

## SANOAT KORXONALARI ELEKTR ISTE'MOLCHILARINING REAKTIV QUVVAT ISTE'MOLI

*Xamrayev Og'abek Oybek o'g'li*

*Urganch davlat universiteti Texnika fakulteti Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari (tarmoqlar bo'yicha) ta'lim yo'nalishi 3-bosqich talabasi*

*E-mail: [ogabekxamrayev678@gmail.com](mailto:ogabekxamrayev678@gmail.com)*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada amaldagi tarmoqlarda kondensator batareyalarni joylashtirish joylarini tanlash haqida tavsiyalar beriladi. Korxonalar ob'ektlarida kondensator qurilmalarni ishlatish muammolari va ularni turg'un yuklamalar tugunlariga ta'siri atroflicha ko'rib chiqilgan. Bundan tashqari yuqori tok garmonikalarning tarmoqdagi uzatilayotgan elektr energiyaga ta'siri va nomaqbul holatlarni normallashtirish usullari yoritilgan. Yuqori garmonikani kamaytiruvchi garmonika filtrlari va jihozlari turlari, ularni tanlash haqida ma'lumotlar keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** Reaktiv quvvat, aktiv quvvat, kompensatsiya, energiya isrofi, transformatorlar, asinxron dvigatel.

Reaktiv quvvat kompensatsiyasi elektr energiyadan samarali foydalanish imkonini yaratadi va uchta asosiy yuklanishlardan iborat: kuch transformatorlar, elektr energiya uzatish liniyalari imkoniyatining ortishi va aktiv energiya isrofining pasayishi kuchlanishning normallashtirishini ta'minlaydi. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash jarayoni, texnik – iqtisodiy muammolar hisob – kitoblar yechilishda reaktiv quvvat manbalari yordamida amalga oshiriladi va uning samaradorligi elektr energiyadan oqilona foyalanish imkoniyatini yaratadi.

Energiya tizimning elektr qismi elektr energiya manbalaridan taqsimot iste'molchi tarmoqlar va elektr iste'molchilardan tashkil topgan. Tarmoqlarda magnit maydoni va elektr taqsimoti bir xilda taqsimlanish, odatda amalga oshmaydi. Chunki ularda zanjir bo'ylamasida notekis taqsimlangan.

Zanjirning bir xil bo'limlarida, misol, induktivlikda magnit maydoniga ega, boshqa bo'limlarda, misol uchun, kondensatorlarda elektr maydon ustun turadi va asosiy sababi,

elektr maydonining o'zgarishi natijasi hisoblanadi. Shu sababli reaktiv quvvat taqsimlanish va iste'mol qilinishi sodir bo'ladi.

1-jadvalda korxona elektr ta'minoti tizimlaridagi elektr iste'molchilar tarkibining energiya tizim maksimum yuklama soatlaridagi eng ko'p yuklangan qish kunlari keltirilgan.

Korxona elektr ta'minoti tizimidagi elektr iste'molchilar tarkibi 1-jadval

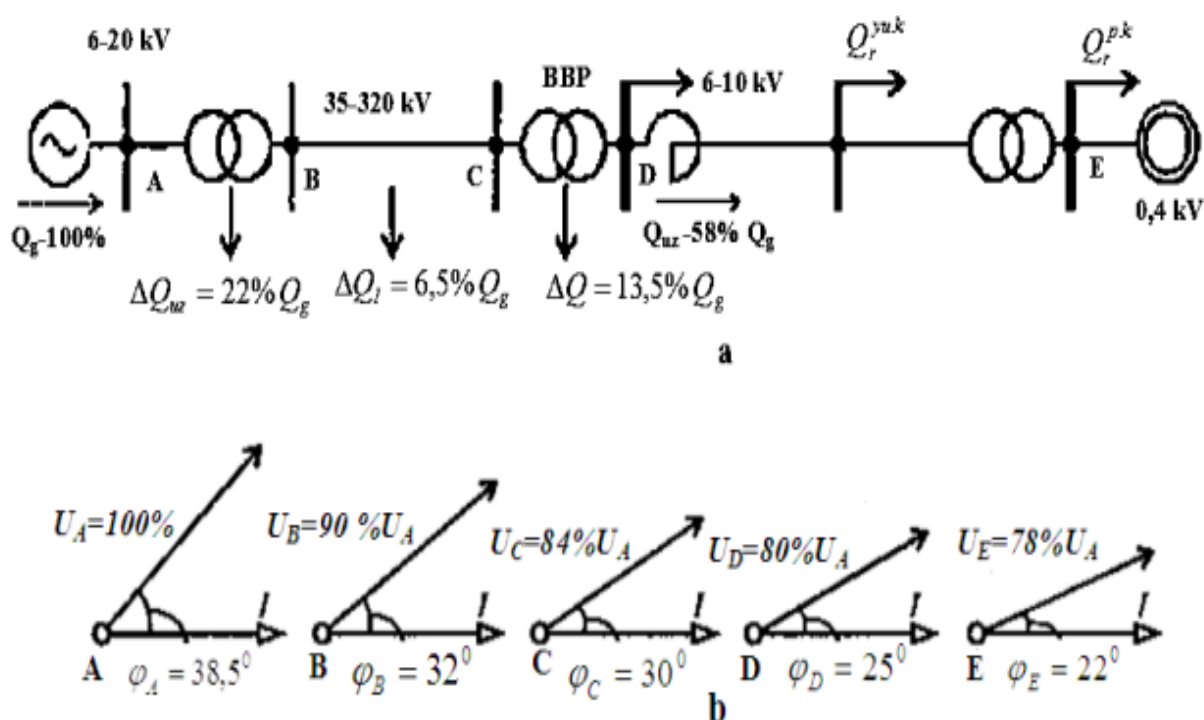
Elektr iste'molchilar turlari	Energiya tizim elektr iste'molchilarining o'rnatilgan quvvati, %.	
	Aktiv	Reaktiv
Asinxron dvigatellar	30	33
Sinxron dvigatellar	23	0
Ventilli o'zgartgichlar	18	10
Elektr pech qurilmalari	12	8
Elektr stansiya shaxsiy extiyoji	5	2
Elektr tarmoqlaridagi isrof	5	42

Reaktiv quvvatni faqat korxona elektr iste'molchilar emas, bundan tashqari ta'minlovchi tarmoqlar elementlari ham iste'mol qiladi:  $\Delta Q$  isrof ko'rinishida ularning tizim reaktiv quvvatining 42% ulushiga to'g'ri keladi. Energiya tizimi ishlab chiqarayotgan reaktiv quvvatning 100% dan, 22% elektr stansiyalardagi orttiruvchi transformatorlarda va orttiruvchi avtotransformatorlarda. 110-500kV energiya tizim podstansiyalarida yo'qoladi, 6,5% tuman liniyalari tarmoq tizimlarida, 13,5% pasaytiruvchi transformatorlar tashkil qiladi va barcha ishlab chiqarilgan reaktiv quvvatning faqat 58% 6-10kV iste'molchilar shinalariga to'g'ri keladi.

1-rasmda stansiya ekvivalentli elektr uzatilishidagi reaktiv quvvat isrofi taqsimlanishi – iste'molchi va toklar va kuchlanishlar bu uzatish tugunlari uchun vektorli diagrammasi ko'rsatilgan.  $\cos\varphi = 0,97$  bo'lganida ham iste'molchilarda ( $\varphi=22^\circ$ ) barcha elektr uzatish tugunlari reaktiv quvvat bilan kuchli yuklangan; 1000kVt aktiv quvvatga elektr stansiyadan uzatilish boshida 800 kVAr reaktiv quvvat uzatilishi talab qilinadi va oxirida 400 kVAr. Bu tarmoqda tokli yuklamalar ortishiga olib keladi va buning natijasida, tarmoqni qurilishi

harajating ortishiga elektr energiya isrofi ortishiga, tarmoq elementlarida isrof sababli kuchlanish sifati yomonlashishiga olib keladi.

Elektr stansiyalarni katta reaktiv quvvat bilan yuklantirish, generatorlarni tok bo'yicha o'ta yuklanishiga, ularni maxsus reaktiv quvvatni ishlab chiqarish uchun foydalanish aktiv yuklama soatlaridan generatorlarining bir qismini aktiv yuklama bo'yicha zaxiraga o'chirish mumkin.



1-rasm. Reaktiv quvvat oqimi o'zgarishi (a), elektr uzatish elektr stansiya shinalarida – qabul qilish podstansiya shinalarida kuchlanish va tok kuchlanish faza bo'yicha siljishi (b)

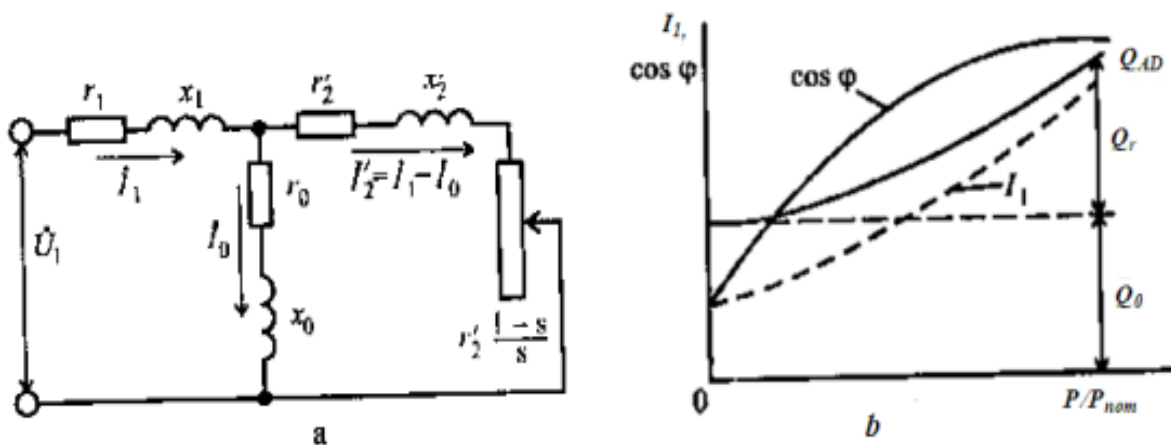
Reaktiv quvvat iste'molchilari tarkibi, uning asosiy qismi to'rt turdagi qurilma ko'rinishida iste'mol qilishini ko'rsatadi: asinxron dvigatel – 40%, elektr pech qurilmalari – 8% ventilli o'zgartirgichlar – 10%, transformatorlarning barcha bosqich transformatsiyalari (ulardagi isroflar) – 35%, elektr uzatish liniyalari (ulardagi isroflar) – 7%. Energiya tizimining har bir aniq sonida foiz hisobida bir qancha farqlanishi keltirilganlardan farq qilishi mumkin, lekin umumiy moyillik saqlanib qoladi.

Asinxron dvigatellar va transformatorlarga 75% ga yaqin tizimlarda ishlab chiqarilgan reaktiv quvvatni iste'mol qiladi. O'zgaruvchan tokda ishlovchi mashina va



apparatlar ishlashi, elektr magnit maydoni induksiyasi prinsipi asosida ularning magnit o'tkazgichlarida magnit oqimi o'zgarishi uzluksiz jarayoni va maydon sochilishi kuzatiladi.

Shu sababli ularga keltirilgan quvvat oqimi faqat aktiv tashkil qiluvchini emas, bundan tashqari reaktiv tashkil qiluvchi QL induktivli tavsifli, magnit maydonini tashkil qilish uchun zarur, bularsiz tok va kuchlanish o'zgartirilishi jarayoni imkoni yo'q. Uch fazali asinxron dvigatel iste'mol qiladigan reaktiv quvvatni, uning almashishi sxemalari yordamida aniqlash mumkin (2-rasm):



2-rasm. Almashuv sxema (a) va asinxron dvigatelning ishchi tavsifi (b):  $U_1$  - tarmoq kuchlanishi;  $I_1$ -stator toki;  $I_2$  - rotorning keltirilgan toki;  $I_0$  – shaxoblanish magnitlanishi;  $r_1, x_1$  va  $r_2, x_2$  – rotor va stator chulg'amlariga mos keladigan aktiv va reaktiv qarshiliklari (keltirilganlari);  $r_2' (1-s)/s$  – yuklama ekvivalent qarshiligi (S-dvigatel sirpanishi);  $r_0, x_0$  – shaxoblanish magnitlanish parametrlari.

Transformatorlarda energiyani va reaktiv quvvat isrofini magnitlanishga kamaytirish uchun, ularning nominal quvvatidan 40% dan kam yuklangan zaxiradagi transformatorlarni o'chirish yoki yuklamalarni boshqa transformatorga o'tkazish tavsiya qilinadi. Agar yuklamalarni o'tkazish imkoni bo'lmasa, u holda kam quvvatli transformatorga almashtirish tavsiya qilinadi. Transformatorning yuklanish koeffisientini 0,1 ga ortirilishi  $\cos \varphi$  ni 0,04 – 0,05 ga yaxshilanishiga olib keladi.

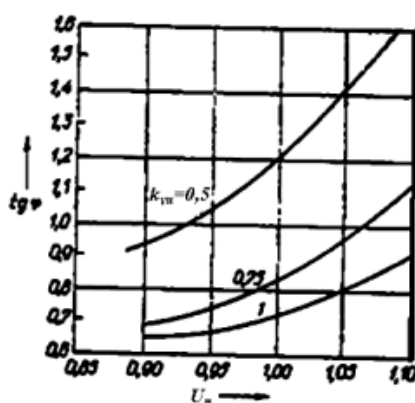
Sanoatda, kommunal xo'jaliklarida va qishloq xo'jaligidagi elektr jihozlarning 70% ga yaqinini bir va uch fazali har xil quvvatli asinxronli elektr dvigatellardan tashkil topgan va bu elektr iste'molchilar tarmoqdan sezilarli miqdordagi reaktiv quvvatni iste'mol qiladi.



Iste'molchilar tarmoqdan qabul qilayotgan reaktiv quvvat, quvvat koeffisienti  $\cos\phi$  miqdori bilan tasniflanadi va iste'mol qilinayotgan aktiv quvvat va to'la quvvat oralig'idagi o'zaro munosabatini ifodalaydi. Aktiv R va reaktiv Q quvvatlar nisbatini qayd qiluvchi eng qulayroq ko'rsatgich bo'lib, reaktiv quvvat koeffisienti  $\tan\phi$  hisoblanadi, uning qiymati elektr iste'molchilar oladigan miqdor son yig'indisiga teng yoki tarmoq orqali har bir aktiv quvvat birligiga uzatiladigan reaktiv quvvatga teng.

Asinxron dvigatellar (AD) quvvat koeffitsentining o'zgarishi, quvvati va aylanish tezligi, yuklanish koeffisientiga va uning qisqichlaridagi kuchlanishiga bog'liq. Pasport ma'lumotlarida dvigatelning (o'qida nominal yuklanishli va uning qisqichlarida nominal kuchlanishida)  $\cos\phi$  nominal qiymati ko'rsatiladi. Ishlab chiqarishda esa har xil sharoitlarda elektr dvigatellar vaqt bo'yicha kuchlanishi o'zgaruvchan va me'yordan katta og'ish jarayonida ishlaydi. Bunday holatlarda tarmoqdan reaktiv quvvat iste'mol qiymati sezilarli darajada o'zgarishga ega bo'ladi.

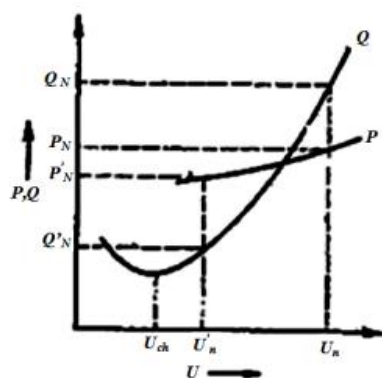
Misol sifatida 3.1-rasmda  $\tan\phi$  ning dvigatellar kuchlanishiga bog'liqligi keltirilgan, 4AN160M4UZ asinxron dvigatel, dvigatel quvvati 22 kVt, harakat tezligi 1500ay/min-1, 380V kuchlanishli va 3.2- rasmda AN 15-51-6 turli dvigatel, quvvati 2000 kVt, harakat tezligi 1500ay/min-1, 6 kV kuchlanishli dvigatellarning har xil yuklanish koeffitsentlarida kuchlanishga bog'liqligini ko'rib chiqamiz. 3.1 va 3.2 - rasmdagi egri chiziqlarni tahlil qilganda, quyidagi xulosalarga kelish mumkin. Dvigatelning solishtirma reaktiv quvvat iste'mol qilish miqdori ortishi bilan dvigatelning quvvati va uning yuklanish koeffisienti kamayishi va uning qiskichlarida kuchlanish oshishiga olib keladi.



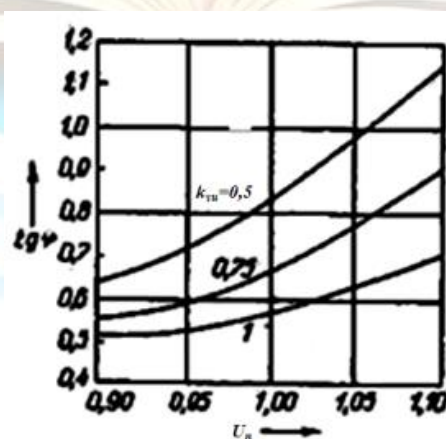
3.1-rasm. 22 kVt quvvatli, 0,4 kV asinxron dvigatel uchun  $\tan\phi$  ning kuchlanishga bog'liqligi

tgφ ning ortishi dvigatel kam yuklanganida uning qisqichlarida kuchlanish ortishi kuzatiladi. Agar kuchlanish nominalga nisbatan 10 % ga ortganida  $k_{yu} = 0,5$  ishlayotgan 22 kVt quvvatli dvigatel uchun tgφ 39 % ga ortadi.  $P = f(U)$  aktiv va  $Q = f(U)$  reaktiv quvvatlarni iste'mol qilishda kuchlanishga bog'liqligi yuklamaning statik tavsifi deb ataladi. Dvigatelning kuchlanishga bog'liq ravishda aktiv quvvatni iste'molini nisbatan kam o'zgaradi, reaktivligi esa-sezilarli darajada kuchlanishga bog'liq bo'lib qoladi.

3.3-rasmda tarmoqlar tugun nuqtalari uchun statik tavsiflari ifodalangan. Statik tavsiflar tabiati elektr iste'molchilar turlaridan aniqlanadi, ko'rib chiqilayotgan tarmoq tugunidan iste'mol qilishi va ularning ish rejimlaridan aniqlanadi. 3.3-rasmda keltirilganlarga bog'liq ravishda, kuch (AD) va yoritgich yuklamalaridan tashkil topgan aralash yuklamalar mos keladi.



3.2-rasm. 2000 kVt quvvatli 6 kVli asinxron dvigatel uchun tgφ ning kuchlanishga bog'liqligi



3.3-rasm. Kuchlanish bo'yicha yuklamaning statik tavsifi



Iste'molchilarni elektr bilan ta'minlash uchun elektr energiyani va uni kuzatib boruvchi reaktiv quvvatni ishlab chiqarilayotgan (generatsiya) joyidan iste'mol qilish joygacha uzoq masofalarga uzatishga to'g'ri keladi. Bunday holatlarda ta'minot manbadan (35 kV va undan yuqori) va (6-10 kV) taqsimlash tarmoqlardan reaktiv quvvatning oqib o'tishi uzatilishida energiya tizimning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari, iste'molchilar elektr ta'minoti yomonlashishiga va tizimida quvvat yo'qolishi ortishi va tarmoqlarda elektr energiya va quvvat isrofi ortib borishi shular bilan bog'liq ravishda elektr stansiyalarda sezilarli darajada yoqilg'i sarflanishi ortishiga olib keladi. Bundan tashqari reaktiv quvvati bilan yuklanganligi sababli tarmoqlarning o'tkazuvchanlik imkoniyatlari kamayadi. Zamonaviy energiya tizimlarda elektr iste'moli umuman yuqori darajada reaktivli quvvat iste'moli bilan tavsiflanadi. Zamonaviy energiya tizimlarda tg φ ko'lami 0,7-0,9 oralig'ida bo'ladi. Bu, generator va sinxron kompensatorlar aktiv quvvatni ishlab chiqarilish vaqtida energiya tizimlarga 70 dan 90% gacha reaktiv quvvat generatsiyasini kafolatlaydi.

Xulosa qilib aytganda, reaktiv quvvatni kompeneatsiyalash hisobiga iste'molchilar elektr ta'minoti tizimida iste'molchilar tarmoqlarida va yana quvvat yo'qolishini kamaytiradi va ularning elektr uskunalardan samarali foydalanish imkonini yaratadi. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash hisobiga elektr ta'minot tarmoqlarida elektr jihozlardan unumli foydalanish, jihozlarni reaktiv tokdan yuksizlantirishdan iborat, bu aktiv yo'qolish pasayishiga yoki uni yana qo'shimcha yuklash imkonini beradi.

Misol, to'la yuklangan sex transformatori 1600 kV.A to'la quvvatga ega, va uning aktiv quvvati 1000 kVt ni tashkil qiladi, reaktiv quvvati esa - 1250 kVAr. Kompensatsiyalovchi o'rnatma o'rnatilgandan so'ng reaktiv yuklama 500 kVAr gacha kamayadi. Transformatorning to'la yuklanishi 1120 kV.A tashkil qiladi va u 70 % ga yuklangan bo'ladi. Bunday yuklanishda kuch transformatorini ishlatish, uni yuqori iqtisodiy tejamli rejimiga to'g'ri keladi, chunki unda aktiv energiya yo'qolishi, to'la yuklanishiga nisbatan kam bo'ladi. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash elektr energiya va quvvat yo'qolishini pasaytirishdan tashqari, tarmoqlarda kuchlanish yo'qolishini ham pasayish imkonini yaratadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati:

1. Баламетов А.Б., Мусаханова Г.С., Халилов Э.Д. Исследование решения задачи оптимизации режимов электрических сетей по напряжению и реактивной мощности методом последовательной линеаризации и линейного программирования. Электричество. 2003. №3.
2. Бобожонов Ю., Хазратов И. Замонавий ва энерготежамкор тиристорли реактив қувват компенсаторларининг электр энергия исрофларини камайтиришдаги ва энергия ишлаб чиқаришдаги аҳамияти. Фан ва технологиялар Тараққиёти. Илмий – техникавий журнал, 2020. №6.
3. Бурков А.Т., Мирсаитов М.М.. Режимы электротяговой сети при эксплуатации электровозов ВЛ-80Р и УТЙ-1, Известия ПГУПС, 2016. №2.
- 4."Sanoat korxonalarining elektr tarmoqlarida reaktiv quvvat kompensatsiyasini loyihalash bo'yicha ko'rsatmalar" Zhelezko Yu.S.
5. A.I.Karshibayev., N.O.Ataullayev., B.Sh.Narzullayev., Energiya tejamkorligi asoslari. Navoiy – 2019.
6. Belov M.P. Automated electric drive of typical production mechanisms and technological complexes: a textbook for students. universities / M.P. Belov, V.A. Novikov, L.N. Rassudov.-M.: Publishing Center "Academy", 2004.-576 b.
7. Bernstein A.Ya. Thyristor frequency converters in an electric drive / A.Ya. Bernstein, Yu.M. Gusyatsky, R.S. Sarbatov; under the editorship of R.S. Sarbatova.-M.: Energy, 2016.-328 b.
8. Electricity generation, transmission and distribution. Gayibov T.Sh., Shamsutdinov H.F., Pulatov B.M. Tashkent-2015.