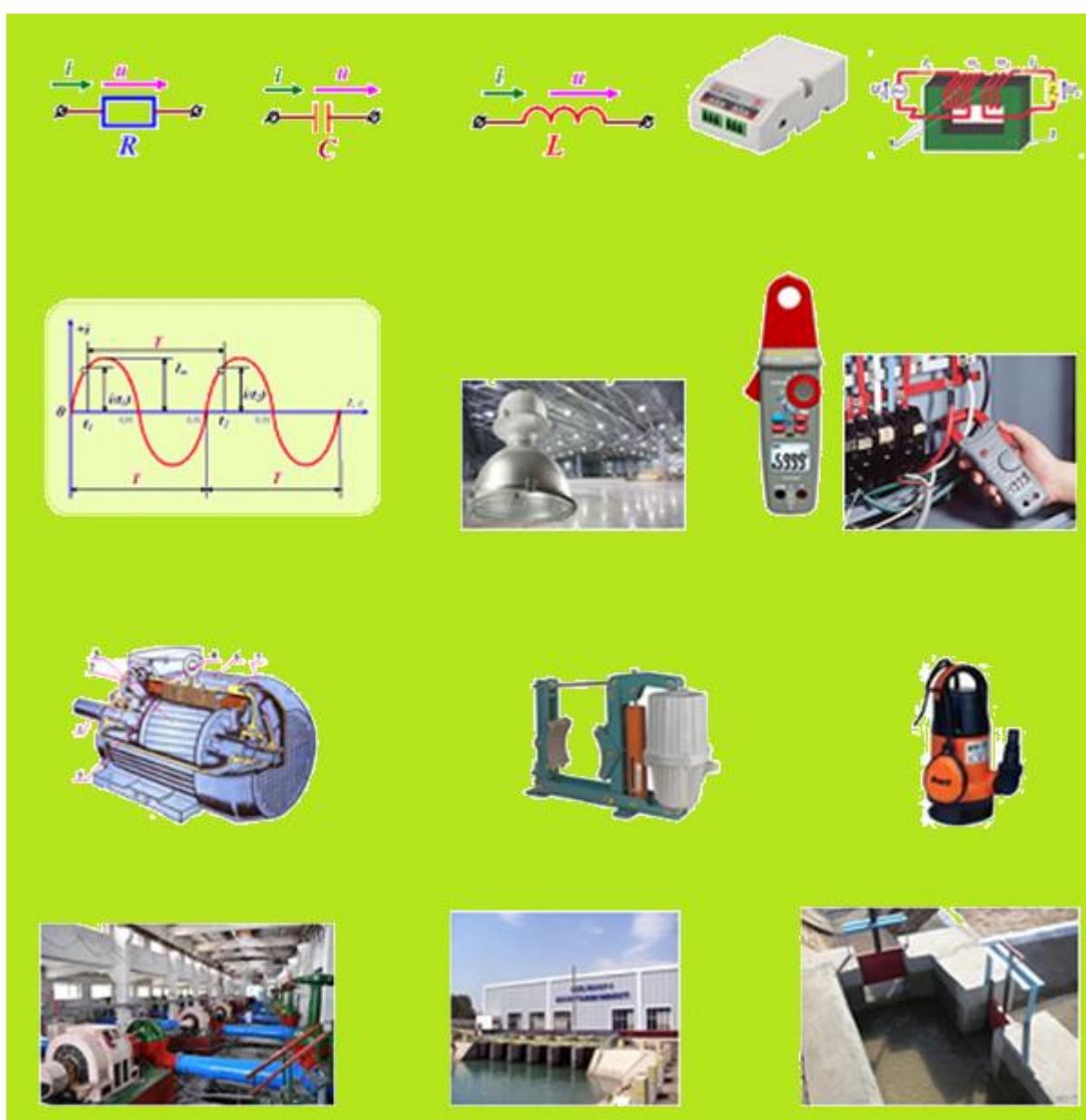


Icmailov Astan Ibragimovich
Bokiyev Abdujolol Abdulxamitovich

ELEKTROTEKNIKA. ELEKTR YURITMA



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

**A.I. Ismailov
A.A. Bokiyev**

ELEKTROTEHNIKA. ELEKTR YURITMA
fanidan

O‘QUV QO‘LLANMA

531100 – Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va
boshqarish (suv xo‘jaligida)

Toshkent – 2018

Ushbu o'quv qo'llanma 531100 – Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (suv xo'jaligida) noelektrik bakalavriat ta'lim yo'nalishida naxsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.

Elektr zanjirlarini o'rganishga bag'ishlangan birinchi bobda o'zgarmas tok zanjirlari, bir va uch fazali sinusoidal tok zanjirlari va ularni xisoblash" mavzulari o'rin olgan.

Elektr o'lchashlar va elektr yoritishni o'rganishga bag'ishlangan ikkinchi bobda esa metrologiya va elektr o'lchashlar, yoritgichlar va yoritish usullari haqida umumiy tushunchalar berigan.

Elektronika asoslarini o'rganishga bag'ishlangan uchiinchi bobda elektronika asoslari, mikroprotessorlar, zamonaviy elektronika jihozlari, elektron kuchaytirgichlar haqida umumiy tushunchalar o'rin olgan.

Transformatorlarni o'rganishga bag'ishlangan to'rtinchi bobda esa transformatorlarning tuzilishi va ishlashi, transformator chulg'amalarini ulash guruxlari, transformatorlarning parallel ishlashi, maxsus transformatorlar xamda elektr ta'minoti haqida umumiy tushunchalar berigan.

O'zgarmas va o'zgaruvchan tok elektr mashinalarini o'rganishga bag'ishlangan beshinchi bobda o'zgarmas tok mashinalari. O'zgarmas tok generatorlari va ularning xarakteristikalarini, o'zgarmas tok dvigatellari, ularning xarakteristikalarini va tezliklarini rostlash, asinxron dvigatellarning tuzilishi, ishlashi va turlari, maxsus o'zgaruvchan tok mashinalari, sinxron mashinalarning tuzilishi va ishlash tarzi, sinxron generatorlar va ularning xarakteristikalarini, sinxron dvigatellar va ularning xarakteristikalarini haqida umumiy tushunchalar berigan.

Elektr yuritma. elektr yuritma mexanikasini o'rganishga bag'ishlangan oltinchi bobda elektr yuritma xaqida asosiy tushunchalar, ish mashinalarning mexanik xarakteristikalarini, elektr yuritmalarning ish rejimlari, elektr dvigatellarning qizishi va sovushi, elektr yuritmalarni xisoblash va tanlash haqida umumiy tushunchalar berigan.

Rele kontaktli, mikroprotessorli boshqarish jihozlari. texnologik jihozlarning elektr yuritmalarini o'rganishga bag'ishlangan ettinchi bobda rele kontaktli boshqarish jixozlari, mikroprotessorli elektr yuritmalar, nasos agregatlari elektr yuritmasi va ularni boshqarish, to'siqlarni ochib-yopish va daryo tubi cho'kindilarini tozalash qurilmalari elektr yuritmasi va ularni boshqarish haqida umumiy tushunchalar berigan.

Kirish

2017–2021 yillarda O‘zbekistonni rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha harakatlar strategiyasi qabul qilinib, unda prinsipial jihatdan yangi mahsulot va texnologiya turlarini o‘zlashtirish, shu asosda ichki va tashqi bozorda milliy tovarlarning raqobatbardoshligini ta‘minlash; iqtisodiyotda energiya va resurslar sarfini kamaytirish, ishlab chiqarishga energiya tejaydigan texnologiyalarni keng joriy etish, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish, iqtisodiyot tarmoqlarida mehnat unumdorligini oshirish; sug‘oriladigan erlarning meliorativ holatini yanada yaxshilash, melioratsiya va irrigatsiya ob‘ektlari tarmoqlarini rivojlantirish, qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarish sohasiga intensiv usullarni, eng avvalo, suv va resurslarni tejaydigan zamonaviy agrotexnologiyalarni joriy etish, unumdorligi yuqori bo‘lgan qishloq xo‘jaligi texnikasidan foydalanish kabi dolzarb vazifalar belgilangan.

Shu ma‘noda Oliy o‘quv yurtlarini yangi, zamonaviy pedagogik usulblar bilan takomillashtirilgan o‘quv adabiyotlari bilan ta‘minlash, oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagog kadrlar tayyorlash faoliyatini yanada takomillashtirish borasida ham O‘zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi palatalarining qarorlari, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmonlari, qarorlari, Vazirlar Mahkamasining farmoyishlari, qarorlari qabul qilinib, ularni bajarish bo‘yicha qator tadbirlar amalga oshirilmoqda.

O‘z navbatida agrar sohada elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish, bunda elektr jihozlarini tanlash, ekspluatatsiya qilish, ularga servis xizmati ko‘rsatish darajasini yaxshilashga yo‘naltirilgan ishlar ayniqsa e‘tiborga loyiq.

Noelektrik mutaxassisliklar bakalavriat ta‘lim yo‘nalishlari talabalari uchun mo‘ljallangan ushbu o‘quv qo‘llanmani tayyorlashda sohaning etuk olimlari A.S.Karimovning “Elektrotexnika va elektronika asoslari”, S.Majidovning “Elektrotexnika”, “Elektr mashina va elektr yuritma” o‘quv qo‘llanmalari asos qilib olindi. Ushbu qo‘llanmalarda berilgan materiallar keyingi yillarda ilm-fan

sohasida erishilgan natijalar va ularning ishlab chiqarishda joriy etilish darajasi asosida to'ldirilib, takomillashtirildi.

Bundan tashqari ayrim boblarni shakllantirishda professorlar O.O.Hoshimov, S.F.Amirov, U.T.Berdievlar muallifligidagi darslik va o'quv qo'llanmalarda keltirilgan materiallardan foydalanildi.

Agrar sohaning material-texnik bazasini takomillashtirish muammolari, shu jumladan yonilg'i-energetika resurslaridan samarali foydalanish masalalari hozirgi kunning dolzarb muammolaridan bo'lib, sohaga malakali kadrlar tayyorlash, bu borada o'quv jarayonlarini zamonaviy uslublar asosida tashkil etish, yangi o'quv adabiyotlari bilan ta'minlash ushbu muammoning echimlaridan biri xisoblanadi.

Fan va texnologiyalarning rivojlanishi natijasida agrar soxaga yangi texnikalar, texnologiyalar, agrotexnika va mehnatni tashkil qilish usullari, qishloq xo'jalik texnikalarining elektr yuritmaligi yangi turlari kirib keladi. Bu esa o'z navbatida joylarda malakali kadrlar ta'minotini yaxshilash, ularning zamonaviy texnologiyalarni o'zlashtirishlari borasida malakalarini oshirib borishlari uchun shart-sharoitlar yaratilishini talab etadi

Ma'lumki hozirda qishloq xo'jalik maxsulotlarini etishtirish va tegishli joyga etkazib berishda faqat organik yonilg'ida ishlaydigan mobil texnika vositalaridan foydalanilmoqda, demak, ta'minotda o'zlash bo'lganda barcha bunday texnika vositalari to'xtaydi. Shu ma'noda texnik xizmatlar tarkibini diversifikatsiyalash maqsadida kelajakda texnika vositalarining bir qismi elektr energiyasida harakatlanishga o'tkazilishi, barcha injenerlik mutaxassisliklari o'quv jarayonida elektroenergetika o'quv yuklamalarini shu yo'nalishda takomillashtirish maqsadida qayta ko'rib chiqish maqsadga muvofiq.

1 bob.

ELEKTR ZANJIRLARI

1.1. Fanga kirish. “Elektrotexnika. elektr yuritmalari” to‘g‘risida umumiy ma’lumotlar

Reja:

- 1.1.1. Ishlab chiqarish qurilmalari, elektr dvigatellar, elektrik, noelektrik parametrlarni elektr asboblari va qurilmalar yordamida o‘lchash va nazorat qilish, elektr energiyani boshqa energiya turlariga o‘zgartirish.
- 1.1.2. Elektrotexnikada elektr va magnit hodisalari
- 1.1.3. Suv xo‘jaligi sohasidagi injenerlar uchun elektrotexnikaning ahamiyati.

1.1.1. Ishlab chiqarish qurilmalari, elektr dvigatellar, elektrik, noelektrik parametrlarni elektr asboblari va qurilmalar yordamida o‘lchash va nazorat qilish, elektr energiyani boshqa energiya turlariga almashtirish.

XIX asrda, ayniqsa uning birinchi yarmida qator dunyo olimlari tomonidan olib borilgan faol tadqiqotlar natijalari asosida nazariy va amaliy elektrotexnika rivojlandi. Aynan shu davrlarda tokning issiqlik ta’siri, elektr va magnit maydonlari orasidagi bog‘lanish, elektrodinamik hodisalar kashf etildi.

XIX asrning ikkinchi yarmida esa o‘zgaruvchan tok dvigatellarini yaratish bo‘yicha izlanishlar olib borildi. Shuningdek, katta quvvatli energiya manbalarini yaratish va elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish masalalarida tadqiqot ishlari avj oldi. Aynan shu davr elektrotexnika taraqqiyoti ikkinchi bosqichining boshlanishi bo‘lib, bunda sanoat ahamiyatiga ega bo‘lgan elektrotexnikaga asos solindi.

O‘zgaruvchan tok energiyasini uzoq masofalarga uzatish masalasi transformatorlarni yasash nazariyasini ishlab chiqishga olib keldi. Birinchi yasalgan transformatorlarning o‘ziyiq kuchlanishni 100 va hatto 1000-2000 Voltgacha kuchaytirib bera olar edi. 1.1-rasm.



1.1.1-rasm. O‘zgaruvchan tok energiyasini uzoq masofalarga uzatish.

XIX asrning oxirlariga kelib uch fazali o'zgaruvchan tok hosil qilindi va uning asosiy iste'molchisi bo'lmish uch fazali asinxron dvigatel kashf etdi. Hozirgi kunda esa butun dunyodagi elektr dvigatellarining asosiy qismini asinxron dvigatellar tashkil etadi. 1.2-rasm.



1.1.2-rasm. Uch fazali asinxron dvigatel va uning turlari.

XX asr radio va yarim o'tkazgichlar texnikasining paydo bo'lishi, televideniening kashf egilishi, avtomatika va telemexanikaning taraqqiy etishi, mikroelektronika va energetikaning yuqori suratlarda o'sishi, integral sxemalarning va atom energiyasining kashf etilishi va taraqqiyoti bilan chambarchas bog'liqdir.

Umuman, elektrotexnikaning yutuqlaridan xalq xo'jaligining barcha sohalarida foydalaniladi. Ayniksa, xalq xo'jaligini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish sohalarida erishilgan yutuqlarni elektrlashtirishsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Shuning uchun elektrotexnikaning va uning sohasi bo'lmish elektroenergetikaning o'sish sur'atlari xalq xo'jaligining elektr energiyasiga bo'lgan talabidan doimo ustun bo'lishi kerak

Elektrotexnika va elektroenergetika sohasidagi tadqiqotlarning samarasi o'laroq yakka generatorlarning quvvagi tobora ortmoqda. Hozirgi vaqtda quvvati 500, 640 MVt bo'lgan gidrogeneratorlar,- quvvati 800, 1200 MVt bo'lgan turbogeneratorlar va quvvati 1000 MVt bo'lgan reaktorlarni ishlab chiqarish to'la o'zlashtirilgan. Bunday katta quvvatli elektr energiyasini uzatish uchun 500, 750, 1150 kV kuchlanishli o'zgaruvchan tok uzatish liniyalari ishlab turibdi natijada transformatorlarni 3-5 million Volt kuchlanish bilan tekshirish imkoniyati yaratildi. 1.3-rasm.

Hozirda ishlab chiqarishni boshqarish sistemasini avtomatlashtirish, asosan, elektrotexnik va yarim o'tkazgichli hamda mikroretsessorli asboblardan foydalanish bilan hal etilmoqda. Shuning uchun bo'lajak

injenerlar halq xo'jaligining turli sohalaridagi vazifalarni samarali xal etishlari uchun ixtisosligi elektrik bo'lmagan xolda xam etarli darajada elektrotexnik bilimga va tayyorgarlikka ega bo'lishlari talab etiladi.



1.1.3-rasm. Zamonaviy nazorat-o'lchov asboblarning qo'llanilishi.

Bugungi kunda O'zbekiston elektr energiyasi tarmog'ida 45 elektrostansiya mavjud bo'lib, ularning umumiy quvvati 12,5 ming MVtni tashkil qiladi. Ushbu quvvatning 12,1 ming MVti «O'zbekenergo» tizimidagi elektr stansiyalari tomonidan, qolganlari esa kichik avtonom yoki gidroelektrostansiyalar tomonidan ishlab chiqariladi.

Ushbu ishlab chiqarilayotgan elektr energiyani ehtiyojga ko'ra turli elektr jihozlari yordamida boshqa energiya turlariga almashtirib tegishli texnologik jarayonlar amalga oshiriladi. Xususan, elektr energiyasining yorug'lik effektidan foydalanishda turli rusumdagi yoritgichlardan foydalaniladi.

1.4-rasm.



1.1.4-rasm. Turli rusumdagi yoritgichlar va ularning qo'llanilishi

Elektr tokining issiqlik ta'siri - elektr zanjirlaridagi qarshilik tabiati jihatidan mexanikadagi ishqalanishga o'xshaydi, chunki o'tkazgichda elektr tokini hosil qiluvchi erkin elektronlarning ilgarilanma harakati elektronlarning o'tkazgich ichida atomlar yoki molekulalar bilan qo'shimcha to'qnashishiga sabab bo'ladi. To'qnashishlar (ishqalanishlar) natijasida mexanik energiya issiqlik energiyasiga aylanib (bunda ishqalanish kuchini engish uchun ma'lum bir ish bajariladi), o'tkazgich (sim) qiziydi. [1]

Om qonuniga binoan $U = I \cdot R$ ekanligini hisobga olsak, tokning R qarshilikli zanjir kismida bajargan ishi quyidagini tashkil etadi:

$$A = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1.1.1.)$$

(1.1) formula Lens-Joul konunining analitik ifodasidir.

Elektr tokining issiqlik ta'siridan elektr yoritish, elektr payvandlash, elektr metallurgiya, elektr qizitish, shuningdek, avtomatik nazorat asboblari foydalaniladi. Ammo elektr dvigatellarda, transformatorlarda va manba bilan iste'molchini birlashtiruvchi uzatish simlarida bu issiqlik zararlidir. Chunki bunda elektr energiyasining bir qismi issiqlik energiyasi tarzida isrof bo'ladi. Shuning uchun elektr simlarning ko'ndalang kesimini uning qizish darajasidan kelib chiqib tanlash muhim ahamiyatga ega. Hozirda elektr tokining issiqlik ta'siri yirik ishlab chiqarish korxonalarida (metallurgiya, kon-tog' qayta ishlash va x.k.) maxsus texnologik jarayonlarda yuqori haroratda maxsulotlarga ishlov berishda qo'llaniladi.

O'tkazgichdan elektr toki o'tishi natijasida hosil bo'lgan issiqlik o'tkazgichni qizitib, atrof-muhitga tarqaladi. Elektr toki ajratib chiqargan issiqlik miqdori tashqi muhitga tarqalayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'lganda, o'tkazgichda issiqlik muvozanati yuzaga keladi. SHu o'tkazgichda turg'un harorat yuzaga keladi, Bu harorat berilgan o'tkazgich (sim) uchun chegaraviy qizish harorati hisoblanadi. [1,2]

Chegaraviy qizish haroratidan o'tganda o'tkazgichning harorati tashqi muhit haroratidan yuqori bo'ladi.

Simlarning ortiqcha qizishi ularning izolyasiyasiga zarar etkazishi, ochiq simning mexanik xususiyatlarini pasaytirib yuborishi mumkin. Qizigan izolyasiya sovuq izolyasiyaga karaganda tezroq ishga yaroqliligini

yo'qotib, elektr mashinalari va apparatlarining xizmat muddatini keskin qisqartiradi. Elektr simlarning ortiqcha qizib ketmasligi uchun ma'lum qo'ndalang kesimga ega bo'lgan o'tkazgichdan o'tadigan uzoq vaqtli turg'un yuklama tokining miqdorini aniqlash kerak bo'ladi.

Amaliy hisoblashlarda turli ko'ndalang kesimga ega bo'lgan elektr simlar chegaraviy yuklama toklarining qiymatlari ko'rsatilgan tayyor jadvallardan foydalaniladi.

Elektr energiyasining issiqlik effektidan foydalanishda esa turli rusumdagi qizdirgichlardan foydalaniladi. 1.5-rasm.

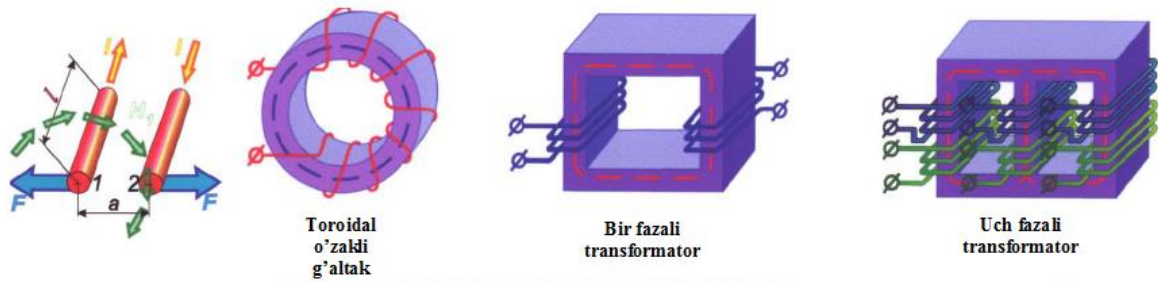


1.1.5-rasm. Elektr isitish jihozlari.

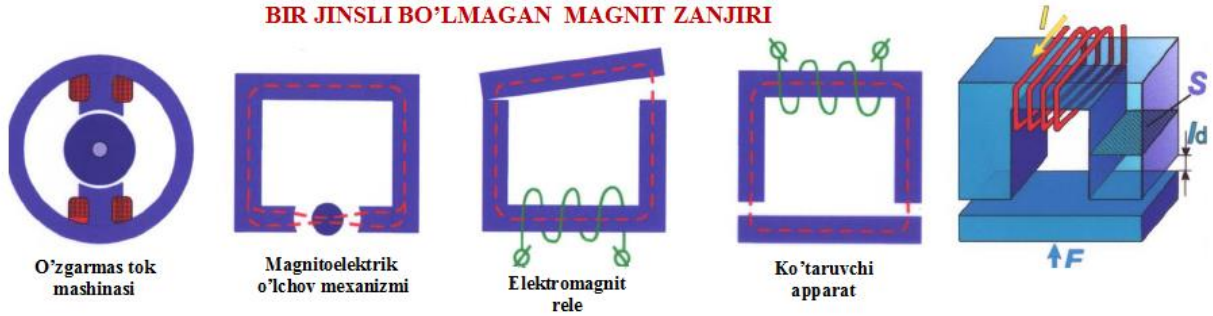
Elektr energiyasining elektromagnit effektidan foydalanishda turli rusumdagi elektr mashinalaridan foydalaniladi. 1.6-rasm.

Elektr energiyasining elektromagnit effektida toroidal o'zakli g'altak, bir fazali transformator, uch fazali transformator, o'zgarmas tok mashinasi, magnitoelektrik o'lchov mexanizmi, elektromagnit rele, ko'taruvchi apparatlar ishlaydi.

BIR JINSLI MAGNIT ZANJIRI



BIR JINSLI BO'LMAGAN MAGNIT ZANJIRI



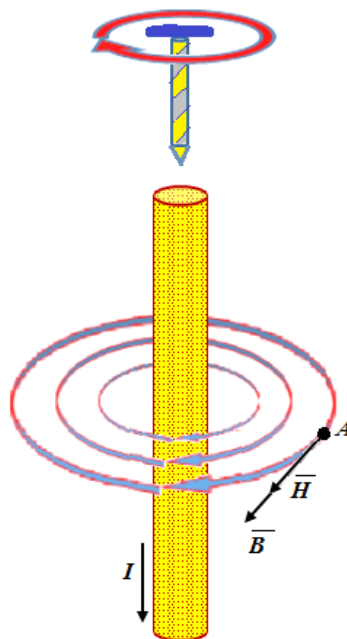
1.1.6-rasm. Elektr energiyasining elektromagnit effektida ishlaydigan jihozlar.

1.1.2. Elektrotexnikada elektr va magnit hodisalari

Magnit yurituvchi kuchlar (MYuK) ta'sirida hosil bo'lgan magnit oqimlari o'tishiga moslashgan ferromagnit materiallar va boshqa elementlar yig'indisi magnit zanjirini tashkil etadi. [1,2]

Magnit zanjirlaridagi elektromagnit jarayonlarni MYuK, magnit oqimi, magnit maydonning induksiyasi va kuchlanganligi kabi tushunchalar bilan izohlanadi. Ma'lumki, o'tkazgichdan tok o'tayotganda uning atrofida magnit maydoni hosil bo'ladi. Bu tok to'g'ri chiziqli yo'nalgan bo'lsa, uning magnit maydoni kuch chiziqlarining yo'nalishini ingliz olimi Maksvell tavsiya etgan o'ng parma qoidasi yordamida aniqlash mumkin. Agar parmaning harakati o'tkazgichdagi tok yo'nalishi bilan mos tushsa, u holda parma dastasi aylanma harakatining yo'nalishi magnit kuch chiziqlari yo'nalishini ko'rsatadi (1.7- rasm).

Elektr tokini hosil qiluvchi magnit maydoni magnit induksiyasi vektora (V) bilan xarakterlanadi. Bu vektor magnit maydoni kuch chiziklariga urinma bo'ylab yo'nalgan bo'ladi va u mazkur maydon intensivligini bildirib, uning ta'sir etish yo'nalishini ko'rsatadi. Berilgan S sirt orqali o'tgan magnit kuch chiziqlari to'plami shu sirt orqali o'tuvchi magnit oqimi F deyiladi.



1.1.7-rasm. O'ng parma qoidasi yordamida magnet maydoni kuch chiziqalarining yo'nalishini aniqlash.

Magnet oqimi bilan magnet induksiya orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$F = \int_S \bar{B} ds = \int_S B d \cos(\bar{B} d \bar{s}) \quad (1.1.2)$$

Magnet oqimi skalyar kattalik bo'lib, musbat va manfiy ishoralarga ega bo'lishi mumkin. Uning ishorasi V va ds orasidagi burchakka bog'liq bo'ladi.

Induksiya hamma nuqtalarida bir xil bo'lgan magnet maydoni bir jinsli maydon deyiladi. Bunday maydon uchun (1.2) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$F = B \cdot S \quad (1.1.3)$$

Si sistemasida magnet induksiya Tesla (Tl), magnet oqimi esa Veber (Vb) da o'lchanadi.

Magnet maydoni induksiya tashqari, maydon kuchlanganligi (1.8-rasm.) bilan ham xarakterlanadi. Uning o'lchov birligi A/m. Bu ikkala kattalik o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$B = \mu\mu_0 H = \mu_a H \quad (1.1.4)$$

Bu erda: μ - muhitning nisbiy magnit singdiruvchanligi;

$\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m}$ — vakuumning magnit singdiruvchanligi;

$\mu_a = \mu_0 \mu$ - muhitning absolyut magnit singdiruvchanligi.

Bir jinsli maydonda B va N larning yo'nalishlari o'zaro mos keladi. Magnit maydoni kuchlanganligi bilan mazkur maydonni yuzaga keltiruvchi toklar orasidagi munosabat to'la tok qonuni bilan ifodalanadi. Bu qonunga asosan magnit maydoni kuchlayganligidan berk kontur bo'yicha olingan chiziqli integral shu konturdagi to'la tokka teng bo'ladi:

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = \sum I \quad (1.1.5)$$

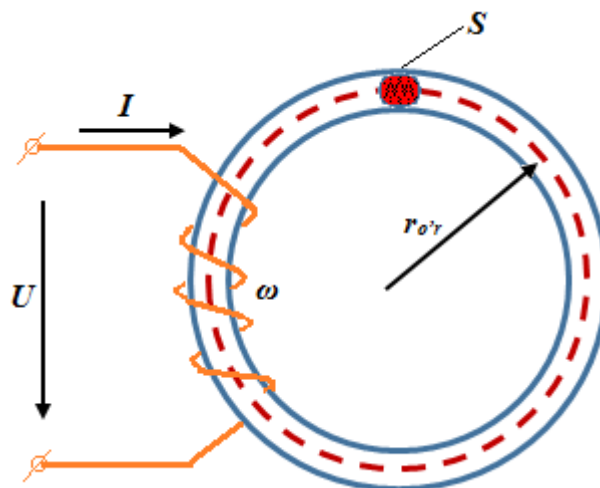
Biror berk konturdan o'tayotgan toklarning algebraik yig'indisi $\sum I$ – to'la tok deyiladi.

Masalan, oddiy magnit zanjiri uchun (1.8- raem) to'la tok qonuni quyidagicha yoziladi:

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = \sum I = H 2\pi r_{o'r} = IW \quad (1.1.6)$$

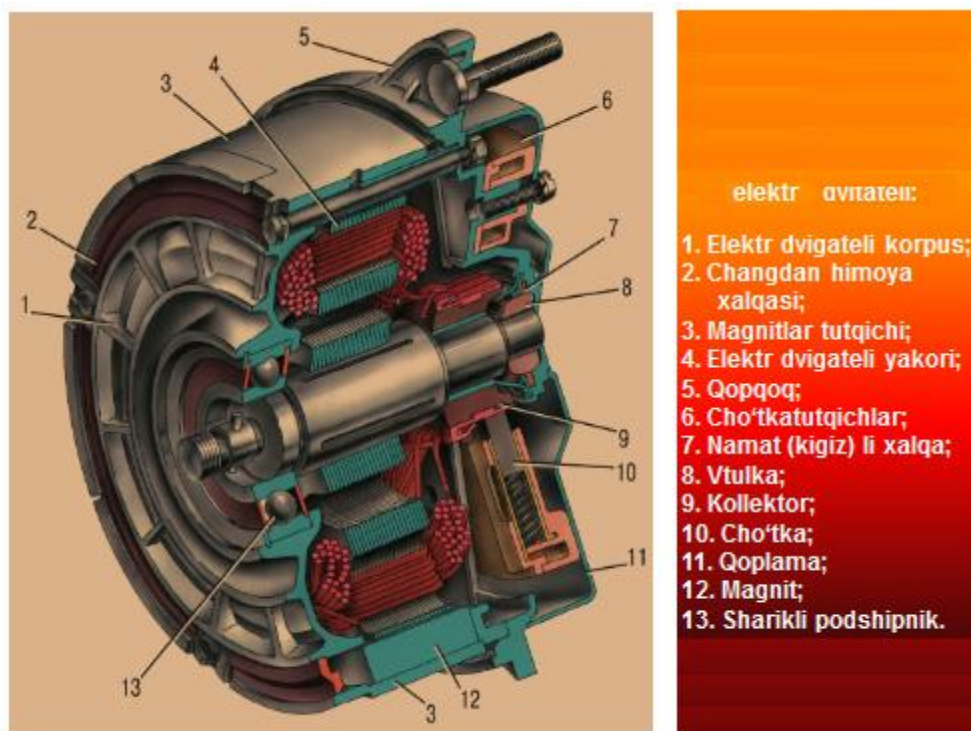
bu erda: $r_{o'r}$ - ferromagnit o'zakning o'rtacha radiusi;

$IW = G'$ — zanjirning magnit yurituvchi kuchi.



1.1.8-rasm. Magnit maydon kuchlanganligi

Hozirda qo'llanilayotgan elektr jihozlarning aksariyati aynan elktromagnit induksiya xodisasi asosida ishlaydi. Quyidagi elektr dvigateli ham xuddi shunday jihozlardan xisoblanadi. 1.1.9-rasm.



1.1.9-rasm. Elektr dvigateling qirqidagi ko'rinishi.

1.1.3. Suv xo'jaligi sohasidagi injenerlar uchun elektrotexnikaning ahamiyati.

Malumki, avvalgi davrlarda asosiy energiya iste'molchisi sanoat korxonalari hisoblanib, uning umumiy elektroenergetik balansidagi ulushi 35% gacha bo'lgan bo'lsa, xozirgi vaqtda asosiy energiya talabgorlari qatoriga alohida (maishiy – xo'jalik, tadbirkorlar va x.k.) iste'molchi sifatida qishloq joylarida yashash, usulining ijtimoiy qayta tuzilishi, agrar tarmoqda yangi xo'jalik yuritish shaklining rivojlanishi prinsip jihatdan yangi ijtimoiy yo'naltirilgan elektr iste'moli ob'ektlarini paydo qilmoqda.

Kichik fermer xo'jaliklari, mahalliy xom-ashyoni qayta ishlaydigan zavodlar, shaxsiy sektoridagi qulay yashash sharoitlari yaratilishi, yanada maishiy-xo'jalik elektr asbob-uskunalarini qo'llash, turar joylarda mikro iqlim yaratish qurilmalari va boshqalar kiradi.

O'zbekistonda qishloq joylarda yashovchi aholining yillik elektr energiyasi ist'emoli bir kishiga 580 kVt.s tashkil qiladi, rivojlangan

mamlakatlarda esa bu ko'rsatkich 3000 kVt.s gacha boradi. Bunday farq O'zbekiston aholisi uchun elektrlashganlik darajasini ko'tarish orqali yuqori darajali qulaylik yaratish zarurligini ko'rsatmoqda. Bu o'z navbatida muqobil energiya manbalaridan yanada keng miq'yosda foydalanish imkoniyatlarini yaratishni taqazo etadi.

Gidrotexnik inshootlar kurilishida yangi davr XIX asr oxiri va XX asr boshlarida, gidravlik turbinalar ixtiro kilingandan so'ng va sanoatga elektrning joriy kilinishi bo'lib, unga GESlar qurilishi xamda beton va temir betonning paydo bo'lishi kata ahamiyat kasb etdi.

Ushbu davrga kelib suv resurslarining barcha turlari gidroenergetik potensial sifatida karalib va uning potentsiali baxolandi. Markaziy Osiyoda gidroenergetika obektning birinchisi Boz suv GESi xisoblanadi. Bu GES Chirchik-Boz suv yo'lida qurilgan va 1926 yilda ishga tushirilgan. Kuvvati 4000 kVt.

Keyingi yillarda bu suv yulida bir necha GESlar qurilgan. Sirdaryoda esa irrigatsiya-energetika maksadlarga muljallangan. Kayroqqum, Farxod, CHordara gidrouzellari, Norin daryosida esa Uchkurg'on, Koradaryoda – Andijon, Chirchikda esa – Chorbog', Amudaryoda – Tuyamo'yin GESlari qurildi.

Dastlabki xisoblfrga ko'ra O'zbekiston Respublikasining gidroenergetik resurslarining xisoblangan yillik umumiy gidroenergetik imkoniyatlari turli tabiiy va texnologik isroflarni chiqarib tashlanganda - 15,0 mlrd. kVt/soatga yaqin bo'lib shundan kichik daryo, soy va irmoqlarning imkoniyatlari – 2,0 mlrd. kVt/soatga yaqin miqdorni tashkil qiladi.

Suv resurslari atrof muhitni kislorodga boyitadi, xududlarning flora va faunasiga ijobiy ta'sir qiladi. SHu ma'noda tabiiy qiyaliklar, irrigatsiya tizimlaridagi kanallarga quriladigan kichik GESlar tabiatga zarar keltirmaydi. Demak, O'zbekiston Respublikasining gidroenergetik resurslari hajmini kelajakda kichik gidroenergetikani rivojlantirish uchun etarli deb olib, ushbu maqsadlarga yo'naltirilgan innovatsiya loyihalari yuqori samarali deb xisoblash mumkin.

Kichik GESlar uchun ishlab chiqarilayotgan gidroagregatlar bosim va sarflarning keng diapazoniga mo'ljallangan bo'lib, propellerli, radial-o'qli va cho'mich turbinali shakllarda ishlab chiqariladi. Bundan tashqari komplekt tarkibiga generator va gidrogeneratorni avtomatik boshqarish tizimi xam kiradi. Mavjud texnik imkoniyatlarda 5l/s dan -100 l/s gacha diapazondagi suv sarfida kichik GESlarning quvvati 20 kVt dan 100 kVt gacha borishi mumkin. Maksimal suv sarfi 0,1 dan 100 m³/s gacha bo'lganda gidroagregatlarning birlik quvvati diapazoni esa 1 dan 1000 kVtgacha bo'lishi mumkin.

G'o'zani yomg'irlatib sug'orish. YOmg'irlatib sug'orish maxsus injenerlik qurilmalari yordamida amalga oshiriladi. Mazkur qurilmalar borib-kelib sug'oruvchi, o'z o'qi atrofida aylanuvchi, dalaga muqim o'rnatiluvchi kabi ko'rinishlarda bo'ladi (1.10-rasm).



a) dalaga muqim o'rnatilgan



b) keng elkali xarakatlanuvchi

1.1.10-rasm. Yomg'irlatib sug'orish qurilmalari.

XX-asrning 50-70 yillarida DDA-100 M tipidagi yomg'irlatish mashinalari keng qo'llanilgan. Ilgarilanma harakatlanuvchi "Voljanka" (Qashqadaryo viloyatida) va aylanma harakatlanuvchi "Fregat" (Jizzax viloyati Arnasoy tumanida) yomg'irlatish mashinalari amalda sinab ko'rilgan. Keyinchalik Toshkent va Sirdaryo viloyatlarida keng elkali "Kuban" yomg'irlatib sug'orish mashinalaridan foydalanilgan. Tajribalarda bunday mashinalar 60-80 gektardan kam bo'lmagan to'rtburchak shakldagi paxta maydonlaridagina yaxshi samara berishi isbotlangan.

Olimlar tomonidan mamlakatimiz sharoitida 350 ming gektarga yaqin maydonda yomg'irlatib sug'orish usulini qo'llash mumkinligi aniqlangan hamda keng elkali va statsionar tipdagi uskunalardan foydalanish tavsiya qilingan.

YOmg'irlatib sug'orish usulini keng qo'llasa bo'ladigan hududlar sifatida Jizzax, Samarqand va Toshkent viloyatlaridagi maydonlar ajratib ko'rsatilgan.

G'o'zani tomchilatib sug'orish. Suv tejevchi texnologiyalar orasida tomchilatib sug'orish usuli suvni kam ishlatilishi bilan alohida ajralib turadi. Bu usulda suv shlanglar yordamida bevosita ekinning ildiz qatlami yaqinida joylashgan tomizgichlarga ma'lum bosim ostida etkazib beriladi. Bunday sharoitda suv ham, oziqa moddalar ham behudaga sarf bo'lmaydi (1.11-rasm).

Tomchilatib sug'orilganda dalaning ekin joylashgan joylari bir xilda namlanadi, tuproqda ortiqcha namlik yuzaga kelmaydi, ildiz qatlamining namligi bir xilda ushlab turiladi va ekin o'z energiyasini hosil to'plashga sarflaydi. Bu usul boshqa sug'orish usullariga nisbatan hosildorlikni ortishi va hosil sifatini yaxshilanishi, suv, mehnat va boshqa resurslar sarfi kamligi bilan ahamiyatlidir. Tomchilatib sug'orishda suvning tuproqqa shimilib isrof bo'lishi, dalaning oxirida oqovaga tashlanishi bartaraf qilinadi. Natijada 20-50% suv tejiladi.

Tomchilatib sug'orilganda tuproq qotmaydi va kultivatsiya qilinmaydi, o'g'itlar suv bilan birga berilganligi bois mavsum davomida dalaga texnika kam kiradi. Tomchilatib sug'orishni quyidagi holatlarda ham bimalol qo'llash mumkin: murakkab relefli va nishabligi katta uchastkalarda; suv resurslari o'ta taqchil bo'lgan hududlarda; tuproq qatlami yupqa va suv shimilishi yuqori bo'lgan maydonlarda; suvni etkazib berish qimmatga tushadigan (suv nasoslar yordamida etkazib beriladigan) hududlarda; kam debetli suv manbalaridan (quduq va buloqlardan) sug'oriladigan hududlarda; ekinlarni sug'orish uchun tozalangan chiqit suvlarini ishlatish rejalashtiriladigan sharoitlarda.



AQSh



Turkiya



O'zbekiston

1.1.11-rasm. Tomchilatib sug'orish uskunalari yordamida sug'orilgan dalalar.

Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijalarini ko'rsatishicha, turli xil ekinlarni (paxta, meva, sabzavot) etishtirishda tomchilatib sug'orish usuli qo'llanilganda xuddi shu dalalarni odatdagi egatlab sug'orishga nisbatan 30-50 % gacha kam miqdorda suv ishlatilgan. Shuningdek mazkur dalalarda hosil etishtirish uchun sarflangan o'g'it (30-40 %), mehnat va moddiy resurslar (30-40 %) xarajatlarini ham tejalishiga erishilgan.

Yuqorida keltirilgan har ikki texnologiya bevosita elektr energiya iste'moli bilan bog'liq bo'lib, turli rusumdagi elektr jihozlari, boshqaruv va himoya vositalari, zamonaviy electron raqamli o'lchov vositalarini to'g'ri tanlash, samarali va xavfsiz ekspluatatsiya qilishni nazarda tutadi.

Nazorat savollari

1. Elektr energiyasining qishloq xo'jaligida qo'llanilishi.
2. Elektrotexnik jihozlar, qurilmalar va asboblari.
3. Elektrotexnikada elektr va magnit hodisalari
4. Elektr energiyasining elektromagnit effektida ishlaydigan jihozlar.
5. Suv xo'jaligi sohasidagi injenerlar uchun elektrotexnikaning ahamiyati.
6. Noelektrik kattaliklarni o'lchash va nazorat qilish.

I bob.

1.2. Chiziqli o'zgarmas tok zanjirlari va ularni xisoblash

- 1.2.1. O'zgarmas tok zanjiri elementlari, zanjirining muqobil sxemasi va elementlarning shartli belgilari.
- 1.2.2. Tok manbalari va elektr qarshiliklarni o'zaro ketma-ket, parallel va aralash ulash.
- 1.2.3. EYuK va kuchlanish.
- 1.2.4. Elektr o'tkazuvchanlik, Om, Joul – Lents va Kirxgof qonunlari.
- 1.2.5. Elektr tokining energiyasi va quvvati.
- 1.2.6. O'zgarmas tok zanjirlarini hisoblash.

1.2.1. O'zgarmas tok zanjiri elementlari, zanjirining muqobil sxemasi va elementlarning shartli belgilari.

Elektr zanjiri elektr toki uchun yo‘l hosil qiluvchi ob‘ekt va qurilmalarning majmui bo‘lib, undagi elektromagnit jarayonlar elektr yurituvchi kuch (EYuK), tok va kuchlanish tushunchalari bilan ifodalanadi.

Elektr zanjir holatini elektr toki va kuchlanish ifodalaydi. Elektr zanjirlarining grafik tasviri elektr sxema deb ataladi.

O‘zgaras to‘k – bu yo‘nalishi va qiymati vaqt bo‘yicha o‘zgarmaydigan tokdir. Demak, o‘zgaras tok – bu zaryadlangan zarrachalarning tartibli bir yo‘nalishdagi harakatidir.

Elektr energiya manba’i – EYuK ni qiymati, yo‘nalishi va ichki qarshiligining miqdori bilan tavsiflanadi.

Rezistordan o‘tayotgan tok bilan shu rezistorda hosil bo‘lgan kuchlanish orasidagi bog‘lanish elementning **Volt-Amper xarakteristikasi, (VAX)** deb ataladi.

EYuK manbai uchun manbaning ichki qarshiligi $R_{ICH} = 0$.

Tok manbai uchun manbaning ichki qarshiligi $R_{ICH} = \infty$.

Ikki tugun oraliq‘iga ketma-ket ulangan elementlardan iborat bir xil tok o‘tadigan zanjirning qismi **shahobcha** deb ataladi.

Kamida uchta shahobcha birlashgan nuqta esa, elektr zanjirining **tuguni** deyiladi.

Kontur – elektr zanjirining bir nechta shahobchalaridan o‘tuvchi berk yo‘l. [1,2]

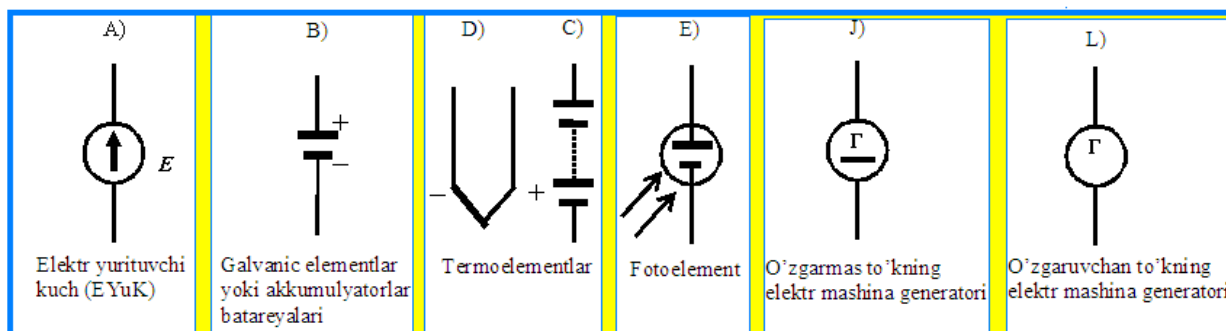
Oddiy xolda elektr zanjiri uch kismdan iborat buladi: energiya manbai, ste‘molchi, ulovchi simlar. Lekin umumiy xolda elektr zanjiri bir necha manbaiga va iste‘molchilarga ega bulishi mumkin. Real elektr zanjiri esa yukoridagi elementlardan tashkari ulab-uzuvchi (vЫklyuchatel) kurilmalari kontrol-ulchash priborlari, ximoya priborlari (prodexranitel) dan iborat buladi. Fakat chizikli elementlardan iborat zanjir - chizikli elektr zanjiri deb ataladi.

Shartli va grafik belgilari.

Elektr lampalari, kizdirish kurilmalari, elektroliz kurilmasi sxemalarda R karshilik kurinishida belgilanadi (1.1,a-rasm). Dvigatel va akkumulyator batarealari zaryad vaktida tok yunalishiga karshi EYUK ga ega buladi (protivo-e.d.s). Shuning uchun ular sxemada EYuK ga qarama-qarshi yunalishli

va ichki qarshiligi R bulgan manbaa kurinishida belgilanadi (1.1,B- rasm). EYUK ga ega bulgan zanjir kismi aktiv, ega bulmagan kismi passiv kism deyiladi.

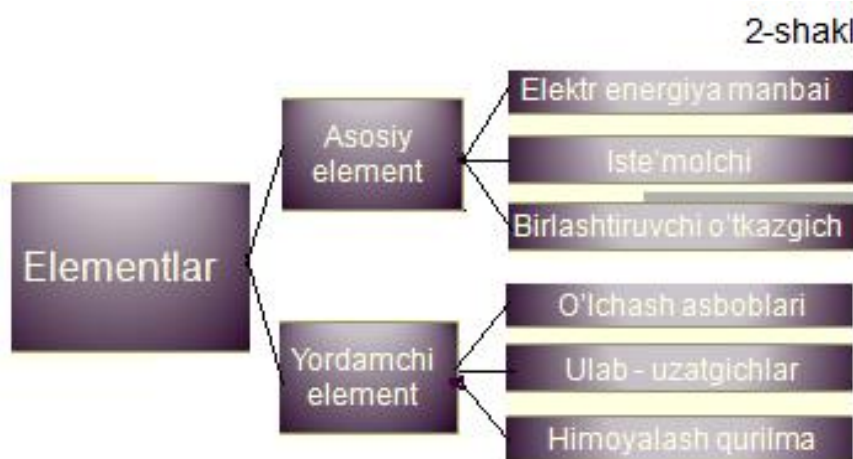
Elektr energiya manbaalariga galvanik elementlar va akkumulyator, termoelementlar; fotoelementlar; generatorlar misol bula oladi. Sanoatda asosiy elektr manbaai generator xisoblanadi.



1.2.1- rasm. Elektr energiyasini hosil qiluvchi turli manbalarning shartli belgilanishi

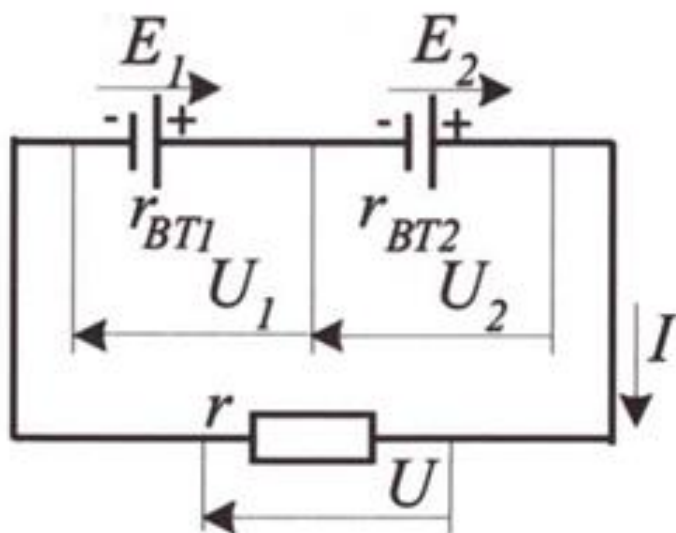
1.2.2. Tok manbalari va elektr qarshiliklarni o'zaro ketma-ket, parallel va aralash ulash.

Elektr zanjirlarni xisoblashda qulaylik uchun ular elektr sxemalar kurinishida kuriladi. Bunla energiya manbaasi doira bilan, qarshiliklar turtburchak bilan, ulovchi simlar esa tugri chiziklar bilan kursatiladi. Elektr zanjirlari asosiy va yordamchi elementlardan tashkil topadi. (2-shakl)



Qarshiliklarni (iste'molchilarni) ketma-ket ulash deb, bir qarshilikning oxirgi uchini ikkinchi qarshilikning bosh uchiga, ikkinchi

qarshilikning oxirgi uchini uchinchi qarshilikning bosh uchiga va hokazo birlashtirishga aytiladi. 1.2.2-rasm.



1.2.2-rasm. Qarshiliklar ketma-ket ulangan zanjir.

$E_{\text{Э}} = E_1 + E_2$	Zanjirning ekvivalent EYuKsi	(1.2.1)
----------------------------	-------------------------------------	---------

$r_{\text{Э}} = r + r_{BT1} + r_{BT2}$	Zanjirning ekvivalent qarshiligi	(1.2.2.)
--	---	----------

Qarshiliklari ketma-ket birlashtirilgan, ya'ni tarmoqlanmagan elektr zanjirining o'ziga xos xususiyati shundaki, unda tok o'tkazadigan bitta yopiq kontur bo'lib konturning barcha kismalaridan bir xil qiymatga ega bo'lgan tok o'tadi.

Bunday zanjirda unga berilgan kuchlanish — U zanjirning ayrim qismlaridagi kuchlanishlar pasayishining algebraik yig'indisiga teng (Kirxgofning II qonuniga asosan):

$$\begin{aligned}
 U_1 &= E_1 - I r_{BT1} - \text{Birinci manbaning qisqichlaridagi kuchlanish} \\
 U_2 &= E_2 - I r_{BT2} - \text{Ikkinchi manbaning qisqichlaridagi kuchlanish} \\
 U &= U_1 + U_2 - \text{IstemoIchining qisqichlaridagi kuchlanish}
 \end{aligned}
 \tag{1.2.3}$$

Bunday zanjirdagi tok Om qonuniga binoan quyidagicha ifodalanadi:

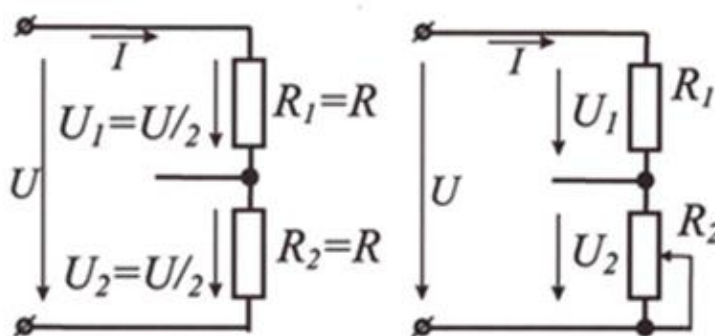
$$I = \frac{E}{r_{\text{Э}}} = \frac{E_1 + E_2}{r_{\text{Э}} + r_{BT1} + r_{BT2}}
 \tag{1.2.4}$$

Qarshiliklarni ketma-ket ulash elektrotexnikaning turli sohalarida uchraydi. Masalan, o'zgarmas tok dvigatelini ishga tushirishda ishga tushirish tokini cheklash maqsadida yakor bilan ishga tushirish reostati ketma-ket ulanadi. SHuningdek, aylanish tezligini rostlash maqsadida rostlash reostati qo'llanadi. Voltmetrga qo'shimcha qarshilikni ketma-ket ulash bilan uning o'lchash chegarasini kengaytirish mumkin. Manbalarni ham o'zaro ketma-ket ulash mumkin. Masalan, akkumulyator va batareya elementlarini o'zaro ketma-ket ulab, kerakli kuchlanishni hosil qilish mumkin.

Qarshiliklari ketma-keg birlashtirilgan zanjirning biron kismida uzilish sodir bo'lganida uning tamomila ishdan chiqishi qarshiliklarni ketma-ket ulash usulining asosiy kamchiligidir. [1]

Quyidagi ketma-ket ulangan zanjirlar misolida ekvivalent qarshilik, kuchlanishlar va tok qiymatlarining o'zaro munosabatlarini ko'rib chiqamiz.

1.2.3-rasm.



1.2.3-rasm. Qarshiliklar ketma-ket ulangan zanjirlar

**ekvivalent
(umumiy)
qarshilik**

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_2 = \sum_{k=1}^n R_k \quad (1.2.5)$$

**Zanjirdagi
tok**

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{U}{\sum R_k} \quad (1.2.6)$$

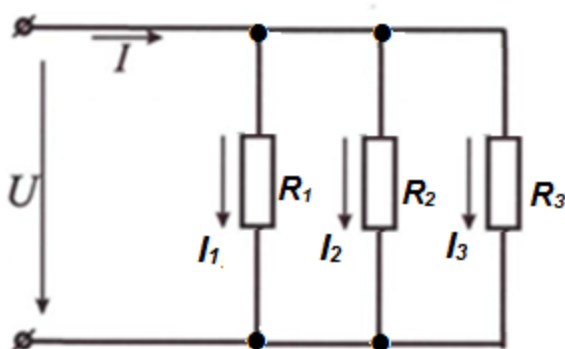
$$U_1 = I \cdot R_1 ; U_2 = I \cdot R_2 ; \quad (1.2.7)$$

**Bir qarshilik ozgarganda
kuchlanishni qayta
taqsimlanishi**

$$U = U_1 + U_2 \quad (1.2.8)$$

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2 \quad (1.2.9)$$

Qarshiliklarni (iste'molchilarni) parallel ulash deb, R_1, R_2, R_3 qarshiliklarning bosh uchlarini bir tugunga va ana shu qarshiliklarning oxirgi uchlarini ikkinchi tugunga birlashtirishga aytiladi (1.2.4-rasm.).



1.2.4-rasm. Qarshiliklar parallel ulangan zanjir.

Qarshiliklar parallel ulangan elektr zanjirining (*bunday zanjirlarni tarmoqlangan, yoki ko'p konturli elektr zanjarlari, deb ham atash mumkin*) o'ziga xos xususiyati zanjirga ulangan barcha qarshiliklar qismalaridagi kuchlanishning bir xil qiymatga ega bo'lishidir.

R_1, R_2, R_3 qarshiliklar bosh uchlarining ulanish nuqtalariga keluvchi tok I shu nuqtalardan (tugunlardan) tarqaluvchi I_1, I_2, I_3 toklarning yig'indisiga teng (Kirxgofning I qonuniga asosan):

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (1.2.10)$$

Yoki

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \dots + \frac{U}{R_n} = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) = U \cdot \frac{1}{R_e}; \quad (1.2.11)$$

Agar: $\frac{1}{R_1} = G_1; \quad \frac{1}{R_2} = G_2; \quad \frac{1}{R_3} = G_3; \quad \frac{1}{R_e} = G_e;$ bo'lsa, u xolda

$$I = U (G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n) \quad (1.2.12)$$

Agar $G_e = G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n$ bo'lsa, zanjirdagi tok quyidagicha ifodalanadi:

$$I = U \cdot G_e \quad (1.2.13)$$

Bu erda: $G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n$ - parallel tarmoqlarning o'tkazuvchanliklari, Sm;

G_e - - parallel tarmoqlarning ekvivalent o'tkazuvchanliklari, Sm;

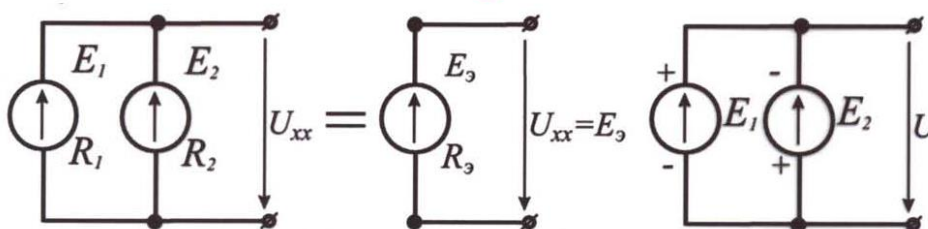
Demak, qarshiliklari parallel ulangan elektr zanjirining ekvivalent o'tkazuvchanligi (G_e) shu zanjir ayrim tarmoqlari o'tkazuvchanliklari $G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n$ ning yig'indisiga teng.

Agar elektr zanjiridagi parallel ulangan tarmoqlarning soni ikkita bo'lsa, ularning ekvivalent qarshiligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$R_E = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (1.2.14)$$

Qarshiliklari parallel ulangan zanjirning asosiy afzalligi shundaki, bunday zanjirning biron tarmog'ida uzilish sodir bo'lganida qolgan tarmoqlar normal ishlayveradi. Uning uchun ham elektr energiyasining iste'molchilari tarmoqqa, asosan, parallel usulda ulanadi.

Manbalarni parallel ulanishi



U_{xx} - salt ishlash kuchlanishi

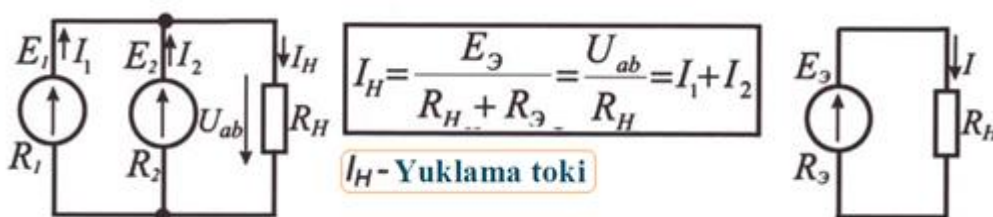
R_3 ichki qarshilikli E_3 EYuKning ekvivalent manbai

Parallel ishlashga notogri ulanish

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \sum \frac{1}{R_i} \quad \text{yoki} \quad g_3 = g_1 + g_2 = \sum g_i$$

$$E_3 = U_{xx} = \frac{E_1 \cdot \frac{1}{R_1} + E_2 \cdot \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{E_1 g_1 + E_2 g_2}{g_1 + g_2} = \frac{\sum E_k g_k}{\sum g_k}$$

Ekvivalent manbaning EYuKsi (salt ishlash kuchlanishi)



I_H - Yuklama toki

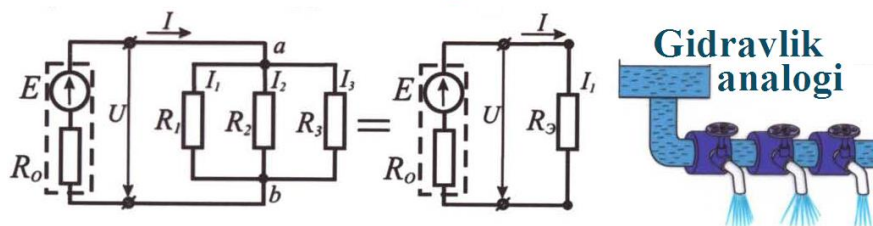
$$U_{ab} = \frac{E_1 g_1 + E_2 g_2}{g_1 + g_2 + g_H} = \frac{\sum E_k g_k}{\sum g_k}$$

Ekvivalent tugunlararo kuchlanish (Yuklamadagi kuchlanish)

$$I_1 = \frac{E_1 - U_{ab}}{R_1} \quad \text{Birinchi manba toki}$$

$$I_2 = \frac{E_2 - U_{ab}}{R_2} \quad \text{Ikkinchi manba toki}$$

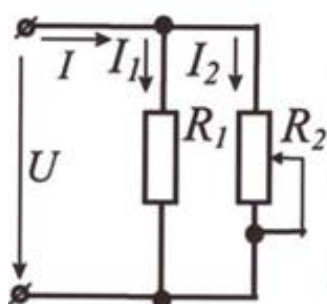
Istemolchilarni parallel ulanishi



$$I = \frac{U}{R_{\Sigma}} = I_1 + I_2 + I_3 = \sum I_k; \quad \text{- Umumiy tok}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = U \cdot g_1; \quad I_2 = \frac{U}{R_2} = U \cdot g_2; \quad I_3 = \frac{U}{R_3} = U \cdot g_3; \quad \text{- Istemolchilar toki}$$

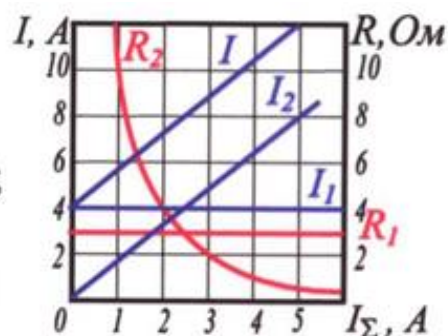
$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \sum \frac{1}{R_k}; \quad g_{\Sigma} = g_1 + g_2 + g_3 = \sum g_k;$$



$$R_{\Sigma} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2};$$

$$I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2};$$

$$I_2 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2};$$

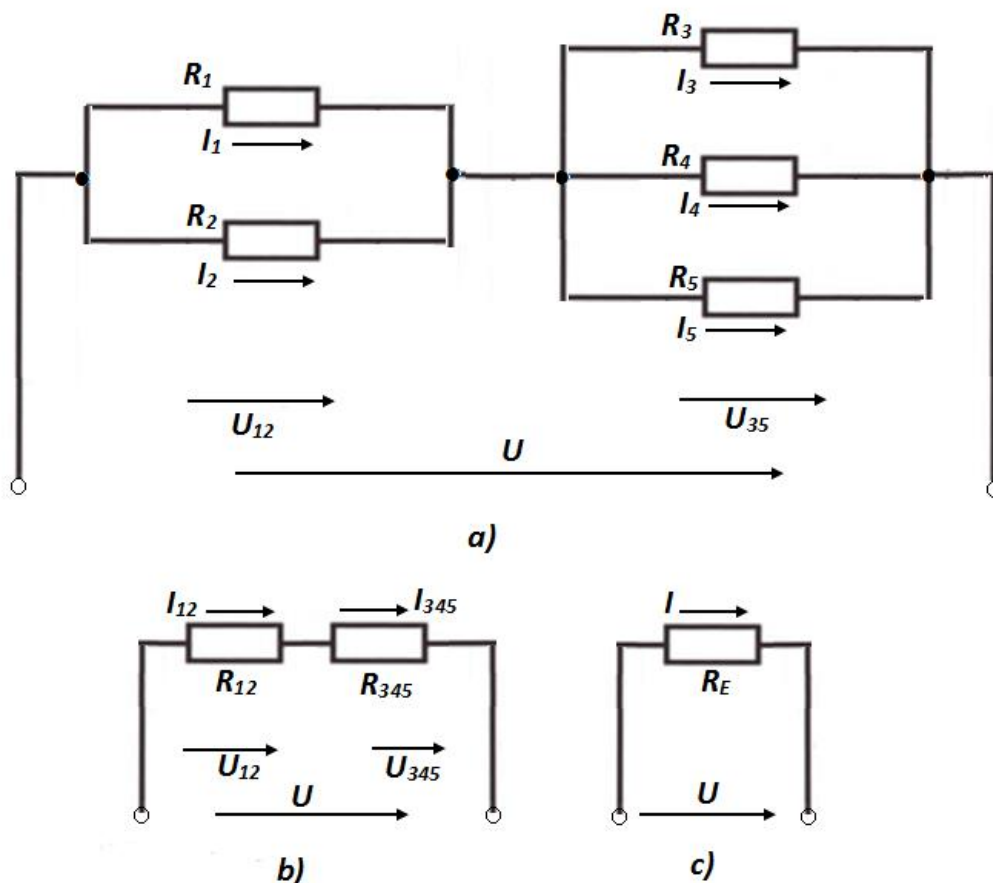


Tarmoqlardagi toklar ushbu tarmoqlar qarshiliklariga nisbatan teskari proportsional taqsimlanadi

R₂ – qarshilik ozgarganda toklarning taqsimlanishi

$$P = U \cdot I = \sum P_i = P_1 + P_2 = U \cdot I_1 + U \cdot I_2 = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 \quad [Bm]$$

Qarshiliklarni aralash ulash ketma-ket va parallel ulashlarning birgalikda qo‘llanilishadir (1.2.5-rasm, a)



1.2.5-rasm. Qarshiliklarni aralash ulash.

Qarshiliklarni aralash ulash sxemalarining xilma-xilligi tufayli bunday zanjirlarning ekvivalent qarshiligini aniqlashning umumiy ifodasini chiqarib bo'lmaydi. Har bir konkret sharoit uchun zanjirdagi qarshiliklarning ketma-ket va parallel ulangan qismlarini shartli ravishda ajratib olib, ma'lum formulalar bo'yicha ularning ekvivalent qarshiliklari hisoblanadi.

Qarshiliklari aralash ulangan zanjirlarning ekvivalent qarshiligini hisoblash zanjirning oxirgi qismidan boshlanishi tomon olib boriladi (1.2.5-rasm, b). Bunda zanjir tobora soddalashib borib, bitta ekvivalent qarshilikli zanjir ko'rinishiga keltiriladi (1,2.5-rasm. c). Zanjirning har bir qismidagi tok va kuchlanish Ohm qonuniga binoan hisoblanadi.

1.2.3. EYuK va kuchlanish.

Elektre zanjirlarida har qanday manba EYuK ning bir qismi uning ichki qarshiligi r_0 ga sarflanadi.

$$I = \frac{E}{r_0 + R_l + R_{yu}} = \frac{E}{r_0 + R_T}; \quad (1.2.15)$$

(1.5) ifodani

$$E = I \cdot r_0 + I \cdot R_l + I \cdot R_{yu} = I \cdot R_T \quad (1.2.16)$$

ko'rinishda qayta yozib, qo'yidagi xulosaga kelish mumkin:

Shunga ko'ra, manba qismalaridagi kuchlanish uning EYuK sidan doimo kichik bo'ladi. Manbaning ichki qarshiligi qanchalik kichik bo'lsa, u ishlab chiqarayotgan elektr energiyasining quvvati shunchalik kagga bo'ladi. Ichki qarshiligi $r_0 = 0$ bo'lgan EYUK manbalari shartli ravishda quvvati cheksiz generatorlar deyiladi. Bunga o'ta katta quvvatli (GES, GRES AES va b.) elektr stansiyalarining generatorlari kiradi. Agar manba qismalaridan tashqi zatsjir ajratib qo'yilsa, $I = 0$ bo'lib, manbaning kuchlanishi uning EYUK iga teng bo'ladi.

Manba. bilan iste'molchini birlashtiruvchi liniya simi ham ma'lum qarshilikka ega bo'lgani sababli kuchlanishsing bir qismi uzatish liniyasida sarflanadi. Uzatits simining (liniyaning) uzunligi ortgan sari kuchdanishning pasayishi ham orta boradi. Bunda iste'molchining qismalaridagi kuchlanish manba qismalaridagi kuchlanishdan doimo farq qiladi. Uningdek iste'molchining tok iste'moli. ya'ni yuklama orta borgan sari uzatish liniyasida kuchlanishning pasayishi orta borib, iste'molchi qismalaridagi kuchlanish yanada pasaya boradi. [1]

1.2.4. Elektr o'tkazuvchanlik, Om, Joule – Lents va Kirxgof qonunlari.

Elektr qarshiligining ulchov birligi $V/A = \text{Om}$ bulib, bunda 1 V kuchlanishda 1 A tok okib utgan utkazgich karshiligi 1 Omga teng buladi.

Karshilikka teskari kattalik utkazuvchanlik buladi.

$$g = 1/R; \quad g = 1/\text{Om} = \text{Sm}. \quad (1.2.17)$$

Utkazuvchanlikning ulchov birligi Simens deb ataladi.

Utkazgichlarning temperaturaviy xarakteristikalarini xar kandy elektrotexnik kurilmalarni yaratishda xisobga olinadigan asosiy parametrlardan biri bulib xisoblanadi. Djoule-Lens konuni buyicha (I) 1 A uzgarmas tok okib utayotgan (r) 1 Om karshilikka ega bulgan utkazgichdan (t) 1 sek vakt davomida ajralib chikayotgan issiklik mikdori (Q) 1 dj ga teng.

$$Q = rI^2t \quad (1.2.18)$$

Ushbu ajralib chikayotgan issiklik amaliy maksadlarda ishlatilishi yoki atrof muxitga befoyda tarkalib ketishi (isrof) ga karab katta yoki kichik elektr karshilikga ega bulgan utkazgichlar tanlanadi. Masalan elektr pechlari uchun katta elektr karshilikga ega bulgan utkazgichlar tanlansa, elektr energiyasini uzatish uchun liniyalarga imkon darajasida kichik elektr karshilikga ega bulgan utkazgichlar tanlanadi. [1,2]

Utkazgich materiallar nisbiy karshilik (ρ) yoki unga teskari bo'lgan nisbiy o'tkazuvchanlik $\gamma = \frac{1}{\rho}$ bilan ta'riflanadi. Agar o'tkazgich l m uzunlikda bir xil ko'ndalang kesim yuzaga S (mm^2) ega bo'lsa, uning qarshiligi:

$$r = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\gamma S}. \quad (1.2.19)$$

Om, Joule-Lents va Kirxgoff qonunlari.

Om konuni. Nemis fizigi Georg Simon Om 1827 yilda tajriba usuli bilan zanjirda EYUK va tok kuchi orasidagi boglanishni topdi.

$$I = \frac{E}{R_0 + R} \quad (1.2.20)$$

R - manbaa ichki karshiligi (plastinkalar orasidagi elektrolit karshiligi, generator chulgami karshiligi);

R - iste'molchi karshiligi ;

E - manbaa EYuK si;

Zanjirni bir kismi uchun Om konuni:

$$U = IR \quad (1.2.21)$$

Joule-Lents qonuni

Elektr zanjirlaridagi qarshilik tabiati jihatidan iexanikadagi ishqalanishga o'xshab kyotadi, chunki o'tkazgichda elektr tokini hosil qiluvchi erkin elektronlarning ilgarilanma harakati elektronlarning o'tkazgich ichida- atomlar yoki molekulalar bilan qo'shimcha to'qnashishiga sabab bo'ladi. To'qnashishlag» (ishqalanishlar) nagijasida mexanik energiya

issiqlik energiyasiga aylanib (bunda ishqalanish kuchini engish uchun ma'lum bir ish bajariladi), o'tkazgich (sim) qiziydi..

Om qonuniga binoan $U=I/R$ ekanligini hisobga olsak, tok I ning R qarshilikli zanjir qismida bajargan ishi quyidagini tashkil etadi:

$$A = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1.2.22)$$

(1.2.22) formula Joule-Lents qonunining analitik ifodasidir.

Elektr tokining issiqlik ta'siri elektr yoritish, elektr payvandlash, elektr metallurgiya, elektr qizitish, shuningdek avtomatik nazorat asboblarda foydali hisoblanadi. Ammo elektr dvigatellarda, transformatorlarda va manba' bilan iste'molchini birlashtiruvchi uzatish simlarida bu issiqlik zararlidir. CHunki bunda elektr energiyasining bir qismi issiqlik energiyasi tarzida isrof bo'ladi. SHuning uchun elektr simlarning ko'ndalang kesimini uning qizish darajasidan kelib chiqib tanlash muhim ahamiyatga ega.

O'tkazgichdan elektr toki o'tishi natijasida hosil bo'lgan issiqlik o'tkazgichni qizitib, atrof-muhitga tarqaladi. Elektr toki ajratib chiqargan issiqlik miqdori tashqi muhitga tarqalayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'lganda, o'tkazgichda issiqlik muvozanati yuzaga keladi. SHu o'tkazgichda turg'un harorat yuzaga keladi, Bu harorat berilgan o'tkazgich (sim) uchun chegaraviy qizish harorati hisoblanadi.

Chegaraviy qizish haroratidan o'tganda o'tkazgichning harorati tashqi muhit haroratidan yuqori bo'ladi.

Simlarning ortiqcha qizishi ularning izolyasiyasiga zarar etkazishi, ochiq simning mexanik xususiyatlarini pasaytirib yuborishi mumkin. Qizigan izolyasiya sovuq izolyasiyaga karaganda tezroq eskirib, elektr mashinalari va apparatlarining xizmat muddatini keskin qisqartiradi. Elektr simlarning ortiqcha qizib ketmasligi uchun ma'lum qo'ndalang kesimga ega bo'lgan o'tkazgichdan o'tadigan uzoq vaqtli turg'un yuklama tokining miqdorini aniqlash kerak bo'ladi.

Amaliy hisoblashlarda turli ko'ndalang kesimga ega bo'lgan elektr simlar chegaraviy yuklama toklarining qiymatlari kursatilgan tayyor jadvallardan foydalaniladi.

Kirxgof konunlari.

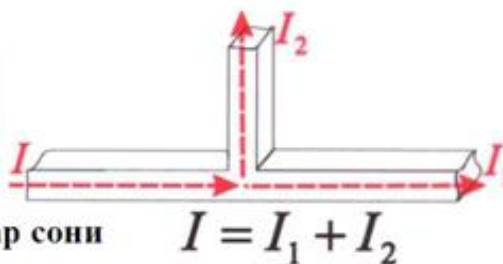
1 - konuni: elektr zanjiri biror-birtugunga okib kelaetgan toklar yigindisi shu tugundan okib kelaetgan toklar yigindisiga teng. Eki istalgan tugun uchun toklarning algebraik yigindisi "0" ga teng.

$$\sum I = 0 \quad (1.2.23)$$

Kirxgofning birinchi qonuni.

Электр занжири
туғунидаги токларнинг
алгебраик йигиндиси
нольга тенг

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$



Π - Тугундаги токлар сони

2 - konuni: zanjir berk konturida EYUK larning algebraik yigindisi kuchlanishlar tushuvi algebraik yigindisiga teng:

$$\sum E = \sum RI \quad (1.2.24)$$

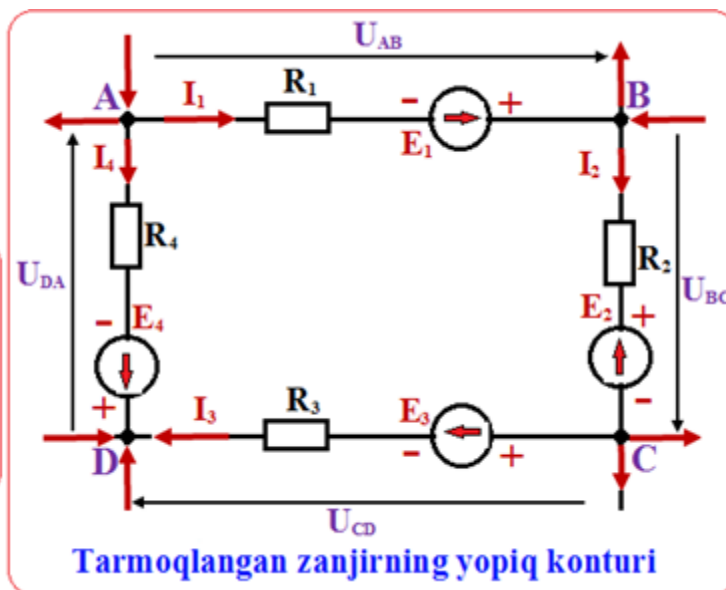
$$U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} + U_{DA} = 0$$

$$\text{yoki } e_0 U = e_0 (IR - E) = 0$$

Yopiq kontur boylab
kuchlanish

$$e_0 E = e_0 IR$$

Yopiq kontdagi EYuKlarning
algebraic yigindisi kuchlanishlar
tushuvlarining algebraic
yigindisiga teng

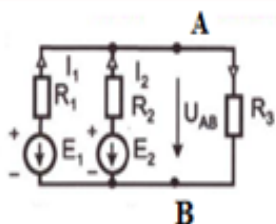


$$E_1 - E_2 - E_3 - E_4 = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4$$

$$\text{yoki } e_0 E = e_0 IR$$

Kirxgofning ikkinchi qonuni

Kirhgof tenglamalari metodi

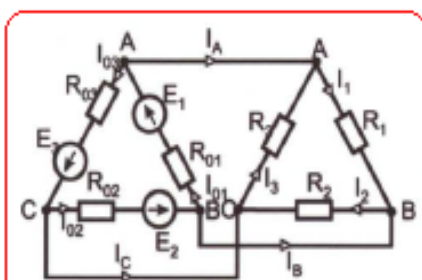


Bir necha manbali tarmoqlangan zanjir

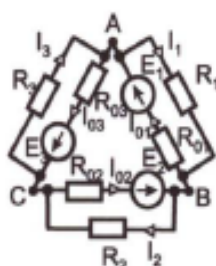
1. $I_3 = I_1 + I_2$
2. $E_1 = I_1 R_1 + I_2 R_2$
3. $E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2$

Uch nomalumli Kirhgof tenglamalari

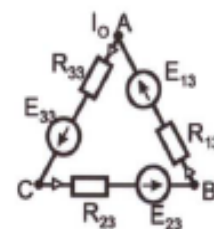
Bir necha parallel tarmoqlarni bir ekvivalentga alishtirish metodi



Manba va istemolchilarni uchbur chak usulida ulash



Korinishi ozgartirilgan sxema



Ekvivalent sxema

$$R_{13} = \frac{R_1 R_{01}}{R_1 + R_{01}}; E_{13} = \frac{E_1 R_{01}}{R_1 + R_{01}}$$

Ekvivalent manbaning qarshiligi va EYuKi

$$I_0 = \frac{E_{13} + E_{23} + E_{33}}{R_{13} + R_{23} + R_{33}}$$

Umumiy tok

$$U_{AB} = E_{13} - I_0 R_{13} B;$$

$$I_{01} = \frac{E_1 - U_{AB}}{R_{01}}; I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1}$$

Dastlabki sxemadagi kuchlanish va tok

1.2.5. Elektr tokining energiyasi va quvvati.

Energiyaning saklanish konuniga kura generator t – vaqt davomida ishlab chikargan elektr energiyasi usha vaktning uzida zanjirning barcha kismilarida boshka turdagi energiyalarga aylanadi. (bunda zanjirning tashki kismi – iste'molchida va ichki kismi generatorning uzida)

Generatorning elektr yurituvchi kuchi (E) va uning kiskichlaridagi kuchlanish (U) orasidagi fark «ichki kuchlanish tushuvi» deb ataladi.

$$U_i = e - U. \quad (1.2.25)$$

Bundan kurinib turibdiki, demak generatorning elektr yurituvchi kuchi uning kiskichlaridagi kuchlanish va uning ichki kuchlanish tushuvi yigindisiga teng.

$$E = U + U_i \quad (1.2.26)$$

Generatorning ichki kuchlanish tushuvi zanjirda tok miqdorining ortishi bilan kupayadi.

$$U_i = R_i I \quad (1.2.27)$$

Bu erda R_i generatorning ichki qarshiligi.

Manbada mexanik yoki boshqa turdagi energiyaning elektr energiyasiga aylanish tezligi generatorning kuvvati deb ataladi.

$$P_g = A_g / t = eIt / t = eI. \quad (1.2.28)$$

Tashqi zanjirda elektr energiyaning boshqa turdagi energiyalarga aylanish tezligi iste'molchi kuvvati deb ataladi.

$$P = A_g / t = UI t / t = UI. \quad (1.2.29)$$

Generatorning samarasiz (masalan generatorning issiklik isroflari) energiya sarfi kuvvat isrofi deyiladi.

$$P_i = A_i / t = U_i I t / t = U_i I \quad (1.2.30)$$

Energiyaning saklanish konuniga generatorning kuvvati iste'molchilar kuvvatlari va kuvvat isrofi yigindisiga teng.

$$P_g = P + P_i \quad (1.2.31)$$

Ushbu ifoda elektr zanjirining kuvvatlar balansini belgilaydi. [1,2]

1.2.6. O'zgarmas tok zanjirlarini hisoblash.

Tarmoqlanmagan oddiy o'zgarmas tok zanjirlari va ularni hisoblash.

Elektr zanjirlarini hisoblashdagi asosiy vazifa tokning zanjir tarmoqlarida qanday taqsimlanganligini aniqlashdir.

Bu vazifa elektr zanjiri uchun asosiy bo'lgan Om va Kirxgof qonunlaridan foydalanib hal etiladi.

Murakkab elektr zanjirlarini ishlab chiqarishni tahlil qilish va hisoblash uchun Kirxgofning ikkala qonuniga asoslangan bir nechta usullar ishlab chiqilgan. Ammo konkret sharoitda berilgan elektr zanjir shemasidagi elementlarning joylashishiga (konfiguratsiyasi) ko'ra va masalada qo'yilgan sharoitlarga binoan uni qaysi usul bilan echish samarali bo'lsa, o'sha usuldan foydalanish tavsiya etiladi. Quyida elektr zanjirlarini hisoblashning amalda keng tarqalgan usullari bilan tanishib chiqamiz.

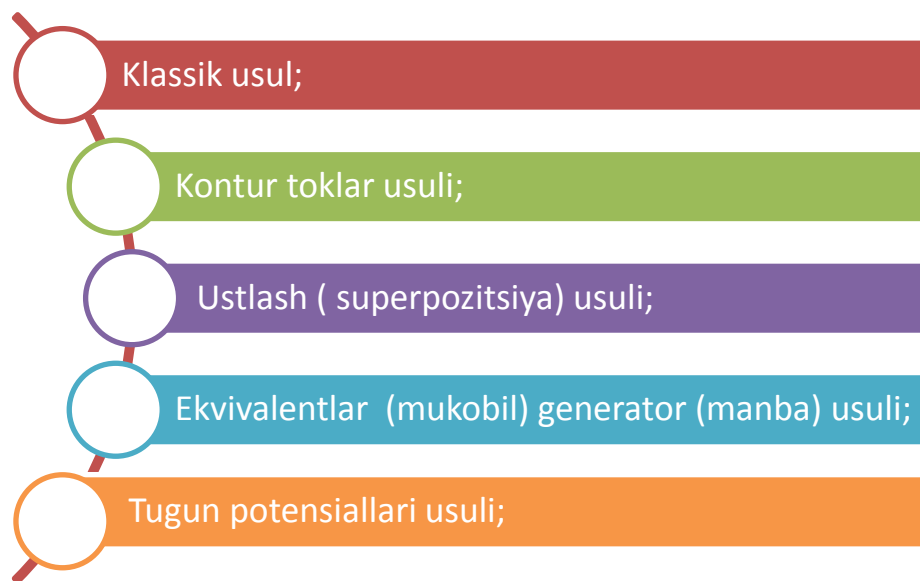
Kirxgof qonunlarini bevosita no'llash usuli. Kirxgofning birinchi va ikkinchi qonunlaridan foydalanib, har qanday murakkablikdagi tarmoqlangan elektr zanjiri uchun kerakli tenglamalarni tuzgandan so'ng ularni birgalikda echib, zarur kattaliklarni (masalan, toklarni) aniqlash mumkin.

Berilgan elektr zanjiri uchun Kirxgof qonunlariga asoslanib tenglamalar tuzishdan avval quyidagi tartib va qoidalarga rioya qilish lozim:

1. Berilgan elektr zanjiri sxemasini iloji boricha soddalashirish.
2. Berilgan elektr zanjiri sxemasini mustaqil konturlarga ajratish.
3. Sxemada avvaldan berilgan EYUK, kuchlanish va toklarning hamda avvaldan noma'lum bo'lgan toklarning ixtiyoriy shartli musbat yo'nalishini ko'rsatish (tanlash).
4. Sxemadagi har bir berk konturni aylanib chiqishning ixtiyoriy yo'nalishini ko'rsatish (tanlang'an yo'nalish bo'yicha tuzilgan tenglamalar o'zaro bog'liq bo'lmasin).
5. Kirxgofning birinchi qonuni bo'yicha $p - 1$ (p — sxemadagi tugunlar soni) hol uchun toklar tenglamasini tuzish, aks holda oxirgi tugun uchun tuzilgan tenglama avvalgilariga bog'liq bo'lib qoladi.

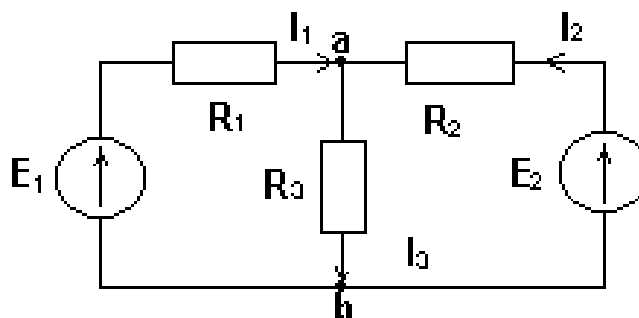
Uzgarimas tok zanjirlarini hisoblash usullari.

Murakkab elektrzanjirlarini analiz qilish uchun bir nechta xil hisoblash usullari kullanilishi mumkin. (1.3-shakl)



Ikki manbali elektr zanjirlarini kullanilishi. Bunday 2 manbali zanjirlar avtomobil kurilmalarida poezd, samalet, kombayn va xokazolarda kullaniladi. Elektr yurilmasida keng kullaniladi (1.2.6-rasm).

Bunda zanjir 2 parallel ulangan elektr manbasi (generator va akkumulyator batareyasi) va boshka iste'molchilar (eritish lampalari, signal lampasi, endirish galtagi (katushka zapmganiya) va x-zo) dan iborat buladi. Iste'molchilar xam parallel ulangan buladi.



1.2.6-rasm. Soddalashtirilgan 2 manbali sxema.

Odatda sxema xamda ***E₁, E₂, R₁, R₂, R₃*** karshiliklar berilgan buladi. Shoxchalardagi I_1 , I_2 va I_3 toklarni aniklash kerak. Bu kabi masalalarni yukoridagi usullardan foydalanib echish mumkin.

1. **Klassik usul** (Kirxgof tenglamalari usuli).

Bunda Kirxgof konunlariga asosan tenglamalar tuziladi. Tenglamalar soni noma'lumlar soniga teng bulishi kerak. Zanjirni xisoblash tartibi kuyidagicha olib boriladi.

a) Tarmoklardagi toklar yunalishi ixtieriy belgilanadi ya'ni konturlar tanlanadi (2-rasm).

b) Kirxgof 1 konuni buyicha (tugunlar uchun) tenglamalar tuziladi. 1-rasmda berilgan sxema uchun

$$\left. \begin{array}{l} \text{"a" } \text{myzyh ychyh} : I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ \text{"b" } \text{myzyh ychyh} : I_3 - I_1 - I_2 = 0 \end{array} \right\} \quad (1.2.32)$$

v) Kirxgof 2 konuniga oid tenglamalar tuzamiz.

$$\left. \begin{array}{l} I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1, \\ I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2. \end{array} \right\} \quad (1.2.33)$$

(1) va (2) tenglamalar sistemasi I_1 , I_2 va I_3 toklarga nisbatan echiladi.

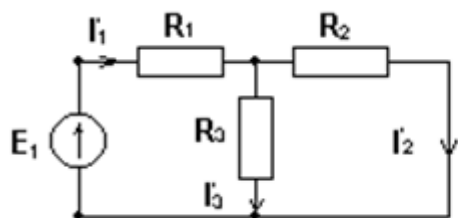
2. **Kontur toklar usuli.** Bunda avval tarmok toklari yunalishlari ixtieriy tanlanib, sungra kontur toklari yunalishlari belgilanadi. Tenglamalar soni konturlar soniga teng buladi. Tuzilgan tenglamalar sistemasi kontur toklariga nisbatan ochilib, sung tarmok toklari aniklanadi.

3. **Ustlash usuli** (*superpozitsiya, metod nalojeniya*).

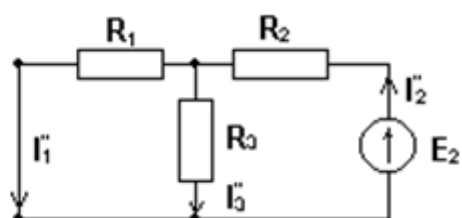
Formulirovkasi: istalgan tarmok (vetv) dagi tok sxemasidagi xar bir EYUK ma'nbai vujudga keltiraetgan aloxida olingan toklarning algebraik yigindisiga teng.

Bu usul xar kanday chizikli elektr zanjiri uchun kullanilishi mumkin. Zanjirni bu usul bilan xisoblash tartibi:

1.2.6-rasmda kursatilgan zanjirda navbati bilan fakat 1 tadan EYUK ma'nbai koldirib, kolganini sxemadan chikariladi. Lekin sxemadan chikarilaetgan EYUK ma'nbalarning ichki karshiliklari sxemada koldiriladi. Demak 1.2.6-rasmda kursatilgan sxema o'rniga endi 2 ta sxema toklarini (1.2.7-a,b rasmlar) xisoblanadi. Umumiy xolda esa berilgan sxema EYUK ma'nbase soniga karab shuncha sxema toklari xisoblanadi. [1,2]



1.2.7-rasm. (a)



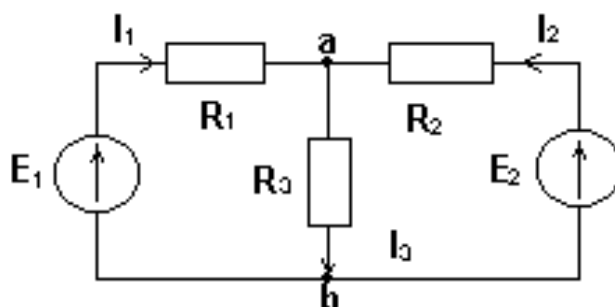
1.2.7-rasm. (b)

Endi 1.2.7-rasmdagi a va b sxemalar ekvivalent karshiliklari topilib Om konuni buyicha toklar aniklanadi. Toklarning xakikiy qiymatlari esa ustlab topiladi.

$$I_1 = I_1' + I_1''; \quad I_2 = I_2' + I_2''; \quad I_3 = I_3' + I_3''; \quad (1.2.34)$$

Bu metodning afzalligi shundaki, bunda tenglamalar sistemasi echilmaydi.

4. **Tugun potentsiallari** (kuchlanish) usuli. 1.2.8-rasmda kursatilgan sxemani kayta chizamiz.



1.2.8-rasm

Bu usul kuprok elektr zanjiri 2 tugunli bulganda kul keladi. Sxema tarmoklari parallel (3-rasm) ulangan.

$$\varphi_{\bar{o}} = \varphi_a + R_1 I_1 - E_1, \quad \text{ekun } \varphi_a - \varphi_{\bar{o}} = U_{a\bar{o}} = E_1 - R_1 I_1 \quad (1.2.35)$$

bu erda U_{ab} - tugun kuchlanishi.

(1) tenglamadan

$$I_1 = \frac{E_1 - U_{a\bar{o}}}{R_1} = (E_1 - U_{a\bar{o}})g_1 \quad (1.2.36)$$

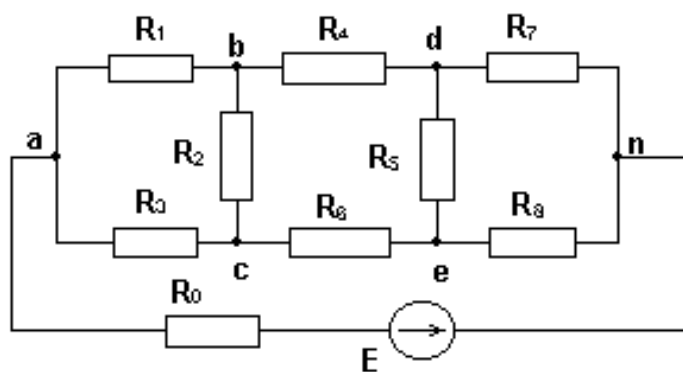
bu erda $g=1/R$ -tarmok utkazuvchanligi.

Xuddi shunday kilib boshka tarmoklar toklarni aniklashi mumkin. Umumiy xolda n-chi tarmokdagi tok quyidagiga teng buladi:

$$I_n = \frac{E_n - U_{a\bar{o}}}{g_n}, (3) \quad U_{a\bar{o}} = \frac{\sum E_k g_k}{\sum g_k}, (4) \quad (1.2.37)$$

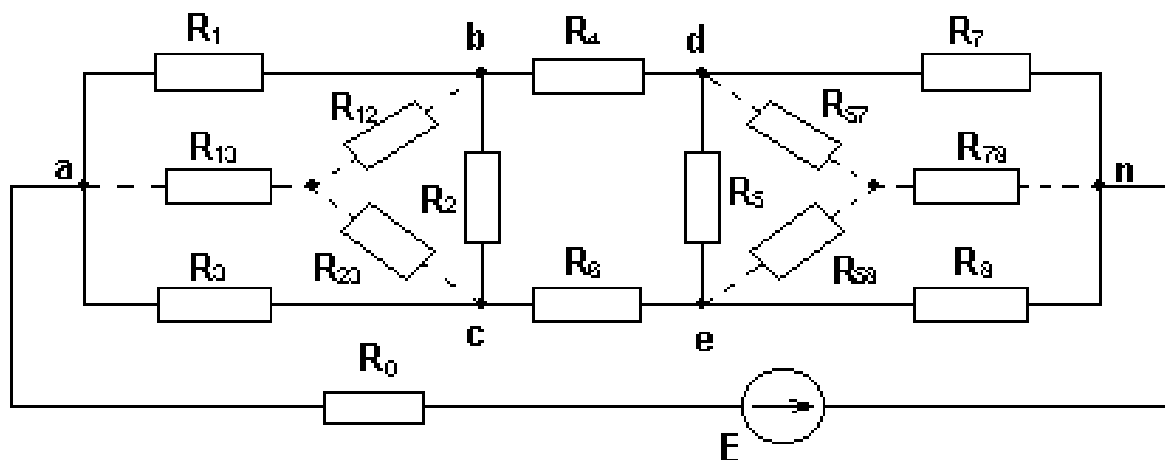
Rezistorlarni “uchburchak” va “yulduzcha” usulida ulanishi. Ularni ekvivalentlik sharti.

Uchburchak va yulduzcha shakl almashtirishlar murakkab elektr zanjirlarini xisoblashda qo’llaniladi. Biror elektr zanjiri berilgan bulsin. 1.2.9-rasm.



1.2.9- rasm. Iste’molchilar aralash ulangan murakkab zanjir.

Bu zanjirni shakl almashtirish bilan soddalashtirish mumkin. 1 - konturda R_1, R_2, R_3 va 3 - konturda R_5, R_7, R_8 rezistorlar, kurinib turibdiki uchuurchak shaklida ulangan. Bu xolat 1.2.10 - rasmda tasvirlangan.

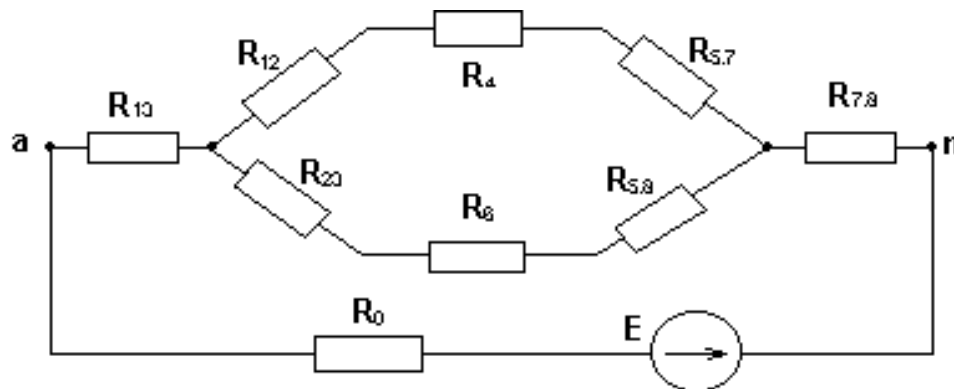


1.2.10-rasm

$$R_{13} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2}; \quad R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1}; \quad R_{5,8} = R_5 + R_8 + \frac{R_5 \cdot R_8}{R_7}; \quad (1.2.38)$$

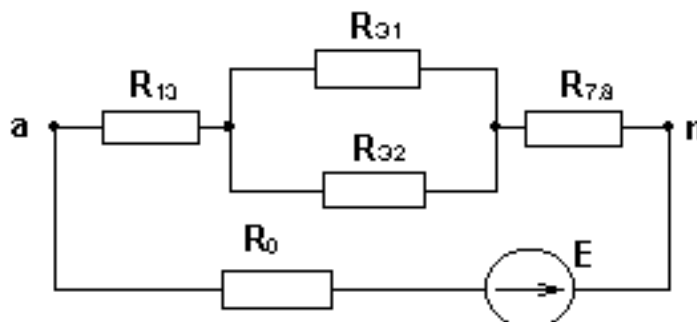
$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_3}; \quad R_{57} = R_5 + R_7 + \frac{R_5 \cdot R_7}{R_8}; \quad R_{7,8} = R_7 + R_8 + \frac{R_7 \cdot R_8}{R_5}; \quad (1.2.39)$$

Dastlabki soddalashtirishdan so'ng sxema quyidagi kurinishga ega buladi:



1.2.11 - rasm.

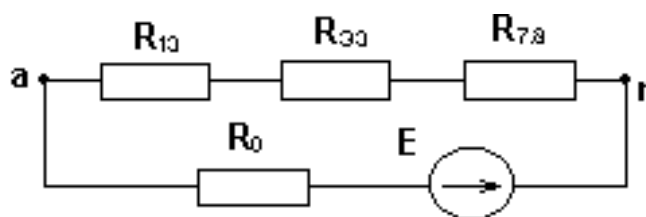
Sxemani soddalashtirishda davom etamiz:



1.2.12 - rasm.

Bu sxemada: $R_{E1} = R_{12} + R_4 + R_{5,7}$; $R_{E2} = R_{23} + R_6 + R_{5,8}$;

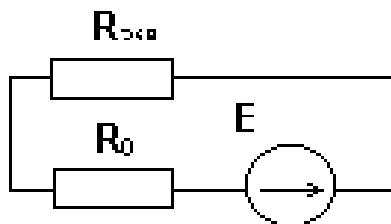
$$R_{33} = \frac{R_{31} \cdot R_{32}}{R_{31} + R_{32}}; \quad (1.2.40)$$



1.2.13 - rasm.

va nixoyat

$$R_{ekv} = R_{13} + R_{E3} + R_{78}; \quad I = \frac{E}{R_0 + R_{\text{экв}}} \quad (1.2.41)$$



1.2.14- rasm.

Endi tarmok toklari osonlikcha topilishi mumkin.

Endi yulduz sxemasidan uchburchak sxemasiga utish formulalarini (ekvivalentlik sharti) keltiramiz.

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= \frac{R_{12} \cdot R_{13}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}; R_2 = \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}; R_3 = \frac{R_{13} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}; \\ R_5 &= \frac{R_{5.7} \cdot R_{5.8}}{R_{5.7} + R_{5.8} + R_{7.8}}; R_7 = \frac{R_{5.7} \cdot R_{7.8}}{R_{5.7} + R_{7.8} + R_{5.8}}; R_8 = \frac{R_{5.8} \cdot R_{7.8}}{R_{5.7} + R_{5.8} + R_{7.8}} \end{aligned} \right\} (1.2.42)$$

(1) va (2) formulalar tuplami uchburchak va yulduz shakl almashtirishlarning ekvivalentlik sharti deyiladi. [1,2]

Nazorat savollari

1. Murakkab zanjir deganda nima tushuniladi?
2. Murakkab zanjirlarni xisoblashni kanday usullari mavjud?
3. Klassik usul nimaga asoslangan?
4. Kontur toklari usuli kanday amalga oshiriladi?
5. Ustlash usulini tushuntirib bering?
6. Tugun potentsiallari usuli nimadan iborat?
7. Ekvivalent (mukobil) generator usulining afzal tomoni nimadan iborat?
8. Sxemani soddalashtirish deganda nima tushuniladi?
9. Elektr zanjirlarining xisoblashning kaysi usuli sizga ma'kul buldi.
10. Rezistorlarni yulduzcha va uchburchak usulida ulash sxemalarini kursating?

I bob.

1.3. Bir fazali sinusoidal tok chiziqli zanjirlari va ularni hisoblash.

Reja:

- 1.3.1. Sinusoidal o'zgaruvchan tok elektr zanjirlari va uning elementlari.
- 1.3.2. Sinusoidal kattaliklarning vektor tasvirlari va ularning ahamiyati.
- 1.3.3. Aktiv qarshilikli, induktiv va sig'im elementli zanjirlardagi tok va kuchlanishning vektor tasvirlari.
- 1.3.4. Sinusoidal kattaliklarning simvolik (kompleks) tasviri. Kompleks qarshilik va kompleks o'tkazuvchanlik.
- 1.3.5. Sinusoidal tok zanjirlarida aktiv, reaktiv va to'la quvvatlar.
- 1.3.6. R, L va S elementlari ketma – ket ulangan zanjirlarni hisoblash. Tok va kuchlanishlarning vektor tasvirlarini qurish.
- 1.3.7. R, L va S elementlari parallel ulangan o'zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblash. Kuchlanishlar, qarshiliklar va quvvatlar uchburchaklari.

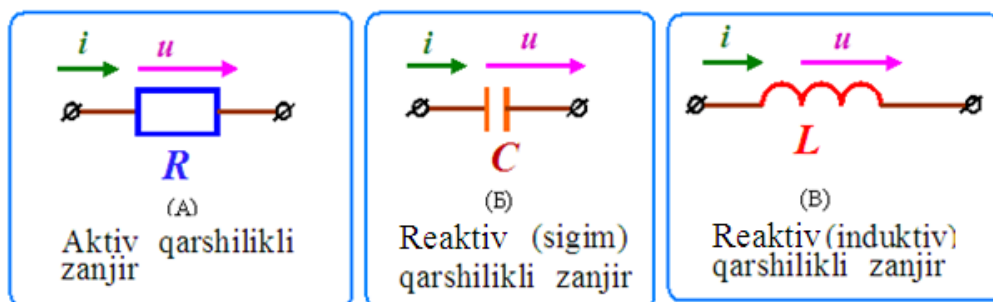
1.3.1. Sinusoidal o'zgaruvchan tok elektr zanjirlari va uning elementlari.

O'zgarmas tok metallarda erkin elektronlarning barqaror ilgarilanma xarakatidan iboratdir. Agar elektronlar tebranma xarakatda bulib, tok vaqt birligi ichida xam qiymati, xam yo'nalishini davriy uzgarib tursa, bunday tok **uzgaruvchan tok** deb yuritiladi.

Elektr energiyasi issiqlik energiyasiga aylanib, elektr va magnit maydonlari energiyasi o'zgaradigan elektr zanjiri R– **qarshilik**, C- **sig'im** va **L-induktivlik** deb ataladigan uch xil parametrlar bilan tariflanadi.

Sinusoidal tokda aktiv R, induktiv L va sig'im C elementlar uchun asosiy bog'lanishlar 1-jadvalda keltirilgan.

Induktivlik va sig'im uchun bir davrdagi o'rtacha quvvat nolga teng bo'lgani uchun ushbu elementlar **reaktiv** deb ataladi, ularning oniy quvvati amplitudasi esa Volt-Amper reaktiv (*Var*) o'lchov birligida bo'ladi.



1.3.1-rasm. Sinusoidal tokda aktiv R, induktiv L va sig'im C elementlar

Qarshiliklar uchun bir davrdagi o'rtacha quvvat doimo noldan katta, shuning uchun ushbu element parametrlari **aktiv** deb ataladi.

Turg'un rejimda elektromagnit energiya iste'moli doimo faqat aktiv qarshilik bilan bog'liq.

Sinusoidal qonun bilan uzgaradigan EYuK sinusoidal EYuK deb ataladi. Elektr zanjirlarida bunday EYuK tasirida xosil bo'lgan tok sinusoidal tok deb ataladi.

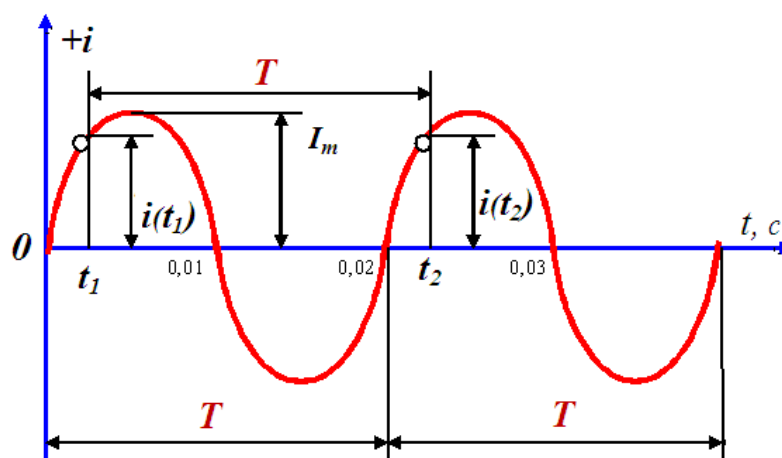
3.1-jadval

Rasm	Qarshilik	Kuchlanish va tokning boshlang'ich fazasi	Aktiv quvvat (oniy quvvatning doimiy tashkil etuvchisi)	Reaktiv quvvat
1.3.1-rasm. (A)	$R \frac{U_R}{I_R}$	$\psi_u = \psi_i$	$P = U_R I_R$	0
1.3.1-rasm. (B)	$X_c = \frac{U_c}{I_c} = \frac{1}{\omega C}$	$\psi_u = \psi_i - 90^\circ$	0	$Q_c = U_c I_c$
1.3.1-rasm. (B)	$X_L = \frac{U_L}{I_L} = \omega L$	$\psi_u = \psi_i + 90^\circ$	0	$Q_L = U_L I_L$

1.3.2. Sinusoidal kattaliklarning vektor tasvirlari va ularning ahamiyati.

Uzgaruvchan EYuK uzgaruvchan kuchlanish, uzgaruvchan tok, tokning davri, chastotasi, maksimal tasir etuvchi qiymatlari bilan tavsiflanadi.

Sinusoidal o'zgaruvchan funksiyalar va ularni tavsiflovchi asosiy parametrlar (davr T, chastota f , faza ($\omega t \pm \Psi$), boshlang'ich fazasi Ψ , amplituda, oniy va ta'sir etuvchi qiymatlari). (1.3.2-rasm.)



1.3.2-rasm. Sinusoidal o'zgaruvchan funksiyalar va ularni harakterlovchi asosiy parametrlar.

Vaqt bo'yicha o'zgaruvchi tok, kuchlanish, EYuK va quvvatning aniq bir paytdagi qiymatiga **oniy qiymat** deb ataladi va u quyidagi harflar bilan belgilanadi **i, u, e, r** .

Tok, kuchlanish, EYuK va quvvatning eng yuqori oniy qiymatlari ularning **amplitudalari** deb ataladi va ular quyidagi **i, u, e, r** indeksli xarflar bilan belgilanadi: **I_m, U_m, E_m, P_m**

Ularning egri chiziqlari sinusoidadan farqli bo'lgan xollardagi eng yuqori oniy qiymatlari quyidagi **max** indeksli xarflar bilan belgilanadi: **$I_{max}, U_{max}, E_{max}, P_{max}$** .

Toklar o'z qiymatlarini bir xil ketma-ketlikda qaytarib turuvchi eng kichik vaqt oralig'i **davr** deb ataladi va **T** xarfi bilan belgilanadi.

Davrga teskari bo'lgan qiymat **chastota** deb ataladi va **f** xarfi bilan belgilanadi. Son jixatdan chastota davriy o'zgaruvchan tokning bir sekund vaqt davomidagi davrlar soniga teng : **$f = 1/T$** . Chastotaning o'lchov birligi - Gerts (Gts).

Sinusoidal o'zgaruvchi kattalikning **burchak chastotasi** - **ω** elektrik burchakning vaqt bo'yicha o'zgarishini belgilaydi. Ushbu burchakning sinusiga proporsional ravishda davr bilan **$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$** bo'yicha bog'langan tok, EYuK, va kuchlanishlarning oniy qiymatlari o'zgarib boradi. Ushbu burchak chastotasi- **ω** **rad/s** larda o'lchanadi.

Barcha sinusoidal o'zgaruvchi kattaliklar quyidagi ko'rsatkichlari bilan tariflanadi:

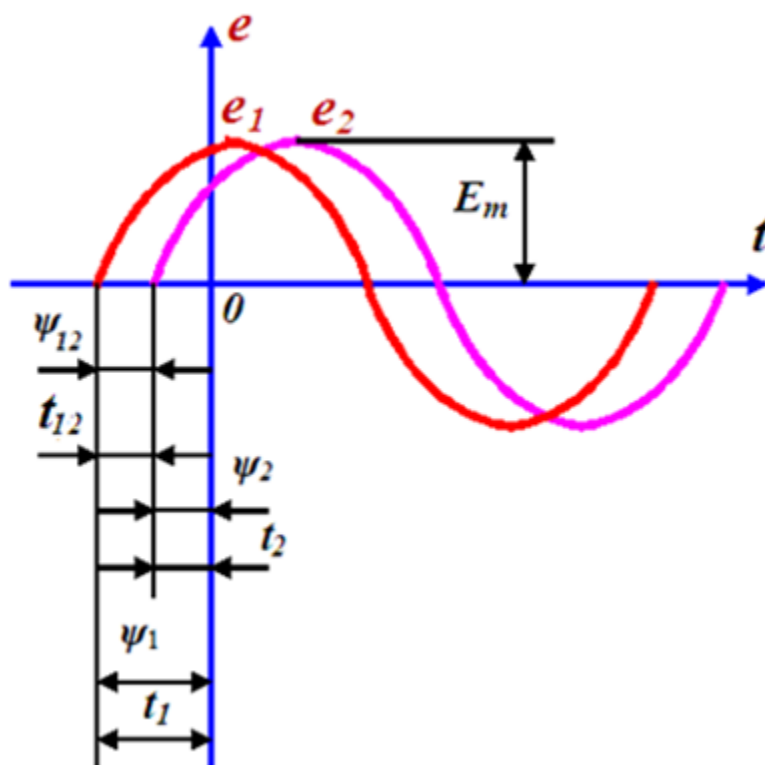
1. amplitudasi; 2. chastota yoki davri; 3. boshlang'ich fazasi.

Vaqtning boshlang'ich paytida EYuKning qiymatlarini belgilovchi **ψ_1** i **ψ_2** elektrik burchaklar **boshlang'ich fazalar** deb ataladi. (1.3.3-rasm.)

Bir xil chastotali ikki sinusoidal kattalikning boshlang'ich fazalar farqi **fazalarning siljish burchagi** deb ataladi.

$$\psi_1 - \psi_2 = \psi_{12} \quad (1.3.1)$$

O'zaro musbat amplitudaga ertaroq erishgan qiymat *faza bo'yicha ilgari*, qaysiki yuqoridagi qiymatlarga keyinroq erishadigan qiymat esa *faza bo'yicha ortda qoluvchi* deb ataladi. [1,2]



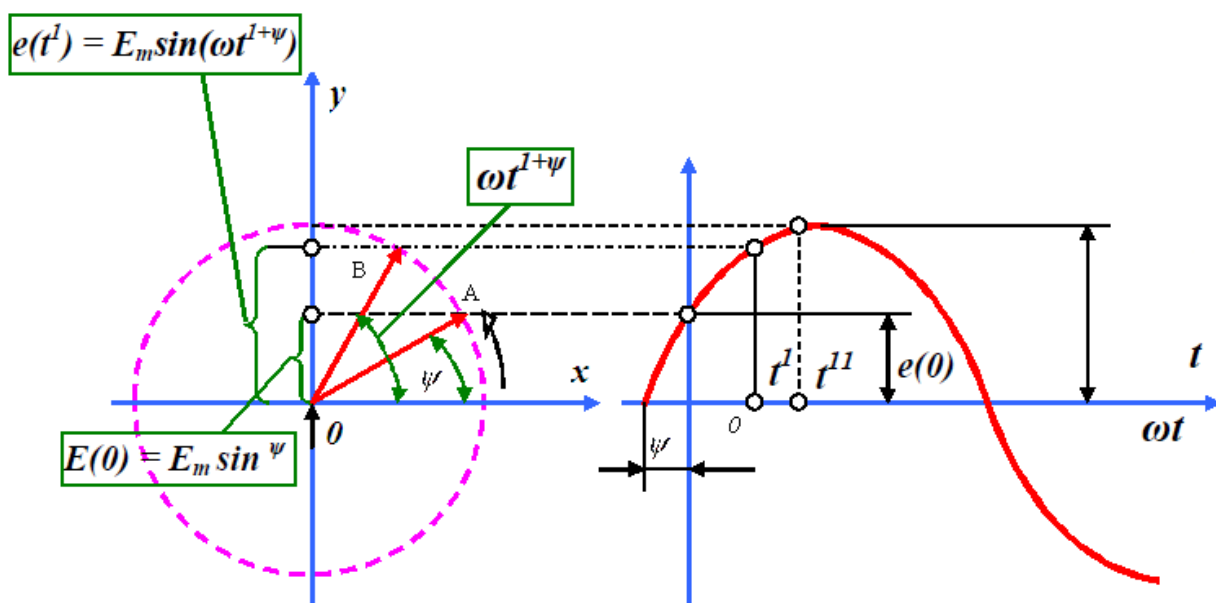
1.3.3-rasm. Sinusoidal kattaliklarning boshlang'ich fazalari va fazalarning siljish burchaklari

Sinusoidal kattaliklarning vektor tavsiflari va ularning mohiyati. Sinusoidal tok va kuchlanishlardan hozirda energetika tizimlari va korxonalarda keng ko'llanilishiga:

Birinchidan - sinusoidal tok va kuchlanishli elektr energiyasini ishlab chiqarish (generatorlar), o'zgartirish (transformatorlar) va iste'mol qilish (asinxron dvigatellar) ekspluatatsiya nuqtai-nazaridan sodda va qulay;

Ikkinchidan – chiziqli sinusoidal kattaliklar: qo'shilganda, ayrilganda, bo'linganda va integrallab yoki differensiallanganda sinusoidal kattalik bo'lib qolaveradi. Boshqa hech bir funksiyalar bunday xossaga ega emas. Aynan shunday ajoyib xususiyatlari uchun sinusoidal vaqt funksiyalari garmonik yoki mukammal deb ataladi. [1]

Sinusoidal o'zgaruvchi qiymatlar vaqtning har qanday qiymatida oniy qiymatlarni ko'rsatadigan sinusoida yoki aylanuvchi vektorlar orqali tasvirlanadi.(1.3.4-rasm.)



1.3.4-rasm. Sinusoidal EYuK ning vector diagrammasi va uning sinusoidasi

Vaqtning boshlang'ich davrida ($t=0$) bir xil chastotali sinusoidal o'zgaruvchi qiymatlarni tasvirlovchi ikki yoki undan ziyod vektorlar majmuiga **vektor diagramma** deb ataladi.

Kuchlanish va tokning oniy qiymatlarni $u(t)$ $i(t)$ uzil kesil aniqlash uchun ularning amplituda, burchak chastota va boshlang'ich fazasi kabi uch parametrining xammasini aniqlash kerak. 2.4-rasm.

Ma'lumki $u=U\sin\omega t$ va $i=I\sin\omega t$ kuchlanish va tokning oniy qiymatlarini ifoda etadi.

O'zgaruvchan tok o'tkazgichda ma'lum vaqt ichida qanday miqdorda issiqlik chiqargan bo'lsa, shu vaqt ichida o'shancha issiqlik chiqargan o'zgarmas to'kning ish bajaradigan qiymati uning **effektiv qiymati** deyiladi.

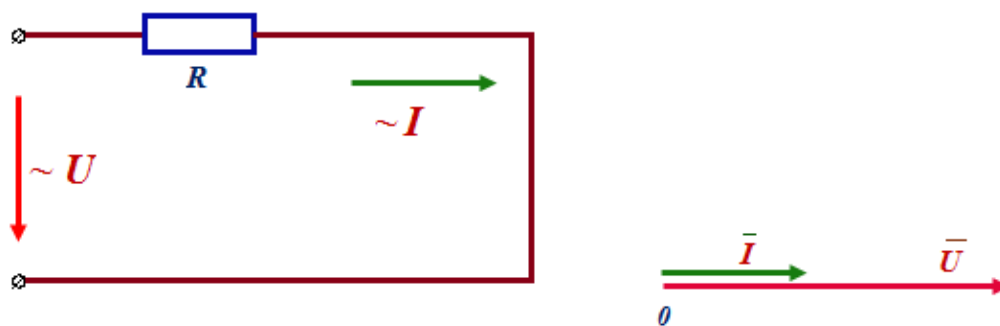
$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (1.3.2)$$

Bu qiymat sinusoidal tokning effektiv qiymati deb yuritiladi. EYuK va kuchlanishning effektiv qiymatlarini xam shu tarzda yozish mumkin.

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad (1.3.3)$$

1.3.3. Aktiv qarshilikli, induktiv va sig‘im elementli zanjirlardagi tok va kuchlanishning vektor tasvirlari.

Aktiv qarshilikli zanjir. Zanjirning toki va kuchlanishi. Zanjir faqat R – aktiv qarshilikga ega bo‘lgandagi xolatni o‘rganamiz. Bunda zanjirning o‘zgarmas tokdagi qarshiligi R ga teng bo‘lsa, shu zanjirdan o‘zgaruvchan tok o‘tganda uning qarshiligi ortadi va qiymati biror R' ga teng bo‘ladi. Tajriba o‘zgaruvchan tok chastotasi ortishi bilan *zanjirning qarshiligi ortishini* ko‘rsatadi. 1.3.5-rasm.



1.3.5-rasm. Aktiv qarshilikli zanjir va uning vector diagrammasi

Rezistorli zanjir qisqichlariga sinusoidal o‘zgaruvchi kuchlanish berilganda

$$u = U_M \sin \omega t; \quad (1.3.4)$$

o‘ navbatida Om qonuniga ko‘ra tok

$$i = u/r = U_M \sin \omega t/r = I_M \sin \omega t; \quad (1.3.5)$$

tokning amplituda qiymati

$$I_M = U_M/r; \quad (1.3.6)$$

Amplituda qiymatini $\sqrt{2}$ ga bo‘lib quyidagi bog‘liqlikni olamiz:

$$I_M/\sqrt{2} = \frac{U_M/\sqrt{2}}{r}; \quad \text{yoki} \quad I = U/r. \quad (1.3.7)$$

Bundan, tokning ta‘sir etuvchi qiymati zanjir qisqichlaridagi kuchlanish qiymatini uning qarshiligiga bo‘linganiga teng bo‘lishi ko‘rinadi.

Amaliyotda o'tkazgichning o'zgarmas tokdagi omik qarshiligidan farqlash maqsadida aynan shu o'tkazgichning o'zgaruvchan tokdagi qarshiligi **aktiv qarshilik** deb ataladi.

$$\text{Aktiv quvvat- } P=UI\cos\omega \quad (1.3.8)$$

Bunda U va I - kuchlanish va tokning haqiqiy qiymatlari;

Kuchlanish va tokning haqiqiy qiymatlari ko'paytmasi voltamper yoki kilovolt-amper (VA yoki kVA) xisobida o'lchanib, to'la quvvat deb ataladi va S bilan belgilanadi.

$$S = UI$$

(1.3.9)

Elektr mashinalarning o'lchamlari to'la quvvat bilan aniqlanadi. Chunki cho'lgam simlarining ko'ndalang kesim yuzasi ulardan o'tuvchi to'kka, simlarning izolyatsiyasi esa ularga berilgan kuchlanishga bogliqdir.

Aktiv quvvatning to'la quvvatga nisbati to'la quvvatning qanday qismi zanjirda iste'mol qilinishini ko'rsatadi. Bu koeffitsient kuchlanish bilan tok kuchi orasidagi fazalar siljish burchagining kosinusiga teng.

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} \quad (1.3.10)$$

Aktiv yuklamada $\cos\omega = 1$ deb olsak $P = S$ bo'ladi. Bunda elektr jixoz eng katta aktiv quvvatga ega.

Induktiv qarshilikli zanjir. Juda kichik aktiv qarshilik ($r \approx 0$) va L – induktivlikka ega bo'lgan g'altakdan sinusoidal tok oqib o'tganda 1.3.6-rasm.(a)

$$i = I_M \sin(\omega t + \psi_i); \quad (1.3.11.)$$

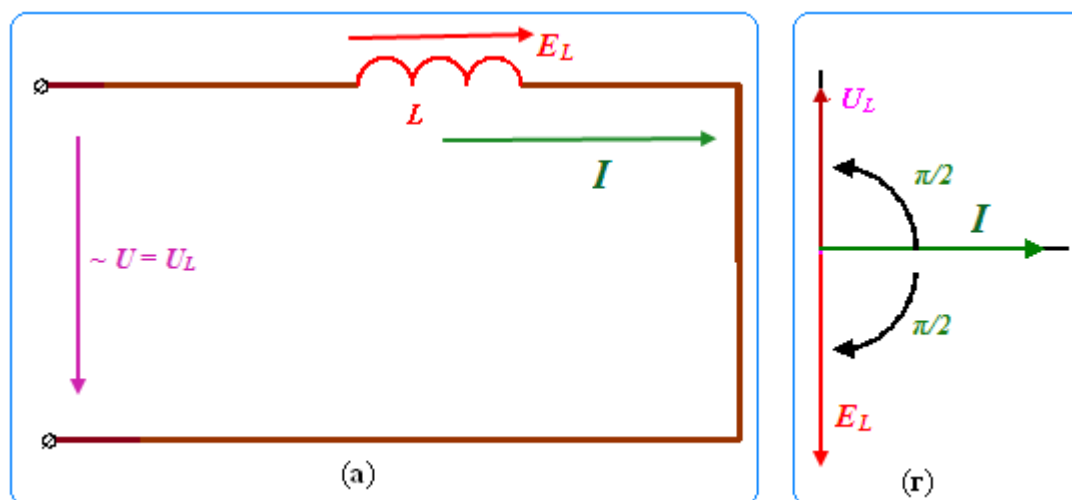
Ushbu tok g'altakda sinusoidal o'zgaruvchi oqimni hosil qiladi.

$$F = \frac{L_i}{\omega} = \frac{LI_m}{\omega} \sin(\omega t + \psi_i) = F_m \sin(\omega t + \psi_i); \quad (1.3.12.)$$

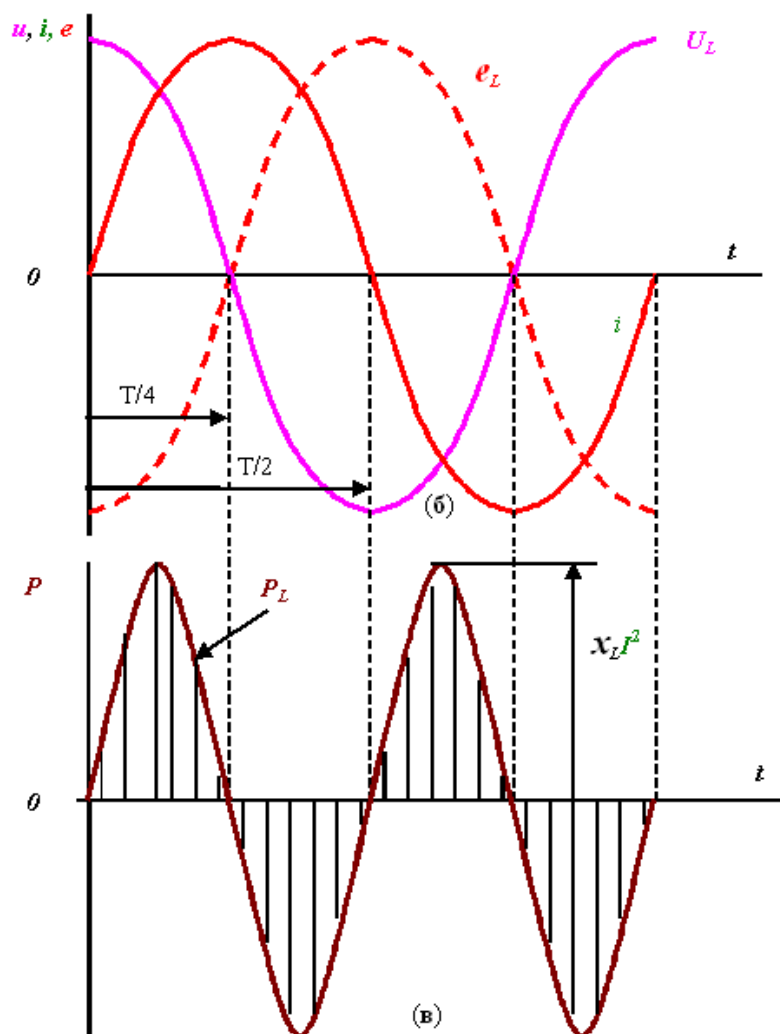
$$\text{Uning amplitudasi } F_m = \frac{LI_m}{\omega}; \quad (1.3.13.)$$

G'altakning sinusoidal o'zgaruvchi oqimi unda o'zinduksiya elektr yurituvchi kuch(**EYuK**)ini hosil qiladi. (1.3.7-rasm)

$$e_L = e_{Lm} \sin(\omega t + \psi_i - 90^\circ); \quad (1.3.14.)$$



1.3.6-rasm. Induktivli zanjirning sxemasi (a) va uning vector diagrammasi (g).



1.3.7-rasm. Induktivli zanjirning tok, EYuK va kuchlanish, quvvatlarning grafiklari (b,v)

O'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi sinusoidasining amplitudasi $e_{Lm} = \omega LI_m$;

Uning ta'sir etuvchi kuchi esa $e_L = \omega LI$;

Manbaning tashqi kuchlanishi $u = u_L$ o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi e_L ni kompensatsiya qilishi kerak. Ushbu kuchlanishning sinusoidasi

$$u_L = U_{Lm} \sin(\omega t + \psi_i + 90^\circ); \quad (1.3.15.)$$

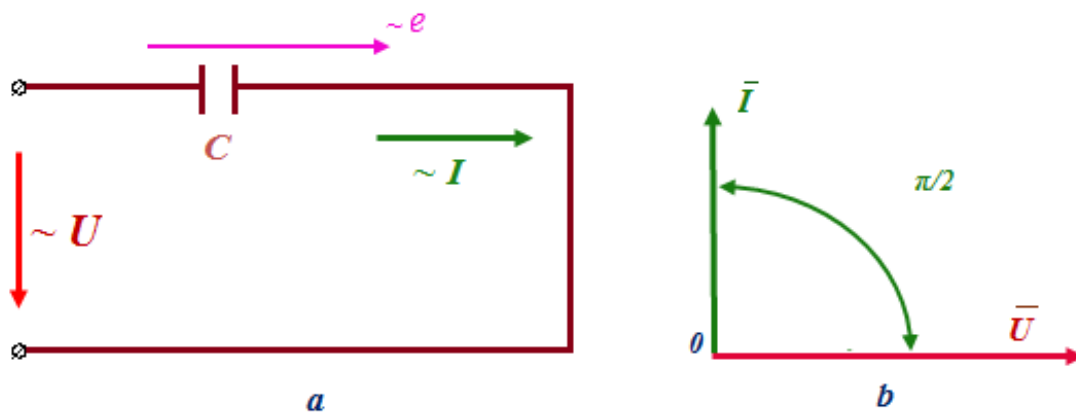
induktivlikdagi kuchlanishning sinusoidasi amplitudasi

$$U_{Lm} = \omega LI_m; \quad (1.3.16)$$

Ushbu kuchlanishning ta'sir etuvchi kuchi esa $U_L = \omega LI$; $(1.3.17.)$

Reaktiv quvvat tok ortib borganida induktiv galtakning magnit maydoni energiya yigilishi uchun induktivlik tomonidan iste'mol qilinadi. Zanjirda tok kamaya borganida yigilgan magnit energiyasi elektr energiyasiga aylanadi va energiya manbaiga qaytariladi.

Sig'im qarshilikli zanjir. O'zgaruvchan tok zanjiriga kondensator (*sig'im element*) ulangan xolatni o'rganamiz. 1.3.8-rasm.



1.3.8-rasm. Sig'im elementli zanjirning sxemasi (a) va uning vector diagrammasi (b).

Sig'im elementli zanjirga sinusoidal kuchlanish berilganda

$$U_C = U_m (\omega t + \varphi) \quad (1.3.18)$$

U xolda kondensator zanjiridan

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi + 90^\circ) \quad (1.3.19)$$

tok utadi.

Bu tokning amplitudasi

$$I_m = \omega C U_m \quad (1.3.20)$$

Tok kuchini effektiv qiymati

$$I_m = \omega C U_c = \frac{U_c}{\frac{1}{\omega C}} = \frac{U_c}{X_c} \quad (1.3.21)$$

$$X_c = 1/\omega C \quad (1.3.22)$$

bu kattalik kondensatorning sigim qarshiligi deb ataladi. Sigim qarshiligi sigimga va o'zgaruvchan to'kning chastotasiga teskari proporsional.

Chastota $f = 0$ dan $f = \infty$ gacha o'zgarganda sigim qarshiligi $X_c = \infty$ dan $X_c = 0$ gacha o'zgaradi.

Sigimli zanjirdagi oniy kuvvat ikkilangan chastota bilan uzgarib, gox musbat maksimumga, gox shunday katalikdagi manfiy maksimumga erishib turadi.

Kuchlanish ortayotganda elektr maydonning energiyasi generator energiyasi xisobiga noldan maksimal kiymatgacha ortadi. Shunday qilib zanjir istemolchi rejimida ishlaydi va bu rejim quvvatning musbat qiymatiga mos keladi.

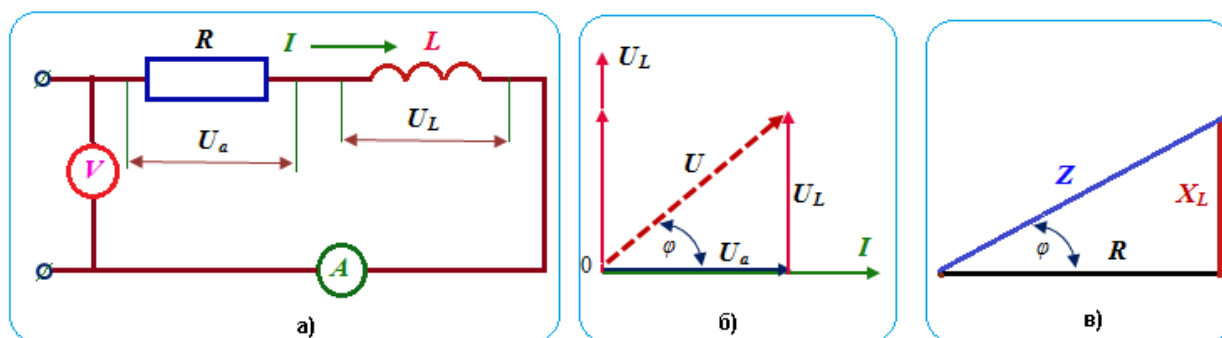
Kuchlanish kamaya boshlaganda elektr maydonning energiyasi maksimal qiymatidan nolgacha kamayadi. Shunday qilib, davrning bu qismlarida zanjir generator rejimida ishlaydi va bu rejim sigimli zanjir quvvatining manfiy qiymatiga mos keladi. Sigimli zanjirdagi quvvatning maksimal qiymati reaktiv quvvat deb ataladi :

$$Q = U^2 \omega C = W_m \omega \quad (1.3.23)$$

Bu quvvat generator bilan sigimli zanjir orasida energiya almashlash tezligini xarakterlaydi.

Uzgaruvchan tok zanjirida aktiv va induktiv qarshilik. Xar qanday induktiv galtak aktiv va induktiv qarshilikka ega bo'lib, bu qarshiliklarni ketma-ket ulangan iste'molchilar deb xisoblash mumkin. 1.3.9-rasm,a

O'rganilayotgan zanjirdan $I = I_m \sin \omega t$ tok oqib o'tganda aktiv qarshilikdagi kuchlanish tushuvi $U_a = iR$ bilan induktiv qarshilikdagi kuchlanish tushuvi $U_L = iX_L$ ning yigindisiga teng buladi.



1.3.9-rasm. Uzgaruvchan tok zanjirida aktiv va induktiv qarshilik.

Ushbu zanjir uchun tok va kuchlanishning vektor diagrammasida gorizontaal o'kda ma'lum masshtab bilan tok vektorini qo'yamiz (1.3.9-rasm.b). Aktiv qarshilikli zanjirda tok va kuchlanish faza bo'yicha o'zaro mos tushgani sababli aktiv qarshilikda kuchlanish tushuvi vektorini tok vektori yunalishi bo'ylab yo'naltiramiz.

Induktiv zanjirda tok kuchlanishdan 90° burchakka orqada qolgani sababli induktiv qarshilikda kuchlanish tushuvini vektorini tok vektoriga nisbatan soat strelkasiga teskari yo'nalishda 90° burchak ostida yo'naltiramiz.

Zanjirdagi umumiy kuchlanishni topish uchun U_a va U_L kuchlanish vektorlarini kushamiz. Natijada tomonlari tegishli U_a, U_L va umumiy U kuchlanishli ifodalovchi kuchlanishlar uchburchagi xosil bo'ladi. Ushbu to'gri burchakli uchburchakda gipotenuzaning kvadrati katetlar kvadrating yig'indisiga teng. Demak zanjir qisqichlaridagi umumiy kuchlanish

$$U = \sqrt{U_a^2 + U_L^2} = I\sqrt{R^2 + X_L^2} \quad (1.3.24)$$

O'z navbatida zanjirdagi tok

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{U}{Z} \text{ buladi.} \quad (1.3.25)$$

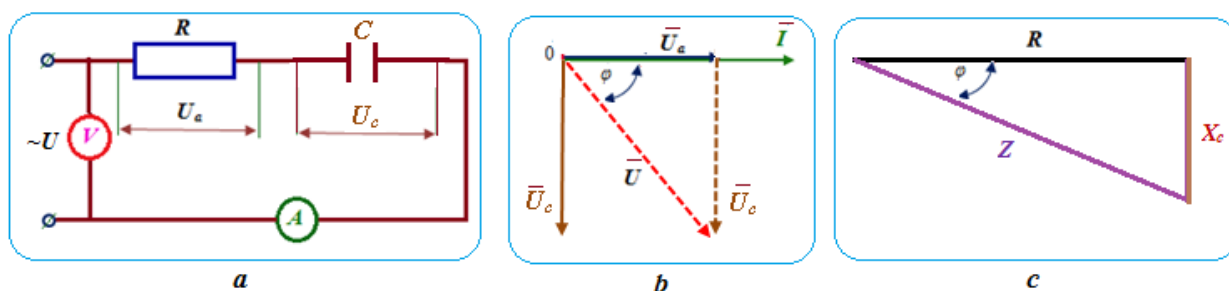
Aktiv va induktiv qarshilikli zanjirning vektor diagrammasida tok vektori kuchlanish vektoridan φ burchakka orqada koladi. [1]

Agar tok bilan kuchlanish orasida fazalar siljishi burchagining kosinusi ma'lum bulsa siljish burchagini aniklash mumkin. Kuchlanishlar uchburchagidagi fazalar siljishi burchagining siljishi kosinusi

$$\cos \varphi = \frac{U_a}{U} = \frac{R}{Z} \quad (1.3.26)$$

Demak, karshiliklar uchburchagidan xam tok va kuchlanish orasidagi fazalarning siljish burchagini aniqlash mumkin. (1.3.9-rasm.v)

Uzgaruvchan tok zanjirida aktiv va sig'im qarshilik. R aktiv qarshilik va C sigim kondensatorga ega bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirini o'rganamiz. Tokning boshlangich fazasini nolga teng dtb qabul qilib, tok vektorini gorizantal yo'nalishda ifodalaimiz. (1.3.10-rasm)



1.3.10-rasm. Uzgaruvchan tok zanjirida aktiv va sig'im qarshilik.

U kuchlanishda R aktiv qarshilikdan I toki oqib o'tadi. Bunda U_a - kuchlanishning fazasi I - tok fazasiga mos keladi.

X_c sigim qarshiligiga ega bo'lgan kondensator zanjirida I tok xosil bo'lishi uchun yana $U_c = IX_c$ kuchlanish talab etiladi. U_c - kuchlanish sigim qarshilikda kuchlanish pasayishi deb ataladi. (1.3.10-rasm, a)

Kondensator zanjirida kuchlanish U_c faza jixatidan I tokdan 90° ortda qoladi. Zanjir qisqichlaridagi U - kuchlanish U_a va U_c vektorlarning geometrik yigindisiga teng bulishi kerak. Bu vektorlarni geometrik usulda qushib kuchlanishning effektiv qiymatini aniqladovchi U vektorni xosil qilamiz. (1.3.10-rasm, b)

U vektor faza jixatidan I tok vektori bilan mos tushmaydi. I vektori U vektoridan biror φ burchakka oldinda keladi. U vektori kuchlanishlar uchburchagi deb ataluvchi to'gri burchakli uchburchakning gipotenuzasi

xisoblanadi. Uchburchakning bir tomon kateti $U_a=IR$ ga teng, ikkinchi katet esa $U_c=IX_c$ ga teng, ya'ni

$$U^2 = U_a^2 + U_c^2 \quad (1.3.27)$$

yoki
$$U^2 = I^2 R + I^2 X_c^2 = I^2 (R^2 + X_c^2) \quad (1.3.28)$$

Bu tenglikni ikkala tomanidan kvadrat ildiz chiqaramiz:

$$U = I\sqrt{R^2 + X_c^2} \quad (1.3.29)$$

To'okni aniqlaymiz

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} \quad (1.3.30)$$

Bunda

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} \quad (1.3.31)$$

Z - zanjirning to'la qarshiligi deb ataladi.

Qarshiliklar uchburchagidan (2.11-rasm, c) zanjirdagi to'k kuchi bilan unga berilgan kuchlanish orasidagi fazalar siljishi φ ni topish mumkin:

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} \quad (1.3.32)$$

1.3.4. Sinusoidal kattaliklarning simvolik (kompleks) tasviri. Kompleks qarshilik va kompleks o'tkazuvchanlik.

Simvolik usul. Sinusoidal kattaliklarni kompleks son ko'inishda tasvirlash.

Sinusoidal tok, kuchlanish, EYuK va to'la qarshilik kompleks son ko'inishda tasvirlansa, sinusoidal tok zanjirlarni hisoblash qulay bo'ladi. Jlatda barcha kompleks kattaliklar uch ko'inishda tasvirlanadi:

$$1. \text{ Algebraik ko'inish : } \underline{I} = I' + jI'' \quad (1.3.33)$$

$$2. \text{ Trigonometrik ko'rinish : } \underline{I} = I' \cdot \cos \varphi + jI'' \sin \varphi \quad (1.3.34)$$

$$3. \text{ Ko'rsatkichli ko'rinishda: } \underline{I} = I \cdot e^{j\varphi} \quad (1.3.35)$$

Bunda I' - sonining haqiqiy qismi,

I'' - kompleks sonining mavhum qismi, $j = \sqrt{-1}$ - mavhum birligi

Algebraik ko'rinishdan ko'rsatkichli (geometrik) ko'rinishga o'tishda quyidagi umumiy formuladan foydalaniladi:

$$\underline{I} = I' + jI'' = \sqrt{I'^2 + I''^2} e^{j \arctg \frac{I''}{I'}} = I \cdot e^{j\alpha} \quad (1.3.36)$$

Bu yerda $I = \sqrt{I'^2 + I''^2}$ - kompleks sonining moduli,

$\alpha = \arctg \frac{I''}{I'}$ - kompleks sonining argumenti

Ko'rsatkichli (geometrik) ko'rinishdan algebraik trigonometrik ko'rinishga o'tish uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\underline{I} = I \cdot e^{j\alpha} = I(\cos \alpha + j \sin \alpha) = I \cdot \cos \alpha + jI \sin \alpha = I' + jI'' \quad (1.3.37)$$

Tok vektori aktiv R qarshilikka ko'paytirilsa, uning qiymati o'zgaradi, induktiv qarshilikka ko'paytirilsa, uning qiymati bilan birgalikda yo'nalishi $+90^\circ$ ga, sig'imi qarshilikka ko'paytirilganda esa -90° ga o'zgaradi. Masalan, 11- rasmdagi zanjir uchun Kirxgofning 2 - qonuni quyidagicha yoziladi:

$$\underline{U} = \underline{I} \cdot R + j\underline{I}\omega L - j\underline{I} \frac{1}{\omega C} \quad (1.3.38)$$

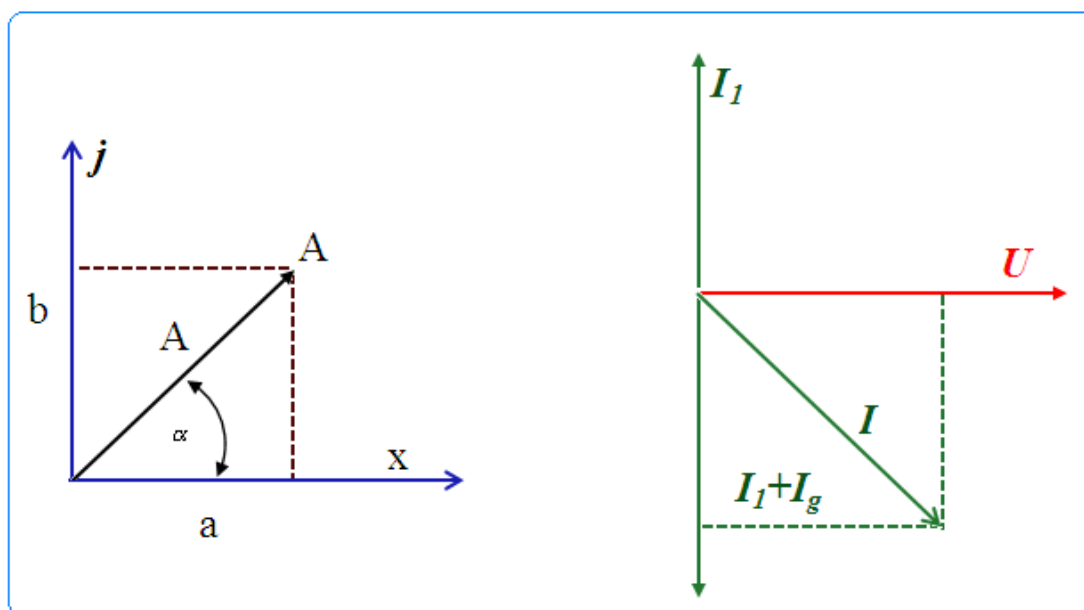
bunda $\underline{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$ - zanjirning kompleks qarshiligi.

Zanjirning kompleks to'la quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$\underline{S} = \underline{U} \cdot \underline{I}, \quad (1.3.39)$$

bu erda $\underline{I} = I \cdot e^{-j\varphi}$ - kompleks tok I ning ko'zgu qiymati.

Elektrotexnikada uzgaruvchan tok zanjirini xisoblashda simvolik usuldan foydalaniladi.



1.3.11 – rasm. \bar{A} -vektorni kompleks sonlar bilan ifodalash

Bu usul koordinata tekisligida joylashgan xar qanday \bar{A} vektorni (1.3.11-rasm) kompleks sonlar bilan ifodalash mumkin ekanligiga asoslangan:

$$\bar{A} = a + jb = Ae^{i\alpha} \quad (1.3.40)$$

bunda a va b - \bar{A} vektorni xaqiqiy va mavxum koordinata o'qlariga proeksiyalari \bar{A} - kompleks sonning argumenti (vektor bilan X o'qi orasidagi burchakka mos keladi); j - mavxum son. a , b , A va α kattaliklar orasida quyidagi munosabat mavjud:

$$A = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a} \quad (1.3.41)$$

Kompleks sonlarni qushishda ularning xaqiqiy va mavxum qismlari aloxida - aloxida qo'shiladi:

$$\bar{A} = \sum \bar{A}_k = \sum a_k + j \sum b_k \quad (1.3.42)$$

Kurib turibdiki, $\overline{A_k}$ kattalik kompleks sonlar bilan tasvirlangan $\overline{A_k}$ vektorlar yigindisiga mos keladi (1.3.11-rasm). Ikki kompleks sonni ko'paytirish qoidasi quyidagicha:

$$Ae^{j\alpha} \cdot Be^{j\beta} = A \cdot Be^{j(\alpha+\beta)} \quad (1.3.43)$$

Bu ifodadan \overline{A} vektorni tasvirlovchi kompleks kattalik $\overline{A} = \overline{A} e^{j\varphi}$ ni $e^{j\varphi}$ kompleks songa ko'paytirish \overline{A} vektorni soat strelkasi yunalishiga teskari yunalishda φ burchakka burish bilan teng qiymatli ekanligi kelib chiqadi (2.16-rasm). Agar $\varphi = \pi/2$ bo'lsa, u xolda

$$e^{j\alpha} = \cos \frac{\pi}{2} + j \sin \frac{\pi}{2} = j \quad (1.3.44)$$

Shunday qilib, vektorni j ga ko'paytirish shu vektorni soat strelkasi yunalishiga teskari yunalishda $\pi/2$ burchakka burish bilan teng ekan. Xuddi shunga uxshash, biror vektorni $1/j = -j$ ga ko'paytirish shu vektorni soat yunalishida $\pi/2$ burchakka burish bilan teng qiymatlidir.

1.3.5. Sinusoidal tok zanjirlarida aktiv, reaktiv va to'la quvvatlar.

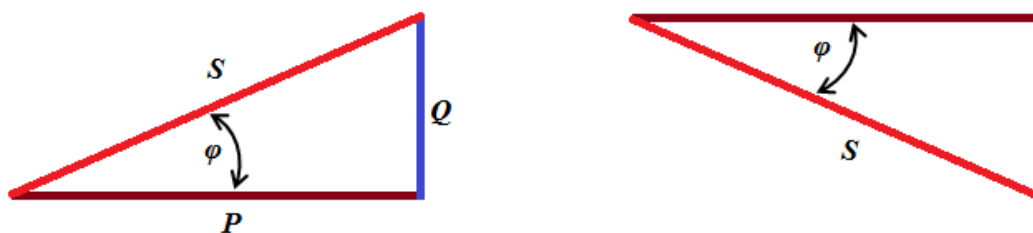
Ma'lumki sinusoidal tok zanjirlarida quvvatlar uchburchagi (1.3.12-rasm, a va b). ning tomonlari quyidagilarni bildiradi:

$$P = U_R \cdot I = I^2 R - \text{zanjirning aktiv quvvati}; \quad (1.3.45)$$

$$Q = U_X \cdot I^2 X - \text{zanjirning reaktiv quvvati}; \quad (1.3.46)$$

$$S = U \cdot I = I^2 Z - \text{zanjirning to'la quvvati}; \quad (1.3.47)$$

$$\cos \varphi = P/S - \text{zanjirning quvvat koeffitsienti}. \quad (1.3.48)$$



1.3.12-rasm. Quvvatlar uchburchagi.

SHuningdek, quvvatlar uchburchagidan foydalanib, R , Q , S va $\cos\varphi$ lar o'rtasidagi bog'lanishlarni aniqlash mumkin:

$$P=S \cdot \cos\varphi = UI \cos\varphi; \quad (1.3.49)$$

$$Q=S \cdot \sin\varphi = UI \sin\varphi; \quad (1.3.50)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = U \cdot I \quad (1.3.51)$$

SI sistemasida aktiv quvvat Vatt,(Vt) yoki kiloVatt (kVt), reaktiv quvvat Volt-Amper reaktiv (VAr) yoki kiloVolt-Amper reaktiv (kVAr), to'la quvvat Volt-Amper (VA) yoki kiloVolt-Amper (kVA) birliklarda o'lchanadi

To'la quvvat energetik qurilmalar (elektr mashinalar, transformatorlar, uzatish liniyalari va hokazolar)ning ishlatilish mobaynida nominal kuchlanish U_{nom} va nominal tok I_{nom} bo'yicha bera oladigan eng katta elektr quvvati hisoblanadi. [1]

Aktiv quvvat iste'mol qilinayotgaya elektr energiyasining boshqa tur energiyaga (foydali ishga) aylanish jadalligini ko'rsatadi.

$\cos\varphi$ - quvvat koeffitsienti to'la quvvatning qanday qismi foydali ishga (ya'ni aktiv quvvatga) sarf bo'lganini ko'rsatuvchi mezondir. Tok bilan kuchlanish orasidagi faza siljish burchagi φ qanchalik kichik bo'lsa, bu miqdor shunchalik katta bo'ladi. Ammo, o'zgaruvchan tok zanjiri energiya to'plovchi reaktiv L va S elementlarga ega bo'lganligi uchun hamma vaqt $\cos\varphi < 1$ (yoki $P < UI$) bo'ladi. $\cos\varphi = 1$ bo'lganda to'la quvvat butunlay foydali ish bajarish uchun sarf bo'ladi. Aksincha, $\cos\varphi$ birdan qancha kichik bo'lsa, avvalgiday foydali ish bajarish uchun S ning qiymatini shuncha oshirish kerak bo'ladi.

Masalan, $U=380V$ kuchlanishda $R= 4,5$ kVt-aktiv quvvatni ta'minlash uchun tarmoqdan iste'mol qilinadigan, tok va to'la quvvat:

$$\cos\varphi=1 \text{ bo'lganda } I=12 \text{ A, } S=4,5 \text{ kVA};$$

$$\cos\varphi=0,8 \text{ bo'lganda } I=14,8 \text{ A, } S=5,6 \text{ kVA};$$

$$\cos\varphi=0,6 \text{ bo'lganda } I=19,7 \text{ A, } S=7,5 \text{ kVA};$$

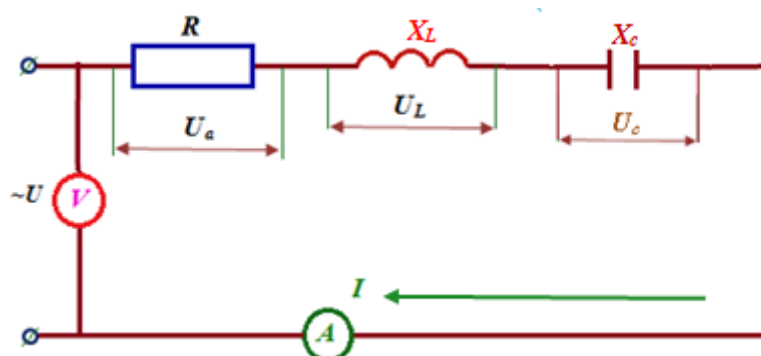
$$\cos\varphi=0,4 \text{ bo'lganda } I=29,6 \text{ A, } S=11,2 \text{ kVA};$$

SHunday qilib, zanjirdagi foydali ishni tokning aktiv tashkil etuvchisi ($I_a = I \cdot \cos\varphi$) bajaradi. Tokning reaktiv tashkil etuvchisi ($I_r = I \cdot \sin\varphi$) esa elektr va magnit maydoni hosil qilish uchun sarf bo‘lib, ularning energiyasi L va S elementlarda davriy ravishda yig‘ilib, manbaga yana qaytadi yoki $I_L = I_C$ (ya‘ni $b_L = b_C$) bo‘lganda shu elementlar orasida tebranib turadi.

Doimo musbat bo‘lgan R va S lardan farqli o‘laroq reaktiv quvvat $\varphi > 0$ bo‘lganda musbat (induktiv rejim Q_L), $\varphi < 0$ bo‘lganda esa manfiy (sig‘im rejimi Q_C) bo‘ladi.

1.3.6. R, L va S elementlari ketma – ket ulangan zanjirlarni hisoblash. Tok va kuchlanishlarning vektor tasvirlarini qurish.

Ketma-ket ulangan qarshiliklar. Aktiv R , induktiv X_L va sig‘im X_C qarshiliklar ketma-ket ulangan sinusoidal to‘k zanjirida I to‘k barcha istemolchilar uchun umumiy bo‘ladi. (1.3.13-rasm)



1.3.13-rasm. Aktiv R , induktiv X_L va sig‘im X_C qarshiliklar ketma-ket ulangan sinusoidal to‘k zanjiri.

Birinchi navbatda zanjirning ekvivalent qarshiligini aniqlab olamiz.

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}; \quad (1.3.52)$$

Zanjirida I to‘k barcha istemolchilar uchun umumiy bo‘lishini etiborga olib, aktiv, induktiv va sig‘im qarshiliklardagi kuchlanishlar tushuvlarini xisoblaymiz.

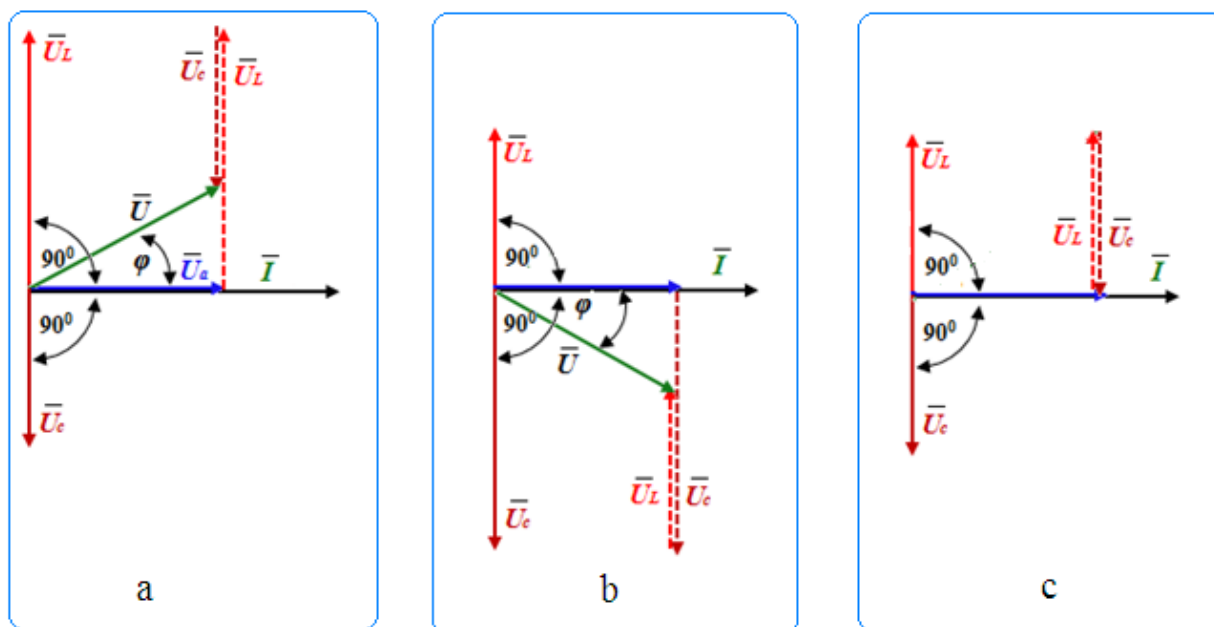
$$U_R = RI; \quad U_L = X_L I; \quad U_C = X_C I; \quad (1.3.53)$$

Zanjir qisqichlaridagi kuchlanish quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$U = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = IZ; \quad (1.3.54)$$

Aktiv R , induktiv X_L va sig'im X_C qarshiliklar ketma-ket ulangan sinusoidal to'k zanjiri uchun vector diagrammalar quyidagi uch xolat uchun quriladi:

1. ($X_L > X_C$) va ($U_L > U_C$) bo'lganda $\varphi > 0$ ga teng bo'lib, zanjir aktiv induktiv xarakterga ega bo'ladi (1.3.14 – rasm,a);
2. ($X_L < X_C$) va ($U_L < U_C$) bo'lganda $\varphi < 0$ ga teng bo'lib, zanjir aktiv sig'imiy xarakterga ega bo'ladi (1.3.14 – rasm, b);
3. ($X_L = X_C$) va ($U_L = U_C$) bo'lganda $\varphi = 0$ ga teng bo'lib, zanjir faqat aktiv xarakterga ega bo'lib qoladi. Bu paytda zanjirda kuchlanishlar rezonansi hodisasi sodir bo'ladi (1.3.14 – rasm,c).



1.3.14-rasm. Aktiv R , induktiv X_L va sig'im X_C qarshiliklar ketma-ket ulangan sinusoidal to'k zanjiri uchun vector diagrammalar.

Kuchlanishlar rezonansi. Kuchlanishlar rezonansi paytida induktiv va sigim qarshiliklardagi kuchlanishlar zanjirning umumiy kuchlanishi U dan katta bo'ladi.

X_L induktiv qarshilik X_C sigim qarshilikka teng, yani $X_L = X_C$ bo'lganda kuchlanishlar rezonansi sodir bo'ladi.

$$X_L = I\omega L; \quad X_C = I \frac{1}{\omega C} \quad (1.3.55)$$

Zanjirdagi to'la qarshilikning qiymati aktiv qarshilikning qiymatiga teng bo'ladi. Zanjirning aktiv qarshiligi juda kichik bo'lganda, zanjirdagi tok keskin ortib ketadi.

Zanjirga ketma-ket ulangan istemolchilardagi kuchlanishlar tushuvi tok bilan qarshilikning ko'paytmasiga teng bo'ladi. Shu sababdan tok ortib ketganda, kondensator va induktiv galtak klemmalaridagi kuchlanish xam keskin ortib ketishi va zanjir klemmalariga berilgan umumiy kuchlanishdan bir necha marta yuqori bo'lishi mumkin. Kondensator va galtak klemmalarida shunchalik katta kuchlanish paydo bulishi izolyasiyaning teshilishiga xamda elektr jixozlarining yaroqsiz xolga kelishiga sabab bo'ladi. [1]

1.3.14.c-rasmda kuchlanishlar rezonansi paytidagi vektorlar diagrammasi tasvirlangan. Zanjirda rezonans xodisasi sodir bo'lishiga sabab bo'ladigan elektr chastotasiga zanjirning rezonans chastotasi deb ataladi.

$$X_L - X_C = \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \quad (1.3.56)$$

Ushbu ifoda zanjirda kuchlanishlar rezonansi sodir bulishining sharti sifatida induktiv qarshilik sigim qarshilik bilan o'zaro teng bulishi kerakligini ko'rsatadi, yani:

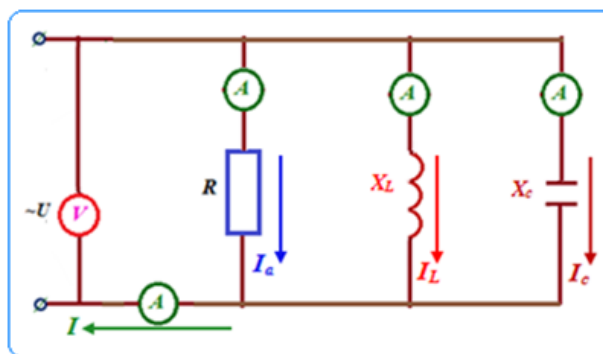
$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \quad (1.3.57)$$

O' navbatida kuchlanishlar rezonansi paytida to'la reaktiv qarshilik nolga teng bo'liadi.

$$X = \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \quad (1.3.58)$$

1.3.7. R, L va S elementlari parallel ulangan o'zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblash. Kuchlanishlar, qarshiliklar va quvvatlar uchburchaklari.

Parallel ulangan qarshiliklar. 1.3.15-rasmda uzgaruvchan tok zanjiriga paralel ulangan aktiv R , induktiv X_L va sig'im X_C qarshiliklar tasvirlangan.

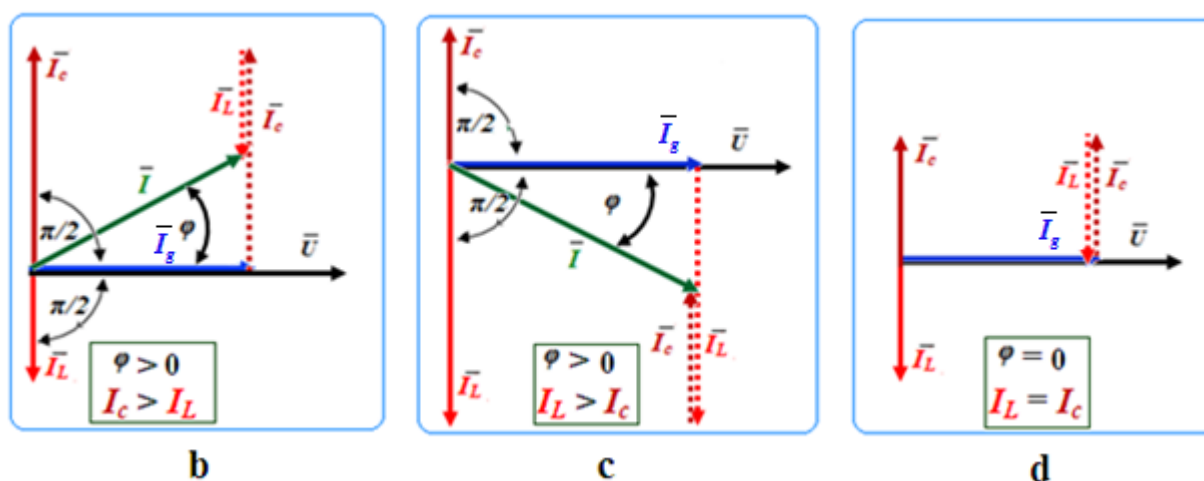


1.3.15-rasm. Aktiv R , induktiv X_L va sig'im X_C qarshiliklar parallel ulangan sinusoidal tok zanjiri

Aktiv R , induktiv X_L va sig'im X_C qarshiliklar sinusoidal kuchlanish manbaiga parallel ulanganda o'tkazuvchanlik, to'k va kuchlanishlarning o'zaro munosabatlarini aniqlash uchun vektor diagrammalardan foydalanamiz. Diagramma kuchlanish vektorini qurishdan boshlanadi (1.3.16 – rasm).

Induktiv b_L va b_C sig'im o'tkazuvchanliklarning bir – biridan miqdoriy farqiga, yoki tengligiga ko'ra elektr zanjirlari uch xil tavsifli bo'lishi mumkin:

4. ($b_L < b_C$) va ($I_L < I_C$) bo'lganda $\varphi < 0$ ga teng bo'lib, zanjir aktiv sig'imiy xarakterga ega bo'ladi (2.15 – rasm, b);
5. ($b_L > b_C$) va ($I_L > I_C$) bo'lganda $\varphi > 0$ ga teng bo'lib, zanjir aktiv induktiv xarakterga ega bo'ladi (2.15 – rasm,c);
6. ($b_L = b_C$) va ($I_L = I_C$) bo'lganda $\varphi = 0$ ga teng bo'lib, zanjir faqat aktiv xarakterga ega bo'lib qoladi. Bu paytda zanjirda toklar rezonansi hodisasi sodir bo'ladi (2.15 – rasm,d).



1.3.16-rasm. Aktiv R , induktiv X_L va sig'im X_C qarshiliklar parallel ulangan sinusoidal to'k zanjiri uchun vector diagrammalar.

Vektor diagramma qurishni barcha qarshiliklar uchun umumiy bo'lgan kuchlanish vektoridan boshlaymiz. Gorizontaal yo'nalishda kuchlanish vektorini chizamiz. I_g - vektori kuchlanish vektori yo'nalishida, I_L - vektori kuchlanish vektoridan 90° orqada, I_c - vektori esa kuchlanish vektoridan 90° oldinda qilib quriladi.

Kirxgofning 1-qonuniga binoan, ayrim parallel tarmoqlardagi toklarning yig'indisi manbadan kelayotgan tok I ga teng, ya'ni: $I = I_g + I_L + I_c$

Parallel ulangan zanjir uchun Om qonuni quyidagicha yoziladi:

$$I = \sqrt{I_g^2 + (I_L - I_c)^2} = \sqrt{g^2 + (b_L - b_c)^2} \cdot U = \sqrt{g^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2} \cdot U = y \cdot U \quad (1.3.59)$$

Bunda zanjirning to'la o'tkazuvchanligi $y = \sqrt{g^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2} \cdot 1/Om$, (1.3.60)

quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = \frac{g}{y}$ (1.3.61)

Toklar rezonansi. Induktiv va sigim qarshiliklar paralel ulangan uzgaruvchan tok zanjirida induktivlikdagi I_L va sigimdagi I_c toklar teng bo'lganda toklar rezonansi xodisasi sodir bo'ladi. (1.3.16,d-rasm)

Bu paytda zanjirdagi I umumiy tok juda kam bo'ladi. Induktivlik va sigim qarshiliklar orqali I umumiy tokga nisbatan bir necha marta katta miqdorda o'zgaruvchan tok oqib o'tadi.

Toklar rezonansi paytida zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi tok minimal qiymatiga erishgani sababli ulagich simlaridagi quvvat isrofi xam minimal bo'ladi. Tarmokning tok manbai (generator) uchun $\varphi = 0$ yani $\cos \varphi = 1$ bo'lganda samarali ish sharoiti yaratiladi. Aktiv va induktiv qarshilikli zanjirga kondensator ulanganda $\cos \varphi$ ortadi.

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{\omega C}} \quad (1.3.62)$$

1.3.62-ifodadan toklar rezonansining sharti bilan kuchlanishlar rezonansi sharti o'zaro uxshashligi kurinadi. Zanjirning tarmoqlanmagan qismida to'la rezonans paytida tok nolga teng bo'lib, paralel ulangan induktivlik va sigimning umumiy to'la qarshiligi cheksiz qiymatga ortadi.

Vektor diagrammadan (1.3.16,d-rasm) ko'rinadiki, toklar rezonansida induktivlik va sigimda toklar faza buyicha $\varphi = 180$ burchakka farq qilib, umumiy tok nolga teng, zanjirning to'la qarshiligi esa cheksiz katta bo'ladi. [1,2]

Nazorat savollari

1. Uzgaruvchan tok va uni xosil qilish usullari?
2. Sinusoidal kattaliklarning vektor tasvirlari va ularning mohiyati?
3. Uzgaruvchan tokning effektiv va urtacha qiymati nima?
4. Uzgaruvchan tok davri va chastotasi nima?
5. Sinusoidal tokning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlari qanday aniqlanadi?
6. Zanjir elementlari qanday tartibda ulansa kuchlanishlar rezonansi sodir buladi?
7. Qanday zanjirda toklar rezonansi sodir buladi?
8. Sinusoidal tok zanjirlarini hisoblash usullari

I bob.

1.4. Uch fazali tok zanjirlari.

Reja:

- 1.4.1. Uch fazali EYuK va tokni olish qurilmasi va uning ishlashi. Uch fazali generator va iste'molchilarning yulduz sxemasida ulanishi.
- 1.4.2. Yulduz sxemasida ulangan uch fazali tok zanjirini hisoblash, tok va kuchlanishlarning vektor tasvirlarini qurish. (iste'molchilarning simmetrik va nosimmetrik holatlarida).
- 1.4.3. Uchburchak sxemasida ulangan uch fazali tok zanjirini hisoblash, tok va kuchlanishlarning vektor tasvirlarini qurish. (Iste'molchilarning simmetrik va nosimmetrik holatlarida).
- 1.4.4. Uch fazali simmetrik iste'molchilarning uchburchak sxemasidan yulduz sxemasiga o'tishida tok va quvvatlarning o'zaro nisbati. Uch fazali zanjirlarda aktiv, reaktiv va to'la quvvatlar.

1.4.1. Uch fazali EYUK va tokni olish qurilmasi va uning ishlashi. Uch fazali generator va iste'molchilarning yulduz sxemasida ulanishi.

Uch fazali EYuK tizimning uch fazali toklari bir xil chastotali va fazalari o'zaro 120° ga srijigan uchta sinusoidal bir fazali toklar tizimiga aytiladi.

Uch fazali tizim yordamida ishlab chiqarilayotgan elektr energiyani uzoq masofalarga uzatish, bir fazali tizimga nisbatan samarali hisoblanadi.

Uch fazali EYuK tizimni hosil qilish, uni iste'molchilarga uzatish va bevosita iste'mol qilishda qo'llaniladigan uch fazali sinxron generatorlar, motorlar, transformatorlar konstruksiyasi ishlab chiqarish uchun qulay va samarali, ularni ekspluatatsiyasi tejamli va ishonchlidir.

Texnologik tomondan uch fazali tizimlarda aylanuvchi magnit maydoni hosil qilish nisbatan qulay sanaladi, Sinxron va asinxron elektr motorlarining ishlash tamoillari ushbu aylanuvchi magnit maydonning tokli o'tkazgichka ta'siri hisoblanadi.

Uch fazali tizimda ta'rif, tushuncha va formulalar. Bir xil chastotali va fazalar bo'yicha o'zaro 120^0 siljigan uchta EYuK li zanjirdagi tok uch fazali tok deb ataladi. Uch fazali EYuK tizimi, uch fazali iste'molchi va ularni o'zaro bog'lovchi o'tkazgichlar uch fazali zanjirni shakllantiradi.

Uch fazali generator EYuK larinig oniy qiymatlari quyidagicha ifodalanadi:

$$e_a = E_m \sin \omega t; \quad e_b = E_m \sin(\omega t - 120^0); \quad e_c = E_m \sin(\omega t + 120^0) \quad (1.4.1)$$

Simmetrik rejimda ushbu EYuK lar oniy qiymatlarining algebraik yigindisi nolga teng bo'ladi:

$$e_A + e_b + e_c = 0 \quad (1.4.2)$$

EYuK vektorlarining geometrik yigindisi yopik uchburchak xosil kiladi. Uch fazali zanjirda ikki turdagi kuchlanish va toklar mavjud bo'ladi:

Faza kuchlanishi – liniya simlarining har biri bilan neytral sim orasidagi kuchlanish bo'lib U_a , U_b va U_c lar bilan yoki umumiy tarzda U_f bilan belgilanadi;

Liniya kuchlanishi – liniya simlari orasidagi kuchlanish, boshqacha aytganda generator chulg'amlarining A va B , B va C xamda C va A nuqtalari orasidagi U_{AB} , U_{BC} va U_{CA} kuchlanishlar yoki umumiy tarzda U_A bilan belgilanadi;

Faza toki – generator chulg'amlarining yoki iste'molchilarning bosh uchidan oxirgi uchiga yo'nalgan tok bo'lib umumiy tarzda I_f ko'rinishida belgilanadi.

Liniya toki – Zanjirdagi liniya simlaridan oqib o'tayotgan tok bo'lib umumiy tarzda I_L bilan belgilanadi.

Uch fazali zanjirlarda generator, transformator chulgamlari va va iste'molchilar ikki xil sxemada: "yulduz" (Y) yoki "uchburchak" (Δ) usulida ulanadi.

Generator chumgamlarini "yulduz" (Y) usulida ulanishi va EYuKlarning vektor liagrammalari 3.1 –rasmda keltirilgan.

Uch fazali tokning quvvati. Uch fazali simmetrik zanjirlarda quvvatlar quyidagicha xisoblanadi:

$$\text{Aktiv quvvat: } P_{3f} = 3 \cdot P_f = 3U_f I_f \cdot \cos \varphi = \sqrt{3}U_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi \quad (1.4.3)$$

$$\text{Reaktiv quvvat: } Q_{3f} = 3Q_f = 3U_f I_f \cdot \sin \varphi = \sqrt{3}U_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi \quad (1.4.4)$$

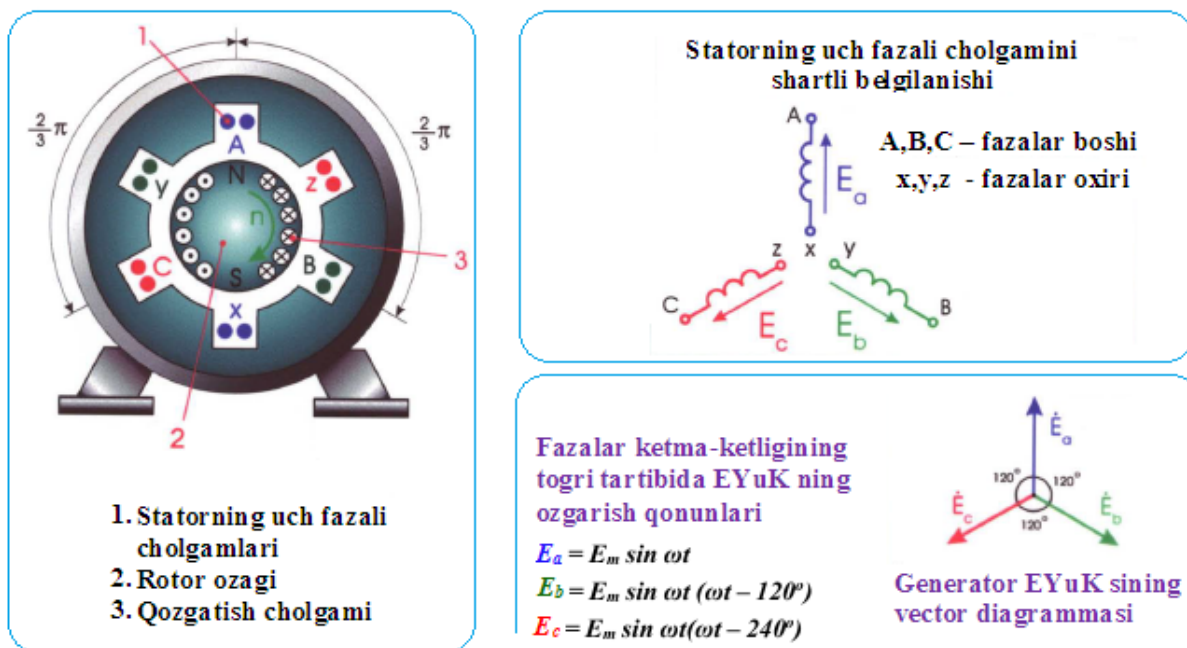
$$\text{To'la quvvat: } S_{3f} = \sqrt{P_{3f}^2 + Q_{3f}^2} = 3U_f \cdot I_f = \sqrt{3}U_L \cdot I_L \quad (1.4.5)$$

Uch fazali simmetrik zanjirlarda tokning quvvatini bir fazali va uch fazali vattmetrlar yordamida o'lchash mumkin.

Elektr zanjirlarda uch fazali simmetrik iste'molchilarni "yulduz" sxemasidan "uchburchak" sxemasiga o'tkazib ulanganda, liniyadagi tok hamda iste'molchining quvvati 3 martaga ko'payadi. Ushbu xususiyatdan amaliyotda keng miqyosda foydalaniladi.

Elektr stantsiyalarida uch fazali sinxron generatorlar o'rnatilgan bo'lib, aynan ular yordamida uch fazali elektr energiyasi hosil qilinadi. 1.4.1-rasm.

Uch fazali sinxron generator ikkita asosiy qism – qo'zg'almas stator (1.4.1-rasm,1) va aylanuvchi rotordan (1.4.1-rasm,2) iborat bo'ladi. Stator pazlariga cho'lg'amlar soni bir xil, o'zaro bir-biridan 120° ga siljigan uchta cho'lg'am joylashtiriladi. Rotor valiga esa **N** va **S** ikki qutbli elektromagnit mustaxkam o'rnatilgan. Ushbu elektromagnit cho'lg'mi maxsus manbadan o'zgaras tok bilan ta'minlanadi.



1.4.1-rasm. Uch fazali sinxron generator va unung parametrlari.

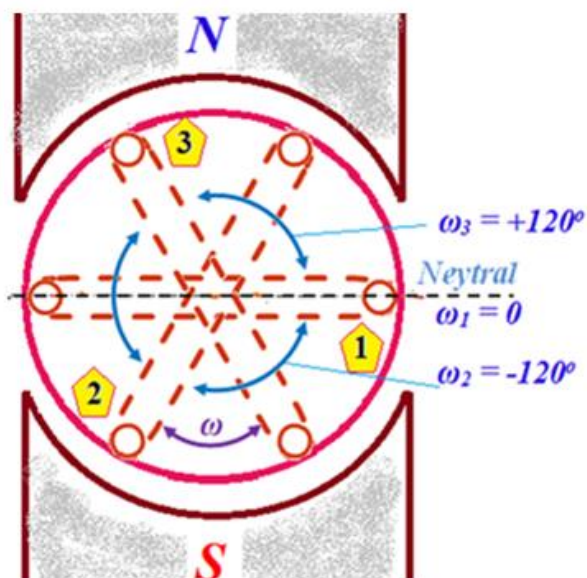
Ushbu uch fazali sinxron generator rotori tashqi birlamchi xarakatlantirgich (*bug'-gaz turbinasi, ichki yonuv dvigateli, suvning yuqoridan pastga tushish energiyasi va x.k.*) yordamida aylantirilganda statorning faza cho'lg'amlarida o'zgaruvchan EYuK induksiyanadi. Aylanayotgan rotorning magnit maydoni faza cho'lg'amlarini birdaniga emas, balki navbati (*120° farq qilgan xolda*) bilan kesib o'tgani sababli stator cho'lg'amlarida xosil bo'ladigan EYuKlar xam fazalar bo'yicha o'zaro 120° ga siljigan tarzda xosil bo'ladi. [1,2]

Uch fazali sinxron generatorning konstruktiv tuzilishi quyidagicha:

Uchta bir xil mis simlardan o'ralgan cho'lg'amlar (1.4.1-rasm, 1) qo'zg'almas qism - statorning magnit o'zagi arikchalariga o'zaro 120° siljigan xolda joylangan. Uch fazali sinxron generatorning aylanuvchi rotor (1.4.1-rasm, 2) qismida, rotor cho'lg'ami (1.4.1-rasm, 3) joylashgan bo'lib, ushbu cho'lg'am o'yg'otuvchi cho'lg'am deb ataladi. Sinxron generatorning o'yg'otuvchi cho'lg'amga o'zgarmas tok berilib, ushbu tok kuchli magnit maydonini hosil qiladi.

Tashqi mexanik kuchlar ta'sirida rotor aylantirilganda ushbu magnit maydoni stator cho'lg'amlarida o'zaro bir-biridan 120° ga farq qiluvchi bir xil chastotali sinusoidal EYuK larni hosil qiladi.

1.4.2-rasmda uch fazali EYuK tizimini hosil qilish tamoillari keltirilgan.

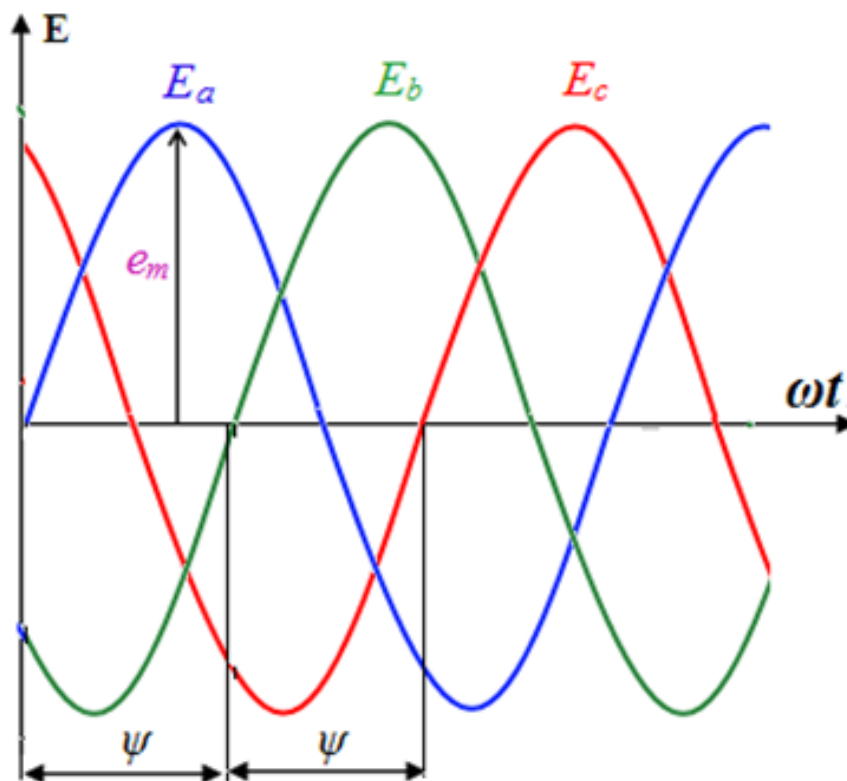


1.4.2-rasm.Uch fazali EYuK tizimini hosil qilish tamoillari

O'zaro bir-birga nisbatan 120° ga siljitib joylashtirilgan uchta chulg'amlarni magnit maydonida ω burchak tezligi bilan soat strelkasi yo'nalishga buyicha aylantirilganda, chulgamlarda sinusoidal EYuK paydo bo'ladi. Ushbu EYuKlar amplitudali o'zaro teng bo'lib, fazalari 120° ga farq qiladi.

Butun dunyo bo'ylab ishlab chiqarishning barcha soxalarida elektr energiya ta'minoti va iste'molida asosan uch fazali tizimdan foydalaniladi. Uch fazali generatorning EYuK $-E_a$ deb belgilasak, undan 120° orqadagi ikkinchi faza EYuK $-E_b$, 120° oldindagi, uchinchi faza EYuK $-E_c$ deb belgilanadi. Uch fazali EYuK manbai, uch fazali iste'molchi va ularni birlashtiruvchi o'tkazgich simlar majmui uch fazali zanjir deb ataladi. Demak, uch fazali EYuK simmetrik tizim deb o'zaro bir biridan fazasi 120° burchakka siljigan bir xil chastota va amplitudali EYuK majmuiga aytiladi. 1.4.3-rasmda shunday EYuKlar tizimi oniy qiymatlarining to'liq diagrammasi keltirilgan.

Uch fazali zanjirda faza deb zanjirning shunday bir qismiga aytiladiki, undan bir xil tok o'tadi. Ikkinchi tomondan esa, sinusoidal o'zgaruvchi kattalikning argumenti xam faza deb ataladi. Shunday qilib, ko'rilayotgan masalaga qarab, faza deganda uch fazali zanjirning tarkibiy qismi yoki kuchlanishning argumenti tushuniladi.



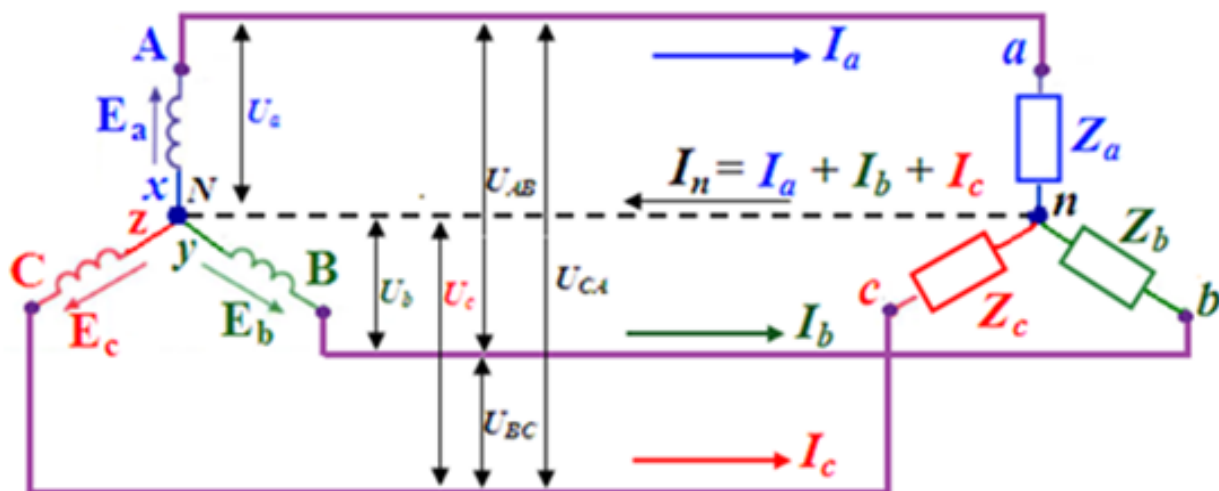
1.4.3-rasm. Uch fazali EYuK simmetrik tizim oniy qiymatlarining to'liqin diagrammasi.

1.4.2. Yulduz sxemasida ulangan uch fazali tok zanjirini hisoblash (iste'molchilarning simmetrik va nosimmetrik holatlarida).

Simmetrik iste'molchilarning “yulduz” usulida ulash - Manba va iste'molchilar “yulduz” usulida ulanganda, toklar generatorning faza chulgamlarining boshlanishidan iste'molchilar tomon yo'nalgan bo'ladi. Yulduz usuli qo'llanilganda (*shartli belgisi Y*) generator fazalari chulgamlarining “oxiri” (**x**, **y**, **z**) bitta umumiy nuqta N ga birlashtiriladi. Tegishli N nuqtada iste'molchi faza zanjirlarining uchta uchlari o'zaro birlashtiriladi. (1.4.4-rasm).

Generator bilan iste'molchining neytral tugunlari uzaro neytral (nol) sim bilan birlashtiriladi. Bu sim 1.4.4-rasmdagi faza toklari qaytish simlarini birlashtirish natijasida xosil buladi. Demak, sistemaning neytral simida o'tuvchi tok faza toklarining vektor yigindisiga teng bo'ladi.

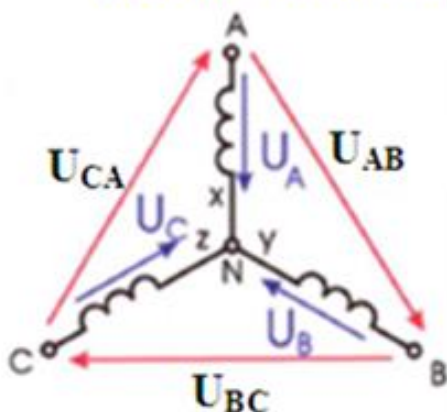
$$\underline{I}_N = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C \quad (1.4.6)$$



(a)

Generator chulgamlarini
“yulduz” usulida ulash

shartli belgilar



A B C – liniya simlari
N – neytral sim,

U_a U_b U_c - faza kuchlanishlari

U_{AB} U_{BC} U_{CA} - liniya kuchlanishla

(b)

1.4.4-rasm. (a va b) Uch fazali tizim va iste'molchilarning “yulduz” usulida neytral sim bilan ulanishi

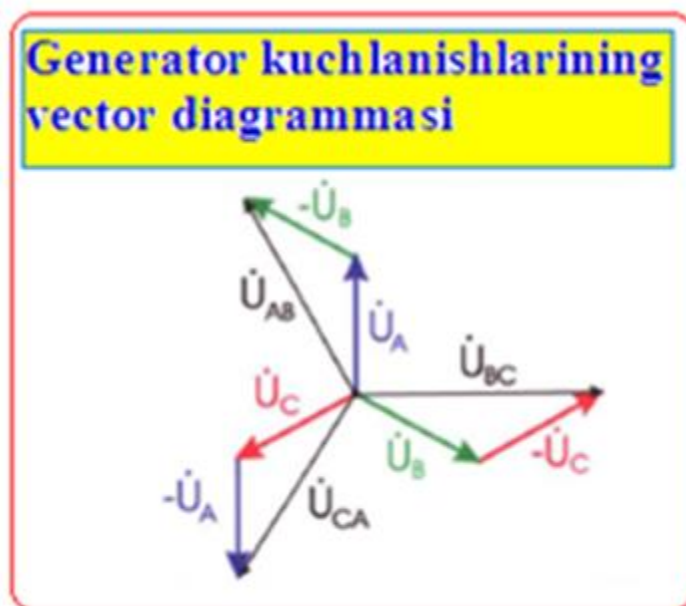
Simmetrik tizim deb manbaning uchta fazasida toklar o'zaro teng va faza kuchlanishlari bilan toklar orasidagi faza siljishlari, iste'molchi fazalarining to'la qarshiliklari o'zaro teng bo'lgan xolatga aytiladi.

Simmetrik yuklamada faza toklari vektorlarining yigindisi yopiq uchburchak ko'rinishida bo'ladi. Bunda neytral simdagi tok $I_N = 0$ bo'ladi

Uch fazali generatorlar “yulduz” usulida ulanganda unung qisqichlarida liniya va faza kuchlanishlarining simmetrik tizimi hosil bo'ladi, liniya kuchlanishlari faza kuchlanishlaridan $\sqrt{3}$ marta katta bo'ladi. [1,2]

$$U_L = \sqrt{3} U_F \quad (1.4.7)$$

$$I_L = I_F \quad (1.4.8)$$



1.4.5-rasm. Uch fazali simmetrik tizimda liniya va faza kuchlanishlarining o'zaro munosabatlari.

Neytral simli zanjirda istemolchining faza kuchlanishlari manbaning faza kuchlanishlariga teng.

Manba bilan iste'molchi fazalari yulduz sxemasida ulanganda ularning qisqichlaridagi kuchlanishlar faza kuchlanishlari U_F deyiladi. (U_A , U_B , U_C -faza kuchlanishlari).

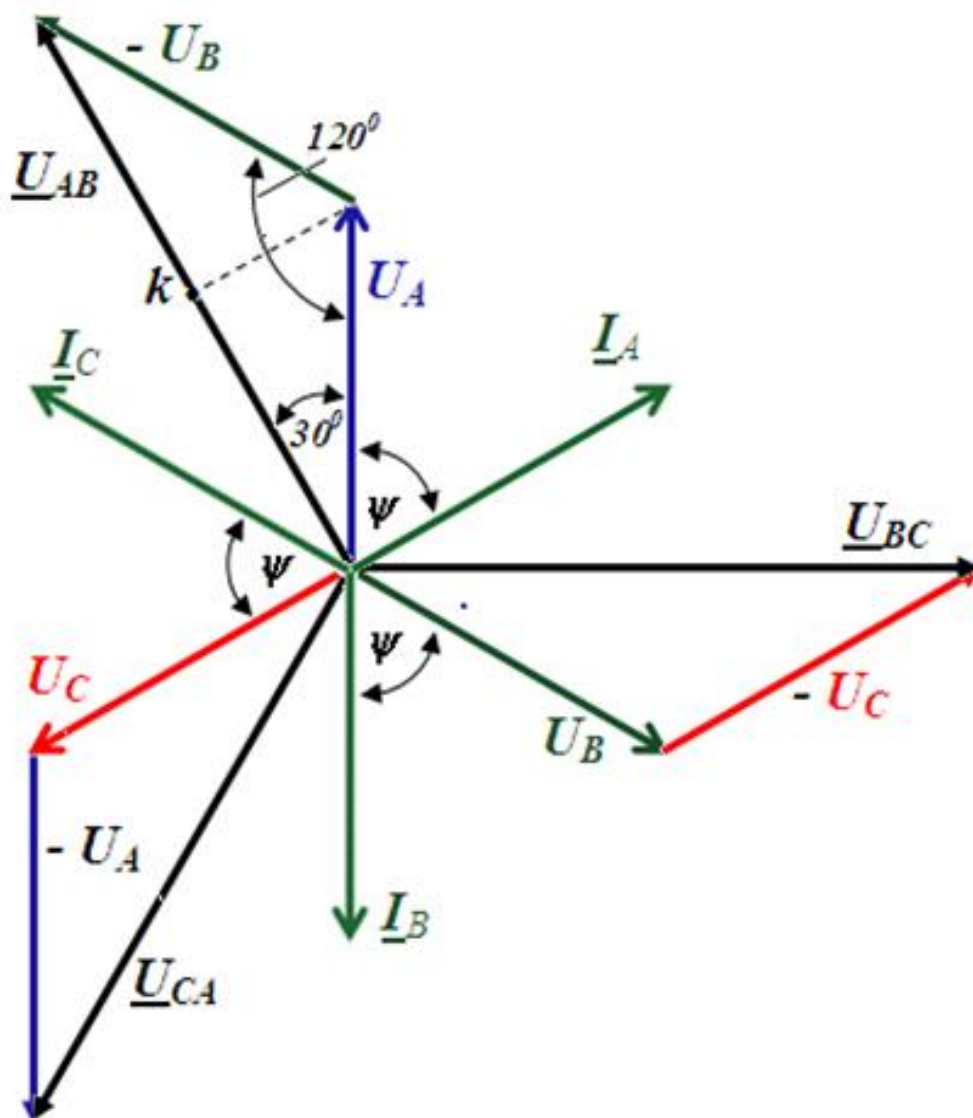
A, B va C liniya simlari orasida kuchlanishlar liniya U_L (U_{AB} , U_{BC} , U_{CA})-kuchlanishlari deb ataladi. Faza kuchlanishlarining yo'nalishi faza EYuK yunalishlariga teskari bo'ladi.

O'z navbatida liniya kuchlanishi tegishli faza kuchlanishlari vektorlarining ayirmasiga teng.

$$\underline{U}_{AB} = U_A - U_B; \quad \underline{U}_{BC} = U_B - U_C; \quad \underline{U}_{CA} = U_C - U_A \quad (1.4.9)$$

Uch fazali simmetrik tizimda liniya va faza kuchlanishlarini vektor diagramma yordamida aniqlash mumkin. (1.4.5-rasm) Vektor diagramma faza kuchlanishlarning uchta U_A , U_B , U_C vektorlari asosida quriladi. Ushbu vektorlar o'zaro 120° ga siljigan bo'lib, liniya kuchlanishi vektori \underline{U}_{AB} ni qurishda \underline{U}_A dan \underline{U}_B ayiriladi yoki \underline{U}_A ga $= (-\underline{U}_B)$ ni qo'shiladi.

“Yulduz” usulida ulangan simmetrik yuklamada toklar, faza va liniya kuchlanishlari vektorlari diagrammasi. 1.4.6-rasmda keltirilgan.



1.4.6-rasm. “Yulduz” usulida ulangan simmetrik yuklamamda toklar, faza va liniya kuchlanishlarining vektor diagrammasi.

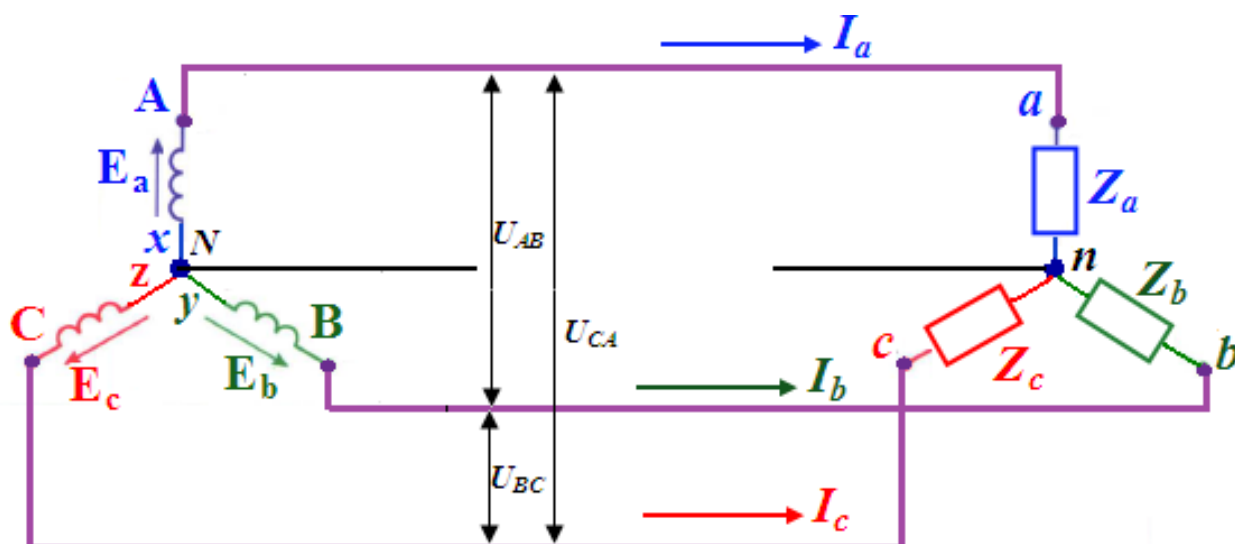
Uch fazali kuchlanishlar simmetrik bulgani uchun faza va liniya kuchlanishlari vektorlari o‘tkir burchaklari 30° va utmas burchagi 120° bo‘lgan uchta teng yonli uchburchaklarni xosil qiladi. Xar qanday bitta uchburchakning o‘tmas burchagi uchidan qarama-qarshi tomonga perpendikulyar tushirib (1.4.6-rasm *k-nuqta*) quyidagi bog‘lanishlarni aniqlash mumkin.

$$U_{AB} = U_A = 2U_F \cos 30^\circ \quad \text{bu erda} \quad U_A = \sqrt{3} U_F; (\cos 30^\circ = \sqrt{3}/2) \quad (1.4.10)$$

Yuqoridagi ifoda “yulduz” usulida ulangan uch fazali simmetrik tizimda liniya kuchlanishlari faza kuchlanishlaridan $\sqrt{3}$ marta katta bo’lishini ko’rsatadi. “Yulduz” usulida ulashda uzatish liniyalarining simlaridagi toklar - liniya toklari I_L deb ataladi va faza toklariga I_F teng bo’ladi, chunki faza zanjiri bilan liniya simlari ketma – ket ulagan:

$$I_L = I_F \quad (1.4.11)$$

Uch fazali tizimda neytral sim uzilib qolganda iste’molchi fazalari qarshiliklarining nisbatiga ko’ra, bitta faza kuchlanishi nominal qiymatdan kam, ikkinchisi esa aksincha ko’p bo’lib, ushbu nomutanosiblik keskin tus olganda uch fazali tizimda buzilishlarga olib kelishi mumkin. Aynan shu sababli **neytral simlarga eruvchan saqlagichlar, ulab – uzgachilar o’rnatish mumkin emas!**



1.4.7-rasm. Uch fazali tizimda neytral sim uzilib qolgan xolati.

Nosimmetrik iste’molchilarning “yulduz” usulida ulash. Uch fazali iste’molchilar “yulduz” usulida ulanganda iste’molchilar liniya simlar bilan neytral sim orasiga ulanadi. Odatda yoritish yuklamalari nosimmetrik xarakterda bo’lib, yuklamaning faza kuchlanishlarini simmetrik xolga keltirish uchun neytral utkazchlardan foydalaniladi.

Uch fazali zanjirlarni hisoblash

Uch fazali zanjirlar sinusoidal tok zanjirlarining bir turi bo’lib, ularni hisoblash va jarayonlarini taqlil etish uchun bir fazani o’zgaruvchan tok

zanjirlari uchun ma'lum bulgan iisoblash usullaridan foydalanish mumkin. Uch fazali tok zanjirlariga simvolik hisoblash usulini, vektor, topografik va aylanma diagrammalar qurishni qo'llash mumkin. [1]

Simmetrik yuklamali uch fazali zanjirni hisoblash

Uch fazali zanjirning yuklamasi ko'p hollarda simmetrik yoki simmetrika yaqin bo'ladi. SHuning uchun simmetrik yuklamada tok va kuchlanishlar faqat bitta faza uchun hisoblanadi. Manba va iste'molchilarni yulduz usulida ulash. Agar generator fazalari va itemolchi fazalari yulduz usulida to'rtta sim bilan ulangan bo'lsa, N va n turgunlarining potensialari teng bo'ladi. Bu iolda Om qonuniga muvofiq faza toki

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{U_{\phi}} = \frac{U_{\lambda}}{\sqrt{3}Z_{\phi}} = I_{\lambda} \quad (1.4.12)$$

Agarda iste'molchi nosimmetrik bo'lib, N va n tugunlari neytral sim bilan ulangan bo'lsa, undaliniya toklari Om qonuniga muvofiq

$$I_{-A} = \frac{E_A}{Z_{-B}}; \quad I_{-B} = \frac{E_B}{Z_{-B}}; \quad I_{-C} = \frac{E_C}{Z_{-C}} \quad (1.4.13)$$

Kirxgofning birinchi qonuniga asosan neytral simdagi tok liniya toklarining geometrik yijindisiga teng:

$$I_N = I_A + I_B + I_C \quad (1.4.14)$$

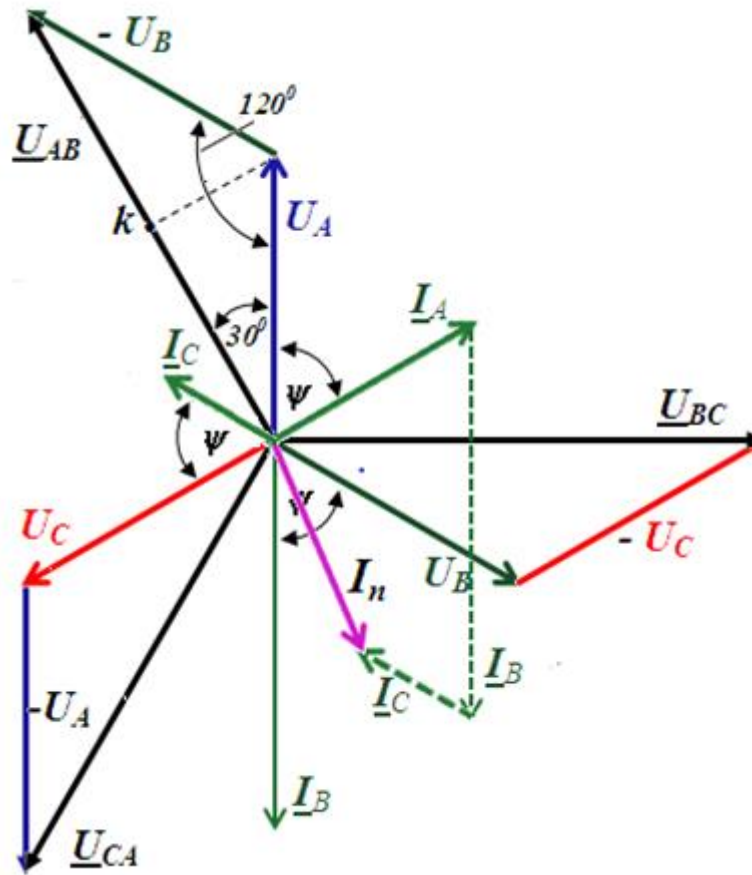
1.4.3. Uchburchak sxemasida ulangan uch fazali tok zanjirini hisoblash. (Iste'molchilarning simmetrik va nosimmetrik holatlarida).

Uch fazali istemilchilar "uchburchak" usulida ulanganda

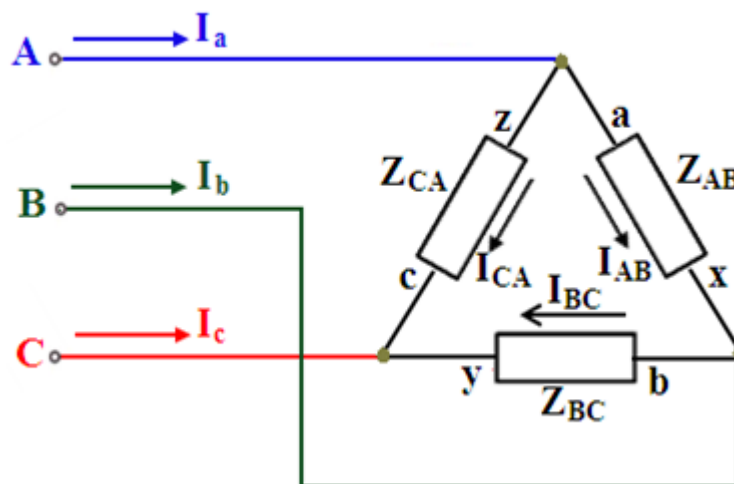
$$U_f = U_L \quad I_L = \sqrt{3} I_f \quad (1.4.15)$$

Faza toklari Om qonuniga asosan hisoblanadi

$$I_f = \frac{U_f}{Z_f} = \frac{U_L}{Z_f} \quad (1.4.16)$$



1.4.8-rasm. "Yulduz" usulida ulangan nosimmetrik yuklamada toklar, faza va liniya kuchlanishlari vektorlari diagrammasi

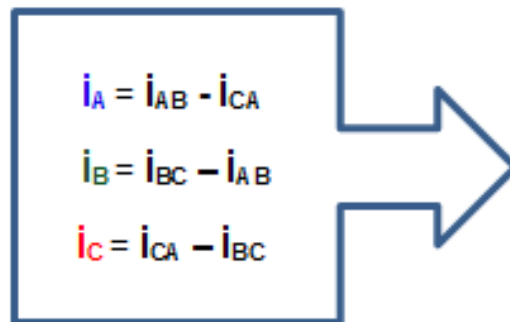


1.4.9-rasm. Uch fazali iste'molchilarni "Uchburchak" usulida ulash. Toklar, faza va liniya kuchlanishlari vektorlari diagrammasi

I_{AB} I_{BC} I_{CA} – faza toklari

I_a I_b I_c – liniya toklari

Liniya toklarini hisoblash uchun vector yoki kompleks formadagi Kirhgofning 1-qonuni boyicha tuzilgan tenglamadan foydalaniladi


$$\begin{aligned} i_A &= i_{AB} - i_{CA} \\ i_B &= i_{BC} - i_{AB} \\ i_C &= i_{CA} - i_{BC} \end{aligned}$$

(1.4.17)

Uch fazali kurilmalarda uchburchak usulida ulash (shartli belgilanishi Δ) yulduz usulida ulashga karaganda kamroq kullaniladi. Uchburchak usulida ulash uchun (3.9– rasm) generator fazalarning chulamlari o‘zaro ketma-ket birlashtiriladi, ya’ni iar bir faza chulg‘aming o‘zindan oldingi faza chulamning oxiriga ulanadi A bilan Z; B bilan X; C bilan Y. [1]

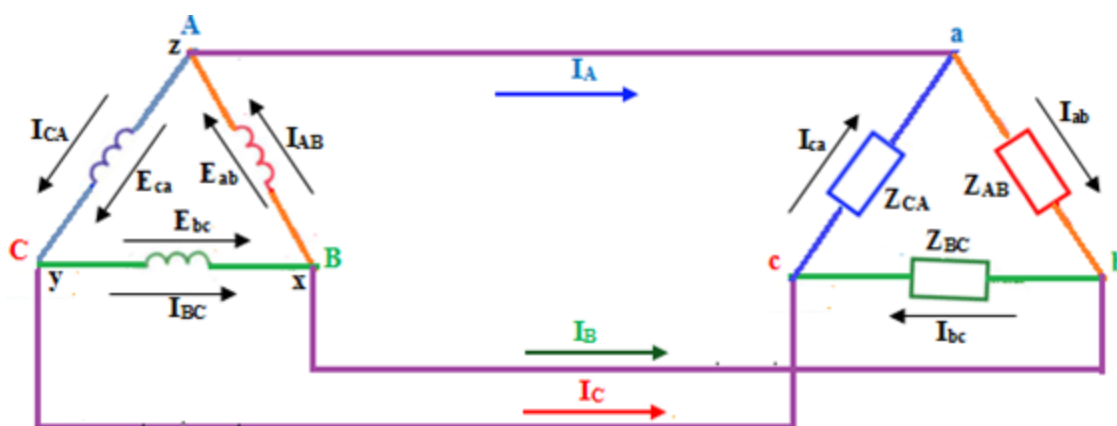
Shuning uchun generator faza chulg‘amlarining EYuKlari uchburchak ichida bir xil yo‘nalishda bo‘ladi. Demak, shu uchburchak faza EYUK oniy kiymatlarining algebraik yigindisi ta’sir etadi. Lekin $e_A + e_V + e_S = 0$ va shu sababli generato chulg‘amlarida tenglashtiruvchi tok paydo bulmaydi.

Chulg‘amlarning ikkita qismasini birlashtirishdan xosil bulgan umumiy nuqtalar liniya simlari biriktiriladi iste’molchilarning fazalariga ulanadi, ya’ni A bilan a, V bilan v va S bilan s. Sistemaning liniya simlaridagitok ikkita faza toklari yigindisiga teng bulib, ularning musbat yunalishi karama – karshi buladi (1.4.10–rasm).

Demak, liniya simlaridan o‘tuvchi tok tegishli faza toklarining vektor ayirmasiga teng:

Bu sistemada uchta faza kuchlanishlari bir vaqtning o‘zida liniya kuchlanishlari tashkil etadi. $U_F = U_L$ faza toklari ikkita indeks bilan ifodalanadi:

I_{AB} , I_{BC} va I_{CA}



1.4.10-rasm. Fazalarni kuchlanish bir usulida ulash.

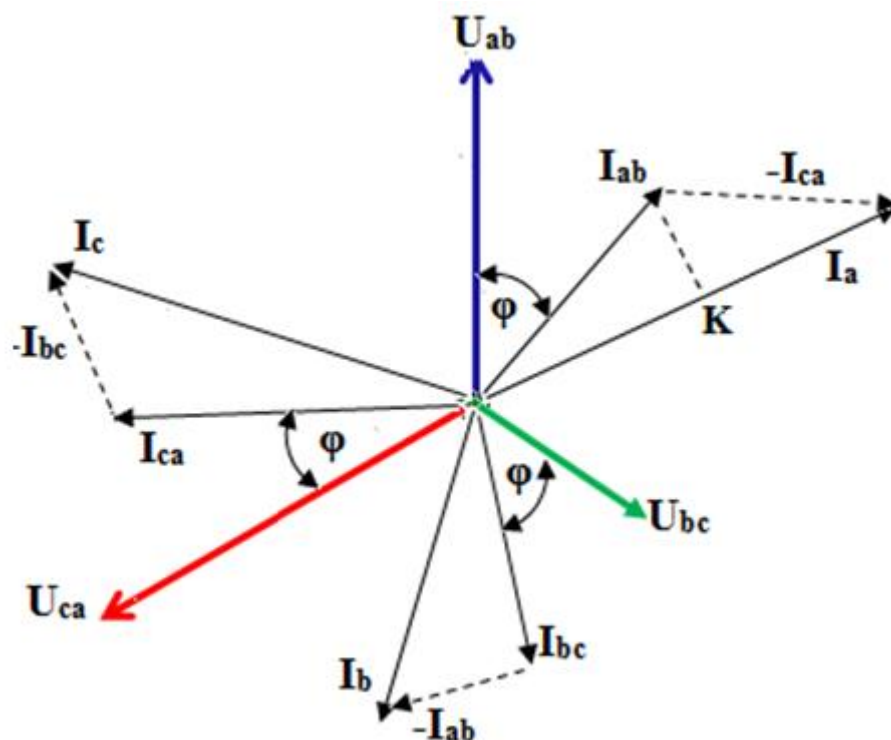
Liniya toklari, bitta indeks bilan: I_A , I_B va I_C . Sistemaning vektor diagrammasini tuzishda uchta liniya kuchlanishlari asos qilib olinadi. (3.10-rasm) Ular orasidagi burchaklar 120° ga teng. Simmetrik yuklamada faza toklarining vektorlari: I_{AB} , I_{BC} va I_{CA} ularni xosil kiluvchi kuchlanishlarga nisbatan φ burchakka siljigan buladi. Bu burchakning kiymati iste'molchining reaktiv va aktiv qarshiliklarining nisbatiga bog'liq.

1.4.11-rasmdan qurilib turibdiki, liniya tokitng vektori I_A ni qurish uchun I_{av} ga ($-I_{ca}$) ni, ya'ni I_{sa} ga kattaligi jihatidan teng, lekin yo'nalishi jihatidan unga qarama-qarshi bo'lgan vektorni qo'shish lozim.

Qolgan ikkita liniya toklari ham shu aniqlanadi. Simmetrik yuklamada faza toklari kattaligi jihatdan $I_{AB} \mp I_{BC} \mp I_{CA} = I_F$ bo'lib, shuning uchun liniya toklari ham o'zaro teng bo'ladi: $I_A = I_B = I_C = I_L$. Diagrammada faza va liniya toklarining vektori o'tkir burchaklari 30° va o'tmas burchagi 120° li teng yonli uchburchak hosil qiladi. Bunday uchburchakning utmas burchagi uchidan qarama-qarshi tomonga perpendikulyar tushirib, (3.10-rasm, k-nuqta) qo'yidagini topamiz:

$$I \omega \cos 30^\circ = \frac{I_n}{2} \quad I_n = \sqrt{3} I \varphi \quad (1.4.18)$$

Demak, uchburchak usulida ulangan uch fazali simmetrik sistemada faza kuchlanishlari bir vaqtning uzida liniya kulanishlarini ham tashkil etadi $U_F = U_L$, liniya toklari esa, faza toklaridan $\sqrt{3}$ marta ko'p bo'ladi.



1.4.11 – rasm. uchburchak usulida ulangan simmetrik uch fazali sistema Kuchlanish va toklarning vektorlari diagrammasi.

Iste'molchilar uch fazali tarmoqning uchta simiga ulanadi, bunda ular tarmoqqa energiya beradigan generator fazalarining ulanishi usulidan qat'iy nazar, yulduz usulida xam, uchburchak usulida ham, ulanishi mumkin.

Uch fazali generatorni uch fazali yuklamalar bilan ulanishining beshta oddiy usuli quyida keltiridgan.

Generatorning A,V,S qismlarini yuklamaning a,v,s qismlari bilan birlashtiruvchi simlarni liniyadar deb ataladi. SHu sabobdan liniya simlaridan o'tuvchi toklarni liniya toklari deb ataymiz. Ularni shartli yo'nalishi generatordan yukdama tomon deb qabul qilingan; liniya toklarining moduli I qarfi bilan belgilanadi. Ikkita faza orasidagi kuchlanishni liniya fazalaro (liniya) kuchlanishi deb ataladi. U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} fazalararo kuchlanishlarni moduli U_L ga teng ;generator fazasi yiladi, xar bir yuklamani esa yuklama fazasi deyiladi. Ulardan o'tuvchi tokni faza toklari I_F kuchlanishlarini esa, faza kuchlanishlari U_F deb belgilanadi.

Yuklamani uchburchak usulida ulash

Agar iste'molchi fazalari uchburchak usulida ulangan bo'lsa, u holda yuklamaning faza kuchlanishi liniya kuchlanishiga teng bo'ladi. SHuning uchun simmetrik rejimda:

$$I_{\phi} = \frac{E_{\phi}}{Z_{\phi}}, \text{ liniya toki esa } I_n = \sqrt{3}I_{\phi} = \frac{\sqrt{3}U_n}{Z_{\phi}} \quad (1.4.19)$$

Bizga ma'lum, simmetrik uch fazali sistemadagi A,V,S fazalarini EYuK lari ushbu munosabatlar bilan bog'langan.

$$\begin{matrix} E \\ -A \end{matrix} = Ee^{j\varphi^A}; \begin{matrix} E \\ -B \end{matrix} = Ee^{j\varphi^B}; \begin{matrix} E \\ -C \end{matrix} = Ee^{j\varphi^C}, \quad (1.4.20)$$

Bunda:

$$\varphi_A - \varphi_B = \varphi_B - \varphi_C = \varphi_C - \varphi_A = \frac{2\pi}{3}; \quad (1.4.21)$$

$$\varphi_A - \varphi_C = \varphi_C - \varphi_B = \varphi_B - \varphi_A = -\frac{2\pi}{3}; \quad (1.4.22)$$

birinchi sistemani fazalarning to'g'ri ketma – ketligi deb ataladi. (EYuK larning to'g'ri ketma – ketlik sistemasi), ikkinchisini esa – fazalarning teskari ketma – ketligi deyiladi.

1.4.4. Uch fazali simmetrik iste'molchilarning uchburchak sxemasidan yulduz sxemasiga o'tishida tok va quvvatlarning o'zaro nisbati. Uch fazali zanjirlarda aktiv, reaktiv va to'la quvvatlar.

Bir fazali tok zanjirida ko'rilgan aktiv, reaktiv va to'la quvvat tushunchalari uch fazali tok zanjirida ham o'z ma'nosini to'la saqlaydi. Yuklama simmetrik va nosimmetrik bo'lganda yulduz va uchburchak usulida ulangan iste'molchilarning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarini hisoblash (aniqlayish) formulalari bilan tanishib chiqamiz. V1 yuklama nosimmetrik bo'lganda har bir fazaning quvvati aloqida hisoblab topiladi. [1,2]

Yulda ulanganda

$$I_A + I_B + I_C \quad (1.4.23)$$

Aktiv quvvat

$$P_A = U_A \cdot I_A \cdot \cos \varphi_A \quad (1.4.24)$$

$$P_B = U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B \quad (1.4.25)$$

$$P_C = U_C \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C \quad (1.4.26)$$

Ushulda ulanganda

$$I_{AB} \neq I_{BC} \neq I_{CA} \quad (1.4.27)$$

$$P_{AB} = U_{AB} \cdot I_{AB} \cdot \cos \varphi_{AB} \quad (1.4.28)$$

$$P_{BC} = U_{BC} \cdot I_{BC} \cdot \cos \varphi_{BC} \quad (1.4.29)$$

$$P_{CA} = U_{CA} \cdot I_{CA} \cdot \cos \varphi_{CA} \quad (1.4.30)$$

Uch fazali zanjirning aktiv quvati aloxida fazalar aktiv quvvatlarining yig'indisiga teng, yani:

$$P_Y = P_A + P_B + P_C \quad (1.4.31)$$

$$P_{\Delta} = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA} \quad (1.4.35)$$

Reaktiv quvvat

$$Q_A = U_A \cdot I_A \cdot \sin \varphi_A \quad (1.4.32)$$

$$Q_{AB} = U_{AB} \cdot I_{AB} \cdot \sin \varphi_{AB} \quad (1.4.36)$$

$$Q_B = U_B \cdot I_B \cdot \sin \varphi_B \quad (1.4.33)$$

$$Q_{BC} = U_{BC} \cdot I_{BC} \cdot \sin \varphi_{BC} \quad (1.4.37)$$

$$Q_C = U_C \cdot I_C \cdot \sin \varphi_C \quad (1.4.34)$$

$$Q_{CA} = U_{CA} \cdot I_{CA} \cdot \sin \varphi_{CA} \quad (1.4.38)$$

Uch fazali zanjirning reaktiv quvati aloxida fazalar reaktiv quvvatlarining yig'indisiga teng, yani:

$$Q_Y = Q_A + Q_B + Q_C \quad (1.4.39)$$

$$Q_{\Delta} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} \quad (1.4.40)$$

To'la quvvat

$$S_A = \sqrt{P_A^2 + Q_A^2} \quad (1.4.41)$$

$$S_B = \sqrt{P_B^2 + Q_B^2} \quad (1.4.42)$$

$$S_C = \sqrt{P_C^2 + Q_C^2} \quad (1.4.43)$$

$$S_{AB} = \sqrt{P_{AB}^2 + Q_{AB}^2} \quad (1.4.44)$$

$$S_{BC} = \sqrt{P_{BC}^2 + Q_{BC}^2} \quad (1.4.45)$$

$$S_{CA} = \sqrt{P_{CA}^2 + Q_{CA}^2} \quad (1.4.46)$$

Uch fazali zanjirning to'la quvvati

$$S_Y = \sqrt{P_Y^2 + Q_Y^2} \quad (1.4.47)$$

$$S_{\Delta} = \sqrt{P_{\Delta}^2 + Q_{\Delta}^2} \quad (1.4.48)$$

Iste'molchi yulduz usulida ulanganda $I_L = I_F$; $U_L = \sqrt{3}U_F$ va uchburchak usulida ulanganda esa $U_L = U_F$; $I_L = \sqrt{3}I_F$ ekanligini xisobga olib, aktiv, induktiv va to'la kuvvatlarni aniklashning quyidagi umumlashgan formulalarini yozish mumkin:

$$P = \sqrt{3}U_L I_L \cos\varphi_F; \quad (1.4.49)$$

$$Q = \sqrt{3}U_L I_L \sin\varphi_F; \quad (1.4.50)$$

$$S = \sqrt{3}U_L I_L; \quad (1.4.51)$$

Yuklama qarshiliklarini yulduz usulidan uchburchak usuliga va aksincha o'tkazib ulash amalda uchrab turadi. Masalan, uch fazali elektr pechining haroratini rostlash maqsadida Δ dan Y ga o'tkazib ulanadi. Ammo bunda pechning quvvati 3 marta kamayadi. Agarda Y dan Δ ga o'tkazib ulansa, pechning quvvati 3 marta ortadi. Haqiqatan ham, yulduz usulida ulanganda:

$$I_{FY} = \frac{U_{FY}}{R_F}; \quad P_Y = 3U_{FY} \cdot I_{FY} = 3 \cdot \frac{U_{FY}^2}{R_F} \quad (1.4.52)$$

Uchburchak usulida ulanganda esa:

$$U_{F\Delta} = \sqrt{3}U_{FY}; \quad I_{F\Delta} = \frac{\sqrt{3}U_{FY}}{R_F}; \quad P_{\Delta} = 3U_{F\Delta}I_{F\Delta} = 9\frac{U_{FY}^2}{R_F}; \quad (1.4.53)$$

$$\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = 3; \quad (1.4.54)$$

Uch fazali sistemaning afzallikgi.

1. Uzoq masofaga elektr energiyasini uzatishda uch fazali toklar sistemasi, boshqa sonli o'zgaruvchi toklar sistemasidan iqtisodiy jihatdan samaralidir.

2. Sistema elementlari – uch fazali asinxron yuritgich va uch fazali transformatorlari tuzalishi juda sodda, materiallar sarfi kam va ishlashdagi puxtaligi esa, anchi yuqoridir.

3. Agar uchgala fazada bir xil yuklama bo'lsa, ya'ni simmetrik rejim bajarilganda sistemada oniy quvvat sinusoidal tokning har bir davrida o'zgarmaslik xususiyatiga egadir.

Nazorat savollari

1. Uch fazali tok nima?
2. Bir fazali elektr energiya iste'molchilarini kanday birlashtirish yulduz usulida ulash deyiladi.
3. Simmetrik iste'molchilar uchun liniya va faza kuchlanishlari orasidagi boglanish kanday?
4. Turt simli uch fazali sistemada nolinchisi nima uchun ishlatiladi?
5. Uch fazali sistema E.Yu.K sini grafik tasvirlang?
6. Uch fazali uzgaruvchan tok sistemasining afzalliklari.

II bob

ELEKTR O'LGHASHLAR VA ELEKTR YORITISH

2.1. Elektr o'lchashlar va o'lchov asboblari

Reja:

2.1.1. Umumiy tushunchalar.

2.1.2. Tok va kuchlanishni o'lchash.

2.1.3. Quvvat va elektr energiyani o'lchash.

2.1.4. Qarshilik, sig'im va induktivlikni o'lchash.

2.1.1. Umumiy tushunchalar.

O'lchash texnikasi xalq xo'jaligining hamma tarmoqlarida fan va texnika taraqqiyotini ilgari suruvchi muhim omillardan biri bo'lib hisoblanadi. Tabiatdagi narsa va hodisalarni o'zaro taqqoslamay turib, ularni ilmiy jihatdan asoslab bo'lmaydi. Bunda o'lchash texnikasining bir tarmog'i bo'lgan elektr o'lchash texnikasi katta ahamiyatga ega.

Nazorat ulchov asboblari ishlab chikarish jaraenini nazorat qilish, texnologik parametrlarni ulchash, avtomatik nazorat, ximoya va signallash sistemalarining sistemalarining ilmiy prinsiplari va xarakteristikalarini, shuningdek, ularni tuzish uchun foydalaniladigan texnik vositalar - ulchov asboblarning tuzilishini, xususiyatlarini va foydalanilishini o'rganadi. Bu nazorat asosan elektr ulchash asboblari orqali amalga oshiriladi. Avtomatik nazorat asosan noelektr miqdorlarni elektr signallarga aylantirib amalga oshiriladi. SHuning uchun bevosita ulchovchi asboblarda tashkari noelektr miqdorlarni elektr signallarga aylantiruvchi kurilmalar - datchiklar ham o'rganiladi.

Nazorat ulchov asboblari o'rganishdan asosiy maksad - ishlab chikarish jaraenlarini avtomatlashtirishni keng rivojlantirish va takomillashtirish asosida texnologik mashinalarning optimal rejimlarda ishonchli ishlashini maxsulot sifatini yukori kursatkichlar ega bulishini ta'minlovchi nazorat-ulchov elementlarini joriy etish ma'lakasini xosil qilish.

YUkorida aytilganlarga kura mavzuning asosiy vazifasi ulchash metodlari, ulchov asboblarni tuzilishi, sxemalari va xususiyatlarini tushuntirish; ishlash prinsipi va xarakteristikalarini o'rganish, shuningdek ishlab chikarish jaraenlarini avtomatik boshkarish, texnologik parametrlarni avtomatik nazorat, ximoya va signallashning sanoatda foydalanilishi xakida bilimga ega bulishlariga kumaklashishdan iborat.



О'lchash vositalari, ularning turlari va asosiy metrologik xarakteristikalari. Kattalikning sonli qiymatini odatda o'lchash amali bilangina topish mumkin, ya'ni bunda ushbu kattalik miqdori birga teng deb qabul qilingan shu turdagi kattalikdan necha marta katta yoki kichik ekanligi aniqlanadi.

О'lchash deb, shunday solishtirish, anglash, aniqlash jarayoniga aytiladiki, unda o'lchanadigan kattalik fizik eksperiment yordamida, xuddi shu turdagi, birlik sifatida qabul qilingan miqdori bilan o'zaro solishtiriladi.

Bu ta'rifdan shunday xulosaga kelish mumkinki: birinchidan, o'lchash bu har xil kattaliklar to'g'risida informatsiya hosil qilishdir; ikkinchidan, bu fizik eksperimentdir; uchinchidan - o'lchash jarayonida o'lchanadigan kattalikning o'lchov birligining ishlatilishidir. Demak, o'lchashdan maqsad, o'lchanadigan kattalik bilan uning o'lchov birligi sifatida qabul qilingan miqdori orasidagi (tafovutni) nisbatni topishdir. Ya'ni, o'lchash jarayonida o'lchashdan ko'zda tutiladigan **maqsad**, ya'ni izlanuvchi kattalik (bu shunday asosiy kattalikka uni aniqlash butun izlanishni, tekshirishni vazifasi, maqsadi hisoblanadi) va **o'lchash ob'ekti** ishtirok etadi. O'lchash ob'ekti (o'lchanadigan kattalik) shunday yordamchi kattalikka, uning yordamida asosiy izlanuvchi kattalik aniqlanadi, yoki bu shunday qurilmaki, uning yordamida o'lchanadigan kattalik solishtiriladi.

Shunday qilib, uchta tushunchani bir-biridan ajrata bilish kerak; o'lchash, o'lchash jarayoni va o'lchash usuli.

O'lchash - bu umuman har xil kattaliklar to'g'risida informatsiya qabul qilish, o'zgartirish demakdir. Bundan maqsad izlanayotgan kattalikni son qiymatini qo'llash, ishlatish uchun qulay formada aniqlashdir.

O'lchash jarayoni - bu solishtirish eksperimentini o'tkazish jarayonidir (solishtirish qanday usulda bo'lmasin).

O'lchash usullari – Elektr o'lchash texnikasi yordamida amalda ma'lum bo'lgan barcha fizik miqdorlar, ya'ni elektrik va noelektrik miqdorlarni, o'zgarmas va vaqt bo'yicha o'zgaruvchan miqdorlarni keng ko'lamda va uzoq masofadan o'lchash mumkin. SHuning uchun ham elektr o'lchash usullari xilma-xildir.

Elektr ulchash usullariga bevosita baholash usuli va taqqoslash usullari kiradi. Agar o'lchanadigan kattalikning qiymati oldindan darajalab qo'yilgan o'lchash asbobining hisoblash qurilmasidan bevosita olingan bo'lsa, bunday o'lchash bevosita baholash usuli deyiladi. Masalan, tok kuchini o'lchash ampermetr bilan, kuchlanishni o'lchash-voltmetr bilan, quvvatni o'lchash vattmetr bilan olib boriladi va hokazo.

Agar o'lchanadigan kattalikning qiymati o'lchov namunasi bilan solishtirib aniqlansa, bunday o'lchash usuli taqqoslash usuli deyiladi. Taqqoslash usuli o'z navbatida nol differensial, almashtirish va ustma-ust tushirish usullariga bo'linadi. Taqqoslash usuliga ko'priksimon zanjirlardagi karshilik, sig'im va indukivliklarni yoki potensiomترلardagi kuchlanish va EYUK larni o'lchash usullari misol bo'la oladi. Amalda taqqoslash usullaridan nol va differensial usullari eng ko'p qo'llanadi.

Nol usulda o'lchanayotgan kattalikning qiymati namuna o'lchov bilan solishtirishda hosil bo'lgan farq nolga tenglashguncha o'zgartirib boriladi. Bunga potensiomترلda kuchlanishni, muvozanat ko'priksimon zanjirlarda qarshilikni o'lchashlar misol bo'la oladi. Solishtirish farqi solishtirish asbobida yoki nol indikatorida kuzagiladi. Nol o'lchash usuli juda aniq o'lchash usulidir. CHunki

bunday o'lchashda yuqori aniqlikli namuna o'lchovi va sezgirligi yuqori taqqoslash asbobi, masalan galvonometr ishlatiladi.

Differensial usulda o'lchanayotgan kattalikning qiymagi namuna o'lchov bilan taqqoslanadi va hosil bo'lgan farq oddiy. Agar davriy xatolik tasodifiy xatolikdan kichik bo'lsa, bir xil miqdorni o'lchashda uni bir necha bor o'lchab, o'lchash natijasi sifatida ularning o'rtacha qiymatini olish maqsadga muvofiq, ya'ni

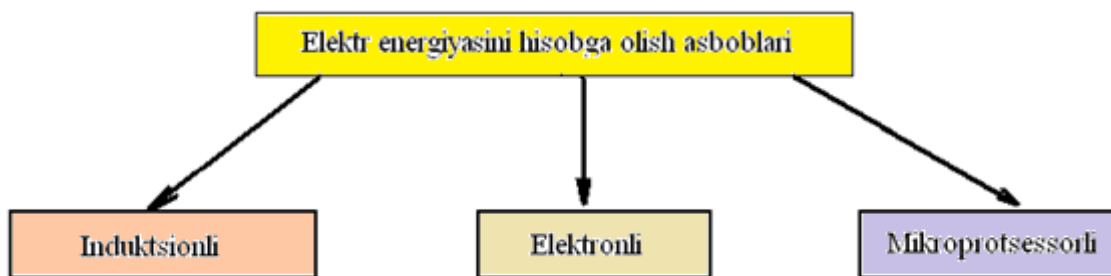
$$A_{orr} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n}; \quad (2.1.1)$$

bunda A_1, A_2, \dots, A_n har bir o'lchash natijasi, n —o'lchashlar soni,

O'lchashlar soni katta bo'lganda A_{or} o'lchanayotgan miqdorning haqiqiy qiymatiga yasinlashadi.

Bilvosita o'lchashda ikkita va undan ortiq o'lchash asboblardan foydalaniladi. Bu holda bilvosita o'lchashdagi xatolik bevosita o'lchashdagi xatolikning algebraik yig'indisi shaklida yozib, topiladi.

O'lchash odatda o'lchashdan ko'zlangan maqsadni (izlanayotgan kattalikni) aniqlashdan boshlanadi, keyin esa shu kattalikning xarakterini analiz qilish asosida bevosita o'lchash ob'ekti (o'lchanadigan kattalik) aniqlanadi. O'lchash jaraeni yordamida esa shu o'lchash ob'ekti to'g'risida informatsiya hosil qilinadi va nihoyat ba'zi matematik qayta ishlash yo'li bilan o'lchash maqsadi haqida yoki izlanayotgan kattalik haqida informatsiya (o'lchash natijasi) olinadi. Elektr energiysini hisobga olish asboblarning tasnifi quyidagi rasmda tasvirlangan(2.1.1- rasm). Ular induktsionli, elektronli va mikroprotssessorli turlariga bo'linadi.



2.1.1- rasm. Elektr energiysini hisobga olish asboblarning tasnifi.

O'lchash natijasi - o'lchanayotgan kattalikning son qiymatini o'lchash birligiga ko'paytmasi tariqasida ifodalanadi.

O'lchanadigan kattalikning o'lchash jarayonida o'zgarish xarakteriga ko'ra **statik** va **dinamik** o'lchashlarga ajratiladi. **Statik o'lchash** deganda qiymati o'lchash jarayoni mobaynida o'zgarmaydigan kattalikni o'lchash tushuniladi. Bundan tashqari, davriy o'zgaruvchan kattaliklarning turg'un rejimidagi o'lchashlar ham kiradi. Masalan, o'zgaruvchan kattalikning amplituda, effektiv va boshqa qiymatlarini turg'un rejimida o'lchash.

Dinamik o'lchashlarga qiymatlari o'lchash jarayonida o'zgarib turadigan kattaliklarni o'lchashlar kiradi. Dinamik o'lchashga vaqt bo'yicha o'zgaradigan kattalikning oniy qiymatini o'lchash misol bo'la oladi.

O'lchash xatoliklari va o'lchash natijalarini tahlil etish.

O'lchash xatoliklari turli sabablarga ko'ra turlicha ko'rinishda namoyon bo'lishi mumkin. Bu sabablar qatoriga quyidagilarni kiritishimiz mumkin:

- o'lchash vositasidan foydalanishda uni sozlashdan yoki sozlash darajasini siljishidan kelib chiquvchi sabablar;
- o'lchash ob'ektini o'lchash joyiga (pozitsiyasiga) o'rnatishdan kelib chiquvchi sabablar;
- o'lchash vositalarining zanjirida o'lchash ma'lumotini olish, saqlash, o'zgartirish va tavsiya etish bilan bog'liq sabablar;
- o'lchash vositasi va ob'ektiga nisbatan tashqi ta'sirlar (temperatura yoki bosimning o'zgarishi, elektr va magnit maydonlarining ta'siri, turli tebranishlar va hokazolar) dan kelib chiquvchi sabablar;
- o'lchash ob'ektining xususiyatlaridan kelib chiquvchi sabablar;
- operatorning malakasi va holatiga bog'liq sabablar va shu kabilar.

O'lchash xatoliklarini kelib chiqish sabablarini tahlil qilishda eng avvalo o'lchash natijasiga salmoqli ta'sir etuvchilarini aniqlash lozim bo'ladi.

Agar asbob shu sharoitdan farqli bo'lgan tashqi sharoitda ishlatilsa, hosil bo'ladigan xatolik qo'shimcha xatolik deyiladi.

Mohiyati, tavsiflari, o'zgarish xarakteriga qarab va bartaraf etish imkoniyatlariga ko'ra:

1. Muntazam xatoliklar;

2. Tasodifiy xatoliklar;
3. Qo‘pol xatoliklar yoki yanglishuv xatoliklarga bo‘linadi.

2.3.1. Tok va kuchlanishni o‘lchash.

Tok va kuchlanishni bevosita o‘lchash. Tok va kuchlanishni bevosita o‘lchash uchun ampermetr va voltmترلardan foydalaniladi. Ampermetr va volmetrlar magnitoelektrik (faqat o‘zgaras tok zanjiri uchun); elektromagnit, elektrodinamik, ferrodinamik (o‘zgaras va o‘zgaruvchan tok uchun): induksion, to‘g‘rilagichli (o‘zgaruvchan tok uchun) va boshqa sistemalarda bo‘lishi mumkin.

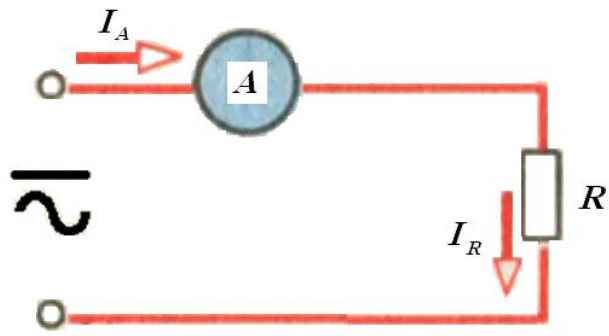
Tokni o‘lchash - Ampermetrni ulashdan oldin o‘lchanayotgan tokning turini va taxminiy qiymatini bilish kerak. O‘zgaras tokni o‘lchash uchun induksion sistemadan boshqa barcha sistemadagi ampermetrlardan foydalanish mumkin, ammo amalda magnitoelektrik ampermetrlargina ishlatiladi. Chunki ular juda aniq va yuqori sezgirlikka egadir. O‘zgaruvchan miqdorlarni o‘lchashda asbob shkalasidagi chastota o‘zgaruvchan tok chastotasiga teng yoki katta bo‘lishiga e‘tibor berish kerak, aks holda katta xatolik paydo bo‘ladi. [1]

Asbobning o‘lchash chegarasini tanlashda quyidagi oddiy qoidaga rioya qilish kerak, ya‘ni o‘lchash chegarasi o‘lchanishi kerak bo‘lgan miqdordan taxminan 25—30% qatta qilib olinadi. Chunki asbobning ikkinchi yarmida nisbiy o‘lchash xatoligi birinchi yarmidagiga nisbatan kamdir.

Tekshirilayotgan elektr zanjiriga ulanuvchi asbob uning parametrlarini mumkin qadar kam o‘zgartirishi lozim. Uu sababli ampermetrning qarshiligi ~ nolga teng bo‘dishi kerak.

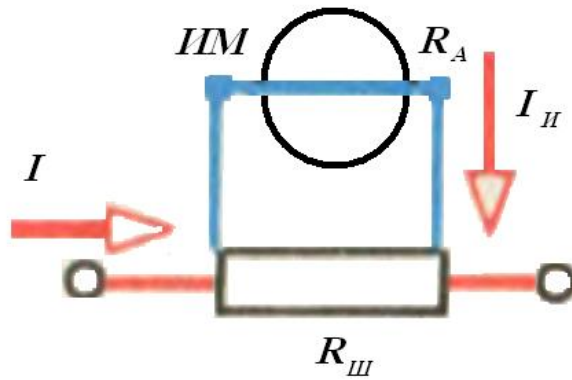
Tokni o‘lchashning uchta usuli mavjud.

1-usul. *To‘g‘ridan-to‘g‘ri(bevosita) ulab o‘lchash.* O‘zgaruvchan va o‘zgaras tok zanjirlarida ishlatiladi.



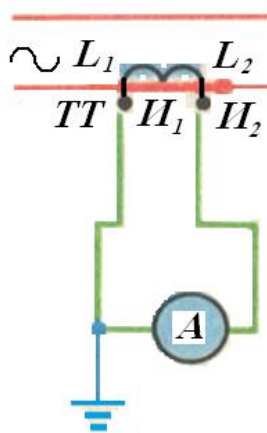
2.1.2-rasm. Ampermetrni to‘g‘ridan-to‘g‘ri(bevosita) ulab o‘lchash sxemasi.

2-usul. *Shunt qarshiligini ulab o‘lchash.* O‘zgaruvchan va o‘zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi.



2.1.3-rasm. Ampermetrni shunt qarshiligi bilan ulab o‘lchash sxemasi.

3-usul. *Tok transformatori orqali ulab o‘lchash.* O‘zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatiladi.



2.1.4-rasm. Ampermetrni tok transformatori orqali ulab o‘lchash sxemasi.

Bu holda tokni o'lchash uchun zanjirga ulangan ampermetr zanjir, qarshiliginn o'zgartirmaydi.

Amalda bu shartni bajarish mumkin bo'lmaydi, shuning uchun ichki qarshiligi eng kichik bo'lgan ampermetrdan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Ammo kichik tok (milli va mikroamper)larni o'lchashda ichki qarshiligi bir necha o'n va yuz Om bo'lgan milli va mikroampermetrlarni ulashga to'g'ri keladi.

Zanjirga ampermetr ulaganda uning qarshiligi o'zgaradi, natijada zanjirdagi tok ham o'zgaradi. Agar zanjir qarshiligi R bo'lib, unga berilgan kuchlanish V bo'lsa, zanjirdagi tok (ampermetr ulanmasdan oldin) $I=U/R$ bo'ladi. Zanjirga ampermetr ulangandan so'ng, zanjirning umumiy qarshiligi ampermetr qarshiligi R_A miqdoriga ortadi. Natijada ampermetr ulangandan keyingi tok, ya'ni ampermetr o'lchagan tok quyidagiga teng bo'ladi:

$$I_2 = \frac{U}{R_A+R}; \quad (2.1.2)$$

SHuning uchun tokni o'lchash usulining nisbiy xatoligi:

$$\beta = \frac{\Delta I}{I_1} = \frac{I_1-I_2}{I_1}; \quad (2.1.3)$$

Toklarning qiymatini ko'yib, o'lchash xatoligini hosil qilamiz:

$$\beta = \frac{\Delta I}{I_1} = \frac{R_A}{R_A+R} = \frac{1}{1+R/R_A}; \quad (2.1.4)$$

Bu ifodadan ko'rinadiki, ampermetr qarshiligi R_A qancha kichik bo'lsa yoki zanjir qarshiligi R qancha katta bo'lsa, ulchash xatoligi shuncha kichik bo'ladi.

O'zgarmas tok magnitoelektrik ampermetrlar bilan, o'zgaruvchan tok elektromagnit, elektrodinamik ampermetrlar va to'g'rilagichli milliampermetrlar bilan o'lchanadi.

To'g'rilagichli milliampermetrlar maxsus chastota xatoligini yo'q qiluvchi qurilma qo'llanganda 20 kGts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiridagi kichik o'zgaruvchan tokni o'lchashda ham qo'llanadi (S28, S29

mikroampermetrlar, S433, S55, S56, S57 turdagi ampervoltmetrlar). Tok kuchini yuqori aniqlik bilan o'lchashda taqqoslash usulidan foydalaniladi.

Ampermetrlarning o'lchash chegarasini oshirish uchun o'zgarmas tok zanjirida shuntlar, o'zgaruvchan tok zanjirida esa o'lchash tok transformatorlari ishlatiladi.

Kuchlanishni o'lchash uchun zanjirning istalgan (kuchlanishi o'lchanuvchi) qismiga voltmetr parallel qilib ulanadi. Voltmetr deganda shkalasi Voltlarda darajalangan qo'shimcha ichki qarshiligi nisbatan katta millivoltmetr tushuniladi.

O'zgarmas tok zanjirlarida kuchlanishni o'lchash uchun, odatda, yuqori aniqlikdagi magnitoelektrik mexanizmlı voltmetrlar ishlatiladi. SHu bilan birga, o'zgarmas tok zanjirlaridagi kuchlanishni o'lchash uchun elektromagnit, elektrdinamik, aylantirgich va issiqlik sistemasidagi voltmetrlardan ham foydalansa bo'ladi, ammo bunda o'lchash aniqligi nisbatan pastroq bo'ladi.

O'zgaruvchan tok zanjiridagi kuchlanishni o'lchash uchun magnitoelektrik sistemadan boshka barcha sistemadagi voltmetrlardan, foydalansa bo'ladi. Bunda albatta, Voltmetr chastotasiga katta ahamiyat berish kerak, aqsholda chastota bo'yicha qo'shimcha o'lchash xatoligi vujudga kelişıi mumkin.

Yuqori chastotali (100 mGs) o'zgaruvchan tok kuchlanishi issiqlik, aylantirgichli sistemalardagi Voltmetrlar va elektron voltmetrlar yordamida o'lchanadi.

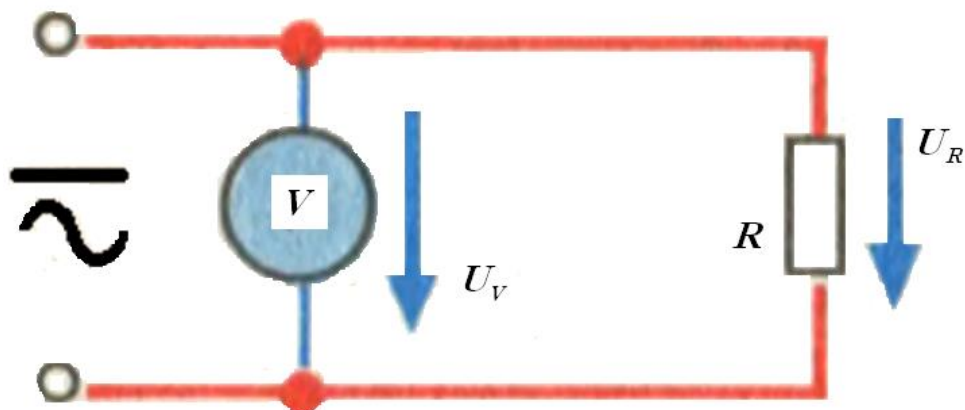
Kichik o'zgaruvchan kuchlanishlar (milli va mikrovoltlar,) to'g'rilagichli va elektron millivoltmetrlar yordamida o'lchanadi. Voltmetr zanjiriga ulanishi bilan zanjirning qarshiligini o'zgartirib, o'lchash usulidagi xatolikni hosil qiladn. O'lchash usulidagi xatolikning nolga teng yoki juda kichik (asbobning xatoligidan 5—10 marta kichik) bo'lishi uchun voltmetr qarshiligi cheksiz yoki juda katta (bir necha o'n, yuz kiloOm) bo'lishi kerak.

Voltmetrlarni o'lchash chegarasini oshirish uchun o'zgarmas tok zanjirida qo'shimcha qarshilik, o'zgaruvchan tok zanjirida esa kuchlanish

o'lchash transformatori ishlatiladi. Ulchash chegarasi 600 V bo'lgan o'zgaruvchan tok voltmegrlarida ham qo'shimcha ichki qarshilikdan foydalaniladi.

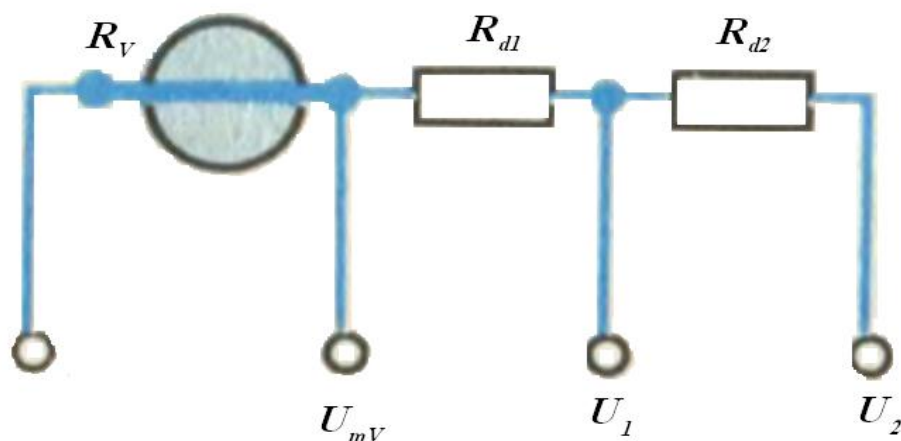
Kuchlanishni o'lchashning uchta usuli mavjud.

1-usul. *To'g'ridan-to'g'ri (bevosita) ulab o'lchash.* O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi.



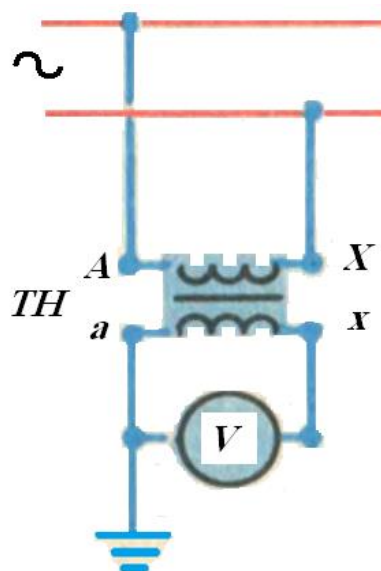
2.1.5-rasm. Voltmetrni to'g'ridan-to'g'ri (bevosita) ulab o'lchash sxemasi.

2-usul. *Qo'shimcha qarshilikni ulab o'lchash.* O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi.



2.1.6-rasm. Voltmetrni qo'shimcha qarshilik ulab o'lchash sxemasi.

3-usul. *Kuchlanish transformatori orqali ulab o'lchash.* O'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatiladi.



2.1.7-rasm. Voltmetrni tok transformatori orqali ulab o'lchash sxemasi.

2.3.2. Quvvat va elektr energiyani o'lchash.

Uzgarmas tok zanjirlarida quvvatni ampermetr va voltmeter yordamida o'lchash mumkin. Buning uchun bir vaqtda ikki asbobning ko'rsatishini yozib olish va so'ngra o'lchangan tok va kuchlanish qiymatlari o'zaro ko'paytiriladi. Bu holda ulchash aniqligi ancha pasg bo'ladi, shuning uchun o'zgarmas tok quvvatini o'lchash uchun amalda elektrodinamik vattmetr ishlatiladi. [1]

O'zgaruvchan tok zanjirida quvvatni ampermetr va voltmeter bilan o'lchab bo'lmaydi, chunki o'zgaruvchan tok zanjirining quvvati tok va kuchlanishdan tashqari quvvat koeffitsienta $\cos\phi$ ga ham bog'liqdir. Demak, o'zgaruvchan tok quvvatini ampermetr, voltmeter va fazometr bilan o'lchash mumkin degan xulosa chiqadi. Ammo bunday o'lchash ancha noqulaydir, chunki bir vaqtning o'zida uchta asbobning ko'rsatishini yozib olish ancha qiyin, ikkinchi tomondan quvvatni o'lchashdagi xatolik uchta asbob ayrim xatoliklariga bog'liq bo'ladi. SHuning uchun o'zgaruvchan tok zanjirlaridagi quvvat faqat elektrodinamik va ferrodinamik vattmetrlar bilan o'lchanadi.

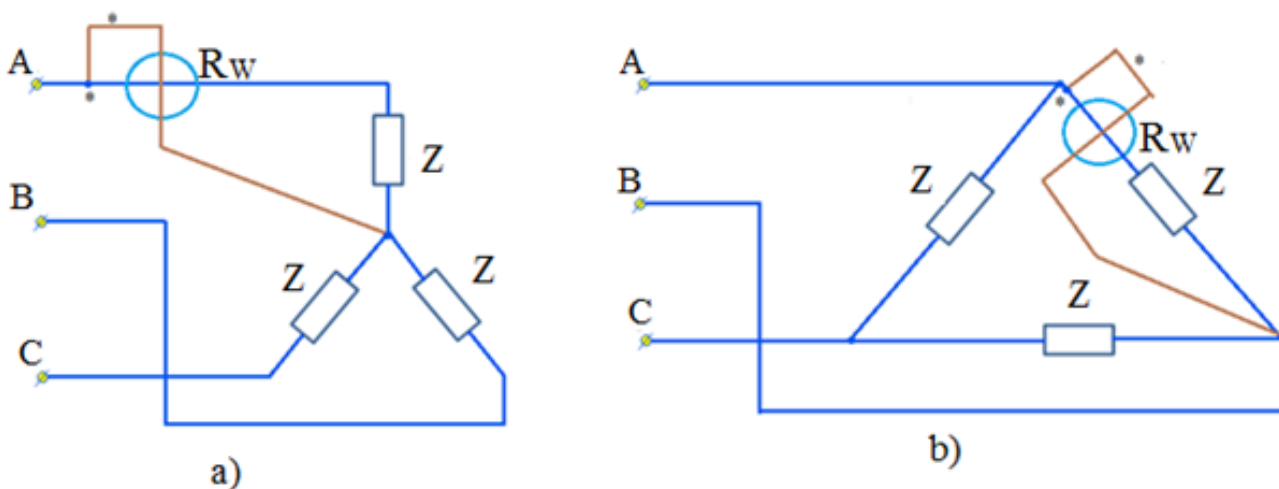
Elektrodinamik vattmetrlarning aniqligi ferrodinamik vattmetrnikiga nisbatan yuqori bo'lganligi uchun ularni yukori aniqlik bilan o'lchash kerak bo'lganda hamda yuqori chastotali (2000 Gs gacha) o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatiladi.

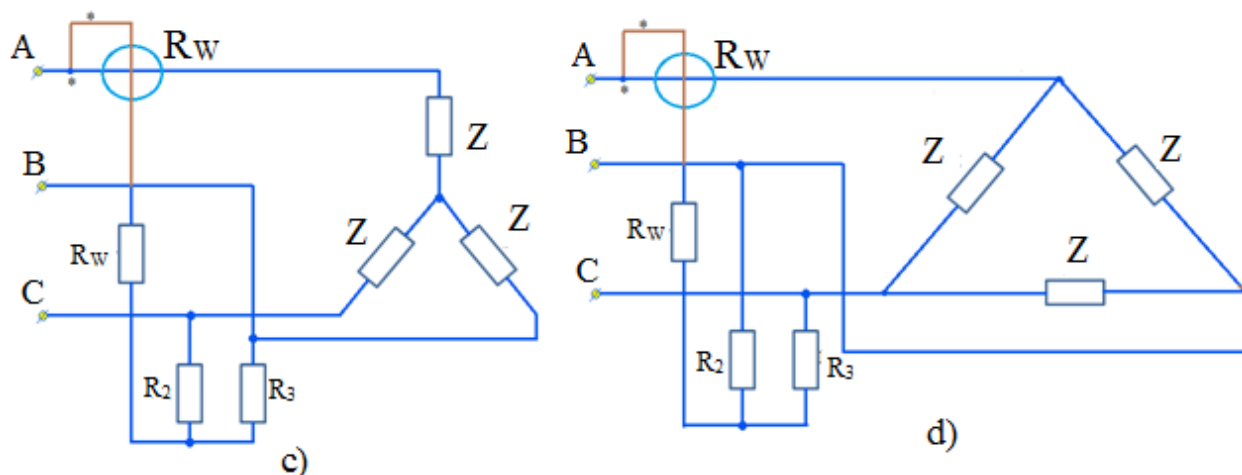
YUqori chastotali quvvatlarni o'lchashda termoelektrik va elektron vattmetrlardan ham foydalanish mumkin. Ferrodinamik vattmetrlar, asosan, sanoat chastotasida shchit asbob sifatida ishlatiladi.

Bir fazali o'zgaruvchan tok zanjiridagi aktiv quvvatni Uch fazali tok zanjiridagi aktiv quvvatni o'lchash uchun bitta, ikkita va uchta vattmetr usullaridan foydalaniladi.

Uch simli simmetrik zanjirning aktiv quvvatini bitta vattmetr usulida o'lchash. Simmetrik sistemalarda uch fazali quvvatni o'lchash uchun bitta vattmetrdan foydalansa bo'ladi, chunki bunda iste'molchilarning toki, kuchlanishi, faza siljishi va har bir fazadagi aktiv quvvat bir xil bo'ladi.

Iste'molchilarning aktiv kuvvatini o'lchash uchun vattmetrni ulash sxemasi 2.1.8-rasmda keltirilgan. Rasmda vattmetr chulg'amlarining bosh uchlari yulduzcha bilan belgilangan. 2.1.8- rasmda aktiv quvvatni o'lchash uchun vatgmetrni sun'iy neytral nuqta orqali ulash sxemasi keltirilgan. CHunki ko'pgina hollarda neytral nuqtaga ulash va uchburchakni uzish mumkin bo'lmay qoladi.



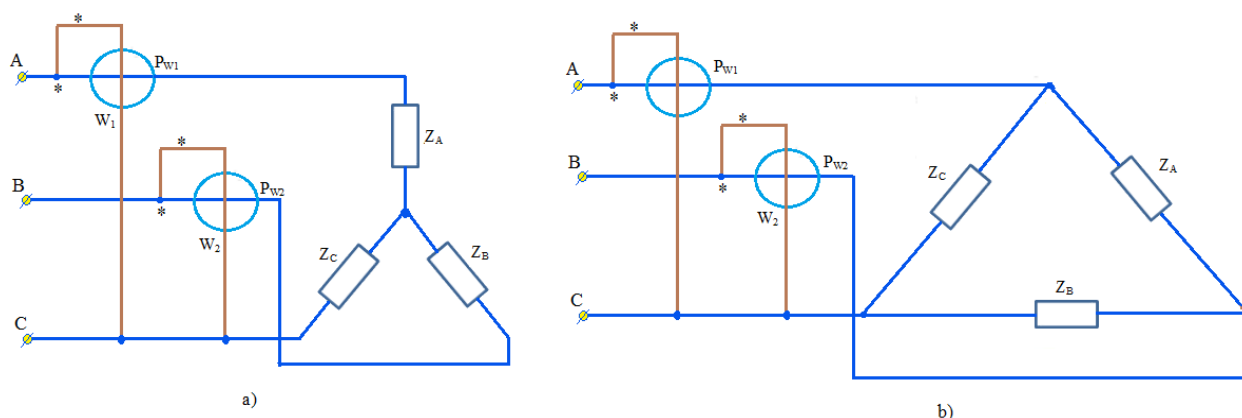


2.1.8-rasm. Iste'molchilarning aktiv kuvvatini o'lchash sxemalari

Qarshilik R_2 va R_3 lar vattmetrdagi kuchlanish cho'lg'amining qarshiligi R_w ga teng bo'lishi ($R_2=R_3=R_w$) shart.

Uch fazali sistemaning aktiv quvvatini aniqlash uchun to'rtala sxemada ham vattmetr ko'rsagan quvvat P_w ni uchga ko'paytirish kerak: $P=3P_w$.

Uch simli nosimmetrik zanjirning aktiv quvvatini ikkita vattmetr usulida o'lchash. Uch fazali nosimmetrik zanjirda har bir fazadagi tok, faza siljishi va aktiv quvvat turlicha bo'ladi. Hatto faza va liniya kuchlanishlari ham har xil bo'lishi mumkin. Bunday zanjirning quvvatini ikkita vattmetr usulida o'lchash mumkin. Ikkita vattmetrni uch simli zanjirga ulash sxemasi 2.1.9-rasmda keltirilgan.



2.1.9-rasm. Elektr zanjirining quvvatini ikkita vattmetr usulida o'lchash

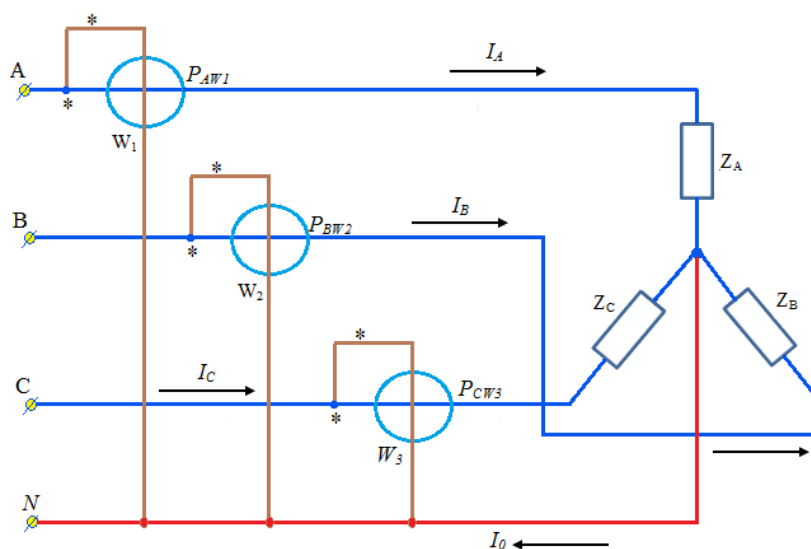
Sxemadan ko'rinadiki, vattmetrlardagi kuchlanish chulg'amlarining bosh uchlari tok chulg'ami ulangan fazalarga, oxirgi uchlari esa bo'sh qolgan

(fazaga ulanadi. Faqat shundagina uch fazali tok zanjirining quvvati ikkita vattmetr ko'rsatishi P_{W1} va P_{W2} , larning algebraik yig'indisiga, teng bo'ladi, ya'ni:

$$P = P_{W1} + P_{W2}; \quad (2.1.5)$$

To'rt simli zanjirning aktiv quvvatini uchta vattmetr usulida o'lchash. Notekis nagruzkali to'rt simli zanjirlardagi uch fazali quvvatni o'lchash uchun uchta vattmetrdan foydalaniladi.

2.1.10-rasmda vattmetrlarni zanjirga ulash sxemasi ko'rsatilgan.



2.1.10-rasm. Har bir vattmetr alohida fazaning aktiv quvvatini o'lchash sxemasi.

Bu sxemada har bir vattmetr ayrim fazaning aktiv quvvatini o'lchaydi, ya'ni:

$$P_{AW1} = U_A I_A \cos \varphi_A; \quad P_{BW2} = U_B I_B \cos \varphi_B; \quad P_{CW3} = U_C I_C \cos \varphi_C; \quad (2.1.6)$$

Uch fazali zanjirning aktiv quvvati uchala vattmetr ko'rsatgan quvvatlarning algebraik yig'indisiga teng:

$$P = P_{AW1} + P_{AW2} + P_{AW3} \quad (2.1.7)$$

2.3.3. Qarshilik, sig'im va induktivlikni o'lchash.

Elektrotexnikada uchraydigan rezistorlar, elektr mashinalari, elektr asboblari va boshqalarning qarshiliklarini shartli ravishda kichik (*1 Om gacha*), o'rtacha (*1 dan 105 Om gacha*) va katta (*106 Om dan yuqori*) qarshiliklarga bo'lish mumkin. Amalda o'lchanadigan qarshilikning miqdori va talab qilingan o'lchash aniqligiga qarab har xil o'lchash usullari va vositalari qo'llanadi. [1]

Qarshilikni o'lchashda quyidagi o'lchash usullaridan foydalanish mumkin:

a) ampermetr va voltmeter usuli; b) ommetr yordamida bevosita baholash usuli; v) solishtirish usuli.

Ampermetr va voltmeter usuli. O'zgarmas tok zanjirida qarshilikni ampermetr va voltmeter yordamida o'lchash bilvosita o'lchash usuliga misol bo'ladi. Buning uchun 2.1.11-rasmdagidek sxema yig'iladi. 2.1.11-rasm, a dagi sxemadan kichik qarshiliklarni, 2.1.11-rasm, b dagi sxemadan o'rtacha va katta qarshiliklarni o'lchashda foydalaniladi. Noma'lum qarshilik Om qonuniga asosan quyidagicha aniqlanadi:

$$R_x = \frac{U_v}{I_A}; \quad (2.1.8)$$

bunda U_v — voltmeter ko'rsatgan kuchlanish; I_A — ampermetr ko'rsatgan tok.

(2.1.8) formula bilan hisoblangan qarshilik qiymati haqiqiy qiymatdan farq qiladi. Chunki 2.1.11-rasm, a dagi sxemadan ko'rinib turibdiki ampermetrdan o'tayotgan tok I_A noma'lum qarshilikdagi tok I_x ga qaraganda voltmeterdan o'tayotgan tok I_v miqdoricha ortiqdir. SHuning uchun 2.1.11-rasm, a dagi sxema bo'yicha noma'lum qarshilikning haqiqiy qiymatini quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

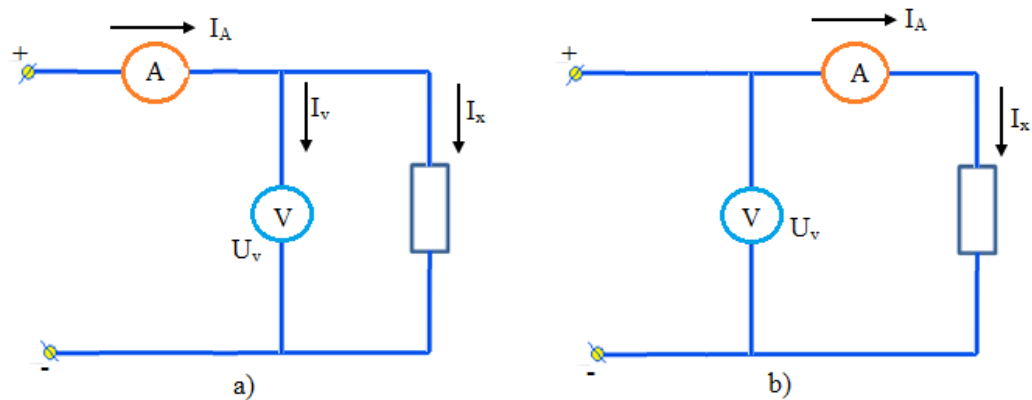
$$R_x = \frac{U_v}{I_x} = \frac{U_v}{I_A - I_v} = \frac{U_v}{I_A - U_v/R_v}; \quad (2.1.9)$$

Agar voltmeterning qarshiligi R_v o'lchanayotgan qarshilikdan qo'p marta katta bo'lsa (masalan $R_v > 100R_x$), u holda ampermetr ko'rsatgan tok rezistor qarshiligi R_x dagi tokka juda yaqin bo'ladi va qarshilikni (2.1.8) formula yordamida oson topish mumkin. Bu vaqtda o'lchashdagi R_v ning ta'siri tufayli hosil bo'lgan nisbiy xatolik 1% dan kichik bo'ladi.

2.1.11-rasm, b-dagi sxemada voltmeter ko'rsatayotgan kuchlanish U_v noma'lum qarshilik R_x ga qo'yilgan kuchlanish U_x dan ampermetrdagi kuchlanish tushishi $R_A I_A$ chalik kattadir.

SHuning uchun 2.1.11-rasm, b dagi sxema bo'yicha noma'lum qarshilikning haqiqiy qiymatini quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$R_x = \frac{U_v}{I_A} = \frac{U_x + R_A I_A}{I_A}; \quad (2.1.10)$$



2.1.11-rasm. Elektr zanjirida qarshilikni ampermetr va voltmetr yordamida o'lchash bilvosita o'lchash

Agar ampermetrning qarshiligi R_A o'lchanayotgan qarshilik R_x dan ko'p marta kichik bo'lsa (masalan, $R_A < 0,01R_x$), u holda voltmetr ko'rsatgan kuchlanish noma'lum qarshilik uchlaridagi kuchlanish U_x ga juda yaqin bo'ladi va qarshilikni (7.6) formula yordamida topish mumkin. Bu vaqtda R_A ning ta'siri tufayli hosil bo'lgan nisbiy xatolik 1% dan kichik bo'ladi.

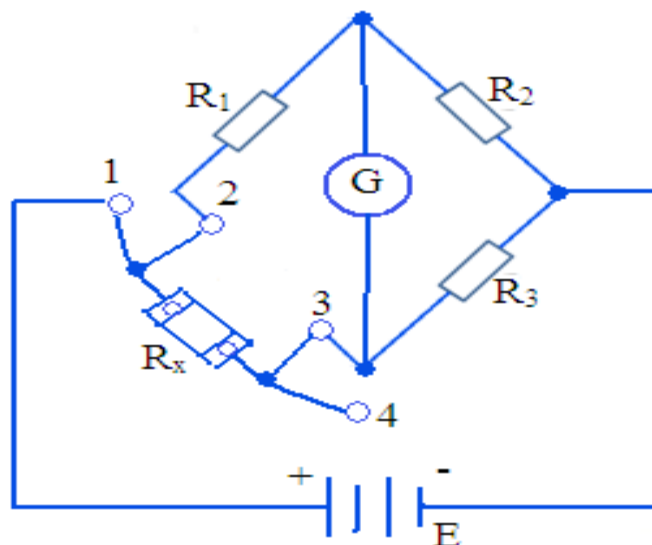
Amalda ampermetr va voltmetr usuli, asosan, elektr mashinalari, transformatorlar va boshqa elektromagnit apparatlarining chulg'am qarshiliklarini o'lchashda qo'llaniladi.

Bu usulning afzalligi shundaki, o'lchanayotgan qarshilikdan nominal tok o'tkazilib, ish rejimi hosil qilinadi va so'ngra qarshilikni o'lchab, harorat xatoligi hisobga olinadi.

Solishtirish usuli. Qarshilik yuqorida ko'rilgan usullar yordamida o'lchanganda o'lchash xatoligi 1- 3% atrofida bo'ladi. Qarshilikni yuqori aniqlikda o'lchash uchun ko'prik va kompensatsiya usullariga asoslangan solishtirish usulidan foydalanishga to'g'ri keladi. O'zgarmas tok ko'prigi ikki xil bo'ladi: yakka ko'prik va qo'shaloq ko'prik. YAKka, ya'ni oddiy ko'prik, asosan, o'rtacha (2 - 105 Om) qarshiliklarni, qo'shaloq ko'prik esa kichik qarshiliklarni o'lchash uchun xizmat qiladi.

Ko'prik to'rtta elka va ikkita diagonaldan iborat bo'ladi. Elkaning bitgasiga o'lchanadigan R_x , qolgan uchtaga rostlanuvchi ma'lum qarshiliklar R_1 , R_2 va R_3 ulanadi (7.12-rasm).

Ko‘prikning AS diagonaliga tok manbai E, BD diagonaliga esa magnitoelektrik galvanometr ulanadi.



2.1.12-rasm. Ko‘prik va kompensatsiya usullariga asoslangan solishtirish usuli

Qarshilik R_x ni o‘lchashda qarshiliklar R_1 , R_2 va R_3 shunday tanlanadiki, bunda galvanometrdagi tok nolga teng bo‘lsin. Bu vaqtda V va D nuqtalarning potentsiali o‘zaro teng va ko‘prik muvozanat holatida bo‘ladi, ya’ni:

$$U_{AB} = U_{AD} \quad \text{va} \quad U_{BC} = U_{DC} \quad (2.1.11)$$

Agar kuchlanish pasayishini tegishli tok va qarshiliklar bilan ifodalansa;

$$I_1 R_1 = I_3 R_x \quad \text{va} \quad I_2 R_2 = I_3 R_3 \quad (2.1.12)$$

ammo $I_1 = 0$ bo‘lganda $I_1 = I_2$ va $I_1 = I_3$ SHuning uchun:

$$I_1 R_1 = I_3 R_x \quad \text{va} \quad I_2 R_2 = I_3 R_3 \quad (2.1.13)$$

Oxirgi ikkita tenglamani hadma-had birinchisini ikkinchisiga bo‘lib, o‘zgarmas tok ko‘prigining muvozanat shartini hosil qilamiz:

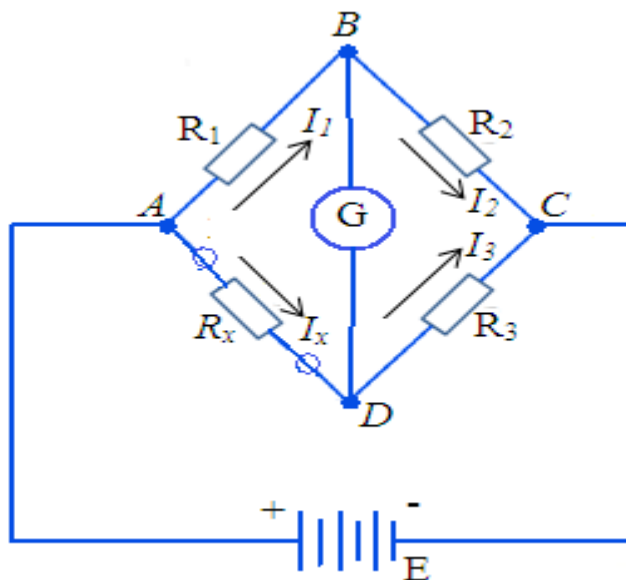
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_3} \quad \text{yoki} \quad R_2 R_x = R_1 R_3; \quad (2.1.14)$$

O‘lchanadigan qarshilik R_x ning son qiymati muvozanat shartiga ko‘ra quyidagicha hisoblanadi:

$$R_x = R_1 \frac{R_3}{R_2}; \quad (2.1.15)$$

(2.1.15) formuladan ko‘rinadiki, noma‘lum qarshilikni o‘lchash nisbat R_3/R_2 o‘zgarmas bo‘lganda elka R_1 ning (bu elka solishtirish elkasi deyiladi) qarshiligini rostlab yoki R_x o‘zgarmas bo‘lganda nisbat R_3/R_2 ning qarshiligini rostlab, galvanometr toki I_g nolga keltiriladi.

Agar o‘lchanadigan qarshilik 10 Om dan kichik bo‘lsa, tutashtiruvchi simlarning qarshiligi o‘lchash xatosiga katta ta‘sir qiladi. Bu xatoni kamaytirish uchun R_x ni 2.1.13 rasmdagidek qilib ulash kerak.



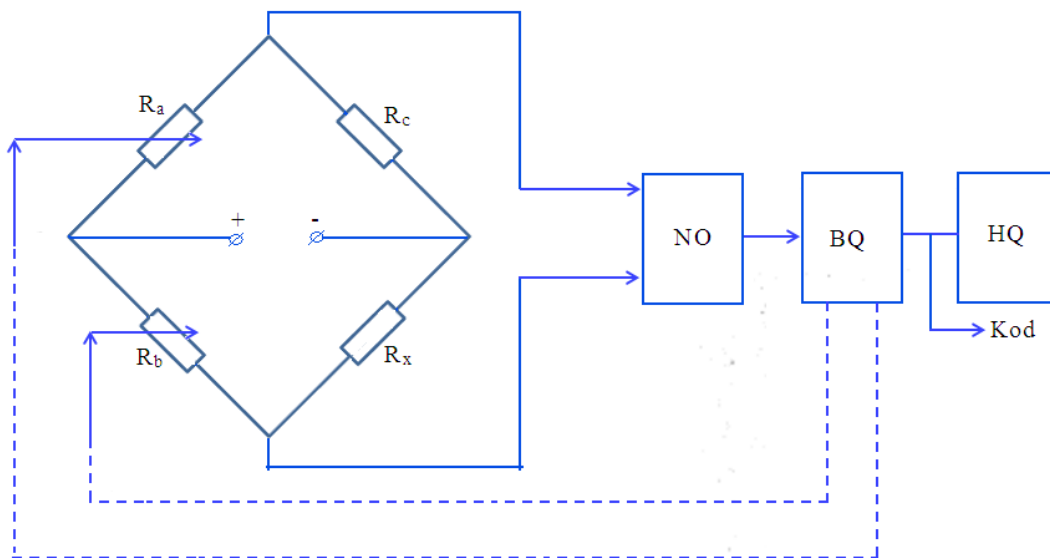
2.1.13-rasm. O‘lchanadigan qarshilik 10 Om dan kichik bo‘lgan xol uchun.

Bu holda R_x dan klemma 2 gacha bo‘lgan tutashtiruvchi simning qarshiligi elka qarshiligi R_1 ga va R_x dan klemma 3 gacha bo‘lgan simning qarshiligi esa R_3 ga qo‘shiladi. R_1 va R_3 ning qarshiligi simlarning qarshiligidan juda ko‘p marta katta. R_x dan 1 va 4 klemmagacha bo‘lgan tutashtiruvchi simlarning qarshiligi esa mos holda ko‘prik diagonalining qarshiliklariga qo‘shiladi. Bu esa kichik qarshiliklarni o‘lchash aniqligini oshiradi.

Tutashtiruvchi simlar tufayli hosil bo‘lgan o‘lchash xatoligini shu usul bilan yanada kamaytirish natijasida paydo bo‘lgan ko‘prik qo‘shaloq ko‘prik deb ataladi.

Ko‘prikni muvozanatlashtirish qo‘l bilan yoki avtomatik ravishda olib borilishi mumkin. Avtomatik ko‘priklar, asosan, sanoatda o‘lchanayotgan qarshilik qiymatining o‘zgarishini uzluksiz kuzatishda, uning miqdorini boshqarishda va masofada turib o‘lchashda ko‘llanadi. Termistor yordamida

haroratni o‘lchovchi va boshqaruvchi avtomatik ko‘priklardan ham xalq xo‘jaligida keng foydalanilmoqda. Hozirgi vaqtda raqamli avtomatik ko‘priklar ham, tobora ko‘proq qo‘llanilmoqda. 2.1.14-rasmda raqamli ko‘prikning soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan.



2.1.14-rasm. Raqamli avtomatik ko‘prik funksional sxemasi.

Raqamli ko‘prik nol organ NO, boshqaruvchi qurilma BQ, hisoblash qurilmasi HQ va boshqa qismlardan iborat. Ko‘prikda berilgan dasturga asosan va nol organning signaliga qarab, boshqaruvchi qurilma BQ elka R_a (R_a yigirmata bir xil rezistordan iborat) ning rezistorlarini ulab yoki uzib ko‘prikni muvozanatlashtiradi va kod ishlab chiqariladi. R_x ning qiymatiga qarab boshqaruvchi qurilma BQ R_b ning qarshiligini o‘zgartirib, ko‘prikning o‘lchash chegarasini o‘zgartiradi va o‘lchash chegarasi a qarab HQ da o‘lchash birligining belgisi (Q, KQ, MQ) ni almashtiradi.

2.1.14-rasmdan ko‘rinadiki, o‘lchanayotgan qarshilik quyidagicha ifodalandi:

$$R_x = \frac{R_b \cdot R_c}{R_a} = R_b R_c G_a; \quad (2.1.16)$$

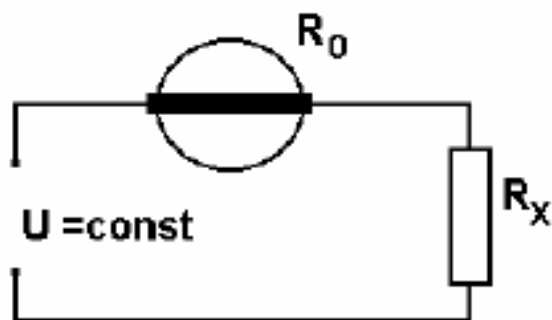
Bunda
$$G_a = \frac{1}{R_b} - R_a; \quad (2.1.17)$$

elkaning umumiy o‘tkazuvchanligi. R336 ko‘prigi beshta diapazonga ega bo‘lib, 0,01 Om dan 10 MOm gacha bo‘lgan qarshiliklarni o‘lchaydi. Ko‘prikning aniqligi diapazonlar soniga qarab 0,05; 0,5 va 5 bo‘ladi.

Qarshilikni o'lchash uchta usulga(turga) bo'linadi: 1-tokli(ketma-ket) usul; 1-tokli(ketma-ket) usulda umumiy qarshilik va xatoliklar quyidagicha aniqlanadi:

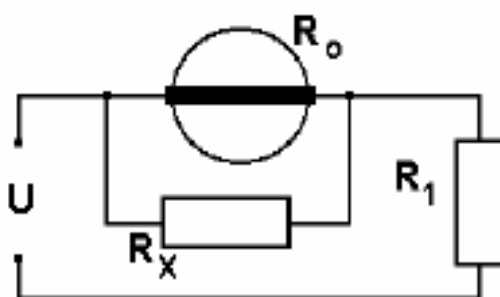
$$R_{o\delta uq} = U / I_A = R_x + R_0. \quad (2.1.18)$$

$$\delta = (R_0 / R_x) 100\% \quad (2.1.19)$$



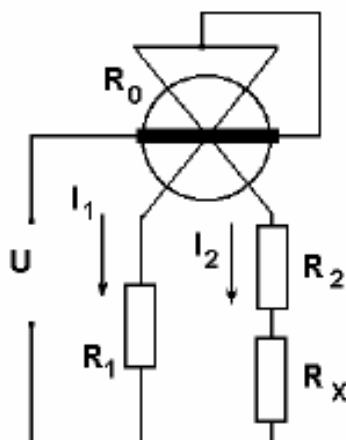
2.1.15-rasm. Tokli(ketma-ket) usulning sxemasi.

2-kuchlanish(parallel) usuli;



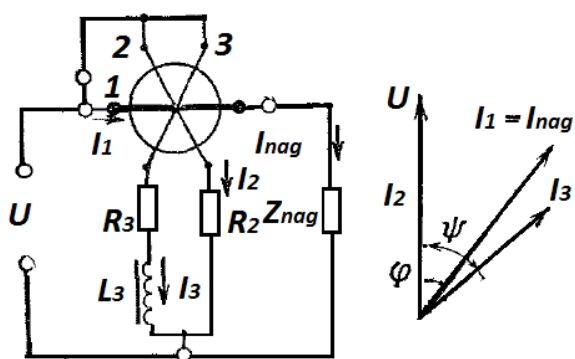
2.1.16-rasm. Kuchlanish(parallel) usulida o'lchash sxemasi

3-chiziqli shkalaga ega ommetr yordamida o'lchash usuli.

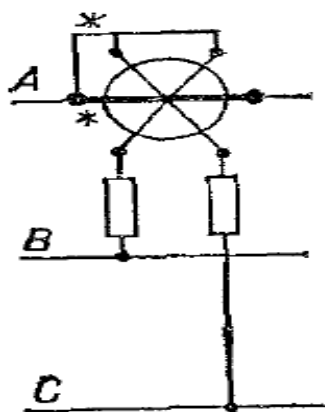


2.1.17-rasm. Chiziqli shkalaga ega ommetr yordamida o'lchash usuli sxemasi.

Sig'im, induktivlik va o'zaro induktivlikni o'lchash. Chastotani o'lchash. Faza siljish burchagini o'lchash. Logometrlı sxemalar:

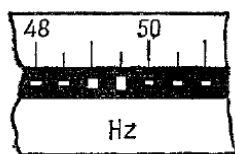


2.1.18-rasm. Elektrodinamik fazometr-1-yuklama chulg'ami;
2-aktiv qarshilikli chulg'am; 3-induktiv qarshilikli chulg'am.

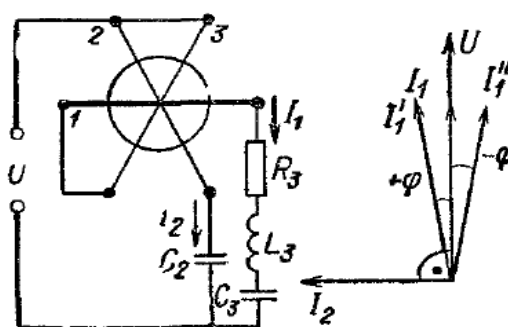


2.1.19-rasm. Uch fazali elektrodinamik fazometrning sxemasi.

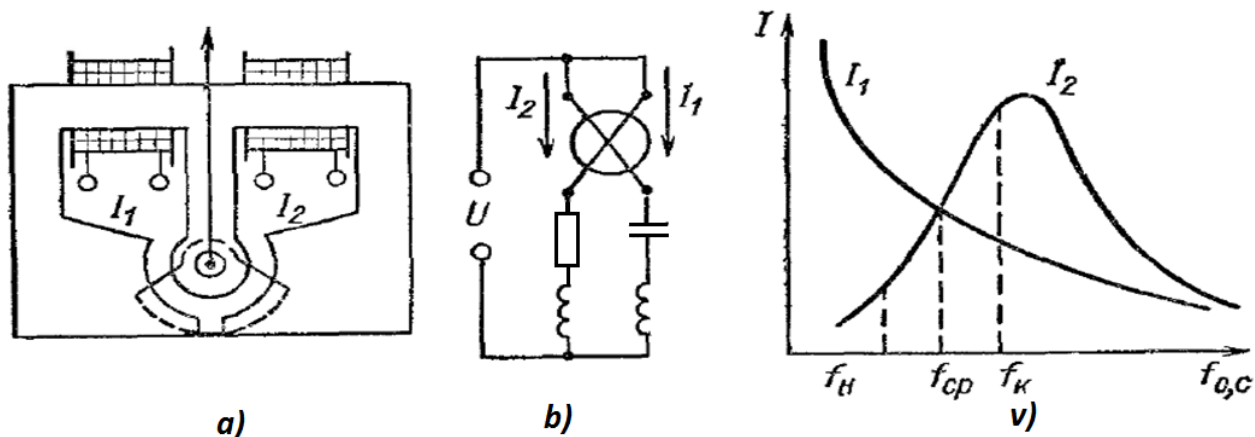
Vibratsiyali chastotamerning shkalasi:



Elektrodinamik chastotamer:



2.1.20-rasm. Vibratsiyali chastotamerning shkalasi va elektrodinamik chastotamer sxemasi.



2.1.21-rasm. Elektromagnitli chastotomer:
a) umumiy ko'rinishi, b) elektrli semasi, v) tavsiflari.

Nazorat savollari

1. O'lchash deb nimaga aytiladi ?
2. O'lchash asboblarning klassifikatsiyasi haqida tizimlarini bilasiz ?
3. Mohiyati, tavsiflari, o'zgarish xarakteriga qarab va bartaraf etish imkoniyatlariga ko'ra xatolikning turlari ?
4. Elektromexanik turdagi asboblarning qanday tizimlarini bilasiz ?
5. Elektromexanik turdagi asboblarning aylantiruvchi moment ifodlarini yozib tushintiring.
6. Tokni o'lchash usullarini ayting.
7. Kuchlanishni o'lchash usullarini ayting.
8. Qarshilikni o'lchashning qanday usullari mavjud ?
9. Yagona vattmetr yordamida quvvatni o'lchash sxemasini chizib tushintiring.
10. Logometrlil sxemalarga misollar keltiring.

II bob.

2.2. Elektr o'lchash asboblarning shartli belgilari va asosiy xarakteristikalar

Reja:

2.2.1. Elektr o'lchash asboblarning mexanizmlari.

2.2.2. Optik va radio elektron o'lchash usullari va o'lchash vositalari.

2.2.1. Elektr o'lchash asboblarning mexanizmlari. O'lchash asboblarning klassifikatsiyasi.

Ma'lumku, elektr o'lchash asboblarning tarixi elektr energiyasidan keng miqyosda foydalanishgacha bo'lgan davrda, tadqiqotlar olib borish jarayonidan boshlanadi. Elektr energiyasining issiqlik, yorug'lik, elektromagnit xossalari

datlabki o'lchov asboblari yaratilishida qo'llanilgan. Quyidagi jadvalda hozirda ishlatilib kelinayotgan va chiqarilayotgan o'lchash asboblarning guruhleri keltirilgan. Odatda, o'lchash asboblarning nomida ushbu guruh va modifikatsiya tartib raqamlari berilgan bo'ladi:

2.2.1-jadval.

Guruh	Guruh nomi	Kichik guruh	Kichik guruh nomi
V	Kuchlanishni o'lchash asboblari	V1 V2 V3 V4 V7	Voltmetrlarni qiyoslash qurilmalari O'zgaras tok voltmetrlari O'zgaruvchan tok voltmetrlari Impulsi voltmetrlar Universal voltmetrlar
E	Zanjir va uning elementlarining parametrlarini o'lchash asboblari	E1 E2 E3 E7 E8 CH1	Qiyoslash qurilmasi Aktiv qarshilik o'lchovlari Induktivlik o'lchovlari Induktivlik asboblari Sig'imni o'lchash asboblari Qiyoslash qurilmasi
CH	CHastotani o'lchash asboblari	CH2 CH3 CH5	Rezonans chastotomerlar Elektron hisoblash chastotomerlari Kvarsli chastotomerlar
S	Signal va spektrni o'lchash asboblari	S1 S2 S4	Elektron nurli ossilloqraflar Modulyasiya chuqurligi asboblari Spektr analizatorlari

Xozirgi kungacha sanoatda qo'llanilib kelinayotgan elektromexanik turdagi asboblari quyidagi turdagi asboblarga bo'linadi:

- ❖ Magnitoelektrik;
- ❖ Elektromagnit;
- ❖ Elektrodinamik;

- ❖ Ferrodinamik;
- ❖ Elektrostatik;
- ❖ Induksion tizimli.

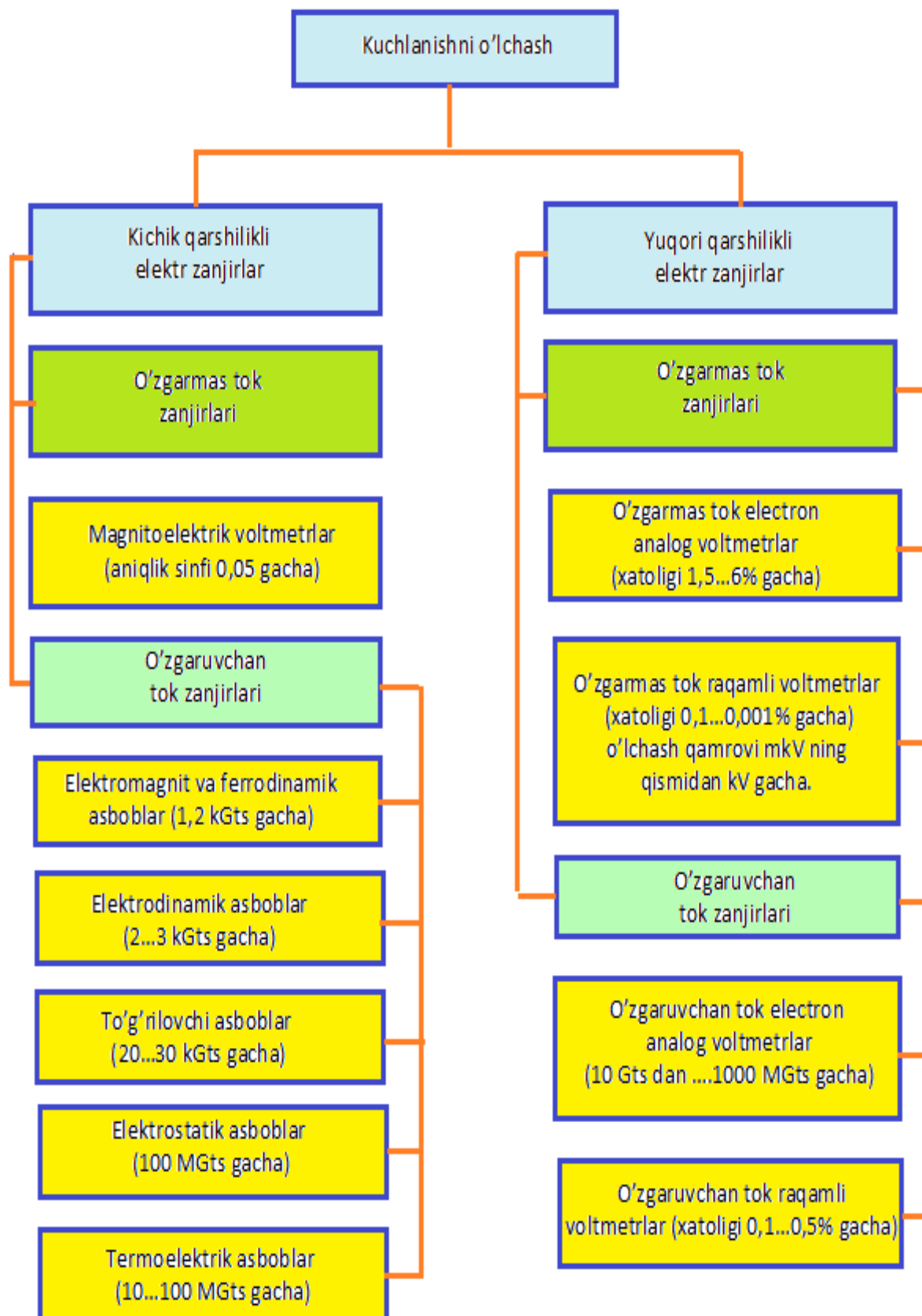
Bu tizimdagi asboblar nisbatan keng tarqalgan bo'lib, quyidagi 5.2-jadvalda ularning tavsiflari keltirilgan. [1]

2.2.2-jadval.

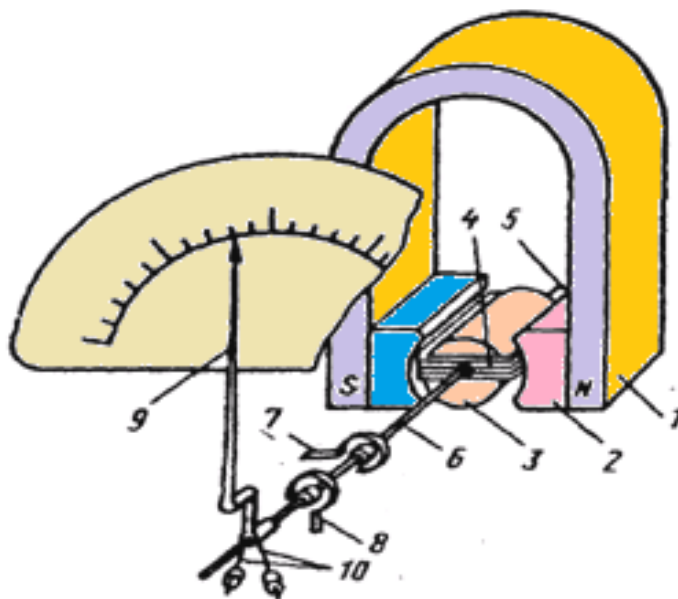
Asbob tizimi	Shartli belgisi		Tok turi	Chastota diapazoni	Aylantiruvchi moment tenglamasi	Shkala tenglamasi	Aniqlik klasslari	Vazifasi
	$M_{\alpha_{mex}}$	$M_{\alpha_{el}}$						
ME			-	0	$BswI$	KX	0,1;0,2;0,5	A, V, Ω , G
			-	0	$BswI$	KX	-//-	-//-
EM			\approx	kHz	$\frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$	KX^2	0,5;1;1,5	A, V, Hz, φ
ED			\approx	Bir necha o'n kHz larda	$I_1 I_2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$	$KX_1 X_2$	0,05;0,1;0,2	A, V, W, Hz, φ
FD			\approx	- // -	$KI_1 I_2$	$KX_1 X_2$	0,5;1;1,5	-//-
ES			\approx	MHz	$\frac{1}{2} U^2 \frac{dC}{d\alpha}$	KX^2	0,5;1;1,5	V
I			\sim	50 Hz	$cf\Phi_1\Phi_2 \sin\psi$	KN	1;1,5;2	W, Wh

Kuchlanishni o'lchashning o'ziga xos uslublaridan biri bir o'lchov uchun to'g'ri kelgan asbob boshqasi uchun umuman yaramasligi mumkinligidir. Shu munosabat bilan o'zgaruvchan va o'zgarimas tok zanjirlarida kuchlanishni o'lchashda qo'llanadigan asboblar mexanizmlari va ularning o'lchov imkoniyatlari xaqida ma'lumot beruvchi quyidagi jadvalni ko'rib chiqamiz.

2.2.3-jadval.



Magnitoelektrik mexanizimli o'lchash asbobi quyidagi konstruktiv tuzilishga ega: 2.2.1-rasm.



2.2.1-rasm. Magnitoelektrik o'lchash asbobi.

Magnitoelektrik o'lchash asbobi 1-doimiy magnet; 2-magnet qutb uchliklari; 3-o'zak; 4-chulg'am (qo'zg'aluvchan ramka); 5, 6-o'q; 7, 8-spiralsimon prujinalar; 9-strelka; 10-posongilardan tuzilgan.

Ramkadan o'tayotgan tok bilan doimiy magnet maydonining o'zaro ta'sirida ramkani harakatga keltiruvchi juft kuch $F=BIlw$ hosil bo'ladi. Ifodadagi V -qutb uchliklari va silindrsimon o'zak oralig'idagi magnet induksiyasi; w -ramkaning o'ramlar soni; l - magnet maydonida joylashgan ramka faol qismining uzunligi; I -ramkadan o'tadigan tok. Bu kuchlarning yo'nalishi chap qo'l qoidasiga binoan topiladi va ular hosil qilgan aylantiruvchi moment quyidagicha ifodalanadi:

$$M = 2F \frac{b}{2} = Fb = BIlbw = Bswl, \quad (5.1)$$

bu erda b -ramkaning kengligi; s -ramkaning yuzasi.

Aylantiruvchi moment ta'sirida ramka o'q atrofida aylanganida spiral prujinalar buralib teskari ta'sir etuvchi moment M_α -hosil qiladi.

$$M_\alpha = -W \cdot \alpha, \quad (5.2)$$

bu erda W -solishtirma teskari ta'sir etuvchi moment bo'lib, spiral prujinaning materiali va o'lchamlariga bog'liq; α - ramkaning burilish burchagi (asbob ko'rsatkichining shkala bo'ylab surilishini ko'rsatadigan burchak yoki bo'laklar soni.)

Ramkaga ta'sir etayotgan ikki moment (aylantiruvchi va teskari ta'sir etuvchi) o'zaro tenglashganda ($M=M_\alpha$) ramka harakatdan to'xtab, muvozanat holatida bo'ladi (yoki bu holatni asbob qo'zg'aluvchan qismining turg'un muvozanat holati deyiladi)

$$BswI = W\alpha \quad , \quad (5.3)$$

bundan

$$\alpha = \frac{Bsw}{W} I \quad (5.4)$$

Oxirgi ifoda magnitoelektrik o'lchash asboblarning shkala tenglamasi deb ataladi. Agar magnit induksiyasi B ni, ramkaning yuzasi S ni, uning o'ramlar soni w va solishtirma teskari ta'sir etuvchi moment W larning o'zgarmasligini hisobga olib, $Bsw/W=S_I$ desak, u holda S_I ni o'lchash mexanizmini tok bo'yicha sezgirligi deyiladi, ya'ni $S_I=const$.

SHuni hisobga olib, (5.4) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\alpha = S_I I, \quad (5.5)$$

ya'ni ramkaning burilish burchagi α o'lchanadigan tokning qiymatiga to'g'ri proporsional, bundan chiqadiki, tokning yo'nalishi o'zgarsa, α ning ham yo'nalishi o'zgaradi. SHu sababli magnitoelektrik o'lchash asboblari o'zgarmas tok zanjirida ishlatiladi va ularning shkalasi bir tekis darajalanadi.

Magnitoelektrik o'lchash mexanizmlari ampermetr, voltmetr, ommetr va galvanometrlar sifatida ishlatiladi.

Afzalliklari: shkalasi to'g'ri chiziqli; sezgirligi yuqori; o'lchash xatoligi kichik.

Kamchiliklari: faqat o'zgarmas tok zanjirlaridagina ishlay oladi; bevosita katta qiymatdagi toklarni o'lchay olmaydi; tannarxi baland.

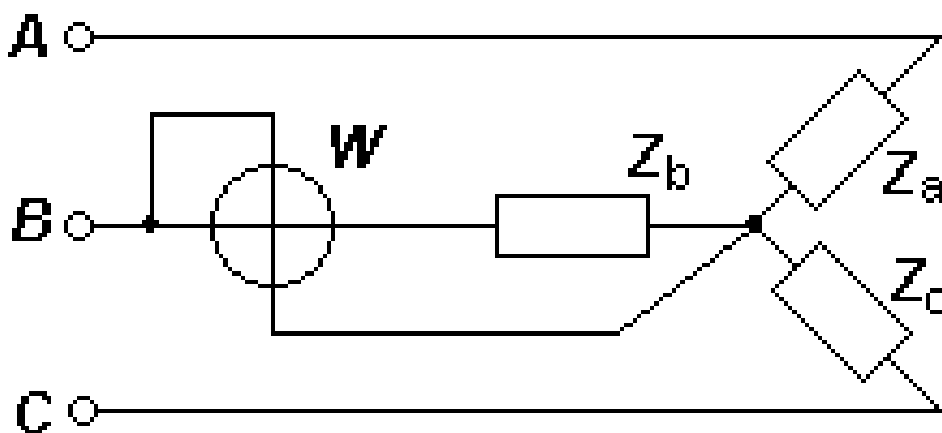
•Elektr o'lchash – bu fizik kattalikning mos o'lchov birliklarida ifodalangan (masalan,3 A,4 V) qiymatini (eksperimental usullar bilan) topish demakdir.

•Elektr kattaliklarning o'lchov birligi qiymatlari fizika qonunlari va mexanik kattaliklarning o'lchov birliklariga mos ravishda xalqaro kelishuvlar bilan aniqlanadi.

•Elektr kattaliklarining o'lchov birliklarini «ushlab turish», xalqaro kelishuvlar bilan aniqlanishi qiyinchiliklar tug'dirganligi uchun ham, ularni «amaliy» elektr kattaliklarining o'lchov birliklari etalonlari bilan belgilash qabul qilingan. Bu kabi etalonlar ko'pgina mamlakatlarning davlat metrologik laboratoriyalari tomonidan qo'llab-quvvatlab turiladi.







2.2.2-rasm. Elektr tarmoq parametrlarini tezkor aniqlash jarayoni.



2.2.3-rasm. Yagona vattmetr yordamida quvvatni o'lchash sxemasi.

Quyidagi jadvalda zamonaviy raqamli o'zi yozar qurilmalar xaqida ma'lumotlar keltirilgan:.

2.2.4-jadval.

Qurilma rasmi	Ta'rifi	Ishlab chiqaruvchi kompaniya:
 <p>2.2.4-rasm.</p>	<p><u>Autonics SCM-USU2I USB-interfeysiga ega harorat qaydlagichi</u> Autonics SCM-USU2I USB-interfeysiga ega harorat qaydlagichi, 2-kanalli, bir vaqtning o'zida alohida kanal bo'yicha ma'lumotlarni haqiqiy vaqt oralig'ida 50 mks davomida 1 qiymat tezlik bilan.</p>	<p>Autonics Corporation</p>
 <p>2.2.5-rasm.</p>	<p><u>Autonics KRN50 ma'lumotlarni kombinirlangan qaydlagichi</u> Autonics KRN50 - bu ma'lumotlarni kombinirlangan (qog'ozda va elektronli displeyda) raqamli va grafik formatda qaydlovchi qurilma. Mazkur qurilma eni 50 mm....gacha bo'lgan tasmali qog'ozda termografik bosmani ta'minlaydi.</p>	<p>Autonics Corporation</p>
 <p>2.2.6-rasm.</p>	<p><u>testo Saveris 2 ma'lumotlarning WiFi-loggerli tizimi mikroiklim parametrlarini monitoring qilish uchun</u> ma'lumotlarning WiFi-loggerli tizimi mikroiklim parametrlarini monitoring qilish uchun testo Saveris 2 – bu ishlab chiqarish va omborxonalar binolari mikroiklimi parametrlarini monitoring qilishning zamonaviy echimi.</p>	<p>Testo Rus</p>
 <p>2.2.7-rasm.</p>	<p><u>HIOKI LR8515 – 2-kanalli harorat va o'zgarmas tok kuchlanishini qaydlagich</u> Xona harorati va akkumulyatorning chiqish kuchlanishini qaydlaydi va Bluetooth® simsiz aloqa tizimi orqali ma'lumotlarni to'plash imkonini beradi.</p>	<p>Tekknou, ZAO</p>

JUMO firmasining o'ziyozar moslamalari. LOGOLINE 500 (PDF* 934Kb) rusumli matnni bosmaga uzluksiz chiqaruvchi va matritsali yorug'lik diodiga ega displeyli o'ziyozar moslamasi:

- ❖ Chiziqli yozuvga ega o'ziyozar moslama uchtagacha o'lchanayotgan kattalikni qaydlash imkonini beradi.
- ❖ Uchta kanal bir-biriga nisbatan optojuftliklar bilan galvanik bog'lanmagan.
- ❖ 1-kanal orqali egri chiziqlarni yozishdan tashqari matnni ham chiqarish mumkin.
- ❖ Barcha kanallar bo'yicha nolni korreksiyalash datchiklari yordamida amalga oshiriladi.
- ❖ O'lchanayotgan kattaliklar moslamaning soat mili yoki shkala bo'yicha sanaladi.

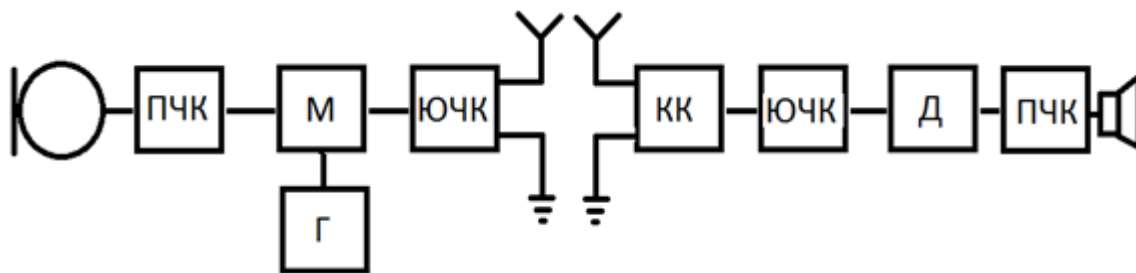
2.2.2. Optik va radio elektron o'lchash usullari va o'lchash vositalari.

Simlar va kabellar orqali aloqa o'rnatish.

- ❖ Aloqa kanallarining xarakteristikalari. Telemexanika kanallari telefon va telegraf aloqa o'rnatish bo'yicha telekommunikatsion turlar va ularni tashkil etish. Axborotlarni uzatish liniyalari uchun telefon kanallarini, chastota oraliqlarini bo'lib chiqish. Telekommunikatsion ma'lumotlarni oddiy elektr uzatish simlari va yuqori kuchlanishli simlar bo'yicha uzatishni tashkil etish.
- ❖ Radioaloqa kanallari. Radioreleli aloqa o'rnatish, yerning su'niy yo'ldoshlari yordamida, radioaloqa kabellari orqali aloqa kanallarini tashkillashtirish. Lazer nurlari hamda optik tolali aloqa kanallari orqali telekommunikatsion ma'lumotlarni uzatish. Optik tolali nur o'zatkichlarning asosiy xarakteristikalari. Telekommunikatsion sistemalarning tuzilish asoslari. Signallarni ajratish. Signallarning telekommunikatsion turlari va sistemalari orqali uzatish va qabul qilish.

Ta'rif: Axborotlarni radioto'lqinlar orqali almashishga radio aloqa deyiladi.

Bir tomonlama eng sodda radioaloqaning blok chizmasi. PCHK-past chastotali kuchaytirgich; YUCHK-yuqori chastotali kuchaytirgich; M-modulyator; G-avtotebranishlar generatori; KK-kirish konturi; D-detektor.



2.2.8-rasm. Radioaloqa o'rnatish sxemasi.
Radioto'lqinlar diapazoni

2.2.5-jadval.

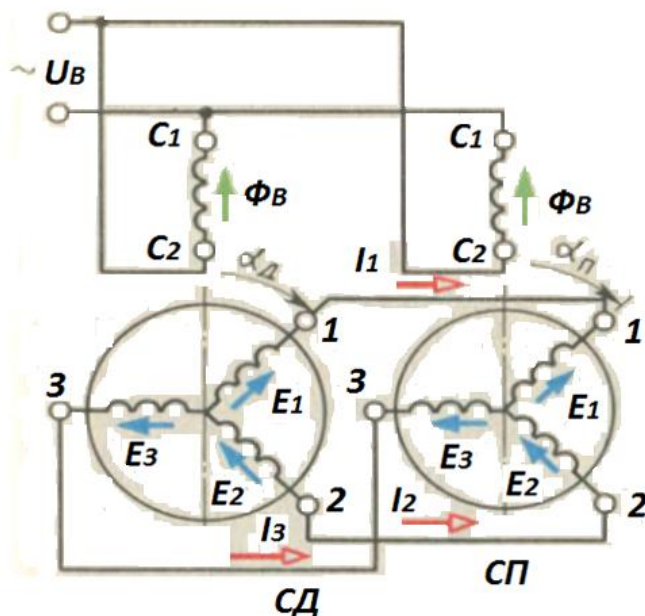
T/r	To'lqin nomi	To'lqinlar diapazoni, m	Chastotalar diapazoni, Gs
1	O'ta uzun to'lqinlar	10000 m dan katta	3×10^4 dan kichik
2	Uzun to'lqinlar	10000-1000	$3 \times 10^4 - 3 \times 10^5$
3	O'rta to'lqinlar	1000-100	$3 \times 10^5 - 3 \times 10^6$
4	Qisqa to'lqinlar	100-10	$3 \times 10^6 - 3 \times 10^7$
5	Ultra qisqa to'lqinlar:		
5.1.	metrli	10-1	$3 \times 10^7 - 3 \times 10^8$
5.2.	detsimetrli	1-0,1	$3 \times 10^8 - 3 \times 10^9$
5.3.	santimetrli	0,1-0,01	$3 \times 10^9 - 3 \times 10^{10}$
5.4.	millimetrli	0,01-0,001	$3 \times 10^{10} - 3 \times 10^{11}$

Ta'rif: Yuqori chastotali tebranishlar amplitudasi yoki chastotasining, past chastotali tovush signallariga mos ravishda o'zgartirishga modulyasiya deb aytiladi.

Ta'rif: Modulyasiyalangan yuqori chastotali elektromagnit tebranishlardan past chastotali tovush signallariga ajratib olishga detektorlash deb aytiladi.

Masofadan boshqarish moslamalari. Burchak siljishlarini distansiyali uzatish:

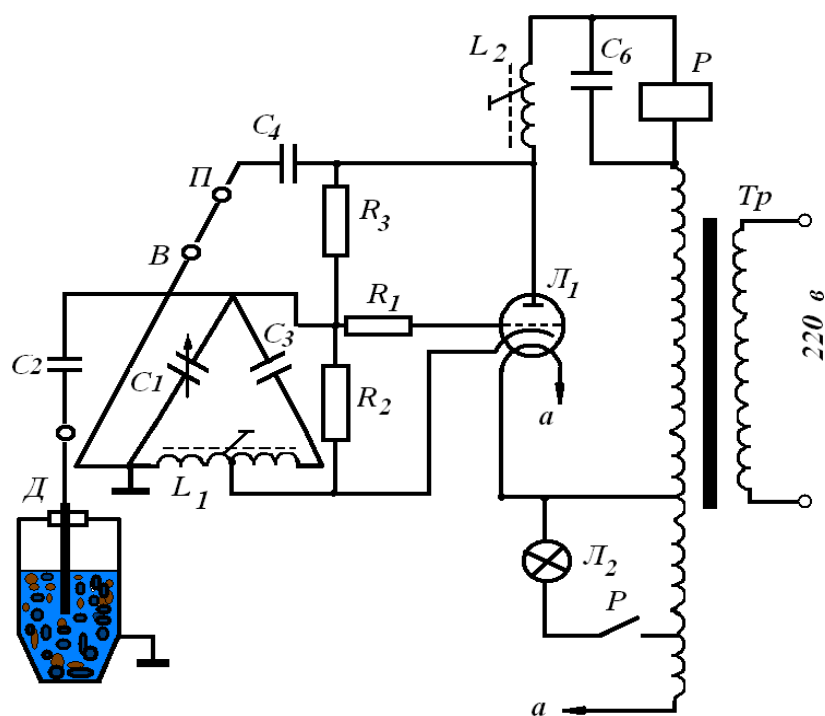
a) bu kabi sxemalarda selsinlar indikator rejimida (holatida) ishlaydi(qo'zg'atish chulg'amiga o'zgaruvchan tok ulangan).SD-selsin datchik; SP-selsin qabul qilgich.



2.2.9-rasm. Burchakli o'zgarishni masofaga sinxron uzatish sxemasi.

Hisoblash mexanizmlari ko'rsatishlarini distansion masofaga uzatish. Signal berish va rostdash qurilmalari.

Elektrli ERSU-2 rusumli sathning signalizatori(xabar bergichi) 2...3 sathlarning signalizatsiyasi(xabar berilishi) uchun mo'ljallangan. Asbobning tamoyilli elektr sxemasi (2.2.10-rasm) rasmda tasvirlangan. Mazkur sxemada har bir alohida datchik sxemasiga bir(alohida, yagona) sathning nazorati uchun xizmat qiladigan o'zgarmas tok relesi ulangan: rele R1—quyi sath, R2 – yuqori sath va R3 - avariya sath uchun. Avariya sath nazorat qilinuvchi poyonning(oraliqning) yuqorisida yoki pastida bo'lishi mumkin. Agarda avariya sath nazorat qilinuvchidan pastda deb qabul qilinsa, u holda qayta ulab-o'chirgich V o'ngdagi holatda, agarda yuqorida deb qabul qilinsa — chapdagi holatda o'rnatiladi.



2.2.10-rasm. Elektrodli ESU-1M sath signalizatorining tamoyilli sxemasi.

Nazorat qilinayotgan sathlarda L1, L2 va L3 nurli(yorug'lik chiqaradigan) signalizatsiya(xabar berish) ajratilgan va R1 ajratuvchi kontakt orqali, L1 qizil lampasi ulangan. Qachonki gorizont(yotiq chiziq) nazorat qilinayotgan sathlarning oralig'ida joylashsa, R1 qisqa tutashtiruvchi kontakt orqali R1 relening zanjiri berkiladi, va ajratuvchi kontakt R ulangan yashil lampa yuqori sath bo'yicha eng yuqorigi nazorat qilinadigan belgida U1 sariq lampa L3 ulanadi.

Qachonki idishning devorlaridan zaminlovchi elektrod sifatida foydalanib bo'lmasa, u holda E relely blokning qismalariga ulangan qo'shimcha elektrod o'rnatiladi.

Elektrodli ESU-1M va ESU-2M sathning signalizatorlari(xabar bergichlari) ishlab chiqilgan, shuningdek, suv sathning o'zgarishiga bog'liq ravishda elektrod sig'imining o'zgarishini o'lchashga asoslangan.

Mazkur laboratoriya ishida amalda eng ko'p tarqalgan RU – 3E sathning relesi va sathning ESU – 2M elektronli signalizatori jixozining qo'llanishi, ishlash tamoyili o'rganiladi.

Sathning ESU - 1M elektronli signalizatori turli materiallarning bir yoki ikkita sathini nazorat qilish uchun mo'ljallangan.

ESU-1M rusumli elektronli signalizator(xabar bergich)ning asosiy qismi bo'lib sathning ikkitalik(qo'shsha) triodda L1 (6N6P) yig'ilgan lampali yuqori chastotali tebranishlar generatori hisoblanadi. Triodning anodli zanjiriga R relening chulg'ami ulangan. Triod Tr rele chulg'ami va o'zgaruvchan induktivlik g'altagi L2 kuch transformatori orqali ta'minlanadi. To'ri oraliqda va lampa L1 katodiga L2 o'zgaruvchan induktivlik g'altagi va S1 va SZ kondensatorlaridan iborat tebranish konturi bilan ulangan. S1 kondensatori bilan parallel tarzda ulangan S2 kondensatordan va D elektrodi va er orasida hosil bo'lgan kondensatordan zanjir tashkil topgan. LS konturi shunday rostlanadiki, S2 kondensatorning qandaydir boshlang'ich sig'imi va D elektrod - er kondensatori konturining parametrlari ko'pincha generatorning rezonansli tebranishlariga mos kelsin.

Konturni rezonansga rostlaganda konturning rezonansli to'la qarshiligi ancha kichik va unda amalda hech qanday kuchlanish tushishi bo'lmaydi. Kontur triodning L1 katodi va to'r oralig'ida ulangani uchun ham, to'rning potentsiali tahminan L1 yopiq lampa katodi potentsialiga teng va R relesi o'chirilgan. Qachonki D elektrodi va idish devori oralig'ida material paydo bo'lsa, u holda D elektrod - er orasidagi kondensator sig'imi o'zgaradi, S2 kondensatori va D elektrod - er kondensatori S1 kondensatorga parallel ulangani uchun ham, mazkur holat LS konturning parametrlarini o'zgarishiga olib keladi. Idishdagi materialning(jismning) sathi cheklanganida rezonansning buzilishi kuzatiladi. Oqibatda, LS konturning to'la qarshiligi ortadi. Lampa L1 ning to'ri va katodi oralig'ida kuchlanish paydo bo'ladi, uning musbati to'rga uzatiladi. L1 lampasi ochiladi, rele R ishga tushadi va materialning chegaralangan sathga erishganida uning kontaktlarini berkitishga signal(habar) uzatiladi. Tr transformator ikkilamchi chulg'amining qo'shimcha qismasi orqali R rele kontaktiga ulangan L2 signalli(xabar beruvchi) lampa bunkerda materialning borligi haqida signal(xabar) beradi.

Nazorat savollari

1. Kontrol-o'lchash asboblarning tuzilishi haqida nimalarni bilasiz?
2. Radioreleli aloqa o'rnatish haqida nimalarni bilasiz ?

3. Yerning su'niy yo'ldoshlari yordamida aloqa kanallarini tashkillashtirish turlari ?
4. Radioaloqa kabellari orqali aloqa kanallarini tashkillashtirish ?
5. Simlar va kabellar orqali aloqa o'rnatishni tushintiring.
6. Optik tolali nur o'zatkichlarning afzalliklarini ayting.
7. Radioaloqa o'rnatish sxemasidagi elementlarni ayting.
8. Radioto'lqinlar diapazoni haqida nimalarni bilasiz ?
9. Burchakli o'zgarishni masofaga sinxron uzatish sxemasini chizib tushintiring.
10. O'ziyozar moslamalariga misollar keltiring.

II bob.

2.3. Raqamli o'lchash asboblari haqida asosiy tushunchalar

Reja:

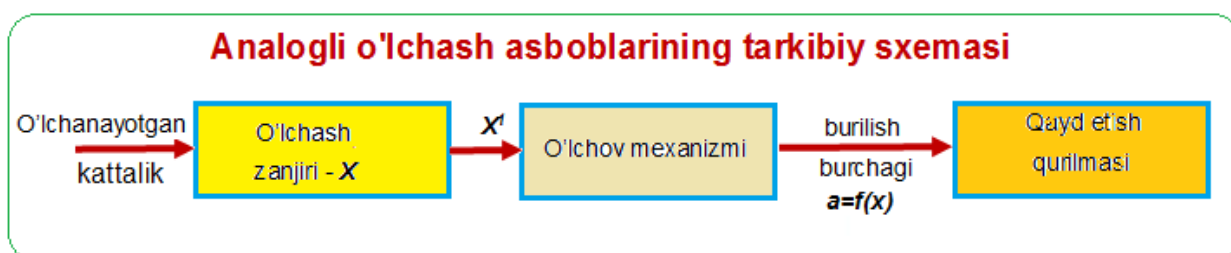
- 2.3.1. Analogli o'lchash asboblari
- 2.3.2. Raqamli o'lchash asboblari
- 2.3.3. Suv xo'jaligi va melioratsiyada elektr va noelektrik kattaliklarni elektr usulda o'lchash.

2.3.1. Analogli o'lchash asboblari

Analogli o'lchash asboblari – oddiy proporsional bir o'lchamli kodlashdan foydalanadi. Bunda informatsiya manbaining fizik parametrlarini elektr maydoni yoki kuchlanishining shunday fizik parametrlari (amplitudani amplitudaga, chastotani chastotaga, fazani fazaga va x.k.) orqali aks ettirilishi effektidan foydalaniladi.

Elektromexanik turidagi analogli asboblarda to'g'risida umumiy ma'lumotlar.

Analogli o'lchash asboblari yoki bevosita ko'rsatuvchi asboblarda elektr o'lchashlar va umuman o'lchash texnikasida keng o'rin olgan asboblardan hisoblanadi. Bu turdagi asboblarda ko'rsatuv qaydnomasi uzluksiz (Funksional) ravishda o'lchanayotgan kattalik bilan bog'liqlikda bo'ladi.



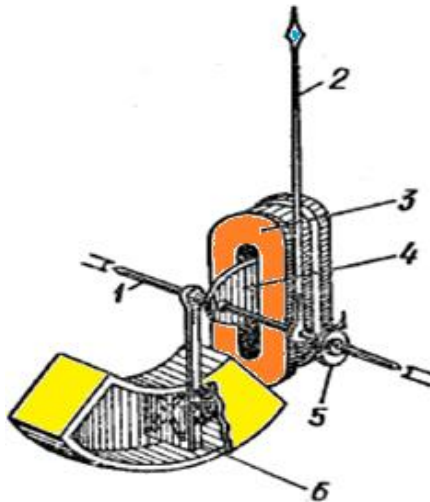
2.3.1-rasm. Analogli o'lchash asbobining tarkibiy sxemasi.

Analog o'lchash asboblarining turlari, tizimi quyidagilardan iborat:

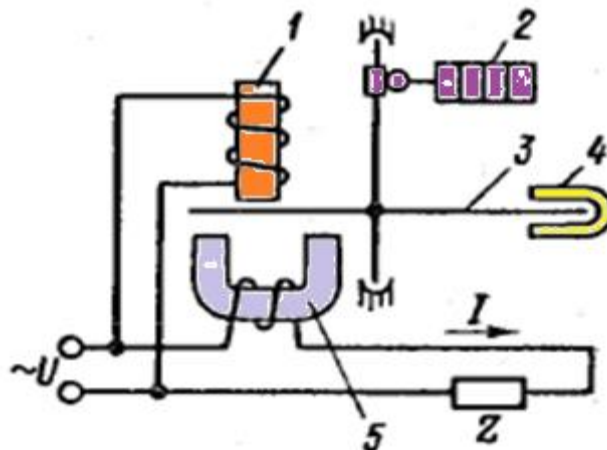
- ❖ Magnitoelektrik(ME)
- ❖ Elektromagnit(EM)
- ❖ Elektrodinamik(ED)
- ❖ Ferrodinamik(FD)
- ❖ Elektrostatik(ES)
- ❖ Induksion(I)

Tinchlantirgichlarning turlari:

- Havoli;
- Elektromagnit induktsiyali;
- Suyuqlikli.



2.3.2-rasm. Havoli tinchlantirgich: 1-aylanish o'qi; 2-strelka;3-Em g'altak;4-yaproqchali o'zak; 5-spiral; 6-havoli tinchlantirgich.



2.3.3-rasm. Elektromagnit induktsiyali tinchlantirgich: (1-temir o'zak; 2-sanoq mexanizmi; 3-alyuminiy disk; 4-Em induktsiyali tinchlantirgich; 5-magnit o'zak; Z-yuklama.)



2.3.4-rasm. Suyuqlikli tinchlantirgich(1-aylanuvchi qism;2-suyuqlikli tinchlantirgich; 3-qo'zg'almas qism)

2.3.2. Raqamli o'lchash asboblari.

Raqamli o'lchash asboblari – ma'lumotlar manbaining fizik parametrlarini n- o'lchamli kodlashdan fodalanaib, mos ravishda ligik nol va logic birga to'g'ri keluvchi ikki daraja kuchlanishli ikkilangan tizim bilan tavsiflanuvchi raqamli sxemalarga foydalaniladi. Odatda bulardan birinchisi past kuchlanishga va ikkinchisi yuqori kuchlanishga bog'lanadi.

O'lchov asboblari, o'zgartkichlarda va texnologik o'lchashlar uchun foydalaniladigan tizimlarda mikro EHM va mikroprotsessorlar qo'llaniladi. Bu qurilmalarning texnik asosi bitta kristallda 103—1012 ta elementi bo'lgan katta va o'ta katta integral sxema (KIS va O'KIS)lar hisoblanadi.

Keyingi paytlarda mikroelektronika va hisoblash texnikasining eng muhim yutuqi KIS asosidagi mikroprotsessorlarni yaratish hisoblanadi.

Integral mikrosxemalar (IS)—deb, yagona texnologik jaraenda tayyorlanib, muayyan sxema bo'yicha ulangan va umumiy plastmassali yoki metall korpusga yaxlit joylashtirilgan va diod, tranzistorlar, kondensatorlar, rezistorlardan tashkil topgan mikroelektronika qurilmalariga aytiladi. Bitta integral mikrosxema yuzlab va undan yuqori miqdordagi diskret elementlar (diod, tranzistorlar, kondensatorlar va boshqalar)dan tashkil topgan elektron sxemaga ekvivalentdir.

Integral sxemalar IS (*102 elementgacha*), katta IS (*104 elementgacha*), o'ta katta IS (*104 va undan ko'p element*) ko'rinishida bo'lishi mumkin.

IS larning ya.o'., plenkali va gibridd shakllari mavjud.

Yarim o'tkazgichli IS larda elementlar va ular orasidagi bog'lanishlar ya.o'. sirtida va ichida (hajmida) bajariladi.

Plyonkali ISlar dielektrik asosga vakuum ostida yoki boshqa usul bilan ma'lum konfiguratsiya va turli materiallardan tashkil topgan plekalarni epishtirish yo'li bilan tayarlanadi.

Gibridli (aralash) ISlarda plenkali texnologiya usuli bilan tok o'tkazuvchi metall yo'lakchalar va maydonchalar dielektrik materialdan yasalgan asosga joylashtirilib, sirtiga mikroelektronika elementlari (diodlar, tranzistorlar, rezistorlar va boshq.) montaj qilinadi.

IS larning afzalligi yuqori ishonchlilik, tezkorlik, og'irligining kamligi, kam energiya talab etishi, bajaraetgan funksiyalarini murakkab-lashtirish imkoniyatining borligi va boshqalar hisoblanadi.

Hozirda o'lchash asboblarida tranzistorlar asosida yaratilgan mantiqiy IS lar keng tarqalmoqda. Bunday tipdagi IS lardan K133, K155, K511 seriyalari hisoblash texnikalarini va diskret sanoat qurilmalarini avtomatik boshqarish tizimlarini yaratishda keng foydalaniladi.

YUqori darajadagi salbiy ta'sirlarga bardoshli mantiqiy IS 511 seriyasi sanoat avtomatikasi va dastgohlarni raqamli-dasturli boshqarish tizimlari, shuningdek boshqa TJ larni avtomatlashtirishda qo'llaniladi. IS ning bardoshlilik ayniqsa vibratsiya, agressiv muhit, changlik yuqori bo'lgan qurilish sohasida, transport vositalarida, dastgoh va elektr uskunalarda muhim ahamiyatga ega.

IS lar bir nechta yo'nalishda takomillashib bormoqda. SHulardan biri *integratsiyalanish darajasi*, ya'ni bir hajmda ko'proq elementlarni joylashtirish, borgan sari oshib bormoqda. Hozirgi kunda bir korpusda milliondan ko'proq mikroelementlar joylashtirilgan va murakkab mantiqiy qurilmalardan iborat mikroprotessorlarda bo'lgan KIS lar mavjud.

IS larning shartli belgilari quyidagi elementlardan tashkil topgan: *Birinchi element-* IS guruhini bildiruvchi raqam

- ❖ (1, 5, 7 - yarim o'tkazgichli;
- ❖ 2, 4, 6, 8 - gibridli;
- ❖ 3 - plenkali, sopol (keramik) va boshq.).

Keng iste'moldagi kurilmalarda harflar ham ishlatilishi mumkin.

Ikkinchi element - mikrosxema seriyasini bildiruvchi uchta raqam (000 dan 999 gacha).

Uchinchi element - IS vazifasidan kelib chiqib, uning ko‘rinishi va kichik guruhini anglatadi.

To‘rtinchi element - shu seriyadagi mikrosxemaning shartli raqami.

2.3.4. Suv xo‘jaligi va melioratsiyada elektr va noelektrik kattaliklarni elektr usulda o‘lchash.

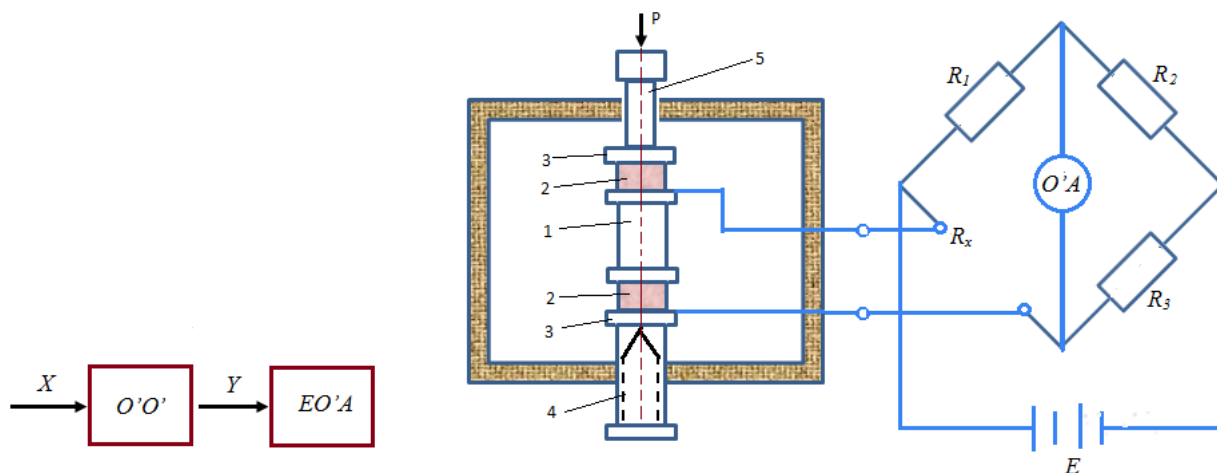
Ilmiy tadqiqotlarda, texnologik jarayonlarda, yangi mashina va apparatlarni yaratish va ularni sozlash hamda ishlatish jarayonida ko‘pgina noelektr kattaliklarni elektr usulida o‘lchashga to‘g‘ri keladi. Noelektrik kattaliklar bo‘lmish mexanik, issiqlik va boshqa kattaliklarni o‘lchash uchun xizmat qiluvchi elektr asboblari va usullari bir qancha afzalliklarga ega. Ular noelektrik kattaliklarning qiymatinigina emas, balki ularning sifatini ham aniqlash, o‘lchash va belgilash imkonini beradi. [1]

Elektr o‘lchash usullari va asboblarining afzalliklari quyidagilar:

- ❖ asbob sezgirligini katta oraliqda osongina o‘zgartish;
- ❖ juda tez hamda juda sekin o‘tuvchi jarayonlarni o‘lchash va yozib olish mumkinligi;
- ❖ olisda turib o‘lchash va o‘lchash natijalarini olis masofaga uzatish mumkinligi;
- ❖ noelektr asboblari bilan o‘lchash mumkin bo‘lmagan joylardagi kattaliklarni ulchash va kuzatish mumkinligi;
- ❖ o‘lchash natijalarini markazlashtirish va o‘lchash ob‘ektiga qaytadan avtomatik ravishda ta’sir etish imkoniyati va boshqalarni kiritish mumkinligi.

Hozirgi vaqtda noelektr kattaliklarni o‘lchash axborot-o‘lchash texnikasining kattagina sohasini tashkil egadi, bu kattaliklarni o‘lchash uchun kerak bo‘ladigan asboblarni ishlab chiqarish esa asbobsozlik sanoatining yirik tarmogiga aylangan.

Noelektr kattaliklarni o'lchaydigan elektr asboblarni elektr kattaliklarni o'lchaydigan asboblardan farq qiladi. Ularning tarkibida noelektr kattaliklar (temperatura, bosim, siljish, tezlik, tezlanish, sath, sarf va boshqalar) ni elektr kattaliklar (tok, kuchlanish, quvvat) ga yoki elektr parametrlari (qarshilik, induktivlik, sig'im, magnit qarshiligi va boshqalar) ga aylantirib beruvchi bir yoki bir nechta o'lchash o'zgartirgichlari bo'ladi. O'lchash o'zgartirgichini, odatda, datchik deb ataladi.



2.3.5-rasm. Noelektr kattalikni elektr usulida o'lchashning oddiy struktura sxemasi

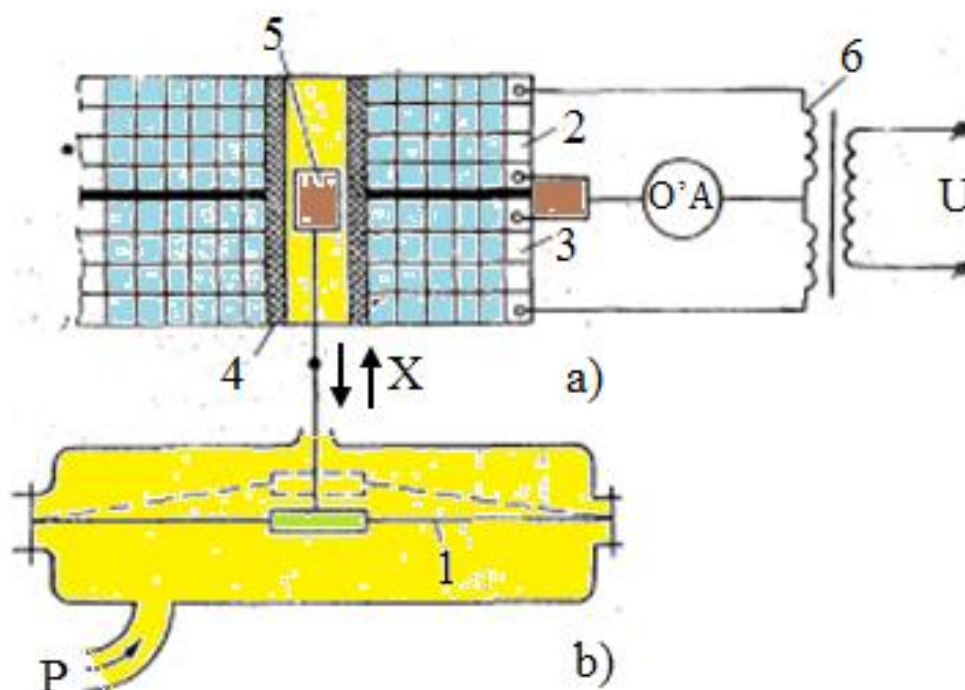
2.3.5- rasmda noelektr kattalikni elektr usulida o'lchashning oddiy struktura sxemasi ko'rsatilgan. O'lchanadigan noelektr kattalik x o'lchash o'zgartirgichi ($O'O'$) ning kirishiga beriladi. O'lchash o'zgartirgichining chiqishidagi elektr kattalik u elektr o'lchash asbobi ($EO'A$) yordamida bevosita yoki bilvosita usullarda o'lchanadi. Elektr o'lchash asbobining shkalasi o'lchanadigan noelektr kattalik birligida darajalanadi, bu esa o'lchashni tezlatadi va o'lchash xatoligini kamaytiradi.

Ishlashiga qarab hamma o'lchash o'zgartirgichlarini parametrlil yoki generatorli turlarga ajratish mumkin. Quyida kuch, sath, siljish, tezlik, temperatura kabi noelektr kattaliklarni o'lchash uchun xizmat qiluvchi sxemalariy keltiramiz.

Kuchni o'lchash uchun ko'mir shaybali datchik va teplodatchiklardan foydalaniladi. Har ikkala datchikning ham ishlash prinsipi kuch ta'siridan o'z qarshiliklarini o'zgartirishga asoslangan.

Bosimni o'lchash uchun suyuqlikli, membranali, silfonli, prujinali va boshqaz datchiklar ishlatiladi. Ushbu datchiklarda bosim yoki bosimlar farqi kichik mexanik burchakli yoki chiziqli siljishga aylantiriladi, Mexanik siljishni to'g'ridan-to'g'ri yoki mexanik siljiщ datchyklari yordamida o'lchash mumkin.

2.3.6-rasmda bosimni membranali bosim datchigi va induktiv datchik yordamida o'lchash uchun xizmat qiluvchi qurilmaning printspial sxemasi ko'rsatilgan,



2.3.6-rasm. Bosimni membranali bosim datchigi va induktiv datchik yordamida o'lchash qurilmasining printspial sxemasi

2.3.6-rasm a da jamlangan parametrli induktiv datchik berilgan. Bu datchik qo'zg'aluvchan o'zak 5 va induktivligi bir xil bo'lgan g'altak 2 va 3 dan iborat. G'altak chulg'ami magnitlanuvchanlik xossasiga ega bo'lmagan naycha 4 ustiga o'ralgan va transformator 6 ning ikkilamchi chulg'ami uchiga differensial sxema bo'yicha ulangan. Induktiv g'altaklar bilan transformator ikkilamchi chulg'amining o'rta nuqtalari orasiga o'lchash asbobi O'A ulangan. [1]

2.3.6-rasm b da bosim datchigi ko'rsatilgan. O'lchanayotgan bosim r membranaga ta'sir etib, uni yuqoriga yoki pastga ezadi. Natijada membranaga ulangan o'zak siljiydi. Agar bosim bo'lmasa, membrana o'rta holatda bo'ladi, shuning uchun qo'zg'aluvchan o'zak, induktiv g'altak chulg'aming o'rtasida turadi. Bu vaqtda g'altakning induktivligi va induktiv qarshiligi bir-biridan farq qilmaydi, natijada elektr o'lchash asbobi U/A dan o'tuvchi tok I ga teng, bo'dadi.

Agar bosim ta'sir etsa, membrana va unga mahkamlangan o'zak yuqorida siljiydi (rasm a da punktir chizik bilan ko'rsatilgan). Natijada g'altakning induktivligi biror qiymatga oshadi, shu vaqtda g'altakning induktivligi esa o'shancha qiymatga kamayadi. Natijada o'lchash asbobi U/A dan mexanik siljish qiymatiga, ya'ni o'lchanayotgan bosim qiymatiga mos tok oqib o'tadi. Asbobning shkalasi millimetr yoki bosim birligida darajalanadi. Mazkur qurilma yordamida bosimlar farqini ham o'lchash mumkin. Buning uchun membrananing yuqori qismiga R_1 bosim, pastki qismiga esa R_2 beriladi.

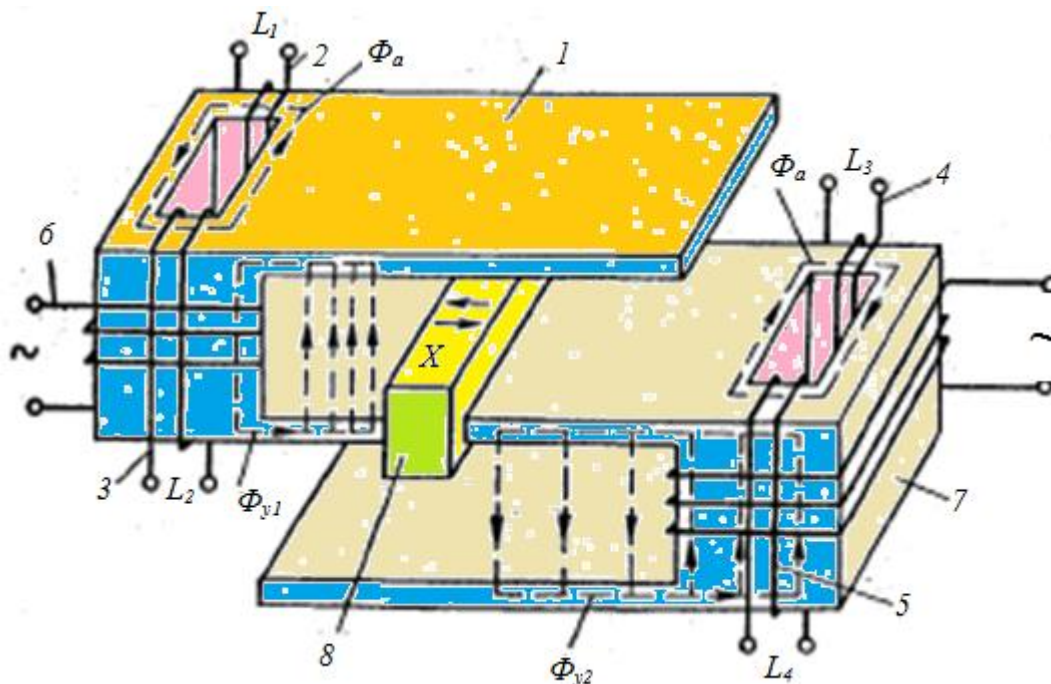
Siljishni o'lchash uchun siljish datchiklaridan foydalaniladi. Bunda turli fizik kattaliklar, chunonchi, bosim, temperatura, gaz yoki suyuqlik sarfi, zichlik va boshqalar mexanik siljishga aylangiriladi va siljish datchyklari yordamida o'lchanadi. Siljish datchiklari reostatli datchik, sig'imli datchik, induktiv datchik va boshqa turlarga bo'linadi.

Induktiv siljish datchiklari jamlangan va taqsimlangan parametrli bo'lishi mumkin. 2.3.6-rasm, a da kichik (0,5 — 20 mm gacha) mexanik siljishlarni o'lchash uchun xizmat qiluvchi jamlangan parametrli induktiv siljish datchigining konstruksiyasi ko'rsatilgan. Katta (0,2 — 100 sm va bundan ham ortiq) mexanik siljishlarni o'lchash uchun taqsimlangan parametrli induktiv datchikdan foydalaniladi. 2.3.7- rasm da taqsimlangan parametrli induktiv datchik konstruksiyasining sxemasi berilgan.

Magnit o'tkazgichning asosida bittadan teshik bor, asoslaridagi induktivlik g'altaklari 2, 3, 4 va 5 larni hosil qilishda simlar shu teshiklardan o'g'kaziladi, induktivligi bir xil L_u, L_1, L_3, L_t bo'lgan bu g'altaklardan

tashqari, magnit o'tkazgichga uyg'otish chulg'amlari 6 va 7 ham o'ralgan.

Magnit o'tkazgichning o'rta o'zagida harakatlanuvchi mis yoki alyuminiy ekran 8 bor. Bu ekran mexanik siljishi o'lchanadigan ob'ektga mahkam biriktiriladi. Uyg'otish chulgamlari o'zaro ketma-ket tutashtirilib, keyin o'zgaruvchan tok manbaiga ulanadi.



2.3.7-rasm Taqsimlangan parametrlı induktiv datchik konstruksiyasining sxemasi

Uyg'otish chulg'amlaridan o'tayotgan toq ta'sirida parallel sterjenlar orqali tutashuvchi magnit oqimlari F_{u1} va F_{Ua} hosil bo'ladi, ularning miqdori ekranning holatiga bog'liq.

Induktiv g'altaklarning to'rtalasi ham ko'prik sxemasida ulanadi. Ko'prikning bir diagonaliga o'zgaruvchan kuchlanish manbai ulanganda ikkinchi (chiqish) diagonalida ekranning siljishiga proporsional ravishda kuchlanish hosil bo'ladi.

Ekran magnit o'tkazgichning o'rtasida turganida g'altak induktivliklari o'zaro tenglashadi, ya'ni $L_1 = L_2 = L_3 = L_t$ (ko'prik muvozanatda bo'ladi) va ko'prikning chiqish diagonalidagi kuchlanishi nolga teng bo'ladi. Ekran o'rta holatdan o'ngga yoki chapga qancha siljisa, bir asosdagi magnit oqimi F_a shuncha oshib, ikkinchisida shuncha kamayadi.

Binobarin, L_1 va L_2 induktivliklar qanchata oshsa, L_3 va L_4 induktivliklar shunchaga kamayadi. Natijada ko‘prik diagonalida chiqish kuchlanishi U_t hosil bo‘ladi:

$$U_r = U_k \frac{L_1 - L_3}{L_1 + L_3} = U_k \frac{L_2 - L_4}{L_2 + L_4}; \quad (2.3.1)$$

bu erda U_k - ko‘prik diagonaliga ulangan o‘zgaruvchan tok manbaining kuchlanishi.

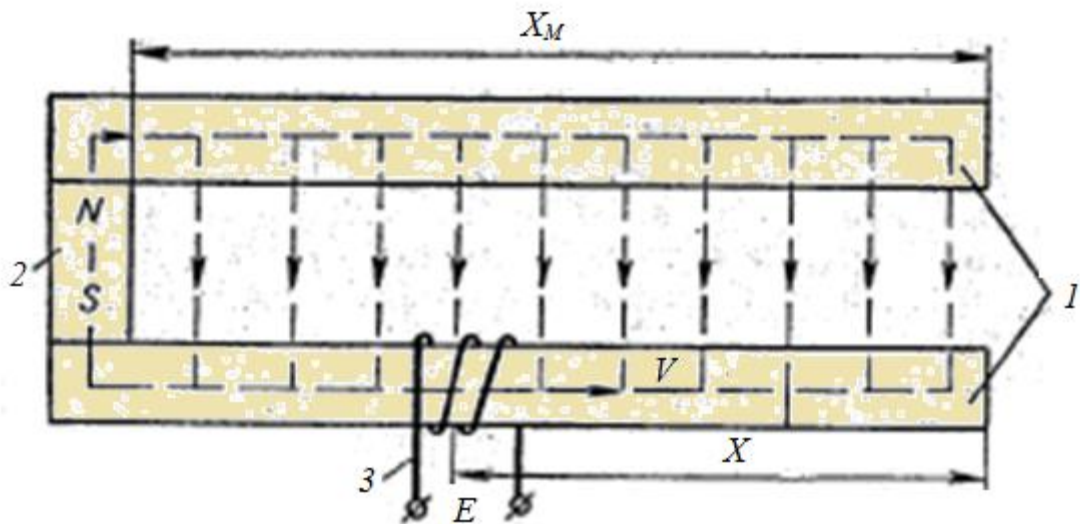
SHunday qilib, ko‘prikning chiqish diagonaliga millivoltmetrni ulab, ekran mahkamlangan ob‘ektning mexanik siljishini o‘lchash mumkin.

Tezlikni o‘dchash uchun taxogenerator va tezlik datchiklaridan foydalaniladi. Taxogenerator aylanish tezligini ulchash uchun xizmat qiladi. Quyida chiziqli tezlikni o‘lchash uchun xizmat qiluvchi chiziqli tezlik datchiklarining konstruksiyasi keltiriladi.

Tezlik datchiklari ishlash prinsipiga qarab bir necha turga bo‘linadi: induksion tezlik datchigi; magnit-modulyasion tezlik datchigi; Xoll elementli tezlik datchigi va boshqalar. Bu datchiklar qo‘zg‘aluvchan qismining turiga qarab, qo‘zg‘aluvchan chulg‘amli, qo‘zg‘aluvchan magnitli, qo‘zg‘aluvchan o‘zakli va qo‘zg‘aluvchan ekranli bo‘lishi mumkin. Sanoat korxonalarida ish jarayonini avtomatlashtirish vaqtida ysh mexanizmi harakatlanuvchi qismlarining siljish tezliklarini o‘lchash va qayd qilishda, metall kesuvchi va yog‘ochga ishlov beruvchi dastgohlarning tezligini tekshirishda, dastgohda metallarni kavsharlash tezliklarini yozib borish va boshqa harakat tezliklarini o‘lchashda tezlik datchiklaridai foydalaniladi.

Qo‘zg‘aluvchan chulg‘amli induksion tezlik datchigi 2.3.8-rasmda ko‘rsatilgan.

Datchik P shakldagi qo‘zg‘almas magnit o‘tkazgichdan iborat. O‘zgarmas (doimiy) magnit 2 magnit o‘tkazgichniig asosi bo‘lib xizmat qilady. Uning uzaytirilgan ixtiyoriy bitta sterjyoniga qo‘zg‘aluvchan o‘lchash chulg‘ami 3 o‘ralgan.



2.3.8-rasm. Qo'zg'aluvchan chulg'amli induksion tezlik datchigi.

O'zgarmas magnit ikkita parallel sterjen orasida deyarli bir xil magnit induksiyasini hosil qiladi. Qo'zg'aluvchan o'lchash chulgami sterjen bo'yicha qandaydir V tezlik bilan siljisa, uning o'ramlari sterjenlar orasidagi magnit kuch chiziqlarini kesib o'tishi natijasida chulg'amda EYUK hosil bo'ladi. EYUK ning qiymati o'lchash chulg'amining siljish tezligiga proporsionaldir:

$$e = S_v \cdot V; \quad (2.3.2)$$

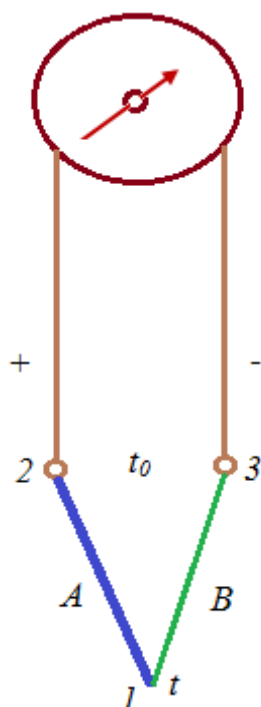
Datchkning sezgirligi S_v qo'zg'aluvchan o'lchash chulg'amining V - o'ramlar soniga l sterjenlyar orasidagi magnit induksiyaga bog'liq. Qo'zg'aluvchan o'lchash chulg'amli induksion tezlik datchi yordamida 0,05 — 50 mm/s oraliqdagi chiziqli tezliklarni o'lchash mumkin. Agar datchikning o'lchash chulg'amiga o'ziyozar asbob ulansa, asbob ob'ekt tezligini qog'ozga yozib boradi. Ushbu datchik juda sezgir hisoblanadi. Uning kamchiligi - qo'zg'aluvchan o'lchash chulg'ami, uchlarining osilib turishida. SHuning uchun qo'zg'aluvchan o'lchash chulg'amining harakat oralg'ini oshirish uning osilib turgan uchlarining tez uzilishiga qisman sababchi bo'ladi. Bunday datchik o'lchash cho'lg'amining harakat oralg'i 20— 30 sm dan oshmaydi.

Haroratni o'lchash uchun termopara va tarmoqarshiliklardan foydalaniladi. Harorat eng muhim texnologik parametrdir. Termopara va

termoqarshiliklar haroratnigina o'lchash uchun emas, balki boshqa fizik kattaliklar (gaz tarkibi, bosim, zichlik va sarflar) ni bilvosita o'lchash uchun ham ishlatiladi.

Termopara ikki xil metalldan tayyorlangan o'tkazgichlar A va B dan yasalgan. O'tkazgichlarning bir uchi 1 bir-biriga kavsharlanadi, ikkinchi uchi 2 va 3 esa elektr o'lchash asbobiga ulanadi (2.3.9- rasm).

O'tkazgichning kavsharlangan va asbobga ulanadigan uchlarining haroratlari har xil bo'lsa, termopara va o'lchash asboyoidan iborat zanjirda EYUK hosil bo'ladi. [1]



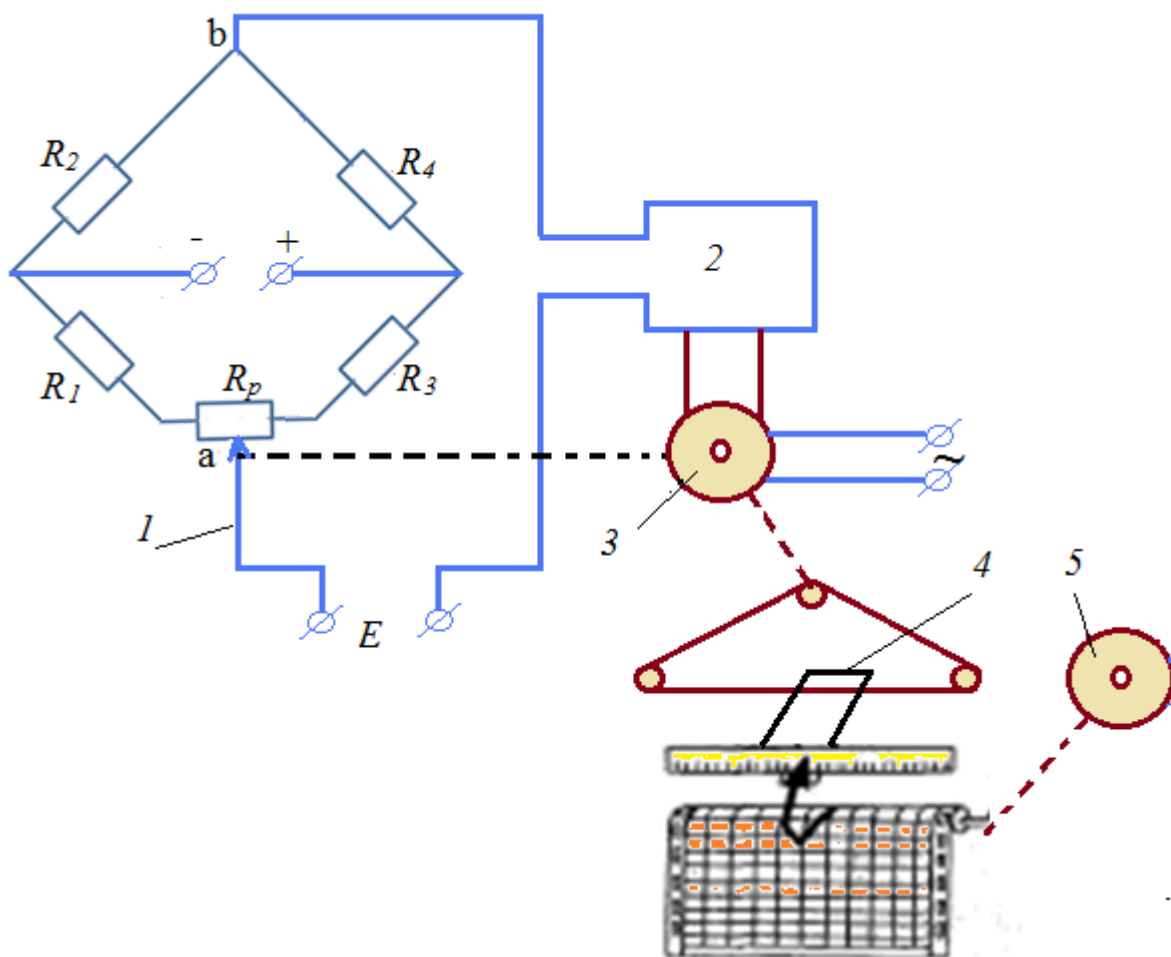
2.3.9-rasm. Termoparaning tuzilish sxemasi.

O'tkazgichlarning asbobga ulangan uchlarida temperatura doimo bir xil bo'lsa, EYuK hamda asbobning ko'rsatishi termoparaning kavsharlangan uchlar haroratiga bog'liq buladi. Termopara EYuK ining qiymati o'tkazgichlarning kavsharlangan nuqta temperaturasiga va termopara o'tkazgichlarining materialiga bog'liq bo'lib, o'tkazgichlarning uzunligi va diametriga, haroratning o'tkazgichlarda taqsimlanishiga bog'liq emas.

SHuning uchun termopara ba'zan juda ingichka (millimetrning bir necha ulushncha) va juda uzun (yuz metrlarcha) kilinadi. Termopara

tayyorlash uchun juda ko‘p materiallar ishlatiladi. SHulardan mis bilan konstantasi (300°S gacha), mis bilan kopel (600°S gacha), xromel bilan kopel (800°S gacha), xromel bilan alyumel (1300°S gacha) va platina bilan platinoradiy (1600°S gacha) dan yasalgan termoparalar juda ko‘p qo‘llaniladi.

Termoparada hosil bo‘lgan EYUK qiymati juda kichik bo‘lib, har gradusga bir necha (materialiga qarab) mikrovolt to‘g‘ri keladi. Lekin bu qiymat o‘lchash uchun etarli hisoblanadi. Mazkur EYUK ni o‘lchash uchun 2.3.9 - rasmda ko‘rsatilgan magnitoelektrik yuqabri sezgir millivoltmetr yoki 2.3.10 - rasmda ko‘rsatilgan avtomatik elektron potensiometr dan foydalaniladi.



2.3.10-rasm. Avtomatik elektron potensiometr sxemasi.

Potensiometr yordamida o'lchanayotgan termopara EYUK kiymagi E , bilan a va b nuqtalar orasidagi potentsiallar farqi solishtiriladi. Reoxord dastasi R_p ni reversiv dvigatel 3 yordamida surib, nuqta a ning holati E , va U_{a6} orasidagi farq ($E = U_{a6}$) nolga tenglashguncha o'zgartiriladi. Agar bu farq (u nomuozanat kuchlanishi U_{ab} ham deyiladi) nolga teng bo'lmasa, u kuchaytirgich 2 yordamida o'zgaruvchan tokka aylantirilib, mikrovoltdan bir necha voltgacha kuchaytirilgandan so'ng reversiv dvigatel 3 ning boshqarish chulg'amiga beriladi.

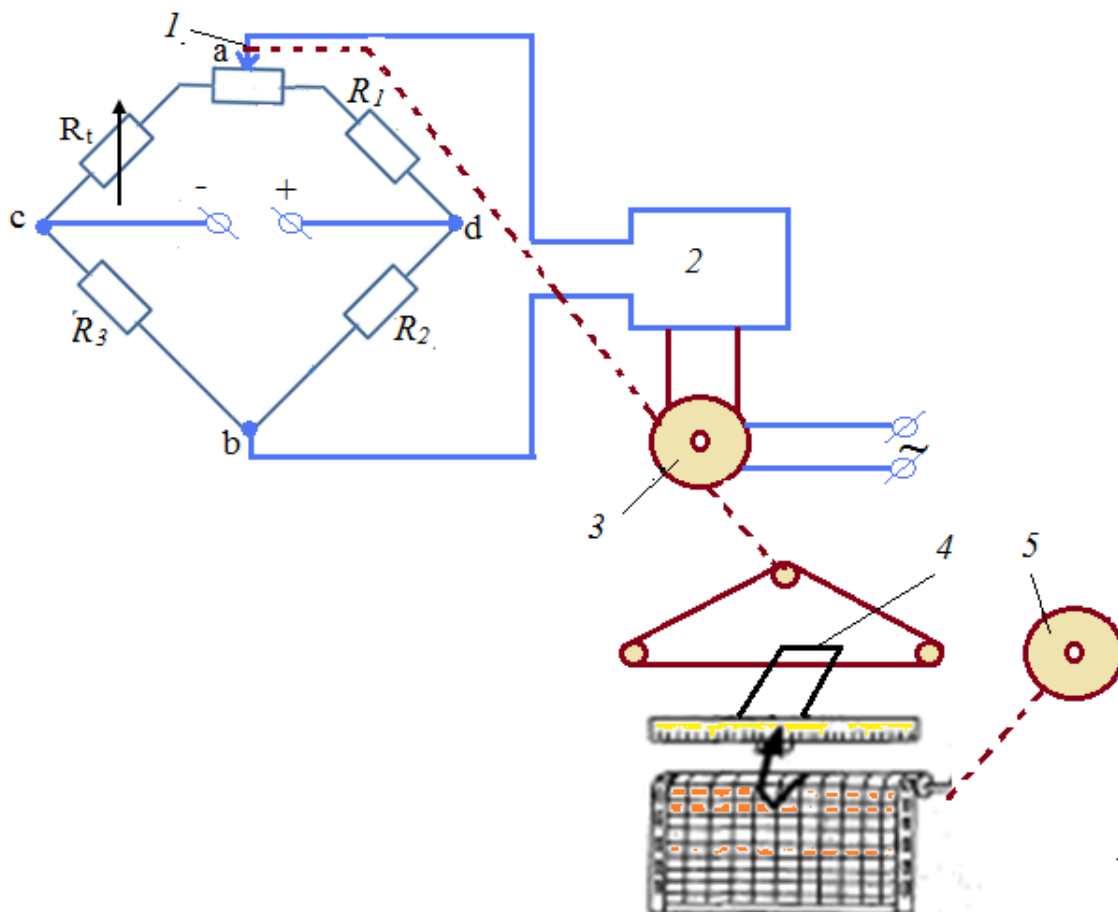
Dvigatel ishga tushib, reoxord dastasini U nolga tenglashguncha suradi. Dvigatelning aylanish tezligi o'lchanayotgan termopara EYUK ining qiymati E_t ga bog'liq. Reoxord dastasi bilan birgalikda unga mahqamlangan kareta 4 strelka va pero nam suriladi.

Peroning surilishi sinxron dvigatel 5 yordamida o'zgarmas tezlik bilan harakag qiluvchi diagrammaga o'lchanayotgan qiymatni yozib olish imkonini beradi. Demak o'lchanayotgan haroratni strelka ko'rsatishi bo'yicha shkaladan yoki diagramma lentasidan olish mumkin.

Termoqarshilik o'tkazgich (yoki yarim o'tkazgich) elektr qarshiligining haroratga bog'liqligiga asoslangan. Termoqarshilik, odatda, mis va platinadan yasalgan bo'lib. termopara kabi termoelektr yurituvchi kuch (EYuK) ishlab chiqarmaydi, balki harorat o'zgarganda o'z qarshiligini o'zgartiradi. Metall qarshiliklarda harorat bilan elektr qarshilik o'rtasida mutanosib bog'lanish bor. Termoqarshilik harorati o'lchanadigan muhitga joylashtiriladi va termoqarshilik qarshiligining o'zgarishi avtomatik ko'prik sxemasi yordamida o'lchanadi. [1]

Elektr qarshiligiga aylantirish mumkin bo'lgan har qanday kattalikni o'lchash uchun xizmat qiluvchi muvozanatli avtomatik elektron ko'prik sxemasi 2.3.11- rasmda ko'rsatilgai.

Avtomatik potentsiometrlardagi kabi, o'lchash ko'priklarida ham kuzatish tizimi mavjud. Mazkur tizim o'lchash tizimidagi ko'prikni uzluksiz muvozanatlash uchun xizmat qiladi.



2.3.11-rasm. Muvozanatli avtomatik elektron ko‘prik sxemasi.

Ko‘prik ikkita (ab o‘lchash va cd manba) diagonalidan va to‘rtta elkadan iborat. Ikkita elkaning qarshiligi o‘zgarmas, qolgan ikkitasini esa o‘zgaruvchan. Haroratning o‘zgarishi bilan termoqarshilik qarshiligi R_t o‘zgarishi ko‘prikni muvozanat holatidan chiqaradi. [1]

Bunda ko‘prikning o‘lchash diagonalida signal, ya’ni nomuvozanat kuchlanishi paydo bo‘ladi. Bu signal kuchlanish va quvvag kuchaytirgichi 2 va reversiv dvigatel 3 ning boshqarish cho‘lg‘amidan o‘tib, dvigatelni ishga tushiradi va u reoxord dastasini ko‘prik muvozanatga kelguncha suradi. Bu vaqtda kareta 4 ham surilgani uchun o‘lchanayotgan haroratni to‘g‘ridan-to‘g‘ri shkaladan yoki diagramma lentasidan olish mumkin.

Nazorat savollari

1. VIII – XI asrlarda yashab ijod qilgan vatandoshlarimizning o'lchovshunoslikka qo'shgan xissalari haqida nimalarni bilasiz ?
2. Metrologiyaning aksiomalarini ta'riflang ?
3. O'lchash turlari va usullari ?
4. Metrologiyaning asosiy postulatlarini ayting ?
5. SI ning o'nli karrali va ulushli birliklari haqida nimalarni bilasiz ?
6. O'lchash xatoliklari.
7. Elektr o'lchashlar haqida nimalarni bilasiz ?
8. Tinchlantirgichlarning qanday turlari mavjud ?

II bob.

2.4. Elektr yoritish

Reja:

- 2.4.1. Umumiy tushunchalar.
- 2.4.2. Optik nurlanishning ta'sirlari.
- 2.4.3. Agrar soxada yoritish va nurlatish qurilmalari ularga qo'yilgan talablar.
- 2.4.4. Yoritish uskunalarining xisobi.

2.4.1. Umumiy tushunchalar.

Nurlanish deb energiyani nur chiqaruvchi jismdan yutuluvchiga uzatilishiga aytiladi. Fizikaviy ta'rif bilan aytilganda optik nurlar elektromagnit to'lqinlaridir. Atrofimizdagi xar qanday jismlar xarorati absolyut noldan yuqori bo'lganda elektromagnit to'lqinlarni tarqatadi. Bu jarayon o'zida yig'ilgan energiyalarni tarqatish davrida davom etadi. Elektromagnit to'lqinlarining umumiy spektrida optik nurlarning qismi juda kichikdir.

To'lqin uzunligi 1 nm dan 1 mm gacha bo'lgan qismi bu optik nurlardir. To'lqin uzunligi 1 nm dan 380 nm gacha qismi ultrabinafsha nurlarni, 380 nm dan 760 nm gacha qismi ko'rinuvchi nurlarni, 760 nm 1 mm gacha qismi infraqizil nurlarni, 760 nm 1 mm gacha qismi infraqizil nurlarni tashkil etadi. Keltirilgan raqamlardan ko'rinib turibdiki, ko'rinuvchi nurlar optik nurlarning juda kichik qismini tashkil etadi.

Lekin shuni ta'kidlab o'tish kerakki, bu ko'rinuvchi nurlar insonning xayot faoliyatida juda katta rol o'ynaydi, ya'ni borliqda turgan joyini aniqlaydi, xarakatda bo'ladi, ranglarni farqlaydi, texnologik jarayonlarda ishtirok etadi.

Insoniyat uchun kerakli bo'lgan o'simlik va xayvonot olamidigan olinadigan eyish maxsulotlari, energetika resurslari (ko'mir, neft, gaz va x.kz.) bular xammasi ko'rinuvchi quyosh nurlarining ta'sirini maxsulidir.

Bizni o'rab turgan borliqda optik nurlar maydoni doimo mavjud bo'lib, bu maydonni ta'siri nurlarning energiyasiga bog'liqdir. Energiya qiymati W to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lib, u quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$(2.4.1)$$

bunda: h - plank doimiysi, $6,62 \cdot 10^{-34}$ Dj· sek;
 c – yorug'lik tezligi, $3 \cdot 10^{10}$ sm· sek⁻¹;
 λ - to'lqin uzunligi, nm

Amaliyotda ko'proq optik nurlarning qiymati nurlar *oqimi* F yoki nurlar *quvvati* bilan aniqlanadi va V_t bilan o'lchanadi.

Amaliyotda ko'rinuvchi nurlar spektri shartli 8 xil rangga bo'lingan. Bularning taxminiy chegaralari 2.4.1-jadvalda keltirilgan. Ranglarning to'lqin uzunliklari chegarasi.

2.4.1-jadval.

To'lqin uzunligi, nm	Rang	To'lqin uzunligi, nm	Rang
380-450	Binafsha	550-575	Sarik-yashil
450-480	Ko'k	575-585	Sarik
480-510	Xavorang	585-620	To'k sarik
510-550	YAshil	620-760	Kizil

315 nm dan 280 nm gacha bo'lgan UB nurlar *V qismni* tashkil kiladi. Bu nurlar xayvon organizmiga kuchli foydali ta'sir ko'rsatadilar. Ularning ta'sirida D provitaminlari kuchli faol ta'sir etuvchi D vitaminlariga aylanadi.

280 nm dan 200 nm gacha bulgan UB nurlar *S qismini* tashkil qiladi. Bu nurlar kuchli bakteritsid ta'sirchanligi bilan ajralib turadilar. Bu nurlar xavo, suv, idish-tovoklarni sterilizatsiya kilish xamda lyuminessent lampalarning lyuminaforlarini jonlashtirish uchun ishlatiladi.

Tulkin uzunligi 200 nm dan kichik bulgan UB nurlari xavoda kuchli yutiladilar, shuning uchun bunday nurlar *vakuum UB nurlari* degan nomni oldilar.

Xozirgi vaktida infrakizil nurlarning anik bulingan chegaralari yuk. Ular uch kismdan iborat bulib, birinchisi *A-kism* (760...1400nm), ikkinchisi *V-kism* (1400... 3000 nm), uchinchisi *S- kismi* ($3 \cdot 10^3 \dots 10^6$ nm) tashkil etadi.

2.4.2. Optik nurlanishning ta'sirlari.

Optik nurlanish energiyasini odamga, xayvonlarga, o'simliklarga, mikroorganizmlarga va boshqa iste'molchilarga ta'siri fotobiologik ta'sir deyiladi. Xozirgi vaqtda quyidagi fotobiologik ta'sir turlari mavjud:

1. ***Yorug'lik ta'siri*** – bu ta'sir natijasida odamlar, xayvonlar, ko'rish orqali atrof muxitda aniq xarakatda bo'ladilar.
2. ***Fotosintez ta'sir*** – shundan iboratki, ko'rinuvchi va uzun to'lqinli UB nurlari o'simliklarga ta'sir qilganda undagi mineral moddalardan organik moddalar sintez qilinadi.
3. ***Davriy foto ta'sir*** – kunduzgi yorug'lik etishmagan joylarda yoritilganlik talab darajasida berilganda o'simliklarda, mollarda, parrandalarda rivojlanishni ijobiy o'zgarishi kuzatiladi.
4. ***Optik nurlanishning terapevtik*** (eritema, antiraxit) ta'siri – odamlarni, xayvonlarni, parrandalarni ma'lum bir normada UB, ko'rinuvchi, IK nurlar bilan nurlatilganda ularda moddalar almashuvi yaxshilanadi xamda organizmni kasalliklarga qarshiligi kuchayadi.
5. ***Bakteritsid ta'sir*** – UB nurlar ko'rinadigan xamda IK nurlar bilan kup miqdorda nurlantirish oqibatida bakteriyalar, usimliklar, xashoratlar xalok buladi.
6. ***Optik nurlanishning mutagen ta'siri*** – shundan iboratki, agar xayvonlar va o'simliklarga UB nurlar bilan uzoq ta'sir etilsa nasliy o'zgarishlarga olib keladi, bularni yangi xususiyatli usimliklar va organizmlar yaratishda ishlatish mumkin.

Optik nurlanishning odamga ta'siri. Nurlanishning optik qismidagi uchta diapazoni odamga faol ta'sir etadi. Ta'sir natijasi xar xil bo'lib

nurlanishning kvant energiyasi, nurlanish darajasi va ta'sir etishning davri bilan aniqlanadi.

Quyoshning ultrabinafsha nurlari belgilangan miqdorlarda yaxshi natija beradi, chunki uning ta'sirida biologik faol moddalar xosil bo'ladi (D vitamini va boshqalar). Bu nurlar organizmda tarqalib yaxshi terapevtik va tetiklantiruvchi ta'sir ko'rsatadi. UB nurlarining kvantlarini yutilishidan odam terisida bir necha soatlardan keyin eritema va pigmentatsiya xosil bo'ladi.

Ortiqcha nurlanish xar xil kasalliklarga olib keladi, bu esa sog'lik uchun zarardir. Tabiiy UB nurlarning shimoliy tumanlarda kam bo'lishi ayniqsa qishki payt, organizmning susayishiga olib keladi, shuning uchun hozirgi davrda bu tumanlarda odamlarni sun'iy UB turlari bilan nurlantirishadi. Qisqa to'liqlik UB nurlaridan ximoyalansa kon'yunktivit ko'z kasalliklariga (ko'z jildi shilliq pardasining yallig'lanishi) olib keladi.

Ko'rinuvchi nurlarning ta'siri asosan odamning ko'rish organlariga nisbatan o'rganilgan. Ko'z shunday organki, unda ko'rinuvchi nurlar energiyasi nerv impulslari energiyasiga aylanib, ko'ruvchi nervlar orqali bosh miyaga beriladi. SHular tufayli ko'rish sezgisi paydo bo'ladi, u esa bizni o'rab turuvchi dunyodan olayotgan xabarlarning asosiy manbaidir. Ko'rish sezgisi ravshanlik, rang, o'lchamlar va predmetlarning formasi, xamda ularning harakati va o'zaro joylashishi xaqida xulosa qilishimizga yordam beradi.

Odam ko'zi-adaptatsiya xususiyatiga ega bo'lgani uchun xar xil darajadagi yoritilganlikka moslashishi mumkin va u 0,1 lk dan 100.000lk yoritilgan-likni faol ravishda qabul qiladi.

Infraqizil nurlar juda katta singish xususiyatiga ega bo'lib u insonning chuqur ichki to'qimalarini qizitib issiqlik ta'sirini ko'rsatadi.

Optik nurlanishni xayvon va parrandalarga ta'siri. Optik nurlarning xayvon va parrandalarga ta'siri xar xil bo'lib nurlarning spektr tuzilishiga bog'liqdir.

Ultrabinafsha (UB) nurlar xayvonlar organizmiga tetiklantiruvchi va terapevtik ta'sir etadi. UB nurlarni modda almashinuviga, nafas olish jarayoniga, qon almashishini tezlantirishga, qonda gemoglobinni ko'paytirishga,

ichki sekretsiya bezlarining faoliyatini yaxshilashga (faollashtirishga) va xayvonlar organizmining boshqa funksiyalariga ta'siri o'rganilgan.

UB nurlar xayvon va parrandalarning organizmiga ma'lum darajada yaxshi ta'sir qilsa xam, UB-A oblastidagi nurlanish unchali faol emas.

UB-V oblastidagi nurlar terining qizarishiga (eritema) olib keladi, antiraxit xususiyatiga ega. Provitamin D ni D vitaminiga aylantirish xisobiga yangi tug'ilgan mollarni saqlashni, organizni umumiy sog'lomligini, ozuqa singishini oshirishni ta'minlaydi.

CHorvachilik va parrandachilikni sanoat asosiga o'tishi munosabati bilan tovuqlar, chuchqalar va yaylovsiz boqiladigan yirik shoxli qoramollarda mavsumiy quyosh nurlarning etishmaslik xolati paydo bo'ladi. Bu xolatning yomon ta'sirini UB nurlarni va yorug'lik rejimini to'g'ri tanlash orqali yo'qotish mumkin. Eritema ta'siri spektri 2.1.b- rasmda (4 egri chiziq) keltirilgan.

Egri chiziqning maksimumi 297 nm to'lqin uzunligiga to'g'ri keladi. Nurlatish qurilmalarini xisoblayotganda faqat 280...320 nm diapazonli to'lqin uzunliklarida yotgan egri chiziq e'tiborga olinadi.

UB-S oblastidagi nurlar xam xayvonlarga yaxshi ta'sir qilishi mumkin, lekin ular asosan zararli mikroorganizmlarga bakteritsid (bakteriyalarni o'ldiradigan) ta'sir etish faktori sifatida ishlatiladi.

SHuni e'tiborga olish kerakki UB nurlarning tirik organizmga ta'siri to'liq o'rganilmagan. To'lqin uzunligi 280nm kichik bo'lgan UB nurlar katta kvant energiyasiga ega bo'lib, bakteriyalarga ta'sir eta turib ulardagi oqsil moddalarni koagulyasiya qiladi va bakteriyalarni ulishiga olib keladi. Nurlarni bakteriyalarni o'ldirish xususiyatiga *bakteritsidlik* deyiladi. To'lqin uzunligi 254 nm li nurlanish eng kuchli bakteritsid samaradorlikka ega. 2.1. b-rasmda nurlarning bakteritsid ta'sir spektri keltirilgan (5-egri chiziq), 300 nm va undan ortiq to'lqin uzunligidagi nurlar juda kichik bakteritsid ta'sir xususiyatiga egadir.

Infraqizil nurlar xayvonlar yashayotgan joylarda kerakli temperatura xaroratini ta'minlash maqsadida yosh xayvon va parrandalarni nurlantirishda qo'llaniladi. Infraqizil nurlarning xayvon organizmiga singish chuqurligi xar xil

bo'lad, bu xolat ta'sir qiluvchi nurlarning to'liq uzunligi diapazoniga xamda xayvonlar ustki qatlami-terisining shu nurlanishni qaytarish va yutish qobiliyatiga bog'liqdir. [1]

Optik nurlanishning o'simliklarga ta'siri. Erdagi barcha organizmlardan faqat yashil o'simliklar mustaqil ravishda optik nurlar energiyasini organik moddalarning ximik energiyasiga almashtirishi mumkin.

O'simlikda nurlanish energiyasi ta'sirida minerallardan ximik energiyaga boy organik moddalarni yaratish jarayoniga *fotosintez* deyiladi.

Optik nurlarning o'simlikka ta'siri ko'p qirralidir. Nurlantirish sharoitiga faqat fotosintez emas, balki o'simliklarning boshqa fiziologik jarayonlari xam bog'liq: o'sish, barglarning va boshqa organlarning rivojlanishi. Ammo yashil o'simliklarning asosiy xarakterli jarayoni fotosintezdir. Bu jarayon tufayli oxirgi xisobda o'simliklar xosildorligi aniqlanadi.

O'simliklarga nurlarning umumiy energetik ta'siri fotosintez va issiqlik energiyasining yig'indisidan iboratdir. O'simlikning yutgan nurlanish energiyasi qisman fotosintez uchun xamda qisman isitish va suvni parlatishga (transpiratsiya) sarflanadi. To'liq uzunligi 300 dan 750 nm gacha bo'lgan nurlanish fotosintez jarayonini xosil qilish xususiyatiga ega. O'simliklarga issiqlik ta'sirini nafaqat ko'rinuvchi nurlar, ular bilan birgalikda UB va IQ nurlar xam ta'sir ko'rsatadilar.

Fotosintez-ko'p pog'onali murakkab reaksiyadir. Fotosintez reaksiyasining ma'lum bir elementar qismi ko'rinish nurlarida va ayrim qismi qorong'uda o'tadi. SHuning uchun yorug'likdagi va qorong'ulikdagi fotosintez stadiyalariga bo'linadi. Fotosintezning oxirgi maxsulotlari bo'lib xar xil organik moddalar bo'lishi mumkin (uglevodlar, oqsil, yog' va x.kz).

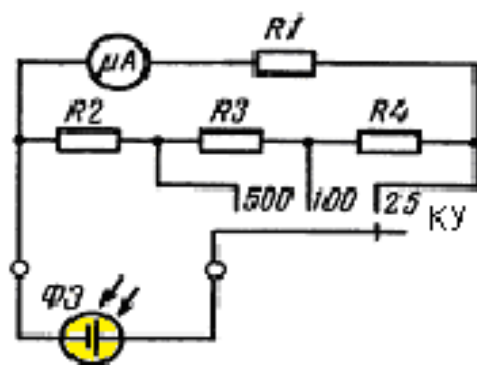
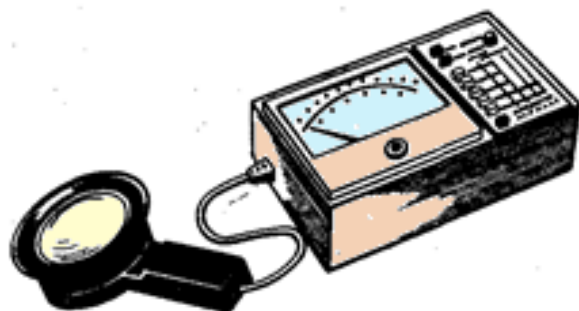
Fotosintez jarayonida nurlanish energiyasini ximik energiyaga aylanishining umumiy yo'li xamma o'simliklar uchun bir xildir. Amaliyotda o'simliklarni sun'iy nurlatish uchun ko'llaniladigan qurilmalarda xar xil turdagi nurlatishni beruvchi manbalar ishlatiladi. O'simlikni yaxshi rivojlanishiga va unumli fotosintez jarayonini xosil qilishga erishish uchun nurlatish qurilmalarida spektrida 300...750 nm gacha to'liq uzunlikdagi nurlanish beruvchi manbalar ishlatiladi.

Fotosintezning spektr intensivligi xar xil o'simliklarda xar xildir. U bir turdagi o'simliklar uchun xam xar xil bo'lishi mumkin, agarda o'simlik xar xil sharoitda yoki xar xil rivojlanish fazasida o'stirilayotgan bo'lsa. Sun'iy nurlatish qurilmalari uchun maxsus manbalarni tayyorlashda fotosintezning o'rtacha spektr ta'sirini bilish muximdir. [1]

Yorug'lik kattaliklari sistemasida asos qilib odam ko'zining spektr sezgirligi olingan. Bu sistema samarali oqim sifatida yorug'lik oqimi tushuniladi. YOrug'lik oqimining birligi qilib lyumen olingan. 1 lyumen deb yuzasi $0,5305 \text{ mm}^2$ va xaroratsi 2041 K bo'lgan absolyut qora jismning chiqarayotgan yorug'ligiga aytiladi.

YOrug'lik nurining to'lqin uzunligi $\lambda=555 \text{ nm}$ bo'lganda odam ko'zining spektr sezgirligi $g(\lambda)$ maksimum qiymatga ega bo'ladi. Quvvati 1 Vt bo'lgan bir turdagi nurlanish to'lqin uzunligi $\lambda=555 \text{ nm}$ bo'lganda 680 lm yorug'lik oqimini beradi, bu tajriba yo'li bilan aniqlangan. 680 sonli *nurlanish quvvatining yorug'lik ekvivalenti* deyiladi. SHuning uchun odam ko'zining spektr sezgirligini maksimal qiymati 680 lm/Vt bo'ladi.

Tekisliklardagi yoritilganlikni o'lchashda YU-16 lyuksmetri keng qo'llaniladi. U dastaga joylashtirilgan g'ilofdagi selenli fotoelement va mikroampermetrdan iborat bulib uning shkalasi yoritilganlik birligiga to'g'rilangan. Lyuksmetr uchta asosiy ($25, 100$ va 500 lk) va uchta kushimcha ($2500, 10000$ va 50000 lk) ulchov chegarasiga ega. Birinchi asosiy chegaradan ikkinchisiga utish $R2...R4$ (2.4.1-rasm) shuntlangan karshiliklar orkali bajariladi.



2.4.1-rasm. YU-16 lyuksmetrining umumiy ko'rinishi (a) va prinsipial elektr sxemasi (b).

Optik nurlanishning gaz razryadlari manbalari. Past bosimli gaz razryadli nurlatish manbalari. Gazrazryadli manbaning nurlanish energiyasining asosiy kismini ta'minlaydigan nurlatuvchining turiga qarab quyidagilarga ajratiladi:

a) yoruglik gaz lampalari, ularda elektr razryadi jarayonidagi gaz yoki metall buglarini nurlanishi ishlatiladi;

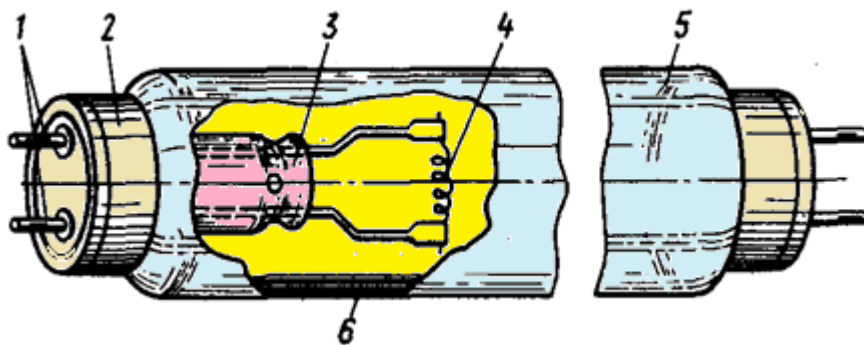
b) yoruglik elektrodli lampalar, ularda razryad jarayonida kiziyotgan elektrodlar nurlanishi ishlatiladi;

v) lyuminessent lampalar, asosiy nurlanish manbai –lyuminofoordir, ularni elektr razryadidan xosil bo'ladigan nurlanish jonlantiradi va lyuminofoor nur tarqatadi.

Gazrazryadli manbalardagi nurlanish aralash xarakterga ega bulib, ularda kiziyotgan elektrodlar, gaz muxitidagi va lyuminofoor nurlanishlari bo'lishi mumkin. Kupuncha shu nurlanishlardan biri ustunlik kiladi. Gazrazryadli optik nurlanish manbalari ichida simob bugida elektr razryadi ishlatiladigan lampalar eng keng kullaniladi.

Ish rejimida xosil bo'lgan bosimga karab ularni kuyidagicha shartli tasniflanadilar:

- 1) past bosimli lampalar - ularda razryad 0,01 MPa gacha bo'lgan bosimda buladi;
- 2) yuqori bosimli lampalar - ularda bosim 0,01...1 MPa tashkil etadi;
- 3) o'ta yuqori bosimli lampalar - ularda razryad 1 MPa yuqori bosimlarda amalga oshiriladi.



2.4.2-rasm. Lyuminessent lampaning tuzilishi.

Lyuminessent lampalarida elektr energiyasini yorug'lik nurlanishiga aylanishi 2 etapda bo'ladi:

1. Elektr razryadi davrida rtut bug‘larining elektr energiyasi UB nurlanish energiyasiga aylanadi;
2. UB nurlari lyuminoforga ta’sir etib undagi atom va molekullarni jonlantirilgan xolga keltiriladi, o‘z navbatida ular tashqi muxitga yorug‘lik nurlarini tarqatadilar.

Lampa elektr razryadi xisobiga juda kichik (5....7%) miqdorda yorug‘lik beradi, qolgan xamma qismini lyuminofor beradi.

Lyuminoforni ximik tarkibini o‘zgartirish yo‘li bilan xoxlagan spektrdagi nurlanishni olish mumkin.

Lyuminessent lampalarining asosiy afzalliklari:

- ❖ Spektral tarkibi quyosh spektrining tarkibiga yaqin.
- ❖ Foydali ish koefitsenti cho‘g‘lanma lampaga qaraganda 3-4 barobar katta.
- ❖ YOrug‘lik berish qobiliyati yuqori darajada 70-80
- ❖ Ishlash davri katta, 10....15 ming. soat.

Kamchiliklari:

- ❖ Elektr tarmog‘iga ulash sxemasi ancha murakkab bo‘lib, qo‘shimcha ishga tushirish apparatini talab qiladi.
- ❖ Lampaning ko‘rsatkichlari atrof muxit sharoitiga bog‘liqdir.
- ❖ Ish vaqtida yorug‘lik oqimi katta chastota bilan lipillaydi, bu xol ayrim vaqtlarda inson ko‘zini tez charchashiga va ishlab chiqarish korxonalarida stroboskopik effektini kelib chiqishiga olib keladi.
- ❖ Katta quvvatga ishlab chiqarish chegaralangan.
- ❖ Ishlash puxtaligi kam.

2.4.3. Agrar soxada yoritish va nurlatish qurilmalari ularga qo‘yilgan talablar.

Ob’ektlarni yoritishga mo‘ljallangan va ulardan ancha o‘zoq bo‘lmagan masofada joylashgan (yorug‘lik asbobi o‘lchamidan 20 marta kichik) yoritish qurilmasiga *yoritgich* deyiladi undan o‘zoqroq joylashganiga esa-*projektor*.

Yoritgichlar kuyidagi belgilar bilan tasniflanadi:

- ❖ ishlatilish joyiga qarab;
- ❖ tuzilishi bo‘yicha;

- ❖ oʻrnatish usuliga qarab;
- ❖ yorugʻlik tarqatish tavsifi boʻyicha.

Ishlatish joyiga qarab yoritgichlar yopiq xonalarni, ochiq maydonlarni yoritish xamda kemalar, temir yoʻl transportlari, avtomabillar uchun ishlatiladigan yoritgichlarga boʻlinadi.

Tuzilishiga qarab yoritgichlar atrof muxitni zararli faktorlardan ximoya qilish darajasiga qarab tasniflanadi, masalan, changdan uch sinfga: changdan ximoya qilinmagan, changdan ximoya qilingan va chang oʻta olmaydigan; namlik boʻyicha sakkiz sinfga: suvdan ximoyalangan, tomchining sachrashidan ximoyalangan, germetiklangan va x.k. Yoritgichlarning tuzilishi yongin xavfsizligini taʼminlash darajasiga xam bogʻliq. Ular yoritgichlar oʻrnatiladigan tayanch yuzalarning yonish darajasi bilan aniqlanadi.

Portlashdan ximoyalani koʻrsatgichiga qarab, yoritgichlar portlashga qarshi yuqori chidamli, portlashdan xavfsizlangan, oʻta portlashdan xavfsizlanganlarga boʻlinadi.

Oʻrnatish usuliga qarab yoritgichlar: osma (ilinadigan), shiftga oʻrnatiladigan, oraliqqa oʻrnatiladigan, devorga oʻrnatiladigan, stolda turadigan va boshqalarga boʻlinadi.

Xar bir yoritgichning asosiy tavsiflari qoʻyidagilardan iborat:

- 1) yorugʻlik tarqatish;
- 2) ximoya burchagi;
- 3) foydali ish koeffitsienti.

Maxalliy yoritish yoritgichlari oʻzlari xosil qilayotgan yoritilganliklarni yoritilayotgan yuzaga tarqalishiga bogʻlikligi bilan tavsiflanadi. Yuqori va pastki yarim sferaga yorugʻlik oqimining qaysi qismi nurlanayotganiga qarab yoritgichlar quyidagicha tavsiflanadi:

- ❖ *toʻgʻri yorugʻli yoritgichlar* - pastki yarim sferaga xamma nurlanish oqimining 80% kam boʻlmagani tushadi;
- ❖ *asosan toʻgʻri yorugʻ beruvchi yoritgichlar* - pastki yarim sferaga xamma nurlanish oqimining 60 dan 80% gacha tushadi;
- ❖ *yorugʻi tarqalgan yoritgichlar* - xar bir yarim sferaga xamma nurlanish oqimining 40 dan 60% tushadi;

❖ *yorug‘i asosan qaytarilgan yoritgichlar* – yuqori yarim sferaga xamma nurlanish oqimining 80% kam bo‘lmagani tushadi.

Yoritgichning foydali ish koeffitsienti - yoritgich yorug‘lik oqimini yorug‘lik manbaining yorug‘lik oqimiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\eta = F_{\text{yor}} / F_1 . \quad (2.4.2)$$

Yoritgichning FIK qiymati uning iqtisodliligini tavsiflaydi va yoritish armaturasining materialiga, xamda umuman yoritgich konstruksiyasiga bog‘liq. Amalda qo‘llanilayotgan yoritgichlarning FIK 0,45 dan 0,9 bo‘ladi.

Optik nurlarini - ziraotchilik, chorvachilik, parrandachilik va agrar soha ishlab chiqarishining boshqa yo‘nalishlarida texnologik faktor sifatida qo‘llanilishi. O‘simlikshunoslikda eng ko‘p energiya talab qiladigan jarayon bu *fotosintez jarayonidir*. Teplitsa-parnik xo‘jaliklarida yotishtirilayotgan o‘simlik maxsulotlari qo‘shimcha nurlantirishga muxtoj bo‘ladilar. SHuning uchun xozirgi vaqtda bunday sharoitda ishlaydigan nurlatish manbalariga qator **talablar** qo‘yiladi:

- ❖ yuqori fitooqim berish xususiyati;
- ❖ spektr oqimlarida o‘simlikga salbiy ta‘sir qiluvchi nurlarni bo‘lmasligi;
- ❖ yorug‘lik manbasi armatura bilan birgalikda yoki usiz nurlatish yuzasini bir tekisda nurlatishi;
- ❖ xarorat va xavoning namligiga bog‘liq bo‘lmagan xolda ishonchli yonish va to‘xtovsiz ishlash;
- ❖ baxosini uncha yuqori bo‘lmasligi;
- ❖ foydalanish davrida uning xavfsizligi.

2.4.4. Yoritish uskunalarining xisobi.

Xozirgi vaqtda o‘rnatilgan yoritilganlik meyorlari xamma korxonalar va uyushmalar uchun majburiy xisoblanadi. Yoritilganlik meyorining qiymati bir qancha faktorlarga bog‘liq bo‘lib, ulardan asosiylariga quyidagilar kiradi:

- ❖ *kurilayotgan detal ish yuzasining qaytarish koeffitsienti*. Qaytarish koeffitsenti qancha kata bo‘lsa, uning yorqinligi shuncha katta bo‘ladi va boshqa teng sharoitlarda ish yuzasiga kam yoritilganlik kerak bo‘ladi:

- ❖ qurilayotgan detalning eng kichik burchak o'lchami (detal kichik o'lchamining undan kuzgacha bo'lgan masofaga nisbati);
- ❖ fon va detal orasidagi tiniqlik;
- ❖ ko'rish kuchlanganligini nisbiy davomiyligi;
- ❖ yuzalarning ko'rish maydonida atrof foni ravshanligidan katta farq qiladigan ravshanlik bo'lishi;
- ❖ ish jarayoniga jaroxatlanish xavfi darajasi.

Yoritilganlik sifati faqat yoritilganlik darajasi bilan aniqlanmaydi, u quyidagi asosiy sharoitlar yig'indisidan iborat:

- ❖ ish yuzasi bo'ylab yoritilganlikni bir tekisda taqsimlash;
- ❖ ish yuzasida soyalarning bo'lmasligi;
- ❖ vaqt ichida yoritilganlikning doimiyligi;
- ❖ ko'rish maydonida qamashtiruvchi yorqinliklarni bo'lmasligi;
- ❖ nurlanishning spektral tarkibi.

1. ***Ishchi yoritish*** - yoritishning asosiy turi xisoblanadi. U berilgan xonada normal ko'rish sharoitini yaratishga mo'ljallangan. Ishchi yoritilishi, asosan yoritgichlarning ***umumiy yoritishi*** yoki ***umumiy va maxalliy yoritishlar*** yordamida bajariladi. Elektr qurilmalari tuzilishi tasnifiga binoan qishloq xo'jalik ishlab chiqarish xonalarining ko'pchiligi elektr toki ta'sirining yuqori va o'ta xavfli kategoriyali xonalariga kiradi. SHuning uchun ko'chma yoritishni loyixalashda xavfsizlikni ta'minlashga juda katta e'tibor berish kerak.
2. Ishchi yoritish o'chgan maxallda ishni davom ettirish yoki odamlarni evakuatsiya qilish uchun ***avariya yoritishi*** ishlatiladi.
3. Yoritishning ***umumiy, maxalliy va aralash sistemalari*** mavjud. ***Umumiy yoritish*** xamma yoritilayotgan maydonda ularning ish yuzasini xisobga olgan holda, kerakli ko'rish sharoitini yaratishga mo'ljallangan. U bir tekis yoki lokallashtirilgan bo'ladi. Umumiy bir tekis yoritish xonaning xamma maydonida berilgan darajadagi yoritilganlikni bir tekis

- taqsimlanishini ta'minlaydi va odatda bir xil balandlikda joylashgan turi va quvvati bir xil bo'lgan yoritgichlardan xosil qilinadi.
4. **Maxalliy yoritish** faqat ish yuzalarida kerakli yoritilganlik darajasini ta'minlashga xizmat qiladi. Maxalliy yoritish yoritgichlari (statsionar yoki ko'chma) odatda ish yuzasining yaqinida o'rnatiladi. Ishlab chiqarish sharoitlarida faqat maxalliy yoritishni qo'llash taqiqlanadi. Uni albatta xonaning umumiy yoritishi bilan qo'shib ishlatilishi kerak.
 5. **Aralash yoritish** ish yuzasi atrofida umumiy va maxalliy yoritish bilan birgalikda talab qilingan yoritilganlikni xosil qiladi, qolgan maydon faqat umumiy yoritish bilan yoritiladi. Aralash yoritish uchun o'rnatilgan meyor, bitta umumiy yoritishga qaraganda kam quvvat talab qiladi.
 6. Aralash yoritish sistemasining kamchiligiga umumiy yoritish sistemasiga nisbatan ko'proq kapital sarflar qilinishi kiradi.
 7. Umumiy yoritish sistemasini ishlatilishi:
 - nisbatan sifatiga katta talab qo'yilmaydigan ishlar bajariladigan xonalarda;
 - ish yuzalari katta zichlikda joylashgan yoki ish butun maydonni egallagan xonalarda;
 - jamoaga mo'ljallangan o'quv, idora va boshqa xonalarda.
 8. Aralash yoritish sistemalarini ko'llashning dastlabki shartlari:
 - yoritilganlikga talab yuqori darajada bo'lganda;
 - ish joylarining zichmas va to'planib joylashgan xollarda;
 - yorug'lik oqimi yo'nalishga aniq yoki o'zgaruvchan talab qilinganda;
 - umumiy yoritishning ish yuzalariga uskunalarning soya solishi natijasida yaxshi etib bormagan xollarda.
 9. Yoritish qurilmasini loyixalayotganda yoritgich turini tanlashda uning ishdagi ishonchligi, samaradorligi va iqtisodiy ko'rsatkichlari asosiy rol o'ynaydi.
 10. Yoritgichlarni tanlashda quyidagilar e'tiborga olinishi kerak:
 - atrof muxit sharoiti;
 - yorug'lik tarqatish xarakteriga talablar;

- iqtisodiy ko'rsatgichi.

11. Yoritgichni ekspluatatsiya qilish davrida atrof muxitning xarakteriga qarab quyidagi xollar bo'lishi mumkin:

- yoritgich metall qismlarining emirilishi va uni tez ishdan chiqishi;
- sim ximoya qobiqlarini shkastlanishi va natijada ularni o'zaro yoki korpusga tutashishi;
- yorug'lik oqimini qaytaruvchi va o'tkazuvchi yuzalarning changlanishi yoki buzilishi;
- bug'lar, gazlar, changlarning yonishi yoki portlashi.

Yoritish qurilmalari xisoblashning asosiy *maqsadi o'rnatilgan me'yoriy yoritilganlikni* yaratish uchun kerak bo'lgan yorug'lik manbaini quvvatini aniqlash, agarda yorug'lik manbaining quvvati oldindan aniq bo'lsa, (lyuminessent lampalar), unda ularning soni aniqlanadi. Yoritish qurilmalarini xisoblashdan oldin ularning quyidagi asosiy ko'rsatgichlarini aniqlashimiz kerak:

- yoritilganlik me'yori;
- yoritish turi va sistemasi;
- yorug'lik manbai;
- yoritgichlar turi va ularni xonalarga joylashtirish.

Xisoblash natijasida me'yoriy yoritilganlikni yaratish uchun kerak bo'lgan yorug'lik oqimini F_x qiymati topiladi va so'ng ma'lumotlar jadvalidan shunday yorug'lik boradigan standart lampaning quvvati aniqlanadi. Bunda xisoblab topilgan lampaning yorug'lik oqimi F_x bilan ma'lumotlar jadvalidan olingan standart lampaning yorug'lik oqimi F_j orasidagi farq +20% yoki -10% bo'lishi talab qilinadi. Agar farqi kattaroq bo'lsa, yoritgichlar sonini ko'paytirib yoki kamaytirib talab qilingan natijaga erishamiz. [1]

Xozirgi vaqtda yoritish qurilmalarini xisoblash uchun amaliyotda qo'llanilayotgan uchta usul ishlatiladi:

- Nuqtaviy usul.
- Yorug'lik oqimidan foydalanish usuli.
- Solishtirma quvvat usuli.

XXI asrning yoritish texnologiyalari LED yoritgichlar-xususan svetodiod yoritgichlar (2.4.3-rasm.) asosiga qurilgan bo'lib, ular o'zidan avvalgi yoritish qurilmalariga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega:

- ❖ Yuqori tebranishlarga chidamlilik;
- ❖ Emirilishga chidamlilik;
- ❖ Ishlash muddatida buzilmasligi;
- ❖ Haroretning keng qamrovida ishlashga qodirligi;
- ❖ Havfsizlik.



CEBEP LED 35Bt IP65 rusumli svetodiod canoat yoritgichi. Ushbu yoritgich yuqori darajada chang va namlik mavjud binolarda o'rnatishga mo'ljallangan.

Pandora LED 820AS-70 rusumli svetodiod canoat projektori.

Pandora LED 040EP-40EXD rusumli svetodiod canoat yoritgichi. Ushbu yoritgich "Portlashdan himoyalangan" klassida sertifikatga ega.

2.4.3-rasm. Zamonaviy LED yoritgichla va ularning qo'llanilishi.

Nazorat savollari.

1. Nurlanish deb nimaga aytiladi?
2. Optik nurlanishning qfnday ta'sirlari mavjud?
3. Agrar soxada qanday yoritish va nurlatish qurilmalari qo'llaniladi?
4. Yoritilganlik me'yorlari nima uchun kerak?
5. Yoritish qurilmalarini asosiy ko'rsatgichlariga nimalar kiradi?
6. Yoritish jihozlari va uskunalarning qanday xisoblanadi va tanlanadi?

3.1. Elektronika asoslari.

Reja:

3.1.1. Umumiy tushunchalar.

3.1.2. Yarim o'tkazgichli asboblardan va ularning ishlashi.

3.1.3. Triodlar va tranzistorlar.

3.1.1. Umumiy tushunchalar.

Elektronika – elektronlarni elektr magnit maydonlari bilan o'zaro ta'siri va elektron asboblardan va qurilmalarni yaratish uslublari haqidagi fan.

Elektronikaning rivojlanish bosqichlari:

- 1895 yilda radioning kashf etilishi;
- Dastlabki kuchaytirgich element – lampali triodning kashf etilishi;
- Elektr signallarini kuchaytirish va generatsiya qilish uchun yarim o'tkazgichli elementni qo'llanilishi;
- Qattiq jism elektronikasining rivojlanishi;
- O'tkazgich va yarim o'tkazgichli elementlarni qo'llanilishi;
- 1947 yilda tranzistorni kashf etilishi;
- Integral mikrosxemalarni yaratilishi va zamonaviy elektronikaning asosi bo'lmish mikroelektronikaning rivojlanishi

Analogli va raqamli elektronika o'rtasidagi asosiy farq informatsiyani kodlash uslublaridadir.

Analogli elektronika – oddiy proporsional bir o'lchamli kodlashdan foydalanadi. Bunda informatsiya manbaining fizik parametrlarini elektr maydoni yoki kuchlanishining shunday fizik parametrlari (amplitudani amplitudaga, chastotani chastotaga, fazani fazaga va x.k.) orqali aks ettirilishi effektidan foydalaniladi.

Raqamli elektronika – ma'lumotlar manbaining fizik parametrlarini n-o'lchamli kodlashdan foydalanadi.

Raqamli sxemalar – mos ravishda logic nol va logic birga to'g'ri keluvchi ikki daraja kuchlanishli ikkilangan tizim bilan tavsiflanadi. Odatda bulardan birinchisi past kuchlanishga va ikkinchisi yuqori kuchlanishga bog'lanadi. [1,2]

Zamonaviy electron raqamli sxemalarda asosan quyidagi elementlardan foydalaniladi: 3.1.1-rasm (a,b,c,d)



3.1.1-rasm. Zamonaviy electron sxemalarning asosiy elementlari.

Elektronikaning soxalari:

- (Mikrodunyo, yarimo'tkazgichlar, elektromagnit to'lqinlar, magnetizm, elektr toki va boshq.) fizikasi – limning zaryadlangan zarrachalar bilan sodir bo'layotgan jarayonlarni o'rganuvchi soxasi;
- Maishiy elektronika;
- Energetika –elektr energiyasini ishlab chiqarish, etkazib berish va iste'mol qilis, yuqori quvvatli elektr jixozlar va x.k.;
- Mikroelektronika – faol element sifatida mikrosxemalar qo'llaniladigan ekektron qurilmalar.

ZAMONAVIY ELEKTRON NAZORAT-O'LCHOV VOSITALARI



DDS283U rusumli bir fazali elektr energiya xisoblagichi



DTS 541 rusumli ko'p funksiyali uch fazali elektr energiya xisoblagichi



APPA MA-5 rusumli tok o'lchov fsbobi



WPS 50s va WPS 110s rusumli electron namlik o'lchov fsbob



Sanoat metal detektori

ZAMONAVIY ELEKTRON GEODEZIK ASBOBLAR



South NTS-362R6 rusumli geodezik taxeometr



Trimble BD970 rusumli 220 kanalli GNSS qabul qiluvchi



GR110 rusumli geodezik asbob koordinatalar, tezlik vektori xamda GNSS, GLONASS, GPS signallar bo'yicha joriy vaqt datchigi sifatida geodezik va navigatsion masalalarni echishga mo'ljallangan.



3.1.2-rasm. Elektron mikrosxemalar qo'llaniladigan ekektron qurilmalar.

Elektronika o'rganadigan o'bektlar.

Elektronika:

- vakuumda (electron asboblari);
- siyrak gazlarda (ion asboblari);
- yarim o'tkazgichlarda

elektr toki paydo bo'lishi xodisasi asosida ishlovchi asboblarning ishlash printsipini o'rganadi.

Elektron asboblari yordamida:

- o'zgaruvchan tokni o'zgarmasga (to'g'rilagichlar);
 - o'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokga (inverterlar)
- o'zgartirish mumkin.

Bundan tashqari:

- avtomatik rejimda kuchlanishni bir qiymatda ushlab turish;
- elektr dvigatellar tezligini rostdash;
- energiya turlarini o'zgartirish

kabi ishlar bajariladi.

Elektronika electron asboblarga xos bo'lgan yuqori sezgirlik (10^{-3} V, 10^{-6} 10^{-7} A) va tezkorligi xisobiga nisbatan oddiy vositalar yordamida jarayonlarni boshqarishning murakkab masalalarini xal eta oladi.

Elektronika asboblari quyidagi uch guruxga bo'linadu:

- 1) electron asboblari;
- 2) ion asboblari;
- 3) yarim o'tkazgichli asboblari

3.1.2. Yarim o'tkazgichli asboblari va ularning ishlashi.

Elektr o'tkazuvchanligi 10^5-10^{10} $Om^{-1} sm^{-1}$ bo'lgan barcha materiallar yarim o'tkazgichlar guruhiga kiradi.

Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanlik xususiyati metallarnikidan quyidagi sifatlari bilan farq qiladi:

- Oz miqdordagi aralashmaning o'tkazuvchanlikka kuchli ta'sir etishi;
- O'tkazuvchanlik xarakteri va darajasining xaroratga bog'liqligi;
- O'tkazuvchanlikning tashqi kuchlanishga kuchli bog'liqligi;

Yarim o'tkazgichlar elektr o'tkazuvchanligi qiymat jihatdan metallar bilan dielektrik elektr o'tkazuvchanligining oraligiga to'g'ri keladigan moddalar ekan.

Yarim o'tkazgich materiallarga kimyoviy elementlarga germaniy, kremniy, kimyoviy birikmalar – metall oksidlari, (*oksidlar*), oltingugurt birikmalari (*sulfidlar*), selen birikmalari (*selenidlar*) va boshqalar misol bo'ladi.

Sof yarim o'tkazgich material – germaniy (yoki kremniy) ning ayrim xususiyatlari bilan tanishamiz. Germaniy sirtqi elektron qobig'ida 4 ta valent elektron bor. Bu elektronlar qo'shni atomlarning har biri bir-biriga ***kovalent bog'lanish*** deb ataladigan juft elektronli bog'lanish tufayli o'zaro ta'sir ko'rsatadi. Bu bog'lanishni hosil bo'lishida har bir atomdan bittadan valentlik elektroni qatnashadi, bu elektronlar atomdan ajralib chiqib, kristallda mushtarak bo'lib qoladi va o'z harakatida ko'proq vaqt qo'shni atomlar orasidagi fazoda xarakatlanadi. Ularning manfiy zaryadi germaniyning musbat ionlarini bir-biri yaqinida tutib turadi.

Germaniyning juft elektronli bog'lanishlari mustahkam bo'lib, past haroratlarda uzilmaydi. Shuning uchun past haroratda germaniy elektr tokini o'tkazmaydi.

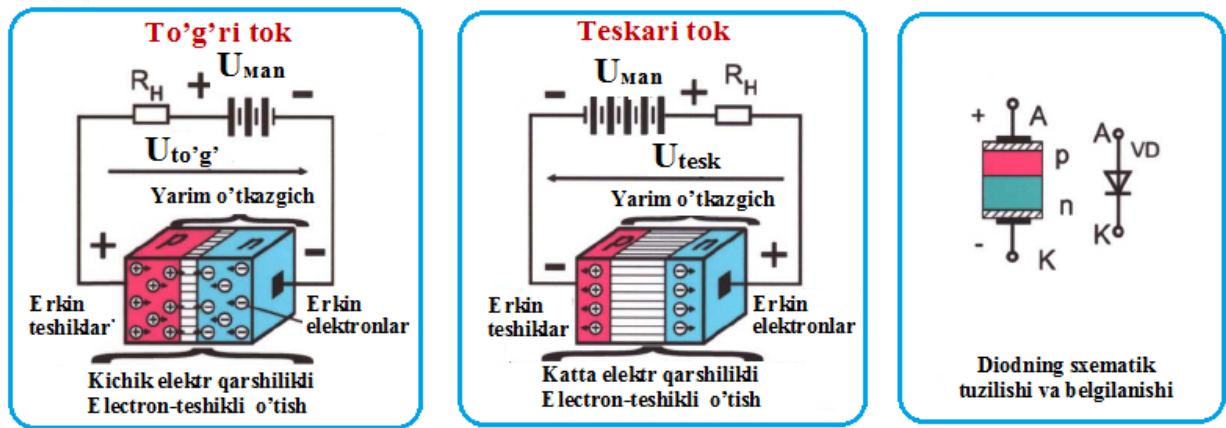
Faraz qilaylik, kimyoviy sof germaniy kristalli yetarli energiyaga ega bo'lgan zarralar bilan bombardimon qilinayotgan bo'lsin. Bu holda bog'lanish energiyasidan katta energiya olgan elektronlar bog'lanishni uzib, erkin elektronga aylanadi va o'z o'rnidan uzoqlashadi. Bunda atomning elektr jihatdan neytralligi buziladi va zaryadi elektronning zaryadiga teng bo'lgan musbat zaryad ortiq bo'lib qoladi. Bog'lanishlan chiqqan elektron bir vaqtda ikki atomga tegishli bo'ladi. Shuning uchun bir vaqtda ikki atomning qisman ionlanishi vujudga keladi. Bunda hosil bo'ladigan musbat zaryad bog'lanishda elektron etishmasligini – bog'lanish etishmovchiligi (defekti)ni ko'rsatadi. Uni ***kavak*** deb ataladi. (3.1.3-rasm)

Kavak-vakant (bo'sh) o'rin bog'lanishdagi qo'shni elektron yoki ozod bo'lgan erkin elektron bilan toldirilishi mumkin. Agar u erkin elektron hisobiga

to'ldirilsa, atomning elektr neytralligi tiklanadi. Bu jarayon *rekombinasiya* deb ataladi. Agar kavak qo'shni boglanishdagi elektronning siljishi hisobiga to'lsa, ko'chish o'rnida yangi kavak vujudga keladi.

Umuman olganda bog'lanishdagi elektronning bog'lanish defekti o'rniga o'tishi uzoq vakt ichida yuz beradi va tartibsiz xaotik harakatda bo'ladi.

Yarim o'tkazgichli diodlar



3.1.3-rasm. Yarim o'tkazgichli diodlar.

Agar yarim o'tkazgich kristalli elektr maydoniga joylashtirilsa, bog'lanishni uzib chiqqan elektronlar manbaning musbat qutbi tomon ko'cha boshlaydi va elektron tokini hosil qiladi. Bu holda bog'lanish defektlarining ko'chishi ham yo'nalganlik xarakteriga ega bo'ladi, ya'ni kavaklar manbaning manfiy qutbi tomon harakatlanadi va kavak toki vujudga keladi.

Shuni yodda tutish kerakki kavak toki elektronlar hisobiga, ya'ni bog'langan elektronlarning bir o'rnidan ikkinchi o'rniga o'tishi hisobiga vujudga keladi. Shuning uchun kavaklarning ko'chishi uzluqli bo'ladi. Lekin qulaylik uchun kavaklar elektronlar kabi erkin tok tashuvchi deb olinib, harakati uzluksiz deb qaraladi.

Kavak toki ion tokidan tupdan farq qiladi. Chunki ion toki hosil bo'lishida elektrolitda joylashgan atom yoki molekula bir joydan ikkinchi joyga ko'chadi va ma'lum miqdordagi moddani olib o'tadi. Kavak toki hosil bo'lishida esa, atomlar ko'chmay, o'z o'rnida qoladi. Ularda navbat bilan ionlashish vujudga keladi.

Shunday qilib, kimyoviy sof yarim o'tkazgich kristallida elektron kavak juftining hosil bo'lishi asosida ikki xil o'tkazuvchanlik – elektron va kavak o'tkazuvchanligi mavjud bo'lib, ularning miqdori – bir biriga tengdir.

Yarim o'tkazgichning elektron o'tkazuvchanligi ***n-tur o'tkazuvchanlik*** (negative – manfiy so'zdan olingan), ***p-tur o'tkazuvchanlik*** (positive-musbat so'zidan olingan) deb ataladi. Ular birgalikda yarim o'tkazgichning ***xususiy o'tkazuvchanligi*** deyiladi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan o'tkazuvchanlikni hosil qilish usuli rasional emas. Chunki amalda o'tkazuvchanlik turlaridan biri –yo elektron, yo kavak o'tkazuvchanligi asosiy qilib olinadi. Uni sof germaniy (yoki kremniy) kristalliga begona modda qo'shib qotishma tayorlash yo'li bilan amalga oshiriladi. Kiritilgan begona moddaning (aralashmaning) miqdori asosiy kristall miqdoriga nisbatan juda oz bo'ladi.

Yarim o'tkazgichning muhim xususiyati shundan iboratki, ularda aralashmalar bo'lsa, ***aralashmali o'tkazuvchanlik*** deb ataladigan qo'shimcha o'tkazuvchanlik paydo bo'ladi. Aralashmaning konsentrasiyasini o'zgartirib, musbat yoki manfiy ishorali zaryad tashuvchi zarralar sonini ancha o'zgartirish mumkin. Yarim o'tkazgichlarning bu xususiyati amalda qo'llanishga keng imkoniyatlar ochib beradi.

Donorli aralashma. Yarim o'tkazgichda juda oz konsentrasiyada aralashma bo'lsa, masalan, unga juda oz mish'yak atomlari qo'shilsa, erkin elektronlar soni ko'p marta ortadi. Buning sababi quyidagicha. Mish'yak atomlarining valentlik elektronlari beshta bo'ladi. Ulardan to'rtasi bu atomning atrofdagi atomlar bilan kovalent bog'lanish hosil qilishida ishtirok etadi. Beshinchi valentlik elektroni esa o'z atomi bilan zaif bog'langan. Bu elektron mishyak atomidan osongina chiqib ketib, erkin bo'lib qoladi.

Elektronlarni oson beradigan va binobarin, erkin elektronlari sonini oson ortiradigan aralashmalar ***donor aralashmalar*** deb ataladi.

Donor aralashma qo'shilgan yarim o'tkazgichlarda elektronlar soni teshiklar sonidan ko'p bo'lgani uchun bunday yarim o'tkazgichlar ***n-tip*** yarim o'tkazgich deb ataladi.

Akseptor aralashmalar. Aralashma sifatida uch valentli indiy olinsa yarim o'tkazgich o'tkazuvchanligining xarakteri o'zgaradi. Bu holda indiy atomi qo'shni atomlar bilan juft elektronli normal bog'lanish hosil qilishi uchun unga bitta elektron etishmaydi. Natijada kovak hosil bo'ladi. Bu holda kristalltagi kovaklar soni aralashmaning atomlari soniga teng bo'lib qoladi. Bunday aralashma akseptor aralashmalar deb ataladi.

Shuni aytib o'tish kerakki, yarim o'tkazgich asboblarda asosiy bo'lmagan tok tashuvchilar o'tkazuvchanligi katta ahamiyatga ega. Ularning hosil bo'lishi va tugatilishi rekombinasiya markazlari deb atalgan joylarda sodir bo'ladi. Bunday markazlar vazifasini donor yoki akseptor elementlarning tugunlari-atomlari bajaradi. Shuning uchun begona elementlarning miqdori ortishi bilan rekombinasiya markazlari ham ko'payadi va asosiy tok tashuvchilarning yashash vaqti qisqaradi. Bu hol begona elementning miqdori va turini tanlashda albatta hisobga olinishi kerak.

Shunday qilib, biz yuqorida tanishgan o'tkazuvchanlik turlarini hosil qilish usuli va uni tushuntirish juda yuzagi va taqribiydir. Ular asosan zonalar nazariyasi bilan tekshiriladi va miqdor o'lchovlari kiritiladi. [1,2]

3.1.3. Triodlar va tranzistorlar.

Ikki elektrodli elektron va yarim o'tkazgichli asboblarda boshqarilmaydigan asboblardandir. Ulardan o'tayotgan to'g'ri tok berilgan kuchlanishga va asbob bilan ketma-ket ulangan qarshilikni qiymatiga bog'liq. Lekin elektrovakuum va yarim o'tkazgichli asboblarga konstruktiv o'zgartirishlar kiritib, ularning tokini berilgan kuchlanishga va nagruzka qarshiligiga bog'liq bo'lmagan holda o'zgartirish mumkin. Buning uchun qo'shimcha uchinchi elektrod kiritiladi. Anod va katod oralig'iga boshqaruvchi to'r deb ataluvchi qo'shimcha elektrod joylashgan elektrovakuum lampa triod deyiladi.

To'r elektronlar oqimi chiqaruvchi silindrsimon katodni ma'lum masofada qurshab olgan spiral shaklida yasaladi va uning diametri to'r spiralining diametridan ancha katta bo'ladi.

Katodga yaqin joylashgan to'r uning atrofida musbat yoki manfiy elektr maydoni hosil qiladi va katoddan chiqayotgan elektronlar oqimini yo

kuchaytiradi yo kuchsizlatiradi. Anodga etib borgan elektronlar anod tokining miqdorini aniqlaydi. Shuning uchun to‘r potentsiali U_t asosiy anod kuchlanishi U_A bilan birga anod tokining qiymatini boshqaruvchi qo‘shimcha kuchdir. Agar to‘r kuchlanishi $U_T > 0$ bo‘lsa, katod atrofidagi elektr maydonning kuchlanganligi ortib, katoddan uchub chiquvchi elektronlar oqimi ko‘payadi. Anod kuchlanishi U_a ortmagan holda anod toki qiymati ma‘lum miqdorgacha ortadi. Agar to‘rga manfiy kuchlanish berilsa elektronlar oqimi sezilarli darajada kamayadi, bunda anod toki ham ma‘lum miqdorgacha kamayadi. To‘r kuchlanishi ma‘lum qiymatga erishganida, anod kuchlanishining har qanday qiymatida anod toki nolga teng bo‘lib qoladi. Bunda to‘rning elektr maydoni elektronlarning oqimi anodga yetmay, katodga qaytadi.

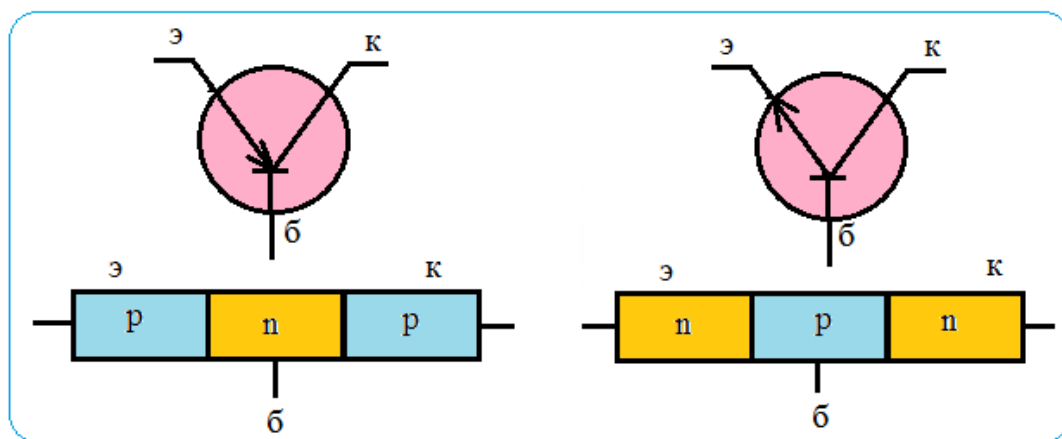
Anod toki uzluksiz va katta tezlikda boshqarilishi mumkin. Lampadagi elektronlar harakatining inersiyasi bo‘lmaydi. Shu sababli triodlar aloqa texnikasida, radiotexnikada va televideniya quvvatli, yuqori chastotali signallarni kuchaytirish uchun keng qo‘llaniladi.

Hozirgi vaqtda vakuum elektronikasining o‘rnini universalroq va kichik hajmliroq bo‘lgan yarim o‘tkazgich texnikasi egallamoqda.

Yarim o‘tkazgichli triod elektron asboblarning bir turi bo‘lib, **tranzistor** deb ataladi. Tuzilishi va ishlash usuliga qarab tranzistorlar **bipolyar** va **unipolyar** bo‘ladi.

Bipolyar tranzistorning ishlashi p-n o‘tish hodisasiga, unipolyar tranzistorning ishlashi esa, bir turdagi o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan yarim o‘tkazgichning o‘tkazuvchanligini elektr maydoni yordamida boshqarishga asoslangan.

Bipolyar tranzistor yarim o‘tkazgich monokristallida ikkita p-n o‘tish sohasini hosil qilish asosida yasaladi. Uni o‘tkazuvchanligi almashib keladigan 3 ta sohaga ajratish mumkin. Agar monokristallning elektron o‘tkazuvchanlik hajmi ikki yonidan kavak o‘tkazuvchanlik hajmi bilan chegaralangan bo‘lsa, hosil bo‘lgan yassi tranzistor **p-n-p** turdagi tranzistor deyiladi. Aksincha, kovak o‘tkazuvchanlik qismi ikkita elektron o‘tkazuvchanlik soha orasida bo‘lsa, **n-p-n** turdagi tranzistor hosil bo‘ladi. Kontakt sohasi kichik bo‘lsa nuqtaviy tranzistorlar hosil bo‘ladi. 3.1.4-rasm.



3.1.4-rasm. p-n-p va n-p-n turdagi tranzistorlar.

Triodning oʻrta kontaktiga nisbatan chap yondagi kontaktiga kichik (voltning boʻlaklariga teng) musbat, oʻng yondagi kontaktiga esa, katta (bir necha oʻn voltgacha) manfiy kuchlanish berilgan deb xisoblaylik. Soddalashtirish uchun elektr maydon faqat p-n oʻtishlar sohasidagina mavjud deb olamiz. Bunday ulashda chap tomondagi p-n oʻtishning potensial t oʻsigʻ i kichrayib, oʻng tomondagi p-n oʻtishniki ortadi.

Shuning uchun kovaklar faqat chap tomondagi p-n oʻtishdan oʻta boshlaydi. Chap tomondagi p - sohadan oʻrtadagi n - sohaga oʻtgan kovaklarning bir qismi bu sohadagi elektronlar bilan rekombinasiyalashadi. Qolgan qismi esa, oʻng tomondagi p-n oʻtishga etib keladi. p-n oʻtish maydoni ularga tezlantiruvchi taʼsir k oʻrsatadi. Shuning uchun kavaklar katta tezlik bilan harakat qiladilar. Bunda hosil boʻlgan tok foydali tok boʻlib, uning kattaligi chap yonidagi p-sohadan n-sohaga oʻtadigan kavaklarning miqdoriga va ularning n-sohadagi yashash vaqtiga bogʻliq boʻladi. Agar kavaklarning n-sohani bosib oʻtish vaqti ularning yashash vaqtidan kichik boʻlsa, oʻng yonidagi p-n oʻtishga etib keladigan kavaklar soni etarlicha koʻp boʻladi. Chunki juda oz qismi n-sohadagi elektronlar bilan rekombinasiyalashib ulguradi. (Kavaklarning uchib oʻtish vaqtini qisqartirish uchun n-sohaning qalinligi etarlicha yupqa qilib yasaladi). Shunga koʻra foydali tokning kattaligi, asosan, chap yondagi p-n oʻtishda hosil boʻladigan kavak tokining kattaligi bilan belgilanadi.

Taʼkidlash kerakki, tranzistorning p-n oʻtishlarida kavak toki bilan bir qatorda elektron toklari ham mavjud boʻladi. Chap yondagi p-n oʻtishning elektron toki chap va oʻrta sohalar orqali oʻtib, oʻz yolini yopadi. U oʻng

yondagi p-n o'tish orqali o'tmagani uchun hech qanday foyda keltirmaydi. O'ng yondagi kuchlanish teskari ulangan (yopiq) p-n o'tishning elektron toki esa, katta ta'sirga ega. Uni tranzistorning teskari toki deb ataladi.

To'g'ri o'tish asosida ishlovchi chap tomondagi p-n o'tish *emitter o'tishi* deb, p - qatlam esa, *emitter* deb ataladi.

Teskari ulanadigan o'ng tomondagi p-n o'tish *kollektor o'tishi* deb, p-qatlami esa - *kollektor* deb ataladi.

O'rtadagi n - qatlam esa *baza* yoki *asos* deb ataladi. Bu qatlamlardan metall kontakt orqali chiqarilgan tutashtirish uchlari -elektrodlar mos nomlar- emitter, kollektor va baza deb yuritiladi.

N-p-n turdagi tranzistorlarning ishlash prinsipi p-n-p turdagi tranzistorlarnikidan farq qilmaydi. Bunda faqat manbalarning ulanish qutbini teskarisiga o'zgartiriladi. Asosiy tok tashuvchilar kavaklar emas, balki elektronlar bo'ladi.

Tranzistorning boshqarilish xususiyati shundaki uncha katta bo'lmagan U_e kuchlanish ta'sirida hosil bo'lgan emitter toki I_e o'ziga deyarli teng bo'lgan kollektor toki I_k ni hosil qiladi. Bu tok esa teskari ulangan va U_e kuchlanishdan ancha katta bo'lgan U_k kollektor kuchlanishini uzgartiradi. Bipolyar tranzistorning ishlashi emitterdan baza orkali kollektorga zaryad tashuvchilar oqimining o'tkazilishidan iborat. Ikkinchi tomon, tranzistorning strukturasi ikki p-n o'tishga: emitter-baza va kollektor-bazaga ajratsak, birinchi o'tishga elektr bilan ta'sir etib, ikkinchi o'tishning qarshiligini o'zgartirishimiz mumkin. Shunga asosan asbobning nomi ham ikkita inglizcha so'z (transfer - o'zgartirmoq, resistor - qarshilik) dan kelib chiqadi. [1,2]

Nazorat savollari.

1. Elektronika asboblari necha guruxga bo'linadi?
2. Xususi o'tkazuvchanlik nima?
3. Kavak toki qachon hosil bo'ladi?
4. Donor aralashma deb nimaga aytiladi?
5. Akseptor aralashma deb nimaga aytiladi?

6. Tuzilishi va ishlash usuliga qarab tranzistorlar necha xil bo‘ladi va qanaqalar?
7. P-n-p tranzistorining ta’rifi, sxemasi va shartli belgisi.
8. N-p-n tranzistorining ta’rifi, sxemasi va shartli belgisi.
9. Emitter o‘tishi deb nimaga aytiladi?
10. Kollektor o‘tishi deb nimaga aytiladi?

III bob.

3.2. Mikroprotessorlar

Reja:

3.2.1. Mikroprotessorlar va ularning vazifalari.

3.2.2. Mikroprotessorlarning struktura sxemasi va funksiyalari.

3.2.3. Mikroprotessorli elektr yuritmalar.

3.2.1. Mikroprotessorlar va ularning vazifalari.

Hozirgi zamon ilm-texnika taraqqiyoti KIS-mikroprotessorlarning ishlab chiqarilishi bilan bog‘liqdir. Axborot ustida arifmetik va mantiqiy operatsiyalarning tugallangan ketma-ketligini bajaradigan qurilma *mikroprotessor* deb ataladi. SHuningdek mikroprotessor axborotni xotirada saqlab, uni tashqi qurilma bilan almashib turadi. Uning vazifasi EXM protessorining vazifasiga o‘xshaydi, lekin imkoniyatlari unikidan kamrok.

O‘lchov asboblarda, o‘zgartkichlarda va texnologik o‘lchashlar uchun foydalaniladigan tizimlarda mikro EHM va mikroprotessorlar qo‘llaniladi. Bu qurilmalarning texnik asosi bitta kristallda 10^3 — 10^{12} ta elementi bo‘lgan katta va o‘ta katta integral sxema (KIS va O‘KIS)lar hisoblanadi.

Keyingi paytlarda mikroelektronika va hisoblash texnikasining eng muhim yutug‘i KIS asosidagi mikroprotessorlarni yaratish hisoblanadi. Integral mikrosxemalar va mikroprotessorlar – eng yangi raqamli hisoblash vositalari quriladigan zamonaviy elementlar bazasi hisoblanadi. Mikroprotessorlarning har qanday ko‘rinishlarida kattaliklar bilan ishlash, dastur boshqaruvi asosida hisoblash ishlarini amalga oshirish uchun raqamli sxemalardan foydalaniladi.

Boshqacha aytganda, mikroprotssessor bu kattaliklarni qayta ishlovchi qurilmadir.

Ma'lumotlar bilan ishlash mikroprotssessorlarning asosiy xususiyatlaridan biri bo'lib, u arifmetik-mantiqiy amallarni bajarish va boshqa turli xildagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi.

Sistemani boshqarish mikroprotssessorlarning ikkinchi muhim xususiyati hisoblanadi. Boshqaruv sxemalaridan kodlangan kattaliklarning kodlarini ochish, ma'lumotlarni qayta ishlash uchun mo'ljallangan komandalar ketma-ketligi – Dasturni bajarish maqsadlarida foydalaniladi.

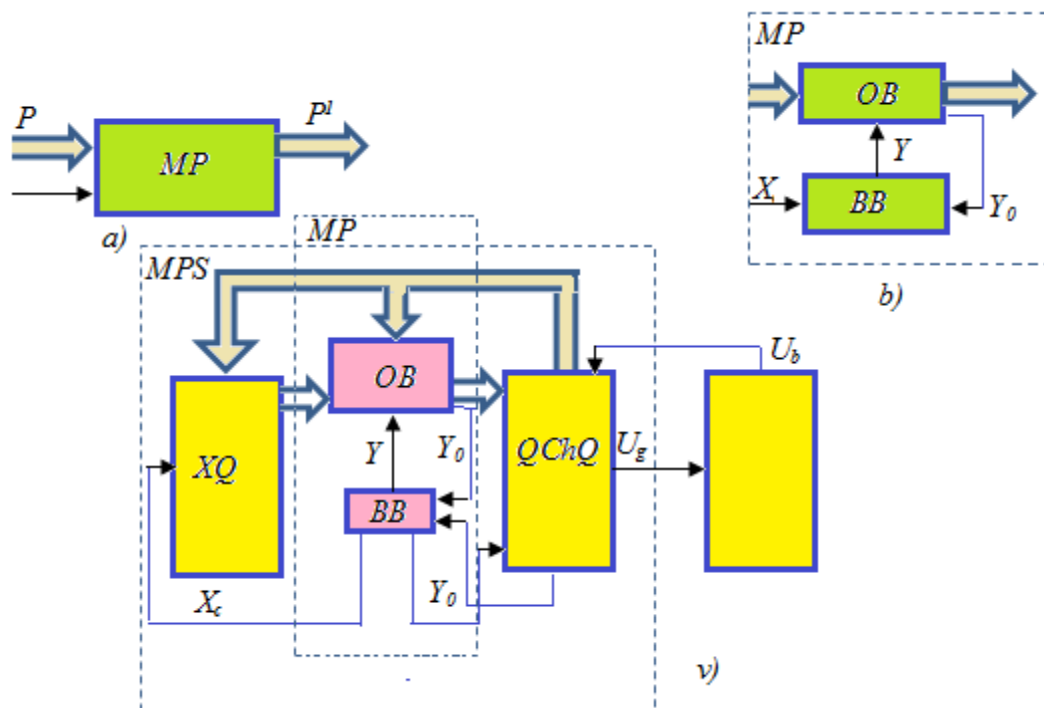
Mikroprotssessorlarning yana bir muhim xususiyati MP ga ulangan tashqi, oraliq qurilmalar bilan axborot almashinuvini ta'minlash orqali ifodalanadi. Mikroprotssessorlarning asosiy xarakteristikasi uning razryadlari soni bilan belgilanuvchi – quvvati hisoblanadi.

Xabarchi qurilmalar. Jarayonda ishtirok etuvchi parametrlarni kuzatish va nazorat qilishda bevosita o'lchanayotgan muhitga kiritilgan va parametrning o'zgarishi haqida ma'lumotlarni sezib, uni o'lchov zanjirining keyingi elementi qabul qilishi uchun qulay bo'lgan signallarga aylantirib beruvchi - xabarchi qurilmalar muhim o'rin egallaydi. Xabarchi qurilmalari o'lchanayotgan kattalikning turiga qarab tegishli nomlarga ega bo'ladi, masalan, termodatchiklar, bosim datchiklari (manometrlar), sarf o'lchagichlar, sath o'lchagichlar, gaz analizatorlari va xokazo.

Mikroprotssessor (MP)ning funksional tuzilishi va ishlash prinsipi 3.2.1-rasmda keltirilgan. MP ning kirishiga ma'lumotlar massivi D berilib, bu massivga ma'lum (x) programma asosida ishlov beriladi va chiqishda D` ma'lumotlar massivi olinadi. D massivga ishlov berish uchun MP ga ikkita asosiy qism operatsiyalar bloki (OB) va boshqaruv bloki (BB) kiritiladi. OB berilgan ma'lumotlar ustida turli operatsiyalar (qo'shish, ayirish, ko'paytirish va Hakoza) ni bajaradi. OB ning to'g'ri ishlashini BB ta'minlab turadi. Buning uchun BB da x programmaning bajarilish ko'rsatmalari boshqaruvchi signal y ga aylantiriladi. OB ning Holatini tekshirish uchun u_0 signali Hosil bo'lib, u BB tomonidan kuzatiladi. [1,2]

MP ning asosiy vazifasi biror ob'ektni (masalan, displey, SHEXM klaviaturasi, dastur asosida boshqariladigan dastgoHlar va boshqalarni) boshqarishdan iborat bo'lib, boshqarish ob'ekti (BO) bilan bog'lanish uchun kiritish chiqarish qurilmasi (KCHK) ga ega. Dastur va dastlabki ma'lumotlar xotira qurilmasi (XK) da saqlanadi. BO dan KCHK ga uzluksiz signal beriladi.

KCHK da signal raqamli axborotga aylantiriladi va BB ga uzatiladi.



3.2.1-rasm. Mikroprotessor (MP)ning funksional tuzilishi va ishlash prinsipi

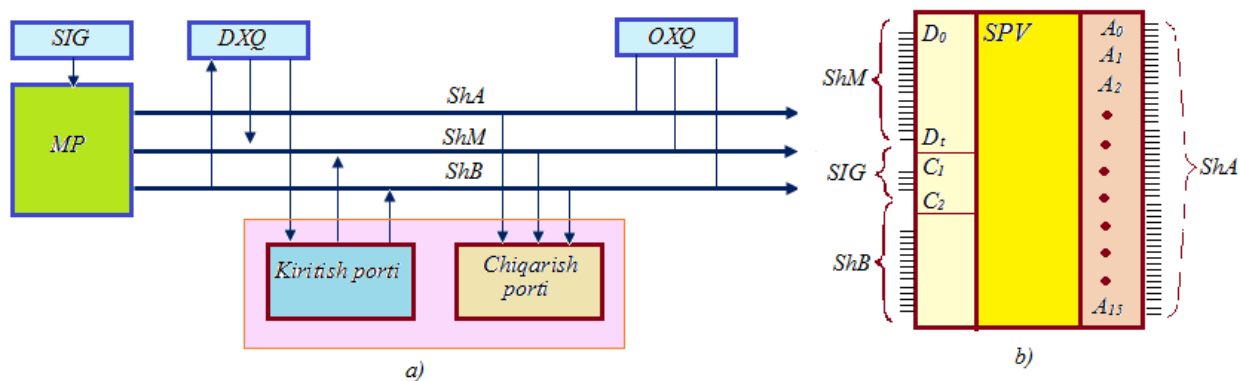
Yana bir bishqa ta'riflaganda - xotirovchi qurilmasi, mikroprotessor va kiritish chiqarish qurilmasidan iborat sistema *mikroprotessor sistemasi* (MPS) deyiladi. MPS sistemada axborot KCHK dan MP ga va XK ga berilishi mukmin. Bunda axborot almashinuvi mavjud bo'lib, u saqlanib qolishi xam mumkin. MPS dagi barcha blok va qurilmalarning sozlanishini bir xil chastotalar generatori ishlab chiqaradigan sinxronlash impulslari ta'minlab beradi.

Dastur asosida ishlaydigan qurilmalarning barchasi (bir kristalli mikrokontrolerdan tortib, mikro EXM gacha) 3.2.2-rasm, a dagi struktura sxemasi tarzida ifodalash mumkin. Bundan SIG-standart impulslar generatori;

DXK-doimiy Hotira qurilmasi; OXK-operativ Hotira qurilmasi; ASH-adresslar shinasi; MSH-ma'lumotlar shinasi; BSH-boshqaruv shinasi.

MSH informatsiyani MP dan tashqi qurilmalarga va aksincha, tashqi qurilmalardan MP ga uztish uchun xizmat qiladi.

BSH boshqaruv signallarni uzatish uchun xizmat qiladi. SHinalardagi liniya (sim) lar soni MP ning turiga bog'liq. Masalan, keng tarqalgan mikroprotessor K580 da ASH16 ta adres liniyasi (AO-A15), MSH da 8 ta ma'lumot liniyasi va BSH da 12 ta boshqaruv liniyasi bor. 3.2.2-rasmda K580 mikroprotessoridagi chiqish simlarining sxemasi ko'rsatilgan. Kiritish chiqarish sxemalarida (ular portlar deb xam ataladi) axborotni vaqt bo'yicha ketma-ket yoki parallel uzatish mumkin. [1,2]



3.2.2-rasm. Dastur asosida ishlaydigan qurilmalarning struktura sxemasi

MP, XK va KCHK lar orasida ahborot almashinuvini ta'minlab beruvchi qo'shimcha qurilmalda va shinalar EXM interfeysini tashkil etadi.

MP da ma'lumotlar quyidagi tartibda yoziladi. $t=t_0$ vaqtda ASH ga MP ma'lumotlar yozilishi kerak bo'lgan OXK katagining adresini «olib chiqadi». Δt_1 vaqtdan so'ng BSH ga yozish liniyasiga taqiqlash signali beriladi. Ahborotni o'qish ham shu tartibda o'tkaziladi, faqat ruxsat signali o'qish liniyasiga beriladi. MP uchta rejim (sinxron, asinxron va hotiraga to'g'ri murojaat etish)da ishlatilishi mumkin. Sinxron rejimda MP ning murojaatlari orasidagi vaqt bir hil va eng katta qiymatga ega. Asinxron rejimda oldingi operatsiyalar tugashi bilan ma'lumot almashinuvi davom etadi. Xotiraga to'g'ri

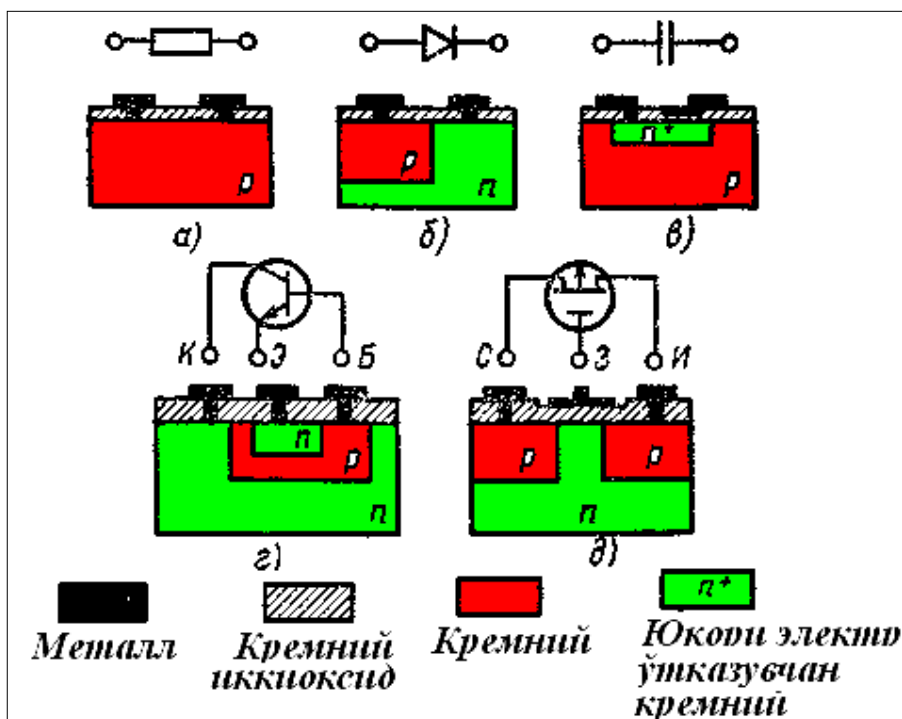
murojaat etish rejimi bajarilayotgan operatsiyani tugamasidan to'htatib, xotiraga murojaat etish imkoniyatini beradi.

3.2.2. Mikroprotsektorlarning struktura sxemasi va funksiyalari.

Integral mikrosxemalar (IS)—deb, yagona texnologik jaraenda tayyorlanib, muayyan sxema bo'yicha ulangan va umumiy plastmassali yoki metall korpusga yaxlit joylashtirilgan va diod, tranzistorlar, kondensatorlar, rezistorlardan tashkil topgan mikroelektronika qurilmalariga aytiladi. Bitta integral mikrosxema yuzlab va undan yuqori miqdordagi diskret elementlar (diod, tranzistorlar, kondensatorlar va boshqalar)dan tashkil topgan elektron sxemaga ekvivalentdir.

Integral sxemalar IS (10^2 elementgacha), katta IS (10^4 elementgacha), o'ta katta IS (10^4 va undan ko'p element) ko'rinishida bo'lishi mumkin. IS larning ya.o'., plenkali va gibrid shakllari mavjud.

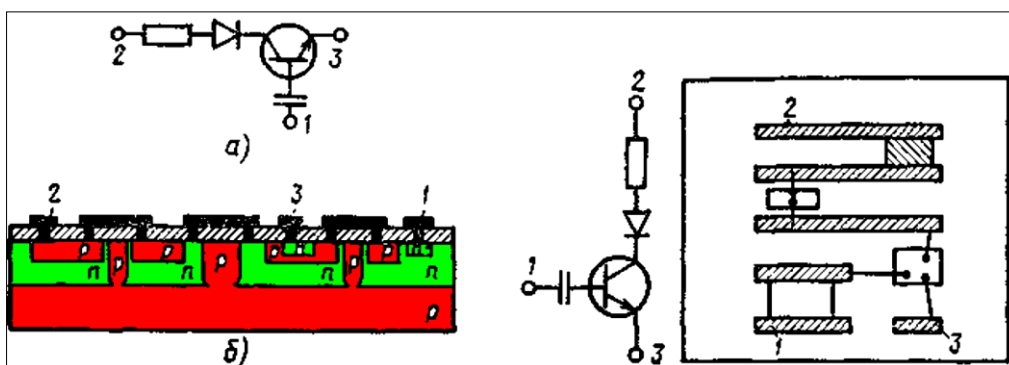
Yarim o'tkazgichli IS larda elementlar va ular orasidagi bog'lanishlar ya.o' sirtida va ichida (hajmida) bajariladi. 3.2.3-rasm.



3.2.3-rasm. Yarim o'tkazgichli kristallda turli elementlarni joylashtirish misollari.

Plyonkali ISlar dielektrik asosga vakuum ostida yoki boshqa usul bilan ma'lum konfiguratsiya va turli materiallardan tashkil topgan plekalarni epishtirish yo'li bilan tayyorlanadi.

Gibridli (aralash) ISlarda plenkali texnologiya usuli bilan tok o'tkazuvchi metall yo'lakchalar va maydonchalar dielektrik materialdan yasalgan asosga joylashtirilib, sirtiga mikroelektronika elementlari (diodlar, tranzistorlar, rezistorlar va boshq.) montaj qilinadi. 3.2.4-rasm.



3.2.4-rasm. Yarim o'tkazgichli va gibridli IS lar strukturalari.

IS larning afzalligi yuqori ishonchlilik, tezkorlik, og'irligining kamligi, kam energiya talab etishi, bajaraetgan funksiyalarini murakkablash-tirish imkoniyatining borligi va boshqalar hisoblanadi.

Hozirgi kunda tranzistorlar asosida yaratilgan mantiqiy IS lar keng tarqalmoqda. Bunday tipdagi IS lardan K133, K155, K511 seriyalari hisoblash texnikalarini va diskret sanoat qurilmalarini avtomatik boshqarish tizimlarini yaratishda keng foydalaniladi.

YUqori darajadagi salbiy ta'sirlarga bardoshli mantiqiy IS 511 seriyasi sanoat avtomatikasi va dastgohlarni raqamli-dasturli boshqarish tizimlari, shuningdek boshqa TJ larni avtomatlashtirishda qo'llaniladi. IS ning bardoshlilik ayriqsa vibratsiya, agressiv muhit, changlik bqori bo'lgan qurilish sohasida, transport vositalarida, dastgoh va elektr uskunalarda muhim ahamiyatga ega.

IS lar bir nechta yo'nalishda takomillashib bormoqda. SHulardan biri *integratsiyalanish darajasi*, ya'ni bir hajmda ko'proq elementlarni joylashtirish, borgan sari oshib bormoqda. Hozirgi kunda bir korpusda

milliondan ko‘proq mikroelementlar joylashtirilgan va murakkab mantiqiy qurilmalardan iborat mikroprotsektorlarda bo‘lgan KIS lar mavjud.

Integratsiya darajasini $k = \lg N$ formula orqali aniqlash mumkin. Bunda N - IS ga joylashtirilgan element va komponentlar soni.

IS larning shartli belgilanishi ularning qaysi sinf, guruh yoki seriyaga mansubligini aniqlashga yordam beradi.

IS larning shartli belgilari quyidagi elementlardan tashkil topgan:

Birinchi element- IS guruhini bildiruvchi raqam (1, 5, 7 — yarim o‘tkazgichli; 2, 4, 6, 8 — gibridli; 3 — plenkali, sopol (keramik) va boshq.). Keng iste’moldagi qurilmalarda harflar ham ishlatilishi mumkin.

Ikkinchi element - mikrosxema seriyasini bildiruvchi uchta raqam (000 dan 999 gacha).

Uchinchi element — IS vazifasidan kelib chiqib, uning ko‘rinishi va kichik guruhini anglatadi.

To‘rtinchi element — shu seriyadagi mikrosxemaning shartli raqami (nomeri). [1,2]

3.2.3. Mikroprotsektorli elektr yuritmalar.

Har qanday qattiq tuzilishli qurilmalarni va tizimlarni mikroprotsektorli (MP) boshqarishga almashtirish quyidagi afzalliklarni beradi:

- ❖ MP — tizim egiluvchanlik xususiyatiga ega. MP tizimning ishi mantiqiy eHM xotirasida saqlanayotgan dastur bilan aniqlanadi. Bu tizim tavsifini faqat dasturni o‘zgartirish hisobiga sezilarli darajada o‘zgartirish imkonini beradi.
- ❖ MP asosida qurilgan tizimlar anchagina arzon turadi. Bitta protsektor odatda 75—200 ga yaqin kichik va o‘rta darajada integrallovchi integral sxemalarning o‘rnini bosadi. Buning natijasida ulanish soni keskin kamayadi.

Yuqorida ko‘rsatilgan afzalliklar MP tizimlarini keng ko‘lamda qo‘llanishiga asos bo‘ladi va 5-10 yil mobaynida elektr yuritma tizimlarining 85—90% ini MP tizim orqali boshqarishga o‘tish imkonini beradi.

Elektr yuritma ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning quyi darajasiga mansub. Hozirda elektr yuritmalarni boshqarishda asosan bo'y-sunuvchan rostlash tizimida muayyan darajada sozlangan analog rostlagichlar qo'llanilmoqda.

Raqamli tizimlar analog tizimlardan o'zining aniqligi va uni amalga oshirish imkoniyatlari, tashqi muhit ta'siridan saqlanishi, kuchlanishlarning o'zgarishiga moyil emasligi bilan ajralib turadi.

Ammo raqamli tizimlarda axborotlarni qayta ishlash ketma-ket amalga oshirilishi tufayli, ularning tezkorligi analog tizimga nisbatan birmuncha past bo'ladi.

Elektr yuritma boshqarish tizimini tubdan yaxshilash yuqorida keltirilgan xususiyatlarni hisobga olgan holda hamda boshqarish nazariyasining zamonaviy usullaridan adaptiv boshqarish, optimallashtirish, dasturli boshqarishdan samarali foydalangan holdagina amalga oshirish mumkin.

Elektr yuritmalarni MP boshqarish tizimlarining funksional vazifalarini quyidagicha ta'riflash mumkin:

- ❖ kuchli statik o'zgartgichlarni boshqarish impulslarini shakllantirish;
- ❖ proporsional (P), proporsional-integrallovchi (PI) va proporsional-integro-differensiallovchi (PID) boshqarish algoritmlarini amalga oshirish;
- ❖ ko'paytirish, bo'lish, kvadrat ildiz chiqarish kabi chiziqsiz funksiyalarni bajarish;
- ❖ optimal, adaptiv kabi samarali usulda boshqarish.

Kelgusi vazifalar rele-kontaktorli boshqarish turlarini mantiqiy boshqarishga o'tkazish bilan bog'liq.

An'anaviy ravishda elektr yuritmalarning bunday qurilmalari rele-kontaktorli yoki diskret elementlarda tuzilar edi. Har bir dastgoh yoki mashina uchun o'zining boshqarish tizimi yaratilgan edi. Mexanizm va uning bo'laklarining holati, boshqarish pultidagi indikator lampalariga qarab

aniqlangan. Bunda turli relelardan, mantiqiy qismlardan foydalanilgan bo'lib, ishlatish jarayonida tuzatish kiritish, tahlil etish ancha qiyin kechar edi.

Bu esa jihozlarning samaradorligi va ishonchligini pasaytirar edi. MP-boshqarish an'anaviy tizimlaridagi yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklarni bartaraf etish imkonini beradi. SHuning uchun MP boshqarishning vazifalari quyidagilardan iborat.

- ❖ parallel tushayotgan axborotlarni qabul qilish va ijrochi elementlarga tarqatish;
- ❖ mashina ishlash algoritmiga muvofiq axborotlarni real vaqt masshtabda qayta ishlash;
- ❖ ijrochi elementlarga boshqarish signallarini berish;
- ❖ qurilma holatini tashhis etish;
- ❖ boshqarish tizimini tashhis etish;
- ❖ sozlash rejimini ta'minlash.

Quyida 6,4 dan 500 kVt gacha quvvatli o'zgarmas tok dvigatellarini boshqarish uchun 4800/4900 seriyadagi o'zgarmas tok ko'p funktsiyali mikroprotsessorli yuritmaning ayrim texnik tavsiflari keltirilgan. Ular asosan quyidagilardan iborat:

- ❖ Taxogenerator, rezolver yoki encoder yordamida kuchlanish va tezliklar bo'yicha teskari aloqaning mavjudligi;
- ❖ Tezlikni rostlash qamrovi 1 dan 1000 gacha tezlik bo'yicha teskari aloqa bilan;
- ❖ Tezlik bo'yicha teskari aloqa bilan 100% yuklama o'zgarganda tezlikni 0,05% darajada ushlab turish;
- ❖ Rotor xolatining nazorati;
- ❖ Yakor toki ortishining cheklanganligi;
- ❖ O'ta yuklanishlardan to'la himoyalanganlik va.x.k. [8,14]



3.2.5-rasm. O'zgarmas tok dvigatellarini boshqarish uchun ko'p funktsiyali mikroprotessorli yuritma

Nazorat savollari

1. Mikroprotessorlar va ularning vazifalari.
2. Ma'lumotlar bilan ishlash mikroprotessorlarning asosiy xususiyatlari.
3. Mikroprotessorlarning struktura sxemasi va funktsiyalari.
4. Mikroprotessorli elektr yuritmalar.
5. Mikroprotessorli yuritmaning texnik tavsiflari.

III bob.

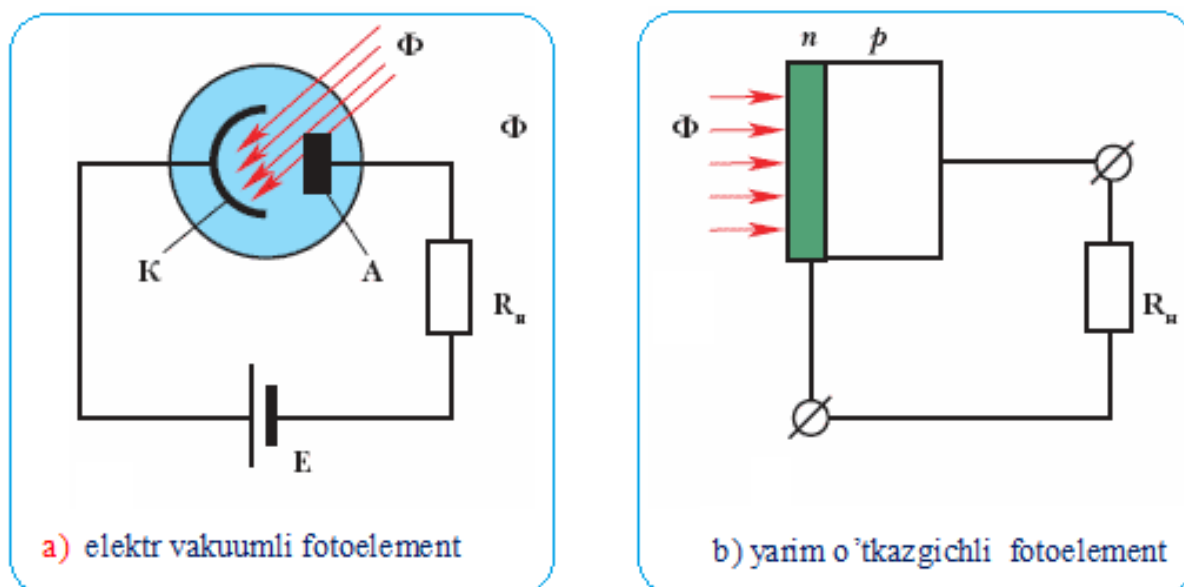
3.3. Zamonaviy elektronika jihozlari

Reja:

- 3.3.1. Fotoelektron asboblar.
- 3.3.2. Invertorlar.
- 3.3.3. Elektron kuchaytirgichlar,

3.3.1. Fotoelektron asboblar.

Fotoelementlar– yorug'lik tushishi bilan elektr yurituvchi kuchi (foto EUyK) xosil qiladigan qurilma. Fotoelementlarni elektr vakuumli va yarim o'tkazgichli turlarga ajratiladi. (3.3.1-rasm.)



K – fotokatod; A – anod; Φ – yorug'lik oqimi; n va p - donor va aktseptor qo'shimchali yarim o'tkazgich chegaralari; E – o'zgarmas tok manbai; R_n – yuklama resistor.

3.3.1-rasm. Fotoelement turlari.

Xozirda dunyodagi barcha ma'lum fotoelementlar ikkita kata guruxga bo'linadi:

1. Kristall kremniyli, yupqa plenkali fotoelementlar;
2. Organik fotoelementlar.

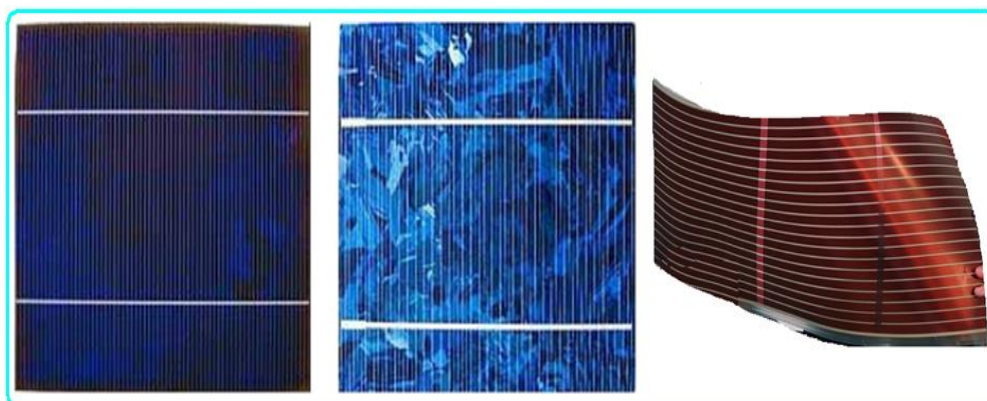
Kristall kremniyli fotoelementlar - Kristall kremniyli fotoelementlar bu boradagi dastlabki texnologiyalardan xisoblanadi. Ushbu texnologiyalardan qator yillar davomida kosmonavtikada foydalanib kelinmoqda.

Kremniyli fotoelement ikki qatlamdan iborat. Ichki qatlam – yuqori tozalikdagi kristall kremniy, tashqi qatlam esa qo'shimchalar (masalan fosfor) qo'shilgan kremniydan iborat vo'ladi.

Monokristall va polikristall fotoelementlar - Monokristall kremniy yuqori sofligi evaziga eng yuqori (18% gacha) foydali ish koeffitsientiga (FIK) va eng uzoq xizmat muddati (50 yilgacha) ega. Uni tayyorlash texnologiyasi murakkab xisoblanadi.

Polikristall kremniyni tayyorlash nisbatan engilroq, shunga yarasha FIK-15%, xizmat muddati esa 25 yilgacha. SHu sababli odatda bunday panellar arzonroq narxlarda taklif etiladi.

Bundan tashqari yana xam arzonroq amorf kremniydan tayyorlangan quyosh panellari mavjud bo'lib, ularning FIK-8-10%, xizmat muddati esa 8-10 yildan ortmaydi. (3.3.2-rasm)



3.3.2.-rasm. Chapdan monokristalli, polikristalli va elastik asosli quyosh elementlari.

Yupqa plenkali fotoelementlar - Amorf kremniy asosidagi elementlardan yasalgan (CIS (CIGS) va CdTe texnologiyalari) yupqa plenkali fotoelementlar ko'p tarqalgan bo'lib, ularning narxi qariyb ikki marta arzon.

CIS (CIGS) fotoelementlari –

- CIS — Copper Indium Selenide, selenning mis va indiy bilan birikmasi
- CIGS — Copper Indium Gallium Selenide, selenning mis, indiy va galliy bilan birikmasi

Bunday elementlarda kremniy umuman yo'q. Ularning FIKsi 11%ni tashkil etadi. Bu ko'rsatkich yupqa plenkali fotoelementlar orasida eng yuqorisi xisoblanadi. Bundan tashqari ular ob-xavoning bukutli, uncha yorug' bo'lmagan paytlari boshqalardan samaraliroq ishlaydi.

CdTe fotoelementlari - Bunday fotoelementlar asosida kadmiy va tellur birikmalari yotadi. FIKsi 9%.

3.3.2. Invertorlar.

Amaliyotda ko'p xollarda o'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokka aylantirish talab etiladi. O'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokka aylantirib beruvchi qurilma *invertor* deb ataladi.

Invertorlar o'zgarmas tok zanjiridagi energiyani o'zgaruvchan tok zanjiriga uzatishi mumkin. Bunda invertorning ishi manbaning o'zgaruvchan

kuchlanishi bilan boglanadi. Invertor esa manbaga bog'langan deyiladi. Agar invertor iste'molchini manba bilan bog'lanmagan holda energiya bilan ta'minlasa, u avtonom invertor deyiladi.

Invertorlash jarayoni to'g'rilash jarayoniga teskaridir.

Tiristorli o'zgartirgichlar o'zgarmas tok dvigatellarining tezligini boshqarish va aylanish yo'nalishini o'zgartirishda keng qo'llaniladi.

Mustaqil ishlovchi invertorlar avtonom invertorlar deyiladi. Avtonom invertorlar tok invertorlari va kuchlanish invertorlariga bo'linadi. (3.3.3 – rasm)

Kichik quvvatli invertor (toza sinus)



- Invertor (off-grid) – quvvati 300 dan 3000 Vt gacha;
- Kirish kuchlanishi DC – 12V yoki 24V;
- Chiqish kuchlanishi – 220V, toza sinus;
- Ixcham qurilmalarni zaryadlash uchun USB chiqish 5V;
- Chastota – 50 Gts

SG seriyali on-grid invertor



- Invertor (on-grid) – quvvati 1 dan 10 kVt gacha, 220 V li iste'mol tarmog'ida ishlatishga mo'ljallangan;
- Kirish kuchlanishi DC – 150-380V;
- Maksimal kirish toki – 10A;
- Chiqish kuchlanishi – 220V, toza sinus;
- Maksimal samaradorligi – 93%;
- Kommunikatsion port – RS 485;
- Suyuq kristall display.

3.3.3 – rasm. Xozirda qo'llanilayotgan invertorlar

3.3.3. Elektron kuchaytirgichlar.

Kuchaytirgich va uning ta'rifi.

Avtomatik boshqarish tizimlari, radiotexnika, radiolokatsiya va boshqa tizimlarda kichik quvvatli signallarni kuchaytirish uchun kuchaytirgichlardan foydalaniladi. *Kichik quvvatli o'zgaruvchan signalning parametrlarini buzmasdan doimiy kuchlanish manbaining quvvati hisobiga kuchaytirib beruvchi qurilma kuchaytirgich deb ataladi.*

Kuchaytirgich qurilmasi kuchaytiruvchi element, rezistor, kondensator, chiqish zanjiridagi doimiy kuchlanish manbai hamda iste'molchidan iborat. Bitta kuchaytiruvchi elementi bo'lgan zanjir *kaskad* deb ataladi.

Kuchaytiruvchi element sifatida qanday element ishlatishiga qarab kuchaytirgichlar elektron, magnitli va boshqa xillarga bo'linadi. Ish rejimiga ko'ra ular *chiziqli va nochiziqli* kuchaytirgichlarga bo'linadi.

Chiziqli ish rejimida ishlovchi kuchaytirgichlar kirish signalining uning shaklini o'zgartirmasdan kuchaytirib beradi. Chiziqli bo'lmagan ish rejimida ishlovchi kuchaytirgichlarda esa kirish signali ma'lum qiymatga erishganidan so'ng chiqishdagi signal o'zgarmaydi.

Chiziqli rejimda ishlaydigan kuchaytirgichlarning asosiy tavsifnomasi amplituda chastota tavsifnomasi (AChT) dir. Ushbu tavsifnoma kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsientining moduli chastotaga qanday bog'liqligini ko'rsatadi.

- AChT siga ko'ra chiziqli kuchaytirgichlar quyidagilarga bo'linadi:
- tovush chastota kuchaytirgichi (TChK),
- quyi chastota kuchaytirgichi (QCHK),
- yuqori chastotalar kuchaytirgichi (YuChK),
- sekin o'zgaruvchan signal kuchaytirgichi yoki o'zgarmas tok kuchaytirgichi (O'TK).

Hozirda ko'plab texnologiyalar zamonaviy elektron kuchaytirgichlarni qo'llab ishlab chiqarilmoqda. 3.3.4-rasm.



3.3.4 – rasm. Zamonaviy elektron kuchaytirgichlar

Hozirgi vaqtda eng keng tarqalgan kuchaytirgichlar kuchaytiruvchi element sifatida **ikki qutbli** yoki **bir qutbli** tranzistorlar ishlatiladi.

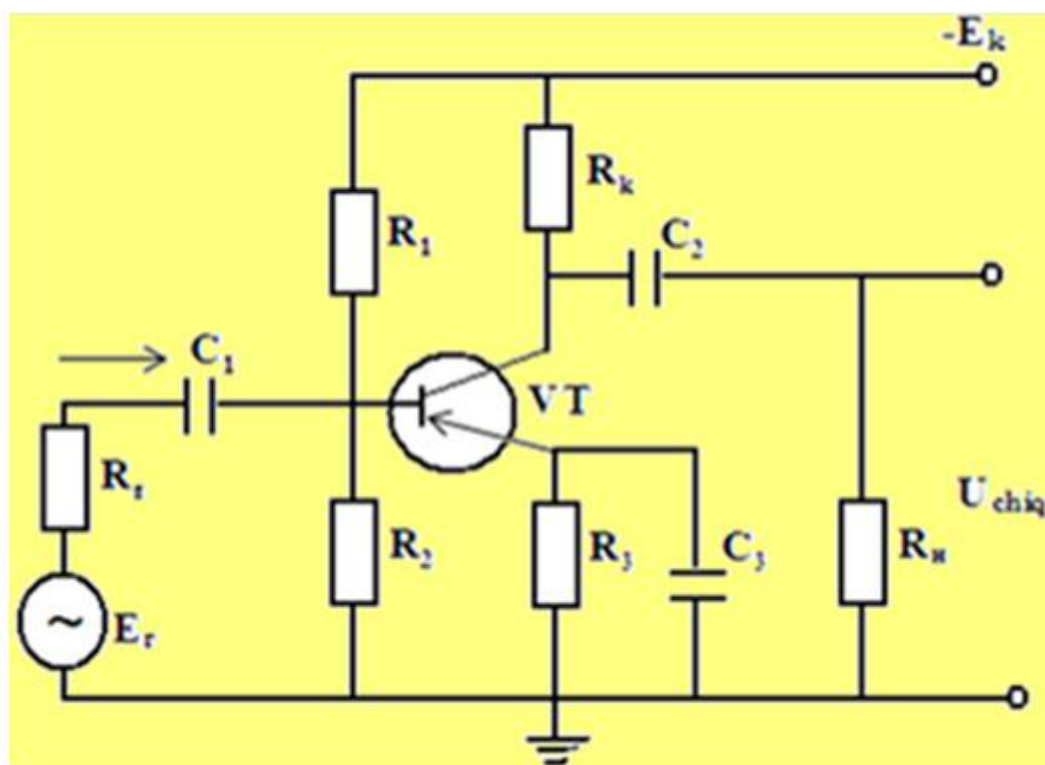
Kuchaytirish quyidagicha amalga oshiriladi. Boshqariladigan element (tranzistor) ning kirish zanjiriga kirish signalining kuchlanishi (U_{kir}) beriladi. Bu kuchlanish ta'sirida kirish zanjirida kirish toki hosil bo'ladi. Bu kichik kirish toki chiqish zanjiridagi tokda o'zgaruvchan tashkil etuvchini hamda boshqariladigan elementning chiqish zanjiridagi kirish zanjiridagi kuchlanishdan ancha katta bo'lgan o'zgaruvchan kuchlanishni hosil qiladi. Boshqariladigan elementning kirish zanjiridagi tokning chiqish zanjiridagi tokka ta'siri qancha katta bo'lsa, kuchaytirish xususiyati shuncha kuchliroq bo'ladi. Bundan tashqari chiqish tokining chiqish kuchlanishiga ta'siri qancha katta bo'lsa (ya'ni R_i katta), kuchaytirish shuncha kuchliroq bo'ladi. [1,2]

Umumiy emmitterli (UE) kuchaytirish kaskadining sxemasi.

17.2- rasmda umumiy emmitterli (UE) kuchaytirish kaskadining sxemasi ko'rsatilgan.

Sxema, asosan, kaskadning yuqori chiqish qarshiligini kichik qarshilikli iste'molchi bilan moslash uchun ishlatiladi va emmitterli takrorlagich deb ataladi. Umumiy bazali (UB) sxema bo'yicha yig'ilgan kaskadning kirish qarshiligi kichik bo'lib, kuchlanish va quvvat bo'yicha kuchaytirish imkoniyatiga ega. Bunda $K_T \ll 1$. Chiqishdagi kuchlanishning qiymati katta

bo'lishi talab etilganda, mazkur kaskaddan foydalaniladi. Ko'pincha, umumiy emmitterli (UE) sxema bo'yicha yig'ilgan kaskadlar ishlatiladi.



3.3.5 – rasm. Umumiy emmitterli (UE) kuchlanish kaskadining sxemasi

Bunda kaskad tokni ham kuchlanishni kuchaytirish imkoniyatiga ega. Kuchaytirish kaskadining asosiy zanjiri tranzistor (VT), qarshilik R_k va manba E_k dan iborat. Qolgan elementlar yordamchi sifatida ishlatiladi. C_1 kondensator kirish signalining o'zgarmas tashkil etuvchisi o'tkazmaydi va ba'zan tinch Holatidagi U_{bd} kuchlanishning R_g qarshilikka bog'liq emasligini ta'minlaydi. Kondensator S_2 iste'molchi zanjiriga chiqish kuchlanishining doimiy tashkil etuvchisiga o'tkazmay o'zgaruvchan tashkil etuvchisiga o'tkazish uchun xizmat qiladi. R_1 va R_2 rezistorlar kuchlanish bo'lgich vazifasini o'tab kaskadning boshlang'ich holatini ta'minlab beradi.

Rezistor R_e manfiy teskari bog'lanish elementi bo'lib, dastlabki rejimning harorat o'zgarishiga bog'liq bo'lmasligini ta'minlaydi. Kaskadning kuchaytirish koeffitsienti kamayib ketmasligi uchun qarshilik R_e rezistorga parallel qilib kondensator S_e ulanadi. Kondensator S_e rezistor R_e ni o'zgaruvchan tok bo'yicha shuntlaydi.

$$\text{Kaskadning chiqish kuchlanishi: } U_{chiq} = I_k R_i \quad (17.1)$$

$$\text{Kaskadning kirish kuchlanishi: } U_{kir} = I_b R_{kir}. \quad (17.2)$$

bu erda R_{kir} – tranzistorning kirish qarshiligi.

Odamning eshitish sezgirlik signalni 1db ga o'zgarishini ajrata olgani uchun ham shu o'lchov birligi kiritilgan. Har bir kuchaytirgich kuchaytirish koeffitsientlaridan tashqari quyidagi parametrlarga ham egadir.

Kuchaytirgichning chiqish quvvati (iste'molchiga signalni buzmasdan beriladigan eng katta quvvat): $R_{chiq\ max}^2 / R_{yu}$.

Kuchaytirgichning foydali ish koeffitsienti (FIK):

$$\eta = R_{chiq} / R_{um} \quad (17.3)$$

bu erda R_{um} – kuchaytirgichning hamma manbalardan iste'mol qiladigan quvvati.

Kuchaytirgichlar amplituda, chastota va amplituda-chastota tavsifnomalari bilan ham baholanadi.

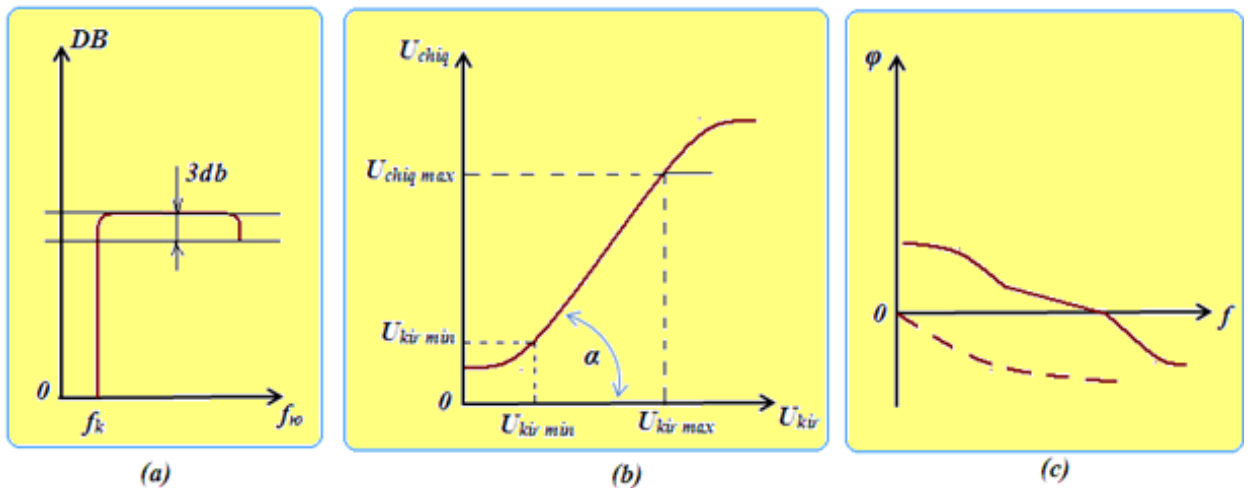
Amplituda tavsifnomasi chiqish kuchlanishining kirish kuchlanishiga qanday bog'langanligini ko'rsatadi

$$U_{chiq} = f(U_{kir}) \quad (17.4)$$

17.3-rasmda kuchaytirgichning amplituda, amplituda-chastota va faza chastota tavsifnomalari ko'rsatilgan. Bu tavsifnomalar o'rta chastotalarda olinadi. Haqiqiy kuchaytirgichning amplituda tavsifnomasi ideal kuchaytirgichnikidan shovqin mavjudligi (A nuqtaning chap qismidagi maydon) va chiqish kuchlanishining chiziqli emasligi (V nuqtaning o'ng qismidagi maydon) bilan farq qiladi (3.3.6 -rasm, a).

Kuchaytirgichning chastota tavsifnomasi kuchaytirish koeffitsientining chastotaga bog'liqligini ko'rsatuvchi egri chiziqdir. Mazkur tavsifnoma logarifmik masshtabda quriladi (3.3.6 -rasm, b).

Kuchaytirgichning faza-chastota tavsifnomasi kirish va chiqish kuchlanishlari orasidagi siljish burchagi φ ning chastotaga qanday bog'langanligini ko'rsatadi (3.3.6 - rasm, c). Bu tavsifnoma kuchaytirgich tomonidan kiritilgan fazaviy buzilishlarni baholaydi. [1,2]



3.3.6 - rasm. Kuchaytirgichning amplituda, amplituda-chastota va faza chastota tavsifnomalari

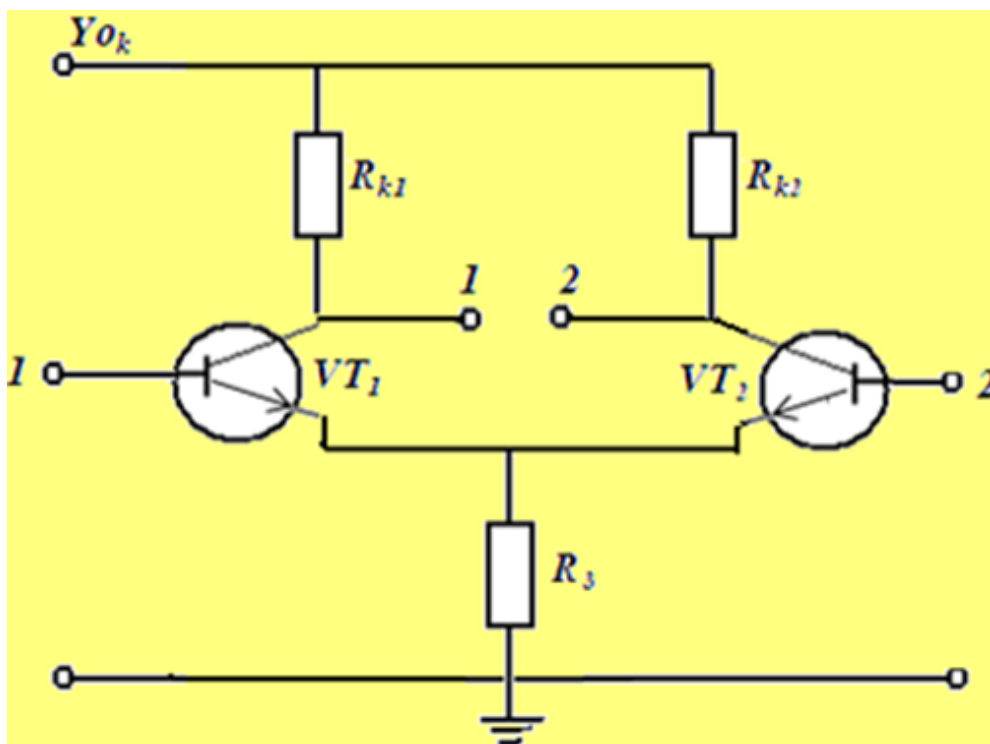
Differensial kuchaytirgichlar.

Ikki signal farqini kuchaytiruvchi qurilma *differensial kuchaytirgich* deyiladi. Chiqishdagi signal Har bir kirish signaliga emas, balki ularning ayirmasiga bog'liqdir. Eng oddiy differensial kuchaytirgich umumiy emitter qarshilik ulangan ikkita bir xil tranzistor asosida quriladi (17.4-rasm).

Kirish kuchlanishlari tranzistorlar (VT_1 va VT_2) ning baza-emitter o'tishiga beriladi. Bu kuchlanishlarning ayirmasi bir necha millivolt dan ortmasa, kuchaytirgich VAX ning chiziqli qismida ishlaydi. Uning kuchaytirish koeffitsienti 100 ga yaqindir. CHiqish qismlari 1` va 2` dan chiqish kuchlanishi olinadi. Kuchaytirgichning uzatish koeffitsienti:

$$K(p) = \frac{U_{\text{chik}} \cdot 1' \cdot 2'}{U_{\text{kir1}} - U_{\text{kir2}}} \quad (17.5)$$

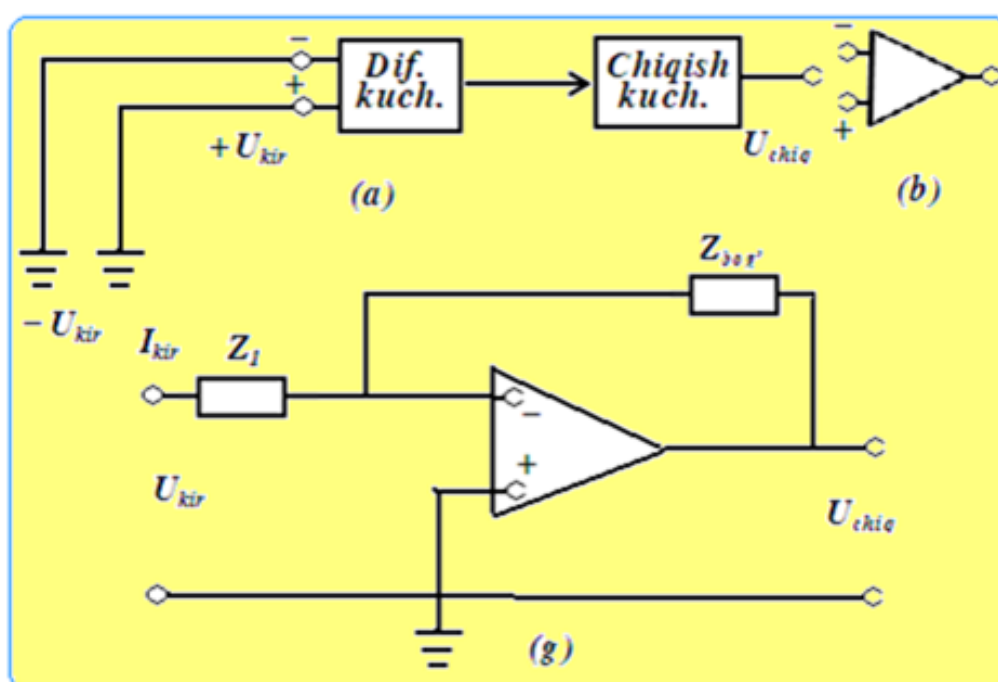
Kuchaytirilganda bir xil tranzistorlarni topish juda qiyin. SHu sababdan mikrosxema asosida tuzilgan differensial kuchaytirgich kaskadlaridan foydalaniladi. K118UL1 shunday sxemalarning namunasi bo'la oladi. O'zgarmas tok kuchaytirgichlari asosida turli matematik operatsiyalarni bajaruvchi operatsion kuchaytirgichlar qurish mumkin. Operatsion kuchaytirgichlar (OK) yuqori kuchaytirish koeffitsienti, katta kirish va chiqish qarshiligi bilan xarakterlanadi.

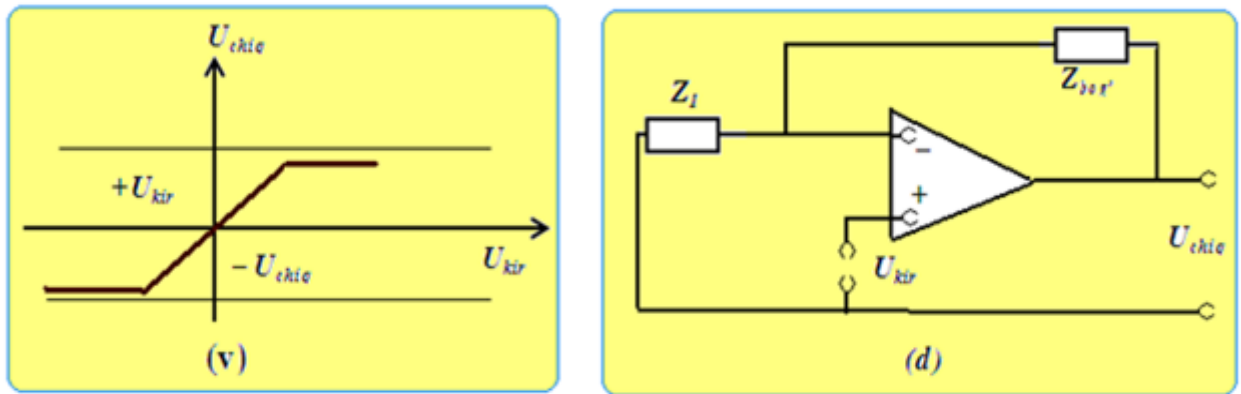


3.3.7 – Differensial kuchaytirgichning ulanish sxemasi

OK kirish differensial kuchaytirgichlaridan iboratdir (3.3.8-rasm). Kuchaytirgich inventarlovchi (-) va inversion (+) kirishga egadir. Sxemalarda OK uchburchak tarzidan ifodalanadi (3.3.8-rasm, a). Signal qaysi kirishga berilganiga qarab OK inventarlovchi yoki inversion usullarda ulanadi.

Inventarlovchi usulda kirish kuchlanishi OK ning inversion kirishiga beriladi (3.3.8-rasm, v), inversion kirish esa nol potensialga egadir.





3.3.8 - rasm. Operatsion kuchaytirgich sxemasi va tavsifnomasi.

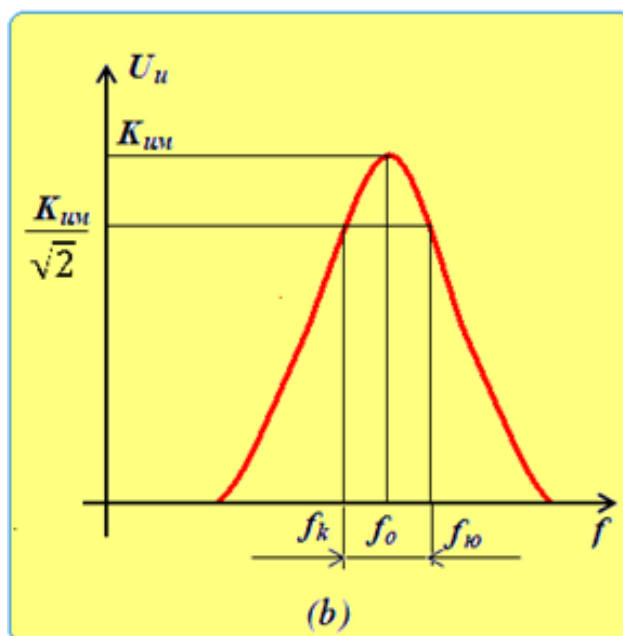
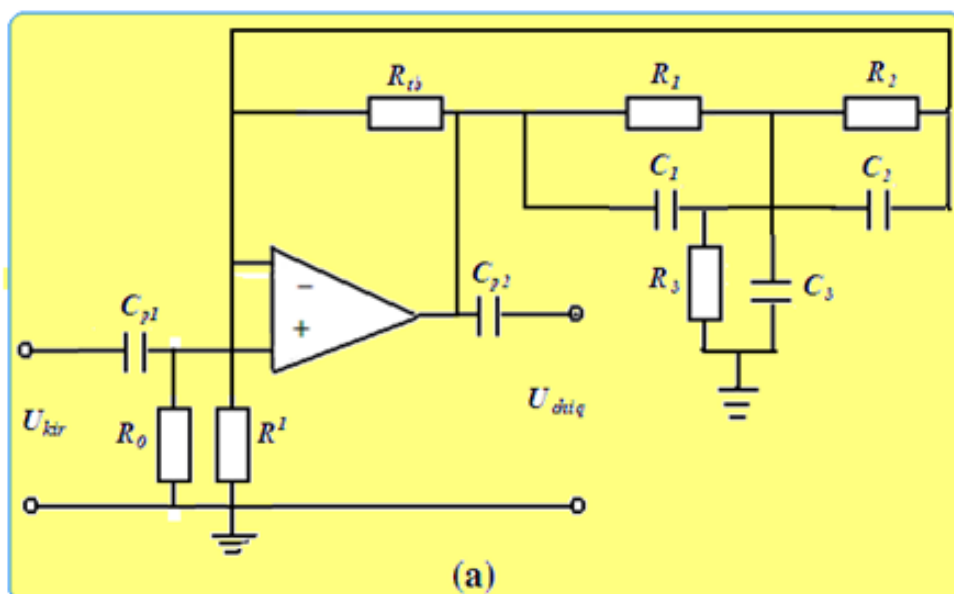
Chastota ajratuvchi kuchaytirgichlar

Sozlash chastotasi (f_0) dan farq qiluvchi chastotalarda teskari bog‘lanish koeffitsienti birga yaqinlashib, chiqishdagi signal butunlay kirishga beriladi. Kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti juda kichik buladi. Ayrim chastotalar va chastotalar doirasida kuchaytiruvchi kuchaytirgichlar *chastota ajratuvchi kuchaytirgichlar* deyiladi. Bunday kuchaytirgichlarning yuqori va quyi chastotalar nisbati I_{yu}/I_k birga yaqin, ya‘ni 1,001 dan 1,1 gacha bo‘ladi. Chastota ajratuvchi kuchaytirgichlar radiotexnika, televidenie, ko‘p kanalli aloqa tizimlarida keng ko‘llaniladi.

Manbadan tarqaladigan elektr sig‘imlar (tovush, videoimpulslar) chastotasiga sozlangan chastota ajratuvchi kuchaytirgich fakat shu chastotadagi signalnigina kuchaytirib beradi. Yuqorida ko‘rib chiqilgan sxemamiz tovush va sanoat chastotalarida ishlaydi va chastota ajratish uchun uning RC zanjiri parametrlari. $R_1 = R_2 = R_3$, $R_3 = R/2$, $C_1 = C_2 - C_3$ va $C_3 = 2C$ shartlarni qanoatlantirishi kerak Yuqori chastotali ajratuvchi kuchaytirgichlarda oddiy kuchaytirgichning kollektor zanjiriga LC kontur ulanadi, LC rezonans rejimida ishlaydi.

$$I_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{chastotada kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti}$$

maksimal qiymatga ega bo‘ladi. 3.3.9 - rasmda chastota kuchaytirgichning sxemasi

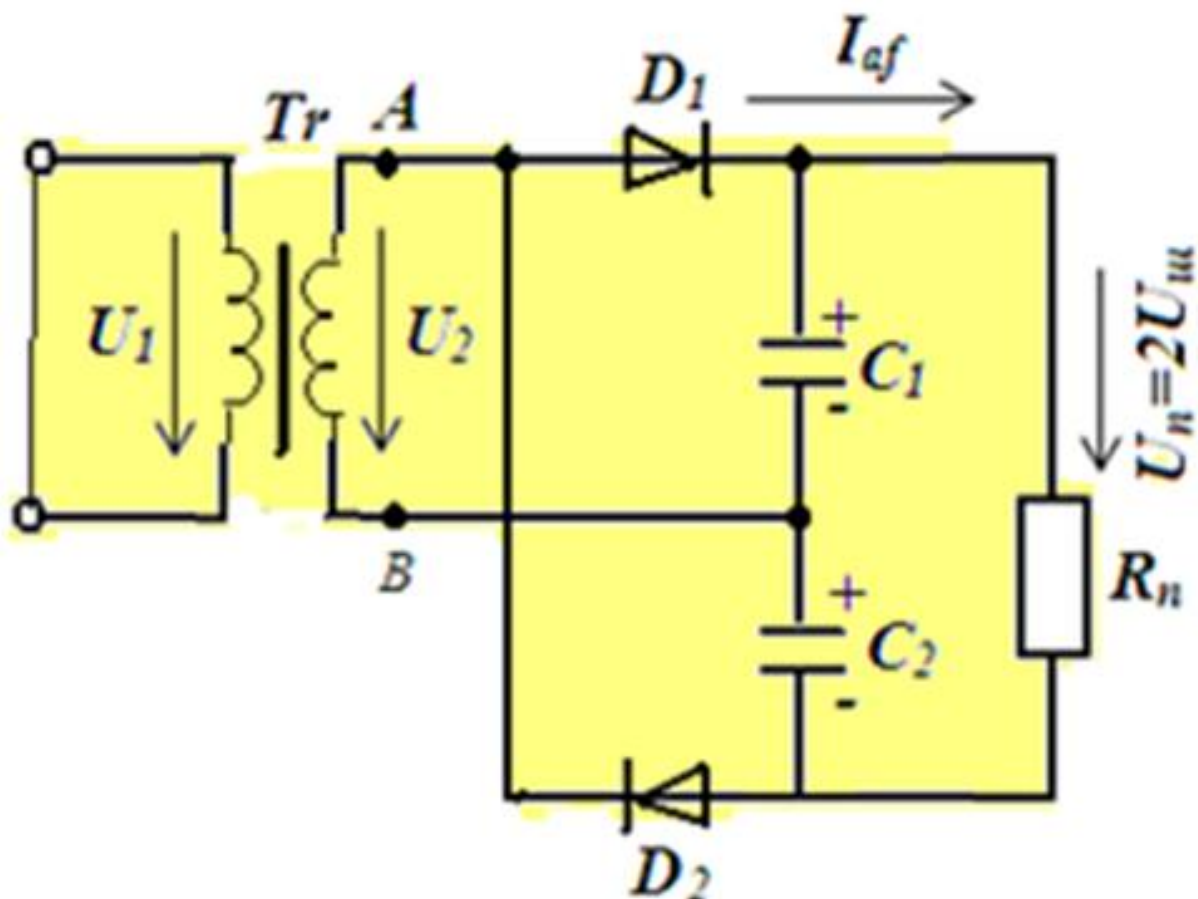


3.3.9 - rasm. Chastota kuchaytirgich sxemasi.

Kuchlanish kuchaytirgichlari.

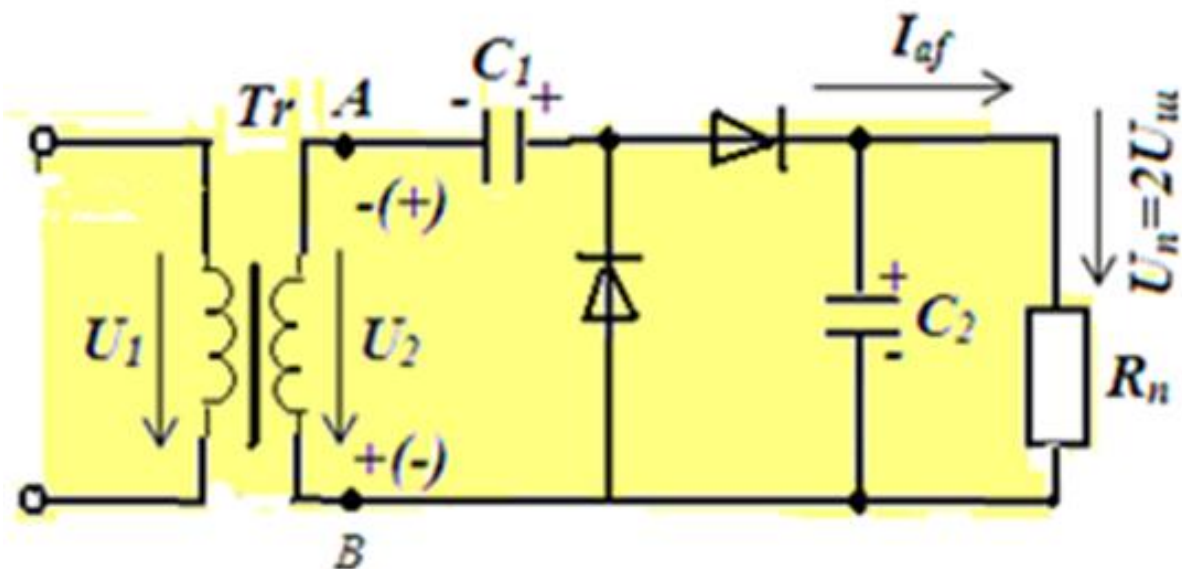
Kuchlanish kuchaytirgichlari qurilma chiqishida qurilma kirishidagidan bir necha barobar ko‘p kuchlanish olishda qo‘llaniladi. Oxirgi vaqtlarda bu uskunalar juda ko‘p qo‘llanilmoqda, chunki ular yuqori kuchlanish transformatorlarini o‘rnini bosadi. Bunday almashtirishda o‘lchamlar va massadan yutiladi. 3.3.10 - rasmda kuchlanishni parallel ikki barobar oshiruvchi uskuna sxemasi keltirilgan. U transformatorning bitta ikkilamchi chulg‘amiga ulangan ikkita bir yarim davrli to‘g‘irlagich ko‘rinishidadir. Agar A nuqta

musbat potensial, V nuqta manfiy potensialga ega bo‘lganda D_1 diod ochik, D_2 diod yopik bo‘ladi. Bu vaqtda S_1 kondensator ochiq bo‘lgan D_1 diod orqali U_{st} amplituda qiymatigacha zaryadlanadi. Keyingi yarim davrda V nuqta musbat, A nuqta manfiy potensialga ega bo‘ladi, D_1 diod yopiq, D_2 diod esa ochiq bo‘ladi. Bu yarim davrda D_2 diod S_2 kondensatorni zaryadlaydi. S_1 va S_2 kondensatorlar chikishga nisbatan ketma-ket ulangan bo‘ladi. [1,2]



3.3.10 – rasm. Parallel kuchlanish 2 barobar kuchaytirgich sxemasi.

Kondensatorlardagi kuchlanish qutblanishi shundayki, razryadlanish vaqt doimiysi $\tau_{razr} = CR_{YU} \geq T/2$ (bu erda $S=S_1=S_2$, T-kirish kuchlanish davri) bo‘lganda uskunaning chiqish kuchlanishi transformatorning ikkilamchi cho‘lg‘aming kuchlanishining ikillangan qiymatiga teng bo‘ladi. 3.3.11 - rasmda kuchlanish ikki barobar oshiruvchining sxemasi keltirilgan.

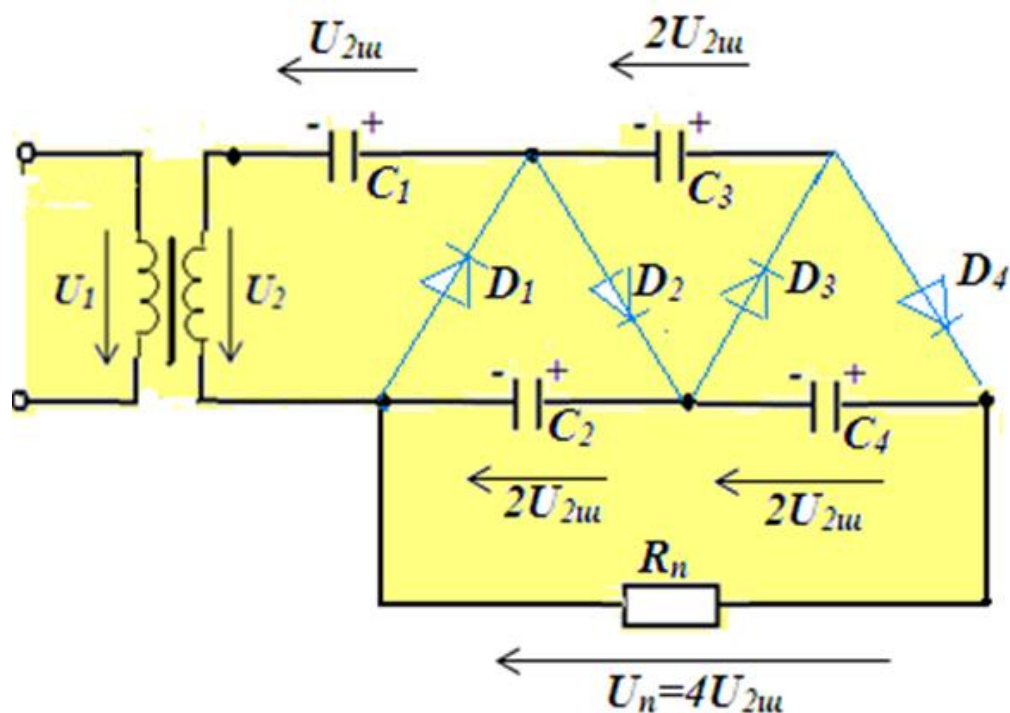


3.3.11 – rasm. Ketma-ket kuchlanish 2 barobar kuchaytirgich sxemasi.

Kirish kuchlanishini biror bir yarim davrda, qachonki V nuqta potentsiali musbat, A nuqta potentsiali manfiy bo'lganda D_1 diod ochik, D_2 diod yopiq bo'ladi. Bu vaqtda S_1 kondensatori D_1 orqali U_{2T} kuchlanish amplituda qiymatigacha zaryadlanadi. Keyingi yarim davrda A nuqta potentsiali musbat, V nuqta potentsiali manfiy bo'ladi, D_1 diod yopiq, D_2 diod ochiq bo'ladi. Bunda S_2 kondensator D_2 diod orkali zaryadlanishni boshlaydi, ya'ni transformatorning ikkilamchi cho'lg'ami kirishidan U_2 va zaryadlangan S_1 kondensatoridan zaryadlanadi. Buning oqibatida R_{YU} qarshiligida kuchlanish qiymati U_{2T} kuchlanish ikki barobar oshirilgan qiymatiga teng bo'ladi.

Ketma-ket sxemani kuchlanish ikki barobar oshiruvchi uskunaning parallelga nisbatan bir qator afzalliklari mavjud: chiqish kuchlanishi pulsatsiyasi, ishlash stabilligi yuqori. Bundan tashqari bir necha ketma- ket kuchaytirgichlardan to'rt barobar kuchlanish oshiruvchi sistemalarni yig'ish mumkin. To'rt barobar oshiruvchini bir-biriga qo'shib, kuchlanishni 8 barobar oishirish mumkin. SHuning uchun ketma-ket sxemali kuchlanishni ikki barobar oshiruvchi sxemalar ko'prok qo'llaniladi. [1,2]

Kuchlanish kuchaytirgichlari yordamida chiqishda bir necha 10 kV kuchlanish olish mumkin, bunda kichik nominal kuchlanishli, kichik o'lchamli va arzon (kondensatorlar va diodlar) uskunalar qo'llaniladi.



3.3.12 - rasm. Kuchlanishni 4 barobar oshiruvchi uskuna sxemasi

Barcha kuchaytirgichlarning kamchiligi: ularning kichikligi va FIK pastligidir.

Hozirgi paytda K299 seriyali IMSlar ishlab chiqarilmoqda va keng qo'llanilmoqda. Bu IMS yordamida tok $I_H \leq 200$ mA bo'lganda 2000-2400 V chiqish kuchlanishini olish mumkin. Maslan, K229EV1 IMSlar 4 barobar oshiruvchi hisoblanadi va 3.3.12 - rasmda sxemasi keltirilgan.

Nazorat savollari

1. Elektron kuchaytirgichga ta'rif bering.
2. Kuchaytirgich qurilmasi qanday qismlardan iborat?
3. Bitta kuchaytiruvchi elementi bo'lgan zanjir qanday ataladi?
4. Ish rejimiga ko'ra qanday kuchaytirgichlarga bo'linadi?
5. Ikki signal farqini kuchaytiruvchi qurilma qangay nomlanadi?
6. Operatsion kuchaytirgichlar (OK) qanday parametrlari bilan xarakterlanadi?
7. Ayrim chastotalar va chastotalar doirasida kuchaytiruvchi kuchaytirgichlar qangay nomlanadi?
8. Qurilma chiqishida qurilma kirishidagidan bir necha barobar ko'p kuchlanish olishda qanday kuchaytirgichlar qo'llaniladi?

4.1. Transformatorlarning tuzilishi va ishlashi

Reja:

- 4.1.1. Bir va uch fazali transformatorlarning tuzilishi va ishlash tarzi.
- 4.1.2. Transformatorlarning ishlash qonuniyatlari va vektor diagrammalari.
- 4.1.3. Salt ishlash, qisqa tutash va yuklamada ishlash rejimlaridagi xarakteristikalar va vektor diagrammalari.

4.1.1. Bir va uch fazali transformatorlarning tuzilishi va ishlash tarzi.

Transformator deb bir kuchlanishli o'zgaruvchan tokni boshqa kuchlanishli o'zgaruvchan tokka aylantiruvchi statik elektromagnit qurilmaga ataladi.

Kuchlanishning kuchayishi o'z navbatida tokning proporsional kamaytirib, uzatish tarmog'idagi quvvatlar isrofi aynan ushbu tokning kvadratiga proporsional xolda kamayadi. Shu sababli barcha elektr stansiyalarida kuchaytiruvchi transformatorlar o'rnatiladi.

Kuch transformatorlari (KT) deb elektr energiyasini qabul qiluvchi, uzatuvchi yoki tarqatuvchi enegiya tizimlarda qo'llanuvchi transformatorlarga aytiladi.

Hozirda ishlab chiqarishning barcha sohalarida turli xil ishlatilmoqda. Transformatorlar ma'lum quvvatga mo'ljallab tayyorlanadi. Har bir transformatorning pasportida ularning normal sharoitda ishlashini xarakterlovchi kattaliklarning nominal qiymatlari, masalan, nominal quvvati, nominal kuchlanishi, nominal toki va boshqalar ko'rsatilgan bo'ladi.

Elektr tarmoqlarida elektr energiyasini ma'lum masofaga uzatishda (kuchlanishni oshirish uchun) va uni iste'molchilar orasida taqsimlashda (yuqori kuchlanishni pasaytirish uchun) transformatorlar keng ishlatiladi.

Energiya uzatishda liniya simlarida tok kuchi kichik bo'lsa, kuchlanish pasayishi ham, quvvat isrofi ham kam bo'ladi. Bundan tashqari, tok kuchi kichkina bo'lganda elektr uzatish liniyalarida ko'ndalang kesim yuzi kichikroq bo'lgan simlar ishlatishga imkon yaratiladi. Natijada liniya qurish uchun sarflanadigan rangli metallar hamda tayanchlar qurish uchun ishlatiladigan metall va yog'och materiallar sarfi kamayadi. Elektr energiyasini uzoq

masofaga uzatish tannarxi arzonlashadi. Demak, elektr energiyasini uzoq masofaga kuchlanish qiymatini oshirib uzatish foydali ekan.

O'zgaruvchan tok kuchlanishi qiymatini transformatorlar yordamida istalgancha oshirish ham, pasaytirish ham mumkin. Energetika sistemalarida va yuqori hamda past kuchlanishli elektr tarmoqlarida kuchlanish qiymatini oshirib beruvchi yoki kamaytirib beruvchi transformatorlar keng ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda elektrostansiyalarda ishlab turgan yoki yangi o'rnatilayotgan generatorlarning nominal kuchlanishi 6...24 kV dan oshmaydi. Energiyani uzoq masofaga, chunonchi 10...24 kV kuchlanishda, uzatish (yuqoridagi mulohazalar asosida) maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Shuning uchun katta quvvatlarni uzoq masofaga uzatishda o'ta yuqori kuchlanishlardan (masalan, 110 kV, 220 kV, 500 kV, 750 kV va hokazo) foydalaniladi. Bunday liniyalarda quvvat isrofi ancha kamayadi, energiya uzatish liniyasining FIK katta bo'ladi. Shning uchun ham har bir elektr stansiya qoshidagi podstansiyada kuchlanishni bir necha o'n marta oshirib beradigan kuch transformatorlari o'rnatiladi. (4.1.1-rasm)



4.1.1–rasm. Elektr ta'minitida qo'llaniladigan kuch transformatorlari
Transformatorlar ishlatilishiga qarab bir necha xilga bo'linadi:

1. Bir fazali yoki uch fazali kuch transformatorlari - elektr energiyasini uzoq masofaga uzatishda, uni iste'molchilar orasida taqsimlashda va, umuman, iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda ishlatiladi.

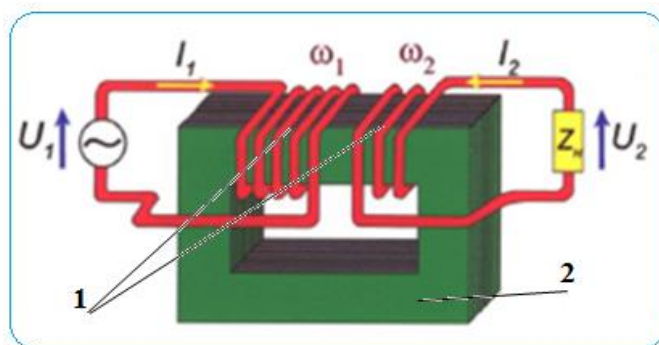
2. **Avtotransformatorlar** - kuchlanish qiymatini bir oz o'zgartirish yoki kuchlanish qiymatini noldan boshlab oshirish uchun hamla katta quvvatli asinxron dvigatellarni yurgizish uchun ishlatiladi;

3. **O'lchov transformatorlari** (kuchlanish transformatorlari va tok transformatorlari) – elektr o'lchash sxemalarida, yuqori kuchlanishlarni va katta toklarni oddiy o'lchash priborlari bilan o'lchash uchun ishlatiladi.

4. **Maxsus transformatorlar**-payvandlash transformatorlari; sinov transformatorlari; radio, televidenie, aloqa va avtomatika qurilmalarida ishlatitadigan transformatorlar; o'zgaruvchan tokning fazalari sonini yoki chastotasini o'zgartiruvchi transformatorlar maxsus transformatorlar hisoblanadi.

Bir fazali transformatorlarning konstruktiv tuzilishi va ishlash tamoiili. Transformatorlar asosiy va yordamchi qismlardan iborat. Asosiy qismga transformatorlarning elektromagnit jarayonlarini vujudga keltiruvchi chulg'amlar (4.1.2-rasm. 1) va magnit oqimni kuchaytiruvchi magnit o'zak (4.1.2-rasm. 2) kiradi. Yordamchi qismlar esa transformatorning quvvati, kuchlanishi, turlari va hakozalarga qarab bir necha o'nlab bo'laklardan iborat. Ular qatoriga moyli transformatorning baklari, tarmoqni va chulg'amlarni bog'lovchi izolyatorlar va boshqalar kiradi.

Tok turiga qarab transformatorlar bir fazali, uch fazali va ko'p fazalilarga bo'linadilar. Ko'p fazali transformatorlar chulg'ami deb ma'lum usulda o'zaro ulangan hamma fazalarning bir xil kuchlanishli chulg'amlari majmuasiga aytiladi.



4.1.2 – rasm. Bir fazali transformatorning magnit o'zak va chulg'amlari.

Transformatorlarning elektr energiyani qabul qiluvchi chulg‘ami - birlamchi, iste‘molchiga energiyani uzatuvchi chulg‘ami - ikkilamchi chulg‘am deyiladi. Nomlariga o‘xshash, har bir chulg‘amga qarashli qiymatlar (masalan, tok, kuchlanish, quvvat, qarshilik va h.k) birlamchi va ikkilamchi qiymatlar deyiladi (birlamchi tok, ikkilamchi induktiv qarshilik, va h.k). Transformatorlarning yuqoriroq kuchlanishli tarmoqqa ulangan chulg‘ami yuqori kuchlanishli (yu.k.) chulg‘am deyiladi. Kichikroq kuchlanishli tarmoqqa ulangan chulg‘ami quyi kuchlanishli (q.k.) chulg‘ami va nihoyat, uch chulg‘amli transformatorlarning yu.k. yoki q.k. chulg‘amlariga taaluqli bo‘lmagani - o‘rta kuchlanishli (o‘.k.) chulg‘am deyiladi. Agar ikkilamchi chulg‘am kuchlanishi birlamchinikidan kichikroq bo‘lsa transformator pasaytiruvchi, aks holda kuchaytiruvchi deyiladi.

Bitta birlamchi va bitta ikkilamchi chulg‘amli transformator ikki chulg‘amli transformator deyiladi. Har bir fazada uchtadan chulg‘ami bo‘lgan, masalan bitta yuqori kuchlanishli va ikkita quyi kuchlanishli yoki teskarisi - bitta quyi kuchlanishli va ikkita yuqori kuchlanishli transformatorlar uch chulg‘amli deb ataladi. Bir fazali yoki uch fazali transformatorlarning bir fazasida uchtadan ko‘proq chulg‘ami bo‘lishi mumkin. Bunday transformatorlar ko‘p chulg‘amli transformatorlar deyiladi.

Kuch transformatorlari tuzilishi bo‘yicha ikki turga bo‘linadilar: moyli va quruq transformatorlar. Moyli transformatorlarda magnit o‘zak va chulg‘amlar yaxshi izolyator va sovutuvchi modda hisoblangan transformator moyi to‘ldirilgan idishga joylashtiriladilar. Transformator moyi chulg‘am izolyasiyalarini havoning zararli ta‘siridan ham saqlaydi.

Ulamali transformatorlar deb transformatsiyalash koeffitsientlarini o‘zgartirish uchun chulg‘amlarda maxsus ulamalari bo‘lgan transformatorlarga aytiladi.

Transformatorlarning nominal rejimi deb ishlab chiqargan korxonalar tayyorlagan pasportda ko‘rsatilgan rejimga aytiladi.

Transformatorlarning nominal qiymatlari - quvvat, kuchlanishlar, toklar, chastota va h.k. transformatorlarning pasportida ko‘rsatilgan bo‘lib, u

transformatorlarning nominal rejimini ko'rsatuvchi boshqa qiymatlar, masalan, f.i.k. kabilarga ham taalluqlidir.

Transformatorlarning nominal quvvati deb, ikkilamchi chulg'amda Volt-Amper bilan o'lchangan va pasportda ko'rsatilgan quvvatga aytiladi.

Transformatorlarning nominal birlamchi kuchlanishi deb, pasportda ko'rsatilgan kuchlanishga aytiladi; agar birlamchi chulg'am ulamalari mavjud bo'lsa, u holda nominal kuchlanish alohida ta'kidlanadi.

Transformatorlarning nominal ikkilamchi kuchlanishi deb birlamchi chulg'amda nominal kuchlanish bo'lib, yuksiz ishlagandagi ikkilamchi kuchlanishga aytiladi; agar ikkilamchi chulg'am ulamalari mavjud bo'lsa, uning nominal kuchlanishi alohida ta'kidlanadi.

Transformator birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari nominal toklari deb transformator pasportida ko'rsatiladigan va nominal quvvat va nominal kuchlanishlar bilan ma'lum bog'lanishda bo'lgan birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar toklariga aytiladi. Bunda transformator f.i.k. i 100% ga yaqin deb faraz qilinib ikkala chulg'am nominal quvvatlari teng qilib olinadi.

Evropa va Osiyo davlatlaridagi kabi, O'zbekiston Respublikasida ham kuchlanish chastotasi 50 (Gs) qabul qilingan.

Bulardan tashqari transformatorlar o'zgaruvchan tok fazalar soni va chastotasi qiymatini o'zgartiradigan qurilmalarda ham qo'llaniladi.

O'zgaruvchan tokni to'g'rilovchi (o'zgarmasga aylantiruvchi) va o'zgarmas tokni invertorlovchi (o'zgaruvchanga aylantiruvchi) yarim o'tkazgich asboblari bo'lgan sxemalarda ishlatiluvchi transformatorlar ***o'zgartkich transformatorlari*** (O'T) deyiladi. quvvati bir necha Volt-Amperdan bir necha yuz mega Volt-Ampergacha (MVA) bo'lgan o'zgartkich transformatorlari sanoat korxonalarining elektr uskunalarida qo'llaniladi. [1,2]

Elektrotermik o'choqlarda (o'choq transformatorlari), elektr payvandlash, elektr transporti uskunalari, elektron sxemalar, tok va kuchlanish o'lchagichlari sxemalarida maxsus transformatorlar qo'llaniladi.

Transformator magnit o'tkazgichi - magnit o'tkazgich deb magnit zanjirni hosil qiluvchi elektrotexnik po'lat tunukachalar majmuasiga aytiladi. Magnit o'tkazgichlarning turlariga qarab transformatorlar ustunli va qobiqli (bronevo'e)

transformatorlarga aytiladi. Ustunli magnit o'tkazgichlarda transformatorlarda transformatorning chulg'amlari magnit o'zaklarga o'rnatiladilar. Bunday magnit o'zaklar deyarli hamma o'rta va yirik quvvatli transformatorlarda qo'llaniladi.

Qobiqli magnit o'tkazgichlarda chulg'amlar o'zaklar bilan qisman o'ralgan bo'ladi. Bunday transformatorlar kichik quvvatli sxemalarda ishlatiladi. Magnit o'zak qalinligi 0,35 yoki 0,5 mm bo'lgan maxsus elektrotexnik po'lat tunukachalardan yig'iladi. Hozirgi zamon transformatorlari asosan ikki xil transformator po'latlaridan issiq jo'valangan (goryachekatanaya) va sovuq jo'valangan (xolodnokatanaya) po'latlardan yasaladi.

Transformator chulg'amlari - transformatorlarning chulg'amlari bir qancha talablarni qoniqtirishi shart. Bulardan asosiylari quyidagilar:

- chulg'am uchun ishlatiladigan misning kamyobligini hisobga olib, uning ishlab chiqarilishidagi xarajatlari minimal va transformatorning ishlash jarayonidagi foydali ish koeffitsienti mumkin qadar maksimal bo'lishi lozim;
- chulg'amning issiqlik ajratish jarayoni standart talablarini qondirishi shart, agar chulg'am harorati bu shartdan oshsa, transformatorning umri keskin qisqaradi;
- transformatorning bexosdan qisqa tutashuvidan hosil bo'ladigan elektrodinamik kuchlarning chulg'amga ta'siri ayanchli bo'lmasligi lozim;
- kuchlanishning bexosdan oshib ketishiga chulg'amning elektrik va mexanik bardoshlik qobiliyati mavjud bo'lishi shart.

Yuqori kuchlanishli (yu.k.) va quyi kuchlanishli (q.k.) chulg'amlarning bir-biriga nisbatan joylashishiga ko'ra chulg'amlar ikki turga bo'linadilar:

- a) konsentrik
- b) almashinuvchi chulg'amdir.

O'zgaruvchan magnit oqim cho'lgamlarda EYuK hosil qiladi

$$\begin{array}{l}
 E_1 = 4,44 \omega_1 f \Phi_m \\
 E_2 = 4,44 \omega_2 f \Phi_m
 \end{array}$$

(4.1.1)

Transformatsiya koeffitsiyenti

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (4.1.2)$$

Transformatorning ishlashi ikki yoki, umumiy holda, bir necha bir-biriga nisbatan qo'zg'almas konturlarning elektromagnit ta'siri hodisasiga asoslangan. 4.1.2-rasmda bir fazali ikki chulg'amli transformatorning prinsipial sxemasi keltirilgan. Agar birlamchi chulg'amga (W_1) tarmoqdan o'zgaruvchan kuchlanish berilsa, u holda ikkala chulg'amni birlashtiruvchi magnit oqimi (F) ta'sirida ikkilamchi chulg'am (W_2)da e.yu.k. hosil bo'ladi va u erdan yukni ta'minlovchi ikkilamchi tok oqib o'tadi. Shu tariqa birlamchi konturdan (birinchi tarmoqdan) ikkilamchi konturga (ikkinchi tarmoqqa) o'zgaruvchan tok quvvati uzatiladi. Magnit o'zak ikki chulg'am orasidagi magnit bog'lanishni kuchaytiradi.

Oddiy turdagi transformatorlarning yuksiz ishlagandagi tarqoq maydoni asosiy maydonning 0,25% dan ham kichikdir. Po'lat isroflari esa nominal quvvatning 1% ga ham bormaydi. Chulg'amlardagi (qisqasi – misdagi) quvvat isrofi ham juda kichikdir. Shu sababli yuksiz ishlash rejimini tahlil qilganimizda, avval soddalashtirilgan transformatorni, ya'ni unda tarqoq maydon, misdagi va po'latdagi quvvat isrofi yo'q deb faraz qilingan holni ko'ramiz ya'ni $X_1 = 0$, $r_1 = 0$, $P_0 = 0$.

Transformator yuksiz ishlaganda tarmoqdan kelayotgan quvvat quyidagicha sarflanadi:

- a) birlamchi chulg'am (mis) dagi quvvat isrofi $P_{m1} = mI_0^2 r_1$ (chulg'am alyuminiydan yasalgan bo'lsa ham mis isrofi deb nomlash qabul qilingan);
- b) magnit o'zak po'latidagi asosiy isroflar $R_{p.o}$ (po'lat isrofi); v) yuksiz ishlash qo'shimcha isroflari $R_{q.o}$.

Transformatorlarga tarmoqdan kelayotgan quvvatning hammasi isroflarni qoplash uchun sarflanadi. Shuning uchun

$$P_0 = P_{m1} + P_{n.o.} + P_{k.o.} \quad (4.1.3)$$

Bu tur quvvat isroflari $R_{q.o}$ ning asosiy xillari quyidagilardir:

a) po‘lat tunukalarga mexanik ishlov (mos. shtamplash) berilishi natijasida po‘lat tuzilishining (strukturasi) o‘zgarishi sababli hosil bo‘lgan quvvat isrofi;

b) o‘zakning qismlari tutashgan joylari va o‘zakni tortuvchi shpilka o‘rnatilgan joylaridagi induksiyaning har xilligi tufayli vujudga kelgan isrof;

v) o‘zakning mahkamlagichlari va boshqa konstruktiv qismlar – shpilka, to‘sinlarni siquvchi po‘lat balkalar, transformator idishida va h.k. hosil qiluvchi isroflar; g) yuqori kuchlanishli transformatorlarning izolyasiyalaridagi isrof.

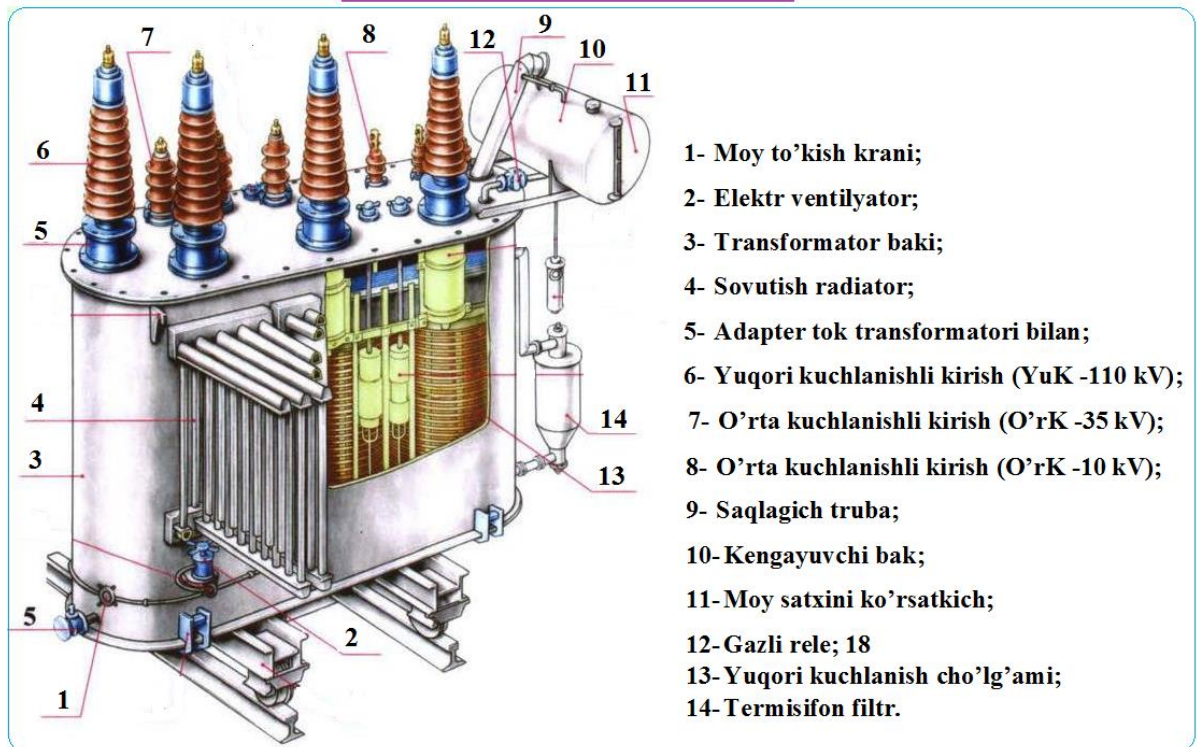
Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, issiq jo‘valangan po‘latli transformatorlarda yuksiz ishlash qo‘shimcha isroflarining hamma xillari o‘zakdagi induksiya qiymati 1,5 Tl dan oshganda keskin ortar ekan. Transformator o‘zaklaridagi induksiyaning qiymati aksariyat uchraydigan 1,15-1,17 Tl qiymatga yaqin bo‘lganda qo‘shimcha isrof $R_{q,o}$ ulushi asosiy isroflar R_{PO} ning 15-20% ni tashkil etar ekan, ya’ni

$$P_n = P_{no} + P_{k.o} = (1,15 \div 1,20) R_{n,o} \quad (4.1.4)$$

Uch fazali transformatorlar.

Uch fazali transformatorlarning konstruktiv tuzilishi 4.1.4-rasmda keltirilgan. Uch fazali transformatorlarning ishlatilishida ko‘pincha bir fazali iste’molchilarning transformator uchala fazalariga notekis taqsimlanishi, shuningdek, bir fazali va ikki fazali qisqa tutashuvlar natijasida hosil bo‘luvchi avariya rejimlari yoki biror faza o‘tkazgichining uzilishi natijasida transformatorning uchala fazasida toklarning notekis taqsimlanishini ko‘rish mumkin. Buning natijasida transformator ikkilamchi chulg‘ami kuchlanishining nosimmetrik iste’molchilarda ko‘pgina noqulayliklar tug‘diradi. Masalan, o‘zgaruvchan tokli uch fazali yuritgichlarni nosimmetrik kuchlanish bilan ishlatilsa, uning quvvati kamayadi; cho‘g‘lanma lampalar oshirilgan kuchlanishda ishlasa, uning umri keskin qisqaradi, pasaytirilgan kuchlanishlar esa yorug‘lik kuchi keskin kamayadi. Nosimmetrik yuklanish transformatorlarning o‘ziga ham salbiy ta’sir ko‘rsatadi: ayrim chulg‘amlarda o‘ta yuklanish vujudga keladi; faza kuchlanishlar oshib ketadi va magnit o‘tkazgichlarning o‘ta to‘yinishiga olib kelishi mumkin.

**TDTG -16000/110 uch fazali uch
cho'lg'amli transformator**



4.1.4 – rasm. Uch fazali kuch transformatorining tuzilishi.

Shuning uchun transformatoridagi nosimmetrik yuklanish jarayonlarini o'rganish muhim amaliy ahamiyatga ega, chunki u yoki bu nosimmetrik yuklanishning natijalarini oldindan bilish, iste'molchi va shu bilan birga, transformatorning normal ishlash qobiliyatlari, nosimmetrik yuklanishning qanday qiymatlarigacha saqlanishi xaqida takliflarni ishlab chiqishga imkon beradi.

Transformatorning nosimmetrik rejimlarini o'rganishdan maqsad birlamchi liniya kuchlanishlari $\dot{U}_{AB}, \dot{U}_{BC}, \dot{U}_{CA}$ va yukning nosimmetrik to'la qarshiliklari berilgan bo'lsa, transformator ishini xarakterlovchi hamma boshqa qiymatlarni ikkilamchi faza va liniya toklari va kuchlanishlari, birlamchi faza va liniya toklari va faza kuchlanishlarini aniqlashdir.

Transformatorning nosimmetrik yuklanishini o'rganishda simmetrik tashkil etuvchilar usuli keng qo'llaniladi.

Transformatorlar ishlashi jarayonida ular shikastlanganda (avariya) yoki ta'mirlash ishlarini olib borganda iste'molchini elektr energiyasi bilan uzluksiz

ta'minlash masalasi turadi. Buni amalga oshirishda ikki (yoki undan ko'p) transformatorlarni parallel ulash usuli keng qo'llaniladi. Undan tashqari, bunday ulash natijasida parallel ishlayotgan transformatorlarning sonini o'zgartirib, ularning maksimal f.i.k. lari bilan, hamda ularning har birini optimal ishlashlarini ta'minlash mumkin. [1,2]

4.1.2. Transformatorlarning ishlash qonuniyatlari va vektor diagrammalari.

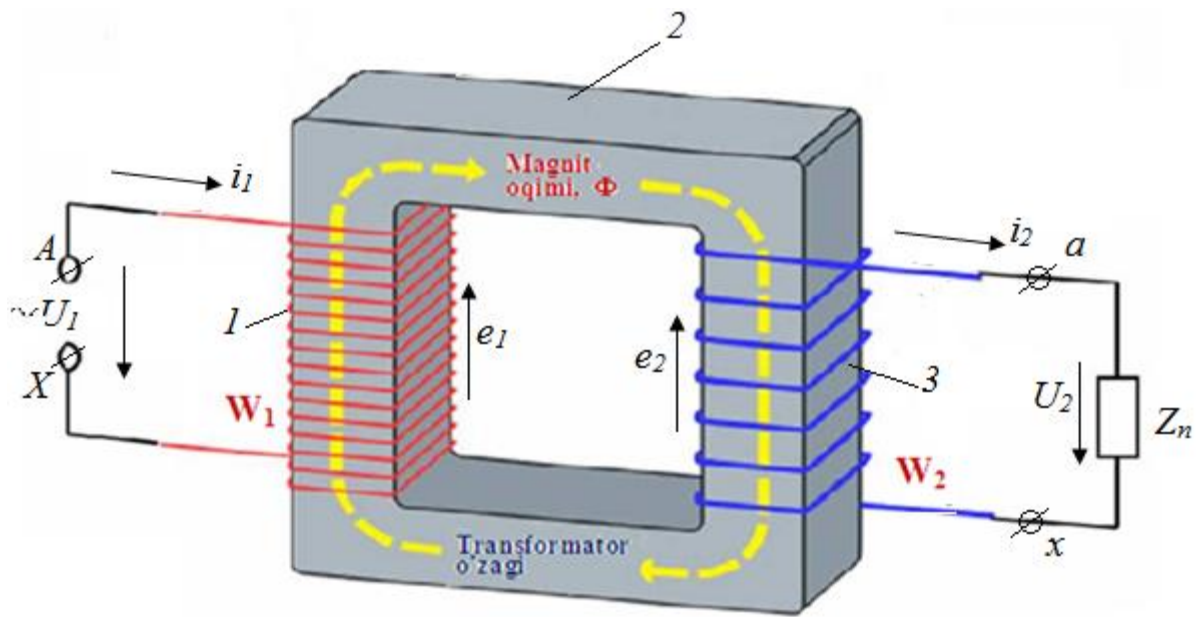
Transformator ishlashi uchun uning birlamchi chulg'amini kuchlanishi $i = U_m \sin \omega t$ bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga yoki elektr tarmog'iga ulanadi (14-rasm). Bunda birlamchi chulg'amdanda o'zgaruvchan tok ($i_1 = I_1 \sin \omega t$) o'ta boshlaydi. Bu tok ferromagnit o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi ($F = F_1 = I_1 l_1$) hosil qiladi. Ferromagnit o'zakning magnit qarshiligi havoning yoki transformator moyining magnit qarshiligidan ancha kichik bo'lgani uchun magnit oqimining asosiy qismi (ish oqimi) shu o'zak orqali tutashadi va ikkala chulg'amni ham qurshab oladi, natijada elektromagnit induksiya qonuniga binoan ikkala chulg'amda ham EYUK hosil bo'ladi. Maksvell ta'rifiga asosan, chulg'amlarning har bir o'ramida hosil bo'ladigan EYUK $\mathcal{E}_0 = -\frac{d\Phi}{dt}$ bilan aniqlanadi.

Birlamchi chulg'am o'ramlari sonini w_1 , va ikkilamchi chulg'am o'ramlari sonini w_2 bilan belgilaymiz. Hosil bo'ladigan EYUK chulg'amlarning o'ramlari soniga proporsional bo'ladi. Demak, birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarda hosil bo'ladigan EYUK larning oniy qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathcal{E}_1 = -w_1 \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\psi_1}{dt} \quad (4.1.5)$$

$$\mathcal{E}_2 = -w_2 \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\psi_2}{dt} \quad (4.1.6)$$

bu erda ψ_1 va ψ_2 – birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar bilan ilashgan magnit oqimi; $\frac{d\Phi}{dt}$ – magnit oqimining vaqt birligida o'zgarishi.



4.1.3 – rasm. Bir fazali transformatorning elektromagnit sxemasi..

Bu erda: 1- birlamchi cho'lg'am; 2 – ikkilamchi cho'lg'am; 3 – magnit o'tkazgich.

Birlamchi chulg'amda hosil bo'ladigan EYUK (e_1) tabiatan o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchidir. Ikkilamchi chulg'amda hosil bo'ladigan EYUK (e_2) o'zaro induksiya elektr yurituvchi kuchidir. Demak, aniqroq qilib aytganda, transformator o'zaro induksiya hodisasi asosida ishlar ekan.

Transformatorning ikkilamchi chulg'amiga iste'molchi (yuklama) ulanadi. Ikkilamchi chulg'am EYUK iste'molchi uchun o'zgaruvchan tok manbai hisoblanadi.

Transformator faqat o'zgaruvchan tok tarmog'iga ulangandagina ishlaydi, o'zgarmas tok tarmog'iga ulanganda esa ishlamaydi, chunki birlamchi chulg'am o'zgarmas tok tarmog'iga ulanganda undan o'tadigan o'zgarmas tok ferromagnit o'zakda o'zgarmas magnit oqimi hosil qiladi. Magnit oqimi vaqt birligida o'zgarmaganligi sababli chulg'amlarda EYUK hosil bo'lmaydi. Lekin zanjirda elektr tokining har qanday o'zgarishi chulg'amlarda EYUK hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. O'zgarmas tok tarmog'iga ulangan transformator chulg'amlarida EYUK ning hosil bo'lishi, transformator tarmoqqa ulanayotganda yoki uzilayotganda yaxshi seziladi, chunki transformator tarmoqqa ulanganda uning chulg'amida tok noldan biror qiymatgacha ortib boradi yoki u tarmoqdan uzilganda, tok kuchi biror qiymatdan nolgacha

kamaya boradi. Demak, xuddi shu vaqtda chulgʻamlar bilan ilashgan magnit oqimi vaqt birligida oʻzgaradi va oqim qiymati turgʻun boʻlganda EYUK hosil boʻlmaydi. Demak, transformator oʻzgarmas tok tarmogʻiga ulanganda ishlamas ekan. Lekin shuni eʼtiborga olish kerakki, transformator oʻzgarmas tok manbaiga ulanganda uning birlamchi chulgʻamida EYUK hosil boʻlmaganligi sababli shu chulgʻam tokining qiymati koʻpayib ketadi. Tokning qiymati birlamchi chulgʻamning faqat aktiv qarshiligi bilan ($I_1 = \frac{U_1}{R_1}$) aniqlanadi.

Bu esa transformator uchun xavflidir.

Magnitlovchi kuchlar tenglamasi. Salt ishlash sharoitida transformatorning birlamchi chulgʻamiga tarmoq kuchlanishi berilsa, salt ishlash toki I_0 birlamchi chulgʻamda magnitlovchi kuch $I_0\omega_1$ ni hosil qiladi. Bu magnitlovchi kuch ferromagnit oʻzak orqali tutashadigan asosiy magnit oqimi F_t ni hosil qiladi. Magnit oqimining qiymati magnit zanjiri uchun Om qonuni formulasi boʻyicha (3-6) ifodadan aniqlanadi.

Transformatorning ikkilamchi chulgʻamiga yuklama ulanganda, yaʼni u normal sharoitda ishlaganla, ikkinchi chulgʻamdan yuklama toki I_2 oʻta boshlaydi, YUklama ulanishi bilan birlamchi chulgʻam toki I_0 I_1 gacha koʻpayadi. Bunda tok I_2 qancha boʻlsa, tok I_0 shuncha koʻpayadi. SHu asosda transformatorda EYUK lar muvozanati saqlanadi hamda turli sharoitlarla magnit oqimi deyarlik bir xilda qolishi taʼminlanadi,

Transformator birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlarining toklari (I_1 va I_1) mos chulgʻamlarda magnitlovchi kuchlar $I_1\omega_1$ va $I_2\omega_2$ ni hosil qiladi. Bu sharoitda transformatorlarning magnit oqimini magnitlovchi kuchlar $I_1\omega_1$ va $I_2\omega_2$ birgalikda hosil qiladi. Magnit oqimining qiymati endi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Phi_m = \sqrt{2} \frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{R_M}. \quad (4.1.7)$$

YUqoridagi mulohazalar asosida bizga maʼlumki, transformator turli sharoitlarda ishlaganda unda magnig oqimi deyarli oʻzgarmaydi. Bu xususiyatni yana boshqacha tushuntirish mumkin. Buiing uchun (3-4) ifodadan magnit oqimini quyidagicha aniqlaymiz:

$$\Phi_m = \frac{E_1}{4,44\omega_1 f}, \quad (4.1.8)$$

agar $E_1 \approx U_1$ bo'lsa, unda

$$\Phi_m = \frac{U_1}{4,44\omega_1 f}, \quad (4.1.9)$$

Bu formulada ω_1 va f o'zgarasdir; tarmoq kuchlanishi U_1 yuklama qiymati har qanday o'zgarganda ham deyarli bir xil bo'ladi. Elektr energiyasining sifati tarmoqda kuchlanish qiymati va chastotasining bir xil bo'lishi bilan aniqlanadi. Yuqoridagi formula transformatorida hosil bo'ladigan magnet oqimi yuklama turi va qiymatiga deyarli bog'liq emasligini ko'rsatadi, Lekin, aslida, iste'molchi toki ortishi bilan transformatorning magnet oqimi biroz o'zgaradi.

Bu mulohazalar asosida (3-15) va (3-16) ifodalarni tenglashtirish mumkin:

$$\sqrt{2} \frac{I_0 \omega_1}{R_M} = \sqrt{2} \left(\frac{I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2}{R_M} \right) \quad (4.1.10)$$

Yoki
$$\dot{I}_0 \omega_1 = \dot{I}_1 \omega_1 + \dot{I}_2 \omega_2 \quad (4.1.11)$$

bu erda $I_0 \omega_1$ - ferromagnet o'zakda transformatorning asosiy magnet oqimini hosil qiluvchi yig'indi magnetlovchi kuch.

(3-18) ifoda yuklama bilan ishlayotgan transformator uchun magnetlovchi kuchlar tenglamasidir.

YUklama bilan ishlayotgan transformatorning magnetlovchi kuchlar tenglamasidan shu sharoit uchun toklar tenglamasini yozish mumkin. Buning uchun (3-18) ifodaning har ikki tomonini birlamchi chulg'am o'ramlari soni ω_1 ga bo'lamiz:

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (4.1.12)$$

yoki

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \dot{I}'_2 \quad (4.1.13))$$

bu erda $\dot{I}'_2 = \dot{I}_2 \frac{\omega_2}{\omega_1}$ birlamchi chulg'am o'ramlari soniga keltirilgan ikkilamchi chulg'am toki.

Keltirilgan elektr kattaliklar haqida keyinroq batafsil to‘xtalib o‘tamiz. Endi (3-19) ifodadan birlamchi chulg‘am toki I_1 ni aniqlaymiz:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + (-I'_2). \quad (4.1.14)$$

Bu tenglama yuklama bilan ishlayotgan transformator uchun toklar tenglamasidir.

Demak, yuklama bilan ishlayotgan transformatorning birlamchi chulg‘am toki I_1 ikki qismdan iborat ekan: salt ishlash toki I_0 va ikkinchi chulg‘am tokining magnitsizlash ta‘sirini kompensatsiyalovchi $(-I'_2)$ qismi. Bu tenglamadan ko‘rinib turibdiki, agar $I_2 = 0$ bo‘lsa, $(-I'_2)$ tok ham nolga teng bo‘ladi. Bu holda $I_1 = I_0$ bo‘ladi. Bu sharoit esa salt ishlash sharoitidir.

Agar ikkilamchi chulg‘am qismlariga yuklama ulansa, bu zanjirdan tok I_2 o‘ta boshlaydi. Tok I_2 hosil qiladigan magnitlovchi kuch $I_2\omega_2$ po‘lat o‘zakda asosiy magnit oqimi F ga teskari yo‘nalgan magnit oqimini hosil qiladi. Bu sharoitda asosiy magnit oqimi kamayishi lozim. Agar transformatorning asosiy magnit oqimi kamaysa, birlamchi va ikkilamchi chulg‘am EYUK larining muvozanati buziladi. Lekin amalda bunday bo‘lmaydi. Chunki bu sharoitda magnit oqiminiig (va buning natijasida \dot{E}_1 EYUK ning) kamayishi o‘z-o‘zidan birlamchi chulg‘am tokining ortishiga olib keladi. SHuning uchun ham agar $I_2 = 0$ bo‘lsa, $I_1 = I_0$ bo‘ladi. YUklama toki I_2 qancha kattalashsa, birlamchi chulg‘am toki I_1 ham mos ravishda shuncha kattalashadi. Agar tok I_2 qancha kamaysa, tok I_1 ham shuncha kamayadi. SHunday qilib, tok I_2 ning har qanday o‘zgarishi tok I_1 ning xuddi shunday o‘zgarishiga olib keladi. Birlamchi chulg‘am magnitlovchi kuchining bir qismi (ya’ni, $-I_2\omega_2$) teskari oqim hosil qiluvchi ikkilamchi chulg‘am magnitlovchi kuchi $I_2\omega_2$ ning ta‘sirini yo‘qotadi, ya’ni kompensatsiyalab turadi va shu asosda ferromagnit o‘zakda magnit oqimi yuklama qiymatining har qanday o‘zgarishiga qaramay deyarli bir xilda qoladi. Demak, birlamchi chulg‘am tokining ikkinchi qismi $(-I'_2)$ hosil qiladigan magnitlovchi kuch (ya’ni $-I_2\omega_2$) magnitlovchi kuch $I_2\omega_2$ ga teng va yo‘nalishi bo‘yicha unga qarama-qarshi bo‘ladi. [1,2]

Oldin aytib o‘tganimizdek, transformatorning salt ishlash toki birlamchi chulg‘am nominal tokining juda oz qismini (amalda 2 . . . 10% ini) tashkil qiladi. SHuning uchun, ko‘pincha, taqribiy hisoblashlarda toklar tenglamasida 4 e‘tiborga olinmaydi. U holda:

$$\dot{I}_1 \approx -\dot{I}_2 \text{ ёки } \dot{I}_1 = -\dot{I}_2 \frac{\omega_2}{\omega_1} \text{ bo‘ladi.} \quad (4.1.15)$$

Bundan:

$$\frac{\dot{I}_1}{I_2} \approx \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{K}. \quad (4.1.16)$$

Ma‘lumki, kuchlanishni pasaytiruvchi transformatorlarda $U_1 > U_2$ bo‘ladi. Lekin transformator ishlayotganda uning ishlashi uchun (o‘zida) sarflanadigan quvvat juda kichik bo‘ladi. SHuning uchun transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg‘ami quvvatlari deyarli teng deyish mumkin. Demak, transformatorning katta kuchlanishli chulg‘amida tok kuchi kichkina; kuchlanishi kichik bo‘lgan chulg‘amida tok kuchi katta bo‘lar ekan. SHunday ekan, transformatorning transformatsiyalash koeffitsientini uning birlamchi va ikkilamchi toklari nisbati bilan ham aniqlash mumkin, ya‘ni

$$K \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \approx \frac{U_1}{U_2} \approx \frac{I_2}{I_1}. \quad (4.1.17)$$

Transformator da birlamchi chulg‘am tokining ikkinchi qismi, ya‘ni $(-I'_2)$ ning quvvati transformator orqali iste‘molchiga uzatiladigan quvvatga tengdir, ya‘ni:

$$(I'_2)E_1 \cos \varphi_2 = I_2 \frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot E_2 \frac{\omega_1}{\omega_2} \cos \varphi_2 = E_2 I_2 \cos \varphi_2. \quad (4.1.18)$$

SHunday qilib, yuklama ulanganda birlamchi chulg‘amda hosil bo‘ladigan tok $(-I'_2)$ ikkilamchi chulg‘amning magnitlovchi kuchini

muvozanatlaydi hamda ikkilamchi chulg‘am orqali iste‘molchiga uzatilayotgan quvvatni elektr tarmog‘i orqali transformatorning birlamchi chulg‘amiga kelishini ta‘minlaydi.

YUqorida keltirilgan ifodalar va mulohazalar asosida yuklama bilan ishlayotgan transformator uchun EYUK lar va toklar tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= (\dot{E}_1) + j\dot{I}_1 x_1 + \dot{I}_1 R_1, \\ \dot{U}_2 &= \dot{E}_2 - j\dot{I}_2 x_2 - \dot{I}_2 R_2, \\ \dot{I}_1 &= \dot{I}_0 + (-\dot{I}_2). \end{aligned} \right\} \quad (4.1.19)$$

4.1.3. Salt ishlash, qisqa tutash va yuklamada ishlash rejimlaridagi xarakteristikalar va vektor diagrammalari.

Bir va uch fazali kuch transformatorlari amalda bir necha xil sharoitlarda, ya'ni turli rejimlarda:

1) salt (yuklamasiz) ishlashi;

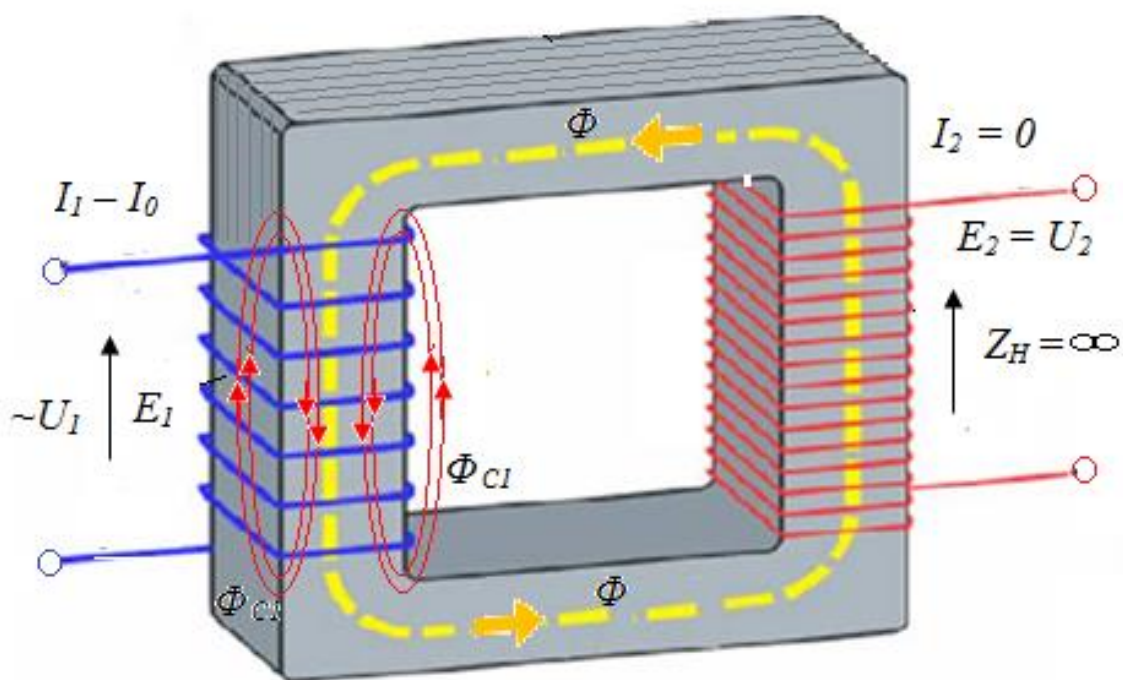
2) normal sharoitda yuklama bilan ishlashi;

3) ishlab turgan transformatorning chulg'amlari qisqa tutashib qolganda yoki elektr tarmog'i qisqa tutashganda, laboratoriya sharoitida qisqa tutashish tajribasi o'tkazilayogganda qisqa tutashish rejimida ishlashi mumkin.

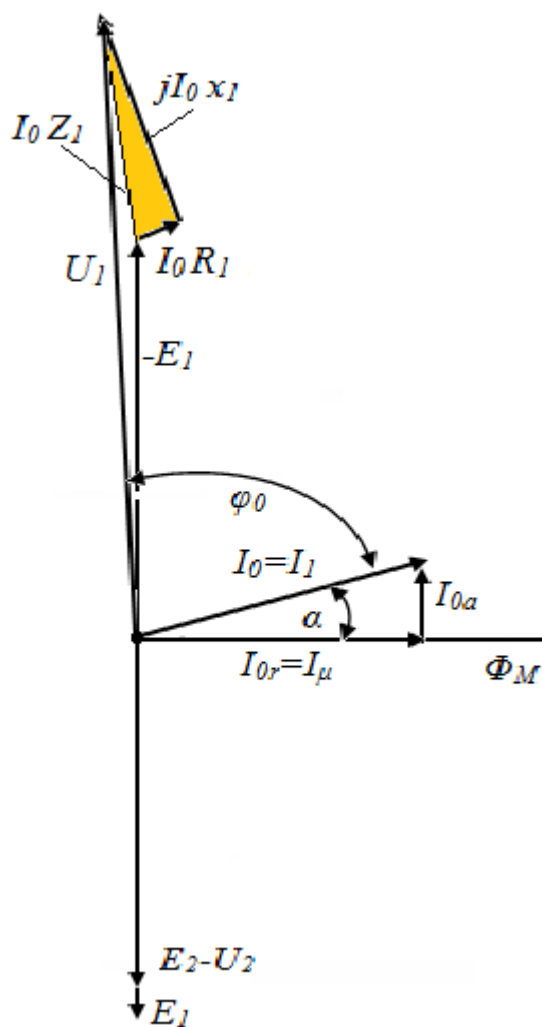
Amalda kuch transformatorlari doimo yuklama bilan ishlaydi. Quyida transformatorning turli sharoitlarda ishlashini ko'rib chiqamiz.

Transformatorning salt ishlashi. Agar transformatorning birlamchi chulg'ami sinusoidal kuchlanish ($i = U_{lm} \cdot \sin \omega t$) ga ulansa, lekin ikkilamchi chulg'am qismalariga iste'molchi ulanmasa, bunda transformator salt ishlaydi. Bunda transformatorning ikkilamchi chulg'ami qismalari ochiq holda qoladi, ya'ni ikkinchi chulg'am toki $I_2 = 0$ bo'ladi (3.1.–rasm).

Transformatorning salt ishlashi o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan ferromagnit o'zakli g'altakning ishlashidan farq qilmaydi. Transformator salt ishlaganda uning birlamchi chulg'am toki I_1 salt ishlash toki deyiladi. Salt ishlash tokini I_0 bilan belgilaymiz, ya'ni bunda $I_1 = I_0$ bo'ladi. [1,2]



4.1.4-rasm. Transformatorning salt ishlash sxemasi.



4.1.5-rasm. Salt ishlash rejimi uchun tok va kuchlanishlar vektor diagrammasi.

Transformator salt ishlaganda birlamchi chulg'am toki, ya'ni salt ishlash toki I_0 birlamchi chulg'amning magnitlovchi kuchi $I_0 w_1$ ni hosil qiladi. Bu magnitlovchi kuch transformatorning asosiy magnit oqimi F ni hosil qiladi. Asosiy magnit oqimning maksimal qiymatini magnit zanjiri uchun Om qonuni asosida quyidagicha aniqlanadi:

$$\Phi_m = \sqrt{2} \left(\frac{I_0 w_1}{R_m} \right) \quad (4.1.20)$$

bu erda R_t - transformator ferromagnit o'zagining magnit qarshiligi.

Magnitlovchi kuch $I_0 \cdot w_1$ asosiy magnit oqimi F ni hosil qiladi. Magnit oqimining qiymati U_1 ($U_1 \approx E_1$) birlamchi chulg'am o'ramlari soni w_1 ga va chastotaga bog'liq bo'ladi, ya'ni $\Phi_m = \frac{E_1}{4,44w_1f}$. Magnit oqimi

transformator chulg'amlarida E_1 va E_g asosiy va sochilma EYUK E_{s1} ni hosil qiladi. Oqimning bir qismi qisman birlamchi chulg'am o'ralgan sterjen (o'zak) va havo bilan qurshaladi. Bu oqimni birlamchi chulg'amning sochilma oqimi deyiladi va F_{s1} bilan belgilanadi. Sochilma magnit oqimining qiymati juda kichkina bo'ladi, asosiy magnit oqimi F ning bir necha protsentinigina tashkil qiladi. Sochilma magnit oqimi birlamchi chulg'amda sochilma EYUK E_{s1} ni hosil qiladi. Sochilma EYUK ning qiymati birlamchi chulg'amning sochilma induktiv qarshiligida kuchlanish pasayishi bilan e'tiborga olinadi, ya'ni $E_{s1} = -jI_2 = \mathbb{I}_2 I_0 x_1$. Transformator salt ishlaganda ikkilamchi chulg'am kuchlanishi (U_2) ikkilamchi chulg'am EYUK E_g ga teng bo'ladi, ya'ni $I_2 = \mathbb{I}_2$.

Salt ishlash sharoitida transformatorga tarmoqdan beriladigan kuchlanish, asosan, birlamchi chulg'amda hosil bo'ladigan o'zinduksiya EYUK E_1 bilan hamda juda oz qismi, birlamchi chulg'amning aktiv va induktiv qarshiliklarida kuchlanishning pasayishi ($M_0 R_1$ va $jM_0 x_1$) bilan muvozanatlashadi. SHunday ekan, transformatorning salt ishlashi uchun EYUK lar va toklar tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} \mathbb{I}_1 &= (I_1) + j I_0 x_1 + M_0 R_1 \\ \mathbb{I}_2 &= I_2, \\ M_1 &= M_0 \end{aligned} \right\} \quad (4.1.21)$$

Endi transformatorning salt ishlash rejimi uchun vektor diagrammasini quramiz. Vektor diagrammani qurishda vektorning uchi va oxiri tushunchasi kiritiladi. Odatda, vektorning yoʻnalishini koʻrsatuvchi tomoni uning oxiri, vektor boshlanadigan nuqta uning boshi deb qabul qilingan. Vektor diagrammani qurishdan oldin unda qatnashuvchi kattaliklar uchun masshtab tanlanadi.

Salt ishlash rejimi uchun vektor diagramma qurishni asosiy magnit oqimi F_t ning vektorini tanlangan masshtabda biror O nuqtadan istalgan yoʻnalishda, masalan, gorizontaal yoʻnalishda chizamiz (3.2.–rasm).

Transformatorlarning salt ishlash toki birlamchi chulgʻamning nominal tokiga nisbatan juda kichkina boʻladi va amalda nominal tokning 2 ... 10% idan oshmaydi.

Salt ishlash toki ikki qismdan iborat boʻladi: salt ishlash tokining reaktiv qismi I_{Or} va salt ishlash tokining aktiv qismi I_{Oa} . Salt ishlash tokining reaktiv qismi transformatorning ferromagnit oʻzagida uning magnit oqimini hosil qiladi. SHuning uchun ham tokning bu qismini koʻpincha magnitlovchi tok (I_a) deyiladi. Magnitlovchi tok salt ishlash tokining asosiy qismini tashkil qiladi. Magnitlovchi tokning qiymati transformatorning magnit zanjirini hisoblash yoʻli bilan aniqlanadi. Vektor diagrammada esa bu tokning (yaʼni, I_{Or} yoki I_a) vektori magnit oqimi vektori yoʻnalishida chiziladi.

Transformator ishlashi uchun salt ishlash rejimida oʻzgaruvchan tok manбайдan qandaydir aktiv quvvatni qabul qiladi. Bu quvvat, asosan, magnitlanish protsessiga sarflanadi. Ferromagnit oʻzakda magnit oqimi doimo oʻzgarib turganligi uchun bu aktiv quvvat qayta magnitlanishga (gisterezisga) hamda uyurma toklar hosil boʻlishiga sarflanadi. Bu quvvat transformatorning poʻlatida sarflanadigan yoki isrof boʻladigan quvvat deyiladi. Salt ishlash quvvati, taxminan poʻlatda isrof boʻladigan quvvatga teng, yaʼni $R_0 = \Delta r_p$ boʻladi. Poʻlatda isrof boʻladigan quvvat qancha katta boʻlsa, salt ishlash tokining aktiv qismi ham shuncha katta boʻladi. Agar ferromagnit oʻzak kalinligi 0,35 ... 0,5 mm boʻlgan ayrim plastinkalardan yigʻilsa va chastota 50 Gs boʻlganda I_{Oa} salt ishlash toki I_0 ning koʻpi bilan 10% ini tashkil qiladi. I_{Oa}

ning qiymati gisterezis va uyurma toklar ta'sirida sarflanadigan aktiv quvvat qiymati bilan aniqlanadi. Salt ishlash tokining aktiv qismi M_0 ning vektori fazasi bo'yicha I_{or} vektoridan 90° oldinda keladigan qilib chiziladi. Bunda salt ishlash toki I_0 ning vektori I_{oa} va I_{op} vektorlarining geometrik yig'indisi bilan aniqlanadi. Vektor diagrammadan I_0 ning effektiv qiymatini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$I_0 = \sqrt{I_{oa}^2 + I_{op}^2} \quad (4.1.23)$$

Demak, I_0 vektori magnit oqimi F_t vektoridan α burchakka oldinda keladigan bo'ladi. α burchak magnitaviy orqada qolish burchagi deyiladi.

Asosiy magnit oqimi birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarda E_1 va E_2 EYUK ni hosil qiladi. Ilgari aytilganidek, bu EYUK nimg vektorlari fazalari jihatidan magnit oqimi vektorlaridan 90° orqada keladigan qilib chiziladi. Transformatorga elektr tarmog'idan beriladigan III , kuchlanish vektorini aniqlash uchun birlamchi chulg'am uchun EYUK tenglamasiga murojaat qilamiz. Bunda $(-I_1)$ vektor mikdor jihatidan I_1 , vektorga teng va yo'nalishi jihatdan unga qarama qarshi chiziladi. Birlamchi chulg'amning aktiv qarshiligida kuchlanish pasayishi, ya'ni $M_0 R_1$ vektor $(-I_1)$ vektor oxiridan M_0 vektor yo'nalishida chiziladi. CHulg'amning induktiv qarshiligida kuchlanish pasayishi, ya'ni $jI_0 x_1$ vektor fazasi jihatidan M_0 vektordan 90° oldinda qilib chiziladi. Bu vektor $M_0 R_1$ vektor oxiridan M_0 vektorga tik qilib chiziladi. $M_0 R_1$ va $jI_0 x_1$ vektorlarning geometrik yig'indisi birlamchi chulg'amning to'la qarshiligida kuchlanish pasayishi, ya'ni $I_0 z_1$ vektorni beradi. SHunday qilib, diagrammada birlamchi chulg'amning aktiv, induktiv va to'la qarshiliklarida kuchlanishlar pasayishi uchburchagini hosil qilamiz (16-rasm). CHulg'am qarshiliklari va ulardagi kuchlanish pasayishi juda kichkina bo'lgani uchun vektor diagrammada bu uchburchak juda kichkina bo'ladi.

Transformatorga tarmoqdan beriladigan kuchlanish III_1 vektori $(-Y_0 I_1)$ va $I_0 z_1$ vektorlarning yig'indisi bilan aniqlanadi yoki vektor $I_0 x_g$ uchini nuqta 0 bilan tutashtirib III_1 vektorni olamiz.

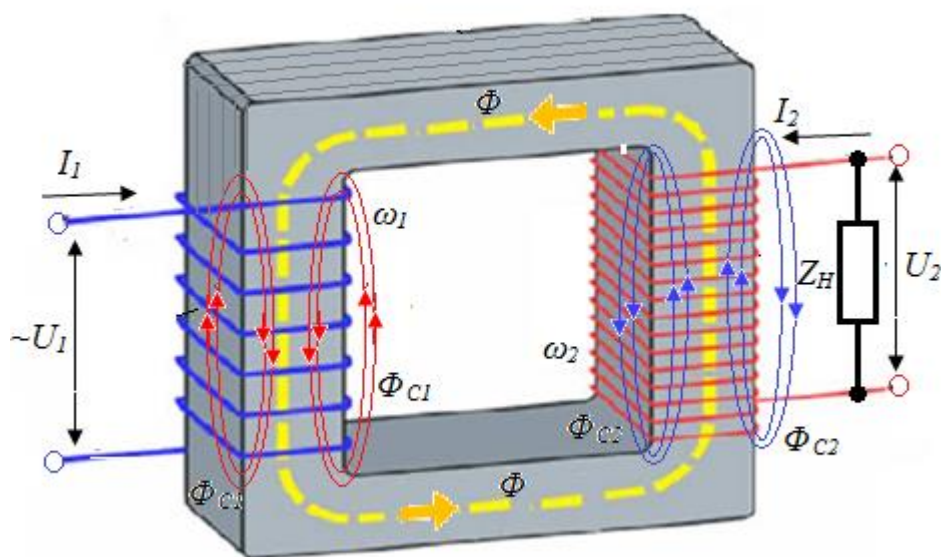
Transformator salt ishlaganda uning ikkilamchi chulg‘amidan olinadigan foydali quvvat (R_2) nolga teng. Lekin transformator ishlashi uchun tarmoqaan qandaydir quvvat qabul qiladi. Bu quvvat salt ishlash quvvati (R_0) deyiladi. Salt ishlash quvvati magnitlanish protsessiga sarflanadigan quvvatdan (bu haqda yuqorida aytib o‘tildi) hamda birlamchi chulg‘amdan tok o‘tganda uning aktiv qarshiligida issiqlik energiyasiga aylanadigan quvvat ($M^2_0R_1$) dan iborat. Salt ishlash toki I_0 va chulg‘amning aktiv qarshiligi kichkina bo‘lganligi uchun birlamchi chulg‘amda issiqlikka aylanadigan quvvat ($M^2_0R_1$) miqdori juda ozgina bo‘ladi; shuning uchun hisoblashlarda ko‘pincha u e‘tiborga olinmaydi. Bu sharoitda tarmoqdan olinadigan quvvat faqat magnitlanish protsessida ($\Delta p_{gis} + \Delta p_{uyu}$) sarflanadi deyilsa bo‘ladi. Lekin aslida:

$$R_0 = \Delta p_{gis} + \Delta p_{uyu} + M^2_0R_1 \quad (4.1.24)$$

Salt ishlash quvvati R_0 ning qiymati, transformatorning salt ishlash parametrlari va boshqalar salt ishlash tajribasidan aniqlanadi. [1,2]

Transformatorning yuklama bilan (normal sharoitda) ishlashi.

Dastlab yuklamali transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlari uchun EYUK tenglamasini aniqlaymiz.



4.1.6-rasm. Yuklama bilan ishlayotgan transformatorida sochilma oqimlar.

Transformatorning ikkilamchi chulg‘ami qismalariga iste‘molchi, ya‘ni yuklama ulanganda uning birlamchi chulg‘amidan I_1 va ikkilamchi

chulg'amidan I_2 tok o'tadi. Bu toklar hosil qilgan magnitlovchi kuchlar ($I_1 w_1$, va $I_2 w_2$) birgalikda transformatorning asosiy magnit oqimi F ni hosil qiladi. Asosiy magnit oqimi asosan transformatorning po'lat o'zagi orqali tutashadi (4.1.6-rasm). Ayni vaqtda bu toklar har bir chulg'am atrofida qisman o'zak va havo orqali tutashadigan F_{s1} va F_{s2} sochilma oqimlarni ham hosil qiladi. Bu erda F_{s1} — birlamchi chulg'am va havo orqali tutashadigan sochilma magnit oqimi; F_{s2} — ikkilamchi chulg'am va havo orqali tutashadigan sochilma magnit oqimi. Sochilma oqimlar ham vaqt birligi ichida o'zgarganligi uchun bu oqimlar ilashgan o'ramlarda qo'shimcha, ya'ni sochilma EYUK hosil qiladi. Sochilma oqimlar ta'sirida hosil bo'ladigan EYUK sochilma EYUK deyiladi. Sochilma EYUK ni E_{s1} va E_{s2} bilan belgilaymiz. Sochilma EYUK ham o'zinduksiya EYUK dir. Ularning qiymati (3-4) formula yordamida aniqlanishi mumkin, ya'ni

$$E_{s1} = 4,44 w_1 f F_{s1}, \quad (4.1.25)$$

$$E_{s2} = 4,44 w_2 f F_{s2} \quad (4.1.26)$$

Elektr yurituvchi kuchlar E_{s1} , va E_{s2} ni I_1 va I_2 toklar hosil qiladigan va shu EYUKni kompensatsiyalovchi reaktiv kuchlanish pasayishlari bilan almashtirish ancha qulaylik tug'diradi, ya'ni ularning qiymati chulg'amlarning induktiv qarshiliklarida kuchlanish pasayishi bilan aniqlanadi:

$$E_{s1} = - j M_1 x_1, \quad (4.1.27)$$

$$E_{s2} = - j M_2 x_2, \quad (4.1.28)$$

bu erda x_x va x_2 - sochilma oqimlar ta'sirida vujudga keladigan birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning induktiv qarshiliklari. Harflar ustiga qo'yilgan nuqta ularning vektor qiymatini bildiradi.

Sochilma EYUK reaktiv xarakterga ega bo'ladi. ($-j$) ko'paytuvchisi esa sochilma EYUK I_1 va I_2 toklarga nisbatan 90° orqada qolishini ko'rsatadi.

SHunday qilib, transformatorning har bir chulg'amida, aynan bir vaqtda, asosiy EYUK va sochilma oqimlar hosil qiladigan sochilma EYUK hosil bo'ladi. Oldin aytib o'tilganidek, birlamchi chulg'amda hosil bo'ladigan I_1 elektr yurituvchi kuchi o'zinduksiya EYUK bo'lib, uning yo'nalishi transformatorga tarmoqdan beriladigan kuchlanish U_1 yo'nalishiga teskari, qiymati esa tarmoq kuchlanishi qiymatiga, deyarli teng bo'ladi. Tarmoq

kuchlanishining ozgina qismi birlamchi chulg‘amning aktiv va induktiv qarshiliklarida kuchlanish pasayishiga sarflanadi. Transformator nominal yuklama bilan ishlaganda birlamchi chulg‘amning aktiv va reaktiv qarshiliklarida kuchlanish pasayishi tarmok kuchlanishining taxminan 2,5..,5% ni (salt, ya’ni yuklamasiz ishlaganda esa U_1 ning 0,125 .. . 0,25% ni) tashkil qiladi.

Birlamchi chulg‘amga tarmoqdan beriladigan kuchlanish U_1 vaqtning har bir momentida shu chulg‘amda hosil bo‘ladigan barcha EYUK lar yig‘indisi bilan muvozanatlashadi. Kirxgofning ikkinchi qonuni asosida transformatorning birlamchi chulg‘ami uchun EYUK lar tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\mathcal{I}_1 + I_1 + I_{cl} = M_1 R_1 \quad (4.1.29)$$

yoki

$$\mathcal{I}_1 = (- I_1) - I_{cl} + M_1 R_1$$

yoki bu tenglamadagi sochilma EYUK ni sochilma induktiv qarshilikdagi kuchlanish pasayishi bilan ifodalasak:

$$\mathcal{I}_1 = (- I_1) - jM_1 x_1 + M_1 R_1 \quad (4.1.30)$$

bu erda: $M_1 R_1$, va $M_1 x_1$ - birlamchi chulg‘amning aktiv va induktiv qarshiliklaridagi kuchlanish pasayishi.

Transformatorning chulg‘amlari solishtirma qarshiliklari kichkina bo‘lgan (ko‘pincha mis yoki alyuminiy) simlardan o‘raladi. SHuning uchun chulg‘amning aktiv qarshiligida kuchlanish pasayishi YO_1 qiymatiga nisbatan juda kichkina bo‘ladi shuningdek, transformatorning sochilma induktiv qarshiliklari va, demak, mos holda ularda kuchlanish pasayishi ham juda kichkina bo‘ladi. SHuning uchun taqribiy hisoblashlarda chulg‘amning aktiv va induktiv qarshiliklarida kuchlanish pasayishi e’tiborga olinmasa ham bo‘ladi. U holda tarmoqdan, transformatorning birlamchi chulg‘amiga beriladigan U_1 kuchlanish shu chulg‘amda hosil bo‘ladigan asosiy EYUK I_1 bilan, taxminan muvozanatlashadi, ya’ni

$$\mathcal{I}_1 \cong (- I_1) \quad (4.1.31)$$

o‘zaro bog‘lanishini keyinroq tushuntiramiz. Qisqa qilib aytganda, transformatorning ikkilamchi chulg‘ami toki I_2 ning har qanday o‘zg‘arishi, mos holda uning birlamchi chulg‘ami toki I_1 ning o‘zgarishiga sabab bo‘ladi. Po‘lat o‘zakda hosil bo‘ladigan asosiy magnit oqimining qiymati ikkilamchi chulg‘amga ulanadigan yuklama qiymatiga qarab juda oz (7... 8%) o‘zgarishi transformatorga xos xususiyatdir. Demak, transformatorning magnit oqimi salt ishlash holatidan yuklamasi nominal qiymatgacha o‘zgarganda deyarlik o‘zgarmas ekan.

Transformatorning qisqa tutashish sharoitida ishlashi

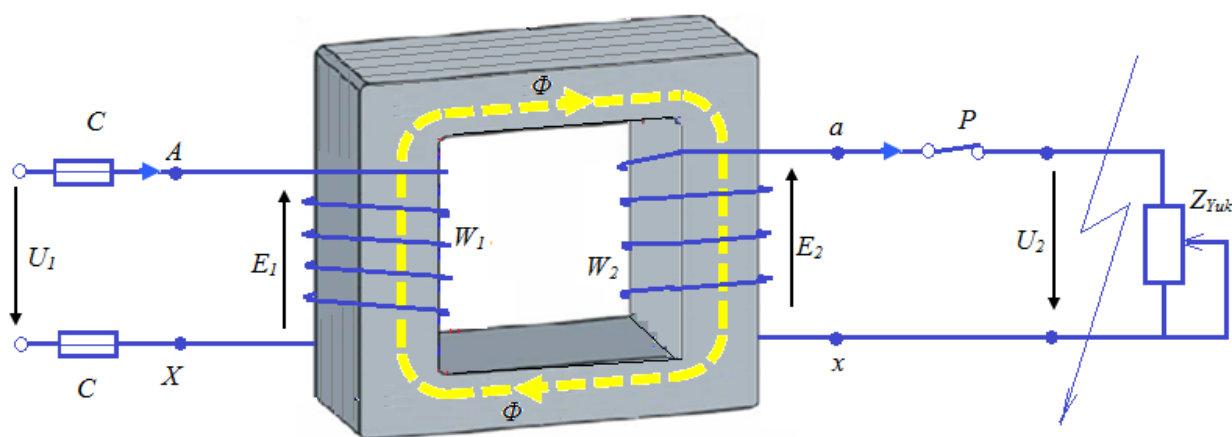
Transformator normal yuklama bilan uzoq yillar ishlashga mo‘ljallab tayyorlanadi. O‘ta yuklama bilan uzoq vaqt ishlay olmaydi, chunki bunda uning birlamchi va ikkilamchi chulg‘am toklari nominal qiymatdan ortib ketadi, bu sharoitda transformator tez qiziydi va hatto ishdan chiqishi ham mumkin. Lekin amalda shunday hollar ham bo‘ladiki, ikkilamchi chulg‘am qismlari yoki iste‘molchilar tarmog‘i qisqa tutashib qolishi natijasida transformator qisqa muddat qisqa tutashish sharoitida ishlaydi (3.4.–rasm). Boshqacha aytganda, transformatorning ikkilamchi chulg‘ami qismlari qisqa tutashtirilib uning birlamchi chulg‘amiga kuchlanish U_1 berilsa, transformator qisqa tutashish sharoitida ishlaydi va tez ishdan chiqadi. Bunda iste‘molchining qarshiligi $z_n = 0$ bo‘lgani uchun ikkilamchi chulg‘am toki I_2 juda katta bo‘ladi. Ikkilamchi chulg‘am kuchlanishi esa $U_2 = I_2 \cdot z_p = 0$ bo‘ladi. Transformator bunday sharoitda ishlay olmaydi. chunki bu sharoitda birlamchi va ikkilamchi chulg‘am toklari ularning nominal qiymatlaridan 8 ... 25 baravar yoki undan ortiq ko‘payib ketadi. Qisqa tutashish sharoitida birlamchi va ikkilamchi chulg‘amdan o‘tadigan toklar qisqa tutashish toklari deyiladi va I_{1q} , I_{2q} bilai belgilanadi. Katta qisqa tutashish toklari chulg‘amlarni tez qizdirib yuboradi. ularning izolyasiyalarini buzadi. Bundan tashqari, qisqa tutashish toklari chulg‘amlarda shunday elektrodinamik kuchlar hosil qiladiki, bu kuchlar ta‘sirida transformator buziladi va hatto portlab ketishi ham mumkin. Nominal kuchlanishda qisqa tutashish tokining qiymati:

$$I_{\kappa\sqrt{2}} = \frac{100 \cdot \sqrt{2}}{U_{\kappa\%}} \cdot I_n \quad (4.1.36)$$

bilan aniqlanadi.

Bu erda $U_{k\%}$ — qisqa tutashish kuchlanishi.

SHuning uchun har bir transformator boshida ancha mustahkam va pishiq tayyorlanishi lozim. SHu bilan birga ishlatilayotganda chulg‘amlarda tokning ko‘payib keti shidan, ya’ni qisqa tutashish toklaridan saqlash uchun transformatorlar maxsus sezgir saqlagich apparatlar bilan jihozlanishi lozim. Sezgir saqlagich apparatlar qisqa tutashish sharoiti vujudga kelishi bilan transformatorni elektr tarmog‘idan juda qisqa (0,5 s va undan ham kam) [1,2]



4.1.7-rasm. Transformatorning qisqa tutash sharoitida ishlashi.

vaqt ichida uzib qo‘yadi va uni buzilishdan saqlaydi. Agar saqlagich apparatlar ishlamay qolsa, transformator butunlay ishdan chiqadi. SHunday qilib, qisqa tutashish sharoiti transformator uchun juda xavfli avariya sharoitidir.

Nazorat savollari:

1. Transformatorlar qanday maqsadlarda qo‘llaniladi?
2. Bir fazali transformatorlarning konstruktiv tuzilishi
3. Bir fazali transformatorlarning ishlash tamoili.
4. Uch fazali transformatorlarning konstruktiv tuzilishi
5. Uch fazali transformatorlarning ishlash tamoili.
6. Qanday maxsus transformatorlarni bilasiz?

IV bob.

4.2. Transformator chulgʻamlarini ulash guruxlari. Transformatorlarning parallel ishlashi

Reja:

- 4.2.1. Transformator chulgʻamlarini ulash guruxlari, uning sxemasi va vektor diagrammalari.
- 4.2.2. Transformatorlarning parallel ishlashi. Parallel ishlash shartlari va ularni taxlil qilish.

4.2.1. Transformator chulgʻamlarini ulash guruxlari, uning sxemasi va vektor diagrammalari.

Umumiy tushunchalar. Uch fazali uch sterjenli transformatorlarda ayrim fazalarning birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlari bitta sterjenga oʻraladi. Uch fazali transformatorlarda uchta birlamchi (yuqori kuchlanish) va uchta ikkilamchi (past kuchlanish) chulgʻam boʻladi. Yuqori kuchlanish chulgʻamlarining bosh uchlari “A”, “V”, “S” va oxirgi uchlari “X”, “U”, “Z” harflari bilan, past kuchlanish chulgʻamlarining bosh uchlari “a”, “v”, “s” va oxirgi uchlari esa “x”, “u”, “z” harflari bilan belgilanadi (4.2.1– rasm). Agar transformator uch chulgʻamli boʻlsa, uning oʻrtacha kuchlanish chulgʻamlarining bosh uchlari A_r , V_r , S_r va oxirgi uchlari X_r , U_r , Z_r harflari bilan belgilanadi. Uch fazali transformatorning past va yuqori kuchlanish chulgʻamlari, asosan ikki xil usulda ulanadi:

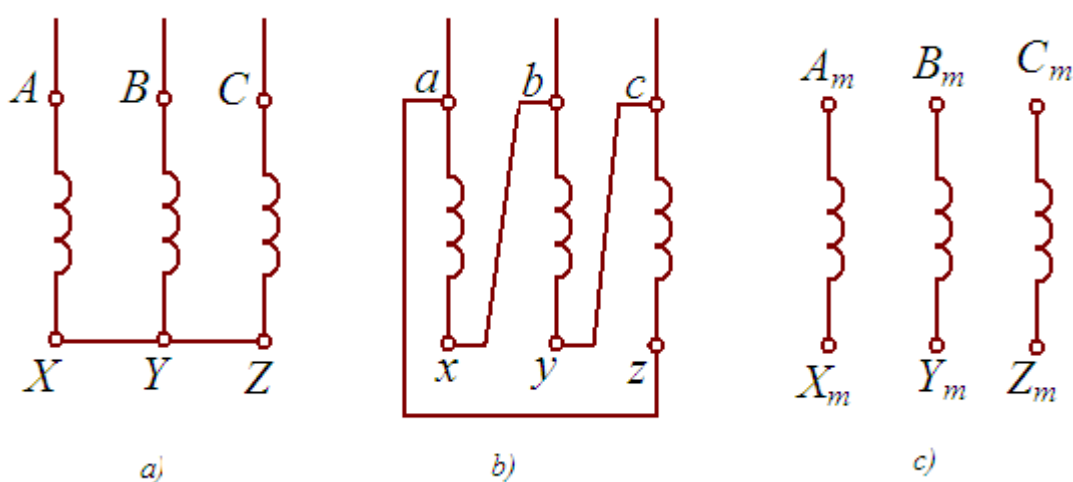
- a) yulduz usulida (4.2.1–rasm, a), shartli belgisi: Y
- b) uchburchak usulida (4.2.1–rasm, b), shartli belgisi: A

Agar transformatorning past yoki yuqori kuchlanish chulgʻamlari yulduz usulida ulangan boʻlsa va uning neytral nuqtasidan nol sim tashqi klemmaga chiqarilsa, bu klemma O harfi bilan belgilanadi. Bunday yulduz usulida ulashning shartli belgisi Υ boʻladi. Uch chulgʻamli transformatorlarda oʻrtacha kuchlanishga tegishli chulgʻamning neytral nuqtasidan chiqarilgan klemma O_r harfi bilan belgilanadi. Uch fazali transformatorning chulgʻamlari yulduz usulida ulanganda: $\dot{U}_r = \sqrt{3}\dot{U}_\phi$; $\dot{I}_r = \dot{I}_\phi$ boʻlishini va uchburchak usulida ulanganda: $\dot{U}_r = \dot{U}_\phi$; $\dot{I}_r = \sqrt{3}\dot{I}_\phi$ boʻlishini esdan chiqarmaslik kerak¹. Uch fazali elektr tarmogʻida ishlaydigan uchta bir fazali transformator chulgʻamlarining uchlari yuqoridagicha belgilanadi hamda past va yuqori kuchlanish chulgʻamlari

ko'rsatilgan usullarda ulanadi. Odatda, uch fazali ikki chulg'amli transformatorning yuqori kuchlanish chulg'ami ulanish usulining shartli belgisi kasr suratida, past kuchlanish chulg'amlarining ulanish usulining shartli belgisi kasr maxrajida ko'rsatiladi. Masalan:

Y/Y , Y/∇ , Y/Δ , Δ/∇ va hokazo.

Uch fazali transformator chulg'amlarining ulanish usullarini amalda to'g'ri bajarish uchun har bir chulg'amning bosh va oxirgi uchlarini aniq belgilab olish lozim.



4.2.1-rasm. Uch fazali transformator chulg'amlarini ulanish usullari.

Uch fazali transformatorlarda chulg'amlarning ulanish usullari texnika-iqtisodiy mulohazalar asosida tanlanadi. Chulg'amlar yulduz usulida ulanganda chulg'amning o'ramlar soni, uchburchak usulida ulanishga qaraganda $\sqrt{3}$ marta kamroq bo'lishiga erishiladi, chunki bunda $U_l = \sqrt{3} U_f$. Kichik quvvatli transformatorlarning chulg'amlari ko'pincha yulduz-yulduz usulida ulanadi. Katta quvvatli transformatorning chulg'amlari odatda, yulduz-uchburchak usulida ulanadi. Bunda yuqori kuchlanish chulg'ami (masalan, yuqori kuchlanishi 35, 110 va 220 kV bo'lganda) yulduz usulida va past kuchlanish chulg'amlari (6,10 kV li) uchburchak usulida ulanadi. [1,4]

Uch fazali transformatorning transformatsiya koeffitsienti, salt ishlash sharoitida, asosan birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar faza kuchlanishlarining nisbati bilan aniqlanadi:

$$K = \frac{U_{AO}}{U_{ao}} = \frac{\omega_{\text{юк}}}{\omega_{\text{ПК}}}. \quad (4.2.1)$$

Umuman, uch fazali transformatorning transformatsiya koeffitsientini ikki usulda aniqlash mumkin: a) fazali transformatsii koeffitsienti: yuqori kuchlanish chulg'aming faza kuchlanishini past kuchlanish chulg'ami faza kuchlanishiga nisbati yoki yuqori va past kuchlanish chulg'amlarining o'ramlari soni nisbati bilan aniqlanadi, ya'ni:

$$K_{\phi} = \frac{U_{\phi, \text{юк}}}{U_{\phi, \text{ПК}}} = \frac{\omega_{\text{юк}}}{\omega_{\text{ПК}}}, \quad (4.2.2)$$

b) salt ishlash sharoitida yuqori va past kuchlanish chulg'amlari liniya kuchlanishlarining nisbati bilan ham aniqlash mumkin, ya'ni

$$K_{\text{л}} = \frac{\dot{U}_{AB}}{\dot{U}_{ab}}; \quad (4.2.3)$$

Y/Υ va Δ/Δ ulanish sxemalari uchun fazali kuchlatsishlar bo'yicha va liniya kuchlanishlari bo'yicha transformatsiya koeffitsientlari o'zaro teng, ya'ni: $K_1 = K_f$.

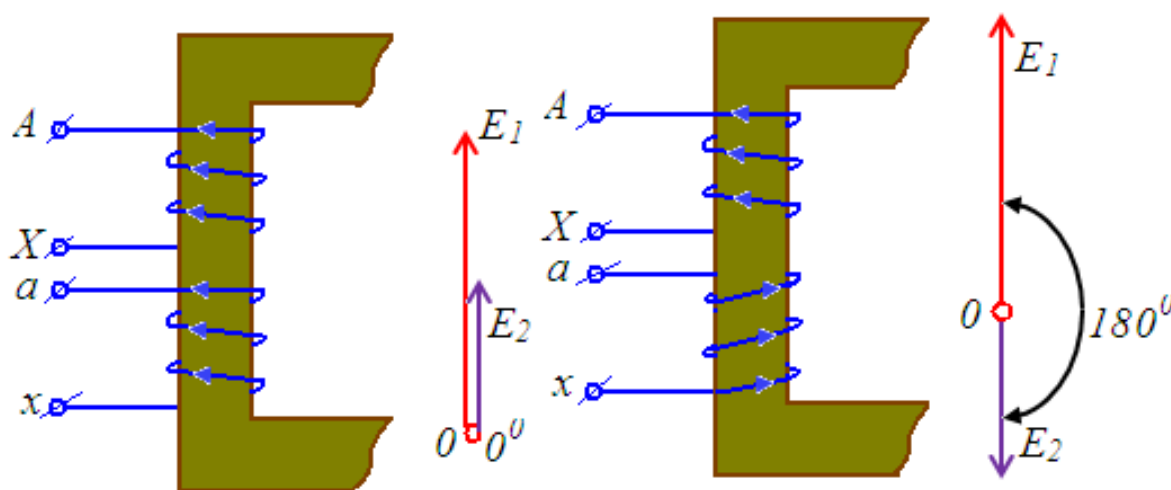
Y/Δ ulanish sxemasi uchun $K_1 = \sqrt{3} K_f$ va Δ/Y sxemasi uchun $K_{\text{л}} = \frac{K_{\phi}}{\sqrt{3}}$ bo'ladi.

Bir fazali transformatorning turli ish sharoitlari (masalan, salt ishlashi va yuklama bilan ishlashi) uchun qurilgan vektor diagrammalarda transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarida hosil bo'ladigan E_1 va E_2 EYuK lar vektorlarining yo'nalishi bir xil deb olingan edi. Haqiqatda esa ular yo bir tomonga yoki qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Ularning qanday yo'nalganligi transformator chulg'amlarining ulanish gruppalari bilan aniqlanadi.

Bir va uch fazali transformator chulg'amlarining ulanish guruhi yoki \dot{E}_1 va \dot{E}_2 vektorlarning bir-biriga nisbatan qanday yo'nalganligi birinchidan, birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarni o'rash yo'nalishiga; ikkinchidan, chulg'amlarning bosh va oxirgi uchlarini (qismlarini) qanday belgilanishiga bog'liqdir.

Oldin bir fazali transformator chulg'amlarining ulanish guruhini aniqlaymiz. Agar bir transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari sterjenlarga

bir xil yoʻnalishda oʻralsa va ularning bosh va oxirgi uchlari bir xilda ifodalansa (4.2.2.–rasm, *a*), EYUK lar E_1 va E_2 ning vektorlari bir tomonga yoʻnalgan boʻladi, yaʼni ular orasida siljish burchagi nolga teng. Agar transformatorning ikkilamchi chulgʻami uning birlamchi chulgʻamiga nisbatan teskari tomonga oʻralsa yoki ikkilamchi chulgʻam uchlari teskari ifodalansa (masalan, bosh uchi «x» bilan; oxirgi uchi «a» bilan), E_1 va E_2 vektorlar qarama–qarshi yoʻnaladi, yaʼni vektorlar orasida siljish burchagi 180° boʻladi (4.2.2.–rasm, *b*).



4.2.2-rasm. Transformatorning ikkilamchi chulgʻami uning birlamchi chulgʻamiga nisbatan teskari tomonga oʻralgan xolat.

Chulgʻamlarning ulanish guruhi birlamchi va ikkilamchi chulgʻam EYUK larining vektorlari orasidagi siljish burchagiga qarab aniqlanadi. Odatda, chulgʻamlarning ulanish guruhini aniqlashda soat siferblatidagi raqamlardan foydalaniladi. Soat siferblatidagi raqamlar orasidagi burchak 30° ga teng. Ulanish guruhlari ham 30° ga boʻlinadigan graduslarda (masalan, 60° , 150° , 210° , 270° va hokazo) aniqlanadi. Ulanish guruhini aniqlashda birlamchi chulgʻam EYUK ining vektorlari soatning katta, yaʼni minut strelkasi bilan belgilanadi. Soatda minut strelkasi doim 12 raqamida turadi deb qabul qilinadi. Ikkilamchi chulgʻam EYUK ining vektorlari soatning kichik, yaʼni soat strelkasi bilan belgilanadi va chulgʻamlarning ulanish guruhlariga qarab bu strelka 1 dan 12 gacha boʻlgan turli raqamlarni koʻrsatishi mumkin. SHunday qilib soat kichik strelkasining uning minut strelkasiga nisbatan holati ikkilamchi chulgʻam

EYUK vektorining birlamchi chulg'am EYUK vektoriga nisbatan holatini aniqlaydi.

Bir fazali transformatorlarda chulg'amlarining ulanish guruhi ikki xil bo'ladi. Masalan, 4.2.2-rasm, *a* da birlamchi chulg'am EYUK ning vektori 12 raqamini ko'rsatsa, ikkinchi chulg'am EYUK ning vektori ham 12 ni ko'rsatadi. Bu holda transformatorning ulanish guruhi 12 yoki 0 gruppaga bo'ladi. Bu shartli ravishda 1/1-12 yoki 1/1-0 bilan belgilanadi.

4.2.2-rasm, *b* da ikkilamchi chulg'am birlamchi chulg'amga nisbatan teskari o'ralgan, bunda EYUK lar orasidagi siljish burchagi 180° bo'ladi. Bu holda E_1 vektori 12 raqamini ko'rsatsa, E_2 vektori 6 ni ko'rsatadi. Bunda transformator chulg'amlarining ulanish guruhi 6 bo'ladi va shartli belgi 1/1-6 bilan ko'rsatiladi. Shunday qilib, bir fazali transformatorlarda ikkita ulanish guruhi 12 yoki 0 va 6-gruppalar bo'lar ekan. Agar shu rasmdagi transformator ikkilamchi chulg'amining bosh va oxirgi uchlari teskari ifodalansa, chulg'amlarning ulanish guruhi yana 12-gruppaga bo'ladi.

Uch fazali transformatorlarda chulg'amlarning ulanish guruhi, yuqorida keltirilgan ikki shartdan tashqari, chulg'amlarning ulanish sxemalariga ham bog'liq bo'ladi. Uch fazali transformatorlarda ulanish guruhlarini 12 xil, ya'ni 1 dan 12 gacha (yoki 30° dan 360° gacha) bo'lishi mumkin. Uch fazali transformatorlarda chulg'amlarning ulanish guruhlarini birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarga tegishli bir xil liniya kuchlanishlari vektorlarining o'zaro siljish burchagini. [4,8]

4.2.2. Transformatorlarning parallel ishlashi. Parallel ishlash shartlari va ularni taxlil qilish.

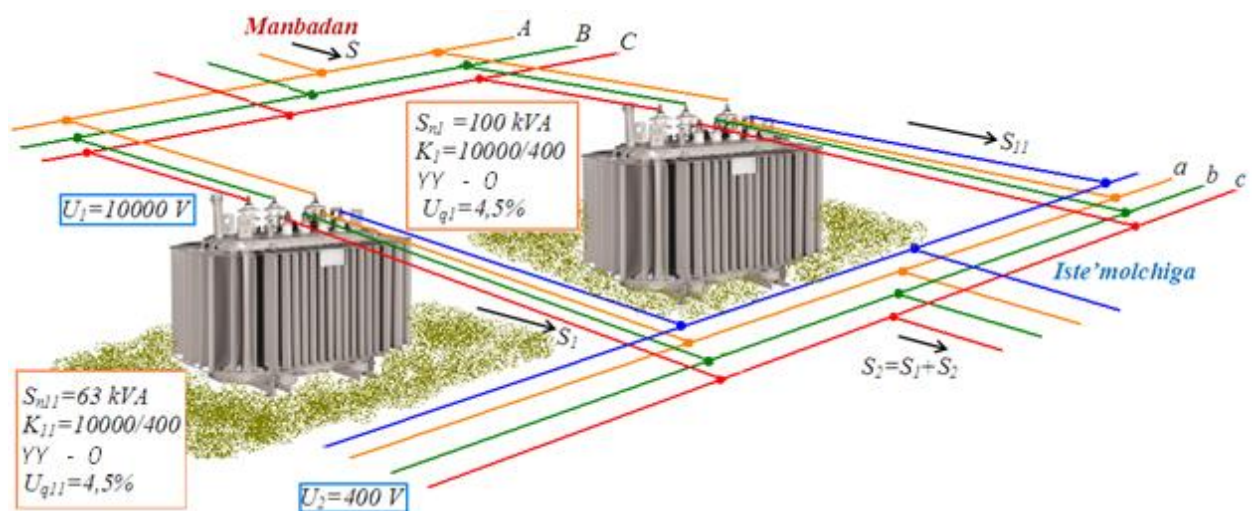
O'rtacha va katta quvvatli korxonalarining har birida elektr energiyasi bilan ta'minlaydigan transformator podstansiyasi bo'ladi. U podstansiyada kuchlanishni pasaytiruvchi transformatorlar o'rnatiladi. Elektr energiyasi korxonaga podstansiyasiga havo yoki kabel liniyasi orqali, elektr stansiyasidan yoki markaziy podstansiyadan ko'pincha 6 yoki 10 kV, ba'zan 35 kV li kuchlanish bilan uzatiladi. Podstansiyada bir yoki bir nechta kuch transformatorlari o'rnatilishi mumkin. Bu transformatorlar yuqori kuchlanishni iste'molchilarning nominal kuchlanishigacha, ya'ni 660 V, ko'pincha 4001230

V gacha pasaytirib beradi. Korxonada bir nechta transformator oʻrnatilgan boʻlishi mumkin, ularning har biri yo oʻzining isteʼmolchisi uchun ishlashi yoki oʻzaro parallel ishlashi mumkin. Transformatorlar parallel ishlaganda ularning birlamchi chulgʻami umumiy tok manbaidan yoki elektr tarmogʻidan energiya oladi va ikkilamchi chulgʻamlari umumiy isteʼmolchini energiya bilan taʼminlaydi (5.1–rasm).

Transformatorlar parallel ishlaganda isteʼmolchilarga beriladigan quvvatning eng katta qiymati ayrim transformatorlarning nominal quvvatlari yigʻindisi bilan aniqlanadi, boshqacha aytganda, ularning nominal quvvatlari oʻzaro qoʻshiladi.

Agar biror korxonada podstansiyasida oldin bitta transformator oʻrnatilgan boʻlsa, vaqt oʻtishi bilan korxonada kengaytirilib yangi sexlar quriladi. Bunda korxonaning umumiy isteʼmolchilarini elektr energiyasi bilan taʼminlash uchun bitta transformatorning quvvati etmay qoladi. Bunday sharoitda ishlab tur–gan transformatorga parallel qilib ikkinchi transformator ulanadi va isteʼmolchilar etarli energiya bilan taʼminlanadi.

Quvvati oʻzgarib turadigan korxonada podstansiyasida bir nechta transformatorlarning parallel ishlashi elektr energiyasining isteʼmolchilar orasida tejimli taqsimlanishini va turli hollarda energiya bilan uzluksiz taʼminlashni yaxshilaydi. Parallel ishlab turgan transformatorlardan birortasi ishdan chiqib qolsa, isteʼmolchilar elektr energiyasiz qolmaydi, ishlab turgan transformatorlar isteʼmolchilarni etarli energiya bilan taʼminlaydi. 4.2.3-rasm.



4.2.3- rasm. Transformatorlarning parallel ishlashi

Energiya iste'mol qilish kamaygan vaqtlarda ba'zi transformatorlar elektr tarmog'idan uzib qo'yiladi. Odatda, korxonada podstantsiyasida o'rnatilgan transformatorlarning ishlash sharoiti nominal sharoitga yaqin bo'ladi. Iste'molchilar quvvatiga qarab parallel ishlaydigan transformatorlar quvvatini aniqlash va ularni ratsional ishlatish elektr energiyasi bilan ta'minlashning foydali ish koeffitsientini oshiradi.

Transformatorlar parallel ulanganda, ular har birining birlamchi chulg'amlari ta'minlovchi tarmoqqa, ikkilamchi esa iste'molchining tarmog'iga ulanadilar. [1,4,8]

Transformatorlarni parallel ulash uchun quyidagi shartlar bajarilishi lozim:

- 1) parallel ulanayotgan transformatorlarning birlamchi nominal kuchlanishlari o'zaro va ikkilamchi nominal kuchlanishlari o'zaro teng bo'lishlari kerak,
- 2) parallel ulanayotgan transformatorlarning ulanish guruhlarini bir xil bo'lishi shart;
- 3) qisqa tutashuv kuchlanishining aktiv va induktiv tashkil etuvchilar o'zaro teng bo'lishlari kerak.

Nazorat savollari

1. Transformatorning transformatsiya koeffitsientini qanday aniqlanadi?
2. Bir fazali transformatorlarning qo'llanish soxalari
3. Uch fazali transformator chulg'amlarining qanday ulanish usullari mavjud?
4. Uch fazali transformatorlarda chulg'amlarning ulanish guruhining shartlari?
5. Transformatorlarni parallel ulash uchun qanday shartlar bajarilishi lozim?

IV bob. 4.3. Maxsus transformatorlar

Reja:

4.3.1. Avtotransformatorlar.

4.3.2. O'lchov transformatorlari, payvandlash transformatorlari, o'zgaruvchan tok chastotasini o'zgartiruvchi transformatorlar va ularning qo'llanilishi.

Umumiy tushunchalar - amalda turli sohalarda juda ko'p xil transformatorlar ishlatiladi. Avtotransformatorlar, bir yoki uch fazali uch

chulgʻamli transformatorlar, oʻlchov transformatorlari, payvandlash transformatorlari, oʻzgaruvchan tok chastotasini oʻzgartiruvchi transformatorlar, fazalar sonini oʻzgartiruvchi transformatorlar, sinov transformatorlari; radio, televidenie, aloqa va avtomatika qurilmalarida ishlatiladigan transformatorlar maxsus transformatorlar hisoblanadi.

4.3.1. Avtotransformatorlar. *Kuchlanishi tekis rostlanadigan transformator (avtotransformator)* – transformatorlarning kuchlanishi koʻpincha pogʻonali rostlanadi. Koʻp hollarda transformator kuchlanishini katta diapazonda juda tekis rostlash talab qilinali. Koʻpincha bu maqsadda chulgʻamning izolyasiyalan-magan tashqi yuzasida sirpanadigan kontakt choʻtkalar ishlatiladi va shu asosda ulanadigan chulgʻam oʻramlarini tekis oʻzgartiriladi. Bu usul kichik quvvatli avtotransformator (LATR) larla qoʻllaniladi.

Katta quvvatli transformator va avtotransformatorlarda kuchlanishni oʻzgartirish uchun oʻram qismi qisqa tutashganda qisqa tutashish tokini chegaralovchi qarshilikli ikkita choʻtka ishlatiladi. Amalda qoʻzgʻaluvchan chulgʻamli yoki qoʻzgʻaluvchan oʻzakli transformatorlar ham qoʻllaniladi.

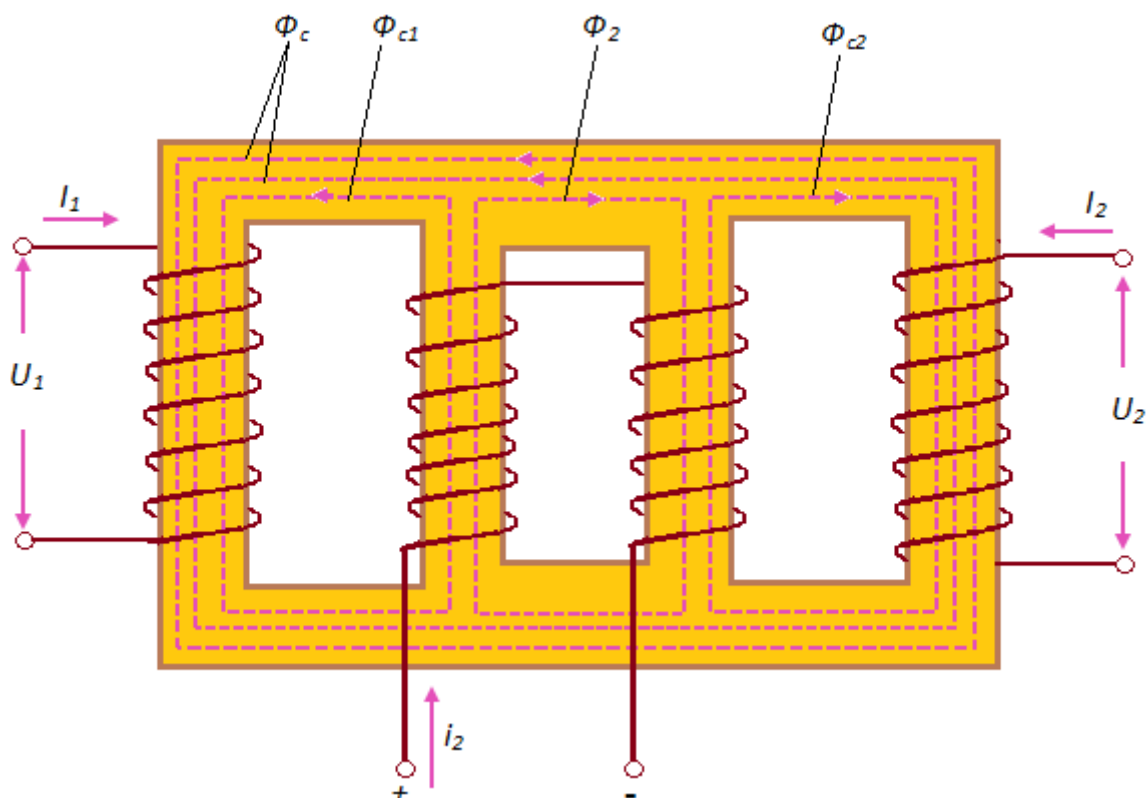
Bunda transformatorning parallel ulangan ikkita birlamchi chulgʻai sterjenning pastida va yuqorisida oʻrnatiladi.

Ikkilamchi chulgʻami esa qoʻzgʻaluvchan oʻzakda oʻrnatiladi. Oʻzak surilganda ikkilamchi chulgʻam bilan qurshaladigan magnit oqimi oʻzgaradi va kuchlanish qiymati $+U_2$ dan (ikkilamchi chulgʻam yuqorida) - U_2 gacha (pastda) juda tekis oʻzgaradi.



4.3.1-rasm. Avtotransformator.

So‘nggi vaqtlarda o‘zgarmas tok bilan qo‘shimcha magnitlanadigan elementli (kuchlanishi tekis rostlanadigan) transformatorlar ishlatilmoqda. Bunday bir fazali transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlari ikkita chekka sterjenlarga o‘rnatiladi (4.3.2– rasm). Sterjenlar orasida magnit shunti bo‘ladi. Magnit shunti ham maxsus po‘latdan yig‘iladi. Magnit shunti chulg‘amlarning elektromagnit aloqasini pasaytiradi, sochilma oqimlar esa ko‘payadi.



4.3.2-rasm. Qo‘shimcha magnitlovchi cho‘lg‘amli bir fazali transformator

Foydali oqim chekka sterjenlar bilan qurshaladi. Agar kichkina magnitlovchi tok e‘tiborga olinmasa, I_1 va I_2 toklar magnit shunti orqali qurshaladigan sochilma oqimlar F_{s1} va F_{s2} ni hosil qiladi. Sochilma oqim katta bo‘lgani uchun chulg‘amlarning induktiv qarshiligida kuchlanish pasayishlari (jI_1x_1 va jI_2x_2) katta bo‘ladi va ikkilamchi kuchlanish ancha kamayadi. Magnit shuntining ikkita sterjenida o‘zgarmas tok manbaiga ulanadigan qo‘shimcha magnitlovchi chulg‘am o‘raladi. O‘zgarmas tok hosil qiladngan magnit oqimi faqat shunt orkali berkiladi. Tok qancha katta bo‘lsa, magnit oqimi ham shuncha katta bo‘ladi, bunda o‘zak kuchliroq to‘yinadi. Natijada F_{s1} va F_{s2} oqimlar kamayadi, bu esa ikkilamchi chulg‘am kuchlanishining ko‘payishiga

olib keladi. O'zgarmas tok qiymatini o'zgartirib, ikkilamchi chulg'am kuchlanishi qiymatini juda tekis o'zgartirish mumkin bo'ladi. [1,8,9]

4.3.2. O'lchov transformatorlari, payvandlash transformatorlari, o'zgaruvchan tok chastotasini o'zgartiruvchi transformatorlar va ularning qo'llanilishi.

O'lchov transformatorlari - Oddiy elektr o'lchov priborlarini to'g'ridan-to'g'ri yuqori kuchlanishli (masalan: 10, 35, 110 kV) va katta tokli (masalan: 200, 400, 600 A va hokazo) zanjirlarga ulash mumkin emas. Yuqori kuchlanish va katta tokni to'g'ridan-to'g'ri o'lchaydigan elektr o'lchov priborlari amalda ishlatilmaydi. SHuning uchun elektr o'lchov priborlari yuqori kuchlanishli va katta tokli zanjirlarga maxsus o'lchov transformatorlari orqali ulanadi. O'lchov transformatorlari elektr o'lchov priborlariniig o'lchash chegaralarini kengaytirish hamda o'lchash zanjirlarini yuqori kuchlanishlardan ajratish uchun ishlatiladi.

O'lchov transformatorlari ikki xil bo'ladi:

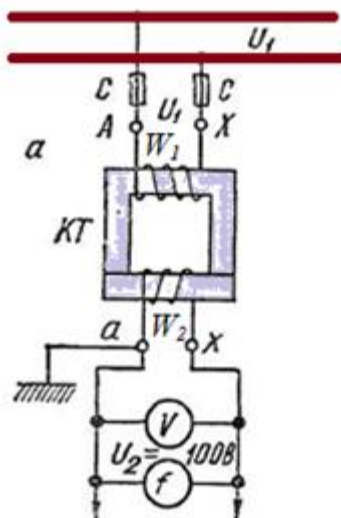
1. Kuchlanish transformatorlari;
2. Tok transformatorlari.

1. **Kuchlanish transformatorlari** o'lchanishi lozim bo'lgan yuqori kuchlanishni o'lchanishi qulay bo'lgan past kuchlanishga, ya'ni 100 V gacha; tok transformatori o'lchanishi lozim bo'lgan katta tokni ulchash qulay bo'lgan kichkina tokka, ya'ni 5 A gacha kamaytirib beradi.

Kuchlanish transformatori po'lat o'zak va ikkita chulg'amdan iborat kichik quvvatli oddiy transformatoridir. Uning o'ramlar soni ko'p bo'lgan birlamchi chulg'ami (qismalari $A - X$) ga o'lchanishi lozim bo'lgan yuqori kuchlanish U_1 beriladi. O'ramlar soni kichik bo'lgan ikkilamchi chulg'amiga ichki qarshiligi katta bo'lgan o'lchov priborlari (masalan, voltmetr, vattmetr yoki schyotchiklarning kuchlanish g'altaklari) parallel ulanadi (10.7-rasm).

Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'am zanjiriga ulanadigan o'lchov priborlarining qarshiliklari katta (masalan, 1000 Om va undan ortiq) bo'lgani uchun bu zanjirda tok juda kichkina bo'ladi. Demak, kuchlanish transformatori oddiy kuch transformatorining salt ishlash sharoitiga yaqin

sharoitda ishlaydi. Kuchlanish transformatorining birlamchi chulg‘amiga turli qiy–matli katta kuchlanish berilganda uning ikkilamchi chulg‘aming kuchlanishi $\dot{U}_2 \cong 100 \text{ V}$ bo‘ladi. Demak, kuchlanish transformatori o‘lchanishi lozim bo‘lgan yuqori kuchlanishni 100 V gacha kamaytirib berar ekan.



4.3.3-rasm. Kuchlanish transformatorining ulanish sxemasi.

Kuchlanish transformatorida tok qiymati juda kichkina bo‘lgani uchun uning chulg‘amlari qarshiligida kuchlanish pasayishini e‘tiborga olmasa ham bo‘ladi. Bunda: $\dot{U}_1 \cong -\dot{E}_1$ va $\dot{U}_2 \cong \dot{E}_2$ bo‘ladi. Kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_k = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{E_1}{E_2} \cong \frac{U_1}{U_2}. \quad (4.3.1)$$

Transformatsiya koeffitsienti transformatorning pasportida ko‘rsatiladi. Ikkilamchi chulg‘amiga 100 V li voltmetr ulanadi. U holda birlamchi (yuqori) kuchlanish quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$\dot{U}_1 = K_k \cdot \dot{U}_2. \quad (4.3.2)$$

Kuchlanish transformatori ishlaganda uning chulg‘amlaridan kichkina tok o‘tib turadi. Bu sharoitda $\dot{U}_1 \neq \dot{E}_1$ va $U_2 \neq E_2$ bo‘ladi. Bunday o‘lchashda xatolikka yo‘l qo‘yiladi. O‘lchashdagi nisbiy xatolik quyidagicha aniqlanadi:

$$f_n = \frac{U_2 \cdot K_k - U_1}{U_1} \cdot 100\% \quad (4.3.3)$$

Kuchlanish transformatorlari ikkilamchi chulgʻaming nominal quvvati 20 . . . 100 VA gacha boradi.

Kuchlanish transformatorining yuqori va past kuchlanish chulgʻamlari umumiy oʻzakda joylashadi. Chulgʻamlar izolyasiyasi buzilsa ikkilamchi chulgʻamda yuqori kuchlanish hosil boʻlishi mumkin, bu xodimlar uchun juda xavflidir. SHuning uchun ikkilamchi chulgʻam qismlaridan biri va transformatorning magnit oʻtkazgichi erga ulab qoʻyilishi kerak. Odatda, 6 kV gacha kuchlanishli transformatorlar quruq transformatorlar hisoblanadi, yaʼni ular havo bilan sovutiladi. Undan ortiq kuchlanishda moy bilan sovutiladigan kuchlanish transformatorlari qoʻllaniladi. Kuchlanish transformatorlari ham bir va uch fazali boʻladi. Uch fazali transformatorning chulgʻamlari yulduz usulida ulanadi. NOM–b, NOM–10, NTM–10 va hokazo markali kuchlanish transformatorlari koʻp ishlatiladi. Kuchlanish transformatorlarining birlamchi chulgʻaming kuchlanishi 380 V dan 400 kV gacha boʻlishi mumkin. [1,9]

2. Tok transformatorlari. Tok kuchini oʻlchashda katta toklarni kamaytirish yoki kichkina toklarni koʻpaytirib berish uchun ishlatiladi. Bu transformatorlar magnit oʻzak va ikkita chulgʻamdan iborat. Birlamchi chulgʻami oʻlchanishi lozim boʻlgan katta tok zanjiriga ketma–ket ulanadi. Uning oʻramlari soni kichkina, koʻpincha, $\omega_1=1$ boʻladi, qismlari L_1 va L_2 harfi bilan belgilanadi. Bu chulgʻam koʻpincha toʻrtburchak qirqimli yoʻgʻon mis simdan oʻraladi. Tok transformatori ikkilamchi chulgʻaming oʻramlar soni koʻp boʻladi. qismlari U_1 va U_2 harfi bilan belgilanadi (10.7.–rasm). Tok transformatorlarining ikkilamchi chulgʻam zanjiriga ichki qarshiligi kichkina (0,05 OM va undan kichik) boʻlgan oʻlchov priborlari (masalan, ampermetr, vattmetr va schyotchiklarning tok gʻaltaklari) ketma–ket ulanadi. Tok transformatorlarida birlamchi chulgʻam toki 0,1 A dan 10000 A gacha boʻlishi mumkin. Ikkilamchi chulgʻamning nominal toki sifatida 5 A tok qabul qilingan.

Ikkilamchi chulgʻam zanjiriga ulangan priborlarning qarshiliklari juda kichkina boʻlgani uchun tok transformatorlari normal sharoitda qisqa tutashish sharoitiga yaqin sharoitda ishlaydi. Ikkilamchi chulgʻam zanjiriga istalgancha koʻp oʻlchov priborlari ulab boʻlmaydi, bunda yuklama koʻpayib ketishi natijasida tok transformatorining aniqligi buziladi. Tok transformatorlarida

yuklama qarshiligi 0,2 ... 2 Om dan ortiq bo'lmashligi kerak. Har bir tok transformatorining pasportida yuklamaning nominal qarshiligi ko'rsatiladi, Tok transformatorida ikkilamchi chulg'amning nominal quvvati 5 Vt dan 100 Vt gacha bo'ladi.

Tok transformatori ishlaganda uning po'lat o'zagida juda kichkina magnit oqimi hosil bo'ladi, bu oqimni hosil qiladigan magnitlovchi kuch ham kichkina bo'ladi.

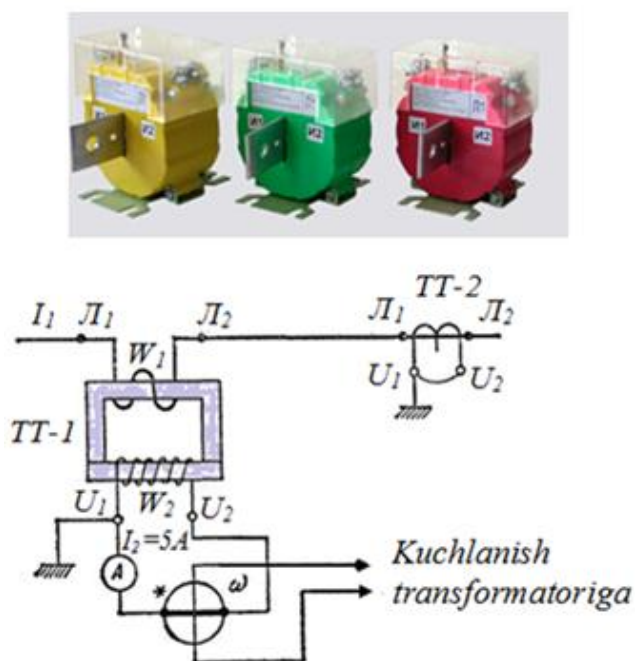
Tok transformatorining transformatsiya koeffitsienti:

$$K_T = \frac{I_1}{I_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}. \quad (4.3.4)$$

Har bir tok transformatori pasportida uning transformatsiya koeffitsienti K_T ko'rsatiladi. Unda birlamchi chulg'am toki:

$$I_1 = K_T \cdot I_2 \quad (4.3.5)$$

Demak, ampermetr ko'rsatayotgan tokni transformatsiya koeffitsientiga ko'paytirib birlamchi chulg'amdan o'tayotgan katta tok qiymatini aniqlash mumkin ekan. Ko'pincha elektr o'lchov priborlari ulangan zanjir yuqori kuchlanishli zanjirdan tok transformatori vositasida ajratiladi. Birlamchi chulg'am izolyasiyasi buzilsa, yuqori kuchlanishning ikkilamchi chulg'am zanjiriga o'tishi juda xavfli.



4.3.4-rasm. Tok transformatorlari va ularning ulanish sxemasi.

Shuning uchun ikkilamchi chulg'am qismlaridan biri va po'lat o'zak erga ulangan bo'lishi kerak. Tok transformatori ishlab turganda ikkilamchi chulg'am zanjiri uzilib qolsa, birlamchi chulg'amdagi katta tok magnitlovchi tok bo'lib qoladi, oqibatda magnit oqimi ko'payib ketadi. Normal sharoitda juda kichkina bo'lgan ikkilamchi chulg'am kuchlanishi juda ko'payib ketadi, bu esa xodimlar uchun juda xavflidir. [1,8]

Po'lat o'zakda quvvat isrofi ko'payib ketishi natijasida transformator qizib ketadi va buziladi. Ikkilamchi chulg'am zanjiri uzilib qolmasligi uchun bu maqsadda ko'ndalang qirqimi 2,5...4 mm bo'lgak yo'g'on mis simlar ishlatilishi kerak. Agar birlamchi chulg'amdan tok o'tib turganda ikkilamchi chulg'amga o'lchov priborlari ulan-maydigan bo'lsa, bu chulg'am qisqa tutashtirib qo'yilishi lozim. Agar tok transformatorining yuklamasi ko'payib ketsa, o'lchashdagi xatolik ko'payib ketadi. Tokni o'lchashdagi xatolik quyidagicha aniqlanadi:

$$f_1 = \frac{I_2 \cdot \omega_2 / \omega_1 - I_1}{I_1} \cdot 100\% \quad (4.3.6)$$

Klassi 0,2; 0,5; 1; 3; 10 bo'lgan tok transformatorlari uchun birlamchi tok nominal qiymatga ega bo'lganda, o'lchashdagi xatolik mos holda 0,2; 0,5; 1; 3 va 10% dak ortmasligi kerak.

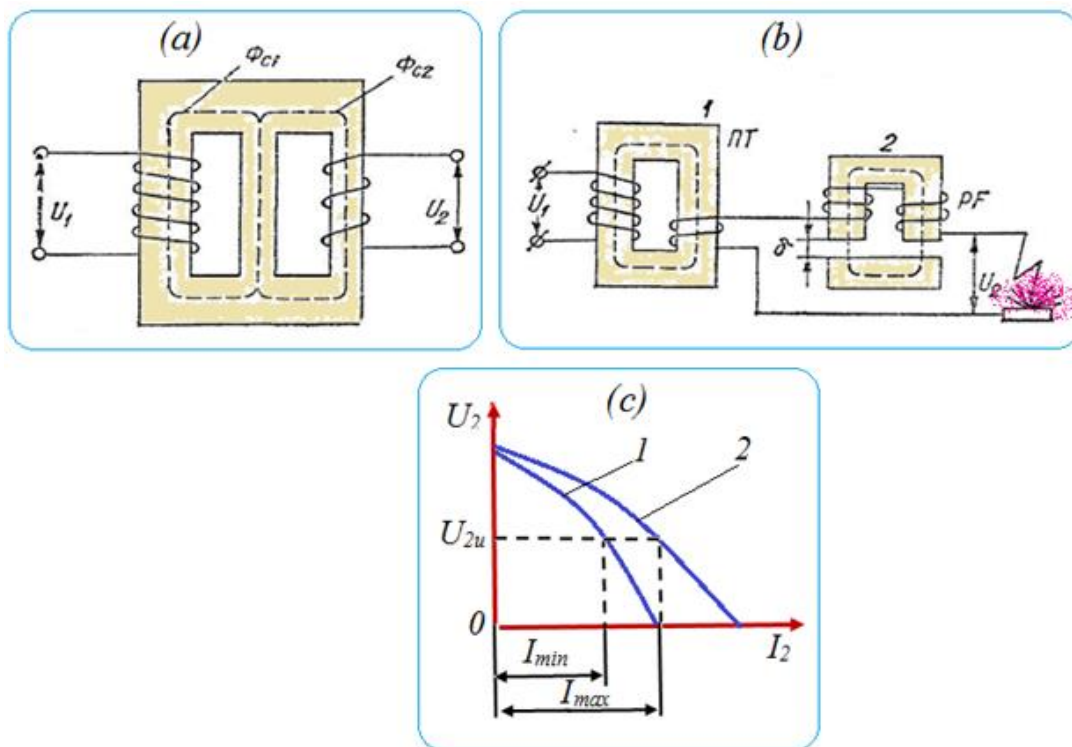
Bundan tashqari, tok transformatorlarida burchak xatoligi δ_1 ham bo'ladi. Burchak xatoligi 0,2; 0,5 va 1 klass tok transformatorlari uchun, mos holda, 10, 40 va 80 min dan ortiq bo'lmasligi kerak. Magnitlovchi tok ortsa, transformatorning ikkala xatoligi ham ortadi.

O'lchov transformatorlari yordamida quvvat va sarflanadigan energiya ham o'lchanadi. YUqori kuchlanishli va katta tokli zanjirlarga vattmetr va schyotchiklar kuchlanish hamda tok transformatorlari orqali ulanadi. Bunda ularning tok g'altaklari tok transformatoriga, kuchlanish g'altaklari esa kuchlanish transformatoriga ulanadi. Birlamchi zanjir quvvatini aniqlash uchun vattmetr ko'rsatayotgan qiymatni (W) tok va kuchlanish transformatorlarining transformatsiya ko'effitsientiga ko'paytirish lozim, ya'ni:

$$P_1 = W \cdot K_k \cdot K_t. \quad (4.3.7)$$

Payvandlash transformatorlari - payvandlashning turiga qarab turli konstruksiyada tayyorlanadi. Ular elektr yoyi yordamida yoki kontakt usulida payvandlash qurilmalarida ishlatiladi. Payvandlash transformatori tarmoq kuchlanishini pasaytiruvchi oddiy bir fazali ikki chulg'amli transformatoridir. Bunday transformator uchun ikkilamchi chulg'amning qisqa tutashish sharoitida ishlashi normal sharoit xisoblanadi. Qisqa tutashish tokining qiymatini kamaytirish maqsadida chulg'amlarning induktiv qarshiligi katta qilib tayyorlanadi. Shuning uchun payvandlash transformatorlarining quvvat koeffitsienti kichkina bo'ladi. Induktiv qarshilikni kattalashtirish uchun bunday transformatorlarda maxsus konstruksiyadagi chulg'am yoki ikkilamchi chulg'am zanjiriga qo'shimcha induktiv qarshilik ulanadi.

Chulg'amning induktiv qarshiligini kattalashtirish uchun sochilma oqim qiymatini kattalashtirish lozim. Buning uchun chulg'am o'zakning ikkita yoki bitta sterjenida turli balandlikda o'rnatiladi. Magnit o'tkazgichda magnit shuntlarni qo'llash ham sochilma oqimni va chulg'amning induktiv qarshiligini ancha oshiradi (4.3.5–rasm, a).



4.3.5-rasm. a – magnit shuntli payvandlash transformatori, b – reaktiv g'altakli payvandlash transformatori, c - payvandlash transformatirining tashqi xarakteristikasi.

Payvandlash transformatorining ikkilamchi chulgʻaming kuchlanishi 60 . . .70V va nominal yuklama bilan ishlaganda 30 V boʻladi. Elektr yoyning uzluksiz va turgʻun yonib turishi uchun zanjirda tok deyarli oʻzgʻarmasligi, induktivlik esa ancha oʻzgarishi lozim. Payvandlash zanjirida tokni rostlash uchun transformatorning ikkilamchi chulgʻamiga magnit oʻtkazgichli induktiv gʻaltak ketma–ket ulanadi (10.5.–rasm, b).

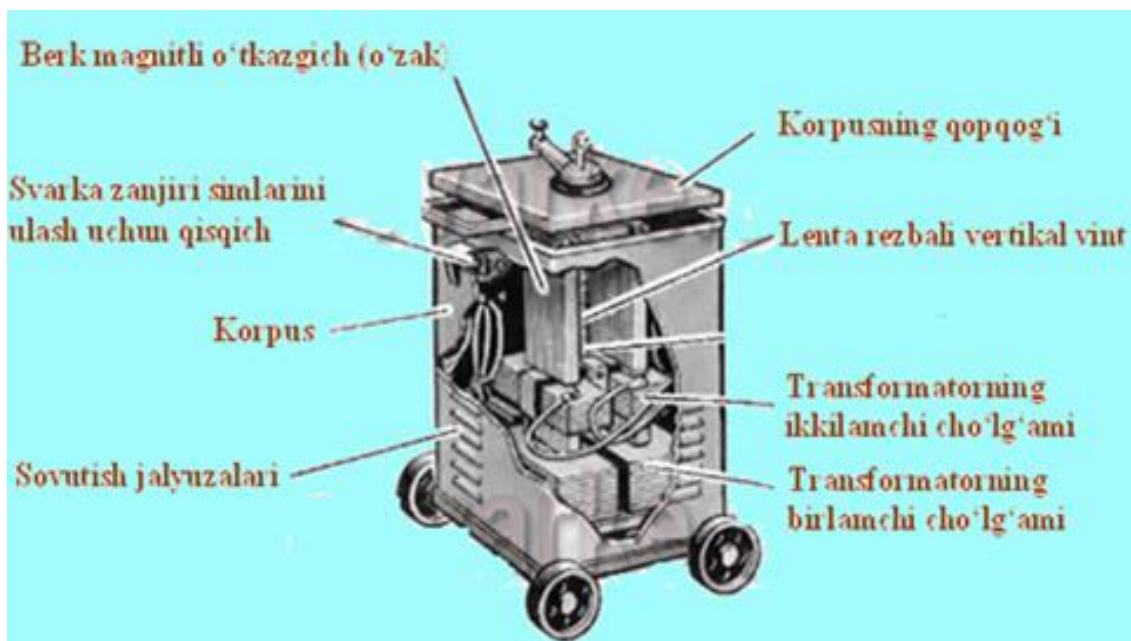
Payvandlash toki induktiv gʻaltakning reaktiv qarshiligini oʻzgartirib rostlanadi. Tok qiymati elektrod diametriga qarab tanlanadi. Induktiv gʻaltakning oʻzagi qoʻzgʻalmas va qoʻzgʻaluvchan qismlardan iborat. Gʻaltakning reaktiv qarshiligi uning koʻzgʻalmas va qoʻzgʻaluvchan oʻzaklari orasidagi masofaga bogʻliq boʻladi.

Havo oraligʻi (δ) katta boʻlsa, gʻaltakning reaktiv qarshiligi kamayadi, zanjirda tok qiymati oshadi va aksincha. Havo oraligʻini oʻzgartirib zanjirda payvandlash tokini 70 A dan 300 A gacha oʻzgartirish mumkin. Payvandlash vaqtida ikkilamchi chulgʻam kuchlanishi 30 V gacha kamayishi mumkin. [1]

Bitta transformator bir nechta payvandlash apparatni taʼminlashi mumkin, lekin har bir apparat oʻzining alohida reaktiv gʻaltagiga ega boʻlishi kerak. Reaktiv gʻaltak payvandlash qurilmasining tashqi xarakteristikasini keskin tushuvchi qilib uning egriligini oshiradi (4.3.5.–rasm, s) Amalda induktiv gʻaltak transformator bilan bir butun qurilma sifatida tayyorlanishi ham mumkin.

Turli sohalarda STE–22, STE–34, STN–500 va boshqa markali payvandlash transformatorlari keng ishlatiladi. (4.3.6 – rasm)

STE–34 markali payvandlash transformatorining texnik taʼrifi quyidagicha: $R_n=30$ kVA; $U_1/U_2 = 220/60$ V; $I_1/I_2=147/500$ A; salt ishlash toki 3,4%; oʻzak markasi E41 = 0,5; FIK 93%; tok zichligi 3,2 A/mm². Induktiv gʻaltakniki: kuchlanishi 50 V, poʻlat markasi 341-0,5; tok zichligi 3,48 A/mm².



4.3.6-rasm. Payvandlash transformatorining tuzilishi

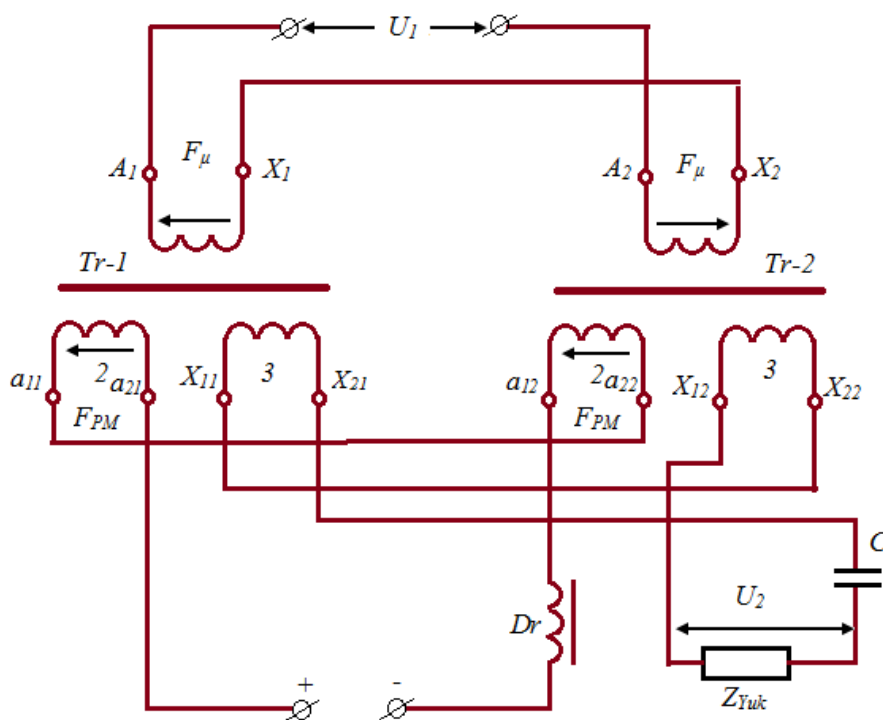
Chastotani o'zgartiruvchi transformator sxemalari.

Chastotani 2 va 3 marta oshiradigan transformatorlar sxemalari amalda ko'p ishlatiladi. Chastotani ikki marta oshirish, Bu qurilma $Tr = 1$ va $Tr = 2$ lardan iborat bo'lib, har bir transformator uchtadan chulg'amga ega: birlamchi chulg'am 1, qo'shimcha magnetlovchi chulg'am 2 va ikkilamchi chulg'am 3.

Transformatorlarning birlamchi chulg'amlari teskari tartibda ketma-ket ulanadi, qo'shimcha magnetlovchi va ikkilamchi chulg'amlar to'g'ri ketma-ket ulanadi (6.4.-rasm). SHuning uchun ta'minlovchi kuchlanish U_1 o'zgarishining birinchi yarim davri davomida transformatorlarning biriga $F_{um} + F_{\mu}$ boshqasiga ularning ayirmasi ($F_{um} - F_{\mu}$) ga teng bo'lgan magnetlovchi kuch ta'sir etadi. Bu erda: F_{um} va F_{μ} qo'shimcha magnetlaydigan va birlamchi chulg'amning magnetlovchi kuchlari.

Natijada birinchi transformatorning o'zagi to'yingan holda bo'ladi, magnet oqimining F_1 o'zgarish egri chizig'i yapaloqlashadi; ikkinchi o'zakdagi F_2 ning egri chizig'ida oqim kamayib ketadi. Keyingi yarim davrda G'_{μ} ning yo'nalishi o'zgaradi, G'_{um} ilgarigidagicha qoladi. Oqimlar F_1 va F_2 ning o'zgarishi ham almashinadi. Ular bir-biridan 180° ga siljiydi va nosimmetrik bo'ladi. Demak, ularda toq va juft garmonikalar bo'lmaydi, Birlamchi

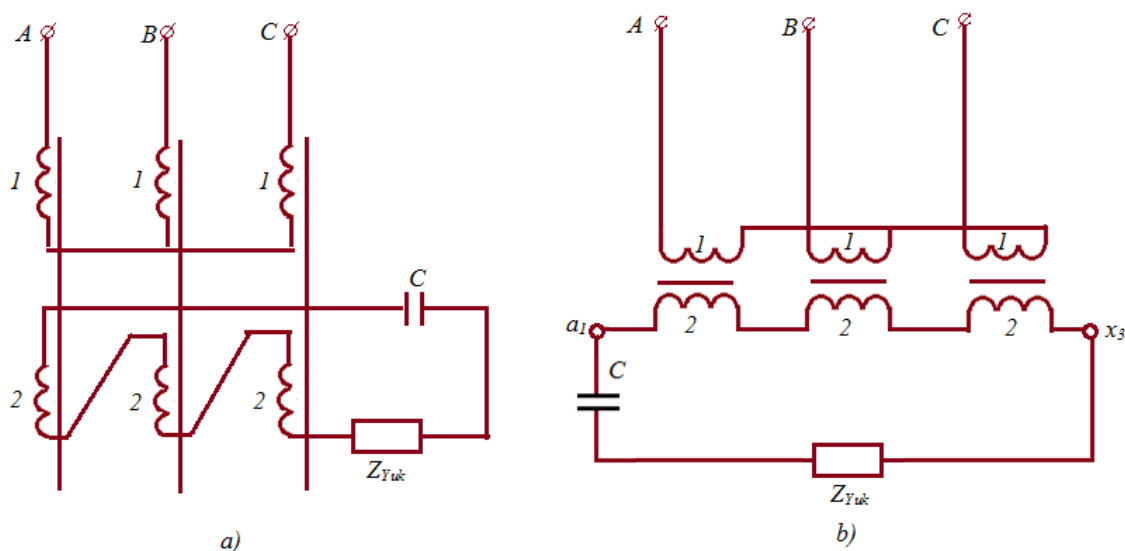
chulg'amda EYuK E_1 oqimlar F_1 va F_2 ning ayirmasi bilan hosil qilinadi. Bu ayirma oqim chastota f_1 bilan o'zgaradi.



4.3.7-rasm. Chastotani ikki marta oshirishning transformator sxemasi

Ketma-ket ulangan ikkilamchi chulg'amlarda yig'indi EYUK yig'indi onim $F_1 + F_2$ ta'sirida hosil qilinadi hamda bu EYUK birinchi va toq garmonikalarga ega bo'lmaydi. SHuning uchun ikkilamchi chulg'am U_2 kuchlanish F_1 va F_2 oqimlarning ikkinchi garmonikasi bilan aniqlanadi. ya'ni ikki marta ortiq chastota bilan o'zgaradi (chastotasi $2f_1$ bo'ladi). Qo'shimcha magnitlaydigan chulg'amdagi tokni rostlab, qurilmaning chiqish kuchlanishi U_2 ni o'zgartirish mumkin bo'ladi. Qo'shimcha magnitlaydigan chulg'amdan o'zgaruvchan tok o'tmasligi uchun, bu zanjirga drossel Dr ulanadi. Ikkilamchi chulg'amda kuchlanish pasayishini kompensatsiyalash uchun yuklama qarshiligi Z_n bilan ketma-ket sig'im S ulanadi. Sig'im qurilmaning quvvat koeffitsientini oshiradi. [1]

Chastotani uch marta oshirish. Chastotani uch marta oshirish uch fazali tarmoqqa ulangan transformatorniig po'lat o'zagi to'yinganda hosil bo'ladigan uchinchi garmonikalardan foydalanishga asoslangan.



4.3.8-rasm. Chastotani uch marta oshirishning transformator sxemasi

Transformatorning ikkilamchi chulg‘ami uchburchak usulida ulanganda ayrim fazalarda EYuK uchinchi garmonikasining o‘zgarishi bir xil bo‘ladi va shu chulg‘amlardan chastotasi uch marta ortiq tok o‘ta boshlaydi. Demak, transformator ishlaganda uning po‘lat o‘zagini to‘yingan holda bo‘ladigan qilib tayyorlanadi (bunda uchinchi garmonika EYuK katta bo‘ladi) va ikkilamchi chulg‘amlarni ochiq uchburchak usulida ulanadi (4.3.8.–rasm, a), bunda ikkilamchi chulg‘amga ulangan yuklama (Z_n) ga chastotasi $3f$ bo‘lgan kuchlanish berilishi mumkin. Uch fazali transformator o‘rnida uchta bir fazali transformator ishlatilishi ham mumkin (4.3.8.–rasm, b). Chastota uch marta ortganda transformatorlarda kuchlanish pasayishi ancha ko‘payadi. Kuchlanish pasayishini kompensatsiyalash uchun Z_n ga ketma–ket kilib sig‘im S ulanadi. Chastotani 4,6 va 8 marta oshiruvchi apparatlar ham amalda ko‘llaniladi. [1]

Nazorat savollari

1. Kuchlanish transformatorlari qanday maqsadlarda qo‘llaniladi?
2. Tok transformatorlari qanday maqsadlarda qo‘llaniladi?
3. Payvandlash transformatori qanday rejimda ishlaydi?
4. Qanday sharoitda bitta transformator bir nechta payvandlash apparatni ta‘minlashi mumkin?
5. Chastotani uch marta oshirish qanday xodisaga asoslangan?

IV bob. 4.4. Elektr ta'minoti

Reja:

4.4.1. Umumiy tushunchalar.

4.4.2. Suv xo'jaligi va melioratsiyada elektr iste'molchilarining xususiyatlari.

4.4.3. Yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyalari.

4.4.4. 1000 V gacha kuchlanishli iste'molchilar.

4.4.5. Rele himoyasi.

4.4.1. Umumiy tushunchalar.

Elektr energiyasi turli xil elektrostansiyalarda ishlab chiqariladi. Odatda, elektrostansiyalar tabiiy energetika resurslari mavjud bo'lgan rayonlarda quriladi. Bunday rayonlar esa ko'pincha sanoat markazlaridan ancha uzoqda bo'ladi. Elektrostansiyalarda ishlab chiqarilgan elektr energiyasi elektr uzatish liniyalari orqali sanoat markazlariga, ya'ni iste'molchilarga uzatiladi.

So'nggi vaqtlarda elektr energiyasi uzatilishi lozim bo'lgan masofa va uzatiladigan quvvatlar tobora ortib bormoqda. Elektr energiyasi ma'lum masofaga uzatilganda liniya simlarida sodir bo'ladigan quvvat isrofi mumkin qadar kam bo'lishi lozim. SHundagina elektr uzatish liniyasining foydali ish koeffitsienti katta bo'ladi, ya'ni iste'molchilarga ko'proq energiya etib boradi.

Energiya uzatuvchi liniya simlarida quvvat isrofi, asosan, ulardan o'tuvchi tok kuchining kvadratiga hamda liniya simlarining aktiv qarshiligiga bog'liqdir. Tok kuchi qancha katta bo'lsa, quvvat isrofi shuncha katta bo'ladi. Liniyalarda tok kuchi katta bo'lsa, bu simlarning ko'ndalang kesim yuzalarini katta qilib olishga to'g'ri keladi. Quvvat isrofini kamaytirish uchun simlarning aktiv qarshiligini kamaytirish lozim. Ma'lum uzunlikdagi simning aktiv qarshiligini, asosan, uning ko'ndalang kesim yuzini kattalashtirish yo'li bilan kamaytirish mumkin.

Liniyalarda ko'ndalang kesim yuzi katta bo'lgan simlarning ishlatilishi elektr uzatuvchi liniyalar uchun sarflanadigan rangli metallar (mis, alyuminiy va boshqalar) sarfini ko'paytiradi hamda simlarning og'irligini oshirib yuboradi. Og'ir simlarni ko'tarib turish uchun baqquvat tayanchlar o'rnatish lozim bo'ladi. O'z navbatida bunday tayanchlar uchun ko'p metall va yog'och materiallar sarflash talab qilinadi. Bunday sharoitda elektr energiyasini ma'lum masofaga uzatish ancha qimmatga tushadi va ba'zan maqsadga muvofiq bo'lmay qoladi.

Bu masalani boshqacha hal qilish mumkin. Ma'lumki, elektr tokining quvvati, asosan, kuchlanish va tok kuchi qiymatlarining ko'paytmasi $R = UI$ bilan aniqlanadi. Bu formulaga muvofiq, ma'lum quvvatda kuchlanish katta bo'lsa, tok kuchi kichkina bo'ladi va aksincha. Ma'lum quvvatni uzoq masofaga uzatishda kuchlanish qiymati necha marta oshirilsa, simlardan o'tadigan tok kuchining qiymati shuncha marta kamayadi. Energiya uzatishda liniya simlarida tok kuchi kichik bo'lsa, kuchlanish pasayishi ham, quvvat isrofi ham kam bo'ladi. Bundan tashqari, tok kuchi kichkina bo'lganda elektr uzatish liniyalarida ko'ndalang kesim yuzi kichikroq bo'lgan simlar ishlatishga imkon yaratiladi. Natijada liniya qurish uchun sarflanadigan rangli metallar hamda tayanchlar qurish uchun ishlatiladigan metall va yog'och materiallar sarfi kamayadi. Elektr energiyasini uzoq masofaga uzatish tannarxi arzonlashadi. Demak, elektr energiyasini uzoq masofaga kuchlanish qiymatini oshirib uzatish foydali ekan. [1,2]

Elektr energiyani ishlab chiqdrish. Elektr stansiyalari ishlab chiqarish jarayoniga ko'ra asosan odatdagi - issiqlik, gidravlik, atom xamda muqobil - shamol, quyosh, biogaz, geotermal va x.k. lariga bo'linadi

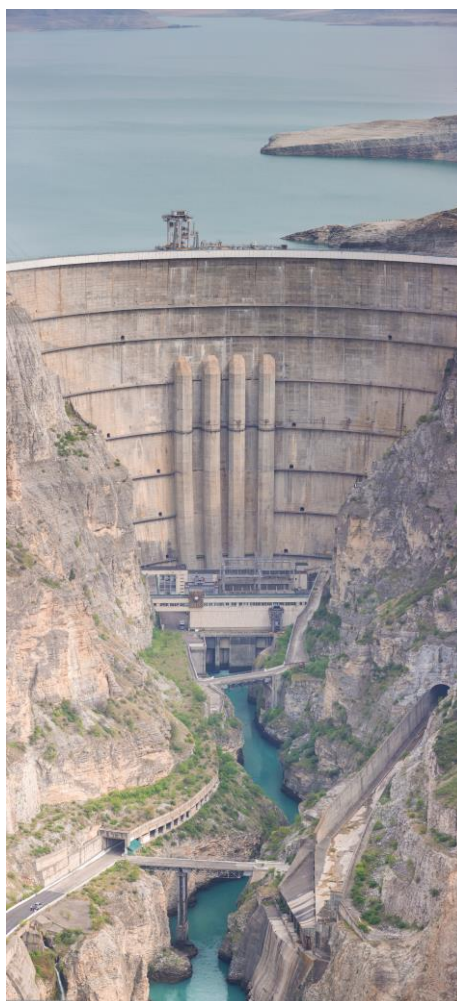
Issiqlik elektr stansiyasi (IES.) organik yoqilg'ining yonishida ajralib chiqadigan issiqlik energiyasini elektr energiyaga aylantirib beradi. Issiqlik elektr stansiyalaridagi generatorlar bug' va gaz turbinalar, ichki yonuv dvigatellari yordamida xarakatga keltiriladi.

Bunda energiya isroflarining kattagina qism i asosiy bug' — suv konturida, xususan kondensatorida yuzaga keladi. U erda ancha katta issiqlik energiyasiga ega bo'lgan ishlatilgan bug'ning energiyasi suvga o'tadi. Mazkur energiya aylanma suv bilan suv havzasiga o'tadi, ya'ni isrof bo'ladi. Bu isroflar elektr stansiyaning FIK ini belgilaydigan asosiy omildir. Hatto eng zamonaviy kondensatsion elektr stansiyalarida ham FIK ko'pi bilan 40-42% dan ortmaydi. Zamonaviy bug' turbinalarining quvvati 1300 MVt ga etadi. Issitslik elektr stansiyalar yoqilg'i (ko'mir, torf) konlari yaqiniga quriladi. Chunki yoqilg'ini uzoq masofalarga transportda tashishga qaraganda elektr energiyani uzoq masofaga.uzatish ancha arzon. Elektr stansiyasi ishlab chiqarayotgan elektr energiya yaqin joylashgan

energositemaga 110-330 kV, uzoqdagisiga esa 500-750 kV kuchlanishda uzatiladi. Kuchlanishni oshirishda transformatorlardan foydalaniladi.

Gidravlik elektr stansiyadar (GES) suv oqimining energiyasini elektr energiyaga aylantiradi. Bu stansiyalarda gidroturbinalar ishlatilib, ular suv oqimi energiyasini gidrogenerator o‘qini harakatga qeltiruvchi mexanik energiyaga aylantiradi. Hidrogeneratorda esa mexanik energiya elektr energiyaga aylanadi.

GES ning asosiy elementlaridan biri suv oqimining kerakli bosimini hosil qiluvchi to‘g‘on hisoblanadi (4.4.1-rasm). [1,2]



4.4.1-rasm. Hidravlik elektr stansiya to‘g‘oni.

To‘g‘ondan oldingi va keyingi suv sathlarining firqi qancha katta bo‘lsa, elektr stansiyaning quvvati shuncha yuqori bo‘ladi va GES shunchalik bir maromda va samarali ishlaydi. Odatda suv zahirasi bahorda yig‘ib olinadi va undan yil davomida suv sarfini kerakli miqdorda rostlash uchun foydalaniladi.

Suv oqimini rostlash sugka davomida ham olib borilishi mumkin. Odatda, tungi vaqtlarda ko'p elektr energiya talab qilinmaydi. SHuning uchun bunday vaqtlarda ba'zi gidroturbinalar to'xtatilib, suv esa zahiraga qoldiriladi. Hidravlik elektr stansiyalari yordamida sutkaning turli vaqt oraliqlaridagi energiya iste'molini ham me'yorida ta'minlash ancha qulay. GES ning foydali ish koeffitsienti 85-92% ni tashkil qiladi. Undagi bitta agregatning quvvati 600 MVt ga etadi. Yirik GES larning quvvati esa bir necha million kilovatlarga etadi.

GES lar qatoriga gidroakkumulyasiyalovchi elektr stansiyalar (GAES) ham kiradi. Energosistema yuklamasi eng kam bo'lgan soatlarda GAES generatorlari dvigatel rejimiga, turbinalar esa nasos rejimiga o'gkziladi va ular suvni quvurlar orqali pastki hovuzdan yuqorigi hovuzga haydaydi.

Atom elektr stansiyasi (AES) atom energiyasini elektr energiyaga aylantirib, o'z mohiyati bilan issiqlik stansiyasi hisoblanadi (14.3-rasm). YAdro reaktoridan ajralib chiqadigan issiqlik energiyasi AES da bug' olish'uchun foydalaniladi, bug' esa turbogeneratorni aylantiradi. Bunday elektr stansiyalarning quvvati bir necha ming megavatlarga etadi. AES larni energiya manbalariyaan uzoqdagi yirik sanoat markazlari atrofiga qurish maqsadga muvofiqdir.

4.4.2. Suv xo'jaligi va melioratsiya tizimida elektr iste'molchilarining xususiyatlari.

Respublikamiz xalq xo'jaligi tarmoqlarining, shu jumladan suv xo'jaligi va melioratsiya tizimining rivojlanish darajasini ulardagi ishlab chiqarish jarayonlarda qanchalik darajada elektr energiyasi qo'llanilayotganligi bilan baholash mumkin.

Suv xo'jaligi va melioratsiya tizimi korxonalarida, elektr energiya iste'molchilari tobora ko'proq elektrlashtirilgan jihozlar va uskunalardan foydalanmoqda. Zamonaviy elektr uskunalar miqdori ortib bormoqda. Respublikamiz suv xo'jaligi va melioratsiya tizimida hozirda yirik va mayda nasos stansiyalar agregatlari, turli rusumdagi texnologik mashinalarning elektr uskunalari ishlab turibdi.

Ularda yuqori texnologik, kompyuter texnikasi bilan jihozlangan, zamonaviy nazorat o'lchov asboblari va avtomatlashtirish vositalari bilan boshqariluvchi elektr uskunalarning komplektlari mavjud. Ularni sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun avtomatlashtirilgan ishonchli elektr ta'minot tizimi ishlab chiqilgan.

Iste'molchi sifatida suv xo'jaligi va melioratsiya tizimi korxonalarining o'ziga xos tomonlari bor:

- elektr energiya iste'molchilarining tarqoqligi;
- elektr jixozlar va uskunalarning og'ir ekspluatatsiya sharoitida ishlatilishi;
- ularning avtonom energiya manbaiga ega emasligi;
- elektr jixozlarning mavsumiy ishlatilishi;
- ko'pchilik uskunalarning yoki ochiqda, atmosferaning bevosita ta'sirida yoki o'ta noqulay iqlim sharoitida ishlashi;

Suv xo'jaligi va melioratsiya tizimi korxonalaridagi elektr uskunalarning ekspluatatsiyasi, rejali texnik qarovi va ularni tamirlash masalalarini bu boradagi tegishli me'yoriy xujjat tartibga soladi. Ushbu xujjat elektr uskunalarning ish sharoitini klassifikatsiyalashni, texnik qarov ishlarini qayd qilishni tashkil qilishni, zarur ehtiyot qismlar, yoqilg'i-moylash mahsulotlarini, mehnat sarfini, ish kuchini hisoblaydigan tavsiyanomalarni o'z ichiga oladi. Unga ko'ra barcha elektr uskunalarda rejaga binoan o'z vaqtida ta'mirlash va texnik qarov ishlari bajarilishi kerak. Ularning muddatlari shu uskunalarning xizmat vaqtiga, ish sharoitlariga va asosan atrof-muhitiga bog'liq ravishda belgilanadi.

O'z vaqtida o'tkazilgan texnik ko'rik va ta'mirlash ishlari uskunalarning foydalanish muddatini 2-3 martagacha oshiradi hamda ekspluatatsiya sarfini 25...30% gacha kamaytirish imkonini yaratadi. Ushbu tizim quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Elektr uskunalarni texnik qarovi va ta'mirdagi tadbirlarni belgilash;
2. Texnik qarov va ta'mir o'tkazish muddatlari;
3. Profilaktik tadbirlarni rejalashtirish va ularni bajarilishini nazorat qilish;
4. Energoxo'jalik xodimlariga ish haqqini to'lash tizimini ishlab chiqish;
5. Elektr xo'jalikni ehtiyot qisimlar va materiallar bilan ta'minlashni tashkil qilish;

6. Texnik qarov, ta'mir uslublarini ishlab chiqish va sifatini nazorat qilish;
7. Texnik qarov va ta'mir grafigini ishlab chiqish;
8. Texnik qarov va ta'mir ishlarini bajarish uchun ishlab chiqarish bazasini ishlab chiqish;
9. Texnik me'yoriy kattaliklarni ishlab chiqish (mehnat sarfi, to'xtash muddatlari).

Texnik xizmat ko'rsatish – elektr uskunalari ekspluatatsiya davomida soz-ishchi holatda saqlab turish uchun zarur ishlar kompleksidir. Texnik xizmat ko'rsatish ishlab chiqarish va ta'mir oralig'i bo'lishi mumkin. Ishlab chiqarish texnik xizmat ko'rsatishda elektr uskunalari tozalanadi. CHanglar artiladi va mahkamlanishi tekshiriladi. Ta'mir oralig'ida TXK da elektr jihozlar normal ishlashi tekshiriladi, ishga tushirish-boshqarish vositalari, nazorat o'lchov asboblari ko'riladi, mayda nosozliklar yo'qotiladi.

Joriy ta'mir – asosiy profilaktik tadbir bo'lib, elektr uskunani beto'xtov va ishonchli ishlashini ta'minlaydi. Bunda elektr uskunaning tez eskiruvchi qisimlari tuzatilib undan ishchi holatida keyingi ta'mirgacha foydalaniladi. Kapital ta'mirda elektr uskunaning barcha qisimlari to'la ta'mirlanadi, zarur bo'lsa ba'zi qisimlari yangilanadi.

Foydalanish sharoitlari elektr uskunaning sutka, yil davomida bandligi, yuklanish, ishga tushirish rejimlari va elektr uskunalarning ishonchligiga quyilgan talablardan kelib chiqib aniqlaniladi. Suv xo'jaligi va melioratsiya tizimi keskin mavsumiy xarakterli foydalanish rejimiga ega. Masalan, 30 % elektr motorlar yiliga 500 soat dan kam, 50 % i esa 1000 soat gacha foydalaniladi yoki 10-15 % i sutkada 1,5-2 soat ishlaydi.

Uzoq muddat ishlamay turgan elektr uskuna ayniqsa tashqi muhit ta'sirida tez eskiradi. Uning foydalanish samaradorligini kamaytiradi.

Tashqi muhit sharoitlari iqlim muhiti, mexanik ta'sirlar, biologik ta'sirlar bo'ladi. Muhit ta'siri uning haroratiga, namligiga, gaz tarkibiga va ifloslanish darajasiga bog'liq.

Elektr uskunalarning ekspluatatsiyasi qoidalari suv xo'jaligi va melioratsiya tizimi ishlab chiqarish – binolarini asosan quyidagi turkumlarga ajratadi:

1. Quruq – nisbiy namligi 60% gacha bo‘lgan binolar (dam olish xonalari, isitish sistemasi bo‘lgan);
2. Nam – nisbiy namligi (60-70)% bo‘lgan binolar. Kam miqdorlarda namlik ajralib turadi (isitilmaydigan binolar, omborlar, koridorlar...);
3. Zah – nisbiy namligi doim 75% dan yuqori bo‘lgan binolar (sog‘ish zali, meva saqlash ombori, chorvachilik komplekslari);
4. O‘ta zah – nisbiy namlik 100 % ga yaqin bo‘lib turadigan binolar. Ichki devorlar suv tomchilari bilan qoplangan. Tashqi atmosfera ta’sirida b‘lgan joylar ham shu muhitga tenglashtiriladi;
5. Changli – ishlab chiqarish sharoitida chang ajralib turadi, chang qurilmalarga o‘tirib, uning ichiga singib kiradi (paxta zavodi, omuxta em tayyorlash sexi, minerallar omborlari);

50 % dan ortiq elektr uskunalarda zax va nam binolarda ishlatiladi va izolyatsiyasi, metall qismlari emirilib, tez ishdan chiqadi. [1,2]

4.4.3. Yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyalari.

Elektr tarmoqlari. Elektr energiyasini uzatish va taqsimlashda elektr tarmoqlari katta ahamiyatga ega. Elektr tarmog‘ining asosiy vazifasi iste’molchilarni elektr bilan taminlash, ya’ni elektr energiyani ishlab chiqarilgan joydan uni qabul qiluvchi joyga uzatishdan iboratdir. Elektr energiyani uzatish va taqsimlashning rivojlangan shakli elektr energetika tizimini tashkil qiladi.

Energotizim — bu elektr uzatish tarmoqlari (EUT) bilan bog‘langan elektr stansiyalar va elektr energiya qabul qiluvchi iste’molchilarning yig‘indisidir. YAqona elektr energetika tizimi (YAET) yuqori kuchlanishli EUT lar bilan birlashgan bir qancha elektr stansiyalar yig‘indisi bo‘lib, bitta yoki bir nechta davlatlar chegarasidagi katta xududlarni elektr energiya bilan ta’minlaydi.

Energotizim xalq xo‘jaligi ahamiyatiga ega bo‘lib, iste’molchilarni elektr energiyasi bilan ta’minlash uzluksizligi, turli xildagi elektr stansiyalar (IES, GES, AES) ning o‘zaro samarali ishlashini ta’minlaydi, elektr stansiyalardagi zaruriy zahira quvvatga extiyojni kamaytiradi.

Energotizimning bir qismi 14.4- rasmda ko'rsatilgan bulib» unga issiqlik, gidravlik, atom elektr Stansiyalari, pasaytiruvchi rayon transformator podstansiyasi (TP), yarim o'tkazgichli o'zgartirgich (YAO'O') va ba'zi turdagi iste'molchilar birlashtirilgan. Ular o'zaro bir nechta elektr uzatish tarmoqlari bilan uzgich va ajratgichlar yordamida ulanadi.

Elektr tarmoqlari turli nominal kuchlanishli o'zgaruvchan va o'zgarmas tok ta'sirida bo'ladi.

Elektr ta'minoti uchun, odatda, uch fazali o'zgaruvchan tok tarmoqlaridan foydalaniladi. O'zgarmas tok transport xizmatlari tarmoqlarida, kimyo zavodlarida, juda yuqori kuchlanishli (800 — 1500 kV) elektr uzatish liniyalarida hamda o'zgarmas tok manbaiga ega bo'lgan sexlarning ichki tarmoqlarida ishlatiladi. Har bir tarmoq o'zining nominal kuchlanishi bilan xarakterlanadi.

Generatorlar, transformatorlar, tarmoqlar va elektr energiya iste'molchilari 1000 V gacha (past) va 1000 V dan ortiq (yuqori) bo'lgan nominal kuchlanishga mo'ljallanadi. O'zgaruvchan tok tarmoqlarida yuqori kuchlanishli tarmoqlar uchun 3,6, 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330, 500, 750 kV dan foydalaniladi.

Energiya iste'molchilarining normal ishlashi uchun tarmoqdagi kuchlanishning nominal qiymati iste'molchi kuchlanishining nominal qiymatidan $\pm 5\%$ dan ortiq farq qilmasligi kerak.

Tutashtirish sxemalarining turi bo'yicha tarmoqlar: tutashmagan (14.5-rasm, a), tutashgan (14.5-rasm, b) va ikkita ta'minlovchi manbalar orqali tutashgan (14.5-rasm, v) xillarga bo'linadi.

Elektr tarmoqlari havo va kabel tarmoqlari, shina o'tkazgich va boshqa elektr o'tkazgichlaridan iborat bo'lishi mumkin.

Havo tarmog'i (HT) elektr energiyani ochiq havoda joylashgan va izolyatorlar hamda armaturalar yordamida tayanchlarga mahkamlangan o'tkazgichlar bo'yicha uzatishni ta'minlaydi. HT uchun, asosan, kesimi 4, 6, 10 mm² (bitta sim) li va 10 mm² dan katta (ko'p simli) mis, alyuminiy va pulat-alyuminiy simlardan foydalaniladi. 1000 V dan, yuqori

kuchlanishli HT uchun ko'ndalang kesimi 35 mm^2 dan kichik bo'lmagan alyuminiy va 25 mm^2 dan kam bo'lmagai po'lat-alyuminiy simlar ishlatilishi mumkin. HT uchun chinni yoki shishadan yasalgan shtirli yoki osma izolyatorlardan foydalaniladi. Shtirli shisha izolyatorlar 6—10 kV li tarmoqlarda, chinni-izolyatorlar esa kuchlanishi 35 kV gacha bo'lgan tarmoqlarda energiya uzatilishini ta'minlaydi. Kuchlanishi 35 kV dan yuqori bo'lgan tarmoqlarda osma izolyatorlar ishlatiladi.

Havo liniyalarining tayanchlari metall dan yoki temir-begondan tayyorlangan bo'ladi; YUqori (330, 500, 750 kV) kuchlanishli elektr energiyasi metall tayanchlardagi tarmoqlar orqali uzatiladi (14.6- rasm)

Kabelli tarmoqlar energiya ta'minotining elektr tarmoqlarida keng foydalaniladi. Kabel (uch tomirli) tok o'tkazuvchi tomirlar, izolyasiya va himoya qobig'idan iborat (14.7-raem).

Tomirlar soniga ko'ra kuch kabellari bir, ikki, uch va to'rt tomirli kilib tayyorlanadi. Tomirlar mis yoki alyuminiy simdan, izolyasiya 2 esa shimdirilgan ko'p qavatli qog'ozdan hamda turli xil plastinkalardan (1000 V dan yuqori kuchlanishli kabellar uchun) yasaladi. Himoya qobig'i 5 namlik gazlar va kislotalarning o'tishiga qarshilik qiladi. U polivinilxlorid, alyuminiy va qo'rg'oshindan yasaladi. Kabelni mexanik ta'sirlardan himoya qilish uchun tasma 8 ishlatiladi, uning ustidan esa kabel ipi 9 o'raladi.

Kabellar zovurlar, kanallar, tunellar, bloklar, imoratlar va inshootlarning devorlari bo'yicha va poli ostidagi ariqchalarga yotqiziladi. Kabelni zovurlarga yotqizish eng sodda va arzon usuldir. [1,2]

4.4.4. 1000 V gacha kuchlanishli iste'molchilar.

O'zgaruvchan tok tarmoqlarida past kuchlanishli tarmoqlar uchun 127, 220, 380 va 660 V kuchlanishlardan foydalaniladi.

O'zgarmas tok tarmoqlari uchun quyidagi kuchlanishlar belgilangan: 110, 220, 440, 600, 825 V.

Elektr xavfsuzligi maqsadlarida kuchlanish 100 V dan past bo'lganda quyidagi kuchlanishlardan foydalaniladi:

- o'zgaruvchzn tok qurilmalari uchun 12, 24, 36 va 60 V;

- o'zgarmas tok qurilmalari uchun esa 6, 12, 24, 36, 48 va 60 V.

Kabelli tarmoqlar energiya ta'minotining elektr tarmoqlarida keng foydalaniladi. Kabel (uch tomirli) tok o'tkazuvchi tomirlar, izolyasiya va himoya qobig'idan iborat (14.7-raem).

Tomir(jila)lar soniga ko'ra kuch kabellari bir, ikki, uch va to'rt tomirli kilib tayyorlanadi. Tomirlar mis yoki alyuminiy simdan, izolyasiya 2 esa rezinadan (1000 V gacha kuchlanishli kabellar uchun).

Umumiy foydalaniladigan past kuchlanishli elektr tarmoqlari uch fazali, uch yoki to'rt simli bo'ladi. Uch simli tarmoqdan sexdagi iste'molchilar (uch fazali asinxron dvigatellar, qizdirish pechlari va b.) ta'minlansa, to'rt simli tarmoqdan yoritish lampalari ta'minlanadi. Kichik quvvatli sexlar va maishiy xizmatlarda faqat to'rt simli elektr tarmoqlari ishlatiladi.

Sanoat korxonalaridagi sex ichki tarmoqlarida ochiq va yopiq elektr simlaridan keng foydalaniladi.

Ochiq elektr simlari - devorlar, shiplar sirti, fermalar va boshqa qurilish elementlari bo'yicha o'tkaziladi. Bunda simlar va kabellar troslarga, izolyatorlarga mahkamlanadi yoki trubalar, kutichalar, egiluvchan metall shlanglar ichiga joylashtiriladi.

Yopiq elektr simlari - imoratlarning konstruktiv elementlari (devorlari, pollari, to'sinlari) ichidan o'tkaziladi. Bunda sim va kabellar trubaga, egiluvchan metall shlangga, kutichaga, suvoq tagiga, bevosita qurilish konstruksiyasiga joylashtiriladi.

0,4 kV kuchlanishli taqsimlovchi qurilmalar (TQ4 —TQ7) ga sexlarning elektr energiya iste'molchilari ulanadi. Mamlakatimizda ishlab chiqarilgan elektr energiyaning 80%dan ko'prog'ini 1000V gacha kuchlannshdagi iste'molchilar qabul qiladi. Bunday iste'molchilarga zavod va fabrikalardagi elektr dvigatellari, elektroliz vannalari, elektr pechlari, elektr kavsharlash apparatlari, konveyer, ko'tarma-transport vositalari va boshqa qurilmalar kiradi. Iste'molchilarning kattagina qismini yoritish lampalari tashkil qiladi.

Odatda sexlarning texnologik va yoritish yuklamalari bitta TP ning past kuchlanishli (380/220V li) taqsimlash qurilmasidan ta'minlanadi (14.11-rasm). Agar katta tokli yuklama (elektr dvigatel) tarmoq kuchlanishining katta tebranishiga (o'zgarishiga) sabab bo'lsa, bunday hollarda yoritish yuklamasi ayrim TP dan ta'minlanadi.

TP ning past kuchlanish (0,4 kV) li taqsimlash qurilmasining shinalariga elektr iste'molchilarini biriktirish uchun, zlekr tarmog'i avtomatlar orqali bosh kuch taqsimlovchi shchit (BTSH) ga, taqsimlovchi yig'ma shina (TYSH) ga, bosh yoritish taqsimlovchi shchit (YOTSH) ga va katta quvvatli iste'molchilarga ulanadi.

Avtomatlar o'rnida saqlagich va rubilniklar ham ishlatiladi. Katta tokli va yoritish (kichik tokli) iste'molchilarni ta'minlash uchun bosh shchitlar turli xilda bo'ladi. Katta tokli shchitni ta'minlash uchun, odatda, uch tomirli kabel (uchta sim) ishlatiladi, chunki katta tokli yuklama tekis bo'ladi. YOritish shchitini ta'minlash uchun to'rt tomirli kabel (uchta liniya va bitta neytral sim) ishlatiladi, chunki yoritish yuklamasi notekis bo'ladi.

Bosh taqsimlovchi shchitlar (KTSH va YOTSH) dan elektr energiya katta tokni taqsimlovchi shkaf TSH ga va YOTЩ ga keladi. Ulardan elektr energiya avtomatlar yoki saqlagich, rubilnik va paketniklar orqali elektr dvigatellarga, yoritish chiroqlariga va boshqa elektr iste'molchilariga uzatiladi.

Taqsimlash shkaflari elektr energiya bilan ta'minlanuvchi elektr asbob-uskunalari va jihozlari yaqinidagi devorga yoki ustunga mahkamlanadi. SHkafdan iete'molchilarga boradigan ta'minlash simlari polga yotqizilgan pulat naylarga joylashtirilgan izolyasiyalangan sim yoki kabeldan iborat bo'ladi. [1,2]

4.4.5. Rele himoyasi.

Hozirgi zamon murakkab elektr tizimlarida hamda elektr mashinalar va apparatlar ekspluatatsiyasida takomillashgan va mustahkam qurilmalar — relelar keng qo'llanilmoqda.

Ularda kirish (boshqarish) kattaligi o'zgarganda chiqish kattaligi darhol o'zgaradi, natijada chiqish kontaktlari yo ulanadi (boshqarilayotgan zanjirda tok paydo bo'ladi), yoki uziladi. Boshqarish apparatlari bilan birgalikda ishlaydigan

himoya relelarining vazifasi buzilishga olib keluvchi ish rejimlarida elektr sistemalarni, dvigatellarni va boshqa elektr kurilmalarni buzilishdan saqlashdir.

Qabul qilish elementlarining ishlash prinsipiga ko'ra relelar:

- elektromagnit,
- induksion,
- qutblanuvchi,
- magnitoelektrik,
- elektrodinamik
- elektron turlarga bo'linadi.

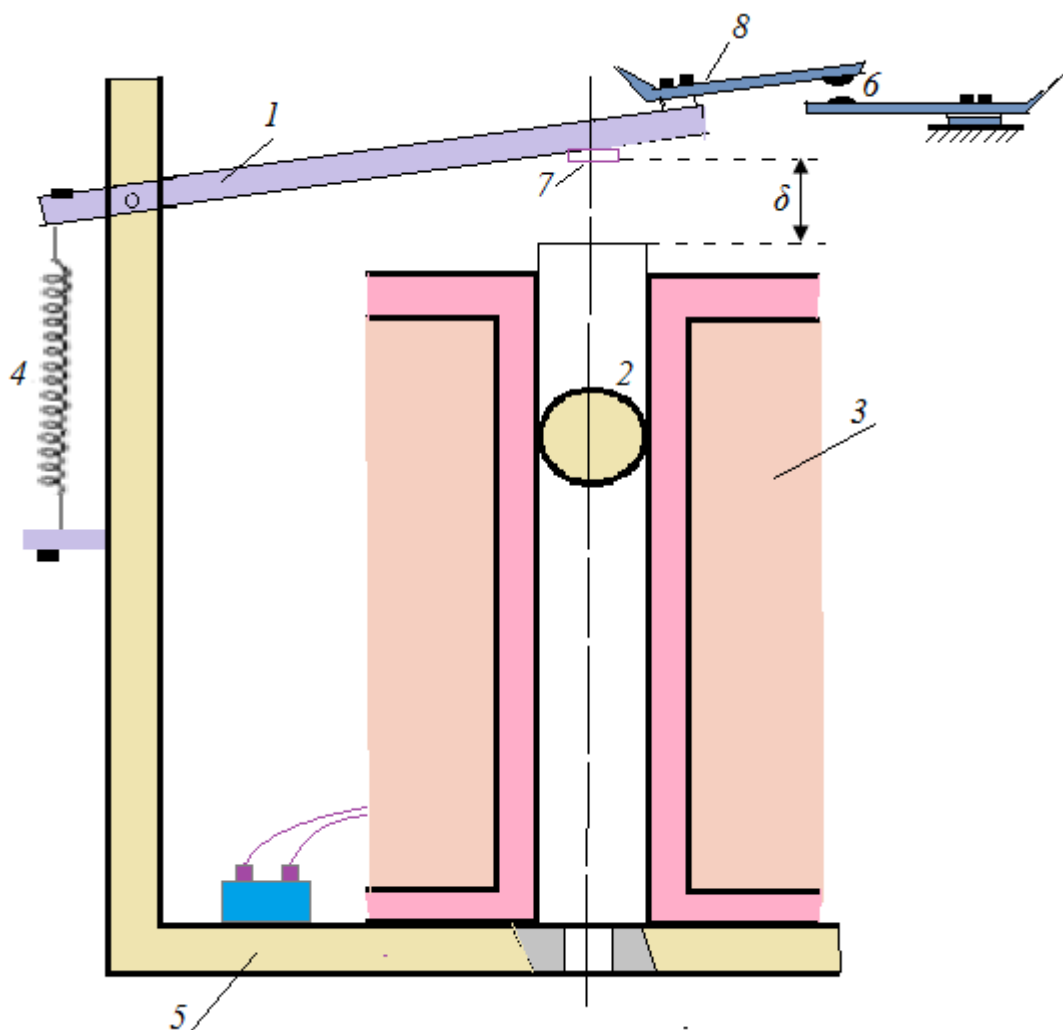
Kirish parametrlariga qarab relelar:

- tok relesi,
- kuchlanish relesi,
- issiqlik relesi va boshqa turlarga bo'linadi.

Ayrim hollarda bitta rele yordamida bir-biriga bog'liq bo'lmagan bir nechta zanjirlarni boshqarish talab etiladi. Bunda oraliq relelar ishlatiladi. Relening ishga tushish vaqti 0,05 — 0,25 s.

Elektromagnitli relelar ko'proq tarqalgan bulib, ular boshqarish chulg'amidagi tok (kuchlanish) o'zgarishidan ta'sirlanadi. Ishlab chiqarishda keng qo'llaniladigan elektromagnitli relening sodda ko'rinishi 4.4.2-rasmda tasvirlangan.

U qo'zg'aluvchan yakor **1**, o'zak **2**, elektromagnit chulg'ami **3**, magnit o'tkazgich **5**, qaytaruvchi prujina **4**, normal ochiq kontaktlar **6** va magnitsiz o'zakcha **7** dan iborat. Elektromagnit chulg'amidan o'zgarmas yoki o'zgaruvchan tok o'tganda yakorni tortuvchi elektromagnit kuch vujudga keladi. Bu vaqtda qaytaruvchi prujina teskari ta'sir ko'rsatuvchi moment hosil qiladi. Qo'zg'aluvchan kontakt yassi kontakt prujina **8** orkali yakorga mahkamlangan. Elektromagnit chulg'ami boshqarish zanjirining bir qismi bo'lsa, kontaktlar esa ijrochi zanjirning bir qismidir.



4.4.2-rasm. Elektromagnitli rele.

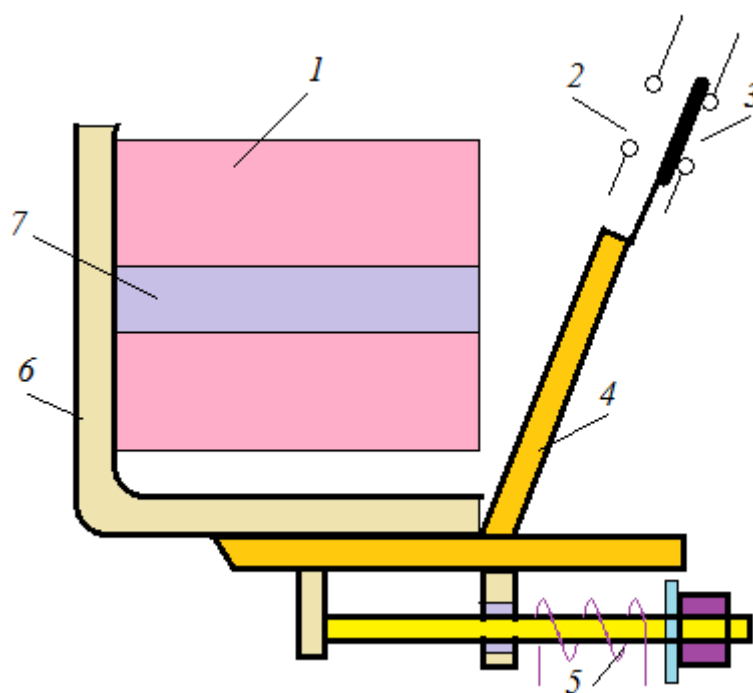
Elektromagnit chulg'amidan tok oqib o'tganda magnit maydoni vujudga keladi. Maydonning magnit oqimi o'zak, magnit o'tkazgich hamda yakor orqali tutashadi va yakorni o'zakka tortadi. Bu vaqtda o'zakka mahkamlangan qo'zg'aluvchan kontakt qo'zg'almas kontaktga ulanadi. Natijada ijrochi zanjirda kontaktlar ulanadi va ijrochi mexanizm ishga tushadi.

Kontakt prujina 8 bosim hosil qilib, kontaktlar 6 ning ishonchli ulanishini ta'minlash uchun xizmat qiladi. Elektromagnit chulg'amida kuchlanish yoki tok uzilganda relening yakori qaytaruvchi prujina 4 ta'sirida normal (dastlabki) holatga qaytadi va kontaktlar 6 ajraladi. Yakorning past tomonidagi magnitsiz o'zakcha cho'lg'amdagi tok uzilganda yakorning o'zakdan oson ajralishini ta'minlash uchun xizmat qiladi. Bunda qoldiq magnetizm ta'siri keskin kamayadi.

Relelar tuzilishiga qarab bir nechta ulanuvchi va uziluvchi kontaktlarga ega bulishi mumkin. Ko‘rib chiqilgan elektromagnit releni oraliq rele, ba‘zi holda kuchlanish relesi deb yuritiladi. U maksimal va minimal kuchlanish relelariga bo‘linadi.

Maksimal kuchlanish relesi shunday rostlanadiki, agar kuchlanish nominal, ya’ni belgilangan qiymatdan oshib ketsa, u bilan bog‘liq chulgam toki ham oshadi. Natijada magnit oqimi oshib, yakorni o‘zakka tortadi. Bunda relening normal yopiq kontaktlari uzilib, himoya qilinayotgan elektr qurilmani uzishga avtomatik holda axborot beradi.

Minimal kuchlanish relesining normal yopiq kontakta nominal kuchlanishda ochiq bo‘ladi. Agar kuchlanish belgilangan qiymatdan kamaysa, rele chulg‘amidagi tok va magnit oqimi kamayadi. Bu oqim yakorni tortib turolmaydi. Natijada yakor 4.4.3 - rasm. o‘zakdan uzoqlashadi va normal yopiq kontakt ulanib, himoya qilinayotgan elektr qurilmani uzishga axborot beradi.



4.4.3-rasm. Minimal kuchlanish va maksimal tok relesi

Oraliq rele nominal kuchlanishda ishlaydi. Uning kontaktlari bir nechta amper tok kuchiga mo‘ljallanadi.

Maksimal tok relesi elektr dvigatellarni va boshqa elektr qurilmalarni qisqa tutashuv toklaridan himoya qilish uchun xizmat qiladi (4.4.3-rasm).

Relening cho'lg'ami I himoyalananayotgan zanjir bilan ketma-ket ulanadi, shuning uchun undan elektr dvigatel yoki boshqa qurilmaning ish toki oqib o'tadi. Rele chulg'amining qarshiligi kichik bo'lishi uchun, u yo'g'on simdan kam o'ramli qilib yasaladi. Tok hosil qilgan magnit oqim o'zak 7, magnit o'tkazgich 6 va yakor 4 bo'yicha tutashadi. Rele chulg'amidan nominal tokdan ikki-uch marta katta tok o'tganda, ya'ni $I = (2 - 3) I_n$ da vujudga kelgan elektromagnit kuch $E' = JW$ prujina 5 ning qayishqoqlik kuchi $G'p$ dan kichik bo'ladi. Bu vaqtda yakor o'zakka tortilmaydi, natijada kontakt 3 ulangan, kontakt 2 esa ulanmagan holda bo'ladi.

Agar elektr zanjirida qisqa tutashuv sodir bo'lsa, zanjir toki nominal qiymatdan bir necha marta katta bo'ladi. Bu vaqtda vujudga kelgan elektromagnit kuch haddan tashqari katta bo'lganligi uchun prujina 5 ning qarshilik kuchini engib, yakor 4 ni o'zak 7 ga tortadi. Bunda kontakt 3 uziladi, kontakt 2 esa ulanadi. Relening 3 kontakti kontaktor yoki boshqa apparatning boshqarish zanjiriga ulangan. Shuning uchun kontakt 3 ning uzilishi kontaktor yoki boshqa apparat yordamida elektr dvigatelni yoki boshqa elektr qurilmani elektr manбайдan uzadi.

Maksimal tok relesining ishlab ketish tokini prujina 5 ni taranglash bilan rostlash mumkin. Odatda, ishlab ketish toki $I = (2 - 3) I_n$ oralig'ida tanlanadi. Chulg'amda katta tokning paydo bo'lishidan kontakt 3 ning uzilishigacha ketgan vaqt 0,05 — 0,30 s bo'lib, relening *ishlab ketish vaqti* deb ataladi.

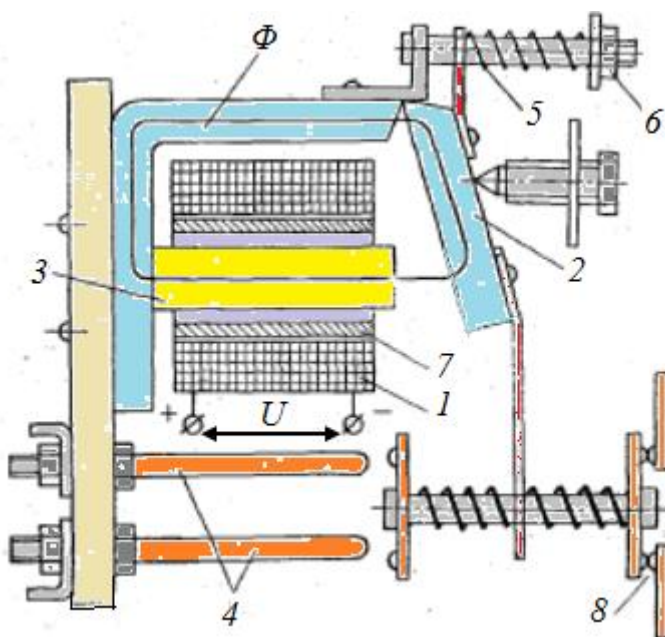
Tokning qiymati qancha katta bo'lsa, ishlab ketish vaqti shuncha kichik bo'ladi. Rele ishlagandan va kontakt opqali dvigatel manbadan uzilgandan keyin relede magnit oqimi bo'lmaydi va yakor prujina ta'siri ostida dastlabki holatga qaytadi.

Agar yuqoridagi relelar o'zgaruvchan tokda ishlatiladigan bo'lsa, ularning o'zagiga, xuddi magnitli ishga tushirgichdagi kabi, qisqa tutashtirilgan chulg'am joylashtirilishi kerak.

Vaqt relesi avtomatik boshqarish sistemalarida apparatlarni ma'lum ketma-ketlikda va ma'lum vaqt oralig'ida ishlashini ta'minlash va

hayallash vaktini yuzaga keltirish uchun xizmat qiladi. Vaqt relesi ishlashi va tuzilishiga ko'ra elektr'omagnitli, elektronli, pnevmatik va boshqa turlarga bo'linadi.

Quyida 4.4.4-rasmda ko'rsatilgan elektromagnitli vakt relesining tuzilishi va ishlashini ko'rib chiqamiz. Relening chulgami / o'zgarmas tok tarmogiga ulanganda o'zakda magnet oqim F vujudga keladi va uning ta'sirida yakor 2 darhol o'zak 3 ga tortiladi. Bunda kontaktlar 4 ulanadi va kontaktlar 5 esa uziladi. Agar chulgam 1 ni o'zgarmas tok manbaidan uzilsa releda hayallash vaqti boshlanadi.



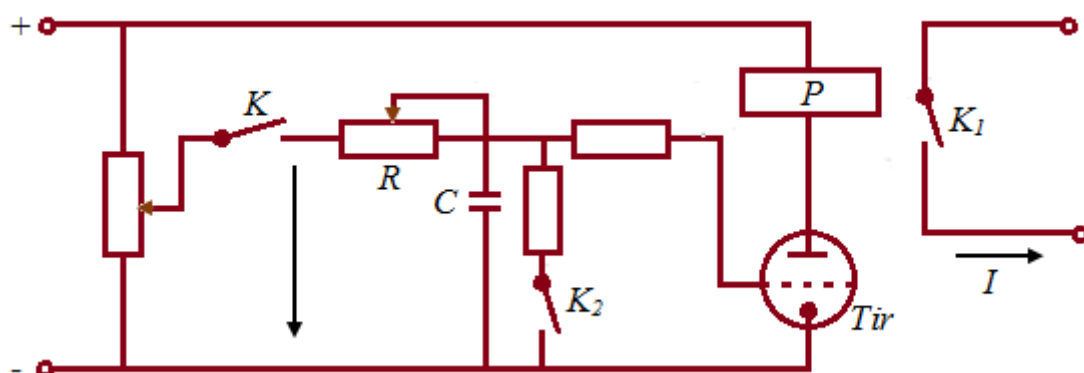
4.4.4-rasm. Elektromagnitli vaqt relesi

Bunda chulgamda tok nolga teng bo'ladi va magnet oqim F magnet o'tkazgichda kamaya boshlaydi. Mazkur magnet oqimi qisqa tutashtirilgan o'ram (yoki mis gilza) 7 da o'zinduksiya EYuK ni hosil qiladi. Bu EYuK ta'siri ostida qisqa tutashtirilgan o'ramdan tok oqib o'tadi va u magnet oqim F_q ni vujudga keltiradi. Bu oqim Lens qoidasiga muvofiq magnet o'tkazgichdagi magnet oqimining qiymatini o'zgartirmaslikka intiladi. Ammo qisqa tutashtirilgan o'ramdagi quvvat isrofi tufayli magnet oqimi sekin-asta kamaya boshlaydi va u hosil qilgan elektromagnit kuch prujina 6 ning kuchidan kichik bo'lganda relening

yakori o‘zakdan uzoqlashadi. Bunda kontaktlar 4 uziladi, kontaktlar 5 esa ulanadi.

Shunday qilib, rele chulg‘amini uzgan vaqtdan boshlab, kontaktlarning qayta ulanishi birdaniga emas, balki ma’lum vaqtdan keyin sodir bo‘lmoqda. Bu vaqt hayallash vaqti deb ataladi. Ushbu turdagi relelarda hayallash vaqti sekundning ulishidan to 5-12 sekundgacha bo‘lishi mumkin. Hayallash vaqtini prujina 6 ning tarangligini o‘zgartirish bilan rostlash mumkin. Buning uchun gayka 8 dan foydalaniladi.

Elektron rele - o‘zgarmas kuchlanish U da kondensator S ning rezistor R orqali zaryadlanishi hayallash vaqtini vujudga keltiradi (4.4.5-rasm).



4.4.5-rasm. Elektron rele sxemasi

Dastlab tiratron (Tir) yonmaydi, chunki uning to‘r kuchlanishi bo‘lmaganda anodiga berilgan kuchlanish tiratronning ishlashi uchun etarli emas. Zaryadlanadigan kondensatorning kuchlanishi tiratronning to‘r kuchlanishiga tengdir. Kondensatorning zaryadlanishi kalit K ulangan lahzada boshlanadi. Kondensator sekin-asta zaryadlanish boshlaydi va uning kuchlanishi tiratronning ishga tushiruvchi to‘r kuchlanishi qiymatiga etmaguncha ko‘payadi. Kondensator kuchlanishi to‘r kuchlanishining ishga tushirish qiymati U_n t ga etganda ($Qt = Ua t = S/s$) tiratron ochiladi va tiratronning anodiga ulangan rele R chulg‘amida tok paydo bo‘ladi. Natijada rele ishga tushadi va kalit $k I$ boshqaruv zanjirini ulaydi va kalit $K2$ ni ulab, kondensatorni zaryadsizlaydi. Tiratron ochilgandan keyin to‘r o‘zining boshqarish vazifasini yo‘qotadi. Kondensatorning zaryadsizlanishi vaqt relesini qaytadan ishlashga tayyorlaydi.

SHunday qilib relening hayallash vaqti zaryadlanayotgan kondensator kuchlanishining oshish tezligi bilan aniqlanadi. Bu tezlik kondensator zaryadlanish konturining doimiy vaqti $t = RC$ ga bog'liq. Vaqt t — RC davomida kondensator kuchlanishi deyarli U ga teng bo'ladi.

Tiratron toki ancha katta $I = 100$ A bo'lgani uchun anod zanjiriga rele emas, balki katta quvvatli texnologik jarayonni boshqaruvchi apparat, masalan, o'zgarmas tok dvigatelini ulash mumkin. Bu esa kontaktsiz tiratronli relening asosiy afzalligidir. [1,2]

Nazorat savollari

1. Elektr energiyani ishlab chiqdrish ob'ektlari.
2. Suv xo'jaligi va melioratsiya tizimida elektr iste'molchilarining xususiyatlari.
3. 1000 V gacha kuchlanishli iste'molchilarni ta'riflang?
4. Yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyalarini ta'riflang?
5. Oraliq relening tuzilishi va ishlash pitspini aytib bering?
6. Maksimal tok relesining tuzilishi va ishlash pitspini aytib bering?
7. Vaqt relesining tuzilishi va ishlash pitspini aytib bering?
8. Elektron relening tuzilishi va ishlash pitspini aytib bering?

**5.1. O'zgarmas tok mashinalari. o'zgarmas tok generatorlari va ularning
xarakteristikalari.**

Reja:

- 5.1.1. O'zgarmas tok generatori to'g'risida umumiy tushunchalar.
- 5.1.2. O'zgarmas tok generatorlarini qo'zg'atish usullari va uning asosiy xarakteristikalari.
- 5.1.3. O'zgarmas tok generatorining salt yurish, yuklanish, tashqi va rostlash xarakteristikalari. ularning parallel ishlashi.

Umumiy tushunchalar.

O'zgarmas tok mashinasi - mexanik energiyani o'zgarmas tok elektr energiyasiga (generator) va aksincha teskari jarayon (dvigatel) rejimlarida ishlashga mo'ljallangan.

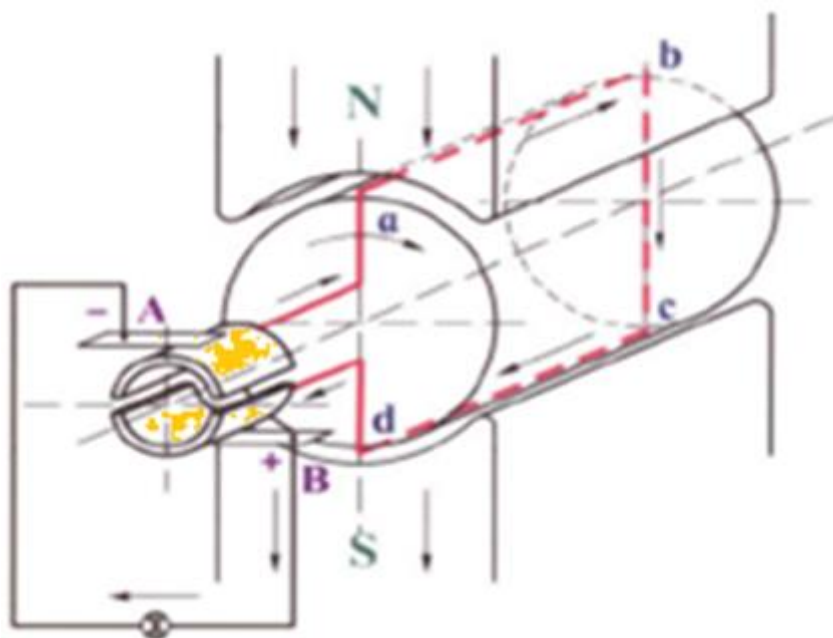
O'zgarmas tok mashinasi

- Kommutatsiya mavjudligiga ko'ra:
 - Kommutatsiyali;
 - Kommutatsiyasiz (unipolyar generator va unipolyar dvigatel)
1. Tok qfyta ulagichlar rusumiga ko'ra:
 - Tokni kollektorli qfyta ulagichli (schetka kollektorli qfyta ulagichli)
 - Tokni kollektorsiz qfyta ulagichli (electron qfyta ulagichli-ventilli elektrodvigateL)
 2. Quvvat bo'yicha:
 - Mikromashinalar – 500 mVt gacha;
 - Kichik quvvatli mashinalar – 0,5-10 kVt gacha;
 - O'rta quvvatli mashinalar – 10-200 kVt gacha;
 - Katta quvvatli mashinalar – 200 kVt dan yuqori.
 3. Aylanish chastotasiga ko'ra:
 - Past aylanishli – 300 ayl/min gacha;
 - O'rtacha tezlikda aylanuvchi – 300-1500 ayl/min;
 - Yuqori tezlikda aylanuvchi – 1500-6000 ayl/min;
 - O'ta yuqori tezlikda aylanuvchi – 6000 ayl/min dan yuqori.

4. Valning jolashishiga ko'ra:

- Gorizontal valli;
- Vertikal valli.

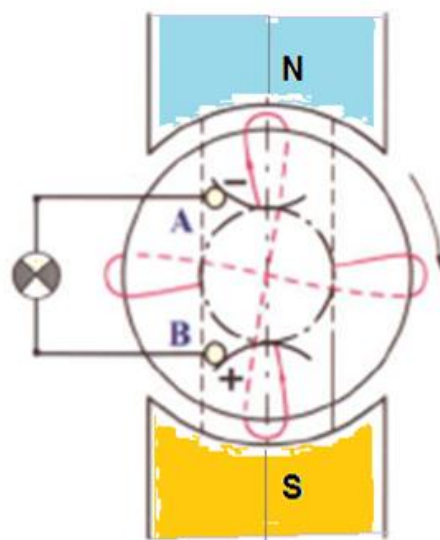
5.1.1. O'zgarmas tok generatori to'g'risida umumiy tushunchalar.



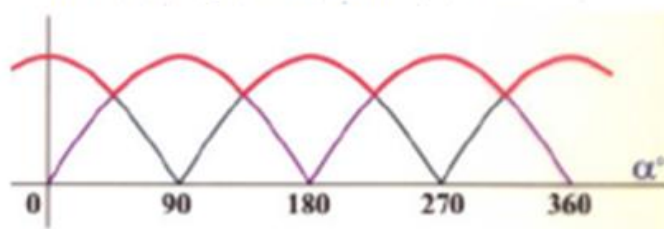
5.1.1-rasm. O'zgarmas tok mashinasining (generator rejimi) ishlash sxemasi.

5.1.1-rasmda o'zgarmas tok mashinasining (generator rejimi) ishlash sxemasi ko'rsatilgan.

Bunda N va S qutblarning magnit maydonida tsilindr shaklidagi po'lat o'zakka o'rnatilgan bir o'ramdan iborat o'tkazgich soat milining yo'nalishiga teskari tomonga n chastota bilan aylantiriladi. O'tkazgichning uchlari valga o'rnatilib, izolyasiyalangan ikkita halkaga tutashtiriladi va demak, halkalar ham o'tkazgich bilan bir xil chastotada aylanadi. Halqalar ustiga qo'zg'almas cho'tkalar o'rnatilgan bo'lib, ularga tashqi yuklama ulanadi. Bunday generatorning shimoliy qutbi ostidagi o'tkazgichda hosil bo'lgan E.Yu.K. yo'nalishi b dan a ga, janubiydagisida d dan c tomon bo'ladi. Demak, E.Yu.K. dan hosil bo'lgan tok ham, xalka $1'$ dan cho'tka 1 tomonga, tashqi yuklamada esa cho'tka 2 dan xalka $2'$ tomonga yo'nalgan bo'ladi. [1,9]



Ikki sektsiyali barabanli yakor



5.1.2 – rasm. Ikki sektsiyali barabanli yakor cho'tkalaridagi kuchlanishlar egri chiziqlari.

Generator o'tkazgichi aylantirilib, 180° ga burilganda uning ab va cd tomonlari o'zaro o'rinlari bilan almashadi. Bunda musbat potentsialli cho'tka manfiy, manfiyligi esa musbatga aylanib, yuklamadan o'tayotgan tok o'z yo'nalishini o'zgartiradi.

Shunday qilib, $abcd$ o'tkazgich va tashqi yuklamadan iborat yopiq zanjirda o'zgaruvchan E.Yu.K. va tok xosil bo'lib, o'tkazgichning bir marta to'da aylanishida ular o'z yo'nalishini ikki marta o'zgartiradi. O'zgaruvchan E.Yu.K. va, demak, tokning o'zgarish egri chizig'i magnit kugblarining shakliga bogliq bo'ladi. Amalda, generator o'tkazgichlarida hosil qilingan E.Yu.K. sinusoidaga yaqin shaklda bo'ladi. 13.2-rasm.

O'zgarimas chastota bilan aylantirilayotgan generatoridagi E.Yu.K ning oniy qiymati $e = Blv$; $B = const$ bo'lgani uchun uning o'zgarish qonuni ham magnit induksiya V ning taqsimlanishiga bog'liqdir.

Qutblarning o'rtasida magnit induksiyaning qiymati $B = B_{max}$ bo'lib, ikki qutb oralig'ining o'rtasida esa $V = 0$ bo'ladi.

Generatorda xosil bo'lgan o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantirish uchun kollektordan foydalaniladi.

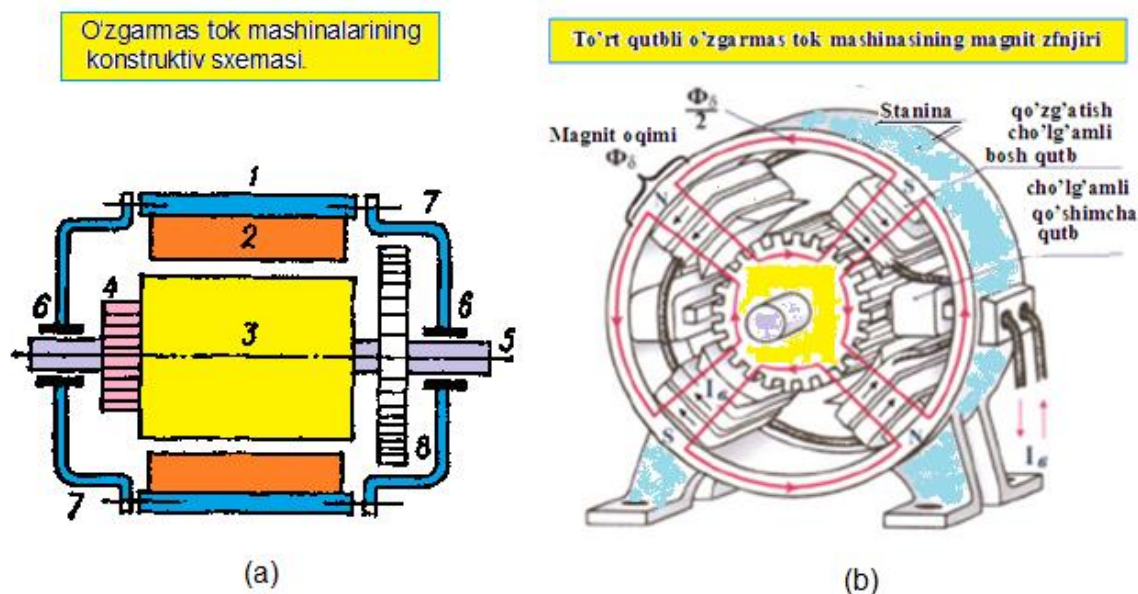
Eng oddiy kollektor sifatida misdan yasalgan va bir-biridan izolyasiyalangan ikkita yarim xalkadan foydalanish mumkin. Demak, 16.1-rasmdagi o'tkazgich uchlarini ikkita halqa o'rniga ikkita yarim halqalarga ulansa, u holda eng oddiy o'zgarmas tok generatorining prinsipial sxemasi ol-nadi. Bunda ham yarim halqalar valga undan izolyasiyalangan holda o'rnatilib, ular val va demak, o'tkazgich bilan bir xil chastotada aylanadi.

Shunga ko'ra, *abcd* o'ramda ilgorigidek o'zgaruvchan E.Yu.K. hosil qilinadi, ammo kollektor bo'lgani sababli cho'tkalar o'zgarmas potentsiallarga ega bo'lib qoladi.

Normal tipli o'zgarmas tok mashinalaridagi kollektor plas-tinkalarining soni 50...80 ta bo'lib, ulardan olinadigan tokning qiymati deyarli o'zgarmas bo'ladi.

O'zgarmas tok mashinasi asosan ikki qismdan iborat bo'lib, uning magnit oqim hosil qiluvchi birinchi qismi induktor, E.Yu.K. hosil qiluvchi ikkinchi qismi esa yakor deb ataladi.

Induktor o'z navbatida stanina 1 hamda asosiy (bosh) kutblar 2 dan iborat bo'lib, yakor esa yakor o'zagi 3, kollektor 4, val 5, podshipnik 6, podshipnik qalqoni 7 va ventilyator 8 dan iborat bo'ladi (5.1.3-rasm). [1,8]



5.1.3 – rasm. O'zgarmas tok mashinalarining konstruktiv sxemasi (a) va magnit zanjiri (b).

5.1.2. O'zgarmas tok generatorlarini qo'zg'atish usullari va uning asosiy xarakteristikalarini.

O'zgarmas tok generatorlari va ularning xarakteristikalarini.

Elektr mashinasining ishlashi uchun zarur bo'lgan magnit maydon hosil qilish usuliga ko'ra o'zgarmas tok mashinalari elektromagnit va doimiy magnit bilan qo'zg'atiluvchi mashinalarga bo'linadi. Doimiy magnit bilan qo'zg'atiluvchi mashinalar magnito-elektr mashina deb ham ataladi. Bunday mashinalar juda kam uchraydi, ular asosan taxogenerator va shu singari maxsus mashinalar sifatidagina ishlatiladi.

Elektromagnit bilan qo'zg'atiluvchi mashinalar qo'zg'atuvchi chulg'amining ulanish sxemasiga ko'ra *mustaqil* va *o'z-o'zidan qo'zg'atishli* o'zgarmas tok generatorlariga bo'linadi. Agar generatorning qo'zg'atuvchi chulg'ami tashqi tok manбайдan ta'minlansa mustaqil, o'z yakoridan ta'minlanganda esa o'z-o'zidan qo'zg'atishli generator olinadi.

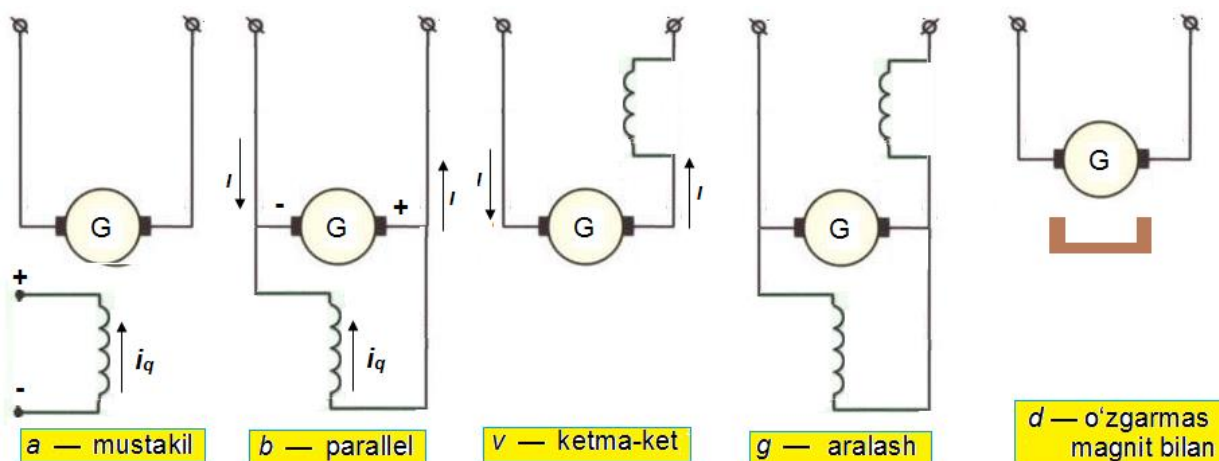
O'z-o'zidan qo'zg'atishli generatorlar o'z navbatida

- parallel (shunt),
- ketma-ket (series) va
- aralash (kompaund)

qo'zg'atishli generatorlarga bo'linadi.

Parallel qo'zg'atishli generatorda qo'zg'atuvchi chulg'am yakor chulg'amiga parallel ulansa, ketma-ketlikda ketma-ket ulanadi, aralashlikda esa qo'zg'atuvchi chulg'am ikkita bo'lib, ularning biri yakor chulg'amiga parallel, ikkinchisi ketma-ket ulanadi.

5.1.4-rasmda: *a* — mustakil; *b* — parallel; *v* — ketma-ket; *g* — aralash va *d* — o'zgarmas magnit bilan qo'zg'atishli generatorlar ulanishining prinsipial sxemalari ko'rsatilgan. 5.1.4-rasm, *d* dagi generator sxemasida qo'zg'atuvchi chulg'am bo'lmaganligi sababli uning o'rnida o'zgarmas magnit belgisi ko'rsatilgan.



5.1.4-rasm. Generatorlar ulanishining prinsipial sxemalari.

Generatorning ishlash jarayonda uning yakor chulg'amida $E_{ya} = k_E pF$ ga teng bo'lgan E.Yu.K. xosil bo'ladi. E.Yu.K. xosil bo'lgan yakor chulg'amiga yuklama sifatida biror elektr iste'molchisi ulansa, u holda yakor zanjiridan yuklama toki I_{ya} o'tadi.

Bunda yakor zanjiri uchun E.Yu.K.larning quyidagi muvozanat tenglamasini tuzish mumkin:

$$E_{\text{я}} = I_{\text{я}} R_{\text{H}} + I_{\text{я}} \Sigma R = U + I_{\text{я}} \Sigma R, \quad (13.1)$$

Bunda: $U = I_{\text{я}} R_{\text{H}}$ — generator qismalaridagi kuchlanish (yuklama kuchlanishning tushuvi);

R_{H} — yuklama qarshiligi;

$I_{\text{я}} \Sigma R = I_{\text{я}} (R_{\text{я}} + R_{\text{к}} + R_{\text{к}} + R_{\text{с}} + R_{\text{q}})$ — tegishlicha yakor, qo'shimcha qutb, kompensatsiyalovchi va ketma-ket chulg'am xamda chutka qarshiliklarida kuchlanishning tushuvi.

Agar yakor chulg'amiga yuklama ulanmasa, u holda $I_{ya} = 0$ bo'ladi. Generatorning yuklamasiz, ya'ni $I_{ya} = 0$ bilan ishlash rejimi salt ish rejimi deb ataladi. Demak, salt ish rejimida generator kuchlanishi uning yakorida xosil bo'lgan E.Yu.K. ga teng, ya'ni $U = E_{ya}$ bo'ladi. YUklama berilishi bilan generator kuchlanishi yakordagi e. yu. k. ga nisbatan $I_{ya} \Sigma R$ xisobiga kam, ya'ni

$$U = E_g - I_g \Sigma R \quad (13.2)$$

bo'ladi. Generatorni ishlatish uchun, dastavval, uning yakorini birlamchi motor bilan kerakli chastotada aylantirish zarur. Bunda generator valiga ta'sir etuvchi momentlarning muvozanat tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

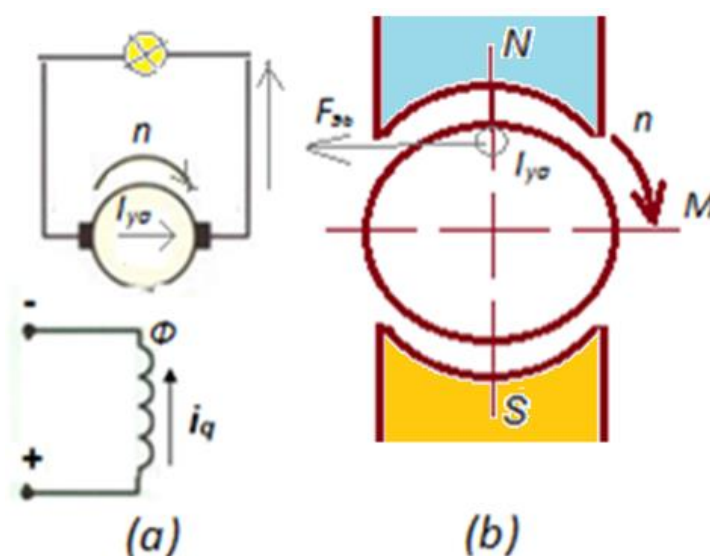
$$M_1 = M_0 + M_{\text{эм}}, \quad (13.3)$$

bunda M_1 — birlamchi motorning aylantiruvchi momenti;

M_0 — salt ish momenti (yuklamasiz ishlayotgan generator yakorini aylantirishda mexanik ishkdlanishlarga sarflanadigan moment); M_{em} — elektromagnit moment (yuklama bilan ishlayotgan generatorda xosil bo'luvchi moment).

Generator elektromagnit momentining ifodasi quyidagicha aniqlanadi. YUklama bilan ishlayotgan generator chulg'aming har bir parallel shoxobchasidan $i_g = \frac{I_g}{2a}$ ga teng bo'lgan tok o'tadi.

Yakorning ou tokli utkazgichlariga asosiy kugbdagi magnit ok'im ta'sir etishi natijasida elektromagnit kuch R_{ei} x.osil buladi. 5.1.5-rasmda yakorning har bir tokli o'tkazgichiga ta'sir etuvchi elektromagnit kuch ko'rsatilgan. Bu kuchning kiymati $F_{\text{эм}} = B_{yp} i_g l$ bo'lib, uning yunalishi chap qo'l koidasiga binoan aniqlanadi.



5.1.5-rasm. Generatorda hosil bo'ladigan elektromagnit momenti

Yakor o‘tkazgichlariga ta’sir etuvchi elektromagnit moment ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

$$M_{\text{эм}} = \frac{pT}{2\pi\alpha} \Phi l_{\text{я}} = k_{\text{м}} \Phi l_{\text{я}}, \quad H_{\text{М}}, \quad (13.4)$$

bunda $k_{\text{м}} = \frac{pN}{2\pi\alpha} = \text{const}$ — moment doimiysi deb ataluvchi va mashina parametrlari bilan aniqlanuvchi o‘zgarmas koeffitsient. Generatoridagi elektromagnit momentning qiymati qutblardagi magnit, oqim F bilan yakor toki $I_{\text{я}}$ ga proporsional bo‘lib, uning yunalishi birlamchi motorning aylantiruvchi momentiga teskari bo‘ladi (5.1.5-rasm).

Shuning uchun generatorda xrsil buladigan elektromagnit moment **tormoz momenti** deb xam ataladi.

Generatorning uzoq davr ichida normal ishlashini ta’minlaydigan rejimi uning **nominal rejimi** deb ataladi. Bu rejim quyidagi miqdorlar bilan xarakterlanadi:

R_{N} , U_{H} , I_{H} va p_{H} — tegishli nominal quvvat, kuchlanish, tok va aylanish chastotasi. Bu nominal miqdorlar generatorning pasportida (shchitida) keltiriladi. [1,8,9]

O‘zgarmas tok motorlarini ishga tushirish.

Agar tinch turgan motorni elektr tarmog‘iga ulab, unda qarshilik momentidan katta bo‘lgan aylantiruvchi moment hosil qilinsa, u aylana boshlaydi. Aylanish chastotasining ortib borishi bilan yakorda hosil bo‘ladigan e.yu.k. ham ortib boradi, natijada, yakor toki va, demak, aylantiruvchi moment kamayib boradi.

Aylantiruvchi moment qiymati qarshilik momentigacha kamayganda, ya’ni $M = M_c$ bo‘lib, momentlar muvozanati tiklanganda, chastotaning ortib borish jarayoni tugaydi va motor berilgan o‘zgarmas chastotada ishlay boshlaydi. Tinch turgan motorni elektr tarmog‘iga ulab, uning chatsotasi $n = 0$ dan $n = n_c \cdot \text{const}$ gacha ortib borishdagi jarayoni motorni ishga tushirish jarayoni deyiladi. Bu jarayon ishga tushirish toki $I_{\text{ishg.t}}$ ishga tushirish momenti $M_{\text{ishg.t}}$ va ishga tushirish vaqti $t_{\text{ishg.t}}$ lar bilan xarakterlanadi.

Elektr tarmog‘iga ulangan motorning tinch turgan yakori chulg‘amida hosil bo‘lgan tok uning ishga tushirish toki deb ataladi. YAKorning tinch holatida $n = 0$ bo‘lgani sababli $E_{ya} = 0$ bo‘ladi. Demak, ishga tushirish tokining qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$I_{\text{ншт}} = \frac{U}{\Sigma R} \quad (13.22)$$

Bunda: $\Sigma R = R_{ya} + R_T$ – yakor zanjirining qarshiligi.

Yakor chulg‘amining qarshiligi ning qiymati, odatda juda kichik, ya’ni $R_{ya} = (0.1\text{u}2)$ Om bo‘ladi. SHunga binoan nominal tezlik va nominal tok

$I_n = U_n - E_{ya} / R_{ya}$ bilan ishlayotgan motor yakoridagi kuchlanishning tushuvi $I_{ya} R_{ya} = (3\text{u}8)\%U_{ya}$ bo‘ladi. Demak, nominal kuchlanishli elektr tarmog‘iga yakor chulg‘amini bevosita, ya’ni tashqi qarshiliksiz ulansa, u holda bu chulg‘amdan o‘tadigan yakor tokining nominalga nisbatan 10-20 marta ortib ketadi. Natijada kollektor atrofida aylanuvchi olov va haddan tashqari katta aylantiruvchi moment hosil bo‘lib, motordagi izolyasiya va aylanuvchi mexanik qismlar ishdan chiqishi mumkin. Ishga tushirish tokini kommutatsiya va aylanuvchi qismlarga xavfli bo‘lmagan qiymat $I_{ishg.p} = 2I_n$ gacha va, demak, $M_{ishg.t} = 2M_n$ gacha kamaytirish uchun yakor chulg‘amiga ketma-ket ulangan rezistor qarshiligi kiritiladi. Bu rezistor ishga tushirish rezistori deyiladi. Ishga tushirish tokini $2I_n$ gacha kamaytiruvchi rezistor qarshiligi $R_{ishg.t}$ ning qiymatining $I_{ishg.p}$ ifodasi orqali

$I_{ishg.p} = 2I_n U_n / R_{ya} + R_{ishg.t}$ dan topiladi, ya’ni

$$R_{\text{ншт}} = R_T = \frac{U_{\text{н}}}{2I_{\text{н}}} - R_{\text{я}} \quad (13.23)$$

O‘zgarmas tok motorlari uchun yakor chulg‘ami qarshiligini quyidagicha aniqlash mumkin:

bunda $\eta = P_n / U_n I_n$ – motor foydali ish koefitsientining nominal qiymati:

$R_n = U_n / I_n$ – motorning nominal qarshiligi. Yakorga kuchlanish berilganda undan o‘tadigan ishga tushirish tokini nominal qiymatgacha kamaytiruvchi qarshilik o‘zgarmas tok motorining nominal qarshiligi deb ataladi. Ishga tushirish rezistori odatda bir necha pog‘onadan iborat qilib

tayyorlanadi. Ishga tushirilgan motor chastotasining ortib borishi bilan uning yakor toki va, demak, aylantiruvchi momenti kamayib boradi. Motor chastotasining n_c , qiymatigacha bir tekisda ortib borishini ta'minlash uchun aylantiruvchi momentning o'rtacha qiymatini o'zgarmas qilib saqlash kerak. Buning uchun ishga tushiruvchi momentning qiymati o'zining

$M_{max} = 2M_n = M_{ishg.t}$ qiymatidan $M_{min} = (1,141,2)M_n$ gacha kamayganida $R_{ishg.t}$ qarshiligining bir pog'onasi shuntlanadi. Bunda tok va, demak, aylantiruvchi moment nominalga nisbatan yana ikki marta ko'payishi darkor. Shu singari chastota ortib borishi bilan ishga tushiruvchi rezistorning qarshiligi kamayib boriladi va $R_{ishg.t}$ ning oxirgi pog'onasi shuntlanganda (rezistor qarshiligi nolga tenglashtirilganda) chastotaning qiymati n_c gacha ortib boradi. Momentlar muvozanati tiklanib, ya'ni $M = M_c$ va $n = n_c$ bo'lishi bilan ishga tushirish jarayoni ham tugaydi.

Ishga tushirish jarayonining davri bir necha sekunda tugashi sababli $I_{ishg.t}$ va $M_{ishg.t}$ qiymatlarining nominalga nisbatan 2-2,5 marta katta bo'lishi motor uchun xavfli bo'lmaydi.

Elektr mashinalarning xususiyatlari grafik usul bilan ifodalangan, xarakteristika deb ataluvchi bog'lanishlar bilan aniqlanadi. Generatorning asosiy xarakteristikalari quyidagilardan iborat bo'lib, ular o'zgarmas chastota, ya'ni $n = const$ da olinishi kerak.

1) **Salt (yuklamasiz) ish xarakteristikasi.** Generator kuchlanishi U_0 ning uning qo'zg'atuvchi chulg'amdagi qo'zg'atish toki i_0 ga bog'lanishini ifodalovchi egri chiziq, ya'ni $U_0 = f(i_k)$ salt ish xarakteristikasi deb ataladi. Bunda $I_{ya} = 0$ va $n = const$ bo'lishi kerak.

2) **Yuklama xarakteristikasi.** Generatorning yuklama bilan ishlayotgan rejimidagi $U=f(i_k)$ uning yuklama xarakteristikasi deb ataladi. Bunda yakor tokining kiymati uzgarmas, ya'ni $I_{ya} = I_n = const$ qilib saqlanishi va $n = const$ bo'lishi kerak.

3) **Tashqi xarakteristika.** Yuklama bilan ishlayotgan generator kuchlanishining yakor tokiga bog'lanishini ifodalovchi egri chiziq, ya'ni $U_0 = f(i_z)$ generatorning tashqi xarakteristikasi deb ataladi. Bunda $R_p = const$

qo'zg'atish tokini rostlab turish uchun kiritilgan rezistor qarshiligi va $n = const$ qilib saqlanishi kerak.

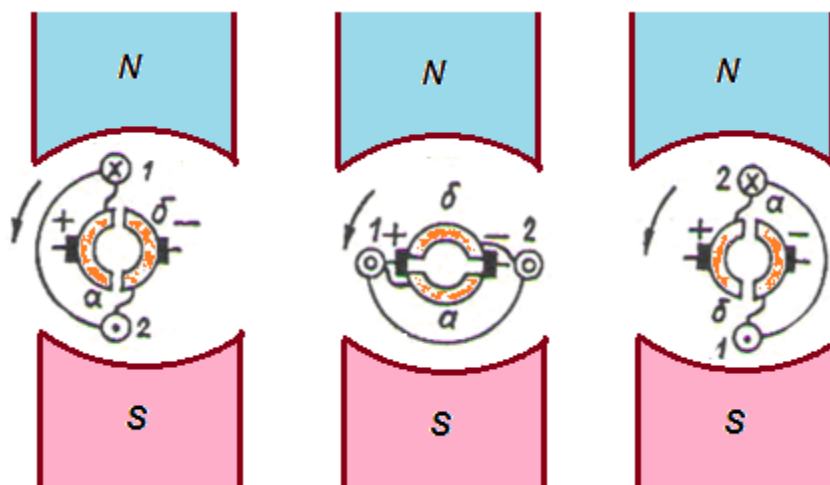
4) **Rostlash xarakteristikasi.** Yuklama bilan ishlayotgan generatordagi $i_k = f(I_{ya})$ bog'lanish rostdash xarakteristikasi deb ataladi. Bunda yuklama toki I_{ya} ning o'zgarishiga qaramay, generator kuchlanishi o'zgarmas, ya'ni $U = U_n = const$ va $n = const$ bo'lib qolishi kerak. [1,8,9]

5.1.3. O'zgarmas tok generatorining salt yurish, yuklanish, tashqi va rostdash xarakteristikalari.

O'zgarmas tok motorlarini ishga tushirish va aylanish tezligini rostdash.

Elektr mashinalar qutblarida etarli magnit oqim bo'lgan o'zgarmas tok mashinasining yakor chulg'amiga o'zgarmas tok berilsa, u holda yakor chulg'amidagi tokli o'tkazgichlarga ta'sir etuvchi elektromagnit moment hosil bo'ladi. Bunda elektr energiyasini mexanik energiyaga aylanib, elektr mashina motor rejimida ishlaydi. Yakor chulg'ami seksiyasi tomonlarining biri shimoliy, ikkinchisi esa janubiy qutb astida joylashgan bo'ladi. Shu sababli, yakorda hamma vaqt bir tomonga aylantiruvchi elektromagnit kuchlar hosil qilish uchun N va S qutblar ostidan o'tuvchi yakor o'tkazgigidagi tokning yo'nalishini o'zgartirib turish kerak.

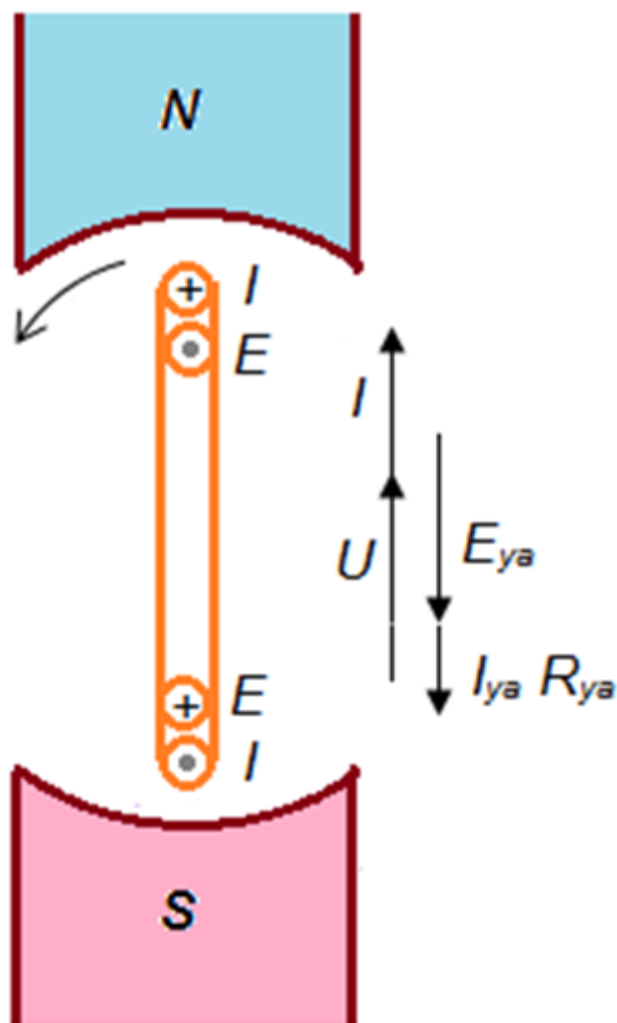
Yakor o'tkazgichlariga beriladigan tokning yo'nalishi kollektor bilan o'zgartirilib turiladi (5.1.6-rasm).



5.1.6-rasm. O'zgarmas tok motorida yakorga beriladigan tokning kollektor bilan o'zgaruvchan tokka aylantirilishi

Demak, o'zgarmas tok mashinasining generator rejimida uning kollektori bilan yakor chulg'amidagi o'zgaruvchan tok o'zgarmas tokka aylantiriladi, motor rejimida esa kollektor bilan elektr tarmog'idan beriluvchi o'zgarmas tok yakor chulg'amiga turli yo'nalishlarda beriladi. Elektromagnit moment ta'sirida o'zgarmas chastota n bilan aylanuvchi motor yakoridan o'tkazgichlarida E.Yu.K. hosil bo'ladi.

Generatorda tokning yo'nalishi E.Yu.K. tomon bo'lsa, motor yakorida hosil bo'lgan E.Yu.K. ning yo'nalishi esa teskaridir. Shu sababli bu E.Yu.K. teskari E.Yu.K. deb ham ataladi.



5.1.7-rasm. Motor yakorida hosil bo'lgan E.Yu.K. va uning tokka teskari yo'nalishi.

O'zgarmas tok motorning yakor zanjiri uchun E.Yu.K.larning muvozanat tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$U = E_{\text{я}} + I_{\text{я}}\Sigma R \quad (13.5)$$

bunda U – motorning yakor chulg‘amiga beriladigan kuchlanish, V;

E_{ya} – yakor chulg‘amida hosil bo‘lgan E.Yu.K. V;

$I_{\text{ya}}\Sigma R$ – yakor zanjirida kuchlanishning tushuvi, V;

$\Sigma R = R_{\text{ya}} + R_T$ – yakor chulg‘ami qarshiligi bilan tashqi qarshilik yig‘indisi, Om.

Yakor toki quyidagicha ifodalnadi:

$$I_{\text{я}} = \frac{U - E_{\text{я}}}{\Sigma R}, \quad (13.6)$$

E.Yu.K.lar tenglamasining ikki tomoninip $I_{\text{я}}$ ga ko‘paytirib quvvatlar tenglamasining quyidagi ifodasi olinadi:

$$UI_{\text{я}} = E_{\text{я}}I_{\text{я}} + I_{\text{я}}^2\Sigma R, \quad (13.7)$$

Bunda $UI_{\text{я}}$ – elektr tarmog‘idan motorga beriladigan quvvat, Vt;

$I_{\text{я}}^2\Sigma R$ – yakor zanjiridagi qarshiliklarning qizishiga sarflangan quvvat isrofi, Vt;

$E_{\text{я}}I_{\text{я}}$ – motor yakorida hosil bo‘ladigan quvvat, Vt.

Agar $E_{\text{я}}$ o‘rniga uning $E_{\text{я}} = pN/60aF_n$ qiymati qo‘yilsa, u holda quyidagi hosil qilinadi:

$$E_{\text{я}} = \frac{pN}{60a} \Phi n I_{\text{я}} = \frac{pN}{60a} \Phi \frac{60\omega}{2\pi} \Phi I_{\text{я}} = \frac{pN}{2\pi a} \Phi I_{\text{я}} \omega. \quad (13.8)$$

$pN/2\pi a F I_{\text{я}} = M_{em}$ tenglama elektromagnit momenti ifodalagani uchun yakorda hosil bo‘ladigan quvvat elektromagnit quvvat deb ataladi va P_{em} bilan belgilanadi:

$$E_{\text{ya}} = M_{em}\omega = P_{em} \quad (13.9)$$

Bunda: ω (rad/sek) = $2\pi n/60$ – yakor aylanishining burchak chastotasi;

n (ayl/min) – yakorning minutiga aylanish soni.

Demak, elektr motorga berilgan $UI_{\text{я}}$ quvvatning mexanik energiyaga o‘tgan qismini elektromagnit quvvat tashkil etadi.

Elektromagnit quvvatning asosiy qismi motor validagi foydali mexanik quvvat P_2 ga aylanadi, qolgan kichik qismi P_0 esa aylanuvchi yakordagi

mexanik ishqalanishlarni engishga va motorning po'lat qismlarida sodir bo'luvchi quvvat isroflariga befoyda sarflanadi. Shunga ko'ra $P_{em} = P_2 + P_0$ bo'ladi. [1,9,10]

Elektr motor valiga ta'sir etuvchi momentlar va ularning muvozanat tenglamasi. Elektr motor bilan biror ish mashinasi yoki mexanizmni harakatga keltirilganda uning valiga quyidagi momentlar ta'sir etishi mumkin:

1) motor yakorini aylantiruvchi elektromagnit moment M_{em} ;

2) salt ishlash momenti M_0 . Bu moment mexanik va magnit quvvat isroflari bilan aniqlanadi. Yakorning aylanishida mexanik ishqalanishlarga va uyurma toklar bilan motor po'lat o'zaklarining qizishiga sarflangan quvvat isrofi P_0 yuklamaga bog'liq bo'lmagani uchun M_0 ham yuklamaga bog'liq bo'lmaydi, uning qiymati nominal moment (aylantiruvchi foydali momentning nominal qiymati) M_n ning 2-6% ni tashkil etadi;

3) foydali moment M_2 . Bu moment motor bila nish mexanizmini harakatga keltirishda mexanizm tomonidan vujudga keltiriladigan qarshilik (foydali yuklama) momenti bilan aniqlanadi. Qarshilik momenti o'z navbatida mashina yoki mexanizmning ish rejimi (katta yoki kichik qiymatli yuklamalar bilan ishlashi) va mexanik xarakteristikalarini bilan aniqlanadi.

Odatda, M_0 va M_2 momentlari birgalikda hisoblanib, uni M_c bilan ifodalanadi, ya'ni bo'ladi, bunda – motor valining aylanishiga qarshilik ko'rsatuvchi statik qarshilik momenti. Ish mexanizmlarning qarshilik momentlari o'z qiymatlarini chastota o'zgarishi bilan turlicha o'zgartiradilar.

Shunga binoan, ish mexanizmi qarshilik momenti M_c ning motor aylanish chastotasi n ga nisbatan o'zgarishini ifodalovchi $M_c = f(n)$ bog'lanish uning mexanik xarakteristikasi uchun topilgan quyidagi emperik formulaga binoan ularni turli klasslarga ajratish mumkin:

$$M_c = M_{co} + (M_{cn} - M_{co}) \left(\frac{n}{n_{HH}} \right)^x \quad (13.10)$$

M_c – ish n mexanizmining chastotadagi qarshilik momenti;

M_{co} – salt ish rejimida mexanizmning harakatlanuvchi qismlaridagi mexanik ishqalanishlardan hosil bo'lgan qarshilik momenti;

M_{ch} – mexanizmning nominal, n_n chastotadagi qarshilik momenti;

x – chastota o'zgarishi bilan M_c ning o'zgarishini xarakterlaydigan daraja ko'rsatkchi.

(13.10) ifodaga binoan daraja ko'rsatkichi x uchun quyidagi qiymatlar berilib, turli klasslarga tegishli ish mexanizmlarining mexanik xarakteristikalari olinadi.

1. $X=0$ bo'lsa, $M_c = M_{cn}$ bo'ladi. Bunda qarshilik momenti o'zgarmas bo'lib, chastotaga bog'liq bo'lmagan mexanik xarakteristika olinadi (5.1.8-rasm, 1-egri chiziq). Bunday mexanik xarakteristikaga yuk ko'taruvchi kranlar, stanoklarning vint va chervyaklar bilan harakatlanuvchi qismlari ega bo'ladi. Haqiqatan, kran mexanizmining qarshilik momenti uning ilgagiga osilgan yuk og'irligi G va baraban radiusi $D_f/2$ bilangina aniqlanadi, xolos, ya'ni $M_c = GD_f/2$.

2. $X=1$ bo'lsa, $M_c = M_{co} + M_{cn} + M_{co}/n_n$ bo'ladi. Bunda qarshilik momenti chastotaga proporsional bo'lgan mexanik xarakteristika olinadi (5.1.8-rasm, 2-chiziq). Bunday xarakteristika mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori va don tozalovchi qishloq xo'jalik mashinasi kabilar ega bo'ladi.

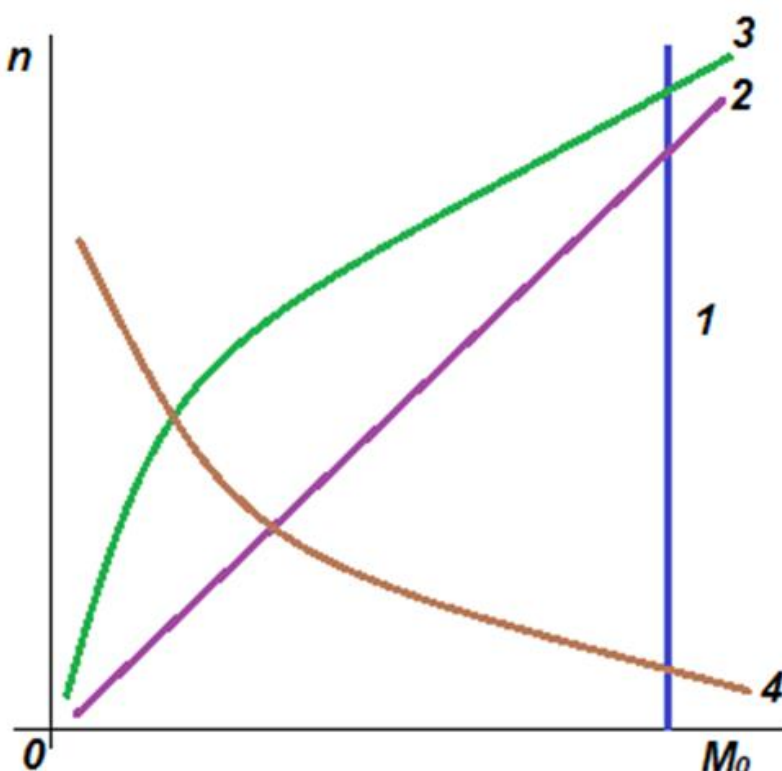
3. $X=2$ bo'lsa, qarshilik momenti chastotaning ikkinchi darajasiga proporsional bo'ladi. Bunday mexanik xarakteristikaga ventilyator, nasos, seperator kabi mexanizmlar ega bo'ladi (5.1.8-rasm, 3-chiziq).

4. $X = -1$ bo'lsa, qarshilik momentining qiymati chastotaga teskari proporsional ravishda o'zgaradi. Bunday mexanik xarakteristikaga ko'pchilik transport mexanizmlari, metall qirquvchi stanoklar ega bo'ladi.

Ayrim mexanizmlarning qarshilik momenti tezlikdan tashqari, boshqa parametrlar ta'sirida ham o'zgaradi. Masalan, krivoship-shatunli mexanizmlarning qarshilik momenti chastota va burilish burchagiga bog'liq bo'lsa, elektrovozlarda chastota va yo'l profili (yo'lning baland-pastligi, egriligi)ga bog'liq bo'ladi.

Bunda M_c ning o'zgarish grafigi har bir muayyan holda alohida keltiriladi. Qarshilik momentlari reaktiv va aktiv (potensial) bo'lishi mumkin. Reaktiv qarshilik momenti qirqish, ishqalanish va shu kabi jarayonlarda hosil

bo‘ladi. Bu momentning yo‘nalishi hamma vaqt motorning aylantiruvchi momentiga teskari bo‘ladi.



5.1.8-rasm. Ish mexanizmlarining mexanik xarakteristikalari.

Aktiv qarshilik momenti esa yuk ko‘tarish, prujinaning qisilishi kabi jarayonlarda hosil bo‘lib, bunday moment hamma yo‘nalishining o‘zgarishi bilan aktiv qarshilik momentining ta’siri ham teskarisiga o‘zgaradi. Masalan, yuk ko‘tarishda qarshilik momenti aylantiruvchi momentga teskari bo‘ladi, yuk tushirishda esa bu momentlar bir xil yo‘nalishda bo‘ladi.

Motor valiga ta’sir etuvchi momentlar yana birini dinamik moment M_{din} deyiladi. Dinamik moment quyidagicha ifodalanadi:

$$M_{дин} = J \frac{d\omega}{dt} = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt}, \quad (13.11)$$

Bunda:

- $j = mp^2 = GD^2/4 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{sek}^2$ – motor vali bilan birgalikda aylanayotgan qismlarining inersiya momenti;
- G, m – tegishlicha og‘irlik kuchi va uning massasi;

- p, D, g – tegishli harakatlanayotgan qismlarning inersiya radiusi, diametric va tezlanishi;
- GD^2 – siltash momenti. Yakor yoki rotorga tegishli siltash yoki inersiya momentlarining qiymati motor kataloglarida keltiriladi. Motor bilan aylanuvchi va turli shakllarga ega qismlar uchun esa J va GD^2 ning qiymati texnik ma'lumotnomalarda keltiriladi;
- $d\omega/dt$ yoki dn/dt – motor valining tezlanishi.

Demak, dinamik moment hosil bo'lishi uchun biror sababga ko'ra chastotaning o'zgarishi kifoya. Masalan, motori ishga tushirishda uning chastota ortib boradi. Bunda $dn/dt > 0$ bo'lib, aylantiruvchi momentga teskari yo'nalgan dinamik moment hosil bo'ladi.

Motorni tormozlashda esa uning chastotasi kamayib borgan uchun $dn/dt < 0$ bo'ladi. Bunda hosil bo'lgan dinamik moment motor chastotasining pasayishiga halaqit beradi, ya'ni tormozlovchi momentga nisbatan teskari yo'naladi.

Motornig o'zgarmas chastota bilan aylanishda esa $dn/dt = 0$ bo'lib, dinamik moment hosil bo'lmaydi. Motorning o'zgarmas chastota bilan aylanayotgan holati uning turg'un holati deyiladi. Demak, motor valiga ta'sir etuvchi momentlarning muvozanat tenglamasi umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:

$$\pm M \pm M_c = J \frac{d\omega}{dt} = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt}. \quad (13.12)$$

Aylantirilayotgan ish mexanizmi, ko'pincha, reaktiv qarshilik momentiga ega bo'ladi. Bunda momentlarning muvozanat tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$M - M_c = M_{\text{дин}} = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt}. \quad (13.13)$$

Motorning turg'un rejimida, $n = \text{const}$ ya'ni bo'lganda (13.13) tenglama yana ham soddalashadi:

$$M = M_c. \quad (13.14)$$

Demak, turg'un rejimda motorning aylantiruvchi momenti statik qarshilik momentiga teng va u bilan doimo muvozanatda bo'ladi. Agar M_c qiymati

o'zgarib, masalan, $M < M_{cl}$ bo'lib qolsa, uholda motorning aylantiruvchi momentining qiymati ham momentlar muvozanati boshqa pastroq turg'un chastotada tiklangunga qadar ko'payib boradi.

Motorning aylantiruvchi momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$M = M_{\text{ЭМ}} = \frac{P_{\text{ЭМ}}}{\omega} = \frac{60P_{\text{ЭМ}}}{2\pi n} = 9550 \frac{P_{\text{ЭМ}}}{n} [\text{HМ}] = 975 \frac{P_{\text{ЭМ}}}{n}, \text{кГМ} \quad (13.15)$$

Motor validagi foydali moment quyidagicha topiladi:

$$M_2 = 9550 \frac{P_{\text{H}}}{n_{\text{H}}} \text{HМ} = 975 \frac{P_2}{n}, \text{кГМ}, \quad (13.16)$$

Motor shchitida uning nominal foydali quvvati P_n , toki I_n , kuchlanishi U_n va aylanish chastotasi n_n ko'rsatilgan bo'ladi. Bu qiymatlarga binoan motorning nominal aylantiruvchi momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$M_{\text{H}} = 9550 \frac{P_{\text{H}}}{n_{\text{H}}} \text{HМ} = 975 \frac{P_{\text{H}}}{n_{\text{H}}} \text{кГМ}, \quad (13.17)$$

Bunda $P_n, \text{kVt}; n_n, \text{ayl/min}$ hisobida; elektromagnit moment motor validagi momentdan 245% gagina katta bo'lgani uchun $M_{em} \sim M_2$ deb qabul qilindi. [1,9,10]

Nazorat savollari

1. O'zgarmas tok mashinalarining tuzilishini aytib bering?
2. O'zgarmas tok mashinasining ishlash prinsipini aytib bering?
3. O'zgarmas tok generatorning qanday xarakteristikallari bor?
4. O'z-o'zidan qo'zg'atishli generatorlarni qanday qo'zg'atish usullari mavjud?
5. O'zgarmas tok mashinalarida kollektorning vazifasi nima?
6. Aylantiruvchi moment o'zgarishi bilan motor chastotasining o'zgarish darajasiga qarab qanday mexanik xarakteristikalar bo'ladi?
7. Mutlaqo qattiq xarakteristikaga ta'rif bering?
8. Qattiq xarakteristikaga ta'rif bering?
9. Yumshoq xarakteristikaga ta'rif bering?.
10. Ishga tushirish toki va momentining nominalga nisbatan 2-2,5 marta katta bo'lishi motorga qanday ta'sir qiladi?

5 bob.

5.2. O'zgarmas tok dvigatellari, ularning xarakteristikalari va tezliklarini rostdlash

Reja:

5.2.1. O'zgarmas tok mashinasining dvigatel rejimi.

5.2.2. O'zgarmas tok

dvigatellarini ishga tushirish. Dvigatelning o'z-o'zidan rostlanish prinsipi. Dvigatelni reverslash. Dvigatelning aylanish tezligini boshqarish.

5.2.3. Uzgarmas tok motorini EYuK funksiyasida avtomatik yurgizish.

5.2.4. O'zgarmas tok motorlarining mexanik xarakteristikasi

5.2.1. O'zgarmas tok mashinasining dvigatel rejimi.

O'zgarmas tok elektr mashinalari boshqa elektr mashinalari kabi qaytuvchanlik xususiyatiga ega bulib, ham generator, ham dvigatel rejimlarida ishlay oladi. SHuning uchun dvigatelning tuzilishi o'zgarmas tok generatorining tuzilishidan farq qilmaydi. Generatorga o'xshab dvigatellar ham uyg'otish chulg'aming yakorga ulanish sxemasi bo'yicha farqlanadi.

O'zgarmas tok dvigatellari aylanish tezligining keng doirada boshkarilishi va maxsus mexanik xarakteristikalarni olish mumkinligi tufayli keng qo'llanadi. Bular prokat stanlarida, transportda, kemalarda eshkak vintlarni harakatga keltirish uchun ishlatiladigan o'zgarmas tok dvigatellaridir.

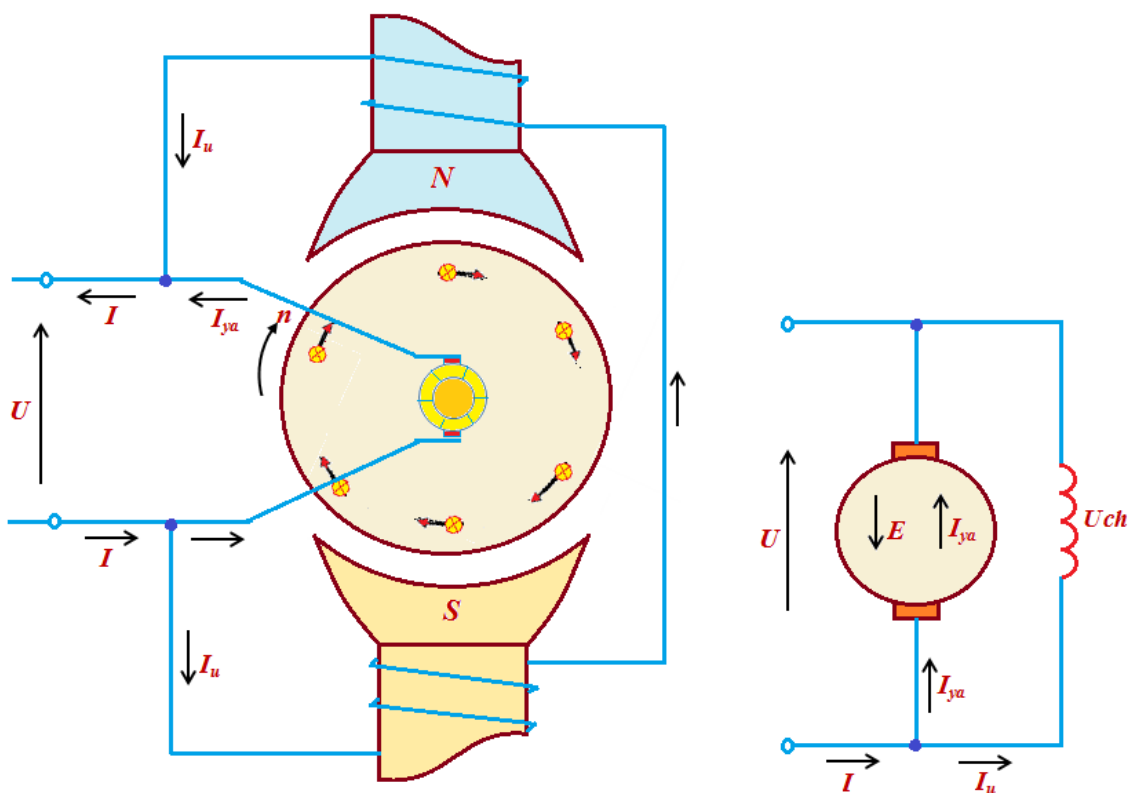
Yagona P seriyali o'zgarmas tok dvigatellarining quvvati 0,2 dan 6800 kVt gacha bo'lib, aylanish tezligi 24 dan 3000 ayl/min gacha bo'lgan diapazonni tashkil etadi.

Dvigatel rejimi. O'zgarmas tok mashiiasi dvigatel rejimida ishlashi uchun uyg'otish tokini shunday kamaytirish kerakki, natijada yakorda induksiyalanayotgan EYuK tarmoq kuchlanishidan kam bo'lsin. Tarmoq kuchlanishi ortiq bo'lgani uchun yakordagi tokning yo'nalishi teskarisiga o'zgaradi. Berilgan kuchlanish ta'sirida uygotish chulg'amidan tok o'ta boshlaydi, ammo uning yo'nalishi uzgarmaydi (5.2.1-rasm).

Yakor chulgʻamlaridan oʻtayotgan tok I_{ya} bilan oʻygʻotish chulgʻamining magnit oqimi F ning oʻzaro taʼsiridan elektromagnit kuch G hosil boʻladi, uning yoʻnalishi chap qoʻl qoidasiga koʻra aniqlanadi. Mazkur kuch aylantiruvchi momentni yuzaga keltiradi:

$$M = kFI_{ya} \quad (5.2.1)$$

Natijada yakor aylana boshlaydi. Elektromagnit moment M valning qarshilik momenti Mq ni engadi va elektr mashina dvigatel rejimida ishlay boshlaydi. 5.2.1-rasm. [1,8]



5.2.1-rasm. Oʻzgarmas tok mashinasining dvigatel rejimi.

Yakor aylanganda choʻlgʻamdagi oʻramlar magnit kuch chiziqlarini kesib oʻtadi va ularda EYuK $E=sFn$ induksiyanadi. Oʻng qoʻl qoidasidan foydalanib, har bir oʻramda induksiylangan bu EYuK ning undan oʻtayotgan tokka teskari yoʻnalganligiga ishonch hosil qilish mumkin.

Demak, yakor chulgʻamida induksiylangan EYuK unga berilgan tashqi kuchlanishga qarama-qarshi yoʻnalgan. SHuning uchun bu EYuK teskari, EYuK (E_T) nomini olgan. Kuchlanish U va E_T ning qarama-qarshi yoʻnalganligini hisobga olib, yakor zanjiridagi tok uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{R_{ya}} = \frac{U - cFn}{R_{ya}}; \quad \text{yoki} \quad U = E + I_{ya}R_{ya}; \quad (5.2.2)$$

Dvigatel qismalariga berilgan kuchlanish U teskari EYuK ni va kuchlanishning yakor chulg‘amining qarshiligi R_{ya} dagi pasayuvini kompensatsiya qiladi. Dvigatel normal ishlaganda $I_{ya} R_{ya}$ ning qiymati nisbatan kichik va teskari EYuK tarmoq kuchlanishi U ning 90—95% ni tashkil etadi. Parallel uyg‘otishli dvigatelning tarmoqdan iste‘mol qilayotgan toki yakor va uyg‘otish chulg‘amlaridan o‘tayotgan toklarning yig‘indisiga teng, ya‘ni: [1,9]

$$I = I_{ya} + I_u; \quad (5.2.3)$$

5.2.2. O‘zgarmas tok dvigatellarini ishga tushirish. Dvigatelning o‘z-o‘zidan rostlanish prinsipi. Dvigatelni reverslash. Dvigatelning aylanish tezligini boshqarish.

Dvigatelni ishga tushirish. O‘zgarmas tok dvigatelining yakoridagi tok:

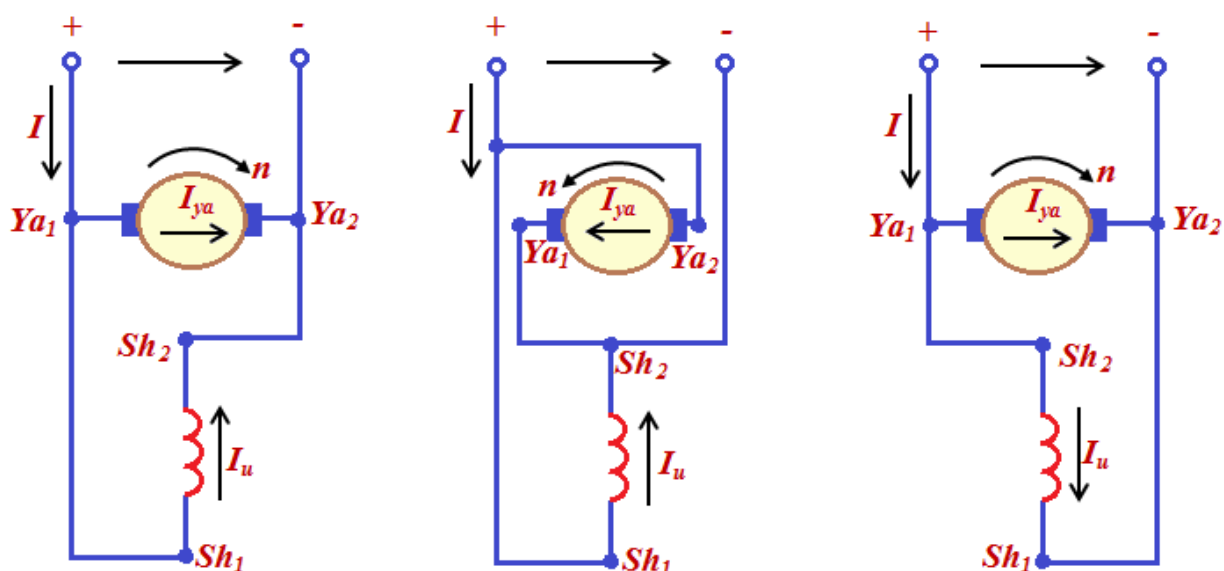
$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{R_{ya}} = \frac{U - cFn}{R_{ya}} \quad \text{formula bilan ifodalangan edi.}$$

Agar dvigatelni kuchlanishi U bo‘lgan tarmoqqa ulasak, ishga tushirishning boshlang‘ich lahzasida yakor o‘zining tinch holatdagi inersiyasini saqlashi ($n=0$) tufayli $E_T = 0$ bo‘lib, dvigatelning toki yakorning qarshiligi bilan cheklanadi, ya‘ni $I_{it} = I_{qt} = U/R_{ya}$. Bu tok yakorning qisqa tutashshi toki I_{qt} ham deyiladi. U (184 20) $I_{ya.nom}$ ga teng.

Yakor chulg‘amini bunday o‘ta katta tokdan saqlash maqsadida yakor chulg‘amiga ketma-ket qilib ishga tushirish reostata R_{it} ulanadi (5.2.2-rasm). U holda ishga tushirishning boshlang‘ich lahzasida

$$\text{yakordagi tok } I_{ya} = U/(R_{ya} + R_{it}). \quad (5.2.4)$$

Ishga tushirish vaqti qisqa bo‘lishi uchun ishga tushirish tokining joiz qiymati $I_{it} = (1,542) I_{ya.nom}$ bo‘lishi kerak. SHu bilan bir vaqtda, ishga tushirish momenti M_{it} ham nominal moment M_{nom} dan 1,542 marta katta bo‘ladi. Dvigatelning aylanish tezligi orta borgan sari teskari EYuK E_T ning ham qiymati orta borib, yakordagi tok va aylantiruvchi moment kamaya boradi.



5.2.2-rasm. O'zgarmas tok dvigatelni ishga tushirish.

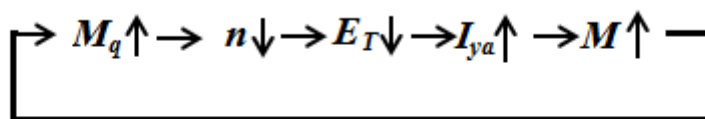
Aylantiruvchi momentni bir ie'yorda ushlab turish uchun ishga tushirish reostatining qarshiligi bir tekis kamaytira boriladi va dvigatel nominal tezlikka erishganda ($R_{it} = 0$ da) yakor zanjiridan uzib qo'yiladi.

Demak, dvigatelni hap gal tarmoqdan ajratganda ishga tushirish reostatini qayta boshlang'ich holatga keltirib qo'yish kerak.

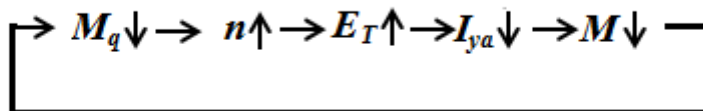
Dvigatelning o'z-o'zidan rostlanish prinsipi. Dvigatelning o'z-o'zidan rostlanish prinsipini tushuntirish uchun yakor zanjiridagi tok formulasiga murojaat qilamiz:

$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{R_{ya}} = \frac{U - cFn}{R_{ya}};$$

Agar qarshilik momenti M ortsa, dvigatelning aylanish tezligi n va teskari EYuK $E_T = sFn$ kamayadi. Natijada yakor toki I_{ya} va u bilan birgalikda aylantiruvchi moment $M = kFI_{ya}$ yangi qarshilik momenti bilan tenglashguncha ortadi. Aksincha, qarshilik momenti M kamaysa, dvigatelning tezligi va u bilan birgalikda teskari EYuK E_T ortadi, natijada yakor toki I_{ya} va aylantiruvchi moment M yangi qarshilik momenti Mq bilan tenglashgunga qadar kamayadi. Demak, o'zgarmas tok dvigateli yuklama o'zgarganda tashqi ta'sirsiz o'z-o'zidan rostlanish xususiyatiga ega ekan. Bu jarayonni quyidagicha ifodalash ham mumkin:

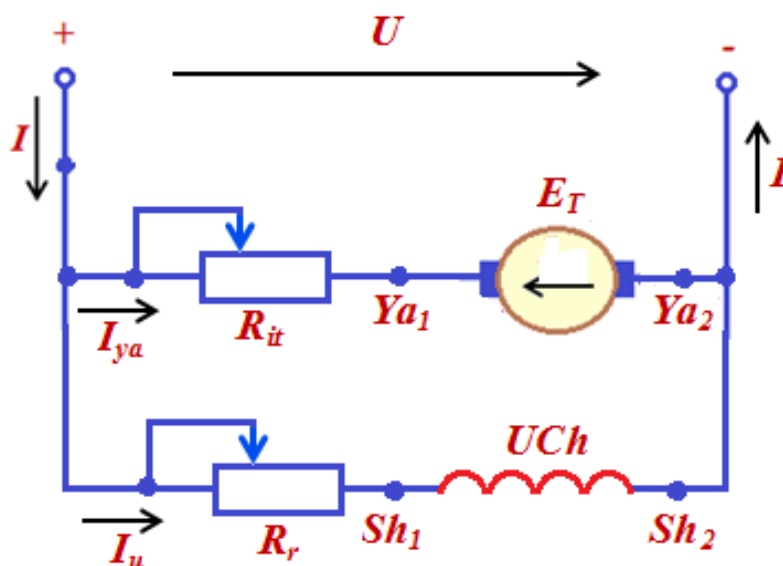


yoki



Dvigatelni reverslash. O'zgarmas tok dvigateling aylanish yo'nalishini o'zgartirish (reverslash) uchun yakor yoki uyg'otish zanjiridagi tokning yo'nalishini teskarisiga o'zgartirish kerak. Buning uchun yakorning Ya_1 va Ya_2 yoki uyg'otish zanjirining Sh_1 va Sh_2 uchlari-

ni dvigatelni ishga tushirish sxemasiga binoan o'zaro o'rnini almashtirish kerak. 5.2.3-rasmda o'zgarmas tok dvigateling chulg'amlarini ulashning prinsipial sxemasi (reverslagunga qadar), ko'rsatilgan.



5.2.3-rasm. O'zgarmas tok dvigateling chulg'amlarini ulashning prinsipial sxemasi

Dvigatelning aylanish tezligini boshqarish. Dvigatelning yakor toki formulasi

$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{R_{ya}} = \frac{U - cFn}{R_{ya}}$$

dan uning aylanish tezligini ifodalovchi formula:

$$n = \frac{U - I_{ya}R_{ya}}{cF} = \frac{E}{cF} \quad (5.2.5)$$

ni olish mumkin. (5.2.5) formuladan ko‘rinadiki, dvigatelning aylanish tezligi kuchlanishga to‘g‘ri, magnit oqimiga teskari proporsional.

Agar tarmoq kuchlanishini dvigatelning ish jarayonida o‘zgarmas deb hisoblasak, uning aylanish tezligini faqat magnit oqimi orqali boshqarish mumkin bo‘ladi. Magnit oqimi bilan uyg‘otish toki I_u ning $F_u = \omega u/R_m$ bog‘lanishini hisobga olsak, dvigatelning aylanish tezligi uyg‘otish zanjirining parametrlariga bog‘liq bo‘ladi. Odatda, dvigatel uchun ω_u va R_m lar o‘zgarmas bo‘lgani uchun uning aylanish tezligi uyg‘otish tokigagina bog‘liq bo‘ladi. [1,10]

5.2.3. Uzgarmas tok motorini EYuK funksiyasida avtomatik yurgizish.

Texnologik mexanizmlarning yurgizish paytidagi elektr yuritmalarga quyadigan talablari asosida avtomatik yurgizish sxemalari ishlab chikiladi. Eng oddiy yurgizish sxemalari odatda rotor kiska tutashtirilgan asinxron motorlarda kullaniladi. Ular odatda magnitli ishga tushirgich vositasida tarmokga ulab yurgiziladi. rele kontaktli sxemalarda yurgizish reostati karshiliklari birin-ketin ajratilib boshkariladi. Bir kVt dan ortik kuvvatga ega bulgan uzgarmas tok motorlari va faza rotorli asinxron motorlar yurgizish reostatlari vositasida ishga tushiriladi.

Reostatli yurgizish usulida olingan elektr motorni yurgizish egriligi kursatilgan. Rasmdan kurinadiki reostat pogonalari vaktning, tezlikning tokning va EYuK ning anik bir kiymatida ajratilishi mumkin. SHuning uchun yurgizish shu kattaliklar funksiyasida aalga oshiriladi. Ya’ni kuyidagi yurgizish usullari mavjud.

1. Tezlik funksiyasida yurgizish.
2. EYuK funksiyasida yurgizish.
3. Tok funksiyasida yurgizish.
4. Vakt funksiyasida yurgizish.

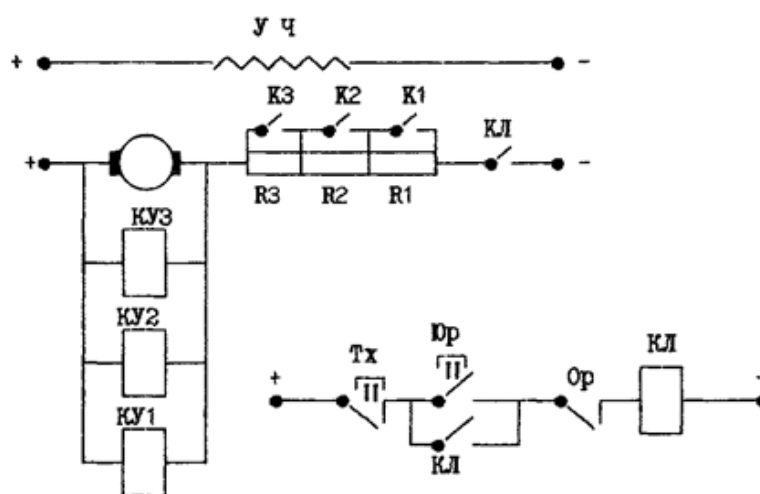
Buning uchun xisoblashlar asosida yurgizish tavsifi kuriladi va reostat pogonalari ajraladigan qiymatlar aniqlanib shu kattalikni uzgarishidan ishga tushadigan relelar sozlanadi.

Uzgarimas tok motorini EYuK funksiyasida avtomatik yurgizish - 5.2.4-rasmda o'zgarimas tok mashinasini EYuK funksiyasida boshkarish sxemasi kursatilgan. Yurgizish uch pogonasi reostat vositasida amalga oshiriladi. Yakor zanjiriga kuchlanish relelari KU1,KU2,KU3. paralel ravishda ulangan. Yurgizish tavsifidan relelar ishga tushishi kerak bulgan yakor EYuK aniklanadi.

$$e = k F \quad (5.2.6)$$

Magnit oqim uzgarmmas bulganda EYuK tezlikka proporsional buladi Tezlik kiymatlari yurgizish tavsifidan olinadi va boshkaruvchi relelar shu kiymatlarga sozlanadi.

Boshkaruv sxemasini ishlash prinsipi kuyidagicha. Boshkaruv zanjiridagi yurgizish tugmasi "Yur" bosilganda asosiy kuch kontaktori KL boshkaruv chulgami zanjiri berkiladi va tok utadi. Bunda kuch zanjiridagi KL kontaktori ulanib motor to'la reostat bilan ishga tushadi. Tezlik kiyati ga etganda rele KU1 ishga tushadi va K1 kontaktorni ulaydi va birinchi pogona kiska tutashtiriladi. Tezlik grafigi b nuqtadan v nuqtaga kuchadi va v-g kesma buyicha uzgaradi. Tezlik ga teng bulganda ikkinchi rele KU2 ishga tushadi va ikkinchi pogona ajratiladi. Tezlik grafigi g nuqtadan d nuqtaga utadi va d-e kesma buyicha tezlik osha boshlaydi. Tezlik ga etganda KU3 rele oxirgi pogonani ajratadi va yakor zanjiri kiska tutashtiriladi. Motor tabiiy tavsifga chikadi va yurgizish jaraenini tugaydi.



5.2.4-rasm. Uzgarimas tok motorini EYuK funksiyasida avtomatik yurgizish sxemasi.

5.2.4. O'zgarimas tok motorlarining mexanik xarakteristikasi

Motor valiga ta'sir etuvchi qarshilik momentining ortishi bilan motorning aylantiruvchi momenti ortadi, kamayishi bilan esa kamayadi. Bunda motorning aylanish chastotasi ham o'zgaradi. Motor aylantiruvchi momentining o'zgarishi bilan uning aylanish chastotasi qay tarzda o'zgarishini ifodalovchi $n = f(M)$ bog'lanish elektr motorning mexanik xarakteristikasi deb ataladi.

O'zgarimas tok motorlari uchun mexanik xarakteristika tenglamasi uning quyidagi asosiy ko'rsatkichlari, ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{U - E_r}{\Sigma R} \\ E_r &= k_E n \Phi \\ M &= k_M \Phi I_r \end{aligned} \right\} \text{ifodalar birgalikda yechilib aniqlanadi.} \quad (5.2.7)$$

Bu tenglamalar sistemasidan $n = f(M)$ bog'lanishini topish uchun dastavval motorning n chastota bilan aylanishida hosil bo'lgan $E_{ya} = k_E n F$

$$\text{ifodasidan } n = \frac{E_{ya}}{k_{EF}}; \text{ olinadi.} \quad (5.2.8)$$

Ushbu ifodadagi E_r o'rniga uning tok formulasidan topilgan $E_{YA} = U - I_{YA} \Sigma R$ qiymatini qo'yib, quyidagi tenglama olinadi:

$$n = \frac{E_{ya}}{k_{EF}} = \frac{E_{ya} = U - I_{ya} \Sigma R}{k_{EF}} = \frac{U}{k_{EF}} - \frac{I_{ya} (R_{ya} + R_T)}{k_{EF}}; \quad (5.2.9)$$

Bu ifodadan motorning aylanish chastotasini o'zgartirish usullarini aniqlash mumkin. SHunga binoan, ushbu ifodani motorning aylanish chastota xarakteristikasining tenglamasi deyiladi. O'zgarimas tok motorlarining mexanik xarakteristikasi tenglamasini topish uchun (21.01) ifodadagi I_{YA} o'rniga uning

$M = k_M F I_{ya}$ ifodasidan olingan $I_{ya} = \frac{M}{k_{MF}}$ qiymatini qo'yish kifoya, ya'ni:

$$n = \frac{U}{k_{EF}} = \frac{I_{ya} \Sigma R}{k_{EF}} = \frac{U}{k_{EF}} - \frac{\Sigma R}{k_E \cdot k_{MF}^2} \cdot M; \quad (5.2.10)$$

Demak, o'zgarimas tok motorlarining (21.02) bilan ifodalangan mexanik xarakteristika tenglamasiga binoan ideal salt ish rejimida, ya'ni $M = M_c = 0$ bo'lganda motorning turg'un (o'zgarimas) chastotasi $n = \frac{U}{k_{EF}} = n_0$; bo'ladi.

Motor valiga mexanizmning biror M_s qiymatli qarshilik momenti ta'sir etishi bilan uning aylanish chastotasi n_0 ga nisbatan $\frac{\Sigma R}{k_E \cdot k_M F^2} \cdot M_c$; hisobiga kamayadi. Bunda motorning aylantiruvchi momenti M_c gacha ko'payib, ya'ni $M = M_c$ bo'lib, uning pasaygan turg'un aylanish chastotasi quyidagicha aniqlanadi:

$$n = n_0 - \frac{\Sigma R}{k_E \cdot k_M F^2} \cdot M; \quad (5.2.11)$$

Haqiqatan, motorning aylanish chastotasi kamayishi bilan uning yakoridagi e.yu.k. ham kamayib boradi. Bunda $I = \frac{U - E_{ya}}{\Sigma R}$ bo'lgani uchun motorning aylantiruvchi $M = k_M F I_{ya}$ momenti qiymati ham momentlar muvozanati tiklanguncha, ya'ni $M = M_c$ bo'lguncha ko'payib boradi. $M = M_c$ bo'lishi bilan motor aylanish chastotasining yuklama sababli pasayishi tugaydi va motor yangi o'zgarmas aylanish chastotasi bilan turg'un rejimda ishlay boshlaydi. Qarshilik momentining o'zgarishi bilan elektr motorlarning aylanish chastotasi demak, e.yu.k. qiymati ham o'zgarib, natijada ularning aylantiruvchi momenti ham momentlar muvozanati tiklanguncha o'z-o'zidan o'zgaradi. Elektr motorlarning bu xususiyati ularning asosiy afzalliklaridan biri hisoblanadi.

Elektr motorlar **tabiiy** va **sun'iy mexanik xarakteristikalar**ga ega bo'lishi mumkin.

Yakor yoki rotor chulg'amiga qo'shimcha tashqi qarshilik kiritilmay nominal kuchlanish va nominal magnit oqimda olinadigan $n = f(M)$ bog'lanish elektr motorning tabiiy mexanik xarakteristikasi deyiladi.

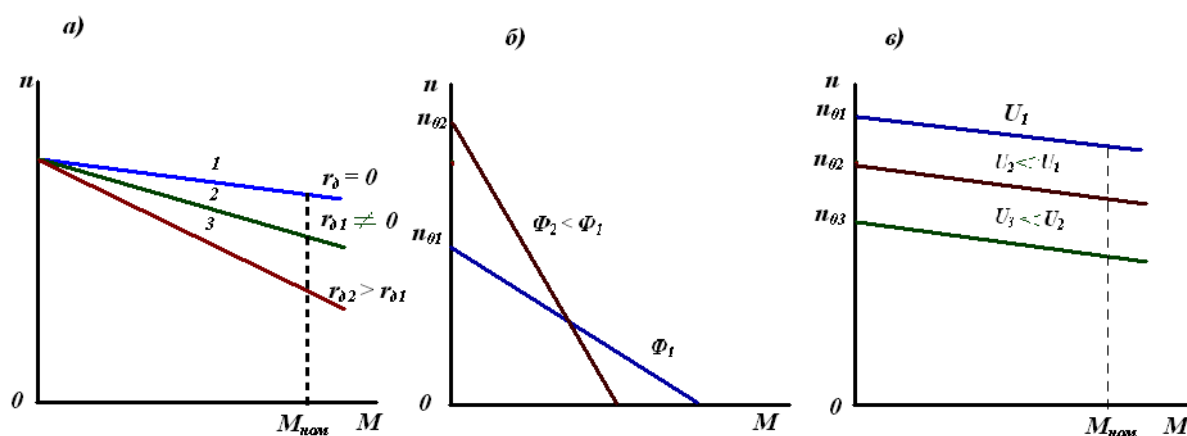
Yakor yoki rotor chulg'amiga biror tashqi qarshilik kiritilganda hamda kuchlanish yoki magnit oqimning nominaldan farq qilganda olinadigan $n = f(M)$ bog'lanish motorning sun'iy mexanik xarakteristikasi deyiladi.

Aylantiruvchi moment o'zgarishi bilan motor aylanish chastotasining o'zgarish darajasiga qarab quyidagi mexanik xarakteristikalar bo'lishi mumkin:

1) **mutlaqo qattiq xarakteristika.** Aylantiruvchi momentning nominal qiymatgacha o'zgarishida aylanish chastotasi o'zgarmay qoladigan motor mutlaqo qattiq xarakteristikaga ega motor deyiladi. Bunday mexanik xarakteristikaga sinxron motorlar ega bo'ladi;

2) **qattiq xarakteristika.** aylantiruvchi momentning nominal qiymatgacha o'zgarishida aylanish chastotasining qiymati bir ozgina, ya'ni 5 – 10 foizga o'zgaruvchi motor qattiq xarakteristikaga ega motor deyiladi. Bunday xarakteristikaga parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok va normal tuzilishdagi asinxron motorlar ega bo'ladi;

3) **yumshoq xarakteristika.** Aylantiruvchi momentning nominal qiymatgacha o'zgarishida aylanish chastotasi keskin o'zgaruvchi motor yumshoq xarakteristikaga ega motor deyiladi. Bunday xarakteristikaga ketma-ket qo'zg'atishli o'zgarmas tok va maxsus tuzilishdagi asinxron motorlar ega bo'ladi. [1,9]



5.2.5 - rasm. Parallel qo'zg'atishli dvigatelning mexanik xarakteristikalari:

- a — yakor zanjiriga qo'shimcha qarshilik kiritilganda;
- b — asosiy magnit oqimi o'zgartirilganda;
- v — yakor zanjirida kuchlanish uzgartirilganda.

Nazorat savollari

1. O'zgarmas tok mashinasining dvigatel rejimini tushuntirib bering?
2. O'zgarmas tok dvigatellarini ishga tushirish qanday amalga oshiriladi?
3. Dvigatelning o'z-o'zidan rostlanish prinsipini tushuntirib bering?
4. Uzgarmas tok motorini EYuK funksiyasida avtomatik yurgizish qanday amalga oshiriladi?
5. Elektr motorlar qanday xarakteristikalariga ega bo'lishi mumkin?
6. Aylantiruvchi moment o'zgarishi bilan motor aylanish chastotasining o'zgarish darajasiga qarab qanday mexanik xarakteristikalar bo'ladi?

V bob.

5.3. Asinxron dvigatellarning tuzilishi va ishlashi

Reja:

- 5.3.1. Asinxron mashinalarning tuzilishi, ishlash tarzi va turlari.
- 5.3.2. Asinxron dvigatelda quvvat isrofi. Dvigatelning FIKi.
- 5.3.3. Asinxron dvigatelning mexanik va ish xarakteristikalarini.
- 5.3.4. Asinxron dvigatellarni ishga tushirish va tezliklarini rostlash usullari. Juft qutblar, tok chastotasini va sirpanishini o'zgartirib sinxron dvigatellar tezliklarini rostlash.
- 5.3.5. Maxsus o'zgaruvchan tok mashinalari

5.3.1. Asinxron mashinalarning tuzilishi, ishlash tarzi va turlari.

O'zgaruvchan tok elektr mashinalarining (sinxron va asinxron mashinalarning) ishlash prinsipi uchta chulg'andan uch fazali tok o'tganda aylanma magnit maydonining hosil bo'lishiga asoslangan. SHuning uchun ham ularning nazariyasida umumiylik ko'p. Hozirgi vaqtda uch fazali o'zgaruvchan tok mashinalari juda keng qo'llanilmoqda. O'zgaruvchan tok elektr mashinalari uch guruxga bo'linadi:

- a) kollektorsiz asinxron mashinalar;
- b) kollektorli asinxron mashinalar;
- v) sinxron mashinalar.

Asinxron va sinxron mashinalarda statorning tuzilishi deyarli bir xil; lekin ularning rotorlari tuzilishi jihatidan har xil bo'ladi. Amalda bir va uch fazali asinxron va sinxron mashinalar juda keng ishlatiladi. Uch fazali mashinalar statorida uchta chulg'am; bir fazali mashinalarda esa bitta chulg'am bo'ladi.

Sinxron va asinxron mashinalarning statorida joylashgan uch fazali chulg'andan uch fazali tok o'tganda statorida aylanuvchan aylanma) magnit maydoni hosil bo'ladi. Sinxron mashinalarda rotorning aylanish tezligi (aylanish chastotasi) aylanma magnit maydonining aylanish chastotasiga teng, ya'ni rotor va aylanma magnit maydoni sinxron aylanadi. Bunday mashinalar sinxron mashinalar deyiladi. Sinxron mashinalar asosan o'zgaruvchan tok generatorlari sifatida ishlatiladi va ular turli xil elektr stansiyalarida o'rnatiladi. Lekin sinxron mashinalar sinxron dvigatellar sifatida ham keng qo'llanadi.

Asinxron mashinalarda rotorining aylanish chastotasi aylanma magnet maydonining aylanish chastotasiga teng bo'lmaydi, ya'ni ular sinxron aylanmaydi. Bunday mashinalar asinxron mashinalar deyiladi. Asinxron mashinalar asosan dvigatellar sifatida ishlatiladi. Xalq xo'jaligining turli sohalarida millionlab asinxron dvigatellar turli mexanizmlarni harakatga keltirmoqda. Umuman, sinxron va asinxron mashinalar generator sifatida ham, dvigatel sifatida ham ishlay oladi. Bundan tashqari, sinxron mashinalar sinxron kompensatorlar sifatida; asinxron mashinalar esa elektromagnet tormoz va chastota o'zgartiruvchi mashina sifatida ishlatiladi.

O'zgaruvchan tokning kollektorli mashinalarida ham rotor aylanma magnet maydoni bilan bir xil tezlikda aylanmaydi va bu jihatdan ular asinxron mashinalar hisoblanadi. Lekin bunday mashinalarda kollektor bo'lganligi sababli ular alohida gruppani tashkil qiladi. Kollektorli mashinalar ko'proq dvigatel sifatida ishlatiladi. Ularning ishlash prinsipi o'zgarmas tok mashinalarining ish prinsipiga yaqin. O'zgaruvchan tok kollektorli mashinalari amalda kam ishlatiladi. Asinxron va sinxron mashinalar haqida keyinroq mufassal to'xtalamiz, avval o'zgaruvchan tok mashinalariga oid umumiy masalalar haqida gapirib o'tamiz.

Elektr mashinalarning ferromagnet o'zagi (magnet o'tkazgichi) va chulg'amlari uning asosiy aktiv qismlaridir. Qolganlari mashinaning pishiqligini, mustahkamligini, uning aylanishini va sovitilishini ta'minlovchi konstruktiv qismlardir.

Asinxron va sinxron mashinalarda statorning tuzilishi bir xil bo'ladi. Bunday mashinalarning statori uning korpusi (staninasi), asosi, korpusni ikki tomonidan berkitib turadigan podshipnik shchitlari hamda statorning korpusi ichida maxsus yupqa elektrotexnika po'lat plastinkalaridan yig'ilgan pulat o'zakdan iborat. Po'lat o'zak pazlariga, fazoda bir-biriga nisbatan 120° siljigan, uchta chulg'am o'rnatilgan. Bir fazali mashinalar statorida bitta chulg'am bo'ladi. Asinxron va sinxron mashinalarda stator chulg'amini, odatda, yakor chulg'ami deyiladi.

Asinxron mashinalar asosan ikki qismdan iborat bo'ladi: qo'zg'almas qism - stator; aylanadigan qism - rotor. Stator va rotor orasida havo oralig'i bo'ladi.

Bu oraliq sinxron mashinalarda nisbatan kattaroq, asinxron mashinalarda kichkina (masalan, 0,2...3 mm) bo'ladi. Asinxron va sinxron mashinalarda statorning tuzilishi deyarli bir xil; lekin ularning rotorlari tuzilishi jihatidan har xil bo'ladi. Amalda bir va uch fazali asinxron va sinxron mashinalar keng ishlatiladi. Uch fazali mashinalar statorida uchta chulg'am; bir fazali mashinalarda esa bitta chulg'am bo'ladi.

Asinxron mashinalarda rotorining aylanish chastotasi aylanma magnit maydonining aylanish chastotasiga teng bo'lmaydi, ya'ni ular sinxron aylanmaydi. Bunday mashinalar asinxron mashinalar deyiladi.

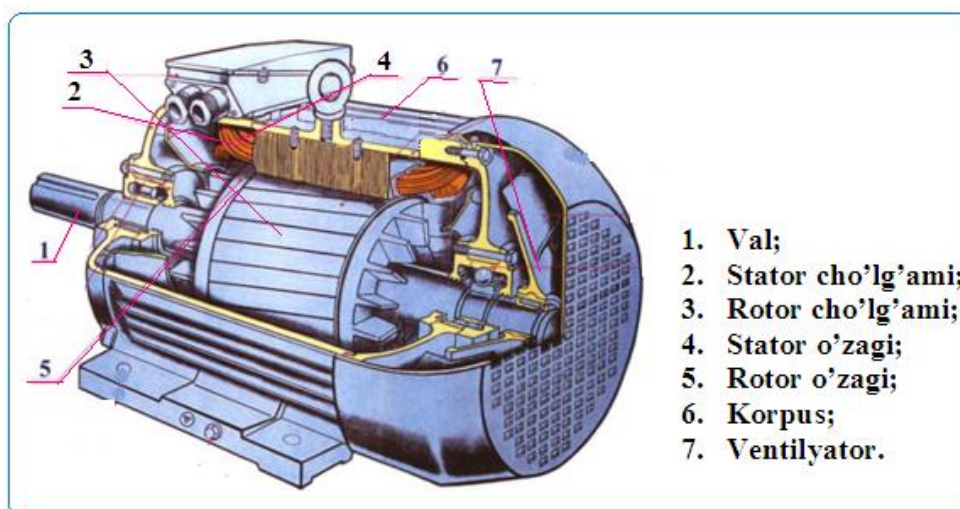
Asinxron mashinalar asosan dvigatellar sifatida ishlatiladi. Xalq xo'jaligining turli sohalarida millionlab asinxron dvigatellar turli mexanizmlarni harakatga keltirmoqda. Umuman, sinxron va asinxron mashinalar generator sifatida ham, dvigatel sifatida ham ishlay oladi. Bundan tashqari, sinxron mashinalar sinxron kompensatorlar sifatida; asinxron mashinalar esa elektromagnit tormoz va chastota o'zgartiruvchi mashina sifatida ishlatiladi.

O'zgaruvchan tokning kollektorli mashinalarida ham rotor aylanma magnit maydoni bilan bir xil tezlikda aylanmaydi va bu jihatdan ular asinxron mashinalar hisoblanadi. Lekin bunday mashinalarda kollektor bo'lganligi sababli ular alohida guruxni tashkil qiladi. Kollektorli mashinalar ko'proq dvigatel sifatida ishlatiladi. Ularning ishlash prinsipi o'zgarmas tok mashinalarining ish prinsipiga yaqin. O'zgaruvchan tok kollektorli mashinalari amalda kam ishlatiladi.

Elektr mashinalarning ferromagnit o'zagi (magnit o'tkazgichi) va chulg'amlari uning asosiy aktiv qismlaridir. Qolganlari mashinaning pishiqligini, mustahkamligini, uning aylanishini va sovitilishini ta'minlovchi konstruktiv qismlardir. (5.3.1-rasm)

Asinxron va sinxron mashinalarda statorning tuzilishi bir xil bo'ladi. Bunday mashinalarning statori uning korpusi (staninasi), asosi, korpusni ikki tomonidan berkitib turadigan podshipnik shchitlari hamda statorning korpusi ichida maxsus yupqa elektrotexnika po'lat plastinkalaridan yig'ilgan pulat o'zakdan iborat. Po'lat o'zak pazlariga, fazoda bir-biriga nisbatan $I20^\circ$ siljigan,

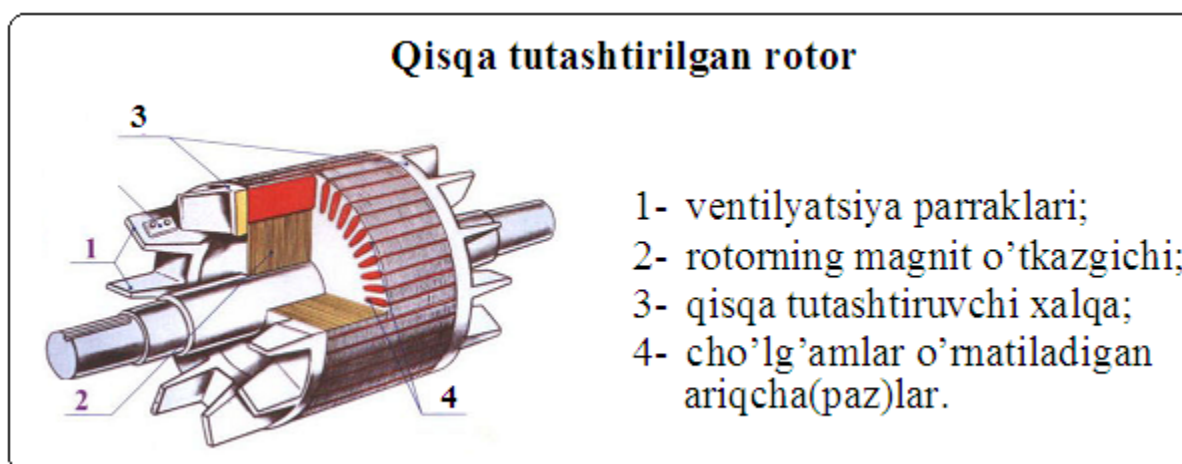
uchta chulg'am o'rnatilgan. Bir fazali mashinalar statorida bitta chulg'am bo'ladi. [1,8,9]



5.3.1-rasm. Asixron mashinaning konstruktiv tuzilishi

Asixron mashinalarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Elektr mashinalarida po'lat o'zak maxsus yupqa elektrotexnika po'lat listidan yig'ib tayyorlanadi. Stator va rotorning po'lat o'zaklarining tarkibida 1...3% kremniy bo'ladi. Po'lat listlarining qalinligi 0,3 ... 0,5 mm. Po'lat o'zak yig'ilgandan so'ng staninaga presslab o'rnatiladi. Stator staninasi esa alyuminiy yoki cho'yandan tayyorlanishi mumkin. Asinxron mashinalarda ham rotorning po'lat o'zagi maxsus po'lat listlardan yig'iladi va valga yoki rotor vtulkasiga presslab maxkamlanadi. Mikromashinalarda po'lat o'zaklar temir-nikel qotishmasi plastinkalardan yig'iladi.

Qisqa tutashgan rotorli asinxron mashinalar. Qisqa tutashgan rotorli Asixron mashinalar *rotorning tuzilishiga ko'ra quyidagicha bo'ladi: 5.3.2-rasm.*

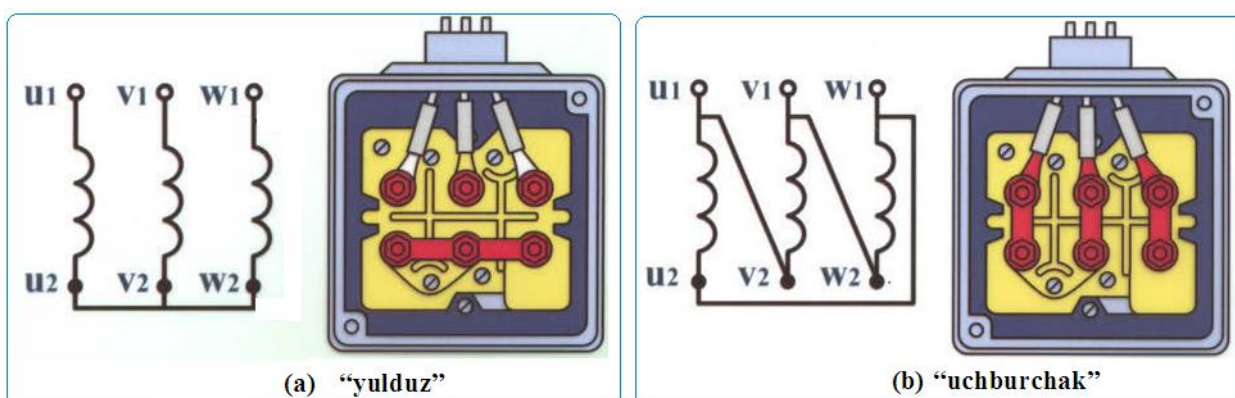


5.3.2-rasm. Asixron mashinaning qisqa tutashtirilgan rotori.

Rotorning o‘zagi elektrotexnik po‘lat tunikalardan yig‘iladi, sirtqi tomoni pazlar hosil qiluvchi tsilindirdan iborat bo‘ladi. Uyurma toklardan hosil bo‘luvchi quvvat isrofini kamaytirish maqsadida rotor o‘zagini tashkil qiluvchi har bir po‘lat tunikanining ikki tomoni izolyatsiyalovchi lak bilan qoplanadi.

Qisqa tutashtirilgan rotorli motorning rotor o‘zagi pazlariga alyuminiy yoki mis sterjenlari (tayoqchalari) joylashtirilib, ularning bosh va oxirlari alyuminiy yoki mis halqa bilan o‘zaro qisqa tutashtiriladi rotor (“Olmaxon qafas”) li asinxron motor deyiladi.

Asixron mashinalarning statoriga joylashtiriladigan uch fazali chulg‘amning tuzilishi sinxron mashinaning chulg‘amidan farq qilmaydi. Stator chulg‘amlarining uchlari dvigatel shchitidagi qismlarga ulanadi. Bunda birinchi faza chulg‘ami C_1-C_4 ikkinchisi C_2-C_5 uchinchisi esa C_3-C_6 bilan belgilanadi. Chulg‘amni “yulduz” sxemasi bilan ulash uchun uchlari motor shchitining qismlariga 11.5-rasm, *a* da ko‘rsatilgandek qilib biriktiriladi. 5.2.3-rasm *b* da motor shchitidagi chulg‘am uchlari “uchburchak” sxemalari bilan ulash ko‘rsatilgan.



5.2.3-rasm. Asixron mashinalarning stator cho‘lg‘amlarini ulanish usullari

Asinxron dvigatelning stator chulg‘amiga uch fazali tok berilganda $n_1=60f/p$ chastota bilan aylanuvchi magnit maydon hosil bo‘ladi. Aylanuvchan magnit maydon rotor chulg‘amini kesib o‘tib, uning yopiq zanjiriga ega chulg‘amida E. Yu. K. hosil qiladi. Rotor chulg‘amidagi tok bilan statoridagi aylanuvchi magnit maydonning o‘zaro ta‘siri natijasida aylantiruvchi elektromagnit moment hosil bo‘lib, natijada motor n_2 chastota bilan aylana boshlaydi. Aylantiruvchi momentni hosil qiluvchi kuchlarning yo‘nalishi chap qo‘l qoidasi bilan aniqlanadi.

Dvigatelning statoriga berilgan elektr energiyasi elektromagnit jarayon natijasida rotorda aylantiruvchi mexanik energiyaga aylanadi. Asinxron motorning aylanish yo'nalishini o'zgartirish uchun stator chulg'aming elektr tarmog'iga ulanadigan har qanday ikki uchini o'zaro almashtirish kifoya. Bunda aylanuvchi magnit maydon va u tomon ergashib aylanuvchi rotorning aylanish yo'nalishlari teskariga o'zgaradi. Rotorning aylanish n_2 aylanuvchi magnit maydonining sinxron chastotasi n_1 ga nisbatan hamma vaqt kichik bo'ladi. Agar $n_2 = n_1$ bo'lganda rotor chulg'amida tok va aylantiruvchi moment hosil bo'lmaydi. Aylanuvchi magnit maydoni va rotor chastotalari ayirmasining sinxron chastotaga nisbati *sirpanish* deb ataladi va S harfi bilan belgilanadi. Demak, sirpanishning qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (11-1)$$

Quvvati 14100 kVt gacha bo'lgan normal tuzilishdagi asinxron motorlarning nominal yuklamasiga tegishli nominal sirpanish

$$S_H = \frac{n_1 - n_H}{n_1} = 0,01 \div 0,06 \quad \text{bo'ladi.} \quad (11.2)$$

Asinxron mashinaning dvigatel rejimida $S = 041$ orasida o'zgaradi.

Bunda $S = 0$ - motorning ideal salt ish rejimi, ya'ni $M = 0$; $n_2 = n_1$ da sodir bo'ladi.

$S = 1$ esa elektr tarmog'iga ulangan dvigatel rotorining tinch holati, ya'ni $n_2 = 0$ da sodir bo'ladi.

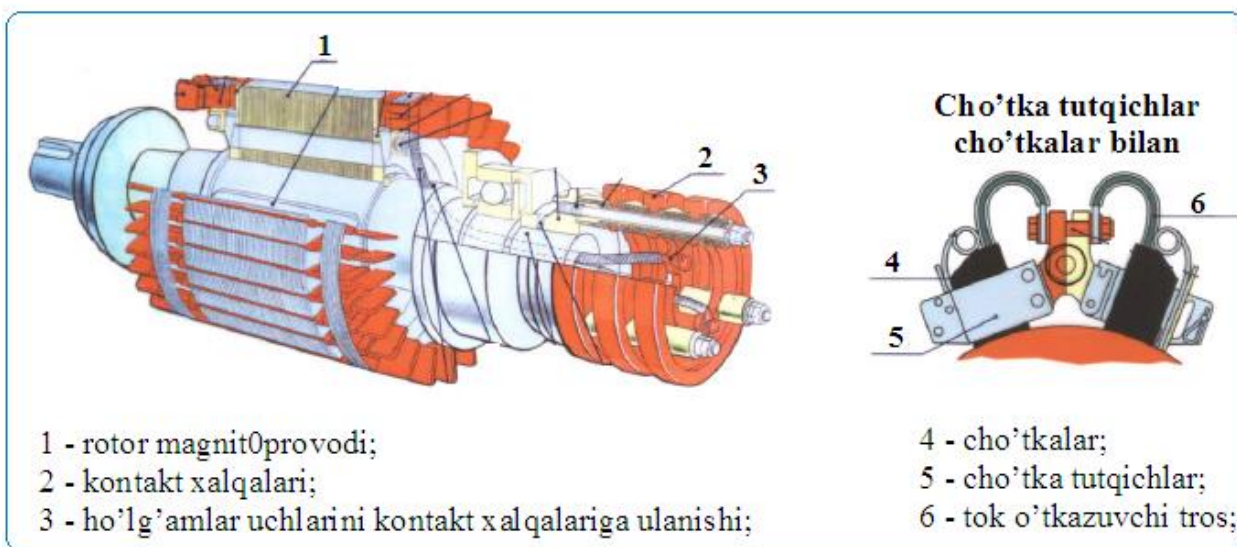
Asinxron dvigatelning aylanish chastotasi quyidagicha aniqlanadi:

$$n_2 = n_1 (1 - S) \quad (11.3)$$

5.3.3. Faza rotorli asinxron mashinalar.

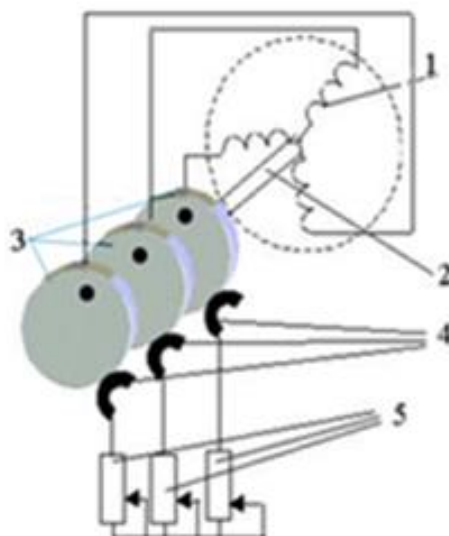
Faza rotorli Asinxron mashinalar *rotorning tuzilishiga ko'ra quyidagicha bo'ladi: 5.3.3-rasm.*

Faza rotorli dvigatelning rotor o'zagi pazlariga statorniki singari uch fazali chulg'am o'rnatiladi. Dvigatelning ishga tushurish tokini kamaytirish maqsadida rotor chulg'ami zanjiriga ketma-ket tashqi qarshilik kiritiladi .



5.3.3-rasm. Asixron mashinaning faza (kontakt xalqali) rotori.

Rotor chulg'ami "yulduz" sxemasida ulanib, uning har bir fazasiga tashqi qarshilikni kiritish uchun aylanuvchi rotor valiga uchta o'zaro va valdan izolyatsiyalangan halqa o'rnatiladi. Rotordagi faza chulg'aming uchlari uchta halqaga ulanib, halqalar esa qo'zg'almas cho'tkalar orqali ishga tushirish rezistoriga ulanadi. 5.3.4 – rasm.



5.3.4-rasm. Faza rotorli dvigatelga rostlagich reostatini ulanishi

Katta quvvatli asinxron elektr dvigatellarda va kichik quvvatli maxsus mashinalarda ularning ishga tushirish va rostlash xususiyatlarini yaxshilash maqsadida faza rotorlardan foydalaniladi.

Faza rotorli motorlarning rotor o'zagi pazlariga statorniki singari uch fazali chulg'am o'rnatiladi. Motorning ishga tushirish tokini kamaytirish maqsadida rotor chulg'ami zanjiriga ketma-ket qilib tashqi qarshilik kiritiladi .

Bunda uch fazali rotor cho'lg'amlari (1) valga (2) o'rnatilgan kontakt xalqalar (3) ga ulanadi. O'z navbatida ushbu xalqalarga tegib sirpanib turuvchi cho'tkalar (4) yordamida rostlagich reostatlar (5) ga ulanadi.

Rotor chulg'amining ishga tushirish rezistoriga ulanuvchi uchlari, R_1 , R_2 , R_3 bilan belgilanadi. Asinxron motorning stator chulg'amiga uch fazali tok

berilsa, u holda $n_1 = \frac{60 f_1}{P}$ chastota bilan aylanuvchi magnet maydon hosil bo'ladi. Aylanuvchan magnet maydon rotor chulg'amini kesib o'tib, uning yopiq zanjiriga ega chulg'amida e. yu. k. va, demak, tok hosil qiladi. Rotor chulg'amidagi tok bilan statoridagi aylanuvchi magnet maydonning o'zaro ta'siri natijasida aylantiruvchi elektromagnet moment hosil bo'lib, natijada motor n_2 chastota bilan aylana boshlaydi. Aylantiruvchi momentni hosil qiluvchi kuchlarning yo'nalishi chap qo'l qoidasi bilan aniqlanadi. SHunday qilib, motorning statoriga berilgan elektr energiyasi elektromagnet jarayon natijasida rotorni aylantiruvchi mexanik energiyaga aylanadi. Asinxron motorning aylanish yo'nalishini o'zgartirish uchun stator chulg'amining elektr tarmog'iga ulanadigan har qanday ikki uchini o'zaro almashtirish kifoya. Bunda aylanuvchi magnet maydon va u tomon ergashib aylanuvchi rotorning aylanish yo'nalishlari teskariga o'zgaradi. Rotorning aylanish n_2 aylanuvchi magnet maydonining sinxron chastotasi n_1 ga nisbatan hamma vaqt kichik bo'ladi. Haqiqatan, agar $n_2 = n_1$ bo'lgan taqdirda rotor chulg'amida tok va, demak, aylantiruvchi moment ham hosil bo'lmaydi.

Asinxron motorning ishga tushirish toki ifodasi S o'rniga uning $S=1$ qiymatini qo'yib quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{\text{ишт}} = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{(R_1 + R_2^k)^2 + (X_1 + X_2^k)^2}} \quad (10-1)$$

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlarning ishga tushirish toki

$I_{\text{ишт}} = (5 \div 8) I_{\text{н}}$ bo'lib, uning nisbiy qiymati $\frac{I_{\text{ишт}}}{I_{\text{н}}}$ motor kataloglarida beriladi.

Ishga tushirish toki katta bo'lishiga qaramay, asinxron motorning ishga tushirish momenti nisbatan kichik, ya'ni $M_{\text{ишт}} = (1 \div 2)M_{\text{н}}$ ni tashkil qiladi. Ishga tushirish momentining tok singari katta qiymatga ega bo'lmasligini aylantiruvchi momentning quyidagi (10-2) ifodasidan tushinish mumkin.

Asinxron motorning vektor diagrammasiga binoan $I_2^k \frac{R_2^k}{s} = E_2^k \cos \psi_2$, Bu ifodadan aniqlangan $\frac{R_2^k}{s}$ qiymatini (9-9) dagiga qo'yib quyidagi olinadi:

$$M = \frac{m I_2^k}{\omega_1} = E_2^k \cos \psi_2$$

Ammo $E_2^k = E_1 = 4,44 k_{\text{ч1}} W_1 f_1 \Phi_{\text{м}}$ bo'lgani uchun aylantiruvchi moment uchun quyidagi ifoda olinadi:

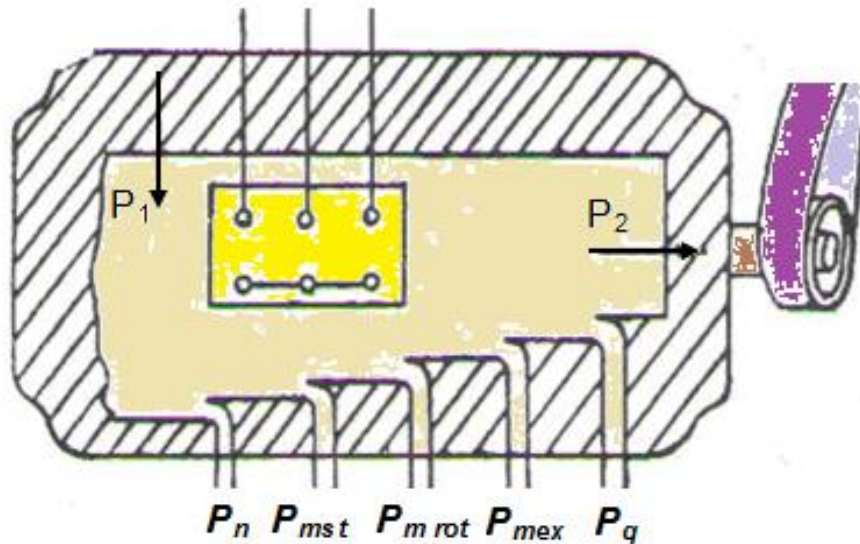
$$M = \frac{m I_2^k}{\omega_1} 4,44 k_{\text{ч1}} W_1 f_1 \Phi_{\text{м}} \cos \psi_2 = k_{\text{м}} \Phi_{\text{м}} I_2^1 \cos \psi_2 \quad \text{Nm}, \quad (10-2)$$

bunda $k_{\text{м}} = \frac{m \cdot 4,44 k_{\text{ч1}} W_1 f_1}{\omega_1} = \text{const}$ – moment doimiysi; $I_2^1 \cos \psi_2$ – rotor tokining aktiv qismi.

Demak, asinxron motorning aylantiruvchi momenti ham o'zgarmas tok motorniki singari ifodalanib, magnit oqim va tokning aktiv qismi bilan aniqlanadi. Ishga tushirish paytida $S=1$ bo'lgani sababli rotor induktiv qarshiligining maksimal qiymati $X_{2\text{макс}} = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi f_1 L_1$ da moment ifodasiga $\cos \psi_2$ o'zining minimal qiymatiga ega. SHu sababli $M_{\text{ишт}}$ ning qiymati $M_{\text{н}}$ ga yaqinroqdir. Bu esa asinxron motorning kamchiligidir. Xaqiqatan, $M_{\text{ишт}} = M_{\text{н}}$ bo'lsa, nominal yuklama bilan asinxron motorni ishga tushirish imkoni umuman bo'lmaydi. Motor kataloglarida $\frac{M_{\text{ишт}}}{M_{\text{н}}}$ qiymati ham beriladi. [1,9]

5.3.2. Asinxron dvigatelda quvvat isrofi. Dvigatelning FIKI.

Asixron motorning energetic diagrammasi. 5.3.5-rasmda asinxron motorning energetik diagrammasi ko'rsatilgan.



5.3.5-rasm. Asinxron motorning energetik diagrammasi.

Bunda elektr tarmog'idan motorga beriladigan aktiv quvvat quyidagicha ifodalanadi:

$$P_1 = 3U_{1\phi}I_{1\phi}\cos\varphi_1, \text{ Vt.} \quad (11.7)$$

Bu quvvatning bir qismi motor po'lat o'zagining va stator chulg'aming qizishiga sarflanadi. Stator chulg'aming qizishiga sarflanadigan quvvat isrofi $P_{M.CT} = 3I_{1\phi}^2R_1$ bo'ladi.

P_1 quvvatning qolgan qismi elektromagnit usulda rotorga beriladi. Buni elektromagnit R_{em} quvvat deyiladi. R_{em} quvvatning bir qismi rotor chulg'aming qizishiga sarflanadigan quvvat isrofi $P_{M.POT} = 3I_{2\phi}^2R_2$ Vt bo'ladi. elektromagnit quvvatning qolgan qismi mexanik quvvat R_{mex} deyilib, u rotorni harakatga keltirish uchun sarflanadi. Rotordagi mexanik quvvatdan mexanik ishqalanishlarga sarflanuvchi va qo'shimcha quvvat isrofi R_q ayirilsa, u holda motor validagi foydali quvvat R_2 olinadi. R_2 ning qiymati motor shchitida ko'rsatiladi. SHunday qilib, P_1 ning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} \quad (11.8)$$

bunda η —motorning foydali ish koeffitsienti bo'lib, u quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1}, \quad (11.9)$$

bunda

$$\Sigma P = P_n + P_{\text{м.ст}} + P_{\text{м.пот}} + P_{\kappa}, \quad (11.10)$$

Asinxron motorlar uchun $\eta = 0,7\text{ч}0,9$ bo'lib, η ning yuqori qiymati katta quvvatli motorlarga taaluqli.

Elektromagnit quvvatdan rotorda hosil bo'lgan mexanik quvvatni ayirib rotor chulg'amining qizishi uchun sarflangan quvvat $P_{\text{м.пот}}$ aniqlanadi, ya'ni $P_{\text{м.пот}} = P_{\text{эм}} - P_{\text{мех}}$. Rotorda hosil bo'lgan mexanik quvvatni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P_{\text{мех}} = M\omega_2 = M \frac{2\pi n_2}{60} \text{ Vt}, \quad (11.11)$$

bunda M – rotorning aylantiruvchi momenti, Hm;

n_2 – rotorning minutiga aylanishlar soni, ayl/min.

Rotorga berilgan elektromagnit quvvat quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{\text{эм}} = M\omega_1 = M \frac{2\pi n_1}{60}, \quad (11.12)$$

$n_1 = n_2 (1 - S)$ bo'lgani uchun $P_{\text{м.пот}}$ quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{\text{м.пот}} = P_{\text{эм}} - M \frac{2\pi n_1 (1-S)}{60} = P_{\text{эм}} - P_{\text{эм}} (1 - S) = P_{\text{эм}} \cdot S. \quad (11.13)$$

Demak, (9-7) ifodaga binoan rotor chulg'amining qizishi uchun sarflanadigan quvvat isrofi sirpanishga to'g'ri proporsional bo'lar ekan. [1,10]

5.3.3. Asinxron dvigatelning mexanik va ish xarakteristikalari.

Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini $S=f(M)$ bog'lanish bilan ifodalanadi.

Mexanik xarakteristikani qurishda mexanik xarakteristikani hisoblash uchun qulay bo'lgan quyidagi tenglama olinadi:

$$M = \frac{2M_{\text{макс}}}{\frac{S}{S_{\text{кр}}} + \frac{S_{\text{кр}}}{S}}. \quad (11-4)$$

(11.4) ifodaga binoan mexanik xarakteristikani qurish uchun S_{kr} ni aniqlab olish kifoya. Buning uchun (11.4) ifodadagi M va S o'rniga ularning nominal qiymatlarini qo'yib, undan S_{kr} qiymati quyidagicha topiladi:

$$S_{kr} = S_H \left(\lambda \pm \sqrt{\gamma^2 - 1} \right), \quad (11.5)$$

Bunda $\lambda = M_{maks}/M_n$ – asinxron dvigatelning o'ta yuklanish qobiliyatini xarakterlovchi koeffitsient, normal tuzilishdagi motorlar uchun $\lambda = 1,8-2,5$ bo'ladi. Bu koeffitsientning qiymati dvigatel katologlarida beriladi. Aylantiruvchi momentning nominal qiymati quyidagicha aniqlanadi:

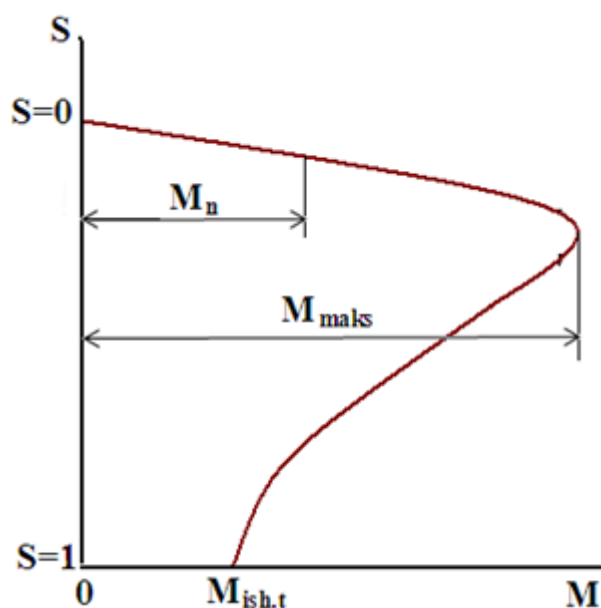
$$M_H = 9550 \frac{P_H}{n_H} H_M = 975 \frac{P_H}{n_H} \text{кГМ} \quad (11.6)$$

Bu erda: P_n - rotor validagi foydali nominal quvvat, kVt. Nominal quvvatning qiymati dvigatel shchitida beriladi;

n_n - nominal yuklama bilan ishlayotgan dvigatelning nominal chastotasi bo'lib uning *ayl/min* birligidagi qiymati ham dvigatel shchitida berilgan bo'ladi. Aylantiruvchi momentning maksimal qiymati $M_{maks} = \lambda M_n$ bo'ladi.

(11.5) ifodadagi (\pm) ishoraning musbati dvigatel, manfiysi esa generator rejimlariga tegishlidir. Shunday qilib, sirpanishga turli, ya'ni $S = 0-1$ gacha qiymatlar berib, ularga tegishli aylantiruvchi moment qiymatlari aniqlanadi. 5.3.6-rasmda qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning (11.5) ifoda asosida qurilgan mexanik xarakteristikasi ko'rsatilgan.

Mexanik xarakteristikaning $S = 0 \div S_{kr}$ bo'lagi uning ish yoki turg'un qismi, $S = S_{kr} \div 1$ bo'lagi esa uning beqaror yoki turg'un bo'lmagan qismi deyiladi. Xarakteristikaning turg'un qismida ishlayotgan motor yuklamasi berilgandagiga nisbatan M_{c1} yoki M_{c2} ga o'zgarib qolguday bo'lsa, u holda aylantiruvchi momentning qiymati o'zgarib momentlar muvozanati, ya'ni $M = M_{c1}$ yoki $M = M_{c2}$ avtomatik ravishda tiklanadi.



5.3.6-rasm. Asinxron mashinaning mexanik xarakteristikasi

Xaqiqatan, mexanik xarakteristika ifodasiga binoan yuklama o'zgarishi bilan sirpanish ham o'zgaradi. Sirpanishning o'zgarishi bilan esa tok I_2^k qiymati va, demak, aylantiruvchi moment qiymati avtomatik ravishda o'zgaradi. Agar yuklama, ya'ni qarshilik momenti M_c ning qiymati aylantiruvchi momentning M_{maks} qiymatidan biroz ortib ketguday bo'lsa, u holda mexanik xarakteristikaga binoan chastota tabiiy ravishda pasayadi. Bunda motorning aylantiruvchi momenti ko'payish o'rniga kamayib qoladi va natijada momentlar muvozanati tiklana olmay, motor o'z-o'zidan to'xtab qoladi.

Demak, yuklamaning qarshilik momenti tasodifan haddan tashqari katta qiymatga ega, $M > M_{maks}$ bo'lib qolsa, u holda asinxron motor avtomatik ravishda to'xtab, shu bilan birga o'z-o'zini himoyalab qoladi. Asinxron motorning bu xususiyati uning afzalliklaridan biri hisoblanadi. Aylantiruvchi momentning qiymati $M = U_{1\phi}^2$ bo'lgani, elektr tarmog'idagi kuchlanish $U_{1\phi}^2$ ning qiymati esa 5-10% ga o'zgarib turishi sababli asinxron motorning katalogda berilgan M_{maks} qiymatini amaliy hisoblashlarda 0,8 koeffitsientiga ko'paytirib, uning qisqa vaqt davomida nominalga nisbatan ortiqroq yuklama bilan ishlash qobiliyati, ya'ni $M'_{maks} = 0,8 \quad M_{maks} = 0,8(1,8 \div 2,5)M_n$

aniqlanadi. Asinxron dvigatel aylantiruvchi momentining $M_{\text{макс}}$ qiymati rotor zanjiridagi aktiv qarshilikka bog‘liq emas, ammo kritik sirpanishning qiymati R_2^k ga to‘g‘ri proporsional. O‘rtacha quvvatli qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlari uchun $S_{\text{кр}} = 0,12 \div 0,2$ bo‘lib, katta quvvatlilarda $S_{\text{кр}} = 0,04 \div 0,05$ bo‘ladi. Rotor chulg‘amiga tashqi qarshilik kiritilmagan faza rotorli motorlar uchun $S_{\text{кр}} = 0,08 \div 0,3$ bo‘ladi.

Asinxron motorning ishlashi sinxron n_1 tezligida aylanuvchan magnit maydonning sodir bo‘lishiga asoslangan. $s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 0,01 \div 0,05$ - sirpanish deyiladi. Sirpanish s -qiymati xam 0,01 dan 0,05 gacha oshadi, motorning aylanish tezligi n_2 esa, n_1 ga nisbatan 1-5% ga past bo‘ladi. Shu sababli uni *asinxron (nosinxron) motor* deyiladi.

Xaqiqatan, mexanik xarakteristika ifodasiga binoan yuklama o‘zgarishi bilan sirpanish ham o‘zgaradi. Sirpanishning o‘zgarishi bilan esa tok I_2^k qiymati va, demak, aylantiruvchi moment qiymati avtomatik ravishda o‘zgaradi. Agar yuklama, ya’ni qarshilik momenti M_c ning qiymati aylantiruvchi momentning M_{maks} qiymatidan biroz ortib ketguday bo‘lsa, u holda mexanik xarakteristikaga binoan chastota tabiiy ravishda pasayadi. Bunda motorning aylantiruvchi momenti ko‘payish o‘rniga kamayib qoladi va natijada momentlar muvozanati tiklana olmay, motor o‘z-o‘zidan to‘xtab qoladi.

Demak, yuklamaning qarshilik momenti tasodifan haddan tashqari katta qiymatga ega, $M > M_{\text{maks}}$ bo‘lib qolsa, u holda asinxron motor avtomatik ravishda to‘xtab, shu bilan birga o‘z-o‘zini himoyalab qoladi. Asinxron motorning bu xususiyati uning afzalliklaridan biri hisoblanadi. Aylantiruvchi momentning qiymati $M = U_{If}^2$ bo‘lgani, elektr tarmog‘idagi kuchlanish U_{If} ning qiymati esa 5÷10% ga o‘zgarib turishi sababli asinxron motorning katalogda berilgan M_{maks} qiymatini amaliy hisoblashlarda 0,8 koeffitsientiga ko‘paytirib, uning qisqa vaqt davomida nominalga nisbatan ortiqroq yuklama bilan ishlash qobiliyati, ya’ni $M'_{\text{maks}}=0,8$

$M'_{maks}=0,8(1,8-2,5)M_n$ aniqlanadi. Asinxron motor aylantiruvchi momentining M'_{maks} qiymati rotor zanjiridagi aktiv qarshilikka bog'liq emas, ammo kritik sirpanishning qiymati R_2^k ga to'g'ri proporsional. O'rtacha quvvatli qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlari uchun $S_{kr} = 0,12-0,2$ bo'lib, katta quvvatlilarda $S_{kr} = 0,04-0,05$ bo'ladi. Rotor chulg'amiga tashqi qarshilik kiritilmagan faza rotorli motorlar uchun $S_{kr} = 0,08-0,3$ bo'ladi.

Asinxron motorning ish xarakteristikalarini deb $I_D, U_D, f_D, s, M, \cos\varphi, \eta$ va n_2 larni motor validagi foydali quvvat R_2 ga bog'liqlik grafiklariga aytiladi.

5.3.4. Asinxron dvigatellarni ishga tushirish va tezliklarini rostdash usullari. Juft qutblar, tok chastotasini va sirpanishini o'zgartirib asinxron dvigatellar tezliklarini rostdash.

Asinxron mashinalarni ishga tushirish, reverslash va aylanish tezligini rostdash.

Asinxron motorning ishga tushirish toki ifodasi S o'rniga uning $S=1$ qiymatini qo'yib quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{\text{ишт}} = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{(R_1+R_2^k)^2 + (X_1+X_2^k)^2}} \quad (11.14)$$

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlarning ishga tushirish toki

$I_{\text{ишт}} = (5 \div 8)I_H$ bo'lib, uning nisbiy qiymati $\frac{I_{\text{ишт}}}{I_H}$ motor kataloglarida beriladi. Ishga tushirish toki katta bo'lishiga qaramay, asinxron motorning ishga tushirish momenti nisbatan kichik, ya'ni $M_{\text{ишт}} = (1 \div 2)M_H$ ni tashkil qiladi. Ishga tushirish momentining tok singari katta qiymatga ega bo'lmasligini aylantiruvchi momentning quyidagi (10-2) ifodasidan tushinish mumkin.

Asinxron motorning vektor diagrammasiga binoan $I_2^k \frac{R_2^k}{s} = E_2^k \cos\psi_2$, Bu

ifodadan aniqlangan $\frac{R_2^k}{s}$ qiymatini (9-9) dagiga qo'yib quyidagi olinadi:

$$M = \frac{mI_2^k}{\omega_1} = E_2^k \cos\psi_2 \quad (11.15)$$

Ammo $E_2^k = E_1 = 4,44 k_{\varphi 1} W_1 f_1 \Phi_M$ bo'lgani uchun aylantiruvchi moment uchun quyidagi ifoda olinadi:

$$M = \frac{m I_2^k}{\omega_1} 4,44 k_{\varphi 1} W_1 f_1 \Phi_M \cos \psi_2 = k_M \Phi_M I_2^1 \cos \psi_2 \quad \text{Nm, (11.16)}$$

bunda $k_M = \frac{m \cdot 4,44 k_{\varphi 1} W_1 f_1}{\omega_1} = \text{const}$ – moment doimiysi; $I_2^1 \cos \psi_2$ – rotor tokining aktiv qismi.

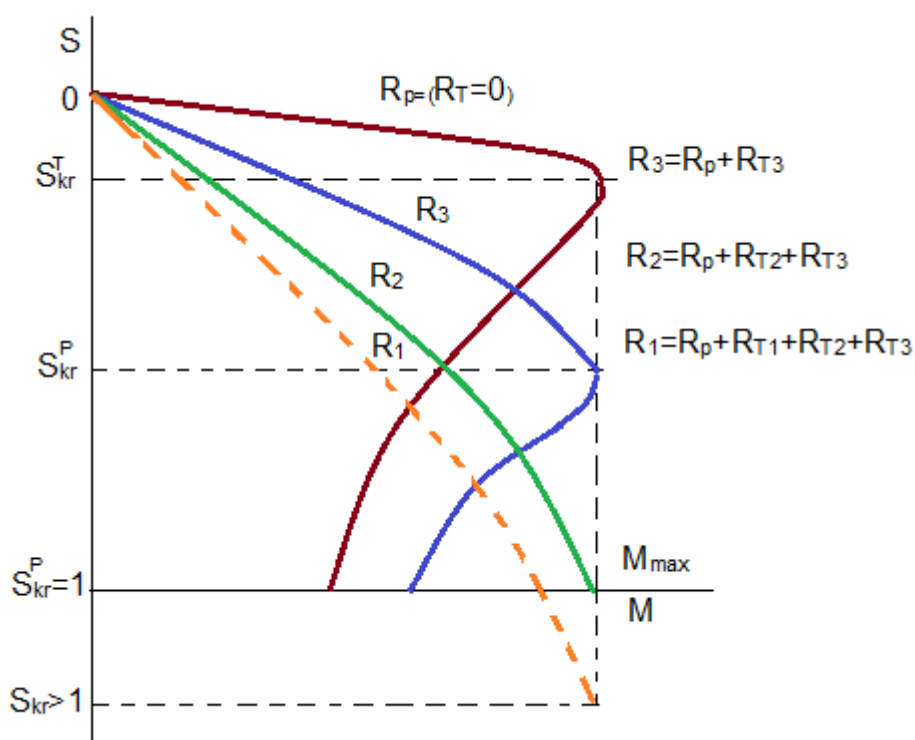
Demak, asinxron motorning aylantiruvchi momenti ham o'zgarmas tok motorniki singari ifodalanib, magnit oqim va tokning aktiv qismi bilan aniqlanadi. Ishga tushirish paytida $S=1$ bo'lgani sababli rotor induktiv qarshiligining maksimal qiymati $X_{2\text{макс}} = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi f_1 L_1$ da moment ifodasiga $\cos \psi_2$ o'zining minimal qiymatiga ega. SHu sababli $M_{\text{ишт}}$ ning qiymati M_H ga yaqinroqdir. Bu esa asinxron motorning kamchiligidir. Xaqiqatan, $M_{\text{ишт}} = M_H$ bo'lsa, nominal yuklama bilan asinxron motorni ishga tushirish imkoni umuman bo'lmaydi. Motor kataloglarida $\frac{M_{\text{ишт}}}{M_H}$ qiymati ham beriladi.

Faza rotorli asinxron motorni ishga tushirish. Turli mashina va mexanizmlarni harakatga keltirish uchun, iloji boricha, qisqa tutashtirilgan rotorli motorlar tanlash tavsiya qilinadi. Faza rotorli motorlarning esa tuzilishi murakkabroq, narxi qimmatroq bo'lgani uchun ularni faqat chastotasi rostlanadigan ba'zi kranlarda, prokat stanlarida, press va maxovikli qurilmalarda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Bunday motorlarning maksimal momenti $M_{\text{макс}} = 1,5 \div 3,5 M_H$ bo'lib, ularning ishga tushirish toki maxsus rezistor bilan chegaralanadi. Bu rezistor bir necha pog'ona aktiv qarshiliklardan iborat bo'lib, motorni ishga tushirishda bu qarshiliklar rotor zanjiriga kiritilgan bo'lishi lozim. Motor aylanish chastotasining ortib borishi bilan qarshilik pog'onalari rotor zanjiridan chiqarib boriladi. Rotor zanjiriga kiritiladigan tashqi aktiv qarshilikni ko'paytirish bilan $S_{\text{кр}}$ ning qiymati ortib boradi. Bundan $M_{\text{макс}}$ ning qiymati o'zgarmay, $S_{\text{кр}}$ ning

ko'payishi tomon surila boshlaydi. Rotor zanjiridagi aktiv qarshilikni $R_2^k = X_1 + X_2^k$ gacha ko'paytirib borilsa, ishga tushirish toki $I_{\text{ишт}} \simeq 2 \div 2,5 I_H$ gacha kamayib, ishga tushirish momentining qiymati esa aylantiruvchi momentning maksimal qiymatigacha ortib boradi.

Demak, $R_2^k = X_1 + X_2^k$ bo'lganda $S_{\text{кр}} = 1$ bo'lib, $M_{\text{ишт}} = M_{\text{макс}}$ bo'ladi. Agar R_2^k qiymatini $R_2^k > X_1 + X_2^k$ qilib, uni yana ko'paytirib borils, u holda $I_{\text{ишт}}$ qiymatining kamayishi bilan $M_{\text{ишт}}$ ham kamayib boradi (5.3.7-rasm).



5.3.7-rasm. Asinxron motorning rezistor xarakteristikalari

5.3.7-rasmda ko'rsatilgan rezistor xarakteristikalarining soni rotor zanjiridagi ishga tushirish rezistorining pog'onalar soniga teng qilib olingan. SHunday qilib, rotor zanjiridagi aktiv qarshilikni o'zgartirish bilan ishga tushirish toki va momentini osongina o'zgartirish hamda turli rezistorli mexanik xarakteristikalariga ega bo'lish imkoni faza rotorli motorning asosiy afzalliklaridan hisoblanadi. Faza rotorli motorning ishi rezistorli xarakteristikadan tabiiy xarakteristikaga o'tkazilganda, u xuddi qisqa tutashtirilgan rotorli motor singari ishlay boshlaydi. -rasmda keltirilgan mexanik

xarakteristikalarining ish qismi to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lgani uchun rotor zanjiriga kiritilgan rezistor pog'onalari qarshiligini parallel qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorniki singari grafik usulda aniqlash mumkin. koordinatalari, masalan, $S = 0; M = 0$ va $M = M_n; S = S_n$ bo'lgan ikki nuqtani tutashtirish bilan asinxron motorning tabiiy xarakteristikasi olinadi.

Faza rotorli motorni ishga tushirishda, ya'ni $S = 0$ bo'lganda $I_{\text{ишт}} = I_{2\text{H}}$ va $M_{\text{ишт}} = M_{\text{H}}$ bo'lsa, rotor zanjiridagi aktiv qarshilik o'zining nominal qiymati $R_{2\text{H}}$ ga teng bo'ladi. Bunda quyidagi proporsiyani tuzish mumkin, ya'ni $\frac{R_2}{R_{2\text{H}}} = \frac{M_{\text{H}}}{M} S$. Agar $M = M_n = \text{const}$ bo'lsa $\frac{R_2}{R_{2\text{H}}} = S$ bo'ladi. Demak, rotor zanjiridagi aktiv qarshilikning nisbiy birlikdagi miqdorini sirpanish bilan aniqlash mumkin. Motorning nominal qarshiligi esa quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{2\text{H}} = \frac{E_{2\text{H}}}{\sqrt{3}I_{2\text{H}}}, \quad (11.17)$$

bunda $E_{2\text{H}}$ – uzuq chulg'aming ikki fazasi orasidagi E.Yu.K;

$I_{2\text{H}}$ – rotorning nominal toki. Motorning $E_{2\text{H}}$ va $I_{2\text{H}}$ qiymatlari katalogda berilgan bo'ladi.

Ishga tushirish tokini nominal tok qiymati $I_{2\text{H}}$ gacha chegaralovchi rotor zanjirining to'la aktiv qarshiligi faza rotorli motorning nominal qarshiligi deb ataladi va $R_{2\text{H}}$ bilan belgilanadi. Demak, rotor chulg'aming har bir fazasidagi aktiv qarshilikning qiymati $R_{\text{p}} = S_{\text{H}} R_{2\text{H}}$ bo'ladi. Rezistor pog'onalarining qarshiliklari ham ishga tushirish grafigidan foydalanib, yuqoridagi ifoda asosida aniqlanadi. [1,9]

Qisqa tutashtirilgan asinxron motorni ishga tushirish. Qisqa tutashtirilgan asinxron motorni elektr tarmog'iga bevosita ulab ishga tushirish mumkin. Bunda motor, juda oz vaqt bo'lsa ham, qisqa tutashish rejimida $I_{\text{ишт}} = (5\text{q}7) I_{\text{H}}$ toki bilan ishlaydi. Bu tokning qiymati juda qisqa vaqt ichida yuklama toki qiymatigacha pasayganligi sababli uning motor uchun xavfi

bo'lmaydi. Lekin bunday motorlarning elektr tarmog'iga ulanish soni katta bo'lsa, motor $I_{\text{ишт}}$ toki ta'sirida haddan tashqari qizib ketishi mumkin. SHunga ko'ra elektr tarmog'iga ulanish soni katta bo'lgan hollarda qisqa tutashtirilgan rotorli motorlarni qo'llash tavsiya etilmaydi. Katta quvvatli motorlarni ishga tushirishda $I_{\text{ишт}}$ ning ta'siri bilan elektr tarmog'idagi kuchlanish U ning qiymati sezilarli darajada ketishi mumkin. Bunda, M ning U^2 ga proporsionalligi sababli elektr tarmoqqa ulanib ma'lum yuklama bilan ishlab turgan boshqa asinxron motorlarning ba'zilari o'z-o'zidan to'xtab qolishi, kuchlanish tiklanishi bilan esa ularning yana aylanib ketish xavfi bo'ladi. Demak, ayrim hollarda motorni eng oddiy usul, ya'ni uni bevosita elektr tarmog'iga ulash bilan ishga tushirishning imkoni bo'lmaydi. Qisqa tutashtirilgan rotorli motorni bevosita elektr tarmoqqa ulab ishga tushirishda $P_M \leq 0,25 P_{TM}$ bo'lishi lozim, bunda P_M – motorning quvvati; P_{TM} – elektr tarmog'idagi ta'minlovchi transformatorning quvvati.

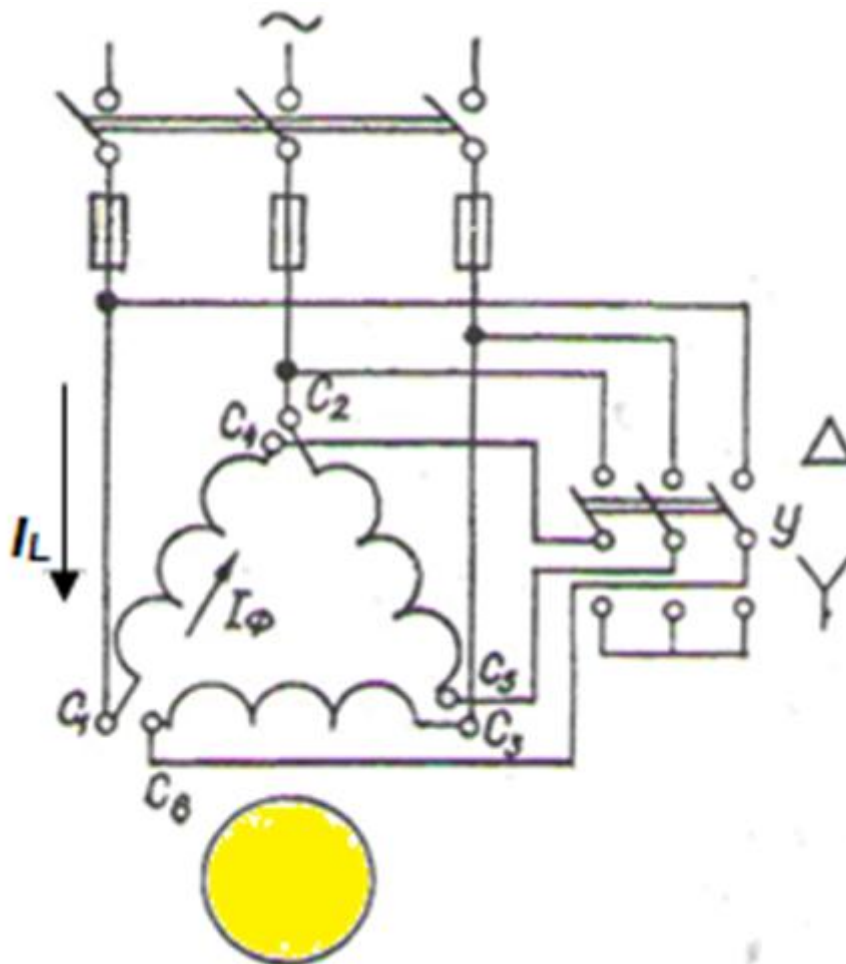
Hozirgi paytda elektr tarmoqlaridagi quvvat judda katta qiymatga egaligi uchun bir necha ming kVt li motorlarni ham bevosita ishga tushirish mumkin. Qishloq xo'jaligi va qurilishlarda esa nisbatan kichik quvvatli tok manbalari ham bo'ladi. Agar qisqa tutashtirilgan rotorli motorni elektr tarmog'iga bevosita ulab ishga tushirish imkoniyati bo'lmasa, motorning ishga tushirish toki qiymati quyidagi usullar bilan kamaytiriladi.

1. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorni yulduz sxemadan uchburchakli sxemaga o'tkazib ishga tushirish. Motorda uchburchakli yoki yulduz sxemaning qo'llanilishi stator chulg'aming faza kuchlanishiga va elektr tarmog'idagi fazalararo kuchlanish qiymatiga bog'liq bo'ladi. Masalan, tarmoqdagi kuchlanish 380 V bo'lib, motor pasportida berilgan kuchlanish 220/380 V, ya'ni uning fazasi 220 V kuchlanishga hisoblangan bo'lsa, bu motorni yulduz sxemada ulash kerak. Bunda uning fazasiga

$$U_{\phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{1,73} = 200$$

V, ya'ni normal kuchlanish beriladi. Agar motorning fazasi 380 V bo'lsa, bunday motorni uchburchaklik sxemada ulash kerak. Agar uchburchakli sxemada ulanish lozim bo'lgan motorni yulduz sxemada ulab

ishga tushirilsa, uning fazasiga normal kuchlanishga nisbatan $\sqrt{3}$ marta kam kuchlanish berilgan bo‘ladi. Natijada, elektr tarmog‘idan motorga berilayotgan tokning I_n qiymati, uchburchaklik sxemadagiga nisbatan uch marta kamayadi. Ishga tushirish tokining uch marta kamaytirilish sababli elektr tarmog‘idagi kuchlanishning pasayishi ham sezilarli bo‘lmaydi. 5.3.8-rasm.



5.3.8-rasm. Asinxron motorni “Yulduz” sxemadan “Uchburchaklik” sxemaga o‘tkazib ishga tushirish.

Yulduz sxemada quyidagidan iborat bo‘ladi. Om qonuniga binoan $I_n^Y = I_\phi^Y = \frac{U_n}{\sqrt{3}Z_\phi}$ bo‘ladi, bunda $I_n^Y = I_\phi^Y$ – yulduz sxema bilan ulangan motorning liniya va faza toklari; Z_ϕ – stator chulg‘aming faza qarshiligi. Uchburchakli

sxema uchun esa $I_n^\Delta = \sqrt{3}I_\phi = \sqrt{3}\frac{U_n}{Z_\phi}$ bo'lib, $\frac{I_n^Y}{I_n^\nabla} = \frac{U_n \cdot Z}{U_n \cdot Z_\phi \cdot 3} = \frac{1}{3}$ bo'ladi. Bunda aylantiruvchi moment va quvvat nisbatlari ham $\frac{M^Y}{M^\nabla} = \frac{1}{3}$, $\frac{P^Y}{P^\Delta} = \frac{1}{3}$ bo'ladi.

Demak, bu usul bilan motorni faqat salt ish rejimida yoki $M = (5\text{ч}10)M_n$ bo'lgan yuklamalarda ishga tushirish mumkin. -rasmda motorni almashlab ulagich u bilan yulduz sxemadan uchburchaklik sxemaga o'tkazib ishga tushirish ko'ratilgan. Ishga tushirish farayoni tugashi bilan motor uchburchaklik sxemaga o'tkaziladi.

Hozirgi paytda bu usuldan keng foydalanish maqsadida faza kuchlanishi 380 voltga hisoblangan va, demak, normal ish rejimida, 380 voltli elektr tarmog'iga "uchburchaklik" sxemada ulanadigan, kerak bo'lganida esa "yulduz" sxemada ishga tushiriladigan motorlar ko'plab ishlab chiqarilmoqda.

2. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorni uning stator chulg'amiga aktiv yoki induktiv qarshiliklarni ketma-ket kiritib ishga tushirish. 5.3.9-rasm, *a* va *b* larda motorni aktiv R_T va induktiv X_T qarshiliklar bilan ishga tushirish sxemasi ko'rsatilgan. Bunda elektr tarmog'idagi kuchlanishning ma'lum qismi R_T yoki X_T qarshiliklarga o'tib, qolgan qismi stator chulg'amiga beriladi. Ishga tushirish jarayoni tugashi bilan, rubilnik P_2 ni berkitib, motorga normal, ya'ni to'la kuchlanish beriladi. Bunda motor o'zining tabiiy xarakteristikasiga o'tib ishlay boshlaydi. Ishga tushirish tokini bevosita ulashdagiga nisbatan *m*, momentini esa *n* marta kamaytirish uchun stator chulg'amiga kiritiladigan R_T yoki X_T qarshiliklar quyidagicha aniqlanadi. $M \equiv U^2$ bo'lgani uchun $n = m^2$, ya'ni moment tokining qiymatiga nisbatan ko'proq kamayadi. Haqiqatan, $m = 0,7$ bo'lsa, $n = 0,49$ bo'ladi.

10.4-rasmda ko'rsatilgan grafiklardan motor tokini *m* marta kamaytiruvchi R_T va X_T qarshiliklar quyidagicha aniqlanadi:

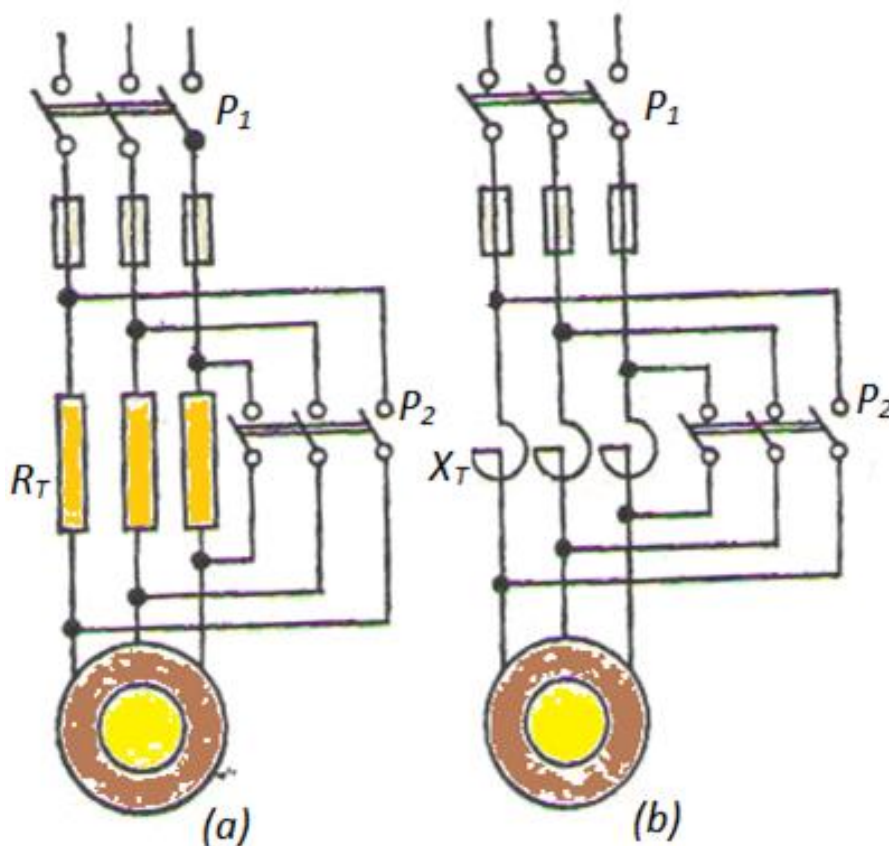
$$R_T = \sqrt{\left(\frac{Z_M}{m}\right)^2 - X_M^2 - R_M}; \quad (11.18)$$

$$X_T = \sqrt{\left(\frac{Z_M}{m}\right)^2 - R_M^2} - X_M, \quad (11.19)$$

bunda $\frac{Z_M}{m}$ – motorning ishga tushirish tokini m marta kamaytirish uchun kerak bo‘lgan to‘la qarshilik;

$R_M = R_1 + R_2^k, X_M = X_1 + X_2^k$ – motorning aktiv va induktiv ichki qarshiliklari.

SHunga o‘xshash, ishga tushirish momentini n marta kamaytirish uchun kerak bo‘lgan tashqi R_T va X_T qarshiliklari quyidagicha aniqlanadi:



5.3.9-rasm. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorni: a-aktiv R , b- induktiv X qarshiliklar vositasida ishga tushirish sxemalari.

$$R_T = \sqrt{\frac{Z_M^2}{n} - X_M^2} - R_M, \quad X_T = \sqrt{\frac{Z_M^2}{n} - R_M^2} - X_M. \quad (11.20)$$

Salt ish rejimida yoki kichik yuklama bilan ishga tushiriladigan katta quvvatli va past kuchlanishli motorlarning I_{uum} ni kamaytirish maqsadida aktiv R_T qarshiligidan, yuqori kuchlanishli motorlarda esa induktiv X_T qarshiligi (reaktor) dan foydalaniladi. Motorning ishga tushirish tokini chegaralamay,

faqat momentinini kamaytirish lozim bo'lsa, statorning bir fazasiga R_T ni kiritish kifoya. Bu oddiy va tejamli usulni kichik va o'rta quvvatli stanok, kran va transport mexanizmlaridagi motorlarda qo'llash tavsiya qilinadi. [1,8]

Bir fazali asinxron motorlar - Ma'lumki, ishlab turgan uch fazali asinxron motorning bir fazasi elektr tarmog'idan ajralib qolsa ham, u o'z ishini bir fazali rejimda davom ettiraveradi. Bunda uniing quvvati uch fazada ishlagandagi quvvatining taxminan 50-60% ini tashkil qiladi. Ammo to'xtab turgan uch fazali motorni bir fazali rejimda ishga tushirib bo'lmaydi.

Bir fazali motorlarni ishga tushirish - oddiy bir fazali, ya'ni statoriga birgina chulg'am o'rnatilgan, rotori esa qisqa tutashtirilgan chulg'amga ega bo'lgan motorni ishga tushirish uchun dastavval, uni tashqi kuch bilan biror n_2 chastotagacha aylantirish lozim. Bir fazali motorni bevosita ishga tushirish uchun uning statoridagi chulg'amga berilgan tokdan aylanuvchi magnit maydon hosil bo'lishi zarur.

Buning uchun motor statoriga, o'qlari bir-biriga nisbatan, 90° burchakka farqlanuvchi ikkita chulg'amni joylashtirib, ulardagi tokni bir-biriga nisbatan 90° ga siljitish kerak.

Shu sababli bir fazali asinxron motor statoriga asosiy chulg'amdan tashqari, ko'pincha, ishga tushirish chulg'ami deb ataluvchi chulg'am ham o'raladi. Bu chulg'amlardagi toklarning fazasi o'zaro 90° ga yaqin burchakka farq qilishi uchun bir fazali motorni -rasm, *a* va *b* da ko'rsatilgan sxemalar bilan ishga tushiriladi. Bir fazali motorning ishga tushirish chulg'ami o'ramlari soni kam bo'lgan ingichka simdan tayyorlanib, uning aktiv qarshiligi asosiy chulg'amnikiga nisbatan katta, induktiv qarshiligi esa kichik bo'ladi. Shu sababli bu chulg'amlardagi toklar fazasi $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ ga farq qilib, statorida aylanuvchi magnit maydon hosil bo'ladi. Demak, bunday motorni bevosita ishga tushirish mumkin.

Amalda magnit qutblari o'zgarmas tok mashinalaridagi singari ayon shakldagi tuzilishga ega bo'lgan bir fazali motorlar ham bo'lib, ularning magnit qutblariga kiygizilgan mis halqachalar ishga tushirish chulg'ami vazifasini

o'taydi. Bunday motorlar uchun $\eta = 0,3, \cos\varphi = 0,4 \div 0,6; \lambda = 1,1 \div 1,2$ bo'lib, ulardan, ko'pincha, elektr patefonlarida, kichik quvvatli ventilyatorlarda foydalaniladi. Hozirgi vaqtda xarakteristikasi ancha yaxshilangan bunday motorlar kir yuvish mashinalarida ham ishlatilmoqda. Umuman, bir fazali va kondensatorli motorlarning kichik quvvatlilaridan avtomatikada, turmushda keng tarqalgan sovitish qurilmalarida, kir yuvish va tikuv mashinalarida, magnitafon va shu kabilarda foydalaniladi. Bir fazali yuqori chastotali motorlar, bundan tashqari, o'rmon va qishloq xo'jaligida ishlatiladigan bir qancha qo'l asboblarida ham qo'llanilmoqda

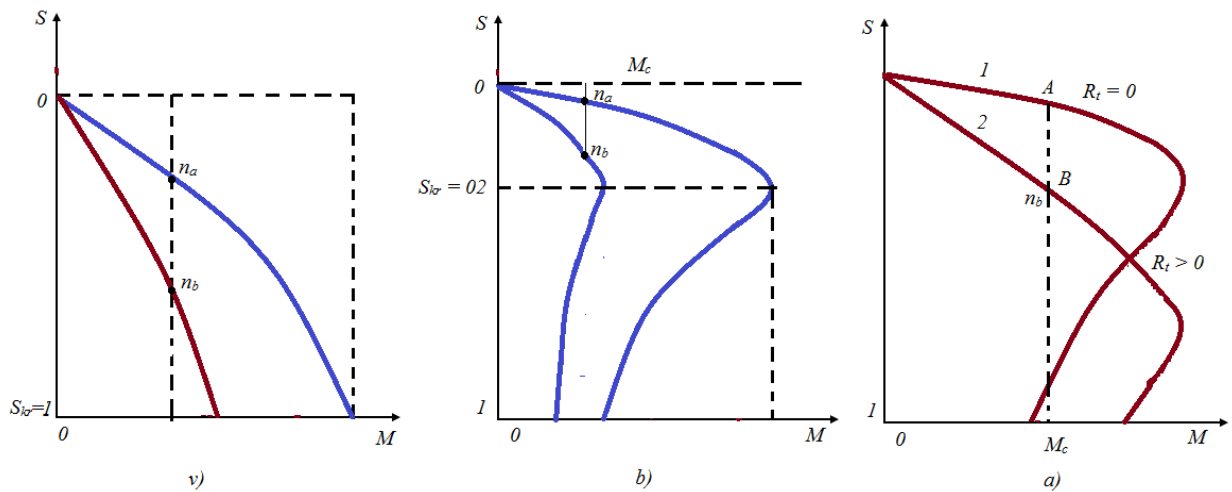
6.3.2. O'zgaruvchan tok dvigatelli elektr yuritmalarning tezligini roslash

Asinxron motorning aylanish chastotasi

$$n_1 = n_2(1 - S) = \frac{60f_1}{p}(1 - S) \quad \text{bo'lgani uchun uning chastotasi } n_1 \text{ va } S$$

ni o'zgartirish bilan roslanadi. Statoridagi magnit maydon chastotasi n_1 ni o'zgartirish uchun stator chulg'aming juft qutblar soni p ni yoki unga beriladigan uch fazali tokning chastotasi f_1 ni o'zgartirish kifoya. Asinxron motorni boshqa elektr mashinalari bilan turli xildagi kaskad sxemalarida ulab ishlatish ham uning chastotasini roslash mumkin. Bu usullar asinxron motor chastotasini qoniqarli ko'rsatkichlarga ega qilib roslash ancha murakkab bo'lgani uchun ular amalda kam qo'llaniladi.

Sirpanish S ni o'zgartirib motor chastotasini roslash. Aylantiruvchi moment ifodasiga binoan asinxron motor sirpanishini o'zgartirish uchun rotor zanjiridagi aktiv qarshilik R_2^k yoki statorga beriladigan kuchlanish $U_{1\phi}$ ning qiymatini o'zgartirish kerak. 5.3.10-rasm, a da faza rotorli motorning rotor zanjiriga aktiv qarshilikni kiritish bilan uning tabiiy xarakteristikasidagi tezligining n_A dan n_B gacha rostlangani ko'rsatilgan.



5.3.10-rasm. Sirpanish S ni o'zgartib motor chastotasini roslash.

Bunda R_2^k ortishi bilan R_2^k va, demak, aylantiruvchi moment ham kamayadi. Natijada motor validagi chastota momentlar muvozanati tiklangunga qadar kamayib boradi. -rasmda stator chulg'amiga beriladigan kuchlanishi kamaytirish bilan b – qisqa tutashtirilgan rotorli va v – rotoriga aktiv qarshilik kiritilib $S_{kp} = 1$ bo'lgan faza rotorli asinxron motorlari chastotasini roslash ko'rsatilgan. Demak, $M_c = const$ bo'lib, $U_{1\phi}$ qiymati 30% ga kamaytirilganda qisqa tutashtirilgan rotorli motor chastotasi 10%15% ga kamaysa, rotoriga

qarshilik kiritilib, $S_{kp} = \frac{R_2^k}{x_1 + x_2^k} = 1$ qilingan motor chastotasi 50%60% ga kamayadi. Kuchlanish pasayganda motorning o'ta yuklanish qobiliyati keskin kamayadi. Rotor chulg'amiga kiritiladigan aktiv qarshilikni ko'paytirish bilan esa mexanik xarakteristika qattiqligi va, demak, roslash mo'tadilligi keskin pasayib, rotor zanjiridagi qarshilikning qizishiga sarflanadigan quvvat isrofi keskin ko'payib boradi. SHu sababli, sirpanishni o'zgartirish bilan olinadigan

chastotani roslash diapazoni $D \leq 1,3 \div 1,5$ bo'ladi. Sirpanishni o'zgartirish bilan chastotani roslash diapazonini kengaytirish va har bir chastotada motor ishini mo'tadillash, ya'ni qoniqarli qattiqlikka ega bo'lgan mexanik xarakteristikani olish uchun muallif ishtirokida yangi usul taklif etilgan. Bu usulga binoan chastotani roslash uchun rotor zanjiriga aktiv qarshilikni kiritish bilan birga stator chulg'amiga o'zgarimas tok ham beriladi. Qarshilik hamda o'zgarimas tok qiymatlarini o'zgartirish bilan motor chastotasini keng

diapazonda rostdlash imkoni olinadi. CHastotaning bunday rostlanishida asinxron mashina bir vaqtda motor va elektrodinamik tormoz rejimlarida ishlaydi. shu sababli bu usulda asinxron motorining salt ish rejimidagi tezligini ham va, demak, mexanik xarakteristika qattiqligini ham rostdlash imkoni olinadi.

Stator chulg‘ami juft qutblari sonini o‘zgartirishi bilan asinxron motor chastotasini rostdlash. Juft qutblar sonini o‘zgartirish bilan chastotani rostdlash, asosan, qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlarda qo‘llaniladi. Buning uchun motor statoriga qutblar soni turlicha bo‘lgan bir necha chulg‘am yoki qutblar soni o‘zgartirilishi mumkin bo‘lgan maxsus chulg‘am o‘rnatilishi kerak.

Stator chulg‘ami qutblari sonini o‘zgartirishi bilan chastotasi rostdlanadigan asinxron motorlar ko‘p chastotali motorlar deb ataladi. 5.3.11-rasmda har bir fazasi ikkita g‘altakdan iborat bo‘lgan chulg‘aming juft qutblar sonini o‘zgartirish ko‘rsatilgan. Bunda faza g‘altaklari ketma-ketdan parallel ulashga o‘tkazilsa, juft qutblar soni $p=2$ dan $p=1$ ga kamayadi. Demak, motor ham bir-biridan ikki marta farq qiluvchi ikki xil chastotaga ega bo‘ladi. Agar motor statoriga juft qutblari soni $p=8$ va $p=4$ hamda $p=2$ va $p=1$ larga o‘zgartiriluvchi ikkita chulg‘am o‘rnatilsa, u holda asinxron motor quyidagi to‘rt xil, ya’ni

$$n_1 = \frac{60f_1}{p} = \frac{60 \cdot 50}{p} = \frac{3000}{p} = 3000, 1500, 750 \text{ va } 375 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$$

bo‘lgan sinxron chastotalarga ega bo‘ladi. Bunda motor chastotasining rostdlanish diapazoni $D = \frac{3000}{375} = 8$ bo‘ladi. 11.3-rasmda har bir fazasi ikkita g‘altakdan iborat bo‘lgan stator chulg‘aming a – uchburchaklik sxemasi bilan ulashdan; b – ikkilangan yulduz sxemasiga o‘tkazib, chulg‘aming juft qutblari sonini o‘zgartirish ko‘rsatilgan. Bunda qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor chastotasining ikki marta rostdlanishida ham uning validagi quvvati deyarli o‘zgarmay qoladi.

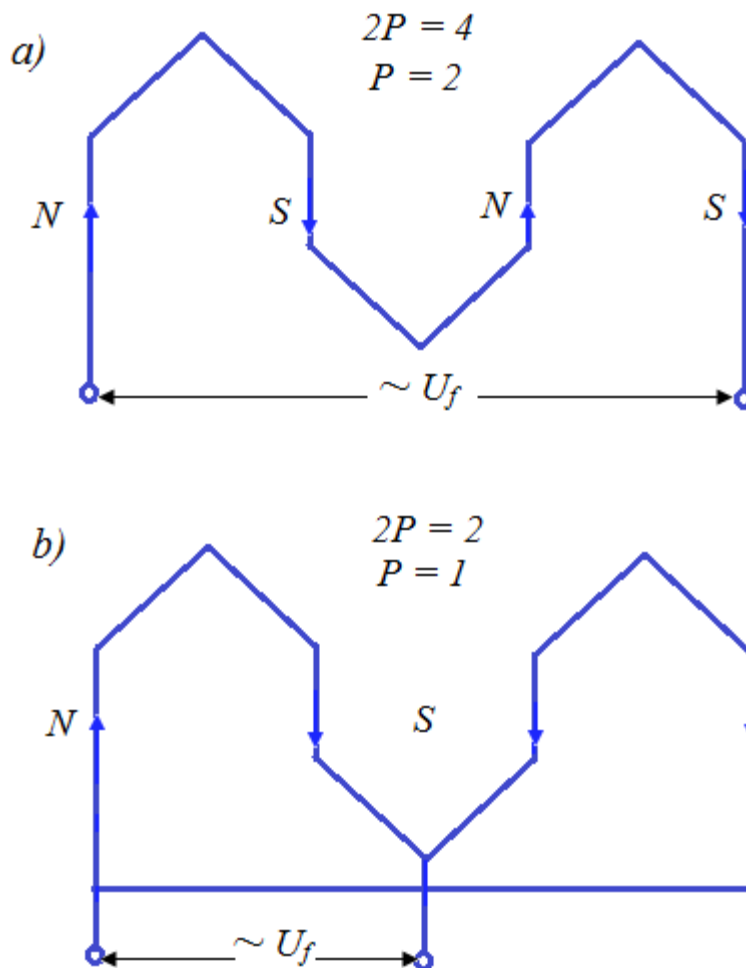
Haqiqatdan, uchburchaklik sxemasida ulangan motorning quvvati

$$P_{\Delta} = 3U_{\phi} I_H \cos\varphi \eta = 3U_{\pi} I_H \cos\varphi \cdot \eta, \text{ ikkilangan yulduz sxemasida esa,}$$

$$P_{YY} = 3U_{\phi} 2I_H \cos\varphi \cdot \eta = \sqrt{3}U_{\pi} \cdot 2I_H \cos\varphi \cdot \eta \text{ bo‘lib,}$$

$$\frac{P_{YY}}{P_{\Delta}} = \frac{2\sqrt{3}}{3} = 1,15 \approx 1$$

bo'ladi.



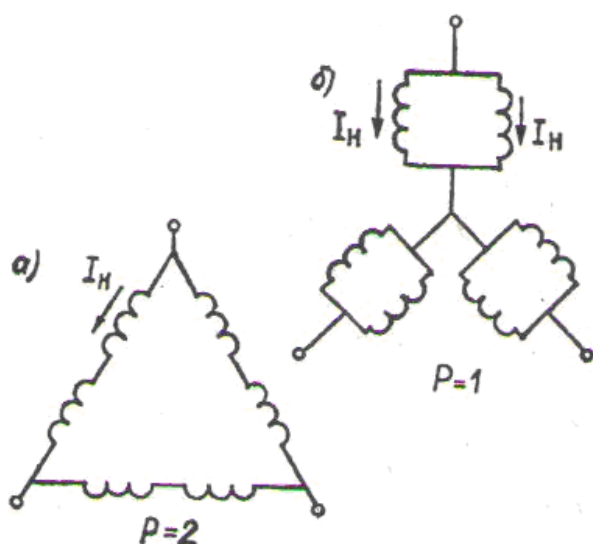
5.3.11-rasm. Asinxron motorning juft qutblar sonini o'zgartirish.

Shunga ko'ra, bunday rostlashni chastotaning o'zgarmas quvvatda rostlanishi deyiladi. ikki xil chastotada ham bunday motordan to'la foydalanish uchun uni turli chastotalarda o'zgarmas quvvat talab qiladigan mexanizmlarda qo'llanilishi lozim. Agar faza g'altaklari past tezlikda ketma-ket yulduz, yuqori tezlikda esa ikkilangan yulduz sxemasida ulansa, uholda chastota o'zgarishi bilan aylantiruvchi moment o'zgarmay qoladi. Haqiqatan, yulduz sxemada

motorning quvvati $P_{YY} = 3U_{\phi} I_H \cos\varphi \cdot \eta$, ikkilangan yulduz sxemada esa

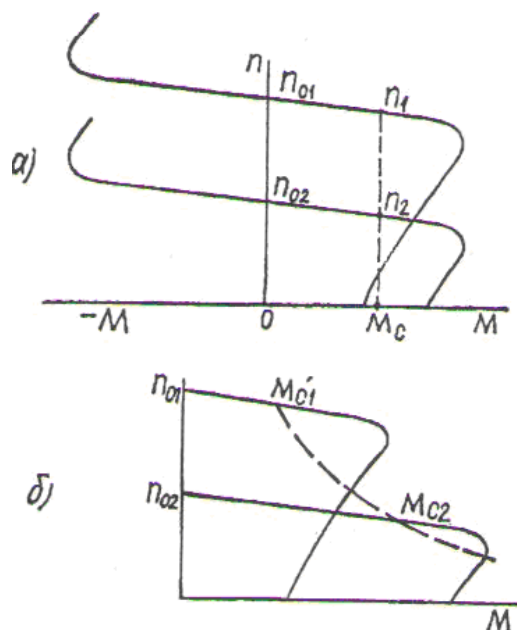
$P_{YY} = 3U_{\phi} 2I_H \times \cos\varphi \cdot \eta$ bo'lib, $\frac{P_{YY}}{P_Y} = 2$, $\frac{M_{YY}}{M_Y} = \frac{P_{YY} n_Y}{n_{YY} P_Y} = 1$, bo'ladi. Tezlikning

qiymati ikki martaga rostlanganida aylantiruvchi momenti o'zgarmaydigan motorlarni qarshilik momenti $M_c = const$ bo'lgan mexanizmlarda qo'llash tavsiya etiladi. 11.4-rasm, *a* va *b* larda chastotaning $M = const$ va $P = const$ bo'lib rostlanishdagi mexanik xarakteristikalar ko'rsatilgan. Juft qutblar sonini o'zgartirishda chastota silliq o'zgarmay pog'ona-pog'ona bo'lib rostlansa ham, ammo turli chastotalarda mexanik xarakteristika qattiqligi va rostlashdagi tejamlilik yuqori bo'lgani uchun bu usul metall qirqish stanoklaridan tashqari nasos, elevator, ventilyator va lift mexanizmlarida ham keng tarqaladi. [1,9]



11.3-рasm. Асинхрон моторнинг статор чулгами:

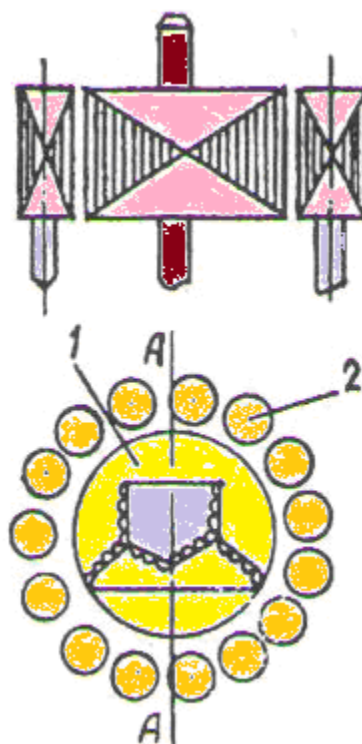
a — учбурчаклик схемадан; *b* — иккиланган юлдуз схемасига ўтказиб жуфт қутблар сонини ўзгартириш.



11.4-рasm. Асинхрон моторнинг жуфт қутблар сонини ўзгартириш билан частотасини ростлашдаги механик хarakteristikalari.

5.3.5. Maxsus o'zgaruvchan tok mashinalari

Ko'p rotorli asinxron motor. Ko'p rotorli deb atalgan reversiv elektr motorning ishlash prinsipi ilgaridan ma'lum bo'lgan kamonsimon statorli asinxron motorning ishlash prinsipidan kam farq qiladi. 5.3.14-rasmda O'zbekiston energetika va avtomatika ilmiy tadqiqot institutining xodimlari tomonidan yaratilgan orginal tuzilishli ko'p rotorli asinxron motor ko'rsatilgan. Bunda – 1 – motor statori va 2 – uning rotorlari.



5.3.14-rasm. Ko'p rotorli asinxron motor

Ko'p rotorli asinxron motor paxta terish mashinasining asosiy ish organi bo'lmish shindellarning yuritmasi uchun maxsus yaratilgan. Bunday motorning statori faza rotorli asinxron motorning rotori tuzilishiga o'xshabsh bo'lib, uning pazlariga AA chizig'i bo'yicha bo'lingan ikkita uch fazali chulg'am o'rnatiladi. Stator atrofidagi silindr shaklli barabanga o'rnatilgan shpindellarning uchi bu motorning qisqa tutashtirilgan rotorlari bilan tugaydi. Demak, motor rotorlarining soni paxta terish mashinasining barabaniga o'rnatilgan shpindellar soniga teng qilib olinadi.

Stator chulg'amlari elektr tarmog'iga ma'lum tartibda ulansa, ularda qarama-qarshi yo'nalishdagi yuguruvchi deb atalmish magnit maydonlari hosil bo'ladi. Bu magnit maydonlar bilan qisqa tutashtirilgan rotorlarni kesilishi natijasida hosil bo'luvchi elektromagnit kuchlar ta'sirida AA chizig'ining chap tomonida joylashgan rotorlar bir tomonga, o'ng tomonidagilar teskari tomonga aylanadi. Bunda paxtani terish zonasida joylashgan shpindellar bir tomonga, shpindellarga o'ralgan paxtani chuvib yig'ishtirish zonasida joylashgan shpindellar esa teskariga aylanib, paxtani terish texnologiyasiga muvofiq

harakat olinadi. Har bir shpindel ham o'z o'qi atrofida, ham baraban bilan birga berilgan o'zgarmas chastotada aylanish sababli, uning terish va yig'ishtirish zonalari bilan aniqlanuvchi AA chizig'idan o'tishi bilan shpindelning aylanish yo'nalishi kontaktsiz ravishda o'z-o'zidan o'zgaradi. SHuning uchun ham bunday motor ko'p rotorli reversiv elektroplanetar asinxron motor deb atalgan. Hozirgi paxta terish mashinalarining shpindellari tasmali uzatma bilan harakatga keltiriladi. shpindellarning aylanish yo'nalishi 0,5÷0,7 sek davomida o'zgarishi sababli tasmalarni 30÷40 soatdan so'ng almashtirish kerak. Tasmalarni yangilab turish vaqti amalda mo'ljaldagidan ancha kam bo'ladi. bundan tashqari, tasmali uzatma bilan terish va yig'ishtirish zonalarida joylashgan shpindellarni turli optimal chastotalarda aylantirish va bunda ularning aylanish mo'adilligini saqlash to'la ta'minlanmaydi.

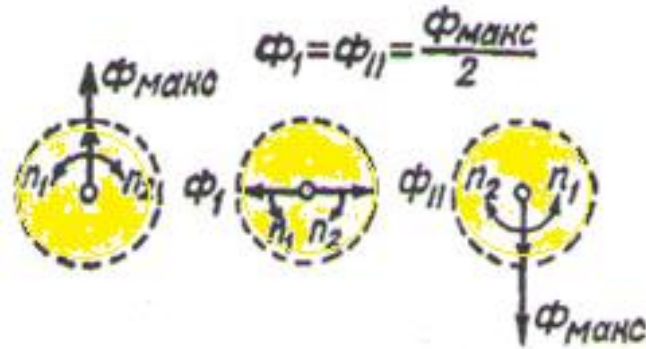
Paxta terish mashinasining shpinellari yuritmasi uchun ko'p rotorli reversiv elektroplanetar asinxron motordan tashkil topgan elektr yuritma qo'llanilsa, bu yuritmaning ishlashdagi mo'adilligi hamda ishonchliligi ortadi, uni avtomatik boshqarish, shpindellar chastotasini elektr usulda rostdash imkoni olinadi.

Motor statori chulg'amlarini tok bilan ta'minlashda hosil qilingan asimmetriya asosida shpindellar (rotorlar) ni o'z o'qi atrofida aylantirishdan tashqari, ular o'rnatilgan barabanni ham berilgan o'zgarmas chastotada aylantirish mumkin.

Bunda paxta terish mashinasining kinematikasi ancha soddalashib, uning texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlari keskin ravishda ko'tariladi. Ko'p rotorli asinxron motordan tashkil topgan elektr yuritmadan to'qimachilik mashinalari va shu kabilarda ham foydalanish mumkin. Bunday elektr motorining foydali ish koeffitsienti $\eta \simeq 0,4 \div 0,5$ bo'ladi.

Bir fazali kondensatorli asinxron dvigatellar. Ma'lumki, ishlab turgan uch fazali asinxron motorning bir fazasi elektr tarmog'idan ajralib qolsa ham, u o'z ishini bir fazali rejimda davom ettiraveradi. Bunda uniing quvvati uch fazada ishlagandagi quvvatining taxminan 50-60% ini tashkil qiladi. Ammo to'xtab turgan uch fazali motorni bir fazali rejimda ishga tushirib bo'lmaydi. Haqiqatan, bir fazali tokdan aylanuvchi emas, pulsatsiyalanuvchi magnit oqim

hosil bo‘ladi. Pulsatsiyalanuvchi magnet maydonni qiymatlari $\frac{\Phi_{\text{макс}}}{2}$ bo‘lgan va bir-biriga teskari yo‘nalgan ikkita bir xil sinxron chastota $n_1 = n_2 = \frac{60f_1}{p}$ bilan aylanayotgan magnet maydonlarning yig‘indisidan iborat deb qabul qilish mumkin (5.3.15-rasm).



5.3.15-rasm. Pulsatsiyalanuvchi magnet maydonning ikkita aylanuvchi magnet maydon sifatida tasvirlanishi

Bu aylanuvchi magnet maydonlarning rotor chulg‘amida $I_1 = I_{11}$ toklari va, demak, qarama-qarshi yo‘nalgan $M_1 = M_{11}$ aylantirish momentlari hosil bo‘ladi. -rasmda uch fazali motorning bir fazali rejimdagi mexanik xarakteristikasi ko‘rsatilgan. Bu xarakteristikaga binoan bir fazali motorning yoki uch fazali motorning bir fazali rejimidagi ishga tushirish momenti nolga teng, ya‘ni $S = 1$ bo‘lganida $M_{\text{ишт}} = M_1 + M_{11} = 0$ bo‘ladi. Ammo ishlab turgan, masalan, o‘ng tomonga biror n_{2p} , chastota bilan aylanib turgan uch fazali motorning bir fazasi elektr tarmoqdan ajralib qolsa, u holda $M_1 > M_{11}$ sababli, motor o‘z ishini davom ettiraveradi (-rasm).

Bunda rotor zanjirida $\cos\psi_{11} < \cos\psi_1$ bo‘lgani uchun M_1 momenti M_{11} ga nisbatan katta bo‘ladi. Haqiqatan o‘ng tomonga n_{2p} chastota bilan aylanayotgan rotor chulg‘amining magnet oqimi F_1 bilan kesilish chastotasi $n_{S1} = n_1 - n_{2p} = n_1 - n_1(1 - S) = n_1 S$ bo‘lsa, F_{11} bilan kesilish chastotasi esa

$n_{s2} = n_1 + n_{2p} = n_1(2 - S)$ bo'ladi. Demak, $n_{s2} > n_{s1}$ bo'lgani uchun n_{s2} chastota bilan kesilgan rotor zanjiridagi induktiv qarshilik nisbatan katta va, demak, $\cos\psi_{11} < \cos\psi_1$ bo'ladi.

Bir fazali motorlarni ishga tushirish. Yuqoridagi mulohazaga binoan oddiy bir fazali, ya'ni statoriga birgina chulg'am o'rnatilgan, rotori esa qisqa tutashtirilgan chulg'amga ega bo'lgan motorni ishga tushirish uchun dastavval, uni tashqi kuch bilan biror n_2 chastotagacha aylantirish lozim. Bir fazali motorni bevosita ishga tushirish uchun uning statoridagi chulg'amga berilgan tokdan aylanuvchi magnit maydon hosil bo'lishi zarur.

Buning uchun motor statoriga, o'qlari bir-biriga nisbatan, 90° burchakka farqlanuvchi ikkita chulg'amni joylashtirib, ulardagi tokni bir-biriga nisbatan 90° ga siljitish kerak.

SHu sababli bir fazali asinxron motor statoriga asosiy chulg'amdan tashqari, ko'pincha, ishga tushirish chulg'ami deb ataluvchi chulg'am ham o'raladi. Bu chulg'amlardagi toklarning fazasi o'zaro 90° ga yaqin burchakka farq qilishi uchun bir fazali motorni -rasm, *a* va *b* da ko'rsatilgan sxemalar bilan ishga tushiriladi. -rasm, *a* dagi sxemada bir fazali motorning ishga tushirish chulg'ami o'ramlari soni kam bo'lgan ingichka simdan tayyorlanib, uning aktiv qarshiligi asosiy chulg'amnikiga nisbatan katta, induktiv qarshiligi esa kichik bo'ladi. SHu sababli bu chulg'amlardagi toklar fazasi $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ ga farq qilib, statorida aylanuvchi magnit maydon hosil bo'ladi. Demak, bunday motorni bevosita ishga tushirish mumkin.

Ishga tushirish jarayoni tugagach, qisqa vaqt ichida ishlashga hisoblangan ishga tushirish chulg'ami ITCH elektr tarmog'idan tugmacha *K* bilan ajratiladi. -ram, *b* dagi sxemada ishga tushirish chulg'ami kondensator orqali elektr tarmog'iga ulanadi. Bunda ishga tushirish jarayoni tugagach ham, ishga tushirish chulg'ami kondensator orqali elektr tarmog'iga ulanganicha qoladi. Normal rejimda ham statoridagi ikkita chulg'am bilan ishlovchi motorlar ikki fazali asinxron motorlar deyiladi. Umuman, bir fazali motorlarning texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari uch fazaliga nisbatan ancha past bo'ladi. Haqiqatan F_1

va F_{11} magnit oqimlardan bir fazali motor rotorida hosil bo'luvchi quvvat isroflari uch fazali motornikiga nisbatan deyarli ikki marta katta bo'ladi. Aylantiruvchi momentning qiymati $M_{11} - M_1$ bo'lgani uchun motorning o'ta yuklanish qobiliyati ancha past bo'ladi (-rasm). Kondensatorli, ya'ni ishga tushirish chulg'ami kondensator kiritilgan motorlarda $\eta = 0,6 \div 0,75, \cos\varphi = 0,8 \div 0,95$ bo'lib uch fazali motorlarnikiga yaqinroqdir. Ammo bunday motorning ishga tushirish momenti kichik, ya'ni $M_{\text{ишт}} \simeq 0,3 M_{\text{н}}$ bo'ladi (-rasm, 1 egri chiziq). Kondensatorli motorda $M_{\text{ишт}}$ ni oshirish uchun ishga tushirish chulg'amidagi C sig'imli kondensatorga parallel qilib $C_{\text{ишт}}$ ulanadi. Bunda motorning mexanik xarakteristikasi -rasmdagi 2 egri chizig'i bilan ifodalanadi. Kondensatorli motordagi kondensatorning sig'imi nominal yuklama rejimiga hisoblangan bo'lib, uning qiymati $C = 0,05 P_{\text{н}} (\text{мкф})$ bo'ladi, bunda $P_{\text{н}}$ – motorning kominal quvvati, Vt. Ammo kichik quvvatli motorlarni ishga tushirish uchun ham sig'imi ancha katta bo'lgan qimmatbaho kondensatorlar ishlatilishi sababli, ko'pincha, kondensatorsiz ishga tushiriladigan bir fazali motorlar qo'llaniladi.

Amalda magnit qutblari o'zgarmas tok mashinalaridagi singari ayon shakldagi tuzilishga ega bo'lgan bir fazali motorlar ham bo'lib, ularning magnit qutblariga kiygizilgan mis halqachalar ishga tushirish chulg'ami vazifasini o'taydi. Bunday motorlar uchun $\eta = 0,3, \cos\varphi = 0,4 \div 0,6; \lambda = 1,1 \div 1,2$ bo'lib, ulardan, ko'pincha, elektr patefonlarida, kichik quvvatli ventilyatorlarda foydalaniladi. Hozirgi vaqtda xarakteristikasi ancha yaxshilangan bunday motorlar kir yuvish mashinalarida ham ishlatilmoqda. Umuman, bir fazali va kondensatorli motorlarning kichik quvvatlilaridan avtomatikada, turmushda keng tarqalgan sovitish qurilmalarida, kir yuvish va tikuv mshinalarida, magnitafon va shu kabilarda foydalaniladi. Bir fazali yuqori chastotali motorlar, bundan tashqari, o'rmon va qishloq xo'jaligida ishlatiladigan bir qancha qo'l asboblari ham qo'llanilmoqda. [1,8,9]

NAZORAT SAVOLLARI.

1. O'zgaruvchan tok elektr mashinalarining asosiy turlarini sanab bering?
2. Asixron mashinalarning konstruktiv tuzilishini aytib bering?
3. Asixron mashinalarning ishlash prinsipini aytib bering?
4. Asixron mashinalarning mexanik xarakteristikalariga ta'rif bering?
5. Asixron motorning energetik diagrammasi nimani bildiradi?
6. Asixron mashinalarni ishga tushirish usullarini aytib bering?
7. Asixron mashinalarni reverslash qanday bajariladi?
8. Asixron mashinalarni aylanish tezligini rostdash qanday amalga oshiriladi?
9. Faza rotorli asinxron motorni ishga tushirish qanday amalga oshiriladi?
10. Qisqa tutashtirilgan asinxron motorni ishga tushirish toki nominal tokdan qanday farq qiladi?

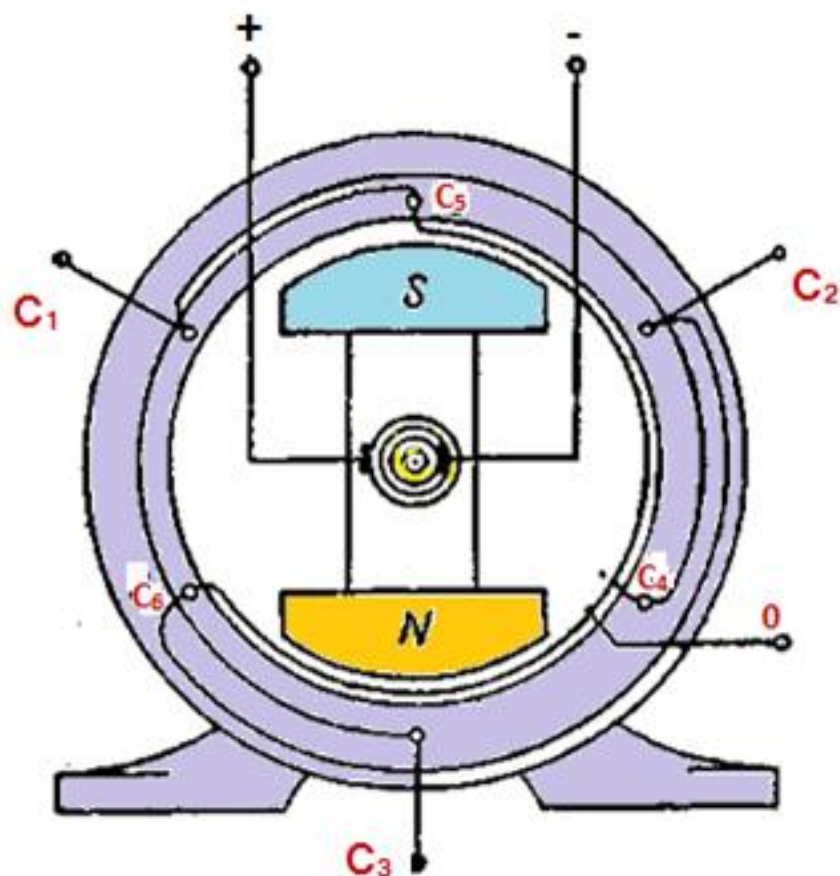
V bob. 5.4. Sinxron mashinalarning tuzilishi va ishlash tarzi. Sinxron generatorlar va ularning xarakteristikalar

Reja:

- 5.4.1. Sinxron mashinalarning tuzilishi va ishlashi. Sinxron generator turlari. Aniq va noaniq qutbli sinxron mashinalar. Sinxron generatori stator chulg'aming elektr yurituvchi kuchi
- 5.4.2. Sinxron generatorning xarakteristikalar va ular taxlili
- 5.4.3. Sinxron generatorlarning tarmok bilan parallel ishlashi.

5.4.1. Sinxron mashinalarning tuzilishi va ishlashi. Sinxron generator turlari. Aniq va noaniq qutbli sinxron mashinalar. Sinxron generatori stator chulg'aming elektr yurituvchi kuchi.

Sinxron elektr mashinalar o'zgaruvchan tok mashinalari singari generator, motor va elektromagnit tormoz rejimlarida ishlatish mumkin. Elektr stansiyalarida ishlab chiqariladigan uch fazali tok sinxron generatorlarda xosil qilinadi. Sinxron mashinalar qo'zgalmas stator va aylanuvchi rotordan iborat bo'ladi. Stator uz navbatida cho'yan korpus va unga maxkamlangan po'lat o'zakdan iborat bo'lib, bu o'zak pazlariga uch fazali o'zgaruvchan tok chulg'ami joylashtiriladi. Stator o'zagida uyurma toklardan xosil bo'luvchi quvvat isrofini kamaytirish maqsadida uni bir-biridan izolyasiyalangan po'lat tunukalardan yig'iladi (5.4.1-rasm).

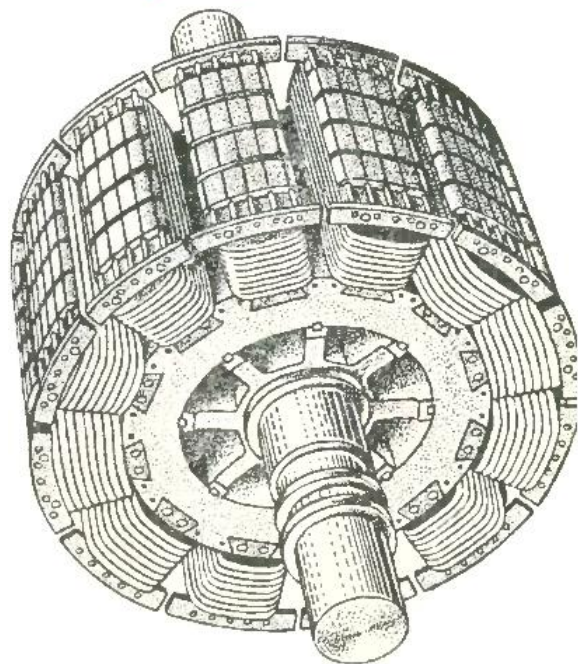


5.4.1-rasm. Sinxron mashinaning statori.

Sinxron mashinasining rotori ikki tipda, ya'ni ayon va ayon bo'lmagan qutbli qilib tayyorlanadi. 5.4.2-rasm. Hidroturbinalar bilan past chastotada aylantiriladigan kichik va o'rta quvvatli gidrogeneratorlar ayon, bug' turbinalari bilan yukori tezlikda aylantiriladigan katta quvvatli turbogeneratorlar esa, ayon bo'lmagan qutbli qilib chiqariladi.

5.4.2-rasmda sinxron mashinaning *a* — ayon va *b* — ayon bo'lmagan qutbli rotorlari ko'rsatilgan. Rotorning o'zagi, odatda, quyma po'latdan yasalib, unga qo'zgatuvchi chulg'am o'rnatiladi. Aylanuvchi rotordagi bu qo'zgatuvchi chulg'amga cho'tka va halqalar vositasida o'zgarimas tok berilib, asosiy magnet oqim hosil qilinadi. Demak, o'zgarimas tok bilan ta'minlangan rotor chulg'amini birlamchi motor (turbina) bilan aylantirilsa, u xolda, elektromagnet induksiya qonuniga binoan stator chulg'amida o'zgaruvchan E.Yu.K. hosil bo'ladi.

Ayon qutbli rotor

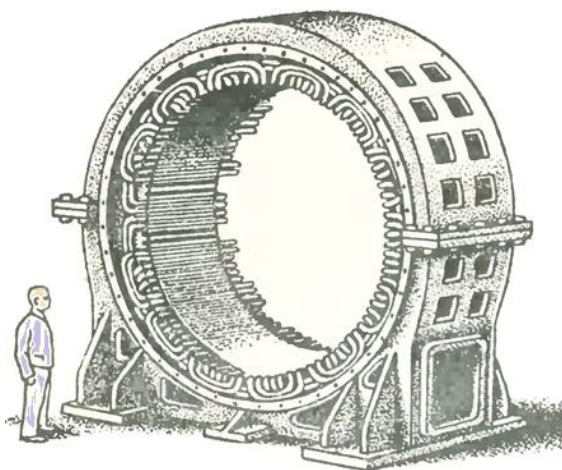


(a)

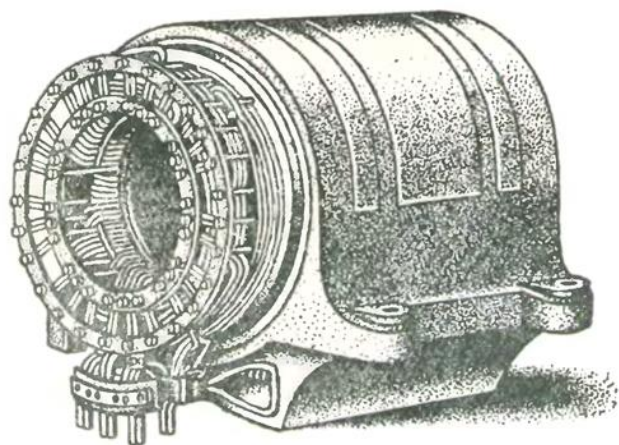
Ayonmas qutbli rotor



(b)



Sekin aylanadigan sinxron mashina statori

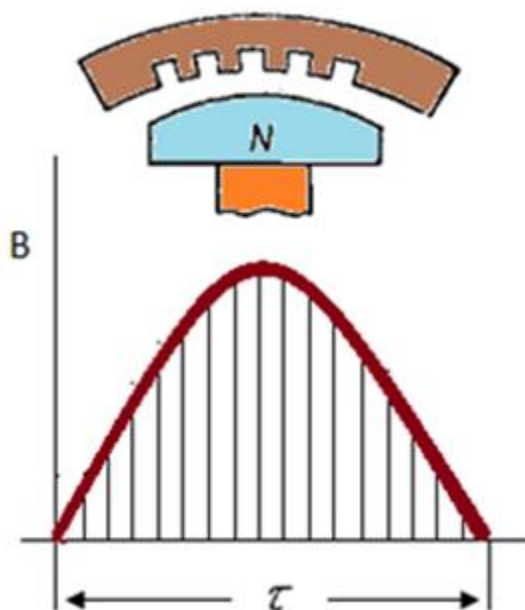


Tez aylanadigan (turbogenerator) sinxron mashina statori

5.4.2-rasm. Sinxron mashinalarning stator va rotorlari.

Bu E.Yu.K. sinusoida konuni bo'yicha o'zgarishi uchun qutblarda hosil bo'lgan magnit induksiya sinusoida bo'yicha taqsimlanishi kerak. Magnit induksiyaning $V - 5_{maks}$ 51pa bo'yicha taqsimlanishi uchun kutb uzagi bilan stator uzagi o'rtasidagi xavo bushligining

5.4.3-rasmda ko'rsatilgandek bo'lishiga erishish kifoya.



5.4.3 – rasm. Rotor qutblarida hosil bo‘luvchi magnit induksiyasining taqsimlanishi

Uch fazali sinxron generatorning statoriga uchta chulg‘am joylashtiriladi. Bu chulg‘amlar fazoda bir-biridan 120° burchakka fark. qiladi, ular yulduz yoki uchburchaklik sxemasi bilan ulanadi. Xar bir chulg‘am generatorning fazasi deyilib, bu fazalarda bir-biridan 120° ga fark. kiluvchi E.Yu.K. lar xosil bo‘ladi. Yulduz yoki uchburchaklik sxemasi bilan ulangan chulg‘amlardan olingan bu uch fazali E.Yu.K.lar sistemasiga uch fazali yuklama ulansa, u xolda generatorning stator chulg‘amlaridan uch fazali yuklama toki o‘tadi. Sinxron mashinani qo‘zg‘atish uchun kerak bo‘lgan o‘zgarmas tokni qo‘zgatgich yoki yarim o‘tkazgichli to‘g‘rilagichlardan olinadi. Generator bilan birga aylantiriluvchi va uni qo‘zg‘atishga muljallangan o‘zgarmas tok generatori qo‘zg‘atgich deb ataladi. Sinxron generatorlar statori chulg‘amlarining boshi va oxirlari quyidagi jadvalda ko‘rsatilgandek belgilanadi.

Odatda, quvvati 400 kVA gacha bo‘lgan sinxron generatorlari 400/230 V, 400 kVA dan kattalari esa 6300 V va undan ham yuqori kuchlanishli kilib tayyorlanadi.

Quvvati 1000 kVA gacha bo‘lgan dizel motorga mo‘ljallangan SGD rusumli generatorlar ham mavjud.

Katta quvvatli generatorlar, masalan, 100000 kVA li turbogeneratorlar juda yuqori foydali ish koeffitsienti, ya'ni $s = 0,98$ ga ega bo'ladi.

Asinxron mashinalarining statori sinxron mashinanikeydan deyarli farq qilmaydi, ammo ularning rotoridagi chulg'amiga tashqi manbadan hech kandy tok berilmaydi.

O'zgarms tok mashinasi singari sinxron mashina ham generator, ham motor rejimida ishlaydi. Sinxron motorning konstruksiyasi generatorkidan farq qilmaydi.

Sinxron mashinani motor rejimida ishlatish uchun uning stator chulg'amiga uch fazali, rotor chulg'amiga esa o'zgarms tok beriladi. Stator chulg'amiga berilgan uch fazali tokdan aylanuvchi magnit maydon hosil bo'lib, uning tezligi quyidagicha bo'ladi:

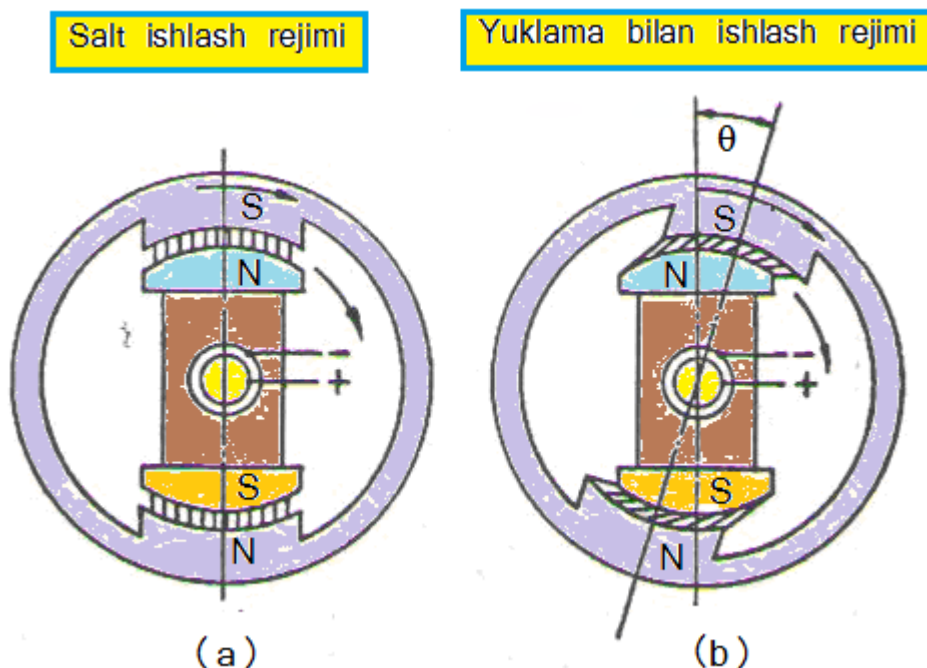
$$n = \frac{60f}{p}, \frac{\text{айл}}{\text{МИН}}; \quad (5.4.1)$$

bunda f – o'zgaruvchan tokning chastotasi;

p – stator chulg'amiga berilgan tokdan hosil bo'lgan magnit maydonning juft qutblar soni.

Statordagi aylanuvchi magnit maydon bilan rotordagi tokning o'zaro ta'siri natijasida elektromagnit moment hosil bo'ladi. Elektromagnit momentning ta'sirida motor rotori statordagi aylanuvchi magnit maydon yo'nalishida aylana boshlaydi. Statordagi aylanuvchi magnit maydon N yoki S qutbi rotor magnit maydonidagi ularga teskari bo'lgan qutblari bilan elastik zanjir singari bog'lanishga egaligi sababli rotorning aylanish chastotasi ham $n = 60f / p$ bo'ladi. Rotorning statordagi aylanuvchi magnit maydon chastotasiga teng bo'lgan aylanish chastotasi sinxron chastota deb, bunday motor esa sinxron motor deb ataladi. sinxron motorning salt ish rejimida uning stator va rotor magnit maydonlarining o'qlari orasidagi burchak $\theta = 0$ yuklama rejimida esa $\theta > 0$ bo'ladi (5.5.4-rasm, a, b). Motor yuklamasining ortib borishi bilan θ ning qiymati ham ortib boradi. Ammo yuklamaning nominal va undan bir oz katta qiymatgacha o'zgarishida ham motorning chastotasi o'zgarms sinxron qiymatga ega bo'lib qolaveradi.

Agar yuklama haddan tashqari katta bo'lsa, u holda $\theta > 90^\circ$ bo'lib, elastik bog'lanish go'yo uziladi va motor sinxronlashtirilgan rejimda ishlay olmay, uning chastotasi sinxro qiymatdan pasaya boshlaydi. Bunday rejimda motorni ishlatish mumkin emas. [3,9]



5.4.4-rasm. Sinxron mashinaning ishlash printsipi.

Sinxron generatori stator chulg'aming elektr yurituvchi kuchi. Stator chulg'aming har bir o'tkazgichida hosil bo'lgan e.yu.k. ning o'rtacha qiymati ham elektromagnit induksiya qonuniga binoan $E = V_{UR} l v$ bo'ladi, bunda l — stator chulg'ami o'tkazgichi uzunligi; m, v — magnit kuch chiziqlarining harakat tezligi, m/s; V_{UR} — xavo bo'shlig'idagi magnit induksiyaning o'rtacha qiymati, Tl.

Chiziqli tezlik v ni aylanish chastotasi p bilan ifodalab hamda $\pi D = 2\pi r$ bo'lgani uchun $v = \frac{\pi D n}{60} = \frac{2\pi r \cdot n}{60}$ olinadi. Bundan $\frac{pn}{60} = f$ bo'lgani uchun $v = 2fr$ bo'ladi. Demak, $E_{UR} = V_{UR} l v = V_{UR} l 2fr$, ammo $V_N = F$ bo'lgani uchun $E_{UR} = 2f$ bo'ladi.

O'tkazgichdagi e.yu.k.ning ta'sir etuvchi qiymati $E = 1,11E_{UR}$ bo'ladi. Bunda: 1,11 — sinusoidal e. yu. k. ning egri shaklliligi koeffitsienti.

Har bir o‘ram ikki o‘tkazgichdan iborat bo‘lgani uchun amdagi e.yu.k. qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$E_{UR}=2 \cdot 1,11 \cdot 2fF=4,44fF \quad (5.4.2)$$

5.4.2. Sinxron generatorning xarakteristiklari va ular taxlili

Elektr mashinalarning xususiyatlari grafik usul bilan ifodalangan, xarakteristika deb ataluvchi bog‘lanishlar bilan aniqlanadi. Generatorning asosiy xarakteristiklari quyidagilardan iborat bo‘lib, ular o‘zgarmas aylanish chastotasi, ya’ni $n = const$ da olinishi kerak.

3) **Salt ish xarakteristikasi.** Generator kuchlanishi U_0 ning uning qo‘zg‘atuvchi chulg‘amdagi qo‘zg‘atish toki i_Q ga bog‘lanishini ifodalovchi egri chiziq, ya’ni $U_0 = f(i_k)$ salt ish xarakteristikasi deb ataladi. Bunda $I_a = 0$ va $n = const$ bo‘lishi kerak.

4) **Yuklama xarakteristikasi.** Generatorning yuklama bilan ishlayotgan rejimidagi $U = f(i_k)$ uning yuklama xarakteristikasi deb ataladi. Bunda yakor tokining qiymati uzgarmas, ya’ni $I_a = I_n = const$ qilib saqlanishi va $n = const$ bo‘lishi kerak.

3) **Tashqi xarakteristika.** Yuklama bilan ishlayotgan generator kuchlanishining yakor tokiga bog‘lanishini ifodalovchi egri chiziq, ya’ni $U = f(i_z)$ generatorning tashqi xarakteristikasi deb ataladi. Bunda $R_p = const$ qo‘zg‘atish tokini rostlab turish uchun kiritilgan rezistor qarshiligi va $n = const$ qilib saqlanishi kerak.

4) **Rostlash xarakteristikasi.** Yuklama bilan ishlayotgan generatorning $i_k = f(I_a)$ bog‘lanish rostdash xarakteristikasi deb ataladi. Bunda yuklama toki I_{ya} ning o‘zgarishiga qaramay, generator kuchlanishi o‘zgarmas, ya’ni $U = U_n = const$ va $n = const$ bo‘lib qolishi kerak. [3,8]

5.4.3. Sinxron generatorlarning tarmok bilan parallel ishlashi.

Elektr stansiyalarida, odatda, bir necha generatorlar o‘rnatiladi. Bu generatorlar o‘z energiyalarini umumiy shinaga uzatib, o‘zaro parallel ishlaydi. Yuklama talabiga binoan parallel ishlovchi generatorlarning soni o‘zgarib turadi

va natijada har bir generatorni to'la quvvat bilan ishlatish imkoni olinadi. Bundam tashqari, elektr stansiyalari ham o'z energiyalarini bitta umumiy energetik sistemaga berib, o'zaro parallel ishlashga ulanadi.

Bunda elektr stansiyalarning foydali ish koeffitsienti ancha yuqori bo'lib, ularda o'rnatilgan mashina va uskunalardan yaxshiroq foydalaniladi va har extimoldan asrash (extiyotlash) uchun kerak bo'lgan generatorlar soni kamayadi.

Sinxron generatorlarni parallel ishlashga ulash uchun quyidagi shartlarga rioya qilish kerak:

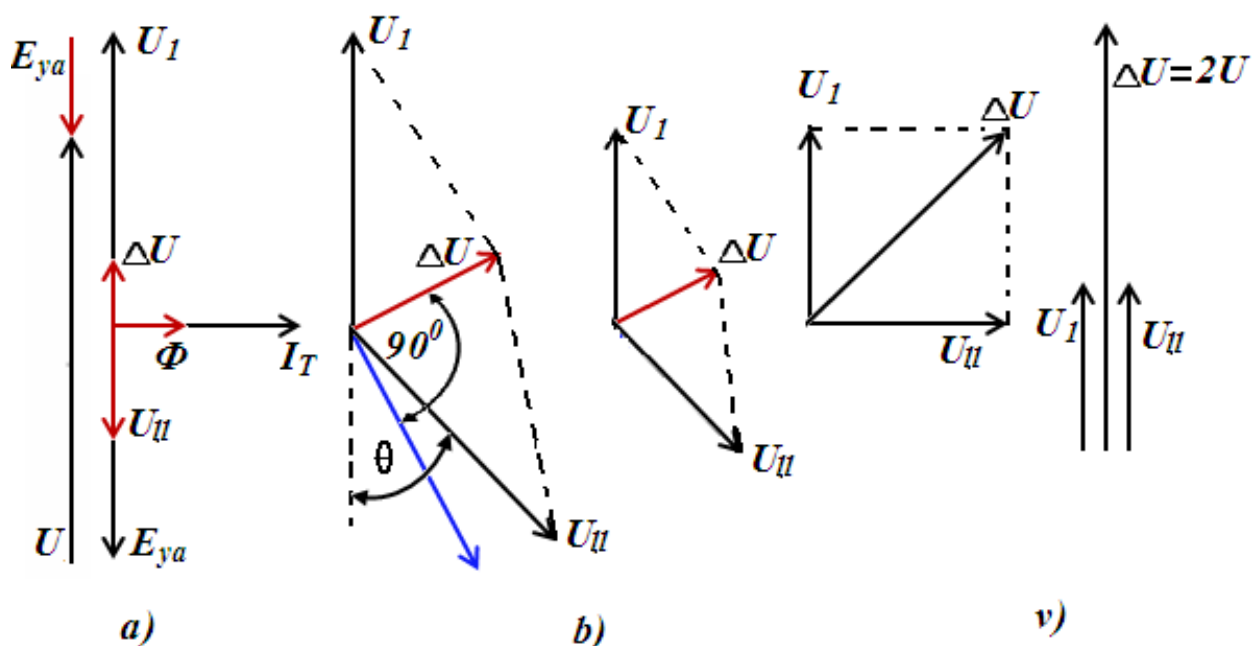
1) ishlab turgan va parallel ishga ulanuvchi generator kuchlanishlarining qiymati o'zaro teng, ya'ni $U_I = U_{II}$ fazalari esa 180° ga farq qilishi lozim;

2) generatorlar chastotasi o'zaro teng, ya'ni $f_I = f_{II}$ va ularning fazalari bir xil ketma-ketlikka ega, ya'ni $A_I V_I S_I$ va $A_2 V_2 S_2$ bo'lishi lozim.

Agar $U_I > U_{II}$ bo'lib, boshqa shartlar bajarilgan bo'lsa, u xolda generator chulg'amlarida potensial farqi ΔU paydo bo'lganligi sababli tenglashtiruvchi I_t toki xosil bo'ladi. Bunda chulg'amning aktiv qarshiligi juda kichik kiymatga egaligi uchun uni xisobga olinmaydi. SHu sababli I_t tokini ΔU vektoridan 90° ga keyinda keluvchi deb qabul qilinadi. Bunda tenglashtiruvchi tok ikkala generator uchun ham reaktiv tok bo'lib, kuchlanishi katta generatorda I_T — induktiv, kuchlanishi kichikda esa, I_T —sig'im xarakterida buladi. Tenglashtiruvchi tokdan F_{yad} undan esa E_{yadI} x.osil bo'lib, kuchlanishi ortiq. bo'lgan birinchi generatorning U_1 kuchlanishi U gacha kamayadi. Ikkinchi generatorda esa, I_t cig'im toki bo'lib, undan generatorni magnitlantiruvchi yakor reaksiyasi, so'ngra E_{yadIII} xosil bo'ladi va natijada generatorning U_2 kuchlanishi U gacha ko'payadi. Tenglashtiruvchi tok I_T tufayli generator chulg'amlaridan nominal yuklama tokini o'tkazish imkoni bo'lmay, natijada ular quvvatidan to'la foydalanilmaydi. Ammo, tenglashtiruvchi tok reaktiv bo'lgani uchun undan generatorlarni aylantiruvchi birlamchi motor momentiga teskari bo'lgan moment xosil bo'lmaydi.

5.5.5-rasm, *a* da kuchlanishlari o'zaro teng bo'lmagan, ya'ni $U_I > U_{II}$ bo'lgan generatorlarning parallel ishlashidagi vektor diagrammasi ko'rsatilgan.

Agar generator kuchlanishlari faza buyicha 180° dan kichikroq burchakka farq qilsa, u holda ham ΔU sababli generator chulgʻamlaridan tenglashtiruvchi I_T toki oʻtadi. Bu tok ham ΔU fazasiga nisbatan 90° ga keyinda keluvchi boʻladi. Agar tenglashtiruvchi tok vektori deyarli U_{II} vektori tomon yoʻnalgan boʻlsa, I_T toki ikkinchi generatorga aktiv tok xisoblanadi. Ikkinchi generator chulgʻamida I_T toki paydo boʻlishi bilan u shu onda yuklama oladi va natijada generator rotorini aylantiruvchi birlamchi motor valida uning momentiga teskari boʻlgan moment xosil boʻladi.



5.4.5 – rasm. Parallel ishlashga ulangan generatorning vektor diagrammalari: a – kuchlanishlari oʻzaro teng boʻlmagan, yaʼni $U_1 > U_{II}$ boʻlganligi; b – kuchlanishlari bir-biriga nisbatan 180° burchakdan kichikroq burchakka farq qilgandagi; v – chastotalari oʻzaro teng boʻlmagan, yani $f_1 \neq f_{II}$ boʻlgandagi vector diagrammalar.

Tenglashtiruvchi tok birinchi generator chulgʻamidan oʻtishi bilan generator rotorining aylanishi tomon yoʻnalgan elektromagnit momenti xosil boʻladi. Birinchi generator rotori oʻzining aylanishi tomon, ikkinchisniki esa, oʻzining aylanishiga teskari tomon boʻyicha maʼlum burchaklarga buriladi va natijada θ burchagi nolga, U_1 va U_{II} kuchlanish fazalarining farqi esa 180° ga teng boʻlib qoladi.

Generator kuchlanishlarining fazalari 180° ga nisbatan kattaroq burchak θ ga farq qilsa, u xolda parallel ishlashga ulanishda xosil boʻluvchi keskin

mexanik kuchlar sababli generator va birlamchi motorlar ishdan chiqishi mumkin. 5.5.5-rasm, *b* da U_I va U_{II} kuchlanishlar fazasining farqi 180° ga teng bo'lmagan holga tegishli vektor diagramma ko'rsatilgan. Agar parallel ishlashga ulanuvchi generatorlarning chastotasi o'zaro teng bo'lmasa, u holda yuqoridagi singari hodisa sodir bo'ladi. Bunda ΔU va θ qiymati uzluksiz ravishda, ya'ni ΔU qiymati noldan to $2U_f$ gacha, θ esa noldan to 180° gacha o'zgarib turadi (5.5.5-rasm, *v*).

5.4.5-rasm, *v* da f_I va f_{II} chastotalari teng bo'lmagan xolga tegishli kuchlanishlarning vektor diagrammasi ko'rsatilgan. [1,3]

Nazorat savollari

1. Sinxron mashinalarning konstruktiv tuzilishini aytib bering?
2. Sinxron mashinalarning ishlash printspini aytib bering?
3. Sinxron mashinalar qanday qutbli bo'ladi?
4. Sinxron mashinalar qanday usullarda ishga tishiriladi?
5. Sinxron mashinalarning mexanik xarakteristikasini ta'riflang?
6. Sinxron mashinalarning burchak xarakteristikasini ta'riflang?

V bob.

5.5. Sinxron dvigatellar va ularning xarakteristikalari

Reja:

5.5.1. Sinxron dvigatellarni ishga tushirish usullari.

5.5.2. Sinxron dvigatelning U-simon va ish xarakteristikasi.

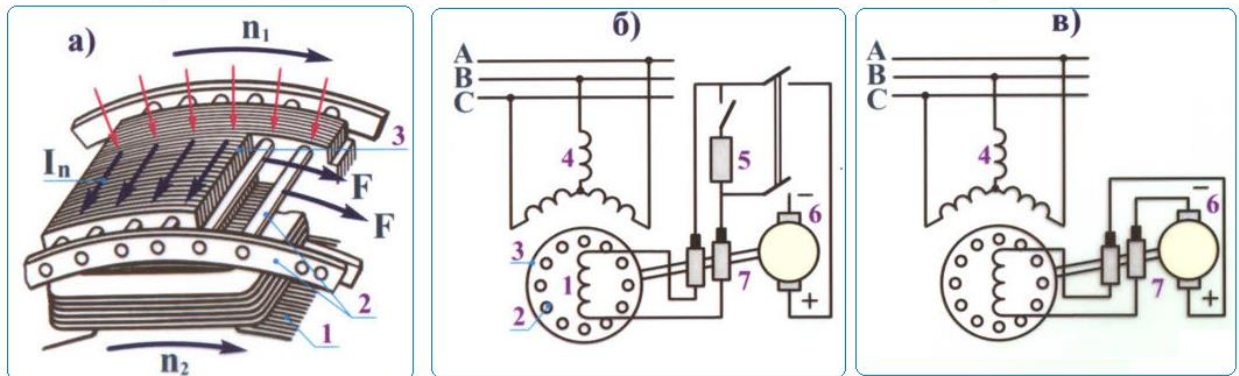
5.5.1. Sinxron dvigatellarni ishga tushirish usullari.

Sinxron motorlarni ishga tushirishda, asosan, asinxron usul qo'llaniladi. Buning uchun sinxron motorlarning rotori o'zagiga qo'zg'atish chulg'amidan tashqari, kataksimon qisqa tutashgan chulg'am ham joylashtiriladi. 5.5.1.a -rasm.

Bu chulg'am ishga tushirish chulg'ami deb ataladi va uning yordamida sinxron motor asinxron motor singari ishga tushiriladi. Buning uchun, dastavval, uning qo'zg'atuvchi chulg'ami razryad qarshiligiga tutashtirilib, so'ngra stator chulg'ami elektr tarmog'iga ulanadi. Bunda stator chulg'amidan uch fazali tok o'tib, natijada $n = 60f/P$ chvstota bilan aylanuvchi magnet

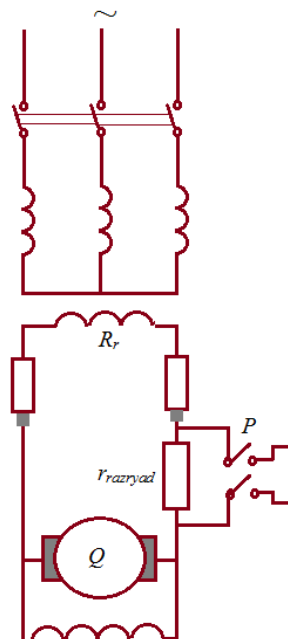
maydon hosil bo‘ladi. Statorning aylanuvchi magnit maydonning rotordagi qisqa tutashgan chulg‘am bilan kesilishi natijasida bu chulg‘amda E.Yu.K. va, demak, hosil bo‘ladi. Rotordagi tok bilan aylanuvchi magnit maydon o‘zaro ta’siri natijasida rotorni $n_p=0,95n$ chastota hosil bo‘ladi.

Sinxron dvigatelning ishga tushirish cho‘lg‘ami tuzilishi (a) va uni asinxron ishga tushirish sxemalari (b, B)



- 1-qo‘zg‘atish cho‘lg‘ami; 2- ishga tushirish cho‘lg‘ami;
 3-rotor; 4-yakor cho‘lg‘ami; 5-so‘ndiruvchi resistor;
 6-qo‘zg‘atkich yakori; 7-xalqa va cho‘tkalar.

5.5.1.a-rasm. Sinxron motorlarni asinxron usulda ishga tushirish.



5.5.1.b. Sinxron dvigatelni ishga tushirish sxemasi.

Sinxron motori rotorining n_p chastotasi asinxron, ya’ni sinxronmas chastota deb ataladi. Asinxron chastota bilan aylanayotgan rotorning qo‘zg‘atuvchi chulg‘amini razryad qarshiligidan ajratib, unga o‘zgarmas tok berilsa, u holda stator va rotor magnit maydon qarama-qarshi qutblarining

o‘zaro tortishish kuchi ortib, rotor sinxron chastota bilan aylana boshlaydi. Sinxron motorni asinxron usul bilan ishga tushirishda uning qo‘zg‘atuvchi chulg‘amida katta E.Yu.K. hosil bo‘ladi. Chulg‘am izolyasiyasiga bu E.Yu.K. dan bo‘lgan xavfni yo‘qotish uchun razryad qarshiligi R_{razr} qo‘zg‘atuvchi chulg‘am qarshiligidan taxminan 10 marta katta qilib olinadi.

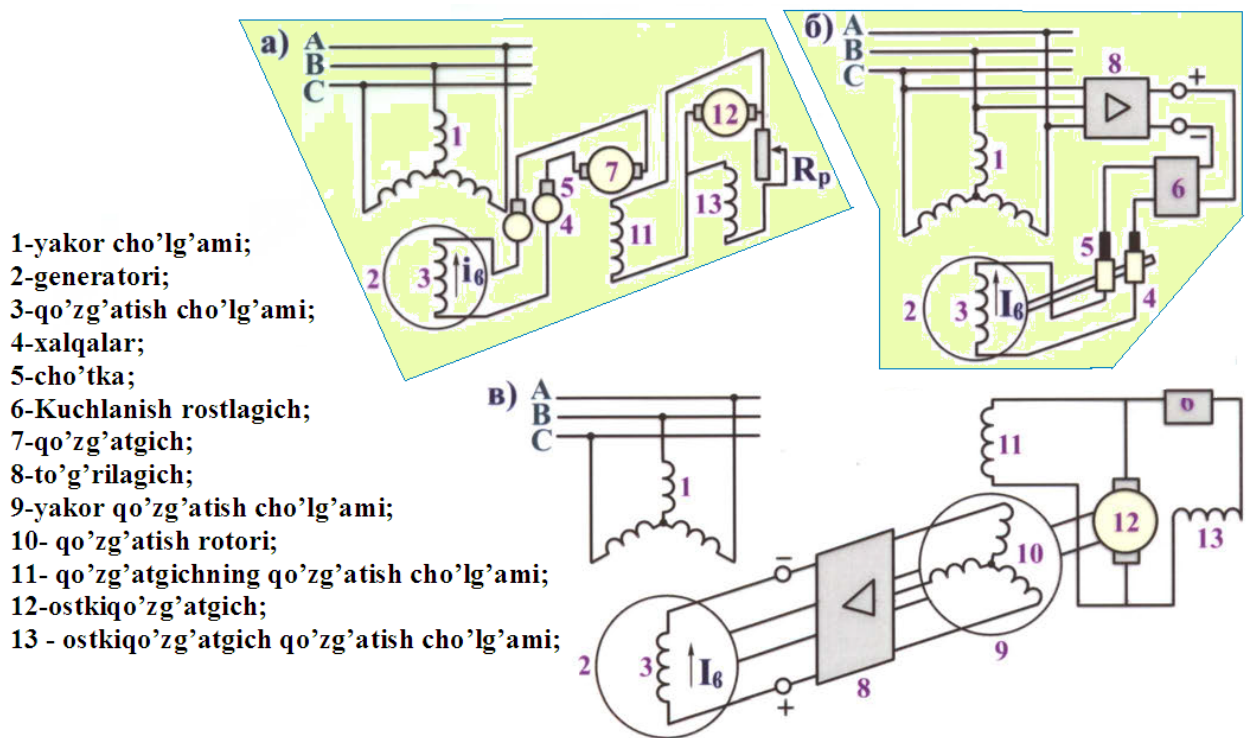
Sinxron motorning ishga tushirish toki $I_{ish.t.} = (3\text{u}8) I_n$ bo‘lib, ishga tushirish momenti esa $M_{ish.t.} = (0,5\text{u}2)M_n$ bo‘ladi. Yuqori chastotali motorda $I_{ish.t.}$ ning qiymati past chastotali motordagiga nisbatan katta bo‘ladi. Katta quvvatli sinxron motorlarni ishga tushirishda, elektr tarmog‘idagi kuchlanish ortiqcha pasayib ketmasligi hamda stator chulg‘amiga ta‘sir etadigan dinamik kuchlarni kamaytirish uchun, odatda, ularni reaktor yoki avtotransformator orqali ulanadi. Natijada, stator chulg‘amiga beriladigan kuchlanish nominalga nisbatan pasayib, ishga tushirish tokining qiymati ham birmuncha pasaytiriladi. Elektr mashina tayyorlanadigan zavodlarning ko‘rsatmasi bo‘yicha 3000V kuchlanishli sinxron motorlarni elektr tarmog‘iga bevosita ulab ishga tushirish uchun, (5.5.2-rasm) ularning rotoridagi har bir magnit qutbga to‘g‘ri keladigan motor quvvati quyidagidan katta bo‘lmasligi lozim ya‘ni:

$$\frac{P}{p} \leq 250 \div 300 \text{ kVt} \quad (5.5.1)$$

bunda p – qutblar soni.

6000 Voltli motorni bevosita ishga tushirishda esa $\frac{P}{p} \leq 250 \div 300 \text{ kVt}$ bo‘lishi lozim. Elektr tarmog‘iga bevosita ulab ishga tushirish mumkin bo‘lmagan motorlar uchun, katalogda, ularning statoriga berilishi mumkin bo‘lgan maksimal kuchlanish qiymati U_{max} ko‘rsatiladi. Bunda $U_{max} \leq 60 \div 90\% U_H$ bo‘lishi kerak.

Hozirgi paytda har qanday katta quvvatli sinxron motorlarni ham elektr tarmog‘iga bevosita ulab ishga tushirish bo‘yicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ilgarilari qo‘zg‘atuvchi chulg‘amga beriluvchi o‘zgarmas tokni sinxron motorning vali bilan aylantiriladigan parallel qo‘zg‘atishli o‘zgarmas tok generatoridan olinar edi.



5.5.2-rasm. Sinxron mashinalarni ishga tushirish sxemalari.

Hozirgi vaqtda esa rotor chulg'amiga beriladigan o'zgarmas tok ko'pincha alohida o'rnatilgan statik yarim o'tkazgichli qo'zg'atgichlardan olinmoqda. Keyingi paytlarda rotor chulg'amiga o'zgarmas tokni kontaktsiz, xalqa va cho'tkalarsiz berish imkoniga erishildi. [1,9]

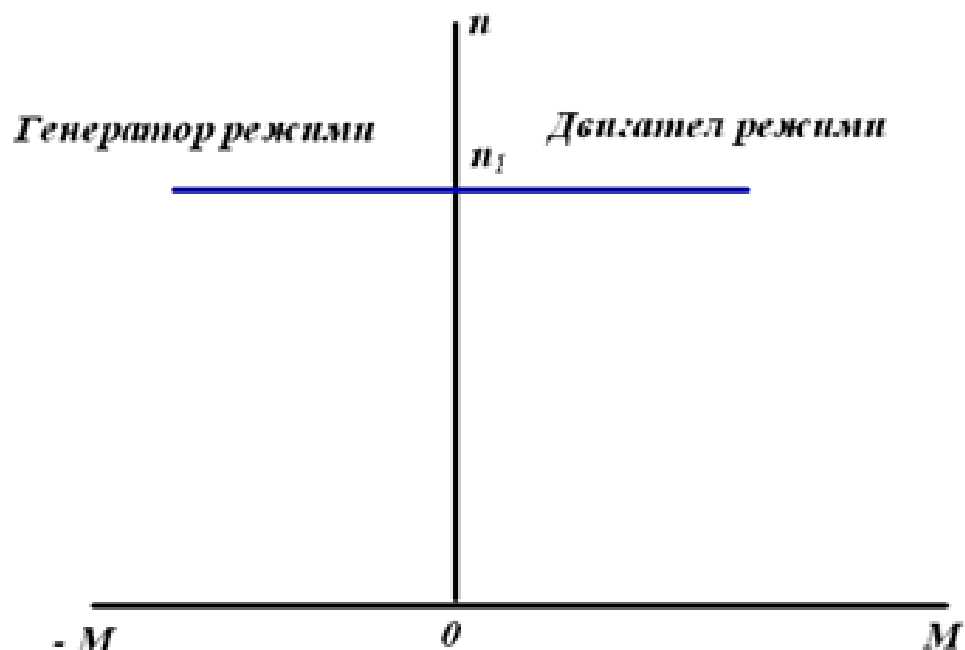
Bunday kontaktsiz sinxron motorda rotor o'zagi yaxlit po'latdan quyilgan qutblarga ega bo'lib, bu qutblar rotorga o'rnatiladigan ishga tushirish chulg'ami vazifasini ham o'taydi. Natijada sinxron motorning konstruksiyasi soddalashmoqda, uning ishlashdagi ishonchliligi ancha ko'tarilmoqda. Hozirgi paytda kichik qiymatli qarshilik momentlari $M_c=(0,3\text{u}04)M_n$ bmlan yoki salt ish rejimida ishga tushiriladigan sinxron motorlar rotoridagi qo'zg'atuvchi chulg'amga qo'zg'atgichni bevosita ulab qo'yish sxemasi keng qo'llanilmoqda. Bunda qo'zg'atgich yakori razryad qarshiligi orqali yoki bevosita rotor chulg'amiga ulanadi. Motor chastotasining taxminan, $0,95n$ qiymatida qo'zg'atish zanjiridagi razryad qarshiligi rubilnik bilan zanjirdan chiqariladi. Bunda qo'zg'atish zanjiri uzilmaganligi sababli sinxron motorni ishga tushirish sxemasi ancha soddalashdi.

Quvvati 2000 kVt gacha bo'lgan sinxron motorlarni salt ish rejimida, hatto razryad qarshiligisiz ham ishga tushirish mumkin. Bunda sinxron motorni ishga tushirish uchun stator chulg'amini elektr tarmog'iga ulash kifoya.

5.5.2. Sinxron dvigatelning U-simon va ishchi xarakteristikalari.

Aylantiruvchi momentning o'zgarishi bilan $n = \frac{60f}{p} = const$ bo'lgani tufayli sinxron motorning mexanik xarakteristikasi absissa o'qiga parallel yuklamaga bo'lgan to'g'ri chiziq bilan ifodalanadi, ya'ni uning chastotasi yuklamaga bog'liq bo'lmaydi (5.5.3-rasm). Sinxron motorlarning rotori bilan statori orasidagi havo bo'shlig'i asinxron motorlarnikiga nisbatan kattaroq bo'lishi sababli sinxron motorlar ancha ishonchliroq tuzilishda bo'ladi. Sinxron motorlarning yana bir af'alligi shundaki, ular nominal rejimda $\cos\varphi = 1$ yoki o'zuvchi $\cos\varphi = 0,8$ bilan ishlay oladi. Natijada, sinxron motor ulangan elektr tarmog'idagi quvvat koeffitsientining qiymati yuqorilashadi. Haqiqatan, sinxron motori quvvat koeffitsientining qiymati yuklamadan tashqari, rotordagi qo'zg'atish chulg'amiga beriladigan o'zgarimas tok i_q ga ham bog'liq bo'ladi. Agar rotor chulg'amiga qo'zg'atish toki ko'paytirilib borilsa, stator chulg'amiga elektr tarmog'idan o'tayotgan tok I o'zing magnetlovchi qismining kamayishi hisobiga U-simon egri chiziq bo'yicha o'zgarib boradi. Demak, i_q ning ma'lum i_{qn} qiymatida statorga berilayotgan tokning magnetlovchi qismi nolga teng bo'lib, motorning quvvat koeffitsienti $\cos\varphi = 1$ ga teng bo'ladi. Agar qo'zg'atish toki i_q ni i_{qn} ga nisbatan ko'paytirilsa, u holda sinxron motor o'zi ulangan elektr tarmog'iga reaktiv energiya uzatib ishlay boshlaydi.

Bunda motor o'zuvchi $\cos\varphi$ ga ega bo'ladi. O'zuvchi $\cos\varphi = 0,8$ ga hisoblangan sinxron motorlar $\cos\varphi = 1$ dagiga nisbatan ancha og'ir, bahosi qimmat, foydali ish koeffitsienti esa pastroq bo'ladi. Sinxron motorlar asinxron motorlarga nisbatan ishonchliroq bo'lgani hamda ularning $\cos\varphi$ va η lari nisbatan yuqori bo'lganligi uchun, katta quvvatli va uzoq vaqt davom etadigan ish rejimiga ega bo'lgan mexanizmlarda, masalan, kompressor, nasos va shu kabilarda sinxron motorlardan foydalanish qulayroq bo'ladi. [1,2]



5.5.3- rasm. Cinxron motorning mexanik xarakteristikasi.

Sinxron motorning burchak xarakteristikasi. 5.5.3-rasmda keltirilgan xarakteristika noaniq bo‘lganligi uchun undan kam foydalaniladi. Haqiqatan, $n = f(M)$ xarakteristikasiga binoan yuklamaning o‘zgarishi bilan aylantiruvchi momentning o‘zgarish chegarasi noma’lumdir. SHu sababli, ko‘pincha burchak xarakteristikadan foydalaniladi. Motorning aylantiruvchi momentining Θ burchakka bog‘lanishini ifodalovchi $M=f(\Theta)$ egri chiziq sinxron motorning burchak xarakteristikasi deb ataladi. Bu xarakteristika tenglamisini topish uchun sinxron mashinaning elektromagnit quvvati ifodasidan foydalaniladi, ya’ni

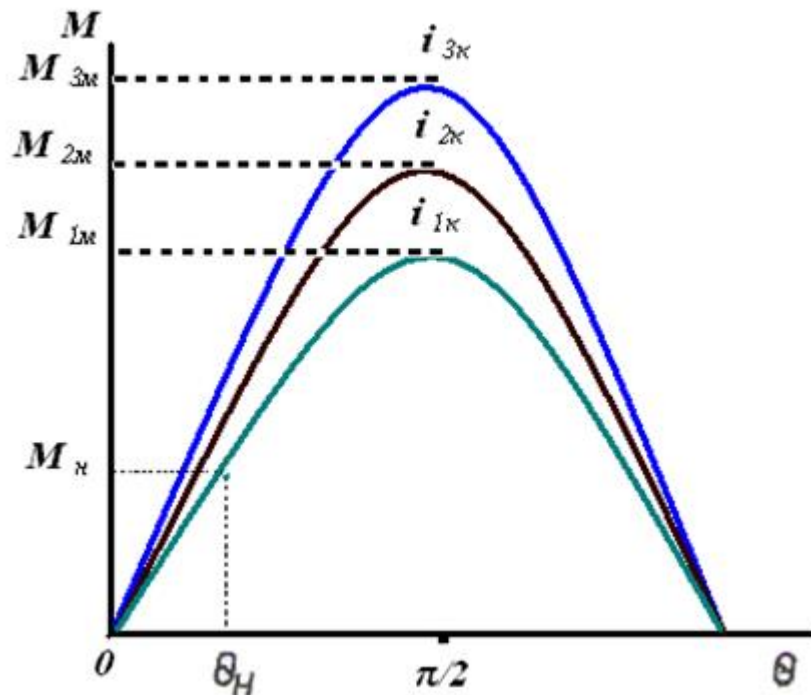
$$M_{\text{ЭМ}} = \frac{P_{\text{ЭМ}}}{\omega_0} = \frac{3UE \sin \theta}{\omega_0 X_c} = M_{\text{макс}} \sin \theta, \quad (5.5.2)$$

bunda $M_{\text{макс}} = \frac{3UE \sin \theta}{\omega_0 X_c}$ – aylantiruvchi momentning maksimal qiymati;
 U – elektr tarmog‘idan stator chulg‘amiga berilgan faza kuchlanishi;
 E – rotordagi o‘zgarmas magnit maydonning stator chulg‘ami bilan kesilishidan hosil bo‘lgan e.yu.k. Bu e.yu.k. qiymati taxminan $\bar{U} = (-\bar{E})$ bo‘ladi;

$\omega_0 = \frac{\pi n}{30}$ – rotorning aylanish burchak chastotasi;

X_c – qutblari ayon bo‘lmagan sinxron mashinaning sinxron qarshiligi.

21.4 -rasmida sinxron motorning $i_{q1} < i_{q2} < i_{q3}$ toklari va ularga teshgishli $E_1 < E_2 < E_3$ E.Yu.K.lariga binoan (5.5.2) ifoda asosida qurilgan burchak xarakteristikalarini ko‘rsatilgan.



5.5.4- rasm. Sinxron motorning burchak xarakteristikalarini.

Bu xarakteristikalarining $\theta = 0 \text{ u } 90^\circ$ gacha bo‘lagi ularning turg‘un, $\theta = 90 \text{ u } 180^\circ$ gacha bo‘lagi esa ularning beqaror qismi deyiladi. Xarakteristikaning turg‘un qismida motorning yuklamasi ko‘payishi bilan θ burchagining qiymati ortib boradi. Bunda motorning aylantiruvchi momenti ham, yangi qarshilik momentiga tenglashtirgunga qadar o‘z-o‘zidan ortib boradi. Qarshilik momenti aylantiruvchi momentning maksimal qiymatidan bir oz ortishi bilan $\theta < 90^\circ$ bo‘lib, sinxron motorning aylantiruvchi momenti kamayib boradi va momentlar muvozanati tiklana olmay motor o‘z-o‘zidan to‘xtab qoladi. Sinxron motor yuklamasining tasodifan keskin o‘zgarishini hisobga olib, θ burchakning nominal qiymatini $25 \text{ u } 30^\circ$ ga teng qilib olinadi.

Demak, sinxron motorning o‘ta yuklanish qobiliyati $\frac{M_{\text{max}}}{M_H} = 2 \div 2,5$ bo‘ladi. U va $f = \text{const}$ bo‘lsa, motordagi magnet oqimning umumiy qiymati ham

o'zgarmas bo'ladi. Demak, rotor qo'zg'atish chulg'amidagi tok ko'paytirilsa, stator chulg'amidagi tokning magnitlaniruvchi qismi kamayadi. SHunga binoan, qo'zg'atuvchi tok qiymatini ko'paytirish bilan elektr tarmog'idan statorga beriluvchi tokning reaktiv qismini nolga tenglash mumkin. Bunda $\cos\varphi = 1$ bo'lib, induktiv qarshilikdagi kuchlanishning tushuvi nol bo'ladi. Natijada stator chulg'amida hosil bo'lgan e.yu.k. E ko'payib, uning qiymati kuchlanishga yaqinlashadi. E.Yu.K. qiymatining ortib borishi bilan aylantiruvchi momentning maksimal qiymati ham birmuncha ortadi, ya'ni $M_{1M} < M_{2M} < M_{8M}$ bo'ladi (5,5.4-rasm). Sinxron motorning maksimal momenti kuchlanish qiymatining birinchi darajasiga proporsional bo'ladi. Bu esa uning yana bir afzalligidir. Ayon qutbli va, demak, past chastotali sinxron motorlarning statori bilan rotori orasidagi havo bo'shlig'i aylana bo'yicha turli qiymatga ega bo'lgani uchun ularning X_{rd} va X_{rq} qarshiliklari o'zaro teng bo'lmaydi. Shu sababli yakor reaksiyasining ta'siri bo'ylama va ko'ndalang o'qlar bo'yicha alohida hisobga olinadi. Bunda elektromagnit moment ham ikki momentning yig'indisidan iborat, ya'ni

$$M = \frac{3}{\omega_0} \left[\frac{UE \sin \theta}{X_{rd}} + \frac{U^2 \sin 2\theta}{2} \left(\frac{1}{X_{rq}} - \frac{1}{X_{rd}} \right) \right] = M_{\text{син}} + M_{\text{реакт}} \quad (5.5.3)$$

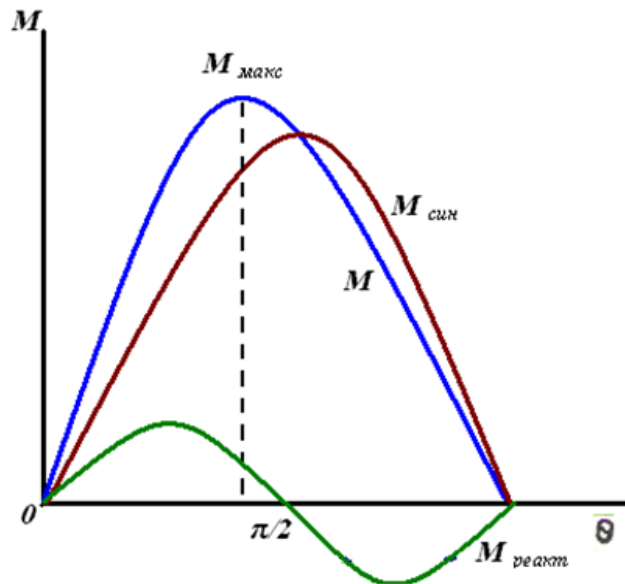
deb qabul qilindi,

bunda X_{rq} va X_{rd} – tegishlicha ko'ndalang va bo'ylama induktiv qarshiliklar;

$M_{\text{син}}$ – motorning sinxronlashtiruvchi momenti;

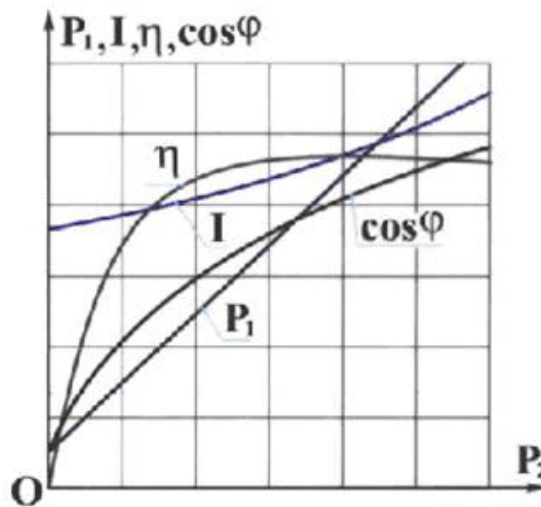
$M_{\text{реакт}}$ – motorda hosil bo'lgan reaktiv moment.

Demak, bunday motorlarda sinxronlashtiruvchi momentdan tashqari, reaktiv moment ham hosil bo'ladi. 5.5.5-rasmda ayon qutbli sinxron motorning burchak xarakteristikasi ko'rsatilgan.



5.5.5- rasm. Ayon qutbli sinxron motorning burchak xarakteristikasi.

5.5.5-rasmga binoan ayon qutbli sinxron motor elektromagnit momentning maksimumi 90° dan kichik bo'lgan θ burchagida hosil bo'ladi. Ayonmas qutbli sinxron motorlarda $X_{\pi d} = X_{\pi q}$ bo'lgani sababli, reaktiv moment hosil bo'lmaydi. [1,3]



5.5.6- rasm. Ayon qutbli sinxron motorning burchak xarakteristikasi.

Nazorat savollari

1. Sinxron mashinalarni ishga tushirish usullari qanday?
2. Quvvati 2000 kVt gacha bo'lgan sinxron motorlar qanday ishga tushiriladi?
3. Sinxron dvigatelning U-simon va ishchi xarakteristikalariga ta'rif bering?
4. Ayon qutbli sinxron motorning burchak xarakteristikasi

6.1. Elektr yuritma to'g'risida tushuncha va taraqqiy etish tarixi

Reja:

- 6.1.1. "Elektr yuritma" to'g'risida tushuncha. Elektr yuritmaning klassifikatsiyalanishi.
- 6.1.2. Elektr yuritma mexanikasi. Elektr yuritmaning asosiy harakat tenglamasi.
- 6.1.3. Turli texnologik jarayonlarda qo'llaniladigan ish mashinalarning mexanik xarakteristikalari.

6.1.1. "Elektr yuritma" to'g'risida tushuncha. Elektr yuritmaning klassifikatsiyalanishi.

"Elektr yuritma" to'g'risida tushuncha. Suv va bug' turbinalari hamda shamol, ichki yonuv va elektr motorlari bilan harakatlanuvchi yuritmalar mexanik yuritmalar deb ataladi. Mexanik yuritmalardan eng afzali elektr motorli yuritma bo'lgani uchun statsionar ish mashinasi va mexanizmlarining asosiy yuritmasi sifatida elektr motorli yuritmadan foydalaniladi. Elektr motorli yuritma qisqacha elektr yuritma deb ataladi.

Elektr yuritma texnologik mexanizmlarni ishchi organini xarakatga keltirish uchun xizmat kiladi. Elektr yuritma deb elektr motor, uzatuvchi mexanizm va ishchi organdan iborat umumlashgan kurilmaga aytiladi. Avtomatlashgan elektr yuritma tarkibiga yana elektr energiya uzgartkichi, datchiklar va elektr yuritmani boshkarish tizimi kiradi. Bundan tashkari elektr yuritma tarkibiga aniklik va tezlikni oshiradigan kushimcha elementlar kiritilishi mumkin. Masalan EXM, rakamli datchiklar, muvofiklashtiruvchi elementlar kullanilishi mumkin.

Elektr yuritma bilan elektr energiyasini mexanik energiyasiga aylantirib, bu mexanik harakatni elektr usulda boshqarish imkoni olinadi. Demak, elektr yuritma asosan elektr motori, uzatma va motorni boshqaruvchi elektr jihozlardan iborat bo'ladi.

Respublikamiz suv xo'jaligi tizimida hozirgi kunda ko'plab nasos stansiyalari va vertikal quduqlardagi nasos agregatlari ishlab turibdi. Ular yordamida 2100 ming gektardan ziyod maydonlar sug'oriladi.

Ishlab chikarishning energetik asosini elektr yuritma tashkil kilib, uning texnikaviy darajasi texnologik kurilma samaradorligini belgilaydi. Elektr yuritmaning tarakkiyoti, motorlar, uskuna-jihozlar, o'zgartgichlar, analog va rakamli boshqaruv vositalarini yanada takomillashtirish xisobiga uning tejamliligi va ishonchliligini orttirishni taqozo etadi. Xozirda ushbu jarayonda, mikroprotessorlarning ko'plab qo'llanilishi, elektr yuritmalarning funksional imkoniyatlarini sezilarli kengaytiradi va uning texnikaviy xamda iqtisodiy xarakteristikalarini yaxshilaydi. Elektr yuritma bajarayotgan funksiyalarining kengayishi va murakkablashishi, unda boshqarishning yangi vositalarini qo'llanilishi, uning loyihalashtirish, yig'ish, sozlash va ishlatish bilan mashg'ul bo'lgan mutaxassislar tayyorlashning yuqori darajasini talab qiladi.

Har bir takomillashgan mashina uchta asosiy qismdan, ya'ni motor-mashina, uzatma va ish quroli - mashinadan iborat bo'ladi. Bunday takomillashgan mashina ishlab chiqarish agregati deb, uning uchinchi qismi ish quroli - mashina esa ish mashinasi yoki ish mexanizmi deyiladi. *Ish mashinasi yoki mexanizmini berilgan tezlik bilan harakatlantiruvchi motor, uzatma va ularni boshqaruvchi tizim birgalikda yuritma deb ataladi.*

Avtomatlashgan elektr yuritma tarkibiga yana elektr energiya o'zgartkichi, datchiklar va elektr yuritmani boshqarish tizimi kiradi. Bundan tashqari elektr yuritma tarkibiga aniqlik va tezlikni oshiradigan qo'shimcha elementlar kiritilishi mumkin. Masalan EXM, raqamli datchiklar, muvofiqlashtiruvchi elementlar qo'llanilishi mumkin. [1,3]

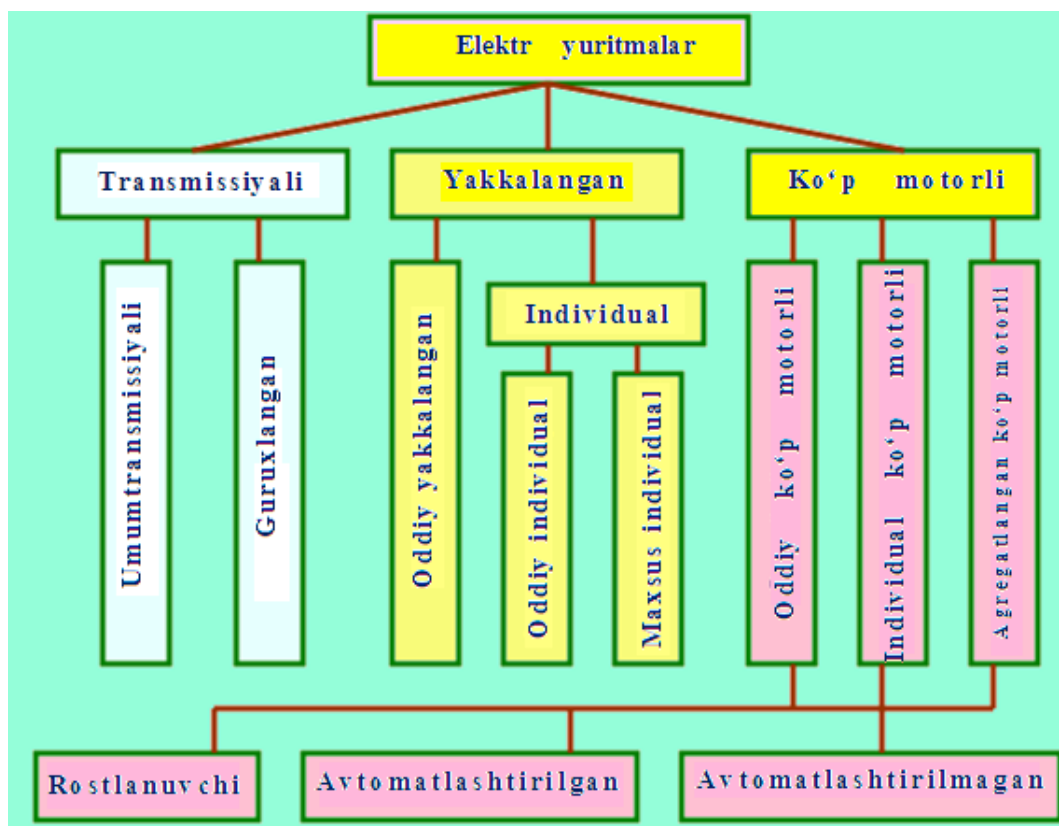
Elektr yuritmalarning klassifikatsiyasi. Ishlab chiqarish agregatlaridagi elektr motorlarning soniga qarab elektr yuritmalar:

- Transmissiyali;
- yakka motorli;
- ko'p motorli.

yuritmalarga bo'linadi.

Transmissiyali elektr yuritma o'z navbatida: umumtransmissiyali va guruhli, yakka motorli elektr yuritma esa oddiy va individual yakka motorli, ko'p motorli elektr yuritma ham oddiy va individual ko'p motorli yuritmalarga bo'linishi mumkin. Boshqarilish usuliga binoan elektr yuritmalar

avtomatlashtirilgan va avtomatlashtirilmagan, texnologik talab hamda motor xususiyatlariga qarab esa rostlanadigan va rostlanmaydigan yuritmalarga bo'linadi (6.1.1- rasm).



6.1.1.-rasm. Elektr yuritmalar klassifikatsiyasi sxemasi.

Transmissiyali elektr yuritmalar. Motor harakatini po'lat arqon yoki tasmalar yordamida korxonada sexlaridagi bosh transmissiyaga uzatuvchi yuritma umumtransmissiyali elektr yuritma deb ataladi. Bosh transmissiyadagi harakat tasmalar bilan transmissiya bo'laklari yoki ish mashinalariga uzatiladi.

Elektr motor harakatini bir qancha ish mashinalariga uzatuvchi yuritmani guruhli elektr yuritma deb ataladi.

Guruhli elektr yuritma umumtransmissiyaliga nisbatan afzal bo'lishiga qaramay, bu yuritmada ham elektr energiyasining mexanik taqsimlanish imkonlaridan to'la foydalanilmaydi. SHu sababli hozirgi paytda transmissiyali elektr yuritmalardan deyarli foydalanilmaydi.

Yakkalangan elektr yuritma. Har bir ish mashinasi yoki mexanizmning o'ziga tegishli alohida elektr motori bo'lgan yuritma *yakka motorli elektr yuritma* deb ataladi.

Elektr motori ish mashinasidan alohida yoki uning tuzilishiga o'zgartirishlar kiritmasdan o'rnatilgan yuritma oddiy yakka motorli elektr yuritma deb ataladi.

Bunday elektr yuritmada quvvat isrofi transmissiyaliga nisbatan ancha kam bo'lsa ham, ammo unda uzatish mexanizmining murakkabligi saqlanib qoladi.

Individual elektr yuritma bunday kamchiliklardan xoli qilingan.

Individual elektr yuritmada elektr motori va ish mexanizmi konstruktiv jihatdan yaxlit va ishlash uchun qulay bo'lgan tashqi ko'rinishga ega bo'ladi. Individual elektr yuritmalar o'z navbatida oddiy va mahsus individual yuritmalarga bo'linadi.

Elektr motori bilan ish mexanizmi orasida ba'zi bir uzatma elementlari (tishli g'ildirak, mufta, krivoship, shatun va shu kabilar) saqlanib qolgan yuritma oddiy individual elektr yuritma deb ataladi.

Elektr motori bilan ish mexanizmi orasida uzatish mexanizmi bo'lmagan va motorning ba'zi bir qismlari ish mexanizmining uzviy organi sifatida qo'llaniladigan yuritma mahsus individual elektr yuritma deb ataladi.

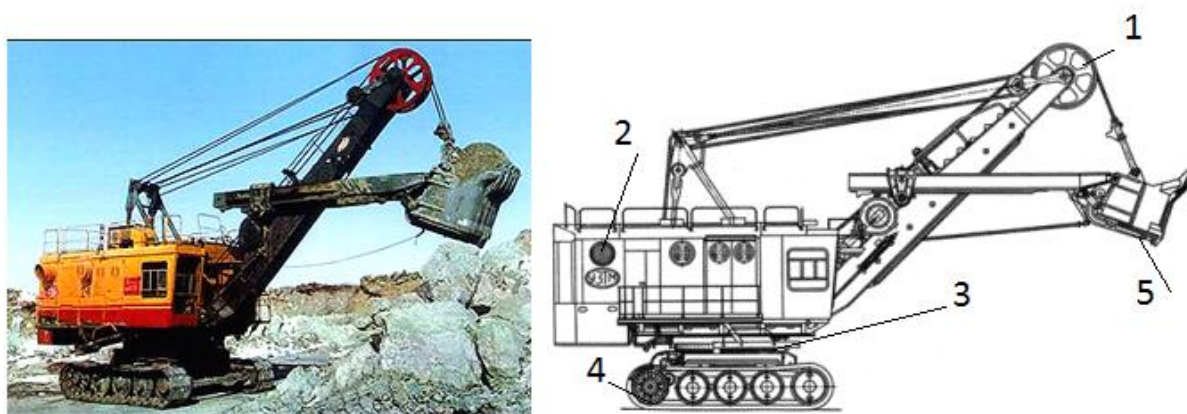
SHu sababli mahsus individual elektr yuritmalari shovqinsiz, engil, sodda konstruksiyali, ishlashga qulay, yuqori foydali ish koeffitsienti va avtomatlashtirish uchun katta imkonlarga ega bo'ladi.

Bunday elektr yuritmalarda elektr motorning ahamiyati ish mashinasining nomida ham o'z ifodasini topadi, ya'ni ularga "elektr" so'zi qo'shib yoziladi, masalan, elektr pardozagich, elektr shpindel, elektr urchuq va hokazo. [1,3]

Ko'p motorli elektr yuritmalar. Murakkab ish mashinasining ayrim ish organlariga mexanik energiyani bir markazdan taqsimlash har tomonlama noqulaylik tug'dirib, undagi quvvat isrofining katta bo'lishiga olib keladi.

Murakkab stanoklar yoki mashinalarning har bir ish organi alohida elektr motori bilan harakatga keltirilsa, ularni avtomatlashtirish va ishga tushirish ancha engillashadi va qulaylashadi, uzatmaning konstruksiyasi esa soddalashadi. Irrigatsiya va melioratsiya ishlarida qo'llaniladigan EKG-5

ekskovatorining rekuperativ, datchiksiz, tranzistorli chastotali-rostlanuvchi elektr yuritmasi bunga misol bo'la oladi. 6.1.2-rasm.



6.1.2-rasm. EKG-5 ekskavatorining rekuperativ, datchiksiz, tranzistorli chastotali-rostlanuvchi elektr yuritmasi.

Ushbu yuritma EKG-5 ekskavatorining ko'tarish(1), bosim(2), platformani aylantirish(3), zanjirli gildirak(4) va kovsh(cho'mich)ning tagini ochish(5) yuritmalariga mo'ljallangan 5 ta o'zgarmas tok lviqatellarini qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatellarga alishtirishni ta'minlaydi. Bu o'z navbatida EKG-5 ekskavatorining elektr yuritmasi F.I.K. ni 90% gacha, quvvat koeffitsentini esa 95% gacha orttirish imkonini yaratadi.

Elektr motorlari ish organidan alohida o'rnatilgan bo'lsa, bunday mashina yoki mexanizm yuritmalari oddiy ko'p motorli elektr yuritmalar deb ataladi. Elektr motorlari murakkab mashinaning ish organlariga bevosita o'rnatilsa, bunday yuritmani individual ko'p motorli elektr yuritma deb ataladi.

Bunday elektr yuritma mahsus stanoklarda, agregat va nusxa olish stanoklarida keng qo'llaniladi. Elektr motorlari sistemasiga ega bo'lgan bir necha ish mashinalarining kompleks ishlab chiqarishda o'zaro mos ishlashini ta'minlaydigan yuritmani agregatlangan ko'p motorli elektr yuritma deb ataladi.

Bunday elektr yuritmalar to'qimachilik, qog'oz ishlab chiqarish, bosmaxona mashinalari va stanoklarning avtomat liniyalarida keng qo'llaniladi.

Boshqarish apparatlari bilan avtomatik ravishda ishga tushiriladigan, to'xtatiladigan va berilgan chastota, tok yoki momentni o'zgartirmay saqlab turadigan yuritmani avtomatlashtirilgan elektr yuritma deb ataladi.

Texnologik talablarga binoan chastotasi keng miqyosda o'zgartiriladigan yuritma rostlanuvchi elektr yuritma deb ataladi. Avtomatlashtirilgan va rostlanuvchi elektr yuritmada yuqoridagi uch asosiy qismlardan tashqari o'zgartgich deb ataladigan qism ham bo'lishi mumkin.

Avtomatlashtirilgan elektr yuritma bilan texnologik jarayonni takomillashtirish, uning talablarini to'la qondirish, ish unumini ko'tarish, mahsulot sifatini yaxshilash, uning tannarxini pasaytirish imkonlari yaratiladi.

Funksional sxemalarda funksonal birlik sifatida aloxida kurilma olinadi va ularni ishlash prinsipi bilan bog'lab beriladi. Prinsipial sxemalarda esa elektr yuritmaning kuch va boshqaruv zanjiridagi elektr bog'lanishlar bir chiziqli elektr sxemada beriladi. Elektr sxemadagi elementlar (kontaktlar, kommutatsion apparatlar rele va x.k.) shartli belgilar orqali ko'rsatiladi.

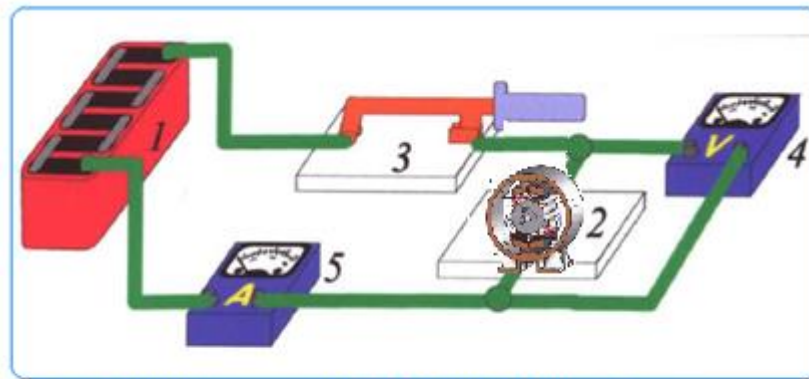
Elektr yuritmalar motor turiga karab turlari. Elektr yuritmalar motor turiga karab quyidagi turlarga bo'linadi:

- asinxron elektr yuritma;
- o'zgarmas tok elektr yuritmasi;
- sinxron elektr yuritma;
- chiziqli elektr yuritma.

Ba'zi elektr yuritmalar texnologik mashina turiga qarab tasniflanadi. Masalan: vibroelektryuritma va shunga o'xshashlar.

Funksional va prinsipial sxemalar - Elektr yuritma murrakab elektromexanik tizim bulib odatda ular elektr yuritma elementlaridan tashkil topadi. Elektr yuritma nazariyasida bu elementlar bajariladigan vazifasiga ko'ra tasniflanadi. Elektr yuritmalarni o'rganishda odatda tarkibiy (strukturaviy) sxemalardan foydalaniladi. Bunda xar bir element aloxda turtburchak shaklida va kirish xamda chikish signallari bilan beriladi. Undan tashkari xar bir elementning boshka elementlar bilan boshlanishlari kursatiladi. Xar bir element odatda tarkibiy sxemalarda uzatish funksiyalari bilan yoki uzatish koeffitsientlari bilan xarakterlanadi.

Elektr yuritmalarni ishlash prinsiplari funksional va prinsipial elektr sxemalarda ifodalanadi. 6.1.3 va 6.1.4-rasmlar.

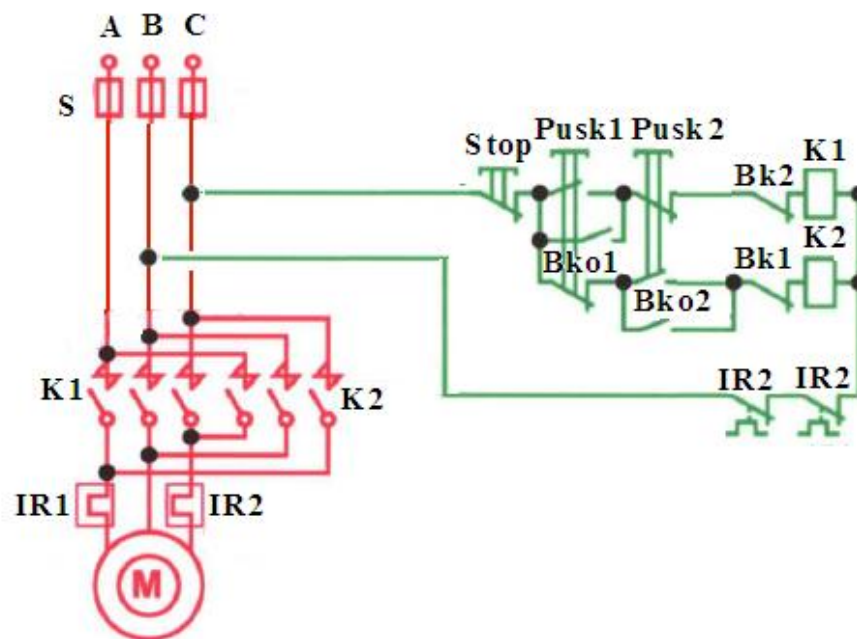


1. Akkumulyator 2. Elektr yuritma 3. Kalit
4. Voltmetr 5. Ampermetr

6.1.3. Funktsional sxemaga misol.

Funksional sxemalarda funksional birlik sifatida alohida qurilma olinadi va ularni ishlash prinsipi bilan bog‘lab beriladi.

Prinsipial sxemalarda esa elektr yuritmaning kuch va boshkaruv zanjiridagi elektr bog‘lanishlar bir chizikli elektr sxemada beriladi. Elektr sxemadagi elementlar (kontaktlar, kommutatsion apparatlar rele va x.k.) shartli belgilar orkali ko‘rsatiladi.



6.1.4. Printsipial sxemaga misol.

Elektr yuritma xarakatni uzatilishiga qarab turlari. Elektr yuritma xarakatni uzatilishiga qarab quyidagi guruxlarga bo‘linadi:

1. Transmissiyali, bunda xarakat bir motordan bir necha ishchi mexanizmga uzatiladi.

2. Individual (yakka), bunda har bir ishchi organ aloxida motorga (yuritmaga) ega bo'ladi.
3. O'zaro bog'langan (ko'p motorli), bunda elektr yuritma tizimi bir texnologik jarayonda yagona boshqarish tizimi orkali bir necha (o'nlab) motorlarni o'z ichiga oladi.

Harakat turiga qarab elektr yuritma turlari. Harakat turiga qarab elektr yuritma quyidagi guruxlarga bo'linadi:

- a) aylanma,
- b) ilgarlanma bir yo'nalishli va reversiv,
- v) teskari-ilgarlanma bo'lishi mumkin.

Bu harakatlar diskret yoki uzluksiz bo'lishi mumkin.

Elektr yuritma tezligi eki xolatini rostdash bo'yicha turlari. Elektr yuritma tezligi eki xolatini rostdash bo'yicha quyidagi guruhlarga bo'linadi:

- a) roslanmaydigan, bunda motor bir o'zgarmas tezlikda ishlaydi;
- b) rostlanadigan, bunda motor tezligi texnologik talab bo'yicha o'zgartirilib turiladi;
- v) taqlidiy, bunda motor tezligi shablon harakati bilan bir xil o'zgarishi ta'minlanadi;
- g) dasturli boshqariladigan, bunda motor tezligi raqamli kurilma orqali dastur bo'yicha boshqariladi;
- d) adaptiv (o'zi moslanuvchan), bunda motor tezligi muxitning o'zgarishiga qarab avtomatik rostlanadi;
- e) pozitsion (vaziyatni rostlovchi), bunda motor tezligi ishchi organining vaziyatini rostdashini ta'minlaydi.

Uzatish mexanizmining turiga ko'ra - Uzatish mexanizmining turiga ko'ra reduktorli va reduktorsiz elektr yuritmalarga bo'linadi.

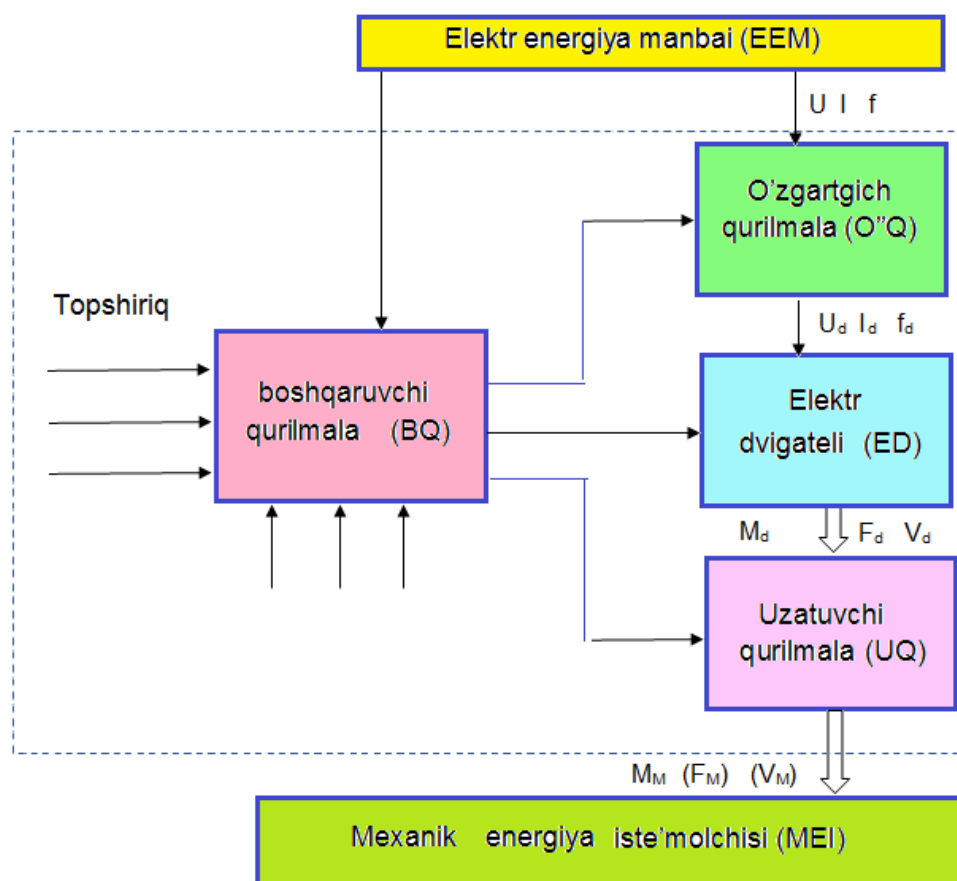
Elektr yuritmalar avtomatlashtirish darajasi bo'yicha turlari. Elektr yuritmalar avtomatlashtirish darajasi bo'yicha quyidagi guruhlarga bo'linadi:

1. **Avtomatlashtirilmagan elektr yuritmalar** - bunda elektr yuritma to'la qo'lda (dastakli) boshqariladi. Xozirgi paytda bunday elektr yuritmalar kam uchraydi. Asosan kichik quvvatli sanoat yoki maishiy qurilmalar yuritmalari bunga misol bo'la oladi.

2. *Yarimavtomatlashtirilgan elektr yuritmalar* - bunday elektr yuritmalarni chiqish parametrlari rostlanadigan bo‘lib boshqaruv operatsiyalarini bir qismini elektr yuritma bir qismini esa inson tomonidan hosil qilinadi. Bu elektr yuritmalarda asosan avtomatik yurgizish, avtomatik tormozlash va tezlikni rostdash amalga oshiriladi.

3. *Avtomatlashgan elektr yuritmalar* - bu elektr yuritmalarda boshqaruv signali inson ishtirokisiz hosil qilinadi va boshqariladi. Bunday elektr yuritmalar sanoat robotlari va manipulyatorlarda qo‘llaniladi.

Avtomatlashgan elektr yuritmalar deb ishchi mashinalarning ijrochi organlarini xarakatga keltirish maqsadida elektr dvigatel, o‘zgartgich, uzatuvchi va boshqaruvchi qurilmalardan iborat elektromexanik tizimga aytiladi. 6.1.5-rasm.



6.1.5-rasm. Avtomatlashgan elektr yuritmaning funksional sxemasi.

Tok turiga ko'ra elektr yuritmalarni turlari - tok turiga karab elektr yuritmalar quyidagilarga bo'linadi:

- o'zgaruvchan;

- o'zgarmas.

Elektr energiya o'zgartkichi turiga qarab - elektr energiya o'zgartkichi turiga qarab tiristorli va elektr mashinali elektr yuritmalarga bo'linadi.

Tiristorli elektr yuritmalar keng tarqalgan rostlanadigan elektr yuritmalar bo'lib uning asosan quyidagi turlari mavjud:

1. Tiristorli o'zgartkich-o'zgarmas tok motori (TP-D). Bunda tiristorli o'zgartkich uzgaruvchan tokni uzgarmas tokka uzgartirib chikish kuchlanishini noldan nominalgacha uzgartiradi.

2. Tiristorli kuchlanish uzgartkichi – asinxron motor (TPN-AD). Bunda tiristorli kuchlanish uzgartkichi uzgaruvchan tokni chikish kuchlanishi uzgaradigan uzgaruvchan tokga aylantirib beradi. Tezligi rostlanadigan asinxron motorlarni kuchligi ushbu elektr yuritma tizimida ishlaydi.

3. Tiristorli chastota uzgartkichi-asinxron motor (TPCH-AD). Bu uzgartkich sanoat chastotadagi uzgaruvchan tokni chikish kuchlanishi va chastotasi uzgaradigan uzgaruvchan tokka aylantirib beradi. Bu usul eng zamonaviy takomillashgan usul bulib oxirgi paytda keng tarkagan elektr yuritma turidan biridir.

4. Uzgarmas tok generatori-uzgarmas tok motori (G-D). Bunda uzgarmas tok generatori kuchlanishi uygotish tokini uzgartirish orkali rostlanadi. Motor tezligi esa asosan yakor kuchlanishini uzgartirish orkali amalga oshiriladi. Bu elektr yuritmalar yakin utmishda rostlanadigan elektr yuritmalarni asosini tashkil etar edi. Xozirgi paytda bu elektr yuritmalarni urniga chastotali boshkariladigan asinxron elektr yuritmalar keng qo'llanilmokda. [1,3]

6.1.2. Elektr yuritma mexanikasi. Elektr yuritmaning asosiy harakat tenglamasi.

Elektr yuritma xarakati mexanika konunlari asosida o'rganiladi. Elektr yuritmaning mexanik kismi:

- ◆ elektr motorning xarakatlanuvchi qismi;
- ◆ uzatuvchi mexanizmlar;
- ◆ ishchi organni o'z ichiga oladi.

Elektr yuritma mexanikasining asosiy tenglamasi aylanuvchi jismlar uchun yozilgan Nyutonning ikkinchi konuni xisoblanadi. Bu konun quyidagicha yoziladi:

$$\sum M = J \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \quad (6.1.1)$$

Bu erda $\sum M$ - aylantiruvchi moment;

J - aylanuvchan jismlarning inersiya momenti;

$\frac{\Delta \omega}{\Delta t}$ - aylanuvchi jismning tezlanishi.

Odatda (1) tenglamadagi momentlarni motor valiga keltiriladi.

Bu keltirish yuritmaning barcha nuqtalarda mexanik kuvvatning tengligidan kelib chikib amalga oshiriladi. Ilgarlanma xarakat uchun:

$$M \cdot \omega = \frac{F \cdot v}{(\eta_1 \dots \eta_i)} = \frac{F \cdot \rho}{(\eta_1 \dots \eta_i)} \quad (6.1.2)$$

Bu erda F - ilgarlanma mexanik kuch;

ω, v - ilgarlanma va aylanma xarakat tezligi;

ρ - kinematik sxemaning keltirish radiusi;

η - oraliq bo'g'inlarning F.I.K.

Uzatuvchi mexanizmlarning uzatish koeffitsienti orqali ifodalasak (2) quyidagi ko'rinishga keladi:

Aylanuvchi jismlar uchun:

$$M \cdot \omega = \frac{M \cdot \omega}{(\eta_1 \dots \eta_i)}; \quad M = \frac{M}{\eta} \quad (6.1.3)$$

Elementlar massalarining inersiya momentlarini keltirish kinetik energiyalar tengligi asosida keltirib chikariladi.

Masalan aylanma va ilgarlanma kismga ega bo'lgan yuritma inersiya momentlari quyidagicha keltiriladi:

$$\frac{J \cdot \omega^2}{2} = \frac{J_m \omega^2}{2} + \frac{J_g \omega^2}{2} + \frac{m \cdot v^2}{2}; \quad (6.1.4)$$

bu erdan:

$$J = J_m + \frac{J_e \omega^2}{\omega^2} + \frac{m \cdot v^2}{\omega^2} = J_m + \frac{J_e \omega^2}{\omega^2} + m \cdot \rho^2 \quad (6.1.5)$$

bu erda J - keltirilgan inersiya momenti;

J_m va J_B - motorning va barabanning inersiya momenti;

m - yukning massasi;

Elektr yuritma xarakterini ifodalari ko‘riladigan masalalarga karab bir necha xil bo‘lishi mumkin. Ko‘pincha strukturaviy sxemalarga asoslangan uzatish funksiyalari ko‘rinishida yoki to‘la differensial tenglamalarga asoslangan dinamik matematik modellar keng qo‘llaniladi .

Elektr yuritma asosan ikki qismdan iborat bo‘ladi :

- ◆ asosiy elektr energiya oqimi o‘tuvchi kuch zanjiridan
- ◆ boshqaruv operatsiyalari bajariladigan boshqaruv zanjiridan.

Elektr yuritmaning kuch kismida elektr energiyasi texnologik mexanizmning talablariga muvofik ravishda mexanik energiyasiga aylantiriladi.

Kuch qismi esa o‘z navbatida elektr va mexanik qismlaridan iborat bo‘ladi.

1. Elektr yuritmaning elektr kismiga:

- ◆ Elektr energiya o‘zgartkich kommutatsion apparatlar;
- ◆ Elektr motorlar kiradi

O‘z navbatida elektr yuritma elektr qismining:

- ◆ kirish parametri - tarmok kuchlanishi;
- ◆ CHikish parametri esa - elektromagnit moment bo‘ladi.

2. Elektr yuritmaning mexanik qismiga:

- ◆ elektr motorni mexanik qismi (aylanuvchan qism);
- ◆ uzatuvchi mexanizmlar;
 - ◆ texnologik mexanizmning ishchi organi kiradi.

Texnologik mexanizmning ishchi organi asosan:

- ◆ aylanma (turbomexanizmlar);
- ◆ ilgarlanma-orkaga , (to‘quv dasgoxlari, va x.k.);
- ◆ ilgarlanma (lift, konveyer va x.k.);

- ◆ murakkab ko‘rinishda bo‘lishi mumkin.

Elektr yuritmaning mexanik kismini asosan uzatish mexanizmlari tashkil etadi.

Bularga:

- ◆ aylanish tezligi va yunalishini uzgartiruvchi reduktorlar;
- ◆ zanjirli, tasmali va ipli uzatmalar;
- ◆ muftalar va shunga uxshashlar kiradi.

Ular xarakati kinematik sxemalar orkali aniklab beriladi. Bu sxemalar:

- ◆ bir massali
- ◆ ko‘p massali kinematik sxemalarga bo‘linadi.

Real elektr yuritmalarning barchasi ko‘p massali bo‘lib ularni bir massali elektr yuritmaga keltirish elektr yuritma mexanikasining asosiy vazifasi xisoblanadi.

Elektr yuritma nazariyasida elektr motor bilan texnologik mexanizm qarshilik momenti orqali bog‘langan.

Texnologik mexanizmning motor valiga ko‘rsatuvchi ta’siri qarshilik momenti deb aytiladi. Texnologik mexanizm qarshilik momentini ishchi organ tezligiga bog‘liklik grafigiga texnologik mexanizmning mexanik xarakteristikasi deyiladi.

Karshilik momentlari ikki xil bo‘ladi:

- ◆ Reaktiv:
- ◆ Aktiv.

Aylanish tezligi yo‘nalishiga qarama–qarshi bo‘lgan qarshilik momentlari reaktiv momentlar deyiladi. Bunday qarshilik momentlariga asosan ishkalanish kuchlaridan xosil bo‘lgan qarshilik momentlari kiradi.

Xarakat yo‘nalishiga bog‘lik bo‘lmagan qarshilik momentlari aktiv qarshilik momentlari deb ataladi. Bu guruxga asosan potensial kuchlar ta’sirida vujudga keladigan qarshilik momentlari kiradi. Ko‘tarish-tushirish transport mexanizmlari,

siqilgan prujina ta'sirida xosil bo'lgan momentlar ushbu guruxga misol bo'la oladi. Bu momentlar motor valini tormozlashi yoki aylantirishi mumkin.

Karshilik momentlari motor valiga keltirish formulalari orkali keltiriladi. Bunda tezligi o'zgaradigan har bir bo'g'inda uzatish koeffitsientini xisobga olingan xolda birin-ketin ishchi mexanizmdan motor tomonga xisoblab kelinadi. Bundan tashqari har bir bo'g'indagi isroflar foydali ish koeffitsientlari orkali xisobga olinadi. [3]

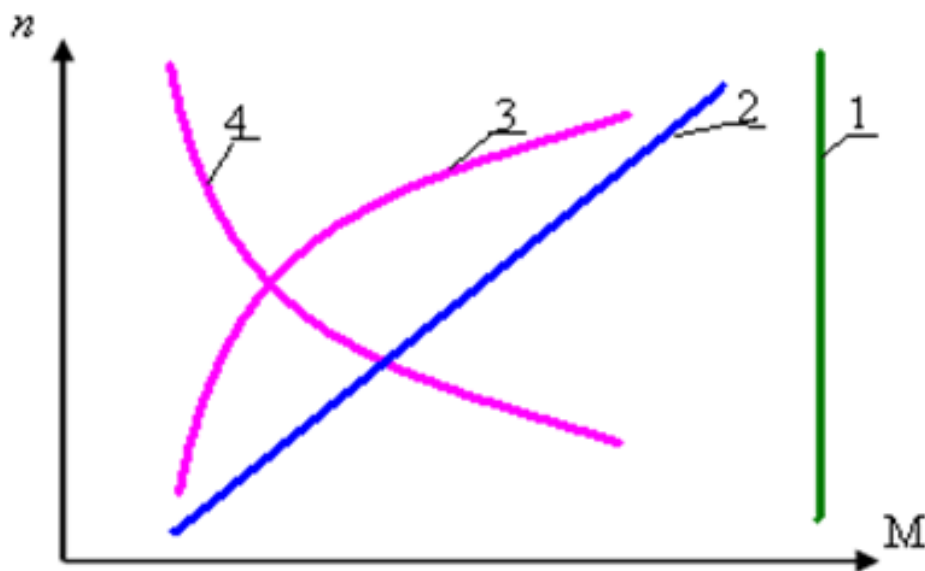
6.1.3. Turli texnologik jarayonlarda qo'llaniladigan ish mashinalarning mexanik xarakteristikalari.

Texnologik mexanizmlarning mexanik tavsiflari asosan 4 xil bo'ladi:

- 1. Tezlikka bog'lik bo'lmagan mexanik tavsiflar.** Bunday mexanik tavsiflarga ko'tarma transport mexanizmlari ega bo'ladi? Bu mexanik tavsif chizikli bo'lib tezlik o'qiga parallel bo'ladi. $x = 0$ bo'lsa, $M_c = M_{ch} = \text{const}$ bo'ladi. Bunda qarshilik momenti o'zgarmas bo'lib, chastotaga bog'liq bo'lmagan mexanik xarakteristika olinadi (6.1.6-rasm.1). Bunday mexanik xarakteristikaga yuk ko'taruvchi kranlar, stanoklarning vint va chervyaklar bilan harakatlanuvchi qismlari ega bo'ladi. Haqiqatan, kran mexanizmining qarshilik momenti uning ilgagiga osilgan yuk og'irligi G va baraban radiusi $\frac{D_6}{2}$ bilangina aniqlanadi, xolos, ya'ni $M_c = G \frac{D_6}{2}$.
- 2. Chizikli oshib boruvchi mexanik tavsif.** Bu mexanik tavsifga asosan ishkalanish kuchlari ta'sirida vujudga keladigan kuchlar kiradi? Bunda qarshilik momenti tezlikka proporsional oshib boradi. $x = 1$ bo'lsa, $M_c = M_{co} + \frac{M_{ch} + M_{co}}{n_H}$ bo'ladi. Bunda qarshilik momenti chastotaga proporsional bo'lgan mexanik xarakteristika olinadi (6.1.6-rasm.2).

Bunday xarakteristika mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori va don tozalovchi qishloq xo'jalik mashinasi kabilar ega bo'ladi.

- 3. Nochizikli oshib boruvchi mexanik tavsiflar.** Bunga asosan turbomexanizmlarning qarshilik momentlari misol bo'la oladi. Ularda qarshilik momenti tezlikni kvadratiga yoki kubiga proporsional o'zgaradi. $x = 2$ bo'lsa, qarshilik momenti chastotaning ikkinchi darajasiga proporsional bo'ladi. Bunday mexanik xarakteristikaga ventilyator, nasos, seperator kabi mexanizmlar ega bo'ladi (6.1.6-rasm.3).
- 4. Nochizikli kamayib boruvchi mexanik tavsif.** Bunday tavsifga ba'zi bir tokarlik, frezerlik va metall kesuvchi dastgoxlar kiradi. Bunda tezlik kamayishi bilan qarshilik giperbola bo'yicha ortib boradi. $x = -1$ bo'lsa, qarshilik momentining qiymati chastotaga teskari proporsional ravishda o'zgaradi. Bunday mexanik xarakteristikaga ko'pchilik transport mexanizmlari, metall qiruvchi stanoklar ega bo'ladi (6.1.6-rasm.4).



6.1.6-rasm. Elektr yuritmalarning mexanik xarakteristikalari

Nazorat savollari.

1. “Elektr yuritma” ta’rifi;
2. Ishlab chiqarish agregatlaridagi elektr motorlarning soniga qarab elektr yuritmalar necha turli bo’ladi?
3. Guruhli elektr yuritma deb nimaga ataladi?
4. Yakkalangan elektr yuritma deb nimaga ataladi?
5. Ko‘p motorli elektr yuritma deb nimaga ataladi?
6. Elektr yuritmalar motor turiga qarab qanday turlarga bo‘linadi?
7. Elektr yuritma xarakatni uzatilishiga qarab qanday guruhlarga bo‘linadi?
8. Harakat turiga qarab elektr yuritma qanday turlarga bo‘linadi?
9. Elektr yuritma tezligi eki xolatini rostlash bo‘yicha qanday guruhlarga bo‘linadi?
10. Elektr yuritma uzatish mexanizmining turiga ko‘ra qanday guruhlarga bo‘linadi?
11. Elektr yuritmalar avtomatlashtirish darajasi bo‘yicha qanday guruhlarga bo‘linadi?

VI bob.

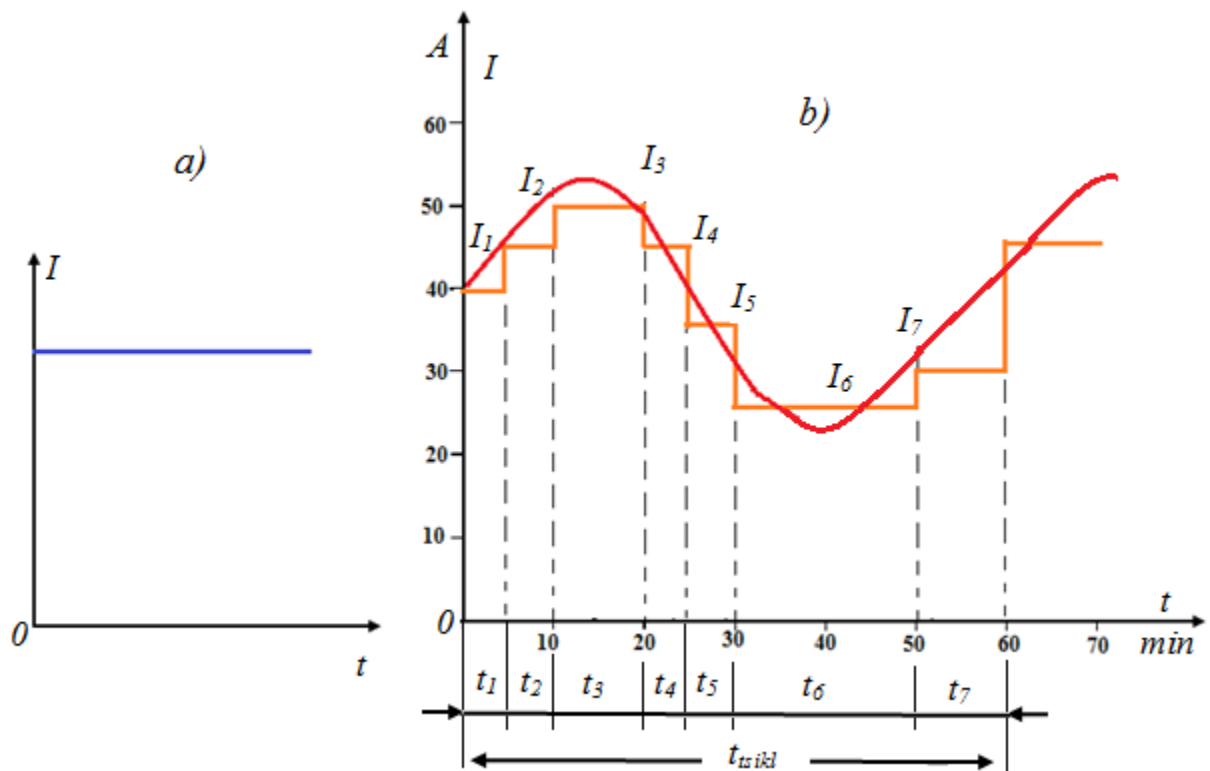
6.2. Elektr yuritmalarning ish rejimlari

Reja:

- 6.2.1. Elektr yuritmalarning uzoq, qisqa va qaytalanuvchi-qisqa ish rejimlari
- 6.2.2. Elektr yuritmalarning o‘tkinchi jarayonlari.
- 6.2.3. Elektr yuritmalarni tormozlash usullari.

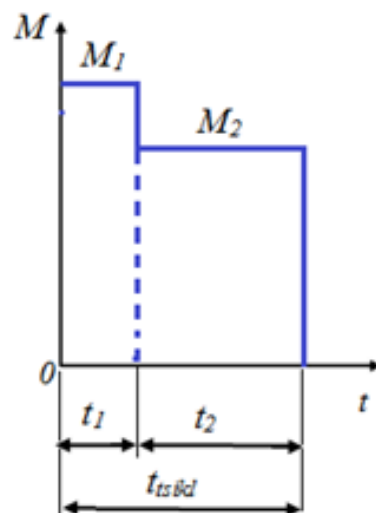
6.2.1. Elektr yuritmalarning uzoq, qisqa va qaytalanuvchi-qisqa ish rejimlari

Uzoq muddatli ish rejimida dvigatelning yuklanish bilan ishlash davri uzoq vaqt davom etadi, shuning uchun uning barcha qismlari haroratning barqaror qiymatigacha qiziydi. Bunda dvigatelning yuklamasi ishlash vaqti davomida o‘zgarmasligi (6.2.1- rasm, a) yoki o‘zgarib turishi mumkin (6.2.1-rasm, b).



6.2.1-rasm. Elektr yuritmaning uzoq muddatli ish rejimi.

Qisqa muddatli ish rejimida elektr yuritmaning nominal yuklamada ishlash davrlari dvigatelni vaqtinchali elektr tarmog‘idan uzib qo‘yish vaqti bilan almashinib turadi. Ana shu vaqt davomida dvigatel atrof-muhit haroratigacha sovushga ulguradi (6.2.2-.rasm).



6.2.2-rasm. Elektr yuritmaning qisqa muddatli ish rejimi.

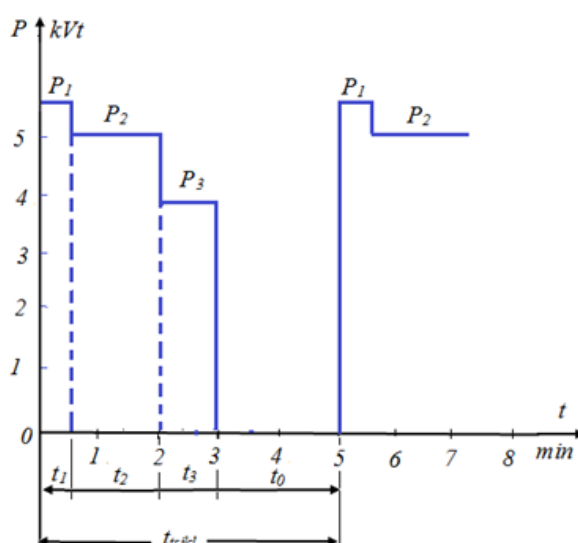
Bu rejimda juda kam miqdordagi mehanizmlar (to‘g‘on zatvorlari, ajraluvchi ko‘priklar, quvurlar zadviykasi va boshqalar) ishlaydi. SH uning uchun mazkur rejimda ishlaydigan dvigatellar maxsus kurilmalar uchungina ishlab chiqariladi. [1,3]

Takrorlanadigan qisqa muddatli ish rejimida elektr yuritmaning nominal yuklamada qisqa muddatli ishlash davrlari (t_i) dvigatelni tarmoqdan uzib qo‘yishi (pauza) davrlari (t_0) bilan yoki dvigateldan yuklamani olib qo‘yish bilan almashtirib turiladi (6.2.3-rasm). Bu rejimda yuklama ulangan davrda dvigatel qismlarining qizish harorati barqaror qiymatgacha ko‘tarila olmaydi, pauza vaqtida esa atrof-muhit haroratigacha sovushga ulgurmaydi. Takrorlanadigan qisqa muddatli ish rejimi ulashning nisbiy davomiyligi (UD) deyiladigan kattalik bilan xarakterlanadi:

$$UD = \frac{t_i}{t_i + t_0} \cdot 100\% = \frac{t_0}{t_{ts}} \cdot 100\% \quad (6.2.1)$$

bunda t_{ts} — butun sikl vaqti.

Sanoat korxonalarida UD 15, 25, 40 va 60% bo‘lgan turli quvvatdagi dvigatellar ishlab chiqariladi. Bularda siklning davomiyligi 10 minutdan oshmaydi. Uzoq davom etadigan rejimlarda UD - 100% bo‘ladi va bunday dvigatellarning ishlashi uzok muddatli ish rejimiga taalluqli bo‘ladi.



6.2.3-rasm. Elektr yuritmaning takrorlanuvchi qisqa muddatli ish rejimi.

6.2.2. Elektr yuritmalarning o'tkinchi jarayonlari.

Elektr yuritmaning o'tkinchi jarayoni deb yuritmaning bir barkaror rejimdan ikkinchi barkaror ish rejimiga o'tishdagi xolatiga aytiladi. Bu jarayonlar asosan yuritmani yurgizish, tormozlash va tezlikni rostdash jarayonida vujudga keladi. Yuritmani rostdash sifatini belgilaydigan asosiy omillar bu o'tkinchi jarayonning ko'rsatkichlari xisoblanadi. Bu ko'rsatkichlar quyidagilar:

O'tish jarayonining vaqti - bu barqarorlashgan qiymatdan boshqa bir barqarorlashgan qiymatga o'tishga ketgan vaqt oralig'iga aytiladi.

O'ta rostdash koeffitsienti - deb rostdash jarayonida rostlanuvchi miqdorning eng katta og'ish qiymatini barqarorlashgan qiymatga nisbati bilan aniqlanadigan songa aytiladi.

So'nishning logarifmik dekrementi - deb ketma-ket keladigan ikki og'ish miqdorining nisbati logarifmiga aytiladi. Bu koeffitsient o'tish jarayonining so'nish jadalligini belgilaydi.

Statik xato deb - rostlanuvchi miqdorning barqarorlashgan rejimdagi qiymat bilan berilgan qiymat orasidagi farqqa aytiladi.

Elektr yuritma o'tkinchi rejimning davom etish vaqti va uning o'tish tezligi uch asosiy fizikaviy protsesslar, aylanish tezligining o'zgarishi, dvigatelning cho'lg'amlaridagi tokning o'zgarishi va dvigatel aktiv qismlari qizishining o'zgarishi bilan belgilanadi. Dvigatelning qizish sovish protsesslari juda sekin o'tadi va o'tkinchi rejimga jiddiy ta'sir ko'rsatmaydi.

Dvigatel aylanish tezligi yoki biror elektr zanjiridagi tokning bir barqaror qiymatdan ikkinchi barqaror qiymatgacha ortish yoki kamayish xarakteri analitik usulda eksponensial egri chiziq ko'rinishida ifodalanadi.

$$T_k = \frac{L}{R}; \quad (6.2.2)$$

Bu erda: T_k - elektromagnit vaqt konstantasi.

T_k ning qiymati zanjirning induktivligi L va aktiv R qarshiligiga bog'liq ; U mazkur zanjirdagi tok va u bilan bog'liq magnit oqimining oshishi tezligini ifodalaydi.

Ko'pchilik elektrik yuritmalarda dvigatel momenti va aylanish tezligining o'zgarishi mexanik jarayonning davom etishi o'tkinchi rejimlarda katta ahamiyatga ega bo'ladi. SHuning uchun elektr yuritmada o'tkinchi jarayonlarning o'tish tezligi odatda, elektromexanik vaqt konstantasi T bilan tavsiflanadi. Bu miqdor xam eksponensial egri chiziqning parametri bo'lib, yuritma aylanish tezligining dvigatel momenti va tokning o'tkinchi rejim vaqtidan o'zgarish xarakterini ifodalaydi. Masalan, mustaqil qo'zg'atiladigan dvigatel yuritma uchun to'xtab turgan xoldan ishga tushirib tezlash vaqtidan aylanish tezligining o'zgarishi egri chiziqni quyidagi ko'rinishda ifodlash mumkin:

$$\omega = \omega_N \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}}\right) \quad (6.2.3)$$

bu erda shigash oxiridan beqaror rejimdagi aylanish tezligi. Bu tenglamada:

$$T_M = J \frac{R}{R^2 F^2} \quad (6.2.4)$$

Bu erda J - yuritmaning inersiya momenti;

R -yakor zanjirining qarshiligi.

tezligi ω bo'lgan turg'un bir rejimdan ikkinchisiga o'tishda tezlikning o'zgarish egri chizig'i quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\omega = \omega_N \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \omega_{bosh} e^{-\frac{t}{T}}; \quad (6.2.5)$$

Bu erda t - ning qiymatini qo'yib o'tkinchi rejimning istalgan paytidagi tezlikni topish mumkin. Bu tenglamaning ko'rsatishicha, barqaror tezlik cheksiz katta vakt $t = 7$ dan keyin keladi. Amalda esa, o'tkinchi rejim $t = 4 T$ vaqt ichida tugallanadi.

Elektromexanik vaqt konstantasi o'tkinchi rejim davomiyligining yuritmaning mexanik inersiyasiga va dvigatelning elektromexanikaviy xossalari bog'lanish darajasini ko'rsatadi. T miqdorda o'zgarimas dinamik

momentli elektr yuritmani qo'zg'almas xolatdan ishga tushirib, barqaror aylanish tezlikka etkazish vaqti deb qarash mumkin.

O'tkinchi rejimlarni elektromexanikaviy vaqt konstantasi yordamida analitik xisoblash usulini faqat mexanik xarakteristikalar chiziqli elektr yuritmalar uchun qo'llash mumkin. Bunday xarakteristikalar o'zgaras magnit oqimli mustaqil qo'zg'atiladigan dvigateldan yoki chiziqli uchastkasida ishlaydigan faza rotorli dvigatelda bo'ladi.

Faza rotorli dvigatellar uchun:

$$T_M = \frac{J\omega_0 S_{NJ}}{M_N}; \quad (6.2.6)$$

bu erda $S_{NJ} - R$ - rotor karshiligi S mos keladigan (ko'rib chiqilayotgan) S_x - sun'iy xarakteristikada nominal momentga tegishli sirpanish.

Reostat yordamida ishga tushirishda reostatdagi har bir pog'onaning o'z el.mexanik konstantasi bo'ladi. YAKor yoki rotor zanjirining qarshiligi kancha kam bo'lsa, bu doimiyning qiymati shuncha kichik bo'ladi. Dvigatel aylanish tezligi momenti va tokning o'tkinchi jarayonida o'zgarish xakteri bir T miqdorning o'zi bilan aniqlanadi, binobarin, o'zgaras statik momentda dvigatel momentining o'zgarish egri chizig'ini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin.

$$M = M_c \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}}\right) + M_{bosh} e^{-\frac{t}{T_m}}; \quad (6.2.7)$$

bosh bu erda M -dvigatel validagi statik moment. M_{bosh} - boshlang'ich moment.

Agar $M_{bosh} = M_1$, $M = M_2$ deb qabul qilsak, motorning momenti M_1 va M_2 gacha o'zgarganda istalgan pog'onada yuritmani

$$M = M_c \left(1 - e^{-\frac{t_x}{T_m}}\right) + M_1 e^{-\frac{t_x}{T_m}}; \quad (6.2.8)$$

Bu tenglamani t ga nisbatan echib quyidagi olamiz.

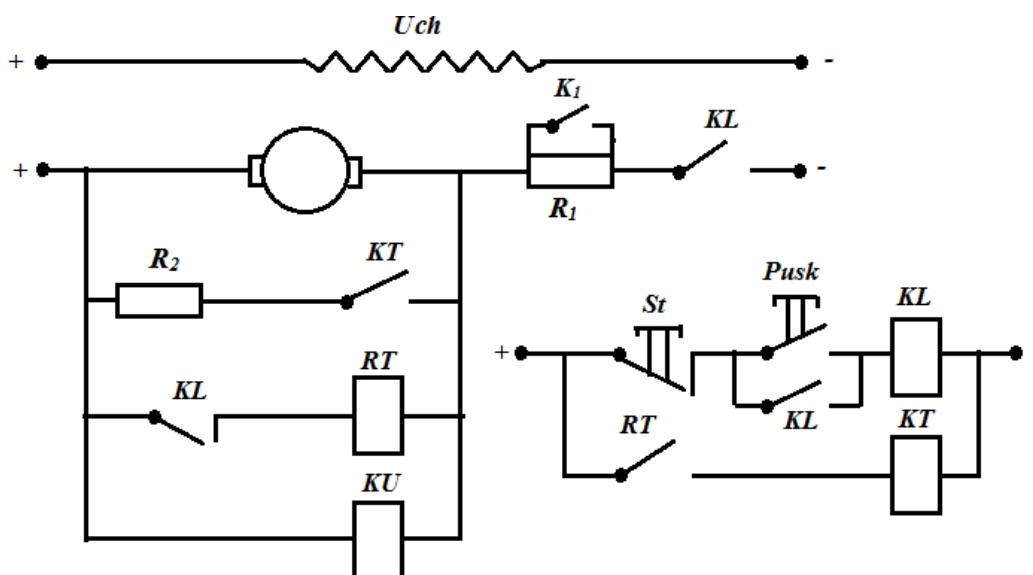
$$t_x = T_m \tau_n \frac{M_1 - M_c}{M_2 - M_c} \quad (6.2.9)$$

Asinxron motorli elektr yuritmalarda elektromagnit o'tkinchi jarayonlar tez so'nadi. Odatda bu o'tkinchi jarayonlarni amaliy xisoblashlarda nazarga olinmaydi. [1,3]

6.2.3. Elektr yuritmalarni tormozlash usullari.

Elektr yuritmalarida elektrik tormozlash uchun elektrodinamik tormozlash va karshi ulab tormozlash usullari kullaniladi. Energiyani tarmokka kaytarib generator rejimida tormozlash (rekuperativ tormozlash) ko'pincha juft kutblarni sonini uzgartirib asinxron motorlarda kullaniladi.

Elektrodinamik tormozlanish. Bunda yakor zanjiri tarmokdan uzilib tormozlash reostati orkali kiska tutashtiriladi. EYUK tufayli xosil bulgan yakor toki teskari aylanuvchi moment xosil kiladi. YUrgizish reostatini pogonalarini almashtirishni kaysi parametr funksiyasida amalga oshirishiga karab uch turga bulinadi: 1) vakt funksiyasida; 2) tezlik eki EYUK funksiyasida 3) tok funksiyasida buladi. Tormozlashni namunaviy elektr prinsipial sxemasi 6.2.4-rasmda kursatilgan.



6.2.4 – rasm. Uzgarmas tok motorini EYUK funksiyasida avtomatik tormozlash sxemasi.

Karshi ulab tormozlash. Bunda motor kiskichlari kutblari uzgartirilib teskari tormozlovchi moment xosil kilinadi. Tormozlash paytida tormozlash reostati kullaniladi. Tormozlash reostati tormozlash paytida vujudga keladigan katta toklarni cheklaydi. Tormozlashni namunaviy elektr prinsipial sxemasi kuyida kursatilgan. Tormozlash uchun tuxtash tugmasi St bosiladi. Bunda asosiy kontaktor KL ochilib motor tarmokdan uziladi. Ayni paytda blok kontakt RT berkilib tormozlash zanjirini ulaydi. Motor dinamik tormozlanadi. Motor

tezligi kamayganda EYUK kamayadi va yakor zanjiridagi kuchlanish relesi kontaktlari ochiladi va tormozlash zanjiri xam ochilib sxema dastlabki xolatga kaytadi. Dinamik tormozlash usuli elektr yuritma ish rejimi davomida tuplagan kinetik energiyadan tormozlash uchun foydalaniladi. Bunda tormozlash uchun energiya tarmokdan emas, balki motorning uzidan foydalaniladi. SHuning uchun bu usul eng samarali usul bulgan uchun elektr yuritmalarda keng kullaniladi.

Asinxron elektr yuritmalarda dinamik tormozlanishni amalga oshirib bulmaydi . Buning uchun xavo oraligida uzgarmas magnit maydoy bulishi kerak . SHuning uchun asinxron motorni dinamik tormozlash kuyidagicha amalga oshiriladi. Asinxron motor tarmokdan uziladi va stator chulgaming ikki fazasi uzgarmas tok manbaiga ulanadi. Bunda odatda tarmokga ulangan tugrilagichdan foydalaniladi. Xavo oraligida uzrarmas magnit maydon xosil buladi va tormozlash jaraeni xuddi uzgarmas tok motoridagidek sodir buladi . Motor tezligi nolga teng bulganda rotor EYUK nolga teng buladi va tormozlash jaraeni tugaydi.

Asinxron motorlarda karshi ulab tormozlash uchun stator chulgami fazalari ketma-ketligi almashtiriladi. Buning uchun stator chulgaming ikkita fazasi urni almashtirilib kayta ulanadi. Bunda aylanaetgan magnit maydonning yunalishi uzgaradi va motor jadal tormozlanadi. Agar motorni tnzligi noldan utaetgan payt uchirilmasa motor teskari tomonga aylanib ketadi. Buning oldini olish uchun tormozlash zanjiri tezlik relesi orkali ulanadi va tezlik yunalishi uzgargan paytda tormozlash zanjiri uziladi.

Rekuperativ tormozlash motorning tezligi salt ishlash tezligidan oshib ketgan paytda yuzberadi. Bunda motor generator rejimiga utadi va energiyani tarmokga kaytaradi. SHuning uchun bunday tormozlash rekuperativ tormozlash deyiladi. Motor generator rejimiga utganda moment yunalishini uzgartiradi va tormozlash jaraeni to tnzlik motor rejimiga utguncha davom etadi. Rekuperativ tormozlanish nol tezlikka bormas ekan. Bunday tormozlanish kupincha reaktiv karshilik momentli texnologik mexanizmlarda eki kutblar soni kupaytirilganda yuz beradi. Rekuperativ tormozlanishni amalga oshirish uchun maxsus sxema

kullash kerak emas , balki bu jaraen elektr mashinaning xossasidir. Rekuperativ tormozlanish boshkarilmaydi va yukotib bulmaydi.

Elektr yuritmalarni tormozlashda bundan tashkari mexanik bloklagichlar xam kullaniladi tormozlash jaraeni tugagandan sung mexanik tormoz bilan maxkamlab kuyiladi. [11]

NAZORAT SAVOLLARI:

1. O'tish jarayonlarining parametrlarini ta'riflab bering.
2. Elektromagnit o'tish jarayonlari nima?
3. Elektromexanik o'tish jarayonlari nima?
1. Elektrodinamik tormozlash nima ?
2. Karshi ulab tormozlash nima ?.
3. Rekuperativ tormozlash ?.
4. Elektromagnit utish jaraenlari kursatkichlarini ayting ?

VI bob.

6.3. Elektr dvigatellarning qizishi va sovishi. elektr yuritmalarni xisoblash va tanlash

Reja:

- 6.3.1. Elektr dvigatellarning qizishi va sovushi.
- 6.3.2. Elektr dvigatellar quvvatini tanlash. Uzoq, qisqa va takrorlanadigan qisqa muddatli ish rejimlari uchun dvigatel quvvatini tanlash.

6.3.1. Elektr dvigatellarning qizishi va sovushi.

Dvigatellarning ishlash jarayonida qizishi ularning yuklama diagrammasiga bog'liq. Dvigatelni ishlatish sharoitida hosil bo'ladigan eng yuqori harorat undan foydalanish ko'rsatkichining darajasi bo'lib hisoblanadi. Elektr dvigatellar ishlanganida albatta qiziydi, bu barcha dvigatellarda sodir bo'ladigan energiya isrofi tufayli hosil bo'ladi. Dvigatellardagi elektr energiya isroflarining barcha turlari issiqlikka aylanadi va uning bir qismi tashqi muhitga, boshqa bir qismi mashinaning qizishiga sarf bo'ladi.

Agar atrof-muhit harorati 40°S deb qabul qilinsa, u holda dvigatel izolyasiyasi haroratning muhit haroratidan oshishi 105°S (A sinfdagi izolyasiya uchun), 130°S (V sinfdagi izolyasiya uchun) va 180°S (N sinfdagi izolyasiya uchun) chegaragacha ruxsat etiladi. CHulgam izolyasiyasi haroratning tegishli me'yoriy xujjatda belgilagan harorattedan oshishiga yo'l qo'yilmaydi, chunki bu dvigatel izolyasiyasining buzilishiga va xizmat muddatini qisqarishiga olib keladi.

Elektr dvigatellarning qizish jarayonini tushunishni osonlashtirish uchun shartli ravishda dvigatelning butun hajmi bir me'yorda isiydi, issiqlik esa uning sirtidan bir tekisda tarqaladi va issiqlik sig'imi hamda issiqlik uzatilishi dvigatel va tashqi muhit haroratlari farqiga proporsional deb hisoblanadi. Ana shu sharoit uchun dvigatelning o'ta qizish harorati τ ning boshlangich harorat τ_{bosh} dan oxirgi, turg'un τ_{tur} haroratgacha t vaqt ichida o'zgarishi quyidagi tenglik bilan ifodalanadi:

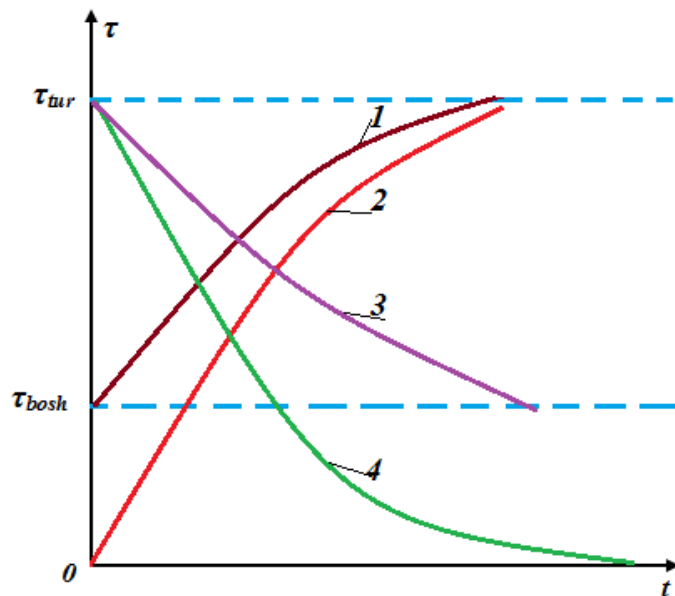
$$\tau = \tau_{tur} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \tau_{bosh} e^{-\frac{t}{T}} \quad (6.3.1)$$

bunda T — qizish doimiysi bo'lib, issiqlik atrof-muhitga tarqalganda dvigatelning eng yuqori barqaror haroratgacha qizishi uchun sarflangan vaqtini bildiradi;

Boshlangich ishlash davrida dvigatelning harorati - atrof-muhit haroratidan deyarli farq qilmaydi, - ya'ni $t = 0$ da $\tau_{bosh} = 0$ bo'ladi, u holda (6.3.1) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\tau = \tau_{tur} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) \quad (6.3.2)$$

(6.3.1) va (6.3.2) tenglamalar asosida 6.3.1-rasmda qizish egri chiziqlari (mos holda 1 va 2) keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, boshlangich o'ta qizish harorati (τ_{bosh}) dvigatel haroratining ortish tezligini o'zgartirar ekan (6.3.1- rasm).



6.3.1-rasm. Elektr dvigatellarining qizish egri chiziqlari.

Qizish egri chiziklari 1 va 2 lardan ko‘rinadiki, dvigatel turg‘un o‘ta qizish haroratiga ancha vaqt o‘tgandan keyingina erishadi. Agar dvigatel elektr tarmog‘idan uzilsa, uning qizishi to‘xtaydi, biroq issiqlikning dvigatel sirtidan nurlanishi davom etadi (nurlanish dvigatelda to‘plangan issiqlik hisobiga sodir bo‘ladi). SHuning uchun dvigatel soviy boshlaydi. Harorat dvigatelning sovish jarayonida quyidagi ifodaga muvofiq o‘zgaradi

$$\tau = \tau_{bosh} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \tau_{tur} e^{-\frac{t}{T}} \quad (6.3.3)$$

Agar dvigatel atrof-muhit haroratigacha sovisa, ya‘ni $\tau_{bosh} = 0$ bo‘lsa, (6.3.3) tenglama quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$\tau = \tau_{tur} e^{-\frac{t}{T}} \quad (6.3.4)$$

(6.3.3) va (6.3.4) tenglamalar asosida 6.3.1-rasmda dvigatelning sovish egri chiziqlari 3 va 4 keltirilgan.

Agar dvigatelning qizish harorati ruxsat etilgan barqaror (turg‘un) haroratga yaqinlashsa-yu, ammo undan oshib ketmasa, u holda bu rejimda dvigateldan to‘liq foydalanilgan bo‘ladi. Shuning uchun ham dvigatelning qizish va sovish xususiyatiga qarab elektr yuritmalarning ish jarayoni uchta: uzoq muddatli, qisqa muddatli va takrorlanadigan qisqa muddatli nominal ish rejimiga bo‘linadi. [1,3]

Haroratning ruxsat etilgan ortishi. Har qanday elektr mashinaning ishlash davomida uning izolyatsiyasida “eskirish” jarayoni boradi. Bunda

avvalo uning mexanik xususiyatlari (mustaxkamligi) o'zgarib boradi. Odatda elektr mashinalarini ishlash muddatini capital ta'mirsiz 15-20 yilga mo'ljallab ishlab chiqariladi.

Elektr mashinalari izolyatsiyasining "eskirish" jarayonini tezlashishiga asosiy sabablardan biri, bu uning ortiqcha qizish xolatida kop ekspluatatsiya qilinishidir.

Elektr mashinalarida qo'llaniladigan elektr izolyatsiya materiallari qizishga chidamliligi bo'yicha etti guruhga bo'linadi.

6.3.1 - jadval

Izolyatsiya sinfi	Y	A	E	B	F	H	C
Uzoq muddat ishlaganda ruxsat etilgan harorat	80	105	120	130	155	180	180 dan yuqori

A va E izolyatsiyada qo'llaniladigan tsellyuloza, qog'oz, ipak va shunga o'zshash materiallar yuqori haroratga kam bardoshli xisoblanadi. B sinfga mansub izolyatsiyalarda birinchi navbatda yuqori harorat ta'sirida bog'lovchi materiallar va shimdiriladigan laklar paratlanadi. F va H sinfga mansub izolyatsiyalarda B sinf izolyatsiyalari kabi shisha tolali, asbest asosida tayyorlansada, nisbatan qizishga chidamliroq bog'lovchilarga ega.

Izolyatsiyalarning tez ishdan chiqishiga yuqori harorat sabab bo'lgani uchun elektr jihozlarining alohida qismlari bo'yicha tegishli me'yoriy xujjatlar asosida me'yorlanadi. Quyidagi jadvalda ayrim elektr mashinalari uchun ruxsat etilgan harorat me'yorlari keltirilgan.

6.3.2- jadval

Mashina elementlari	Izolyatsiya sinflari bo'yicha ruxsat etilgan harorat me'yorlari, ° S				
	A	E	V	F	N
5000 kVA gacha quvvatli mashinalar cho'lg'amlari, kollektor bilan ulangan yakor cho'lg'amlari	60	75	80	100	125
O'zgarmas va o'zgaruvchan tok mashinalarining ko'p qatlamli qo'zg'atish cho'lg'amlari	60	75	80	100	125

Ochilgan yuzali bir qatorli qo'zg'atish cho'lg'amlari	65	80	90	110	135
Izolyatsiyalangan cho'lgamlarga tegib turuvchi o'zaklar va boshqa elementlar	60	75	80	100	125
Kollektorlar va kontakt halqalar	60	70	80	90	100

6.3.2. Elektr dvigatellar quvvatini tanlash. Uzoq, qisqa va takrorlanadigan qisqa muddatli ish rejimlari uchun dvigatel quvvatini tanlash.

Elektr dvigatellarning quvvatini tanlash. Dvigatellarning quvvatini to'g'ri tanlash katta ahamiyatga ega bulib, elektr yuritma quvvatining boshlangich minimal, qiymatini va ularni ekspluatatsiya qilishda yuzaga keluvchi energiya isrofining kamroq bo'lishini ta'minlaydi. Barcha hollarda ham dvigatellarning nominal ish rejimlarini ish mexanizmlarining rejimlariga mos holda tanlash kerak.

Uzoq muddatli ish rejimi uchun dvigatel quvvatini tanlash. Xalq xo'jaligining aksariyat tarmoklarida ishlatiladigan turli mexanizmlarning yuklamasi uzok muddat davomida o'zgarmas yoki kam o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Agar bunday mexanizmlar iste'mol qiladigan o'zgarmas quvvat (R) ma'lum bo'lsa u holda dvigatelning quvvati bevosita katalogdan tanlanadi. Bunda dvigatel quvvati (R_{nom}) yuklama quvvati (R) ga teng qilib olinadi. Agar katalogda bunday quvvatli dvigatel bo'lmasa, u holda navbatdagi eng yaqin kattaroq quvvatli dvigatel tanlanadi, ya'ni $R_{nom} > R$ bo'lishi kerak. Agar mexanizmning quvvati oldindan ma'lum bo'lmasa,- unda dvigatel tanlash ba'zi qiyinchiliklarni tug'diradi.

Uzoq muddat o'zgarmas yuklamada ishlaydigan mexanizmlar (nasoslar, ventilyatorlar, kompressorlar) uchun mo'ljallangan dvigatellarning quvvati nazariy hisoblar yoki empirik formulalar yordamida hisoblab, yoki yuklama diagrammasini qurish yo'li bilan aniqlanadi. Masalan, nasoslar uchun quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$P_n = \frac{QH\gamma K_e}{10\eta_n\eta_y} kVt \quad (6.3.5)$$

bu erda Q - nasosning ish unumi, m^3/s ; H -to'la bosim, m; γ - haydaladigan suyuqlikning solishtirma og'irligi, kg/m^3 ; K_e — ehtiyotlik koeffitsienti; ($R_n < 50$ kVt bo'lganda $K_e = 1,2$; 50 dan 360 kVt gacha = 1,15; 350 kVt dan yuqori quvvatli dvigatellar uchun $K_e = 1,1$); γ_n , γ_y - mos holda nasos va nasos bilan dvigatel orasidagi uzatmaning foydali ish koeffitsientlari.

Ko'pgina mexanizmlar uzoq muddat o'zgaruvchan yuklamada ishlaydilar. Bunday kurilmalardagi elektr dvigatellarning quvvati yuklama diagrammasi yoki o'rtacha isroflar usuli asosida aniqlanadi. O'rtacha isroflar usuli Dvigatelning ishlash davridagi o'rtacha quvvat isrofi ΔP_{orr} ni nominal yuklama bilan ishlagandagi isroflar ΔP_{nom} bilan solishtirishga asoslangan.

O'rtacha quvvat isrofi ushbu ifodadan topiladi:

$$\Delta P_{orr} = \frac{\Delta P_1 t_1 + \Delta P_2 t_2 + \dots + \Delta P_i t_i}{t_{tsikl}} \quad (6.3.6)$$

Bu erda: $\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_i$ - t vaqtdagi quvvat isrofi; t_{tsikl} - tsiklning davomiyligi.

Agar ishlash sikli vaqtida o'rtacha quvvat isrofi nominal yuklama bilan ishlagandagi nominal quvvat isrofidan oshmasa, u holda dvigatelning o'rtacha harorati joiz qiymatdan oshmaydi. Demak, dvigatel to'g'ri tanlangan bo'ladi.

SHunday kilib dvigatelni tanlash sharti sifatida ushbu ifoda xizmat qiladi.

$$\Delta I_{orr} \leq \Delta P \quad (6.3.7)$$

Ammo kataloglarda dvigatel to'g'risidagi kerakli ma'lumotlarning etarli bo'lmasligi ko'p hollarda o'rtacha quvvat isrofidan foydalanishni qiyinlashtiradi. SHuning uchun amalda anchagina sodda usul: ekvivalent miqdorlar (tok, moment va quvvat) usuli keng qo'llaniladi.

Ekvivalent tok deb, shunday o'zgarmas tokka aytiladiki, bu tok elektr dvigateli chulg'amlaridan butun ishlash davri davomida o'tib, cho'lg'amlarni haqiqiy tok o'tgandagiday bir xilda qizdiradi. Dvigatelning berilgan yuklama diagrammasidan ekvivalent tok quyidagicha topiladi.

6.4.2-rasm, b da berilgan $I = f(t)$ egri chiziqli grafik pog'onali siniq chiziq bilan almashtiriladi hamda t_1 , t_2 va xokazo vaqtlar oralig'ida dvigatel mos ravishda I_1 , I_2 va hokazo toklar qabul qiladi deb hisoblanadi. Bu vaqtda Joule-Lenz qonuniga asosan:

$$I_e^2 \cdot r \cdot t_{tsikl} = I_e^2 \cdot r(t_1 + t_2 + \dots + t_n) = I_1 r t_1 + I_2 r t_2 + \dots + I_n r t_n \quad (6.4.9)$$

Bu erda r – elektr dvigatel cho'lg'amlarining qarshiligi. Bundan ekvivalent tok

$$I_e = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (6.3.8)$$

Dvigatelning katalogdan tanlanadigan nominal toki I_n hisoblangan ekvivalent tok. I_e ga teng yoki undan katga kilib olinishi kerak, ya'ni

$$I_{nom} \geq I_e \quad (6.3.9)$$

Agar elektr dvigateling magnit oqimi o'zgarmas bo'lsa (parallel uyg'otishli o'zgarmas tok va sinxron elektr dvigatellar), u holda elektr dvigatelini ekvivalent aylantirish momentiga ko'ra tanlash mumkin:

$$M_e = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (6.3.10)$$

Chunki $M = C_m F I$ va $F = \text{const}$ bo'lganda moment tokka proporsional bo'ladi.

Agar berilgan yuklama grafigi quvvatning vaqtga bog'lanishidan iborat va yuklamaning tezlikka ta'siri juda kichik bo'lsa (masalan, asinxron, sinxron dvigatellar va parallel qo'zg'otishli o'zgarmas tok dvigateli). U holda elektr dvigatelini ekvivalent quvvat bo'yicha tanlash mumkin:

$$P_e = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (6.3.11)$$

Chunki $P = M\omega$ va $\omega = \text{const}$ bo'lganda quvvat moment va tokka proporsional bo'ladi.

Agar $M_{nom} \geq M_e$ yoki $P_{nom} \geq P_e$ bo'lsa, (6.3.10) yoki (6.3.11) formula bo'yicha xisoblab, tanlangan dvigatel qizish shartini bajaradi.

Qisqa muddatli ish rejimi uchun dvigatel quvvatini tanlash. Qisqa muddatli ish rejimining yuklama diagrammasiga mos ravishda (6.3.10)

formuladan foydalanib, ekvivalent moment hisoblanadi. Bunda $t_1+t_2 + \dots +t_n = t_q$ deb olinadi va qisqa muddatli ishlash vaqti deb ataladi.

So'ngra katalogdan vaqt ishlashga mo'ljallangan, nominal momenti ekvivalent momentga teng yoki undan katta $M_{nom} \geq M_e$ bo'lgan dvigatel tanlanadi. Elektr dvigatelni oniy o'ta yuklanishga tekshirib ko'rish kerak: yuklamaning /shax//e nisbati dvigatel I_{shax} / I_e nisbatining joiz qiymatidan kichik yoki unga teng bo'lishi kerak.

Takrorlanadigan qisqa muddatli ish.rejimi uchun dvigatel quvvatini tanlash. Kranlar, liftlar, ekskavatorlar, metallarga ishlov beruvchi bir qancha dastgohlarning dvigatellari va shu kabilar takrorlanadigan qisqa muddatli ish rejimida ishlaydi.

Takrorlanadigan qisqa muddatli rejimda ishlaydigan mexanizmlar uchun dvigatel quvvatini yuqorida keltirilgan ekvivalent tok quvvat va moment formulalaridan foydalanib tanlash mumkin. Mos grafik asoside ekvivalent quvvat quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$P_e = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}} \quad (6.3.12)$$

Akiklangan ekvivalent quvvat R_3 va berilgan UD uchun katalogdan dvigatelning nominal quvvati topiladi. Hisoblangan UD eng yaqin standartga mos kelmasa, u holda (6.3.12) formuladan topilgan haqiqiy ekvivalent kuvvatni (P_{eh}) standart UD_{st} ga qayta hisoblanadi: [1,3]

$$P_{e.st} = P_{e.h} \sqrt{\frac{UD_h}{UD_{st}}} \quad (6.3.13)$$

Nazorat savollari

1. Dvigatellarning ishlash jarayonida qizishi nimalarga bog'liq?
2. Haroratning ruxsat etilgan ortishi
3. Nimani bildiradi?.
4. Uzoq muddatli ish rejimi uchun dvigatel quvvati qanday tanlanadi?.
5. Qisqa muddatli ish rejimi uchun dvigatel quvvatini qanday tanlanadi?
6. Takrorlanadigan qisqa muddatli ish.rejimi uchun dvigatel quvvatini qanday tanlanadi?

VII bob **RELE KONTAKTLI, MIKRIPROTSESSORLI BOSHQARISH JIXOZLARI. TEXNOLOGIK JARAYONLARNING ELEKTR YURITMALARI**

7.1. Rele kontaktli boshqarish jixozlari

Reja:

7.1.1. Elektr yuritmalarni boshqarish jixozlarining klassifikatsiyasi.

7.1.2. Avtomatik o'chirgichlar, eruvchan saqlagichlar va ularni tanlash.

7.1.1. Elektr yuritmalarni boshqarish jixozlarining klassifikatsiyasi.

Boshqaruv jixozlari asosan quyidagi elementlarni o'z tarkibiga oladi:

1. Boshqarilayotgan koordinatalar darajasi va o'zgarish xarakterlarini aniqlovchi lasturiy qurilmalar.
2. Elektr yuritmaning o'zini ishlashi va texnologik jarayonning borishi xaqida ma'lumot beruvchi texnologik parametrlar va rostlanuvchi koordinatalar datchiklari.
3. Koordinata va parametrlar datchiklari va dasturiy qurilmalar signallari asosida boshqaruv signallarini ishlab chiquvchi rostlsgichlar va funktsional o'zgartkichlar.
4. Signallar turi va darajasi, tok turi bo'yicha kirish va chiqish signallarini uyg'unlashtirish xisobiga barcha parametrlarni bir tizimga bog'lash imkonini beruvchi kelishtiruvchi elementlar.

Boshqaruv apparatlariga rubilnik, o'chirgichlar, qaytaulagichlar, knopka stantsiyalari, magnitli ishga tushirgichlar, boshqaruv relolari, turli datchiklar, chegaralovchi o'chirgichlar, reostatlar va boshqa apparatlar kirishi mumkin.

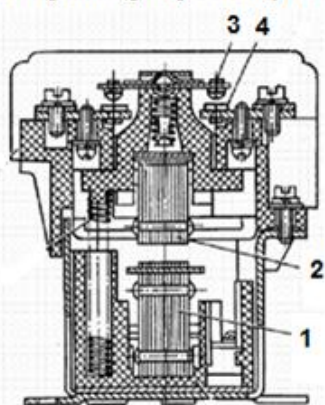
Magnitli ishga tushirgich – asosan uch fazali ist'emoilchilarni (xususan elektr dvigatellarni tarmoqqa ulash yoki uzish, o'ta qizishdan himoyalash) boshqarishga mo'ljallangan kompleks apparatdir. Magnitli ishga tushirgichning asosiy elementlari.

PME rusumli magnitli ishga tushirgichning umumiy ko'rinishi 7.1.1-rasmda keltirilgan.

Magnitli ishga tushirgichlar iste'molchilarni nol himoyasini ta'minlaydi. Agar tarmoqda birdan kuchlanish yo'qolsa, dvigatel tarmoqdan uzilib, uni qayta ulash faqat operator tomonidan tegishli tekshiruvdan so'ng amalga oshirilsdi.

Magnitli ishga tushirgichlar - bu odatda, uch qutbli kontaktordan, o'rnatilgan issiqlik relelaridan va yordamchi kontaktlardan tashkil topgan qurilmadir. Ular quvvati 75 kVt gacha bo'lgan uch fazali elektr dvigatellarni boshqarish uchun xizmat qiladi. Amortizatsiyalaydigan prujina ulash vaqtida qo'zg'aluvchan qismni keskin zarblardan saqlaydi. [1,3]

PME rusumli magnitli ishga tushirgichning umumiy ko'rinishi



1 va 2 elektromagnit tizim
3 va 4 kuch kontaktlari

PKL – qo'shimcha kontaktli qurilma.

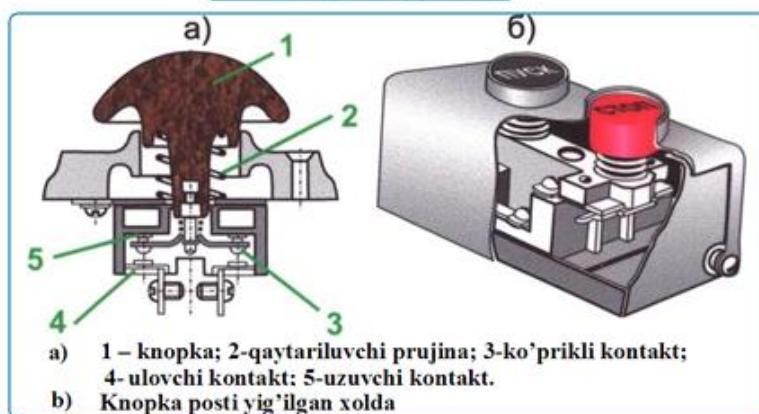


Extiyojga qarab magnitli ishga tushirgichning qo'shimcha kontaktlar sonini oshirish imkonini beradi

7.1.1-rasm. PME rusumli magnitli ishga tushirgichning umumiy ko'rinishi.

Ishga tushirgichning hamma detallari metall asosga mahkamlanadi. Odatda barcha magnitli ishga tushirgichlar boshqarish knopkalari bilan birga ishlatiladi. 7.1.2-rasm.

Boshqaryv knopkalari



a) 1 – knopka; 2-qaytariluvchi prujina; 3-ko'priqli kontakt;
4- ulovchi kontakt; 5-uzuvchi kontakt.
b) Knopka posti yig'ilgan xolda

7.1.2-rasm. Boshqarish knopkalari

Elektromagnit kontaktorlar – 50-60 Gts chastotali 660 V gacha kuchlanishli uch fazali asinxron qisqa tutashgan rotorli dvigatellarni masofadan ishga tushirish, to'xtatish va reverslash uchun mo'ljallangan. KM-103 elektromagnit kontaktorlarning farqli tomoni 9A li rusumlilaridan boshlab normal yopiq kontaktlarning xamda 32A li rusumlilaridan boshlab esa kuch o'tkazgichlari (kabellar) jilalarini ikkilangan qisish qurilmalarining mavjudligidir. 7.1.3-rasm (a)

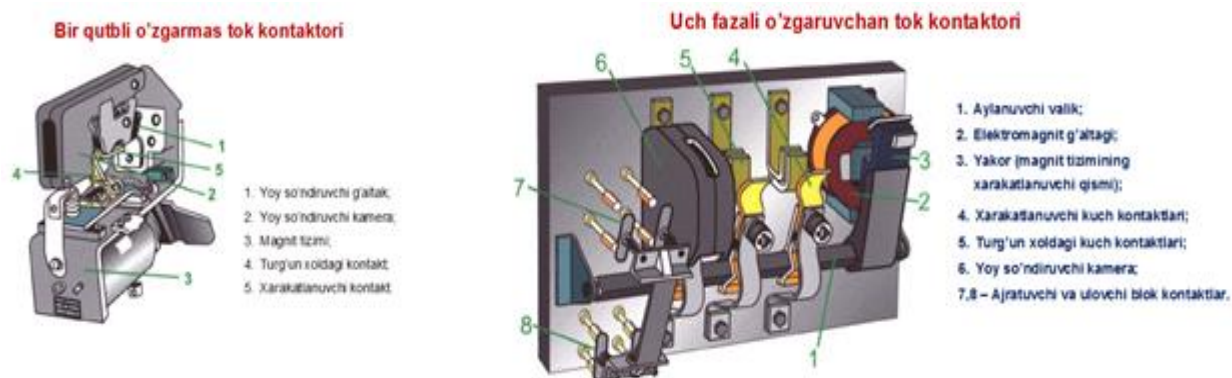
KM – modul seriyali kontaktor yoritish, konditsioner, ventilyatsiya, isitish tizimlarini masofadan boshqarishga mo'ljallangan. Kontaktor 35-mm li DIN reykgaga maxkamlanuvchi modul korpusida tayyorlangan bo'lib, stsnfdart tarqatish shitlarida modul konstruktsiyali boshqa apparaturalar (masalan avtomatik o'chirgichlar) bilan o'rnatilishi mumkin. 7.1.3-rasm (b)



(a)



(b)



7.1.3-rasm. Elektromagnit kontaktorlar.

Kontaktorlar - bu uzoqdan ta'sir etadigan apparatlar bo'lib, normal ish rejimidagi elektr zanjirlarni ko'p ulash, va uzish uchun xizmat qiladi.

Kontaktorlar 3-4000 A tokka kuchlanishining o'zgaras tokida 220, 440, 650, 750 V va o'zgaruvchan tokida 380, 500 va 660 V ga mo'ljallab ishlab chiqariladi va soatiga 600-1500 marta ulash imkonini beradi. Kontaktorlarning ayrim maxsus seriyalari soatiga 14000 martagacha ulash imkoniyatini beradi.

Kontakt tizimi elektromagnit yordamida ulanadigan elektromagnit kontaktorlar eng ko'p qo'llaniladi.

Kontaktorlar bosh kontaktlar tizimi, yoy so'ndiruvchi qurilma elektromagnit tizim va yordamchi kontaktlardan tashkil topgan. Boshqarish zanjiridagi kuchlanish ancha kamayganda, shuningdek, u yo'qolganda kontaktor avtomatik ravishda uziladi.

Zamonaviy kontaktorlar yopiq plastmassa korpusda (KTU seriyasi) ishlab chiqariladi.

Kontaktorlar qurilmani normal bo'lmagan rejimlar (o'tayuklanish, q.t. toklari) dan muhofazalay olmaydi, shuning uchun ular avtomatik boshqarish sxemasida normal bo'lmagan rejimni sezadigan va elektromagnit g'altakning zanjirini uzadigan maxsus rele bilan birgalikda qo'llaniladi.

Boshqaruv relelari - Relelar kichik oqimli zanjirlar kommutatsiyasida qo'llanilib, kontaktorlarga o'xshab ishlaydi. Relelar tok va kuchlanish datchiklari, vaqt datchiklari, ishchi mashina va mexanizmlarning texnologik parametrlari datchiklari sifatida qo'llaniladi.

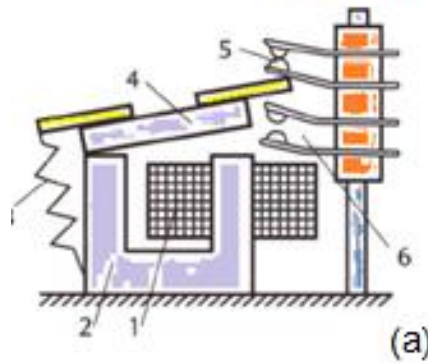
Vaqt relelari – elektromagnit, pnevmatik sekinlashtiruvchi, motorli, electron, mexanik va x.k. bo'lishi mumkin.

Elektromagnit vaqt relesi – oddiy elektromagnit rele kabi ishga tushadi, ammo magnit o'tkazgichdagi mis xalqalar vaqt relesini manbadaga ulash yoki uzishda ma'lum vaqtni ushlab turishni ta'minlaydi. Quyida turli rusumdagi elektromagnit vaqt relelari namunalari keltirilgan. 7.1.4-rasm.

Pnevmatik sekinlashtiruvchi releda - vaqtni ushlab turish kamerani havo bilan to'ldirish vaqti xisobiga ta'minlanadi.

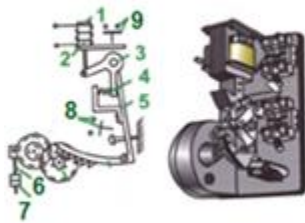
Elektron vaqt relelarida yarim o'tkazgich elementlari (tranzistorlar) va kondensatorlardan foydalaniladi. Kondensatorning zaryadlanish va razryadlanish vaqtlari tranzistorlarni yopiq xolatidan ochiq xolatiga qayta ulab vaqtni ushlab turishni ta'minlaydi.

Elektromagnit rele



1. Elektromagnit g'altagi;
2. O'zak;
3. Qaytaruvchi prujina;
4. Yakor (magnit tizimining xarakatlanuvchi qismi);
5. Ajratuvchi kontaktlar;
6. Ulovchi kontaktlar.

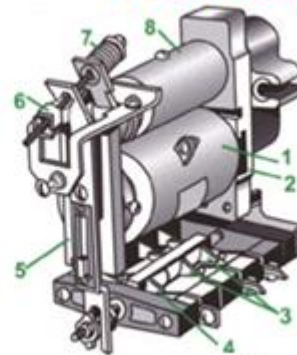
Mayatnikli vaqt relesi



1. Elektromagnit;
2. Yakor;
3. Va 5 Richaglar;
4. Xarakat beruvchi siqish prujinas
- 6 Mayatnik;
- 7 Yuk;
- 8 Sekinlashgan kontakt tizimi;
- 9 Oniy ishga tushuvchi kontakt tiz

(b)

Mis gilzali elektromagnit vaqt relesi



1. Elektromagnit g'altagi;
2. Qo'zg'almas magnit o'tkazgich;
3. Ulovchi kontaktlar;
4. Uzunchi kontaktlar;
5. Yakor;
6. Gaykali rostlovchi vint;
7. Prujina.

(c)

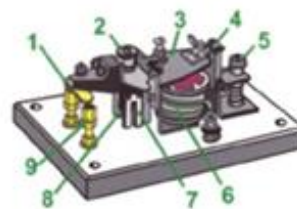
Elektromagnit kuchlanish relesi

1. Rostlovchi gayka;
2. Ko'priq tipidagi kontakt tizimi;
3. Po'lat listdan tayyorlangan magnit o'tkazgich yakori;
4. Magnit o'tkazgich o'zagi.



(d)

Elektromagnit tok relesi



1. Kontaktli ko'priq;
2. Rostlovchi gayka;
3. Yakor;
4. Rolik;
5. Qo' bilan qaytarish knopkasi;
6. Tortuvchi g'altak.

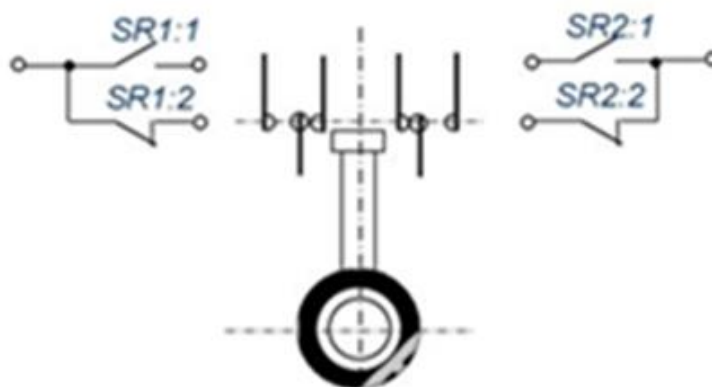
(e)

7.1.4-rasm. Turli rusumdagi elektromagnit vaqt relelari.

Tezlik datchiklari - O'zgaruvchan va o'zgarmas tok dvigatellarining tezliklari ularning xarakatlantiruvchi kuchini belgilaydi. Unda dvigatelning E.Yu.K. sidan o'lchanayotgan yoki nazorat qilinayotgan o'zgaruvchi sifatida foydalanib elektr yuritmaning tezligi to'g'risida ma'lumot olish mumkin. Ular analogli yoki raqamli bo'lishi mumkin.

Tezlik nazoratining elektromexanik relesi - Asinxron dvigatel ish printsipi bo'yicha ishlab, dvigatelning tezligi nolgacha pasayganda uni

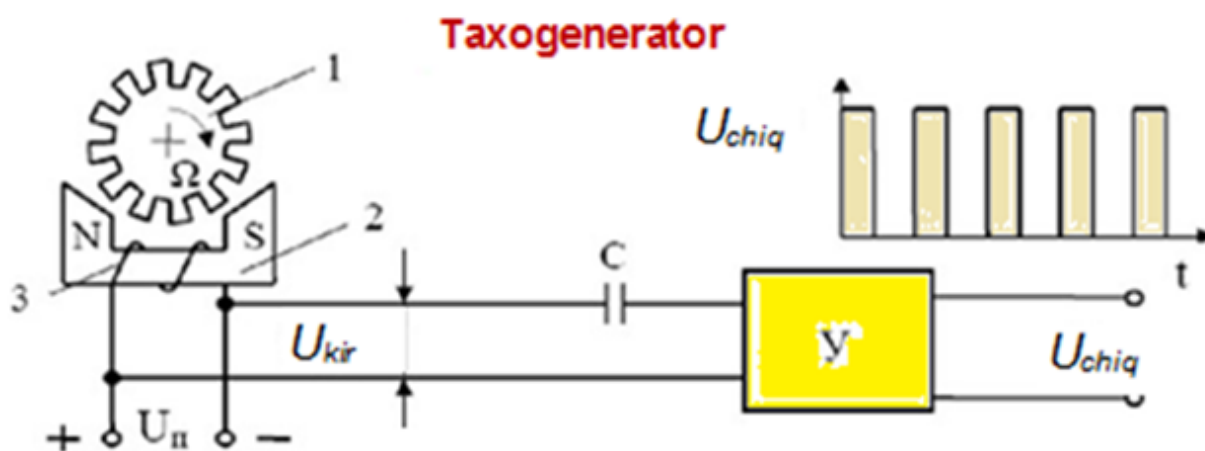
tarmoqdan uzib qo'yish talab etilganda yani tormozlashni avtomatlashtirishda qo'llaniladi. 7.1.5-rasm.



7.1.5-rasm. Tezlik nazorati relesining sxematik chizmasi

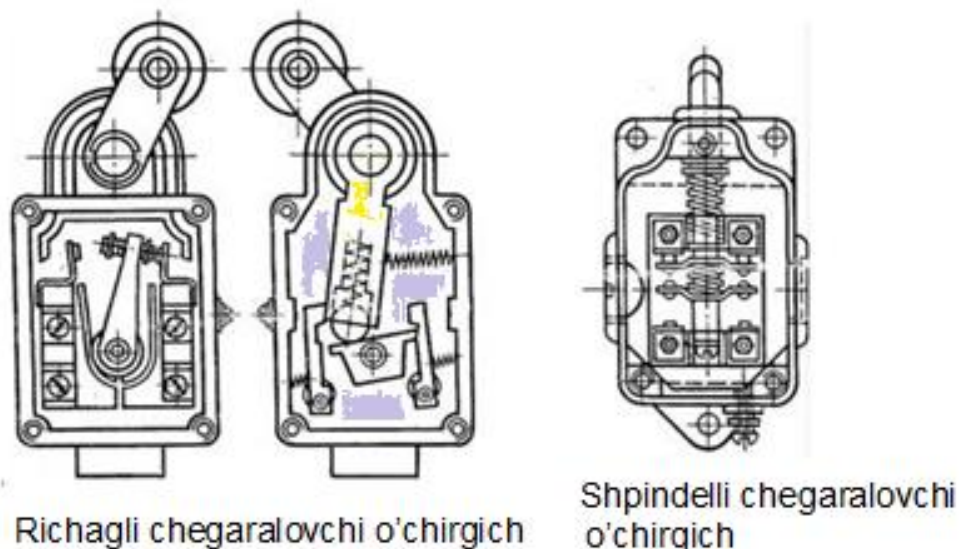
Taxogeneratorlar - tezlik datchiklari kabi o'zgaruvchan tok dvigatellari, asinxron va sinxron bo'lishi mumkin. Taxogenerator yakoriga rostlanuvchi resistor bilan ketma-ket ulangan kuchlanish rele cho'lg'ami ulanadi. Taxogenerator dvigatel vali bilan mexanik ulangan bo'ladi.

Tezlikning impulsli induktsion datchigi – diskret datchik bo'lib xisoblanadi. Bunda dvigatel yoki ishchi mashinaning valiga ulangan tishli disk (1) Disk tishlarining qarshisiga U_p – manbaga ulangan o'lchov cho'lg'amli (3) doimiy magnet (2) joylashtiriladi. Cho'lg'andan olinayotgan kuchlanish kondensator (C) orqali (U) kuchaytirgich kirishiga beriladi. Disk aylanganda uning tishlari bilan inductor orasidagi oraliq o'zgaradi va o'z navbatida bu magnet oqimining o'zgarishiga olib keladi. 7.1.6-rasm.



7.1.6-rasm. Tezlikning impulsli induktsion datchigi

Xolat datchiklari – ishchi mexanizm yoki dvigatel vali xolatiga proporsional elektr signallarni olish uchun qoʻllaniladi. Ushbu datchiklar analogli yoki raqamli boʻlishi mumkin. Bularga ioʻl va chegaralovchi oʻchirgichlarni, selsinlar, aylanuvchi transformatorlar, raqamli fotoelektrik datchiklar va boshqalarni misol qilish mumkin. 7.1.7-rasm.



7.1.7-rasm. Chegaralovchi oʻchirgichlar.



7.1.8-rasm. Elektromagnit tormoz qurilmalari

Elektromagnit tormoz qurilmalari - TKG-160 TKG-200 TKG-300 TKG-400 TKG-500 TKG-600 TKG-700 TKG-800 tormoz qurilmalari hozirda keng qoʻllanilmoqda. 7.1.8-rasm.

Bunday qurilmalar asosan koʻtarib-tushirish mashinalarida tormozlab toʻxtatish yoki yuritma ishlamay turganda tormozda tutib turish maqsadlarida qoʻllaniladi. Elektr yuritma rusumiga qarab quyidagi shartli belgilar

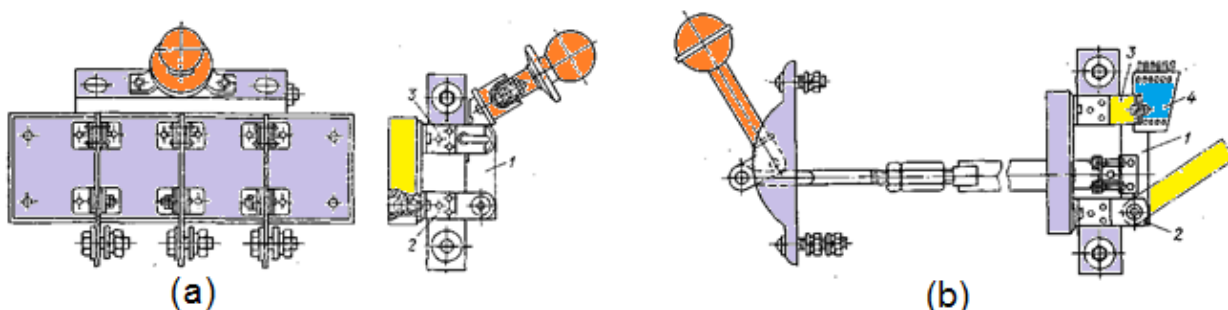
qo'llaniladi: TKT- MO seriyadagi o'zgaruvchan tok elektromagnitli; TKP - MP seriyadagi o'zgarmas tok elektromagnitli; TKG – TE seriyadagi elektrogidravlik turtkichli.

TKG - tormoz qurilmalari yuritma va mexanik qismdan iborat. Ishlamayotgan yuritmada richag tizimidagi siqilgan prujina kolodkalarni tormoz shkivi yuzasiga qattiq bosib tormoz rejimini ta'minlab turadi. Yuritma ishga tushganda esa prujina ta'siridan richaglar ajralib kolodkalarni bo'shatadi va shkivni tormoz rejimidan chiqaradi. [1,3]

Rubilniklar va qayta ulagichlar - Ikki (ulangan, uzilgan) holatga qo'lda harakatlantiriladigan noavtomatik uzgich rubilnik deb ataladi (14.7-rasm, a). Ikkita turli zanjirlarga navbati bilan ulash uchun xizmat qiladigan rubilnik pereklyuchatel deb yuritiladi. Rubilnik va pereklyuchatellar 500 V gacha bo'lgan nominal kuchlanishga bir, ikki va uch qutbli qilib ishlab chiqariladi. Yoy so'ndiruvchi qurilmasi bo'lmagan rubilniklar toksiz zanjirlarni uzish va ochiq uzilishlar hosil qilishga mo'ljallangan. Yoy so'ndiruvchi qurilmali rubilniklar I_{nom} gacha bo'lgan tokni uzish imkoniga ega. 7.1.9-rasm.

Uch qutbli yoki bir qutbli tipdagi markaziy dastaki rubilnik va qayta ulagichlar 100-600 A toklar uchun ishlab chiqariladi. Rubilnikning hamma detallari izolyasion plitaga o'rnatiladi.

O'tkazgichlar oldi yoki orqa tomonidan ulanishi mumkin. Bunday rubilnik va pereklyuchatellar bilan tokni uzishga ruxsat etilmaydi, chunki hosil bo'ladigan yoy qisqa tutashuvga olib kelishi yoki ishlayotgan xodimni kuydirishi mumkin.



Bu erda – 1-pichoq; 2-qo'zg'almas kontaktlarning sharniri stoykasi; 4-yoy so'ndirgich

7.1.9-rasm. Rubilniklar: (a) – markaziy dastakli (P-rusumli); (b) – richag yuritmalı (RPS) rusumli;

Richag bilan harakatlantiriladigan rubilnik va pereklyuchatellar (7.1.7-rasm, b) ikki tomondan xizmat ko'rsatiladigan shchitlarda keng qo'llaniladi. Bunday rubilniklar yoy so'ndiruvchi panjarali kamera 4 ga ega. Yuritma markaziy (RPS, PPS) yoki yon tomondan (RPB, PPB) bo'lishi mumkin. Nominal toklar katta bo'lganda rubilniklar bir necha parallel pichoqlarga ega bo'ladi.

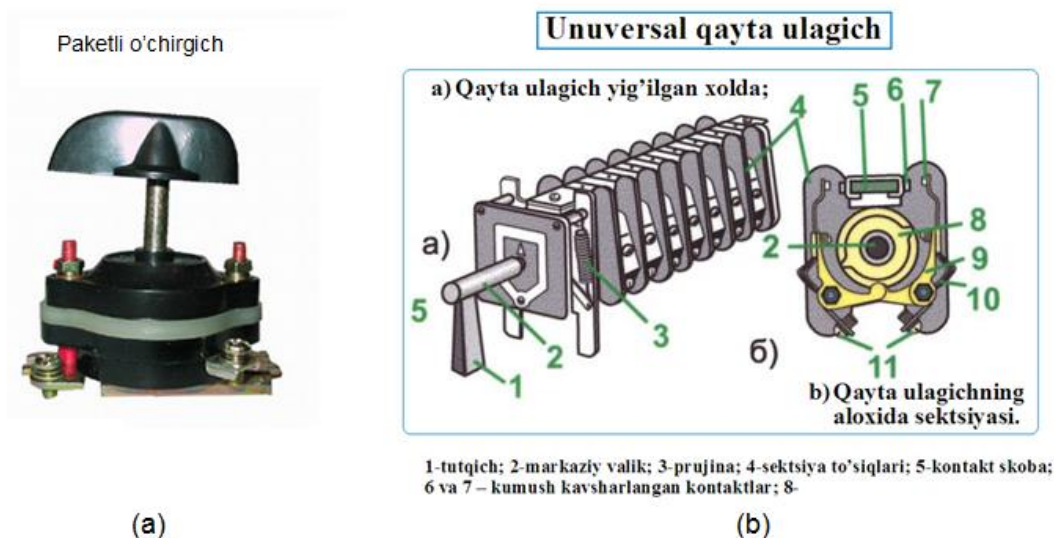
Rubilnikning harakatchan pichog'i bilan kontaktli stoykasi orasida yaxshi kontaktni ta'minlash muhim ahamiyatga ega. Hozirgi paytda kichik o'tish qarshiligini ta'minlovchi chiziqli kontakt qo'llaniladi. Detallarning o'zini prujinalaiish xossasi va maxsus po'lat prujinalar hisobiga kontaktda siqish ta'minlanadi. Rubilniklar yoy so'ndiruvchi kontaktlar yoki bir onda kesadigan pichoqlar bilan ta'minlangan bo'lishi mumkin. Bunday rubilniklarni uzganda avval bosh kontaktlar ajraydi, lekin ular orasida yoy hosil bo'lmaydi, chunki tok yoy so'ndiruvchi kontakt orqali o'tadi. So'ngra yoy so'ndiruvchi kontaktlar yoki bir onda kesadigan pichoqlar ajratiladi. Bir onda uzish quyidagicha bajariladi: bosh pichoq bilan parallel hrl da ikkinchi bosh prujina bilan bog'langan bir onda kesadigan pichoq ulanadi. Uzishda avval kontakt stoykadan bosh pichoq chiqadi, u prujinani tortadi, prujina o'z navbatida bir onda kesadigan pichoqni uzadi.

Yoy so'ndiruvchi kamera bilan jihozlangan o'zgarmas toknikg 220 V va o'zgaruvchan tokning 380 V ga mo'ljallangan rubilniklari I_{nom} gacha bo'lgan toklarni uza oladi, kamerasizlari tegishlicha $0,2$ va $0,3I_{nom}$ ni uzadi.

O'zgarmas tokning 440 V va o'zgaruvchan tokning 500 V ga mo'ljallangan kamerali rubilniklari $0,5I_{nom}$ tokni uza oladi, kamerasiz yuklama tokini uzish ruxsat etilmaydi.

Paketli va kulachokli qayta ulagichlar bir vaqtning o'zida bir necha elektr zanjirlarida murakkab qayta ulashlar uchun, masalan, boshqarish, o'lchash va shunga o'xshash zanjirlarda xizmat qiladi. Dastakni 45° ga burib zanjirlar qayta ulanadi. Nol holatiga o'zi qaytadigan bir yoki bir necha holatlarni ushlab turadigan konstruksiyalar mavjud. Bunday qayta ulagichdagi kontaktlar soni 2 dan 32 gacha bo'lishi mumkin. 14.9-rasm. (a)

Paketli o'chirgichlar asosan yoritish, boshqarish va signal beruvchi zanjirlar kommutatsiyasida qo'llaniladi. 7.1.10-rasm. (b)



7.1.10 – rasm. Paketli o'chirgich (a) va universal qayta ulagich (b).

Issiqlik relesi - bu elektromagnit yoki bimetall mexanizmlar bo'lib, ular zanjirning berilgan parametrini nazorat qiladi va parametr belgilangan qiymatidan oshib ketganda avtomatni o'chiradi. Bimetall (issiqlik) ajratkich tarmoqqa shunt orqali ulangan qizdirgichdan issiqlik oladi. Turli chiziqli keygayishi koeffitsientlariga ega bo'lgan ikki metall dan tashkil topgan bimetall plastinka qiziganda egilib, erkin ajratish mexanizmi richagini sindiruvchi tortqiga kuch beradi. Issiqlik ajratkich yordamida o'tayuklanishdan muhofaza qilinadi. Ishlab ketish vaqti o'tayuklanish tokiga bog'liq: tok qancha katta bo'lsa, bimetall plastinka shuncha tez qiziydi va uzish tezroq amalga oshadi. Issiqlik inersiyasi katta bo'lganligi sababli issiqlik ajratkichlar elektr dvigatellarning ishga tushiruvchi toklari ta'sirini sezmaydi. 7.1.11-rasm.



7.1.11-rasm. Issiqlik relesining umumiy ko'rinishi.

Issiqlik relesi – barcha elektr jixozlar(elektr dvigatellar, elektr isitgichlar va x.k.) ni o'ta yuklanish tokidan himoya qilishga mo'ljallangan. Uning ishlash printsi o'tkazgichdan tok o'tganda uning qizishiga asoslangan. Issiqlik relesini asosiy qismi bu bimetal plastina bo'lib undan o'ziga xisoblangandan yuqori qiymatda tok oqib o'tganda egilib tegishli kontakti ajratib qo'yadi. [1,3]

7.1.2. Avtomatik o'chirgichlar, eruvchan saqlagichlar va ularni tanlash.

Avtomat o'chirgichlar. Xozirda hech bir elektr sxemani avtomat o'chirgichsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Elektr kurilmalarda eng keng qo'llaniladigan avtomat o'chirgichlarga misollr quyida keltirilgan. 7.1.12-rasm.



7.1.12-rasm. Elektr kurilmalarda eng keng qo'llaniladigan Avtomat o'chirgichlar

Differentsial tok (silqish toki) tasirida tez ishga tushuvchi ximoya o'chirgichi. Inson beixtiyor elektr jixozlarining tok o'tkazuvchi qismlariga tegib ketganda elektr tokidan himoyani ta'minlaydi.

Avtomatik o'chirgichlari normal bo'lmagan rejimda ishlayotgan elektr zanjirlarni avtomatik ajratish va normal ish rejimlarida, kam hollarda operativ qayta ulash uchun xizmat qiladi.

Avtomatik uzgichlarida yoyini so'ndirish uchun maxsus muhit qo'llanilmaydi.

Qutblar soniga qarab avtomatlar bir, ikki va uch qutbli bo'ladi.

Ishlab ketish vaqti t_{sr} bo'yicha, ya'ni tekshiriladigan parametr (tok, kuchlanish, harorat) belgilangan qiymat (avtomatning kurilmasi) dan ortish momentidagi vaqtdan kontaktlarning ajrash momentigacha bo'lgan vaqtga qarab

quyidagilarga bo‘linadi: normal avtomatlar $t_{sr}=0,02-0,1$ s; ushlar vaqtini l s gacha rostlovchi selektiv avtomatlar; tez ta’sir qiluvchi avtomatlar $t_{sr} \leq 0,005$ s.

Avtomatlarni turli ushlar vaqti $t_1 < t_2 < t_3$ ga o‘rnatish yo‘li bilan, selektiv avtomatlar tarmoqlarni selektiv muhofazalash imkonini beradi.

Tez ta’sir qiluvchi avtomatlar tarmoqdagi toklarni cheklash imkonini beradi, chunki ular zanjirni tarmoqdagi q.t. toki i_u miqdorga etmasdan oldinroq uzadi.

Avtomatlar kuchlanishi o‘zgaruvchan tokda 660 V gacha va o‘zgarmas tokda 440 V gacha bo‘lganda 6000 A gacha toklar uchun mo‘ljallab ishlab chiqariladi.

Avtomatlarning uzish qobiliyati 200-300 kA gacha etadi.

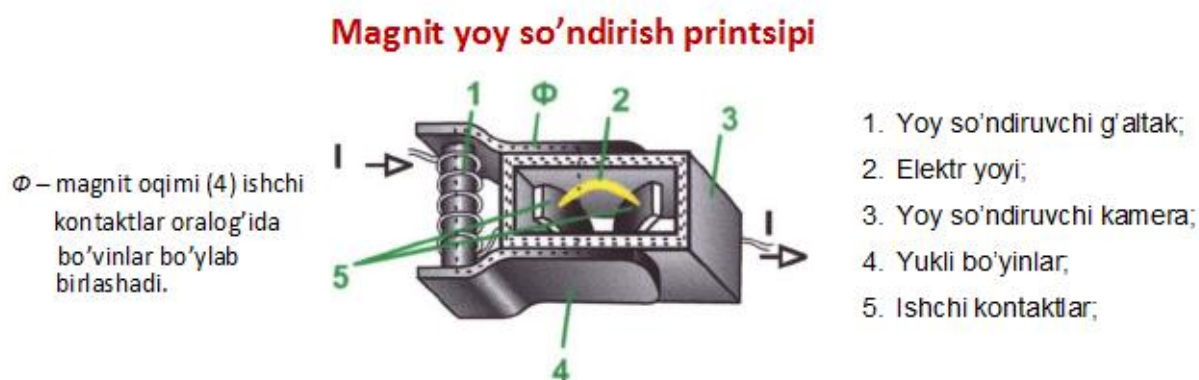
Har qanday avtomatda quyidagi asosiy elementlarni ajratib ko‘rsatish mumkin: yoy so‘ndiruvchi tizimli kontaktlar; yuritma; erkin ajratish mexanizmi; ajratkichlar; yordamchi kontaktlar.

Avtomatlarning *kontaktlari* uzoq vaqt qizimasdan nominal toklarni o‘tkazishi va q.t. toklarini uzishda yoy ta’siriga chidashi kerak. Birinchi shartga muvofiq, kontaktlarni o‘tish qarshiligi uncha katta bo‘lmagan solishtirma qarshiligi kichik materialdan, ikkinchi shart bo‘yicha esa yoy ta’siriga chidaydigan materialdan tayyorlash kerak. Ikkala talabni bir vaqtning o‘zida bajarish mumkin bo‘lmaganligi uchun ikki juft - bosh va yoy so‘ndiruvchi kontaktlar qo‘llaniladi. Normal rejimda tokning asosiy qismi mis, kumush yoki ularning qotishmasidan tayyorlangan bosh kontaktdan o‘tadi. Uzilganda avval asosiy kontaktlar ajraydi, lekin zanjir uzilmaydi, chunki tokning hammasi yoy so‘ndiruvchi kontaktlar zanjiriga o‘tadi, so‘ngra yoy so‘ndiruvchi kontaktlar ajraydi va ularda elektr yoy ham so‘nadi. Uziladigan toklar 30 kA dan oshmasa yoy so‘ndiruvchi kontaktlar misdan, katta toklarda esa volframdan, uning qotishmasidan yoki metallokeramikadan tayyorlanadi. Bu kontaktlar konstruksiyasi bo‘yicha oson almashtiriladigan qilib tayyorlanadi.

Uncha katta bo‘lmagan toklarga mo‘ljallangan avtomatlarda bir juft kontakt bo‘ladi. O‘tish qarshiligini kamaytirish uchun kontaktlarni siqish prujina orqali amalga oshiriladi. Q.t. toklari o‘tganda kontaktlar orasidan kontaktlarni ajratish uchun harakat qiladigan elektrodinamik kuch hosil bo‘ladi.

Bu kuchni kompensatsiyalash uchun shinkalar sirtmoq ko‘rinishida bukilgan, shuning uchun shinkadagi toklarning yo‘nalishi turlicha bo‘ladi, bu hol kontaktlarni birbiriga siquvchi elektrodinamik kuch hosil qiladi.

Avtomatning yoy so‘ndiruvchi tizimi avtomatni o‘chirishda hosil bo‘ladigan yoyni so‘ndirish uchun xizmat qiladi. Po‘lat plastinkali (uzun yoyni qisqa yoylarga bo‘lish effekti) yoy so‘ndiruvchi kameralar keng qo‘llaniladi. Uziladigan tok katta bo‘lganida yoyni tor tir-qishda so‘ndirish effektidan foydalanishga asoslangan buylama-tirqishli va labirint-tirqishli kameralar ishlatiladn. Yoyni kameraga tortish magnitli puflash bilan amalga oshiriladi. Kamera materiali yuqori yoy turg‘unligiga ega bo‘lishi kerak. 7.1.13-rasm.



7.1.13-rasm. Magnit moy so‘ndirgichning umumiy ko‘rinishi.

Erkin ajratish mexanizmi avtomatni vaqtning istalgan momentida o‘chirishni ta‘minlaydi, shuningdek, yoqish jarayonida ham o‘chirish lozim bo‘lsa, uni amalga oshiradi. U sharnirli bog‘langan richaglar hamda tayanchlardan iborat. Ulash paytida harakat dastadan richaglar orqali kontaktli richagga uzatiladi, bu richag avval yoy so‘ndiruvchini, so‘ngra esa bosh-kontaktlarni tutashtiradi. Avtomat ulanganda, richaglar «o‘lik» holatga o‘tadi, tayanch ularning pastga harakatlanishiga yo‘l qo‘ymaydi. Agar ulash vaqtida qisqa tutashuv mavjud bo‘lsa, unda ajratkich ta‘sirida mexanik bog‘lanish richaglarni sharnirli birikma bo‘yicha «sindiradi» va uzuvchi prujina ta‘sirida kontakt tizim chapga suriladi, dasta orqali ulanishga kuch berilishga qaramay, bu tizimda o‘chirilish amalga oshadi.

Saqlagichlar

Elektr zanjirda qisqa tutashuv yoki o‘tayuklanish bo‘lsa uni avtomatik ravishda bir marta uzish uchun xizmat qiladigan apparat saqlagich deb ataladi. Zanjirni saqlagich vositasida uzish eruvchan quymaning erishi orqali sodir

bo'ladi, bu eruvchan quyma o'zidan muhofazalanmagan zanjirning toki o'tganda qizib eriydi. Zanjir uzilgandan so'ng eruvchan quyma almashtiriladi.

Konstruksiyasining soddaligi va arzonligi sababli eruvchan saqlagichlar sanoat elektr qurilmalarida, elektr stansiyalar va podstansiyalarda, turmushda keng qo'llaniladi. Saqlagichlar turli konstruksiyalarga ega bo'lishi mumkin va milliamperdan minglab amperlargacha toklarga mo'ljallanadi. Hamma saqlagichlarda asosiy elementlar bo'lib: korpus, eruvchan quyma, kontakt qism, yoy so'ndiruvchi qurilma yoki yoy so'ndiruvchi muhit hisoblanadi.

Saqlagichlar eruvchan qo'ymaning nominal toki bilan, ya'ni eruvchan qo'yma uzoq ishlashi uchun hisoblangan tok bilan xarakterlanadi. Saqlagichning birgina korpusiga turli nominal toklarga mo'ljallangan eruvchan qo'ymalar o'rnatilishi mumkin, shuning uchun ayni saqlagich saqlagichning nominal toki bilan xarakterlanib, u mana shu konstruksiyadagi saqlagich uchun mo'ljallangan eruvchan qo'ymalarning nominal toklari ichida eng kattasiga teng. Normal rejimda yuklama toki ta'sirida eruvchan qo'ymadan ajrayotgan issiqlik atrof-muhitga tarqaladi va saqlagichning hamma qismlarining temperaturasi ruxsat etilgandan oshmaydi. O'tayuklash va qisqa tutashuvlarda qo'yma harorati ortib, uning erishiga olib keladi. Demak, tok qancha katta bo'lsa, qo'ymaning erish vaqti shuncha kichik bo'ladi. Erish (ishlay boshlash) vaqtining tokka bog'liqligi saqlagichning vaqt-tok xarakteristikasi deb yuritiladi.

Saqlagich ishlay boshlashidagi tok—*chegara tok*— I_{cheg} deb yuritiladi. Tekshirishlarda saqlagich qo'ymasining erish vaqti 1 soatdan oshgandagi tok—*chegara tok* deb qabul qilinadi. Eruvchan qo'ymaning nominal toki shunday tanlanadiki, bunda normal rejimda va qisqa ruxsat etiladigan o'tayuklanishlarda uzish sodir bo'lmay, balki uzoq o'tayuklanishlarda va q.t. da zanjir mumkin qadar tez uzilishi lozim.

Saqlagichlar ishining selektivligini ta'minlash muhim ahamiyatga ega. Dvigatelda shikastlanish bo'lganda q.t. toki uchta saqlagich orqali ketma-ket o'tadi, lekin hammadan oldin shikastlangan joyga yaqin bo'lgan saqlagich qo'ymasi erib ketishi kerak. Uzish vaqti avtomatning muhofaza xarakteristikasiga o'xshash, saqlagich xarakteristikasi bo'yicha aniqlanadi.

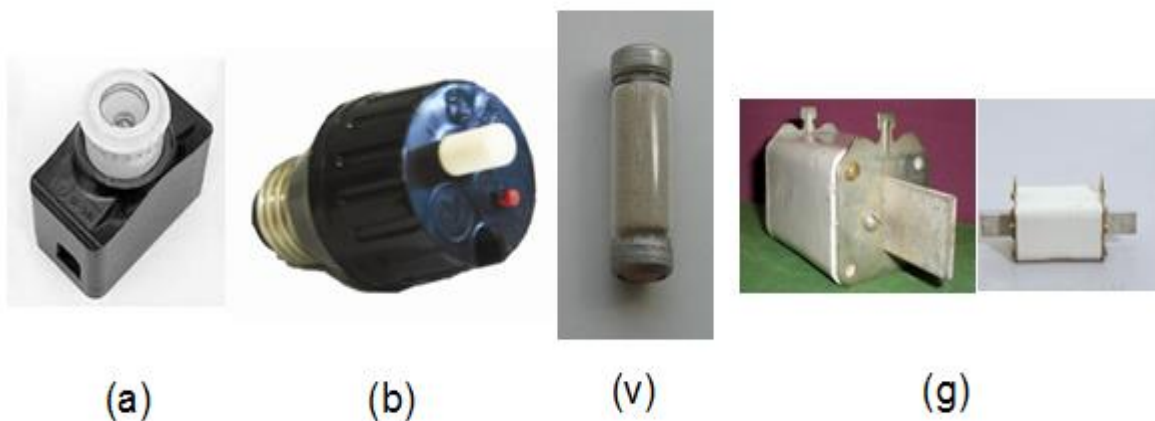
Xarakteristika eruvchan quymaning materiali, uning kesimi, sovish sharoitlari va boshqa faktorlarga bog'liq.

Eruvchan quyma-saqlagichning asosiy elementi bo'lib, mis, rux, qo'rg'oshin va kumushdan tayyorlanishi mumkin. Rux va qo'rg'oshinning erish harorati kichik (tegishlicha 419 va 327°S). Rux korroziyaga chidamli, shuning uchun eruvchan qo'ymaning kesmi ishlatish vaqtida o'zgarmaydi, xarakteristikasi doimiy qoladi. Biroq mustahkam oksid plyonka tufayli qo'yma eriganda buzilmaydi, suyuq metall plyonka ichida saqlanadi. Bu esa I_{cheg} ning keng chegaralarda o'zgarishiga olib keladi. Rux va qo'rg'oshinning solishtirma qarshiligi katta, shuning uchun ulardan tayyorlangan eruvchan qo'ymalar katta kesimga ega. Bunday qo'ymalarni saqlagichlarda to'ldirgichsiz ishlatish mumkin. Rux va qo'rg'oshindan qilingan qo'y mali saqlagichlar o'ta yuklanishda katta tutib turish vaqtiga ega.

Mis va kumush kichik solishtirma qarshilikka ega bo'lib, ko'ymaning kesimi katta emas, bu ularning tez ishlab ketishini ta'minlaydi. Bunday qo'ymalar eriydigan metallning hajmini kamaytirish muhim bo'lgan to'ldirgichli saqlagichlarda qo'llaniladi. Ishlatish jarayonida oksidlanishni kamaytirish uchun, odatda, ustiga qalay suvi yuritilgan mis qo'ymalar qo'llaniladi. Kumush qo'ymalar oksidlanmaydi va ularning xarakteristikalari turg'un, lekin qimmat bo'lganligi uchun, bunday qo'ymalar faqat ayrim muhim hollardagina qo'llaniladi. Misning erish harorati 1080°S bo'lgani uchun chegara toklarida saqlagichning hamma elementlarining harorati ancha katta bo'ladi. YUqori haroratlar hosil bo'lishiga yo'l qo'ymasdan saqlagichning tez ishlab ketishini ta'minlash uchun metallurgiya effekti deb ataladigan usuldan foydalaniladi. Bu oson eriydigan suyuq metallda qiyin eriydigan metallni eritish hodisasidir. Agar, masalan, diametri 0,25 mm li mis simga erish harorati 182°S bo'lgan qalay-qo'rg'oshin qotishmadan tayyorlangan sharchalar kavsharlansa, bu holda sim harorati 650°S ga etganda u 4 minut ichida eriydi, 350°S da esa 40 minut ichida eriydi. Xuddi shu sim erituvchisiz 1000°S dan past bo'lmagan haroratda eriydi. Odatda, mis va kumush qo'ymalarida metallurgiya effektni xosil qilish uchun ancha turg'un xossalarga ega bo'lgan toza qalay qo'llaniladi. Normal ish rejimida qalayli sharcha saqlagich ishiga ta'sir atmaydi.

Quyida erigandan so'ng elektr yoy hosil bo'lib, uni mumkin qadar tez o'chirish lozim. Saqlagichlarda yoyni so'ndirish uchun tor tirqish, gazlarning yuqori bosimi, puflash effektidan foydalaniladi. Hech qanday shikastlanish yoki deformatsiya sodir bo'lmasdan saqlagich uzishi mumkin bo'lgan eng katta tok uzishning chegara, toki deb yuritiladi.

Elektr qurilmalarda eng keng tarqalgan saqlagichlarning konstruksiyalarini ko'rib chiqamiz. 7.1.14-rasm.



7.1.14-rasm. Elektr qurilmalarda eng keng qo'llaniladigan saqlagichlar

E-27 rezkali saqlagichlarni 6,3; 10; 16; 20 i 25 A tok kuchlariga xisoblangan eruvchan saqlagichli 380V gacha kuchlanishga mo'ljallab tayyorlanadi.

- rezkali saqlagichlardan asosan yoritish tarmoqlarida o'ta yuklanish va qisqa tutashuv toklaridan himoya qilish maqsadlarida foydalaniladi. (a) (b)
- PNP (to'ldiriluvchi ochilmaydigan) saqlagichlar 500 V gacha kuchlanish va 6,3 dan 63 A gacha toklarga mo'ljallab tayyorlanadi. (v)
- PN-2 (to'ldiriluvchi ochiluvchi) saqlagichlar 500 V gacha kuchlanish va 6,3 dan 63 A gacha toklarga mo'ljallab tayyorlanadi. (g)

Eruvchan saqlagichlar zanjirning qismlarini o'ta yuklanish va qisqa tutashuv toklaridan himoya qilib, bir martali va eruvchan qismi alishtiriladiganlarga ajratiladi. 1 kV gacha kuchlanishga mo'ljallangan saqlagichlar xam bor. [1,3]

Nazorat savollari

1. Boshqaruv apparatlari asosan qanday elementlarni o'z tarkibiga oladi?
2. Magnitli ishga tushirgichning asosiy elementlarini sanab bering?
3. Kontaktorlar qanday maqsadlar uchun xizmat qiladi?
4. Vaqt relelarining qanday turlari bo'ladi?
5. Xolat (chegaralivchi) datchiklariga misollar keltiring?
6. Rubilniklarga ta'rif bering?
7. Qayta ulagichlarga ta'rif bering?
8. Avtomatik uzgichlarida yoy so'ndirishning vazifasi nima?
9. Issiqlik relesi qanday ishlaydi?
10. Eruvchan quyma-saqlagichning asosiy elementi qanday materiallardan tayyorlanadi?

VII bob.

7.2. Mikroprotessorli elektr yuritmalar.

Reja:

7.2.1. Mikroprotessorlar va ularning vazifalari.

7.2.2. Mikroprotessorlarning struktura sxemasi va funksiyalari.

7.2.1. Mikroprotessorlar va ularning vazifalari.

Har qanday qattiq tuzilishli qurilmalarni va tizimlarni mikroprotessorli (MP) boshqarishga almashtirish quyidagi afzalliklarni beradi:

MP — tizim egiluvchanlik xususiyatiga ega. MP tizimning ishi mantiqiy eHM xotirasida saqlanayotgan dastur bilan aniqlanadi. Bu tizim tavsifini faqat dasturni o'zgartirish hisobiga sezilarli darajada o'zgartirish imkonini beradi.

MP asosida qurilgan tizimlar anchagina arzon turadi. Bitta protessor odatda 75—200 ga yaqin kichik va o'rta darajada integrallovchi integral sxemalarning o'rnini bosadi. Buning natijasida ulanish soni keskin kamayadi.

YUqorida ko'rsatilgan afzalliklar MP tizimlarini keng ko'lamda qo'llanishiga asos bo'ladi va 5—10 yil mobaynida elektr yuritma tizimlarining 85—90% ini MP tizim orqali boshqarishga o'tish imkonini beradi.

Elektr yuritma ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning quyi darajasiga mansub. Hozirda elektr yuritmalarni boshqarishda asosan bo'y-

sunuvchan rostlash tizimida muayyan darajada sozlangan analog rostlagichlar qo'llanilmoqda.

Raqamli tizimlar analog tizimlardan o'zining aniqligi va uni amalga oshirish imkoniyatlari, tashqi muhit ta'siridan saqlanishi, kuchlanishlarning o'zgarishiga moyil emasligi bilan ajralib turadi.

Ammo raqamli tizimlarda axborotlarni qayta ishlash ketma-ket amalga oshirilishi tufayli, ularning tezkorligi analog tizimga nisbatan birmuncha past bo'ladi.

Elektr yuritma boshqarish tizimini tubdan yaxshilash yuqorida keltirilgan xususiyatlarni hisobga olgan holda hamda boshqarish nazariyasining zamonaviy usullaridan adaptiv boshqarish, optimallashtirish, dasturli boshqarishdan samarali foydalangan holdagina amalga oshirish mumkin.

Elektr yuritmalarni MP boshqarish tizimlarining funktsional vazifalarini quyidagicha ta'riflash mumkin:

- kuchli statik o'zgartgichlarni boshqarish impulslarini shakllantirish;
- proportsional (P), proportsional-integrallovchi (PI) va proportsional-integro-differentsiallovchi (PID) boshqarish algoritmlarini amalga oshirish;
- ko'paytirish, bo'lish, kvadrat ildiz chiqarish kabi chiziqsiz funksiyalarni bajarish;
- optimal, adaptiv kabi samarali usulda boshqarish.

Kelgusi vazifalar rele-kontaktorli boshqarish turlarini mantiqiy boshqarishga o'tkazish bilan bog'liq.

An'anaviy ravishda elektr yuritmalarning bunday qurilmalari rele-kontaktorli yoki diskret elementlarda tuzilar edi. Har bir dastgoh yoki mashina uchun o'zining boshqarish tizimi yaratilgan edi. Mexanizm va uning bo'laklarining holati, boshqarish pultidagi indikator lampalariga qarab aniqlangan. Bunda turli relelardan, mantiqiy qismlardan foydalanilgan bo'lib, ishlatish jarayonida tuzatish kiritish, tahlil etish ancha qiyin kechar edi.

Bu esa jihozlarning samaradorligi va ishonchligini pasaytirar edi. MP — boshqarish an'anaviy tizimlaridagi yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklarni bartaraf

etish imkonini beradi. SHuning uchun MP boshqarishning vazifalari quyidagilardan iborat.

- parallel tushayotgan axborotlarni qabul qilish va ijrochi elementlarga tarqatish;
- mashina ishlash algoritmiga muvofiq axborotlarni real vaqt masshtabda qayta ishlash;
- ijrochi elementlarga boshqarish signallarini berish;
- qurilma holatini tashhis etish;
- boshqarish tizimini tashhis etish;
- sozlash rejimini ta'minlash. [1,3,13]

7.2.2. Mikroprotsektorlarning struktura sxemasi va funksiyalari.

Mikroprotsektorli boshqarish dvigatel, rostlagich, rostlanuvchi ta'minot manbayi, kuchli o'zgartgich, uzatish qurilmalari moduli darajasida qo'llanilishi mumkin.

Bunda MPdan modul darajasida boshqarishning mantiqiy va hisoblash masalalarini echishda foydalaniladi. Ular tizimga birlashtirilganda umumiy hisoblash qurilmasi orqali boshqariladigan MP — tarmog'i hosil bo'ladi.

Masalaning bir qismi qattiq mantiqiy qurilma yordamida echilishi mumkin. Elektr yuritmani MP — boshqarish tuzilishi turli ko'rinishlarga ega bo'lishi mumkin. 8.1- rasmda MP boshqarishli elektr yuritmaning tipik tizimi keltirilgan.

MP — elektr yuritma tuzilishi quyidagi blok va qurilmalardan iborat:

- 1 yuqori ierarxiyali eHM yoki operator bilan aloqa qurilmasi (AQ).
- 2 apparat vositalari (AV) va dasturiy ta'minot (DT)dan iborat bo'lgan boshqaruvchi hisoblash qurilmasi (BHQ). Apparat vositalari — bu qat'iy kommutatsiya amalga oshirilgan avtomatdan iborat, maxsus dasturlardan foydalanish hisobiga o'ziga xos qo'llanishga ega bo'lgan funksional qism hisoblanadi. Boshqarish tizimida BHQ eHM dan AQ orqali tushayotgan ko'rsatmalar asosida 3—8 tizimdagi qurilmalarda o'rnatilgan xabarchilardan keladigan signallarni va boshqarish signallarini ishlab chiqaradigan markaziy o'rinni egallaydi.

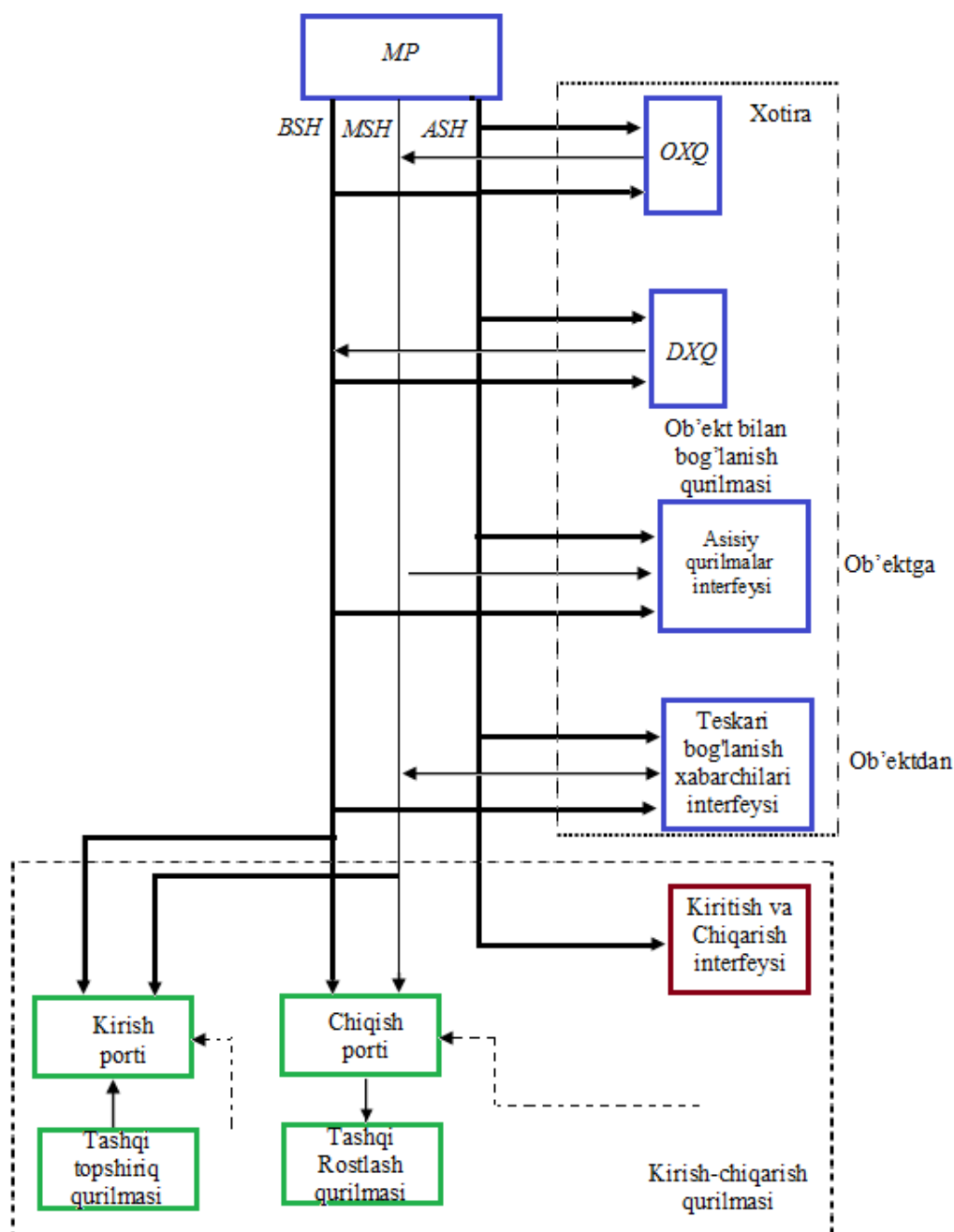
- 3 qat'iy mantiqiy qurilma (QMQ) boshqarish apparatlari ayrim bloklari qat'iy ulangan tizimini tashkil etadi. Bu apparatlar eHM ishdan chiqqanda jarayonni mustaqil ravishda boshqarishga xizmat qiladi. Ko'p hollarda bu bloklar yoki ularning qismlari agar tizimdan yuqori tezkorlik talab etilsa, avtomatik ishlash rejimida ishtirok etadi. QMQning chiqish signallari ta'minot manbayi (TM) va kuchli o'zgartgich (KO') kirishlariga beriladi.
- 4 boshqariladigan kuchli ta'minot manbayi (TM). CHastotali boshqariladigan elektr yuritmalar uchun TM sifatida tiristorli yoki tranzistorli boshqariladigan o'zgartgich qo'llanadi. Kenglik impuls o'zgartgichi (KIO') — o'zgarmas tok dvigateli (O'TD) tizimida yoki ventilli yuritmada TM odatda boshqarilmaydigan to'g'rilagich sifatida amalga oshiriladi. Boshqariladigan to'g'rilagich — dvigatel tizimida TM va KO' funksiyalariga ko'ra birlashtiriladi.

Mikroprotessorli tizim arxitekturasi - Hisoblash funksiyalarini MP dan tashqari xotira va kiritish-chiqarish qurilmalari mavjud bo'lgandagina amalga oshirish mumkin. Bu qurilmalar MP ga nisbatan tashqi qurilmalar bo'lib, u bilan birgalikda mikroprotessor tizimini tashkil etadi (7.2.1- rasm).

Mikroprotessor tizimlarida xotiraning roli turlicha bo'ladi. SHunga muvofiq ayrim xotira bloklarini amalga oshirish ham turlicha bo'ladi.

Doimiy xotira qurilmalari (DXQ). DXQda saqlanadigan axborot, ya'ni buyruqlar yoki ma'lumotlar to'plami, qurilma o'chirilganda ham saqlanib qoladi. Bunday xotira energiyaga bog'liq bo'lmagan xotira deb ataladi. DXQ fizik jihatdan magnit lentasida, magnit diskda va maxsus integral mikrosxemalarda (IMS) amalga oshirilishi mumkin. IMS ko'rinishidagi DXQ lar keng ko'lamda mikro kontrollerda qo'llanilmoqda. DXQ ning har bir mikrosxemasida 16 kV gacha axborot hajmi joylashtirilishi mumkin. DXQ da odatda ish dasturlarining asosiy, o'zgarmaydigan qismi joylashtiriladi. Bundan tashqari operator pulti bilan bog'lanishni, sozlash rejimlarini ta'minlaydigan, o'z-o'zini nazorat qiladigan maxsus xizmat dasturlari joylashtiriladi.

Mikrosxemali DXQ ning uchta asosiy turi bo'lib, ular dasturlash xarakteri bilan bir-biridan farq qiladi.



7.2.1- rasm. MP tizimining tuzilish sxemasi.

Massali dasturlangan DXQ da dasturni mikrosxemani ishlab chiqarish jarayonida yozish amalga oshiriladi. Bunday DXQ lar odatda katta hajmdagi nusxada chiqariladigan buyumlarda ishlatiladi.

Bir marta dasturlab foydalanuvchi DXQ larda ichki ulanishlar eruvchan materiallardan tayyorlanadi. Bu ulanishlarning ma'lum manzillar bo'yicha joylashgan qismi DXQ ni dasturlayotgan paytda maqsadga yo'naltirilgan

ravishda o'zgartirilishi mumkin. Bu foydalanuvchiga axborotni saqlagan holda DXQ va dasturlash imkonini beradi.

Uchinchi turi — qayta dasturlanadigan DXQ (QDXQ) bo'lib, unda axborotni bir necha marta yozib-o'chirish mumkin.

Barcha turdagi DXQ ning IMS ni dasturlash odatda MP tizimidan tashqarida dasturlovchi deb nomlanadigan maxsus qurilmalarda amalga oshiriladi.

Operativ xotira qurilmasi OXQ — bu energiyaga bog'liq bo'lgan xotira bo'lib, u yozish — o'qish operatsiyasini yuqori tezlikda amalga oshiradi. OXQ yacheykalariga kirish to'g'ridan-to'g'ri amalga oshiriladi, ya'ni xotira yacheykalaridan ketma-ket o'tish zaruriyati yo'q. Birorta yacheykadan axborot olish uchun mazkur yacheyka manzilini manzil shinasida (MSH) ko'rsatish etarli bo'ladi.

Mikro kontrollerda foydalaniladigan OXQ, EHM, OHQ sidan kichik xotira hajmiga egaligi bilan farq qiladi. Bu xotira axborotni vaqtinchalik saqlash, kelib tushish xotirasini tashkil etish, dasturni o'zgaradigan qismini, operator kiritadigan parametrlarini saqlash va shu kabi ishlarga mo'ljallangan.

Kiritish-chiqarish qurilmasi. Kiritish qurilmasi tashqi manbalardan axborot qabul qilib, uni MP ga, yoki MP ning tashqi xotirasiga uzatish uchun mo'ljallangan. Bu qurilma yordamida foydalanuvchi mikroprotessor tizimiga birlamchi ma'lumotlarni va dasturlarni yuklaydi. Kiritish qurilmalariga klaviatura, teletayp, yozuv mashinalari, boshqarish pultlari kiradi. Perfolentadan kiritish qurilmalari keng qo'llaniladi. Uning yordamida axborot xotiraga joylanadi va kiritilayotgan axborot displey orqali nazorat qilinadi.

Chiqarish qurilmasi axborotni kod ko'rinishiga aylantiradi, bu shakl foydalanuvchi uchun qulay ko'rinishga ega. Kiritish-chiqarish bloklari o'zida kiritish-chiqarish portlarini mujassamlashtirgan. Har bir port kirish yoki chiqish chiziqlariga ega. Portga murojaat qilinganda ma'lumotlar shu chiziqlar orqali kelib tushadi. Kiritish porti orqali ma'lumotlar, ma'lumotlar shinasiga (MSH) va undan keyin MP ga keladi. Chiqarish porti orqali MP da bajarilgan operatsiyalar natijasi MP tizimiga chiqariladi.

Mikroprotessor tizimida ayrim bloklarning o'zaro bog'lanishi maxsus tutashish qurilmalarini ulash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Bu qurilmalar tashqi (periferiya) qurilmalarni MP bilan muvofiqlashtirganda alohida ahamiyatga ega. Bu holda oraliq bloklarning mavjudligi turli element bazasiga ega bo'lgan qurilmalarning birligini ta'minlaydi. SHuni e'tirof etish kerakki, MP va tashqi qurilmalar orasida axborot ayirboshlash MP xotirasida saqlanayotgan ma'lum dastur asosida amalga oshirilishi kerak. Bunday oraliq qurilmalar interfeys deyiladi. SHunday qilib, interfeys MP ni tashqi qurilmalar bilan bog'lanishini ta'minlovchi apparat va dastur vositalarining yig'indisidan iborat. Interfeyslarni ulash ayrim komponentlardan butun tizim olish imkonini beradi.

Axborot almashish turiga qarab ketma-ket va parallel interfeyslar qo'llaniladi. Parallel interfeys eng oddiy va tezkor hisoblanadi. Parallel interfeyslarni qo'llash MP va tashqi qurilmalar orasidagi masofa bilan chegaralanadi. Kabelning uzunligi 1—2 m bo'lganda, uning hajmi axborot almashish tezligiga sezilarli ta'sir qiladi. Maxsus shakllantiruvchilar qo'llanishi ulanadigan kabel uzunligini 15—20 m gacha etkazish imkonini beradi.

Axborotni ketma-ket almashish kabel uzunligiga ta'sir qilmaydi. Biroq tezlikning past bo'lishi va ma'lumotlarni ketma-ket o'tkazish parallel interfeyslarga nisbatan katta ishonchlilikka ega. [1,13]

Nazorat savollari

1. Mikroprotessorli boshqariluvchi elektr yuritmalarning afzalliklari nimalardan iborat?
2. Elektr yuritmalarning MP boshqarish tizimining vazifalari nimalardan iborat?
3. Mikroprotessorli boshqariluvchi elektr yuritmaning funksional sxemasini chizib tushuntirib bering.
4. MPLi elektr yuritmada axborot o'tishini tushuntirib bering.
5. Operativ xotira qurilmasining vazifasi nimalardan iborat?
6. Kiritish-chiqarish qurilmasining vazifasi nimalardan iborat?
7. MPLi elektr yuritmada tok va tezlik rostlagichlari qanday vazifani bajaradi?

VII bob.

7.3. Nasos agregatlari elektr yuritmasi va ularni boshqarish

Reja:

7.3.1. Suv chiqarish uskunalari elektr yuritmasi quvvati va turlarini tanlash.

7.3.2. Nasos uskunalari elektr yuritmasi va ularni avtomatik boshqarish.

7.3.3. Drenaj quduqlari nasos stansiyalari. Ularning elektr yuritmalari.

7.3.1. Suv chiqarish uskunalari elektr yuritmasi quvvati va turlarini tanlash.

Nasos stansiyalari toifalari. Meliorativ nasos stansiyalari ishonchlilik ko'rsatkichlari bo'yicha quyidagi uchta toifaga ajratiladi:

I toifa – to'xtab qolishi insonlar xayotiga yoki halq ho'jaligiga ratta zarar keltirishi mumkin bo'lgan nasos stansiyalari kiradi.

II toifa – I-toifaga kirmagan, avariya xolatida cuvni tashlab yubora olmaydigan ko'p pog'onali kaskadlarning nasos stansiyalari, ikki sutkadan ko'p bo'lmagan muddatga sug'orishni to'xtatib bo'lmaydigan nasos stansiyalari, nam qochiruvchi (qurituvchi) nasos stansiyalari kiradi.

III-toifa - I va II-toifalarga kirmagan, ikki sutkadan ko'proq muddatga to'xtatish mumkin bo'lgan nasos stansiyalari kiradi.

Respublikamizning sug'oriladigan erlarining aksari yuqori quvvatli nasos stansiyalari yordamida cuv bilan ta'minlanadi. Bunday nasos stansiyalari respublikamizning barcha hududlaruda qurilgan bo'lib, ular yordamid asugoriladigan maydonlar umumiy dehqonchilikda foydalanilayotgan maydonlarning kattagina qismini tashkil etadi. 7.3.1-rasm.



7.3.1-rasm. Jizzax bosh nasos stansiyasining ko'rinishi va asosiy jihozlari.

Suv-ta'minlash qurilmasining rusumi va quvvatini tanlash.

Respublikamizda sugoriladigan maydonlarning suv taminlai tizimi asosan quyidagi inshootlarni o'z ichiga oladi:

- ❖ Tabiiy va sun'iy suv omborlari;
- ❖ Magistral kanallar;
- ❖ Nasos stantsiyalari;
- ❖ Ho'jaliklararo kanallar;
- ❖ Ichki ho'jalik kanallari/

Suv ko'tarishga mo'ljallangan nasos stantsiyalari yuqori quvvatli, o'rta quvvatli va kichik quvvatli nasos stantsiyalariga ajratiladi. 7.3.2-rasm.



7.3.2-rasm. Yuqori quvvatli, o'rta quvvatli va kichik quvvatli nasos stantsiyalari.

Agrar soxaga zamonaviy texnologiyalarning keng miq'yosda joriy etilishi, xususan kichik quvvatli nasos agregatlarining fermer xo'jaliklari tomonidan ko'plab qollanikishi bu boradagi texnik vositalarni to'g'ri tanlash, samarali ekspluatatsiya qilish bo'yicha qator me'yoriy xujjatlarni takomillashtirishni taqozo etadi. Ayniqsa, maishiy soxa uchun mo'ljallangan elektr jihozlar bunda aloxida ahamiyat kasb etadi. Quyida shinda elektr jihozlarning namunalari keltirilgan. 7.3.3-rasm.

Mexaniklashtirilgan chorvachilik xo'jaliklari uchun zamonaviy suv ta'minoti tizimlari yuqori darajada avtomatlashtirilgan. Su nasos stantsiyalari va avtotransport vositalarining avtotransport vositalarini avtomatizatsiyalashda fermer xo'jaliklarida iste'molchiga bevosita ishtirokisiz zarur miqdorda bepul suv berish.



7.3.3 – rasm.Maishiy soxa uchun mo'ljallangan elektr nasoslar.

Elektr nasos tizimining turlari va quvvatini tanlash va ularning sonini tanlash uchun mahalliy sharoitga asoslanib, suv ta'minoti sxemasini hal qilish zarur.

Nasoslar yuritgichlarining quvvatlari quyidagicha hisoblanadi:

$$P = \frac{K \cdot Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{3600 \cdot \eta_h \cdot \eta_y} \cdot 10^{-3} \text{ kVt} \quad (7.3.1)$$

bu erda: Q - nasosning unumdorligi m^3/s .

H - nasosning z'yeriqmasi m

K - zaxira koeffitsienti - ($Q \leq 160 \text{m}^3/\text{s}$ b'ylsa $K=1,2 \div 1,3$ va $Q > 160 \text{m}^3/\text{s}$ bo'lsa $K=1,1 \div 1,15$ olinadi).

ρ - kon suvining zichligi kg/m^3

g - $9,81 \text{ m}/\text{sek}^2$ – erkin tushish tezlanishi

η_h - nasosning f.i.k.

η_y - uzatmaning f.i.k.

Chorvachilik xo'jaliklariga suv yetkazib berish, asosan, suv bosimi qozonlari yoki suv saqlagichi orqali amalga oshiriladi, bu esa asenkron elektr

motorlaridan markazlashtirilgan nasoslarni ishlatish bilan amalga oshiriladi. Suyuq nasoslar uchun dvigatel quvvati P (kW) formula bilan hisoblab chiqish mumkin

$$P = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{102 \cdot \eta_H \cdot \eta_n} \quad (7.3.2)$$

Bu erda: Q–nasosning suv tortish unumi, m³/s: H– nasosning suv tortish balandligining umumiy xisobi, m: bu ko'rsatkichga cuv tortish balandligi, quvurlardagi cuv so'rish va ,undagi yo'qitishlar kiradi. γ - suyuqlikning zichligi, , kg/m³ (cuv uchun) $\gamma=1000$ kg/m³): η_N - η_p – moa ravishda nasosning va cuv uzatishning FIKlari.

Ma'lumki, zamonaviy sug'orish tizimlarini tashkil qilish ikki asosiy sohalarda amalga oshirilmoqda. Yangi joylarda sug'orish –tizimlarini qurish mashina kanallari, avtomatlashgan nasos stantsiyalari hamda ularning tarqatish kanalidan iborat bo'lib, asosan yopiq quvur tarmog'i orqali xo'jaliklar uchun suv beradi.

Nasos stantsiyalarida o'rnatilgan haydovchi nasoslar asynchron va synchron kuchlanishga mo'ljallangan 'lekt dvigatellar tomonidan 0,38 kV va 6...10 kV kuchlanishlarda amalga oshiriladi.

Kurtilayotgan xududdagi drenaj nasoslarga suv berishni xisoblashda boshkariluvchi sigimlarni etiborga olgan xolda suvni chikarish grafigining maksimal ordinatasi buyicha olib boriladi.

Suvning xisoblangan satxi. Suvning xisoblangan maksimal satxi deb kuyidagilarni kabul kilish mumkin:

- ◆ Kanallardan suv olishda – nasos stansiyaning oxirgi agregatini ulaganda (uzganda) musbat tulkinlarni paydo bulishi, shamol xosil kilgan tulkinlarni xisobga olgan suv satxi.;
- ◆ Suv omborlari va daryolardan suv olishda – 9 jadval asosida.

7.3.1-jadval

Xisoblangan satx	Nasos stansiyalari ishonchlilik toifalariga boglik xolda xisoblangan maksimal va minimal suv satxining ta'minlanganligi, %		
	I	II	III

Maksimal	1	3	5
Minimal – vodozabor ta'minlanganlik sharoitiga kura	97	95	90

Nasos agregatlarini tanlash. Ishchi mashina va mexanizmlar uchun mos keluvchi elektr yuritmani tanlash bir necha omillar asosida amalga oshiriladi.

Eng avval ishchi mashina yoki mexanizm bajaradigan texnologik jarayondan kelib chiqib, qo'yiladigan talablarga ko'ra va bu talablarga mos keladigan elektromexanik xususiyatlari bo'yicha elektr yuritgichning turi tanlanadi.

Keyin hosil qilinadigan yuklama bo'yicha uning quvvati hisoblanadi va tezlikni hisobga olgan holda rusumi tanlanadi. So'ngra elektr yuritmani ishga tushirish, tezlikni rostdash, to'xtatish usullari va uni boshqarish usulini tanlash masalalari hal qilinadi. Bulardan elektr yuritgichning quvvatini hisoblash ma'suliyatli vazifalardan biri hisoblanadi.

Elektr yuritgichlarning keragidan ortiq quvvatli tanlansa, kapital xarajatlarning oshishiga, F.I.K va quvvat koeffitsientlarining kamayishi hisobiga elektr energiyasining isroflanishiga olib keladi.

Aksincha, kam quvvatli tanlansa, elektr yuritgichning zo'riqib ishlashiga, unumdorlikning pasayishiga va amal qilish muddatining kamayishiga olib keladi.

SHu sababli, elektr yuritgichning quvvati ishchi mashina va mexanizmning yuklamasiga va ishlash rejimiga qat'iy asoslangan holda tanlanishi lozim.

Ma'lumki, elektr yuritgichlarda elektr energiya mexanik energiyaga aylanayotganda uning bir qismi issiqlik ajralib chiqishiga sarf bo'ladi. Bu elektr yuritgichning ba'zi qismlari haroratini atrof muxit xaroratidan oshib ketishiga olib kelishi mumkin. Elektr yuritgich chulg'amlari izolyasiyalari issiqqa chidamsiz hisoblanadi.

Ko'p mashina va mexanizmlar o'zgaradigan yuklama bilan ishlaydi va shu bilan birga qisqa muddatli zo'riqishlar bo'lishi mumkin. Bunda, tok va momentlar miqdori nominaldan oshib ketadi. Elektr yuritgichning maksimal momenti bunday zo'riqishlarni engish uchun etarli bo'lishi lozim.

Xulosa qilib aytganda, elektr yuritgichning quvvati ruxsat etilgan qizish shartlari bo'yicha tanlanishi va zo'riqishga chidamlilik imkoniyati bo'yicha tekshirilishi lozim.

Elektr yuritgichlarning quvvatlarini qizish bo'yicha hisoblash uchun amaliyotda yuklamalarning o'zgarishi va davomiyligiga muvofiq Davlat standarti bo'yicha ular uchun uch xil ish rejimlari qabul qilinadi. [1,3]

Uzoq muddatli ish rejimi. Bunda, elektr yuritgichning ishlash vaqti uning harorati barqarorlashgan miqdoriga tenglashadi

Nasos agregatlarini rusumi va sonini variantlarni texnik-iktisodiy takkoslash asosida suv berish grafigini eng anik ta'minlaganlik sharoitidan kelib chikib tanlanadi.

Nasos stansiyalarida nasos agregatlarini odatda quyidagi suv berish xajmlariga ko'ra tanlanadi, m³/s:

1 m ³ /s gacha2-4 dona
1-5 m ³ /s gacha	3-5 dona
5-30 m ³ /s gacha.	4-6 dona
30 m ³ /s dan ortganda.	5-9 dona

Bitta binoda turlicha bosimga ega bulgan bir necha nasoslar guruxi o'rnatilganda xamda uzlashtirilgan jixozlar mavjud bulmagan xollarda agregatlar sonini kupaytirish mumkin.

Agar nasos stansiyalari bir sutkagacha nasoslarni tuxtatib turish imkonini beruvchi boshkariladigan sigimli ochik suv xavzalariga suv berayotgan bulsa agregatlar soni kamaytirilishi mumkin.

Tegishli tarzda texnik-iktisodiy asoslangan xolda turli rusumli nasos jixozlari kullanilishi mumkin.

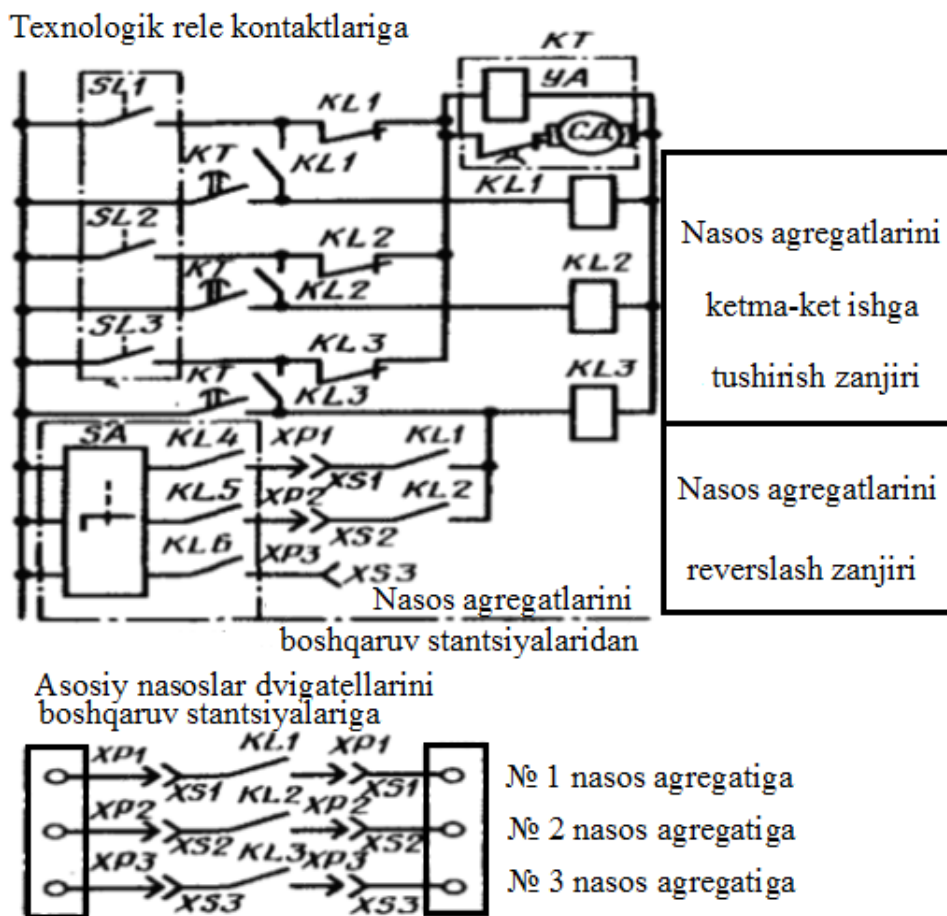
1 m³/s gacha suv chikaruvchi kurituvchi nasos stansiyalarida boshkariladigan sigimlar mavjud bulganda ikkita bir xil rusumli nasos urnatish kerak; boshkariladigan sigimlar mavjud bulmaganda esa asosiy nasoslar sonini ortirish kerak, yoki suv berish nisbatlari 1:2 va 1:3 bulgan turli rusumli jixozlarni urnatish kerak. Ta'mirlash yoki jixozlarni almashtirish vaktida tarmokdan uzib kuyiladigan 400 l/s gacha suv chikarish unumdorligiga ega bulgan nasos stansiyalarida bita agregat urnatishga ruxsat beriladi.

1-5m³/s gacha suv chikaruvchi kurituvchi nasos stansiyalarida boshkariladigan sig'imlar mavjud bulganda, 3 tadan kam bulmagan, 5 m³/s yukori bulganda 4 tadan kam bulmagan bir rusumli nasoslar urnatiladi. Boshkariladigan sigimlar mavjud bulmaganda esa suv berish nisbatlari 1:1:2, 1:2:2, 1:1:4, 1:1:3, 1:1:2:2 yoki 1:1:3:3 bulgan turli rusumli jixozlarni urnatish mumkin

Kurituvchi nasos stansiyalarini kuyi befdagi suv satxiga boglik xolda avtomatik ishga tushadigan kilib loyixalash kerak. [1,3]

7.3.2. Nasos uskunalari elektr yuritmasi va ularni avtomatik boshqarish.

Nasos uskunalarining elektr yuritmalari asosan o'zgaruvchan uch fazali tizimga moslashgan bo'lib, zamonaviy elektr yuritmalar chastota o'zgarishi orqali boshqarilishni nazarda tutadi. Bir xil tipdagi nasos uskunalarini avtomatik boshqaruv sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan. 7.3.4-rasm.



7.3.4-rasm. Bir xil tipdagi nasos uskunalarini avtomatik boshqaruv sxemasi.

7.3.3. Drenaj quduqlari nasos stansiyalari. Ularning elektr yuritmalari.

Drenaj tizimi va uning tashkil etuvchilari. Drenaj tizimi-filtrlangan va grunt suvlarini yig'ish va chiqarib tashlashga mo'ljallangan injener-texnik inshoot. Drenaj tizimi — uchastka yoki inshootning butun perimetri bo'yicha tarmoqlangan struktura va xududni ortiqcha namlikdan saqlashga mo'ljallangan bir-biri bilan bog'langan trubalar va drenaj quduqlardir.

Drenaj tizimi yordamida tuproqning suv balansini boshqarish masalalari xal qilinadi, inshootlar va o'simliklar uchun maqbul sharoitlar yaratiladi.

1.1. **Drenaj trubalar (drenlar)** - drenaj tizimning asosiy elementi. O'tgan asrning 90 yillarigacha drenaj trubalar asosan keramik yoki asbestli bo'lgan. Bunday trubalarni yotqizish texnologiyalari va sharoitlari murakkab bo'lib va uzoq muddat talab qilgan.

Hozirda drenaj trubalar oldindan filtrlash (vaqat suvni o'tkazadi) xususiyatiga ega bo'lgan polimer va kompozit materiallardan tayyorlanmoqda. Barcha joylarda perforatsiyali va gofra trubalardan foydalanilmoqda.

Drenaj quduqlar – trubalarning qayrilish joylarida joylashgan bo'lib, tushayotgan suvlarga yo'nalish berish va qisaman suv yig'ish vazifasini bajaradi. Bundan tashqari ular yordamida drenaj trubalar tozalab turiladi.

Drenaj nasoslar – drenaj tizimida yig'ilgan suv tabiiy tarzda chiqib ketish imkoni bo'lmagan xollarda suvlarni chiqarib yuborish uchun qo'llaniladi. Bunday nasoslar drenaj quduqlarda o'rnatilib, suv ostida ishlashga mo'ljallangan, ularning elektr qismi suv o'tkazmaydi va ishochli izolyasiyalangan. Ushbu nasoslarning modellari ish unumdorligi (suvni surib chiqarib tashlash, m^3/s) bo'yicha farqlanadi. Bunda yana bir muxim xolat, nasosning chiqarish patrubkasi diametri xisoblanadi. Ushbu diametr qancha katta bo'lsa, nasos o'tkazib yuboradigan qattiq zarralarning maksimal o'lchamlari shuncha katta bo'ladi.

Drenaj tizimi tuzilmasi - Drenaj tizimi tuzilmasi tadqiqotlar o'tkazilib, ishchi xujjatlar tuzilib, drenaj tizimining maqbul varianti tanlangach boshlanadi. Ushbu tanlov muxandis-geologik va landshaft sharoitlari murakkablik darajasiga, qurilish ishlari tarkibi va qurilayotgan inshootlarning qay maqsadlarga mo'ljallanganligiga bog'liq bo'ladi. Bunda ayniqsa qurilayotgan

drenaj tizimning texnologik xarakteristikalarini bo‘lmish – montajning qulayligi, drenlarning ravonligi va maqbul diametrlari kabi ko‘rsatkichlar muxim xisoblanadi.

Bundan tashqari yordamchi operatsiyalarning sermehnatligi (ko‘tarish texnikalaridan foydalanish darajasi, suv yig‘ish va kuzatish quduqlar tizimining o‘ziga xosligi, fraksiyalangan qoplam (to‘kma)larning mavjudligi yoki yo‘qligi) xisobga olinadi.

Drenaj tizimi trubalari drenaj quduqlari tomon qiyalikda yotqizilib, quritilayotgan xududdan barcha namlik bir tomonga xarakatlanishi ta‘minlanadi. Bunda qiyaliklarning bir tekis taqsimlanishi katta ahamiyatga ega. Ayniqsa bunday tekis taqsimlanish loyqa, botqoqliklarda juda muxim. Drenaj tizimi trubalari orsidagi masofa tuprokning suv utkazuvchanligiga, yogingarchiliklar intensivligiga va tuproqni kuritish talablariga bog‘liq. (odatda 5-12 metr)

Drenaj nasoslar. Drenaj nasoslarni kullanish soxalari.

Bunday jixozlar kuyidagi xollarda juda muxim xisoblanadi:

- ◆ Turli texnogen xolatlar, suv toshkinlarida suvlarni tashkariga chikarib tashlashda;
- ◆ Bino va inshrootlar ertulalarida suv yigilib kolganda;
- ◆ Grunt suvlar satxi xaddan ziyod kutarilib ketganda;
- ◆ Sun‘iy suv xavzalarini tozalashda;
- ◆ Uzoq muddatli yogingarchiliklarda;
- ◆ Dekorativ fontanlarning suv ta‘minotida;
- ◆ YAshil maysalarni tomchilatib sugorishda.

Drenaj nasoslarning turlari. Drenaj nasoslarning ikki turi mavjud:

1. **chuktiriluvchi nasoslar** — ishga tushirishdan oldin ularni suv ostiga tushiriladi (vibratsiyali chuktiriluvchi nasoslar va markazdan kochma chuktiriluvchi nasoslar buladi); 7.3.5-rasm.
2. **er yuzida ishlovchi nasoslar** – ularda fakat shlanglar suvga tushiriladi.

Chuktiriluvchi nasoslarning uziga xos tomonlari.



- 1 - Quduq nasosi
- 2 - Boshqarish fsbobi
- 3- Suzuvchi so'rish filtri
- 4 - Hidroakkumulyator
- 5 - Qayta yuviluvchi filtr

7.3.5-rasm. Cho'ktiriluvchi nasos va uning asosiy qismlari.

Afzalliklari:

- ◆ uncha kata bulmagan gabaritli,
- ◆ Nisbatan engil,
- ◆ Maxsus texnik karov utkazmay uzok muddat ishlashga muljallangan,
- ◆ Universal, ya'ni xam toza, xam ifloslangan suvlarni surib chikarishda kullaniladi,
- ◆ YUkori ish unumiga ega (soatiga bir necha un m³),
- ◆ Kurib kolishdan saklovchi pukakli ximoya vositasiga ega,
- ◆ kanalizatsiya va drenaj tizimlarida avtomatik rejimda ishlay oladi.

Kamchiliklari:

- ◆ Kuduklar uchun chuktiriluvchi drenaj nasoslar suvning kuchli bosimini ta'minlay olmaydi – suv maksimal 20 m gacha balanlikka kutarib berilishi mumkin (urtacha suv kutarish kobiliyati 10 m atrofida buladi),
- ◆ Surib olinayotgan suv tozalanmaydi – natijada suvdagi iflosliklar turli tizimlarni tikilishiga olib kelishi mumkin. SHu sababli drenaj nasoslarni suv ta'minoti tizimida kullab bulmaydi.

Er yuzida ishlovchi nasoslarning uziga xos tomonlari. Er yuzida ishlovchi nasoslarning xam afzallik va kamchiliklari mavjud va ular kuyidagilardir:

afzalliklari:

- ◆ Suyuklikni bir necha un metrgacha etkaza oladigan bosimning mavjudligi;

- ◆ Nasosning yukori ishonchliligi;
- ◆ Nasosni doimiy rejimda ishlatish imkoni mavjudligi;

kamchiliklari:

- ◆ Surish balanligining cheklanganligi okibatida chukur kuduklarda (7-9 m dan chukur) foydalanish imkonining yukligi;
- ◆ Ish paytida shovkin chikarishi;
- ◆ Suruvchi magistralni tugri ekspluatatsiya kilish buyicha aloxida tajriba talab etilishi.

Drenaj suvlarini chikarib tashlash uchun nasos stansiyalari. Xar doim xam bino va inshootlarning ertularidan drenaj suvlarni uz okimida chikarib bulmaydi. Bunday xollarda drenaj suvlarini chikarib tashlash uchun nasosnЫe stansiyalaridan foydalaniladi. 7.3.6-rasm.



7.3.6-rasm. Kuduk uchun drenaj nasos urnatish

Drenaj suvlarini chikarib tashlash uchun nasosnЫe stansiyalarini loyixalashda quyidagilarga aaxamiyat berish kerak:

- ◆ Aloxida binolarda joylashtiriladigan nasos stansiyalari ertulalarga urnatiladigan usulga nisbatan iktisodiy jixatdan kimmatrokdir;
- ◆ CHikit suvlar uz okimi bilan chikib ketmaydigan joylarga nasos stansiyalari urnatiladi;

Texnik-iktisodiy asoslashda bita nasos stansiyasi yordamida bir necha inshootlardan suvni surib chikarib yuborish imkoniyatlari kurib chikiladi..

Bunday nasos stansiyalarini joylashtirishda, asosan ularning Ψ ovkini kamrok eshitiladigan xududlar tanlanadi.

Nasos stansiyalari axolii yashash xonalari, bolalar bogchasi, maktablar, shifoxona va shunga uxshash boshka ma'muriy binolardan ajratilgan joylarga urnatiladi..

DSP R seriyali drenaj elektr nasoslari. 7.3.7-rasm.

Kullanish soxasi: DSP R seriyali drenaj elektr nasoslari suv bosgan xonalardan suvni chikarishda, yogin va filtrlangan suvlarni chikarishda, turli basseynlarni tuldurish yoki suvini almashishda, turli attraksionlarda, sugorishning past bosimli tizimlarida foydalaniladi.



7.3.7-rasm. DSP R seriyali drenaj elektr nasoslari. 7.3.7-rasm.

Texnik xarakteristikasi:

- ◆ Kuvvati: 550 Vt
- ◆ Bosim: 7,5 m gacha
- ◆ Ish unumdorligi: 7,5 m³ gacha(125 l/min)

Konstruktiv xarakteristikasi:

- ◆ Vertikal chuktiriluvchi monoblokli;
- ◆ Bosim patrubkasi en kismida joylashgan;
- ◆ Elektronasos korpusi va nasos kamerasi mustaxkam texnopolimerdan tayyorlangan;
- ◆ Surish filtri pastda joylashgan

- ◆ Ishchi gildirak – markazdan kochma, yarim yopik yoki yopik tarda, mustaxkam texnopolimerdan tayyorlangan;
- ◆ Asosiy val zanglamaydigan pulatdan;
- ◆ Pukakli uchirgich bilan butlangan;

Dvigatel:

- ◆ YOpiq konstruksiyali kiska tutashgan rotorli asinxron;
- ◆ Dvigatel surib chikarilayotgan suv bilan sovitiladi;
- ◆ Ximoya darajasi IP 68
- ◆ Izolyasiya sinfi - V
- ◆ Elektronasos korpusiga urnatilgan kondensatorli, bir fazali;
- ◆ Dvigatel chulgamiga joylashtirilib urnatilgan avtomatik kayta ulovchi uta yuklanishdan ximoya;
- ◆ Aylanish chastotasi: 2850 ayl/min
- ◆ Manba kuchlanishi: 220 V, 50 Gs
- ◆ Ish rejimi: uzok muddatli

CHeklovlar:

- ◆ Surib chikarilayotgan suyuklik: toza yoki engil ifloslangan suv yoki zichligi va kimyoviy faolligi buyicha suvga yaqin bulgan boshka suyuklik;
- ◆ rN kursatkichi - 5 – 9
- ◆ mexanik birikmalarning mikdori, 1 kg/mi dan kup emas;
- ◆ zarrachalarning maksimal ulchami, 5 mm katta emas;
- ◆ Surib chikarilayotgan suyuklikning maksimal temperaturasi - +35°S
- ◆ Soatiga maksimal ulanishlar soni: 20 martagacha
- ◆ Kuritishning minimal satxi - 10 mm
- ◆ Kudukning minimal diametri - 300 mm

Drenaj elektr nasoslarini kullanish soxasi

Ushbu agregatlar turli rezervuarlardan suvni surib chikarishda juda kulay xisoblanadi. Ular turli filtratsion suyuqliklarni surib chikarish tizimlari jixozlari uchun juda keraklidir.

Drenaj nasoslar sugorishga yaqin boshka maksadlarda xam kullanilishi mumkin. Boshka gidravlik jixozlardan farkli ularok drenaj nasoslar tarkibida 12 mm gacha ulchamdagi uzun tolali kattik elementlar mavjud bulgan suvlarni surib chikarish xususiyatiga ega.

KNS seriyali kanalizatsiya nasos stansiyasini boshkaruvchi shkaf. Ushbu boshkaruv shkafi turli konfiguratsiyadagi kanalizatsiya nasos stansiyalarini kulda yoki avtomatik tarzda boshkarish uchun muljallangan. 7.3.8-rasm.



7.3.8-rasm. KNS seriyali kanalizatsiya nasos stansiyasini boshkaruvchi shkaf.

Unda "Mitsubishi Electric" firmasining AL2-24MR-A rusumli dasturli kontrolleri urnatilgan bulib, turli drenaj nasos stansiyalarining uziga xos parametrlariga tez moslasha oladi.

Asosiy nasoslar ("soft-starter") yumshok ishga tushirish kurilmasi yordamida ishga tushiriladi. Dasturlangan kontrollerdagi yumshok ishga tushirish kurilmasining kullanilishi va boshkarishning maxsus algoritmlaridan foydalanish kuyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- ◆ elektr va gidrotexnik jixozlarning dinamik ish rejimlarini yumshatish (engillatish);

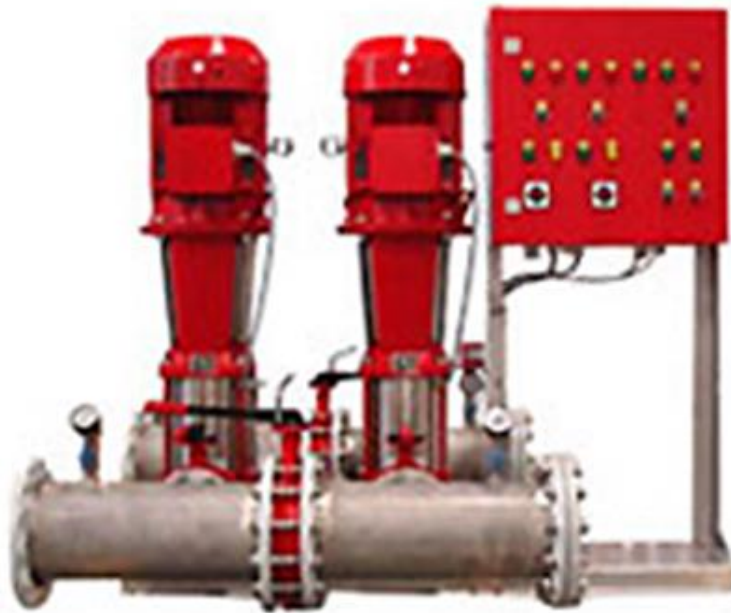
- ◆ ishdan chikkan nasos urniga boshkasini avtomatik tarzda ishga tushirish;
- ◆ gidrotexnik jixozlarni loykaga tulishini oldini olish.

Boshkaruv shkafining maksimal konfiguratsiyasi uz tarkibida quyidagilarga ega bulgan kanalizatsiya nasos stansiyasini boshkarish imkonini beradi:

- ◆ minimal, uchta urtacha, yukori va ruxsat etilgan tulish satxigacha datchikli suv sigimi;
- ◆ sigimdan okimlarni surib chikaruvchi uchtagacha asosiy texnologik nasoslar;
- ◆ okimlarni surib chikaruvchi xar bir nasosning chikishidagi kontakt bosim datchigi;
- ◆ gidrozichlovchi nasos va suv mavjudligini aniklovchi kontaktli datchikli bak;
- ◆ uning tulishini nazorat kiluvchi birinchi va ikkinchi darajali datchikli drenaj priyamka;
- ◆ ikkitagacha drenaj nasoslar;
- ◆ kirish kollektoridagi yuritmalı zadvijka, ochik, urtacha va yopik xolat datchiklari va chegaraviy moment muftali;
- ◆ ventilyasiyaning uchta surish tizimi, ularning ikkitasi aloxida va bir paytda ishga tushishini ta'minlovchi asosiy va rezerv ventilyatorli;
- ◆ ikkita okib kiruvchi tizimli ventilyator, ulardan biri aloxida va bir paytda ishga tushishini ta'minlovchi va kirayotgan xavo temperaturasi va kaytib chikayotgan issiklik tashuvchining kontaktli datchikli kalorifer orkali ishlovchi asosiy va rezerv ventilyatorli;
- ◆ ishchi va avariyaı yoritgich tizimi va kulda boshkariluvchi yordamchi kutarish-tushirish mexanizmlari.

Unilift CC, Unilift KP, Unilift AP, DP, EF, SE 1.50, SEV 65 seriyadagi 5,5kVt gacha kuvvatli bir va uch fazali dvigateli Grundfos nasoslaridan drenaj nasoslari sifatida foydalanish mumkin. Bunda Hydro MX D001 - rusumli kurılma standart komplektatsiyasi drenaj nasosni boshkarish imkonini beradi.

7.3.9-rasm.



7.3.9-rasm. Yong'inga qarshi hizmatda qo'llaniladigan nasos qurilmasi.

Nazorat savollari:

1. Drenaj tizimini tushuntirib bering.
2. Drenaj nasoslarni kandy soxalarda kullanadi?
3. Drenaj nasoslarning kandy turlari mavjud?
4. CHuktiriluvchi nasoslarning kandy uziga xos tomonlari bor?
5. Er yuzida ishlovchi nasoslarning kandy uziga xos tomonlari bor?
6. Nasos stansiyalari kandy toifalarga ajratiladi?
7. Nasos agregatlarini kandy me'zonlarga kura tanlanadi?
8. KNS seriyali kanalizatsiya nasos stansiyasini boshkaruvchi shkaf imkoniyatlari

VII bob. 7.4. To'siqlarni ochib-yopish va daryo tubi cho'kindilarini tozalash qurilmalari elektr yuritmasi va ularni boshqarish

Reja:

7.4.1. Suv taqsimot tizimlaridagi ochib yopish qurilmalari elektr yuritmalari.

7.4.2. Daryo tubi cho'kindilarini tozalash qurilmasi(zemsnaryad).

7.4.1. Suv taqsimot tizimlaridagi ochib yopish qurilmalari elektr yuritmalari.

Xozirda barcha kanallarda cuv taqsimot sistemalaridagi ochib yopish qurilmalari elektr yuritmalariyordavblf boshqariladi. 7.4.1-rasm.



7.4.1-rasm. Suv taqsimlash tizimlaridagi ochib yopish qurilmalari
Quyida ularning tuzilishi va ishlash printsplari xaqida vf'lumotlar keltirilgan.

Shitli va chuqurlik zatvorlari

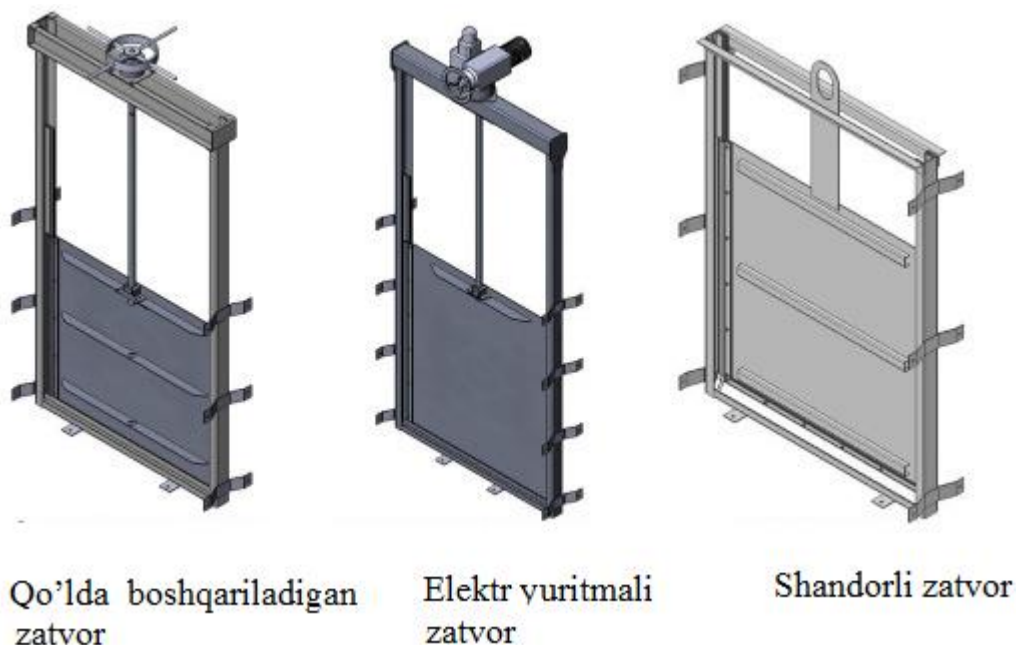
Shitli zatvor ishchi suyuqlik oqimini rostlashga mo'ljallangan. Bu to'sqich mexanizm ochiq kanallarda chuqurda yoki yuzaga montaj qilish uchun maxsus ishlangan. Ushbu qurilma nasos stansiyalari, kanalizatsiya tizimlari, turli gidrotexnik inshootlarda suv oqimini to'la yoki qisman berkitish maqsadlarida ishlatiladi. 7.4.2-rasm.

Zatvorning o'zi o'itdan, xarakatlanmaydigan rama va ko'tarish mexanizmidan tashkil topgan. Boshqarish qo'ldan yoki elektr motor yordamida bajariladi. 7.4.2-rasm.



7.4.2-rasm. Elektr yuritmalali zatvorlar

Ushbu shitli zatvorlarning o‘ziga xosligi shundaki, zichlagich ramaga emas, balki xarakatlanuvchi shitga maxkamlangan bo‘ladi. YA’ni qurilmaning yaroqlilik muddati boshqa shunday mexanizmlarga nisbatan anchagina uzaygan. Tayanch podshipniklar germetik maxkamlangan, vint esa turli predmetlar va namlikdan himoyalovchi qobiqqa (kojux) ega.



7.4.2-rasm. Shitli zatvorlarning ko‘rinishlari.

Cuv nasos stansiyalarining maxsus jihozlari - Suv nasos stansiyalarining maxsus jihozlariga turli axlatlarni tutib qoluvchi va baliqlarni himoya qiluvchi qurilmalar xamda shitli zatvorlar kiradi. Turli axlatlarni tutib qoluvchi kurilmalar oqim bilan keladigan axlatlar (daraxt tanalari, chiqindilar, polimer buyumlar va x.k.) dan nasoslarni himoya qiladi. Baliqlarni himoya qiluvchi qurilmalar esa balik uvildiriqlari va boshqa suv jonivorlarini nasos parraklariga tushib shikastlanishdan saqlaydi. Odatda axlat tutgich va baliqlarni himoya vositalarini birgalikda o‘rnatiladi.

Axlat tutuvchi panjaralarni yirik nasos stansiyalarida suv qabul qilish oynalariga o‘rnatiladi. Ular bir-biridan 30-100 mm masofada bo‘lgan vertikal joylashgan terjenli, to‘g‘ri to‘rt burchak shaklida tayyorlanadi. Panjaralar qishda muz bilan qoplanmasligi uchun ularni bug‘ bilan yoki kichik kuchlanishli elektr toki yordamida qizdirib turiladi. Agar suv havzasida axlatlar ko‘p bo‘lsa, panjaralar davriy tarzda xarakatlanuvchi shetkali mexanik moslama yordamida tozalab turiladi.

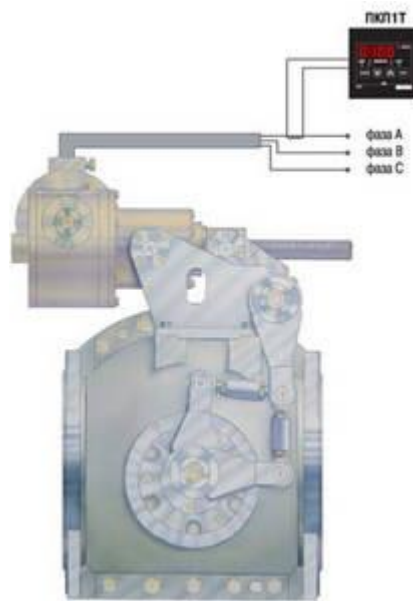
Ўqitli zatvorlar asosan birinchi cev ko'tarish nasos stantsiyalarida, tsirkulyatsiya nasos stantsiyalarida va suvni tortib olish stantsiyalarida qo'llaniladi. Kichik suv inshootlarida qo'l bilan boshqariladigan, kata quvvatli suv inshootlarida elektr yuritmalii zatvorlar ishlatiladi. Qo'llanilish sharoitlariga ko'ra avariya xolatlari uchun, ta'mirlash davri uchun va asosiy zatvorlarga ajratiladi.

Elektr yuritmalii ijrochi mexanizmlarning boshqaruv va himoya vositalari - Elektr yuritmalii ijrochi mexanizmlarning boshqaruv va himoya vositalari turkumiga kiruvchi turli zadviijka va tuskich (zatvor)larda qo'llaniladigan cheklovchi uzgichlarning ishonchlilik darajasining pastligi mutaxassislarga ma'lum. Buning natijasida turli texnik avriyalar sodir bo'lib turadi. Bundan tashqari ularning narxi xam yuqori. Sodir bo'lgan avriyalar oqibatlarini bartaraf etishga xam kattagina mablag' sarflanadi. Olimlar tomonidan ushbu xolat o'rganib, tahlil qilinib, cheklovchi uzgichlarni qo'llamay zadviijkalar ishini nazorat qilish imkonini beruvchi asbob yaratildi.

Dastlab, ushbu asbob ZE/300 zadviijkalari uchun mo'ljallanib, ular yangi qurilayotgan nasos stansiyalarida sinovdan o'tkazilgan. Ushbu asbobga PKP 1 – rusumi berilib (pribor kontrolya polojeniya), zadviijka ohirgi xolatga etganda yoki tiqilib to'xtab qolganda siljish vaqti va dvigatel tokining nazorati tufayli zadviijkaning elektr yuritmasi avtomatik o'chiriladi. 7.4.2-rasm.

Asbobning kirish qismiga "OTKRЫT", "ZAKRЫT", "STOP" boshqarish knopkalari va elektr yuritmani ta'minlovchi fazalardan biriga ulangan tok transformatori ulanadi. Chiqishiga esa yuritmani boshqaruvchi magnit ishga tushirgich, avariya va zadviijka to'la ochiq yoki to'la yopiq xolatga etganini bildiruvchi signalizatorlar ulanadi,

Zadviijkaning xolati asbob yuza panelida joylashgan to'rtzaryadli raqamli svetodiodli indikatora aks etadi. Agar manba uzilib qolsa, zadviijkaning joriy xlati asbobning xotirasida manba qayta ulangunicha saqlanib qoladi. Asbobda qo'llanilgan zadviijkaning xolati bo'yicha indikatsiya turi stansiya xizmat ko'rsatuvchi personalii uchun juda qulay bo'lgan.



7.4.2-rasm. Cheklovchi uzgichlarni qo‘llamay zadvijkalar ishini nazorat qilish imkonini beruvchi asbob.

Bu asbobda qo‘llanilgan zadvijka xolatini aks ettiruvchi o‘zining ko‘rinishi va qulayligi bilan mutaxassislar qiziqishini uyg‘otdi va boshqa rusumli zatvorlarda ham qo‘llash uchun yfveyf yaratdilar. 7.4.3-rasm.



7.4.3-rasm. Cheklovchi uzgichlarni qo‘llamay zadvijkalar ishini nazorat qilish imkonini beruvchi asbobning takomillashgan varianti

Ushbu yangi asbob tegishli sinovlardan o‘tkazilib, ishlab chiqarishga joriy etilgan

7.4.2. Daryo tubi cho'kindilarini tozalash qurilmasi(zemsnaryad).

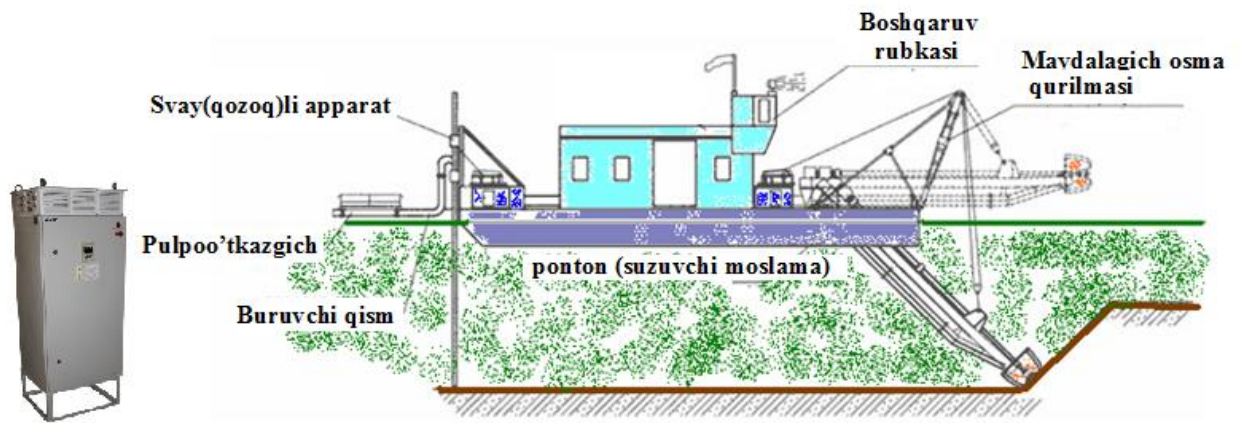
Daryo tubi cho'kindilarini tozalash qurilmasi(zemsnaryad) suv xavzalari, daryolar va boshqa sun'iy suv inshootlarini samaradorligini ta'minlab turish maqsadida ularning ostki qismini davriy tozalab turish maqsadlarida qo'llaniladi.

Grunt nasosi (pulpa nasosi) elektr energiyaning asosiy iste'molchisi xisoblanadi. Ushbu qurilma elektr yuritmasining ish samaradorligini oshirish, ishga tushirish toklarini kamaytirish maqsadida "IRBI813-XXX UXL 3.1" qurilmasidan foydalaniladi.

Ushbu chastota o'zgartkichli elektr yuritmani boshqa kichik quvvatli asinxron motorli, dizel-generatorlardan ta'minlanuvchi yuritmalarda ham foydalanish mumkin.

Grunt nasosi (pulpa nasosi) bosh elektr yuritmasi uchun mo'ljallangan ushbu chastota-rostlagichli o'zgartkich quyidagi afzalliklarga ega:

- Ishga tushirish toklarini elektr dvigatelining nominal toki darajasigacha kamaytirish;
- Grunt nasosi (pulpa nasosi) bosh elektr yuritmasida chastota-rostlagichli o'zgartkichning qo'llanilishi ishga tushirish toki uchun zahiralanadigan qo'shimcha quvvatlarga xojat qoldirmaydi;
- Qurilmani ishga tushirish paytida turli mexanik va gidravlik "zarbalar"ni yo'q qilib, qurilmani yumshiq ishga tushirilishini ta'minlagan xolda, uning mexanik but saqlanishini taminlaydi;
- Nasosning ish unumdorligini rostlash imkonini berib, texnologik jarayonlarni sifatli, maqbul samaradorlikda amalga oshirish imkonini yaratadi.
- Dvigatelni turli nonormal rejimlar (kuchlanishlarning sakrashi, fazalar yo'qolishi va o'ta yuklanishlar) dan ximoya qiladi



Nazorat savollari

1. Suv taqsimot tizimlaridagi ochib yopish qurilmalarinin tuzilishi?
2. Suv taqsimot tizimlaridagi ochib yopish qurilmalarining elektr yuritmalari?
3. Daryo tubi cho'kindilarini tozalash qurilmasi(zemsnaryad)ning tuzilishi?

Foydalanilgan adabiyotlar va internet resurslar

1. Karimov A.S. va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. -T.: O'qituvchi, 1995. - 469 b.
2. A.I.Xonboboev, N.A.Xalilov. Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari. -T.: O'zbekiston, 2000.- 448 b.
3. Majidov S.M. Elektr mashinalari va yuritmalari.- Toshkent.: O'qituvchi, 2002. -358 b.
4. Majidov S.M., Berdiev U.T. va boshqalar. Elektr mashina va elektr yuritmalardan praktikum. – Toshkent.: O'qituvchi, 2005. – 175 b.
5. Austin Hughes, Electric Motors and Drives, Fundamentals, Types and Applications Third edition, ISBN-10: 0-7506-4718-3, Copyright 2006, Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.
6. Mohamed E. El-Hawary, Electrical Energy Systems, Dalhousie University, CRC Press Boca Raton London, New York, Washington, D.C., 2000 CRC Press LLC.
7. Jabbarov N.G. Yakubov M.S. Elektrotexnika va Elektronika masalalar to'plami. 2006. – 210 b.
8. Katsman M.M. Elektricheskie mashiny. –Moskva.:Akademiya, 2007. –492 s.
9. Voldek A.I., Popov V.V. Elektricheskie mashiny (Mashiny peremennogo toka). – Sankt Peterburg.: Piter Press, 2008. – 349 s.
10. Salimov J.S., Pirmatov N.B. – Elektr mashinalari Toshkent.: O'zbekiston faylasuflar jamiyati nashriyoti, 2011y.-372 b.
11. Berdiev U.T., Pirmatov N.B. – Elektromexanika. Toshkent.: “Shams ASA” bosmaxonasi, 2014y.-385 b.
12. I.I.Kartashev, V.N.Tulskiy, R.G.Shamanov I dr.; pod red. Yu.V.Sharova. M. Izdatelskiy dom MEI, 2017. -347с.
13. А.Водовозов. Цифровые элементы автоматики. Вологда, 2002
14. Сирожиддинов У.С. Автоматика асослари ва МП техникаси.СДАҚИ, 2008 й.

Internet saytlari:

1. electrono.ru/
2. <https://eleczon.ru/ucheba/osnovi.html>
3. <https://www.for-stydents.ru/obschaya-elektrotehnika/uchebniki/>

