

Fan nomi: Elektr ta'minoti asoslari

Ma'ruza mashg'ulotini olib boradi: ass. N.N.Niyozov

Lavozimi: ToshDTu "Elektr ta'minoti" kafedrası assistenti

Telefon raqami: +998914022422 **El.pochta:** intention@mail.ru

MA'RUZA №8

SANOAT KORXONALARI ELEKTR TA'MINOTI TIZIMIDA REAKTIV QUVVATNI KOMPENSATSIYALASH MASALALARI

Reja:

8.1. Reaktiv quvvat tushunchasi. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning umumiy masalalari.

8.2. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash usullari. Tabiiy va sun'iy usullar.

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

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

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

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

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

sinusoidal miqdorni tashkil etadi.

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

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

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

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

Bu yerda, $\cos \varphi = \frac{r}{Z}$ ekanligini e'tiborga olsak, $P_{o'rt.} = \frac{U}{Z} Ir = I^2 r$

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

$$P = UI \cos \varphi$$

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

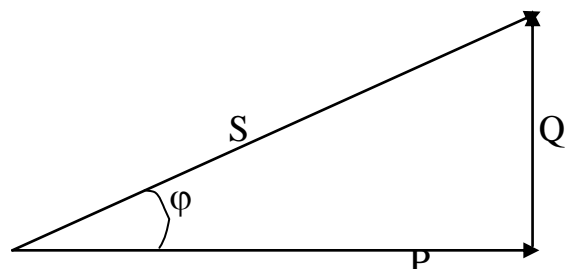
Iste'molchining kirish qismidagi to'la quvvat kompleks ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

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

Bu yerda, U - kompleks kuchlanish, I - qo'shma kompleks toki, $Q = UI \sin \varphi$ - reaktiv quvvat. Kompleks quvvatning moduli to'la quvvatni beradi:

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$. Iste'molchilar uchun P va S hamma vaqt musbat hisoblanadi, reaktiv quvvat musbat ($\varphi > 0$, iste'molchi induktiv xarakterli bo'lsa) yoki manfiy ($\varphi < 0$, iste'molchi sig'im xarakterli bo'lsa) qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. Reaktiv quvvatining musbat qiymatlarida reaktiv quvvat iste'mol qilinadi, manfiy qiymatlarida esa reaktiv quvvat ishlab chiqariladi (generatsiya qilinadi). Sanoat korxonalarida reaktiv quvvatni asosiy qismini asinxron yuritgichlar iste'mol qilayotgan umumiy reaktiv quvvatning (60-65 %), transformatorlar (20-25 %), havo elektr liniyalari, reaktorlar, o'zgartgichlar (10 % atrofida) iste'mol qiladilar.

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



8.1-rasm. Quvvat uchburchagi.

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

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

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

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

Bu yerda, $\cos \varphi$ - quvvat koeffitsienti; $\sin \varphi$ - reaktiv quvvat koeffitsienti.

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

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

1. Liniya va transformatorlardan reaktiv quvvat o'tishi natijasida

qo'shimcha aktiv quvvat va energiya nobudgarchili sodir bo'ladi. Agar R qarshilikga ega bo'lgan liniya orqali P va Q quvvatlari uzatilsa, aktiv quvvat nobudgarchiligi quyidagicha aniqlanadi:

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

Demak, reaktiv quvvatni liniyadan uzatishi natijasida qo'shimcha aktiv quvvat nobudgarchiligi ($\Delta P_r = \frac{Q^2}{U^2} R$) sodir bo'lib, uning qiymati Q ning kvadratiga to'g'ri proporsionaldir. Shuning uchun elektr stansiyalari generatorlaridan iste'molchilarga reaktiv quvvat uzatish maqsadga muvofiq emas.

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

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

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

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

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

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

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

elementning o'tkazish qobiliyatini kamaytiradi deyiladi.

Yuqorida aytilgan mulohazalardan ko'rinadiki, reaktiv quvvatni elektr ta'minoti tizimida kamaytirish bo'yicha tadbirlar ishlab chiqish zarur ahamiyatga ega ekan. Sanoat korxonalarida reaktiv quvvatni energosistemadan kam qabul qilishning ikki yo'li mavjud:

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

8.2. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash usullari. Tabiiy va sun'iy usullar.

Tabiiy usullar asosida reaktiv quvvat iste'molini kamaytirishni birinchi navbatda ko'rib chiqilishi kerak, chunki bunda katta miqdordagi harajatlar talab qilinmaydi.

Reaktiv quvvat iste'molchilari asosan asinxron yuritgichlar, transformatorlar va ventilli o'zgartgichlar bo'lganligi uchun quyidagi masalalar to'la ko'rib chiqish kerak:

- 1) Kam yuklangan yuritgichlarni kichik quvvatliligi bilan almashtirish;
- 2) Sistematik ravishda kam yuklama bilan ishlaydigan yuritgichlarni kuchlanishlarini kamaytirish;
- 3) Yuritgichlar va payvandlash transformatorining salt ish rejimlariga cheklash;
- 4) Texnologik jarayonga salbiy ta'sir bo'lmagan xollarda, asinxron yuritgichlarni sinxron yuritgichlar bilan almashtirish;
- 5) Ventil o'zgartkichning eng ma'qul bo'lgan sxemasini ishlatish, kam yuklamani asinxron yuritgichlarini kerakli kichik quvvatliligi bilan almashtirish iste'mol qilinadigan reaktiv quvvat miqdorini kamayishiga olib kelishi tabiiydir. Davlat tomonidan energiya iste'molini nazorat qiluvchi tashkilot hodimlarining hisob-kitoblarini ko'rsatishicha, agar elektr yuritgichning yuklamasi uning nominal miqdorining 45% dan kichik bo'lsa, uni kam quvvatliligi bilan almashtirish iqtisodiy foyda beradi. Agar yuritgichning yuklanishi 70% dan ortiq bo'lsa uni kam quvvatligi bilan almashtirish zarur emas. Yuritgichning yuklanishi 45% dan

75% oralig'ida bo'lganda uni almashtirish masalasi texnik-iqsodiy ko'rsatgichlarni tahlili asosida hal qilinishi kerak.

Agar kam yuklangan asinxron yuritgichni almashtirish imkoniyati bo'lmasa uni kirish qismidagi kuchlanishni kamaytirish imkoniyatini qidirish kerak. Ma'lumki, yuritgichning kirishidagi kuchlanish joiz miqdorgacha pasaytirilsa magnitlanish tokining kamayish hisobiga iste'mol qilinayotgan reaktiv quvvat ozoyadi va nobudgarchilik kamayib, F.I.K. ortadi. Ekspluatatsiya jarayonida kam yuklamali asinxron yuritgichlarni kuchlanishini kamaytirish uchun quyidagi usullar ishlatiladi:

1. Stator chulg'amlarini uchburchakdan yulduz sxemasiga o'tkazish;
2. Stator chulg'amlarini seksiyalash;
3. Pasaytiruvchi transformator chulg'amlarining shaxobchalarini almashtirib kuchlanishni miqdorini kamaytirish.

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

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

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

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

$$f_1 = \arccos \frac{U_T}{U_{TO}}$$

Bu yerda, U_T - to'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati;

U_{TO} - salt ish rejimidagi to'g'irlangan kuchlanish.

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

NAZORAT SAVOLLARI

1. Reaktiv quvvat deganda nimani tushunasiz?
2. Quvvat uchburchagini tushuntirib bering.
3. Reaktiv quvvatni qanday qurilmalar ishlab chiqaradi?
4. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash usullari ni tushuntirib bering.
5. Reaktiv quvvat iste'molchilari nimalar?