

# AMALIY MASHG'ULOT №3

## KOMPENSATSIYA QILINADIGAN REAKTIV QUVVAT MIQDORINI ANIQLASH

### Reja:

1. Nazariy qism.
2. Masalalarni yechish uchun misollar.
3. Mustaqil yechish uchun misollar.

### 1. Nazariy qism

Sanoat korxonalarining elektr ta'minotini loyihalashtirishda ko'riladigan asosiy masalalardan biri – bu reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish masalasidir. Bizga ma'lumki, sistema generotori aktiv quvvat bilan birgalikda, generatorning tgφ–reaktiv quvvat koeffitsiyentiga bog'liq ravishda ma'lum miqdordagi reaktiv quvvat ham ishlab chiqaradi. Sanoat korxonalarining texnologik jarayonini tahlili shuni ko'rsatadiki, korxonalardagi asosiy kuch iste'molchilarini asinxron dvigatellar tashkil etadi. Aynan asinxron dvigatellar reaktiv quvvatning asosiy iste'molchilari, ya'ni umumiy ishlab chiqarilgan reaktiv quvvatning 60-65%ini iste'mol qiluvchilari hisoblanadi. Shundan kelib chiqib, sanoat korxonalarida reaktiv quvvat iste'moli aktiv quvvatga nisbatan o'sib bormoqda. Elektr tarmoqlaridagi isroflar ifodalarini tahlil qiladigan bo'lsak:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R; \quad \Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} X; \quad \Delta U = \frac{PR + QX}{U}.$$

Yuqoridagi aktiv va reaktiv quvvatlar, kuchlanishning isrofi va yo'qotilishi ifodalaridan ko'rinib turibdiki, reaktiv quvvat isrofi tarmoqdan oqayotgan quvvat kvadratiga to'g'ri proporsional. Ya'ni, elektr tarmoqlari orqali qancha ko'p reaktiv quvvat iste'molchiga uzatilsa, tarmoqlardagi isroflar miqdori ham shuncha ko'p bo'ladi. Bu esa texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarning yomonlashuviga olib keladi. Shuning uchun reaktiv quvvatni iste'molchilarga yaqin joyda ishlab chiqarish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bunda reaktiv quvvat ishlab chiqaruvchi maxsus qurilmalardan foydalaniladi.

Yuqorida keltirilgan mulohazalar quyidagi misol yordamida tushuntirib o'tiladi. Bunda ikki holat ko'rib chiqiladi. Birinchi holatda iste'molchiga zarur bo'lgan reaktiv quvvat to'gridan-to'g'ri energotizimdan uzatiladi. Ikkinchi holatda iste'molchi uchun zarur bo'lgan reaktiv quvvat iste'molchining o'zida ishlab chiqariladi. Ikki holat taqqoslanishi natijasida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash

masalasining dolzarbligi va uning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarga ta'siri aniqlanadi.

1-holat. Iste'molchiga zarur bo'lgan reaktiv quvvat miqdori energotizimdan uzatiladi. Iste'molchining aktiv quvvatga talabi 500 kVt, reaktiv quvvatga bo'lgan talabi 450 kVAr deb olinadi.

$$S=P+jQ=500+j450.$$

Bu quvvatning liniya va transformatorlardagi isroflarini hisobga olib, stansiya generatoridan 600 kVt aktiv quvvat, 550 kVAr reaktiv quvvat uzatiladi.

Demak,  $S=P+jQ=600+j550$  miqdordagi quvvatni liniya va transformatorlar orqali o'tkazish uchun, shu quvvatni o'tkazadigan transformatorlar, havo va kabel liniyalari hamda kommutatsion apparatlar tanlanishi kerak.

2-holat. Iste'molchiga zarur bo'lgan reaktiv quvvat miqdori iste'molchining o'zida ishlab chiqariladi. Bunda ham 1-holatdagi kabi iste'molchining aktiv quvvatga talabi 500 kVt, reaktiv quvvatga bo'lgan talabi 450 kVAr deb olinadi. Faqatgina 450 kVAr reaktiv quvvat energotizimdan uzatilmaydi. Bu quvvat maxsus kompensatsiya qurilmalari yordamida iste'molchining o'zida ishlab chiqariladi. Bunda quvvatlarning liniya va transformatorlardagi isroflarini hisobga olib, stansiya genaratoridan 600 kVt aktiv quvvat, 100 kVAr reaktiv quvvat uzatilishini ko'rish mumkin.

Demak, biz  $S=P+jQ=600+j100$  miqdordagi quvvatni liniya va transformatorlar orqali o'tkazish uchun, shu quvvatni o'tkazadigan transformatorlar, havo va kabel liniyalari hamda kommutatsion apparatlarni tanlashimiz kerak.

Ikki holat tahlil qilinsa, birinchi holatdagi  $S=P+jQ=600+j550$  quvvatni uzatish uchun ikkinchi holatdagi  $S=P+jQ=600+j100$  quvvatga nisbatan ko'p iqtisodiy sarf xarajatlar amalga oshiriladi. Bu bevosita katta quvvatdagi kuch transformatorlarning tanlanishi, havo va kabel liniyalari kesim yuzalarining kattalashishi bilan xarakterlanadi. Bu ko'rsatkichlar tizimning iqtisodiy ko'rsatkichlarini yomonlashtirsa, yuqoridagi isrof ifodalariga birinchi va ikkinchi holatdagi quvvatlar qiymatlarini qo'yib hisoblash natijasida isroflar miqdori orasidagi farqning yetarli darajada sezilishi, tizimning texnik ko'rsatkichlarining yomonlashishini ifodalaydi.

Yuqoridagi holatlardan reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish sanoat korxonalari uchun muhim masala ekanligini ko'rinib turibdi.

Mazkur amaliy mashg'ulotda sanoat korxonasining sexlari uchun reaktiv quvvat kompensatsiya masalasi ko'rib chiqilib, bunda iste'molchining o'zida ishlab chiqariladigan va energotizimdan uzatiladigan reaktiv quvvatlar miqdori ifodalar yordamida hisob-kitob qilinib aniqlanadi.

## 2. Masalalarni yechish uchun misollar

Misol tariqasida elektr ta'minoti loyihalanayotgan kimyo zavodining natriy sulfat sexi uchun reaktiv quvvatini kompensatsiyalash masalasi ko'rib chiqilib, kompensatsiyalovchi qurilmalar quvvati tanlanadi.

1. Natriy sulfat sexining reaktiv quvvatga bo'lgan talabi  $Q_h=446$  kVAr va umumiy aktiv quvvat  $P_{h\Sigma}=734,6$  kVt aniqlangan. Quyidagi ifoda yordamida ana shu  $Q_h$  dan qancha miqdori iste'molchining o'zida ishlab chiqarilishi, ya'ni kompensatsiya qilinadigan quvvat miqdori aniqlansin?

$$Q_{kq}=P_{h\Sigma}^* (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)=734,6*(0,62-0,33)=205,3 \text{ kVar}$$

bu yerda,  $\operatorname{tg}\varphi_1$  – iste'molchining kompensatsiyaga qadar bo'lgan reaktiv quvvat koeffitsiyenti bo'lib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{Q_h}{P_{h\Sigma}} = \frac{446}{734,6}=0,62$$

$\operatorname{tg}\varphi_2$  – normativ reaktiv quvvat koeffitsiyenti bo'lib, u 0,328 ga teng. Umumiy holda iste'molchining reaktiv quvvat koeffitsiyenti  $\operatorname{tg}\varphi_2=0,328$  ga teng bo'lishi kerak. Bu esa aktiv quvvat koeffitsiyentining  $\cos\varphi=0,95$  ga teng bo'lishi bilan ifodalanadi. Quvvat koeffitsiyentlarining bu qiymatlarda bo'lishi, energotizimning normal ish holatini (tarmoqlardagi quvvat isroflarining ruxsat etilgan qiymatlarda ekanligini) xarakterlaydi. Reaktiv quvvatni kompensatsiya qilishning asosiy maqsadi ham, aktiv va reaktiv quvvat koeffitsiyentlarining me'yoriy ko'rsatkichlarini ta'minlashdan iboratdir.

$Q_{kq}$  qiymati 50 kVAr dan kam bo'lgan iste'molchilarda, kompensatsiya masalasi ko'rib chiqilmaydi. Sababi, yuqorida ta'kidlanganidek, kompensatsiya qilish maxsus kompensatsiyalovchi qurilmalar yordamida amalga oshiriladi.  $Q_{kq}$  qiymati 50 kVAr dan past bo'lgan iste'molchilarda bu qurilmalarning o'rnatilishi o'zini iqtisodiy jihatdan oqlamaydi.

2. Temirchilik sexining reaktiv quvvatga bo'lgan talabi  $Q_h=700$  kVAr va umumiy aktiv quvvat  $P_{h\Sigma}=980$  kVt aniqlangan. Quyidagi ifoda yordamida ana shu  $Q_h$  dan qancha miqdori iste'molchining o'zida ishlab chiqarilishi, ya'ni kompensatsiya qilinadigan quvvat miqdori aniqlansin?

$$Q_{kq}=P_{h\Sigma}^* (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)=980*(0,714-0,33)=376,32 \text{ kVar}$$

bu yerda,  $\operatorname{tg}\varphi_1$  – iste'molchining kompensatsiyaga qadar bo'lgan reaktiv quvvat koeffitsiyenti bo'lib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{Q_h}{P_{h\Sigma}} = \frac{700}{980} = 0,714$$

### 3. Mustaqil yechish uchun misollar.

1-misol. Temirchilik sexining reaktiv quvvatga bo'lgan talabi  $Q_h=500$  kVAr va umumiy aktiv quvvat  $P_{h\Sigma}=720$  kVt aniqlangan. Quyidagi ifoda yordamida ana shu  $Q_h$  dan qancha miqdori iste'molchining o'zida ishlab chiqarilishi, ya'ni kompensatsiya qilinadigan quvvat miqdori aniqlansin,  $Q_{kq}=?$

2-misol. Natriy sulfat sexining reaktiv quvvatga bo'lgan talabi  $Q_h=420$  kVAr va umumiy aktiv quvvat  $P_{h\Sigma}=685$  kVt aniqlangan. Quyidagi ifoda yordamida ana shu  $Q_h$  dan qancha miqdori iste'molchining o'zida ishlab chiqarilishi, ya'ni kompensatsiya qilinadigan quvvat miqdori aniqlansin,  $Q_{kq}=?$

3-misol. Instrumental sexining reaktiv quvvatga bo'lgan talabi  $Q_h=1500$  kVAr va umumiy aktiv quvvat  $P_{h\Sigma}=1780$  kVt aniqlangan. Quyidagi ifoda yordamida ana shu  $Q_h$  dan qancha miqdori iste'molchining o'zida ishlab chiqarilishi, ya'ni kompensatsiya qilinadigan quvvat miqdori aniqlansin,  $Q_{kq}=?$

4-misol. Metall sexining reaktiv quvvatga bo'lgan talabi  $Q_h=700$  kVAr va umumiy aktiv quvvat  $P_{h\Sigma}=1368$  kVt aniqlangan. Quyidagi ifoda yordamida ana shu  $Q_h$  dan qancha miqdori iste'molchining o'zida ishlab chiqarilishi, ya'ni kompensatsiya qilinadigan quvvat miqdori aniqlansin,  $Q_{kq}=?$