 1,1 \sum_1^n Q_{ur} \quad 9.19$$

$$n_e > 10 \text{ bulsa, } Q_{\bar{O}} = \sum_1^n Q_{ur} \quad 9.20$$

Tugun uchun tula xisobiy kuvvat va ishlatilish koefitsientining urtacha muallak kiymati mos ravishda quyidagicha aniklanadi:

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

$$K_{HAT} = \frac{\sum_1^n P_{yp i}}{\sum_1^n P_{Hi}} \quad 9.21$$

Bu erda  $R_{xt}$ ,  $Q_t$ ,  $S_{xt}$  - tugun uchun xisobiy aktiv, reaktiv va tula kuvvatlar,  $R_{uri}$ ,  $Q_{uri}$  - tugundagi  $i$  gurux istemolchilarining eng yuklamali smena uchun urtacha aktiv, reaktiv kuvvatlari;  $n$  - tugundagi istemolchilar guruxlarining soni;  $n_e$  - tugundagi barcha istemolchilarning effektiv soni,  $K_{ma}$  - yuklamalar maksimum koefitsienti bulib, uning kiymatini rasm 9.2 kursatilgan xarakteristikalaridan  $P_e$  va  $K_{iat}$  asosida aniklanadi;  $R_{ni}$  -  $i$  gurux istemolchilari nominal kuvvatlarining yigindisi.

2) Agar ta'minot tugunida uzgarmas yuklamali grafik bilan ishlovchi istemolchilar guruxlari mavjud bulsa,

$$P_{XT} = K_{ma} \sum_1^n P_{ypi} + \sum_1^m P_{ypj} \quad 9.22$$

$$n_e \leq 10 \text{ bulsa, } Q_{XT} = 1,1 \sum_1^n Q_{yp i} + \sum_1^m Q_{yp j} \quad 9.23$$

$$n_e > 10 \text{ bulsa, } Q_{XT} = \sum_1^n Q_{yp i} + \sum_1^m Q_{yp j} \quad 9.24$$

Bu erda

$m$  - uzgarmas yuklamali grafikga ega bulgan guruxlar soni

$K_{ma} \sum_1^n P_{pi}, 1,1 \sum_1^n Q_{yp i}, \sum_1^n Q_{yp i}$  - uzgaruvchan grafikli istemolchilar guruxlarining xisobiy aktiv va reaktiv yuklamalari;

$\sum_1^m P_{yTj}, \sum_1^m Q_{yTj}$  - kam uzgaruvchi grafikli istemol-chilar guruxlarining urtacha aktiv va reaktiv yuklamalari.

3) Elektr ta'minoti tizimi tugunida uch fazali va bir fazali uzgaruvchan grafikli va uzgarmas grafikli istemol-chilar guruxlari mavjud bulsa,

$$P_{XT} = Kma \left( \sum_1^{n_1} P_{yp_i} + \sum_1^{n_2} P_{yp_j} \right) + \sum_1^{m_1} P_{yp_{\kappa}} + \sum_1^{m_2} P_{yp_l} \quad 9.25$$

Bu erda  $n_1$  - uch fazali uzgaruvchan grafikli guruxlar soni;

$n_2$  - bir fazali uzgaruvchan grafikli guruxlar soni;

$m_1$  - uch fazali kam uzgaruvchan grafikli guruxlar soni;

$m_2$  - bir fazali kam uzgaruvchan grafikli guruxlar soni.

4) 1000 Voltdan yukori bulgan elektr ta'minoti tizimining tuguni uchun xisobiy yuklama aniklanganda sex transformator-laridagi nobudgarchiliklarni xam xisobga olish zarur buladi. Bu nobudgarchiliklar kiymatlarini, grafiklar yoki kuvvati 1000 kVt dan oshmaydigan transformatorlar uchun, kuyidagi munosabatlar orkali aniklash mumkin:

$$\Delta R_t = (0,02 \div 0,025) St \quad 9.28$$

$$\Delta Q_t = (0,105 \div 0,125) \quad 9.29$$

Bu erda  $\Delta R_t, \Delta Q_t$  - transformatoridagi aktiv, reaktiv kuvvatlar nobudgarchiliklar.

## 8-MA`RUZA

**Mavzu: Keltirilgan xarajatlar uslubi buyicha ishonchlilikni texnik-iktisodiy taxlili.**

### I. Ma`ruza rejasi:

- 1.Tartibga solingan diagrammalar usulini kullash tartibi.
- 2.YUklamalarning chukki kiymatlari.
- 3.Sex elektr tarmoklari kuchlanishini tanlash.

### II. Tayanch so'zlar va iboralar:

tugun, universal, ishlatilish koeffitsienti, solishtirish, chukki kiymatlar, ishga tushirish toki, kiska tutashgan rotor, fazaviy rotor, sex, industrial usul, taksimlash shkaflari, shina, yulduz sxema.

### III. Maqsad:

Talabalarda fan to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda ma'lum yo'nalishlarni tanlash ko'nikmasini berish.

### IV. Mavzuni va alohida savollarni o'rganish uchun foydalanilgan va tavsiya etilayotgan adabiyotlar ro'yxati:

- 1.Elektrotexnicheskii spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obsh. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
- 2.Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
- 3.Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metody v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
- 4.Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
- 5.Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vsha shkola, 1984-192s.
- 6.Elektricheskie sistemy. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/Pod red. V.A. Venikova – M.: Vys shkola, 1981 y. 288 s.
- 7.Dillon B. Sinix CH. Injenernye metody obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
- 8.Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
- 9.Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
- 10.Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Vysi. SHk. 1984-256s.
- 11.Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
- 12.Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vyssh. SHk. 1989-151s.
- 13.[www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
- 14.[www.energsoyuz.spb.ru](http://www.energsoyuz.spb.ru).

### V. Mustaqil tayyorgarlik/o'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar

- 1.Tartibga solingan diagrammalar usulini afzalliklarini tushuntirib bering.
- 2.YUklamaning chukki kiymatiga ta'rif bering.
- 3.Sex elektr tarmoklariga kanday talablar kuyiladi?
- 4.Radial va magistral sxemalarni solishtiring.
- 5.Sex elektr tarmoklarida kanday kuchlanishlar ishlatiladi?

### VI. Matn

Xisobiy yuklamani mazkur usul bilan aniklanganda quyidagicha tartibga roya kilinadi:

- 1) 1000 Voltgacha va undan yukori bulgan uzgaruvchan grafikli istemolchilar uchun;
  - a) urnatilgan istemolchilarning umumiy soni aniklanadi;
  - b) tugunga taalukli bulgan istemolchilarning nominal kuv-vatlari va urtacha yuklamalarning yigindilari topiladi;
  - v) eng katta istemolchining nominal kuvvati topiladi va taxlil kilinayotgan guruxlarning aktiv yuklama buyicha urtacha ishlatilish koeffitsienti aniklanadi;
  - g) ne va Kma lar aniklanib, Rx va Qx topiladi.
- 2) Elektr ta'minoti tugunida uzgarmas yuklamali grafikda ishlovchi gurux istemolchilari mavjud bulgan takdirda, ularning soni, nominal va urtacha kuvvatlari aniklanadi.
- 3) Kurilayotgan tugun uchun kuchlanishi 1000 Voltgacha istemolchilarning umumiy mikdori nominal kuvvatlari, urtacha va xisobiy yuklamalari buyicha umumiy natijalar olinadi.
- 4) Tugunga taalukli yoritish kurilmalarining umumiy urnatilgan kuvvatlari, urtacha va xisobiy yuklamalari topiladi.
- 5) Agar kurilayotgan tugunda kompensatsiyalovchi uskunalar mavjud bulsa, ularning umumiy nominal kuvvatlari, urtacha va xisobiy yuklamalari aniklanadi.
- 6) Tugunga tegishli bulgan barcha ishchi transformatoridagi aktiv va reaktiv kuvvatlar nobudgarchiliklarning yigin-dilari topiladi.
- 7) Elektr ta'minotining kurilayotgan tuguni buyicha 1000 Voltdan yukori bulgan istemolchilarning soni, nominal kuvvati, urtacha va xisobiy yuklamalari buyicha umumiy natijalar aniklanadi.

Tanishib chikilgan xisobiy yuklamaning aniklash uchun usuli buyicha quyidagi xulosalar kilish mumkin:

a) Tartibiga solingan diagrammalar usuli universal bulib, uni xar turli uch fazali va bir fazali, xar xil ish rejimli (davomli, takrorlanuvchi kiska mudatli va kiska muddatli) istemolchilarning xisobiy yuklamalarini aniklashda ishlatish mumkin;

b) Xar xil gurux istemolchilari uchun ishlatilish koeffitsientining kiymati uzgarmas bulib, guruxdagi istemolchilari soniga boglik emas, bu esa gurux istemolchilari-ning urtacha yuklamasini ishonchli kiymatini aniklash imkoniyatini beradi;

v) Biror agregatning ish rejimini uzgarishini inobatga olish uchun uning ishlatilish koeffitsienti kiymatini uzgartiladi;

g) Xisoblab topilgan urtacha yuklama kiymatini ekspluatatsiya jarayonida olingan kursatgichlar bilan solishtirish imkoniyati mavjud;

d) Elektr ta'minoti tizimidagi xisobiy yuklamani urtacha kuvvat va maksimum koeffitsienti asosida aniklashda extimollar nazariyasining asosiy kursatmalaridan foydalanilgan.

#### **YUklamalarning chukki kiymatlarini aniklash.**

YUklamaning chukki kiymati deganda, 1-2 sekund davom etadigan tokning maksimal kiymati tushuniladi. Asinxron yuritgichning chukki toki - bu uning ishga tushirish toki bulib, nominal tokka nisbatan karraligi mashina pasportida kursatiladi.

$$I_r = I_{\text{Ish}} = \lambda I_H$$

Bu erda  $\lambda = \frac{I_{\text{Ish}}}{I_H}$  - ishga tushirish tokining karraligi;  $I_H$  - elektr yuritgichini nominal

toki,  $I_{\text{Ish}}$  - ishga tushirish toki, A.

Agar tarmokga 2 dan 5 tagacha elektr yuritgichlar ulansa, chukki tok quyidagicha topiladi:

$$I_r = I_{\text{isht}} + \sum_1^{n-1} I_H$$

Bu erda  $I_{\text{isht}}$  - ishga tushirish toklarning eng kattasi, A;

$\sum_1^{n-1} I_H$  - eng katta ishga tushirish tokli istemolchidan boshqa barcha elektr yuritgichlarning nominal toklarini yigindisi, A.

Agar gurux istemolchilarining soni beshdan ortik bulsa chukki tokni aniklashda ushbu munosabatdan foydalaniladi:

$$I_r = I_{\text{isht}} + (I_x - K_i I_{\text{nm}})$$

Bu erda  $I_{\text{isht}}$  - ishga tushirish toklarning eng kattasi, A;

$I_x$  - istemolchilar guruxining xisobiy toki, A;

$I_{\text{nm}}$  - ishga tushirish toki katta bulgan elektr yuritgichning nominal toki, A (UD=100% ga keltirilgan);

$K_i$  - ushbu elektr yuritgichning ishlatilish koeffitsienti.

Ayrim istemolchining eng katta ishga tushirish toki ma'lum bulmasa kuyidagi

kursatmalaridan foydalanish mumkin:

- 1) Kiska tutashgan rotorli asinxron yuritgichlar va sinxron mashinalar uchun ishga tushirish tokining kiymati nominal tokning besh karraligiga teng deb olish mumkin;
- 2) Uzgarmas tok elektr yuritgichlari va fazaviy rotorli asinxron yuritgichlar uchun ishga tushirish tokining kiymatini nominal tokning 2,5 karraliga teng kilib olish tavsiya etiladi;
- 3) Pech va payvandlash transformatorlarining ishga tushirish toki sifatida nominal tokning (UD=100% ga keltirilmagan) uch karraligini olish mumkin;
- 4) Kontaktli payvandlash kurilmalarining ishga tushirish kuvvati taxminan nominal kuvvatning (pasportdagi UD uchun) uch karraliga teng deb olish mumkin.

### **Sexlarning elektr tarmoklari.**

Sex elektr tarmoklarining sxemalari elektr istemolchilarning kuvvatlari, ularning soni, joylanishi va boshka omillarga boglik bulgan xolda,

- elektr ta'minoti tizimi istemolchilarning toifalariga karab kerakli darajadagi ishonchlilikni ta'minlashi;
- ekspluatatsiya sharoitida kulay bulishi;
- kapital sarfi, rangli metallarni ishlatilishi, ekspluatatsiya xarajatlari va energiyani nobudgarchiligi buyicha texnik - ikdisodiy kursatgichlari optimal bulishi;
- elektr tarmoklari mantajida industrial va tezkor usul-larni joriy kilish imkoniyati bulishi kerak.

Sex ichkarisida ta'minlovchi va taksimlash tarmoklari mavjud bulib, ular transformator podstansiyasining kichik kuchlanishli shinalarini taksimlash shkaflari (TSH), taksimlagich shina utkazgichlari yoki katta kuvvatli istemolchilar bilan boglaydilar. Ayrim xollarda ta'minlovchi tarmoklar BTM (blok transformator magistral) sxemasida bajariladi. (rasm 10.1 a, b)

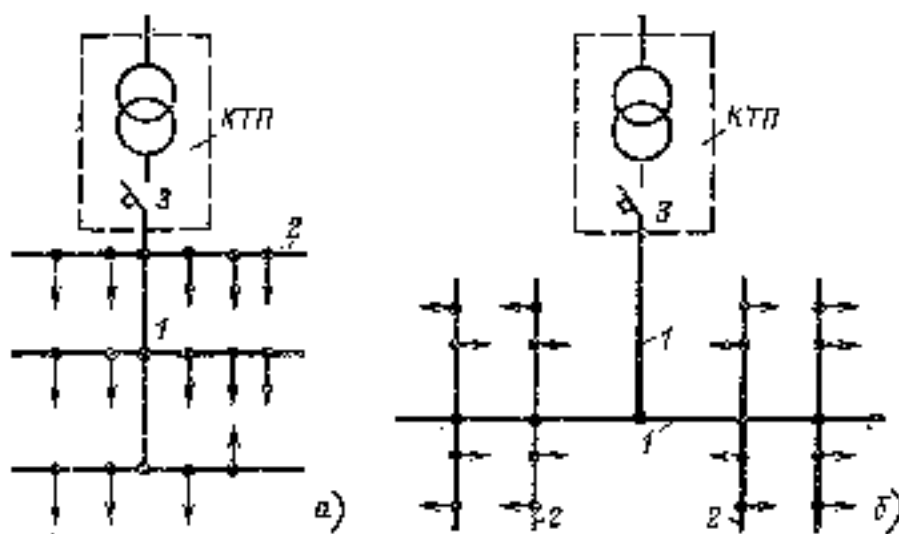


Рис. 10.1

1-ta'minlovchi magistral; 2-taksimlovchi shina utkazgichlari.

Sex ichkarisidagi taksimlash tarmoklari orkali istemolchilarga energiya bevosita uzatiladi. Taksimlash tarmoklari taksimlovchi shina utkazgichlari va taksimlash shkaflari orkali bajariladi.

Sex ichkarisidagi elektr tarmoklarining tuzilishi buyicha radial, magistral va aralash sxemalarga bulish mumkin. Radial sxemalarda katta kuvvatli istemolchilar TP dan chikadigan maxsus liniyalari orkali elektr energiyasini kabul kiladilar (rasm 10.2).

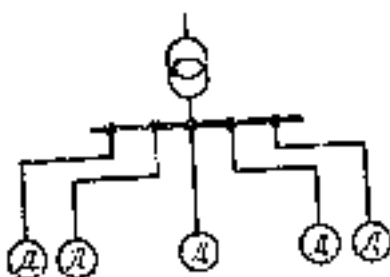


Рис. 10.2

Radial tarmoklar odatda utkazgich yoki kabel liniyalari orkali bajariladi. Radial sxemani avzalligi, uning yukori darajadagi ishonchliklarni ta'minlashi va kiska tutashuv toki mikdorini ozligidir. Kamchiliklari esa quyidagilardan iborat: kup mikdorda utkazgich materiallar, trubalar, taksimlash shkaflarining sarflanishi; ishlatiladigan ximoya va kommutatsiya apparatlar sonining kupligi; tarmoklarni texnologik jarayonlari uzgarishiga moslashuvining chegaralanganligi; yukori darajadagi industrialashgan montaj texnologiyalarini ishlatilolmasligi.

**Magistral sxemalar** korxona maydonida tekis taksimlangan istemolchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda keng ishlatiladi (rasm 10.1 a, b).

Magistral sxemalar kuyidagi xarakterli xususiyatlarga ega:

1. Magistral sxemaning ishonchligini darajasi radial sxemaga nisbatan past xisoblanadi, chunki magistral buzilganda barcha istemolchilar energiya man'basidan uziladi.
2. Urnatiladigan apparatlarning ozligi va montaj ishlarining arzonligi xisobiga magistral tarmoklarni tayyorlash radial tarmoklarga nisbatan arzon tushadi.
3. Magistral sxemalarni shinali utkazgichlar asosida industrial usullari bilan tez va oson yigish mumkin.
4. Magistral tarmoklarning kiska tutashuv toklari katta buladi, lekin ulardagi kuchvat va kuchlanish nobudgarchiliklari radial tarmoklardagiga nisbatan kam buladi.

Amaliyotda sex istemolchilarining energiya ta'minotida magistral va radial sxemalari aralash ishlatiladi va xar xil toifali istemolchilarning ishonchlilikga kuyiladigan talablari koniktiriladi.

### **Sex elektr tarmoklari kuchlanishini tanlash**

1000 Volgacha bulgan sex elektr tarmoklarida kuyidagi kuchlanishli uch fazali tizimlar ishlatilish mumkin. 127-220; 220-380; 380-660,V

Kuchlanish 127 va 220 V bulgan uch fazali tizimni elektr ta'minoti uchun ishlatilsa elektr energiyasini nobudgarchi-ligini mikdori katta buladi va rangli metallning sarfi kup buladi. SHuning uchun bunday tizimlar fakat er osti kurilmalarida ishlatiladi. Sanoat korxonalarining elektr ta'minotida 220-380V tizim eng kup tarkalgan. Sex podstantsiyasidagi kuch transformatorlarning ikkilamchi chulgamlari yulduz sxemasida ulaniladi. Bunday xolda faza liniyalari aro kuchlanish 380 V bulsa, nol va faza liniyalari orasidagi kuchlanish 220V ni tashkil etadi. Kuchlanishi 220-380 V tizimni ishlatilganda yoritish uskunolari va elektr yuritgichlarni bir tizimga ulash mumkin.

Sex maydonining yuza birligiga tugri keladigan solishtirma yuklama mikdori katta bulgan xollarda kuchlanishi 380-660 V bulgan uch fazali tizim ishlatiladi. Bunday tizim boshkalariga nisbatan kuyidagi afzalliklarga ega:

1. Kuchlanishi 660 V bulgan sex tarmoklari uchun ranli metall kam ishlatiladi; bunday tarmoklarda elektr energiyasining nobudgarchiligi 380 V li tarmoklarga nisbatan oz buladi.
2. Kuchlanishi 660 V bulgan elektr yuritgichni 380 V li tarmokga ulash mumkin. Buning uchun yuritgichning chulgamlarini uchburchak sxemasida ulash kifoya.
3. Elektr yuritgichlarning kuchvati 600-700 kVt atrofida bulganda, ularni 660 V kuchlanishga tayyorlansa, kurilmaning texnik-iktisodiy kursatgichlari eng optimal bulish isbotlangan.
4. Agar 660 V kuchlanish kabul kilinsa sex podstantsiyalarida katta kuchvatli transformatorlarni (2500 kVA gacha) ishlatish mumkin.

SHu bilan birga kuchlanishi 660 V li tarmoklarning kuyidagi kamchiliklari mavjud:

1. YOritish kurilmalarini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun maxsus 0,66/0,22 transformator urnatish kerak, buladi.
2. Kuchlanishni ulchash zanjirlari uchun kushimcha 660/100 Voltli kuchlanish transformatorini ishlatish tugri keladi.

## 9-MA`RUZA

**Mavzu: Elektr ta'minoti tizimlarining ishonchliligini ta'minlovchi.**

### **I. Ma`ruza rejasi:**

- 1.Elektr ta'minoti tizimida kiska tutashuv.
- 2.Qisqa tutashuv jarayonining difersial tenglamasi va uning echimi.
- 3.Zarb koeffitsienti. Davriy tashkil etuvchi tokning boshlangich effektiv kiymati.
- 4.Qisqa tutashuv zanjirining parametrlarini aniklash.
- 5.Almashtirish sxemalari. K.t. tokini aniklash.

### **II. Tayanch so'zlar va iboralar:**

Kiska tutashuv, neytral, uta kuchlanish, uzgich, buylanma karshilik, tuyinish, differensial tenglama, induktivlik, aperiodik, fazalar farki, oniy kiymat, zarb toki, parametr, bazaviy kuvvat, ketma-ket, parallel, uchburchak.

### **III. Maqsad:**

Talabalarda fan to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda ma'lum yo'nalishlarni tanlash ko'nikmasini berish.

### **IV. Mavzuni va alohida savollarni o'rganish uchun foydalanilgan va tavsiya etilayotgan adabiyotlar ro'yxati:**

- 1.Elektrotexnicheskii spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obsh. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
- 2.Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
- 3.Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metody v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
- 4.Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
- 5.Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vеща shkola, 1984-192s.
- 6.Elektricheskie sistemy. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/Pod red. V.A. Venikova – M.: Vьs shkola, 1981 y. 288 s.
- 7.Dillon B. Sinix CH. Injenernye metody obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
- 8.Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
- 9.Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
- 10.Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Vьsi. SHk. 1984-256s.
- 11.Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
- 12.Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vьssh. SHk. 1989-151s.
- 13.[www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
- 14.[www.energsoyuz.spb.ru](http://www.energsoyuz.spb.ru).

### **V. Mustaqil tayyorgarlik/o'z-o'zini tekshirish uchun savol va topshiriqlar**

- 1.Kiska tutashuvga ta'rif bering.
- 2.K.t. sodir bulish sabablari nimalardan iborat ?
- 3.K.t. tokini xisoblashdagi cheklanishlarni tushuntirib bering.
- 4.K.t. jarayonining differensial tenglamasi echimlarni tashkil etuvchilarini tushuntiring.
- 5.K.t. zanjirining parametrlarini kanday formulalar asosida aniklanadi ?.
- 6.K.t. zanjirlarining natijaviy karshilikni aniklash usullarini tushuntirib bering.

### **VI. Matn**

Kiska tutashuv deganda, normal ish xolatida uchramaydigan, fazalar aro tutashuv yoki neytral nuktasi zaminlangan tizimlarda, bir va undan kup fazalarni er bilan tutashuvi tushuniladi. Uch fazali tizimida kuyidagi KT lar bulishi mumkin:

1. Uch fazali kiska tutashuv-uchta fazaning bitta joyda va bir vaktida uzaro tutashuvi.
2. Ikki fazali kiska tutashuv - uch fazali tizimda ikkita fazaning bevosita tutashuvi.
3. Bir fazali kiska tutashuv-neytrali zaminlangan uch fazali tizimda bitta fazasining erga tutashuvi.

Kiska tutashuv sodir bulishiga asosiy sabablar, bu - izolyasiyaning mexanik shkastlanishi - er ishlari jarayonida kabelni ishdan chikishi; chinni izolyasiyalarni sinishi; xavo liniyalari ustunlarini yikilishi; eskirish, ya'ni izolyasiyalash xususiyatlarini yomonlashuvi; izolyasiyani namlanishi; atmosfere-rada sodir bkladigan uta kuchlanishdan fazalarni birikishi; xar xil utkazgich materiallar bilan fazalarni koplanishi; operativ kommutatsiyalar jarayonida xatoliklarga yul kuyilishi v.x.k.

K.t. sodir bulgan, zanjirlarda tokning mikdori keskin ortadi va tizimning ayrim joylarida kuchlanish kamayib ketadi. K.t. bulgan nuqtalarda yoy xosil bulishi natijasida apparatlar, mashinalar va boshka kurilmalar tula yoki kisman buziladi. K.t. joyiga yaqin bulgan utkazgichlar, izolyatorlar va elektr mashinalarining chulgamlariga katta mexanik kuchlar ta'sir etadi. YUkori mikdordagi toklar natijasida utkazgichlarni kizishidan kabel tarmoklarida, tarkatish kurilmalarida va elektr ta'minoti tizimining boshka elementlarida yongin chikishi mumkin. Kuchlanishni pasayishi mexanizmlarning normal ish xolatini buzilishiga, yuritgichlar va agregatlarni tuxtashiga olib keladi. K.t. elektroenergetika tizimiga katta salbiy ta'sir kursatib, generatorlarning parallel ishlashini buzilishiga va sistemaning barkarorligi izdan chikishiga olib kelish mumkin. K.t. okibatlarini kamaytirish uchun tizimning shikastlangan kismini tezkor ishlaydigan uzgichlar orkali jadallik bilan uchirishi zarur. Barcha elektr apparatlari, elektr kurilmalarining tok utkazuvchi kismlarini shunday tanlash kerakki, ular utish jarayonidagi katta mikdorli k.t. toklarga bardosh bera olishsin. Buning uchun k.t. toklarni tugri xisoblash va uning mikdoriga karab elektr apparatlari va kurilmalarni tanlash maksadga muvofikdir.

K.t. tokining ta'sirini kamaytirishda generatorlarni kuzgatish toklarini avtomatik rostlashning axamiyati katta bulib, ular avariya xolatlarda kuchlanishni kerakli mikdorini ushlab turish imkonini beradi.

Elektr ta'minoti tizimida bir fazali k.t. eng kup sodir buladi. Kam uchraydigani va eng xafli - uch fazali k.t. bulib, elektr kurilmalarini tanlash jarayonida ushbu k.t. toki xisoblanadi. K.t. tokini xisoblaganda kuyidagi cheklanishlar kabul kilinadi:

1. Uch fazali tarmoklar simmetrik;
2. Mavjud elektr man'balari elektr yurituvchi kuchlarining fazalari bir xil;
3. Xavo va kabel tarmoklarida sigimlar xisobga olinmaydi;
4. Elektr ta'minoti tizimi elementlari fakat buylanma aktiv va induktiv karshiliklardan iborat;
5. K.t. tokining man'balari vazifasini turbo va gidroge-neratorlar, sinxron kompensatorlar va yuritgichlar, asinxron mashinalar utaydilar;
6. Magnit tizimlarida tuyinish sodir bulmaydi;
7. Barcha elektr stansiyalardagi sinxron generatorlar kuzgatish tokini rostlovchi avtomatik kurilmalar bilan jixozlangan.

Bu cheklanishlar xisobiy k.t. tokini aniklashni osonlashtiradi va kup bulmagan joiz xatoliklarga olib keladi.

Elektr ta'minoti tizimidagi utish jarayonlarining ichida eng xavfli uch fazali kiska tutashuvdir. Ma'lumki, induktiv va aktiv karshiliklardan tuzilgan elektr zandiridagi utish jarayoni birinchi darajali differensial tenglama bilan yoziladi. Bunday tenglamaning echimi ikki tashkil etuvchidan iborat bulib, biri - erkin tashkil etuvchisi, ikkinchisi - turgun xolat tashkil etuvchisi.

Birinchi tashkil etuvchisini topish uchun differatsial tenglamani ung tomonini nolga tenglab echiladi va u vakt utishi bilan yukolib boradi. Uni aperiodik tashkil etuvchi deyiladi. Ikkinchi xususiy echim bulib, majburiy rejimdagi tokni belgilaydi va uning kiymatini aniklashda differetsial tenglamani ung tomonini, ya'ni elektr manbasini, xisobga olib echiladi va turgun xolat uchun tok aniklanadi.

Ketma-ket ulangan aktiv karshilik  $Z$  va induktivlik  $L$  lardan tuzilgan elektr zanjirini elektr manbasiga ulangandagi jarayon kuyidagi differensial tenglama bilan tavsiflanadi:

$$ir + L \frac{di}{dt} = u \quad 11.1$$

Bu erda  $i$ ,  $u$  - tok va kuchlanishlarning oniy kiymatlari. Ushbu tenglamaning echimi k.t. tokini mikdorini beradi. Agar zanjir stabil sinusoidal man'bag'a ulansa:

$$i_k = i_n + i_a = I_{n \max} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k) + i_{a0} e^{-\frac{t}{T}} \quad 11.2$$

$i_a$ - davriy tashkil etuvchisi.

$i_a$ - aperiodik tashkil etuvchi

$I_{n \max}$  - turgun xolatida sinusoidal kiska tutashuv tokining maksimal kiymati.

$\omega=2\pi f$  - uzgaruvchan tokning burchak chastotasi

$\alpha$  - sinusoidal kuchlanishga ulanish fazali.

$\varphi_k$ - k.t. tokini  $i_k$  bilan manba kulanishi u ora-sidagi fazalar farki ( $\varphi_k \approx 90^\circ$ ).

$i_{a0}$  - aperiodik tashkil etuvchining  $t=0$  vaktdagi kiymati.

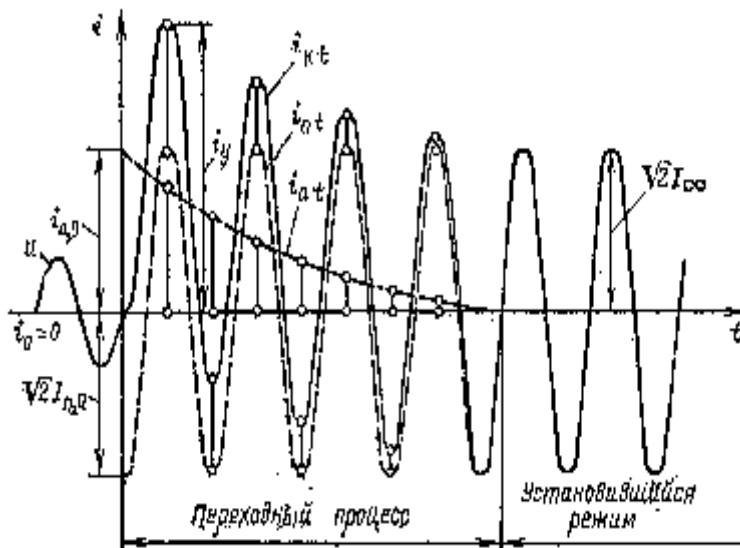
$$T\text{-vakt doimiyliigi} \quad T = \frac{L}{r} = \frac{X_L}{\omega r}$$

Agar k.t. kuchlanishning noldan utayotgan vaktida bulsa, ya'ni  $\alpha=0$  bulsa,  $t=0$  xolat uchun (11.2) dan

$$I_{n \max} \sin(-90^\circ) + i_{a0} = 0 \quad \text{yoki} \quad i_{a0} = I_{n \max} \quad 11.3$$

Rasm 11.1 da k.t. toki va uning tashkil etuvchilarining vakt buyicha uzgarish egri chiziklari kursatilgan. Davriy va aperiodik tashkil etuvchilarning yigindisi k.t. tokining vakt buyicha uzgarish egri chizigini beradi.

Kiska tutashish tokining eng katta oniy kiymatini zarb toki deb ataladi va k.t.



Рисм 11.1.

boshlanganidan yarim davr utgandan sung, ya'ni  $t=0,01\text{S}$  da, sodir buladi. U xolda (11.2) dan (11.3) ni inobatga olib quyidagi munosabatni yozishimiz mumkin.

$$i_3 = I_{n\max} \sin(180^\circ + 0 - 90^\circ) + I_{n\max} e^{-\frac{0.01}{T}} = I_{n\max} (1 - e^{-\frac{0.01}{T}}) = K_3 I_{n\max} = K_3 \sqrt{2} I_{n0} \quad 11.4$$

Bu erda  $K_3$  - zarb koeffitsienti bulib, u zarb tokining mikdorini davriy tashkil etuvchining maksimal qiymatidan necha marotaba kattaligini kursatadi. Kuchlanishi 1000V dan yukori bulgan elektr tarmoklari uchun  $K_3=1,8$ . U xolda (11.4) dan

$$i_3 = 1.8 I_{n\max} = 1.8 \sqrt{2} I_{n0} \quad 11.5$$

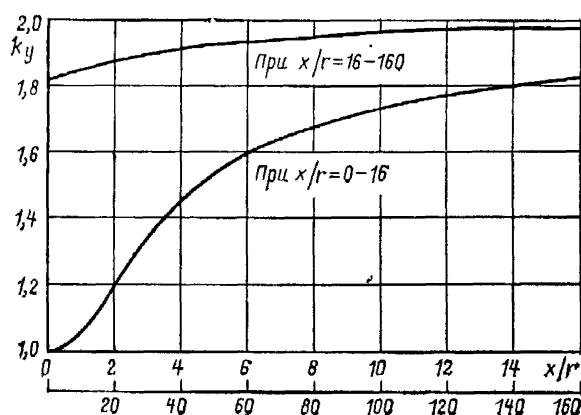


Рис. 11.2

Bu erda  $I_{n0}$  - davriy tashkil etuvchi tokining boshlangich effektiv qiymati. Kiska tutashuv birinchi davridagi effektiv qiymatini eng katta effektiv k.t. toki deyiladi va u quyidagicha aniqlanadi.

$$I_y = I_{n0} \sqrt{1 + 2(K_3 - 1)^2} \quad 11.6$$

$K_3$  koeffitsientining mikdori k.t. zanjirining aktiv va induktiv qarshiliklarining qiymatlariga bog'liq (rasm 11.2).

Kiska tutashuv tokini hisoblashda quyidagi belgilashlar xam ishlatiladi:

$I^{11}=I_{n0}$ - k.t. tokining davriy tashkil etuvchisining boshlan-gich effektiv qiymati.

$I_{0,2}$  - k.t. tokining  $t=0,2$  s dagi oniy qiymati.

$I_k = I_{\infty}$ - k.t. tokining turgun rejimi uchun effektiv qiymati.

$S_{0,2}$  - k.t. kuvvatining  $T=0,2$  s dagi qiymati.

### Kiska tutashuv zanjirining parametrlarini aniqlash.

K.t. tokini topish uchun elektr ta'minoti tizimining normal sharoitiga mos keladigan bir liniyalik hisoblash sxemasi tuziladi va undagi energiya man'balari parallel ulangan deb qaraladi. Hisoblash sxemasida barcha man'balari (generatorlar, sinxronlar kompensatorlar, katta kuchvatli sinxron va asinxron mashinalar, energosistemalar), transformatorlar, xavo va kabel liniyalari, reaktorlar kursatiladi. Hisoblash sxemasi asosida almashtirish sxemasi tuziladi. Unda tizimdagi

barcha elementlarning karshiliklari kursatiladi va k.t. toki aniklanishi kerak bulgan nukta belgilanadi.

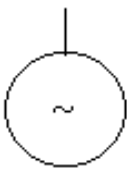
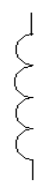
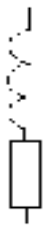
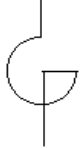
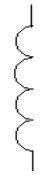
Generatorlar, katta kuvvatli transformatorlar, xavo liniyalari, reaktorlar almashlash sxemada induktiv karshilik sifatida kursatiladi. Kuchlanishi 6-10 kV bulgan kabel liniyalar, kuvvati 1600 kV.A va undan kichik bulgan transformatorlar almashlash sxemada aktiv va induktiv karshiliklar deb olinadi. Barcha karshiliklar nomli yoki nisbiy birliklarda olinishi mumkin.

K.t. tokini xisoblashda kuchlanish va kuvvatning bazoviy mikdorlari kabul kilinadi. Bazoviy kuchlanish sifatida k.t. toki xisoblanayotgan nuqtaning urtacha kuchlanishini olish mumkin. Bu esa kuyidagi kiymatlardan biri bulishi mumkin:

$U_6 = 230; 115; 37; 105; 63; 3,15; 0,4; \dots 0,23 \text{ kV}$

Bazoviy kuvvat tarikasida 100 yoki 1000 MV.A olinadi. Elektr ta'minoti tizimi ayrim elementlarining karshiliklarini aniklash formulalari kuyidagi jadvalda keltirilgan.

Jadval 11.1

| Elektr<br>elementi                                                                                   | krilma<br>sxemasi                                                                   | Xisoblash formulalari                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                      |                                                                                     | Nomli birliklarda, Om                                                                                                                                                                                              | Nisbiy birliklarda                                                                                                                                                                                                 |
| Generator<br>       |    | $X = \frac{x_d \%}{100} \frac{U_6^2}{S_{HOM}}$                                                                                                                                                                     | $X_* = \frac{x_d \%}{100} \frac{S_6}{S_{HOM}}$                                                                                                                                                                     |
| Energosistema<br> |  | $X = \frac{U_6^2}{\sqrt{3} I_{y3, HOM} U_{yp}} \text{ yoki}$ $X = \frac{U_6^2}{S_k} \text{ yoki}$ $X = X_{c, HOM} \frac{U_6^2}{S_{HOM}}$                                                                           | $X_* = \frac{S_6}{\sqrt{3} I_{y3, HOM} U_{yp}} \text{ yoki}$ $X_* = \frac{S_6}{S_k} \text{ yoki}$ $X_* = X_{c, HOM} \frac{S_6}{S_{HOM}}$                                                                           |
| Transformator<br> |  | $X = \frac{u_k \%}{100} \frac{U_6^2}{S_{HOM}}$ <p>Aktiv karshilik xisobga olinganda</p> $r = \frac{P_k U_6^2 10^{-3}}{S_{HOM}^2}$ $X = \sqrt{u_{*k}^2 - \left(\frac{P_k}{S_{HOM}}\right)^2} \frac{U_6^2}{S_{HOM}}$ | $X_* = \frac{u_k \%}{100} \frac{S_6}{S_{HOM}}$ <p>Aktiv karshilik xisobga olinganda</p> $r_* = \frac{P_k S_6 10^{-3}}{S_{HOM}^2}$ $X_* = \sqrt{u_{*k}^2 - \left(\frac{P_k}{S_{HOM}}\right)^2} \frac{S_6}{S_{HOM}}$ |
| Reaktor<br>       |  | $X = x_p \frac{U_6^2}{U_{yp}^2}$                                                                                                                                                                                   | $X_* = x_p \frac{S_6}{U_{yp}^2}$                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                             |                                                                                   |                                                                       |                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Liniya<br> |  | $x = x_0 l \frac{U_6^2}{U_{yp}^2}$ $r = r_0 l \frac{U_6^2}{U_{yp}^2}$ | $x_* = x_0 l \frac{S_6}{U_{yp}^2}$ $r_* = r_0 l \frac{S_6}{U_{yp}^2}$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|

11.1 jadvalga ilova. Sn- elektr uskunaning tula nominal kuvvati (generatorni, transformatori, energosistemani), MV.A; Sb - bazaviy kuvvat, MV.A; Sk - energosistemani kt kuvvati, MV.A; Iuz.n - uzgichni nominal uzish toki, kA; X\*<sub>sn</sub> - energosistemani nisbiy nominal karshiligi; uk - transformatori kt. kuchlanishi; Xr-reaktorni karshiligi, Om; Rk- transformatori kt nobudgarchiligi, kVt; ch<sub>o</sub>, x<sub>o</sub> - liniyani 1 km uzunligiga tugri keladigan aktiv va induktiv karshilik; L - liniyani uzunligi, km; Ub - bazaviy kuchlanish, kV; Uur -elektr uskunaning urnatilgan joyidagi kuchlanishning urtacha kiymati, kV; Xd - generatorning uta utish induktiv karshiligi.

Sxema elementlarining boshlangich parametrlar Xd %, Ik%, Rk, Xo, CHo katologlar yoki ma'lumotnomalardan aniklanadi. K.t. Almashtirish sxemasida k.t. nuqtasigacha bulgan natijaviy karshilikni aniklashda quyidagi uzgartishlar ishlatiladi:

1) Karshiliklarni ketma-ket ulanganda

$$X_{ekv} = X_1 + X_2 + \dots + X_n \quad 11.7$$

2) Karshiliklar parallel ulanganda

$$X_{\text{эKB}} = \frac{1}{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \dots + \frac{1}{X_n}} \quad 11.8$$

3) Uchburchakdan yulduzga utishda ishlatiladigan munosa-batlar:

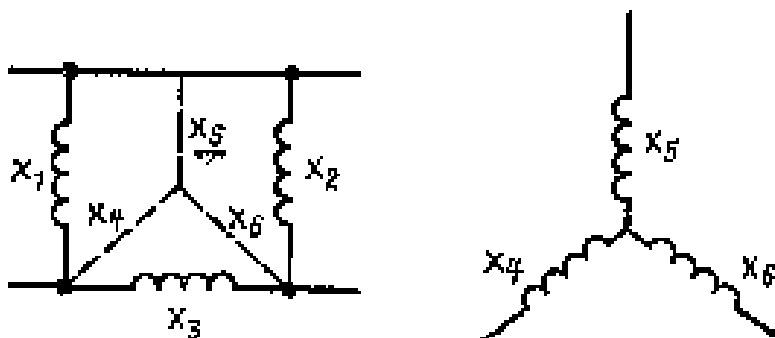


Рис. 11.2

$$X_4 = \frac{X_1 X_3}{X_1 + X_2 + X_3}; \quad X_5 = \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2 + X_3}; \quad X_6 = \frac{X_2 X_3}{X_1 + X_2 + X_3} \quad 11.9$$

4)YUlduzdan uchburchakga utishda ishlatiladigan formulalar:

$$X_1 = X_4 + X_5 + \frac{X_4 X_5}{X_6}; \quad X_2 = X_5 + X_6 + \frac{X_5 X_6}{X_4}; \quad X_3 = X_4 + X_6 + \frac{X_4 X_6}{X_5} \quad 11.10$$

Almashtirish sxemasida uzgartirishlar manbadan k.t. nuktasiga tomon olib beriladi.

Agar karshiliklar nisbiy birliklarda xisoblangan bulsa, k.t. toki kuyidagicha aniklanadi:

$$I_{n0} = \frac{I_6}{X_{*H}} \quad \text{yoki} \quad I_{n0} = \frac{I_6}{Z_{*H}}; \text{ Bu erda} \quad I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_{yp}}$$

$X_{*n}$  - k.t. nuktasidan manbagiga bulgan natijaviy karshilik;

Uur- k.t. sodir bulgan nuktadagi urtacha kuchlanish.

Agar manba kuchlanishi uzgarmas bulsa, ya'ni  $X_{*n} \geq 3$  munosabat bajarilganda,

$$I_{n0} = I_n = I_k$$

Xisoblash nomli birliklarda olib berilganda KT toki kuyidagicha aniklanadi.

$$I_{n0} = \frac{U_{yp}}{\sqrt{3}X_H} \quad 11.11$$

Bu erda Uur-k.t sodir bulgan joydagi kuchlanishning urtacha kiymati, kV;  $X_H$  - natijaviy tula karshilik, Om xisoblashda aktiv karshilik xam inobatga olinsa.

$$I_{n0} = \frac{U_{yp}}{\sqrt{3}Z_H} \quad 11.12$$

Bu erda

$$Z_H = \sqrt{X_H^2 + R_H^2} \quad - \text{ natijaviy tula karshilik}$$

K.t. tokining mikdoriga karab elektr apparatlari, izolyatorlar, shina va kabellar kabul kilinadi.

**INFORMATSION – USLUBIY TA’MINOT**  
**Foydalaniladigan asosiy darsliklar va ukuv kullannmalar ruyxati**  
**Asosiy darsliklar va ukuv kullannmalar**

1. Elektrotexnicheskii spravochnik: T. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii./ pod obsh. Red. professorov MEI.-M: Izdatelstvo MEI.2004,964s.
2. Gud YU.B. Teoriya nadejnosti v elektroenergetike: Ucheb. Posobie dlya VUZov-L: Energoatomizdat 1990-208s.
3. Fokin YU.A. Veroyatnostno- statisticheskie metodi v raschetax sistem elektrosnabjeniya M. Energoatomizdat 1985-240s.
4. Fokin YU.A. Tufanov V.A. Otsenka nadejnosti sistem elektrosnabjeniya. M. Energoizdat, 1981-224s.
5. Zorin V.V. Teslenko V.V. Kleppel F. Adler G. Nadejnost sistem elektrosnabjeniya. Kiev: Vesha shkola, 1984-192s.

**Kushimcha adabiyotlar**

1. Elektricheskie sistemi. Matematicheskie zadachi elektroenergii. Uchebnik dlya studentov VUZov/Pod red. V.A. Venikova – M.: Vis shkola, 1981 y. 288 s.
2. Dillon B. Sinix CH. Injenernie metodi obespecheniya nadejnosti sistem: Per. angel-M: «Mir» 1984-318s.
3. Endreni Dj. Modelirovanie pri raschetax nadejnosti v elektroenergeticheskix sistemax: Per. s angl./ Pod red. YU. N. Rudenko. M. Energoatomizdat 1983
4. Guk YU.B. Analiz nadejnosti elektroenergeticheskix ustanovok. L. Energoatomizdat. 1988.
5. Kitushin V.G. Nadejnost energeticheskix sistem: Ucheb. Posobie dlya elektroenergetik. spets. VUZov.- M. Visi. SHk. 1984-256s.
6. Rozanov M.N. Nadejnost elektroenergeticheskix sistem. M. Energoatomizdat. 1984-200s.
7. Fokin YU.A. Nadejnost i effektivnost setey elektricheskix sistem. M. Vissh. SHk. 1989-151s.
8. [www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
9. [www.energsoyuz.spb.ru](http://www.energsoyuz.spb.ru).