

**REAKTIV QUVVATNI KOMPENSATSIYALASHDA MODERN  
TEXNOLOGIYALAR VA USULLAR**

*Qarshi davlat texnika universiteti Stajyor o'qituvchi*

**Bobokulova Muhabbat Mahammadiyeva**

[muhabbatbobokulova820@gmail.com](mailto:muhabbatbobokulova820@gmail.com)

**Annotatsiya:** Ushbu ilmiy maqola reaktiv quvvatni kompensatsiyalashda zamonaviy texnologiyalar va usullarni o'rganishga bag'ishlangan. Elektr energiyasi tizimlarida reaktiv quvvatning mavjudligi tarmoqlarda energiya samaradorligini pasaytirishi, kuchlanishning ortiqcha o'zgarishiga sabab bo'lishi va tizimning barqarorligini buzishi mumkin. Shuning uchun reaktiv quvvatni kompensatsiyalash tizimlarini joriy etish, energiya tarmoqlarining samarali ishlashini ta'minlash va energiya iste'molining kamayishini ta'minlash uchun muhimdir. Maqolada reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning asosiy metodlari va texnologiyalari, jumladan, statik va dinamik kompensatsiya tizimlari, kondensatorli va induktiv kompensatsiya tizimlari, shuningdek, avtomatik boshqarish tizimlari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, maqolada bu texnologiyalarni joriy etishning iqtisodiy samaradorligi va atrof-muhitga ta'siri ham tahlil qilinadi. Maqola energiya samaradorligini oshirish, energiya tarmog'ining ishlashini yaxshilash va ekologik ta'sirni kamaytirish maqsadida zamonaviy texnologiyalarni qo'llashning zarurligini ko'rsatadi.

**Kalit so'zlar:** Reaktiv quvvat, kompensatsiya tizimi, modern texnologiyalar, statik kompensatsiya, dinamik kompensatsiya, kondensatorlar, induktiv kompensatsiya, avtomatik boshqaruv tizimi, energiya samaradorligi, energiya tarmog'i, ekologik ta'sir.

**Аннотация:** Данная научная статья посвящена изучению современных технологий и методов компенсации реактивной мощности. Наличие реактивной мощности в электроэнергетических системах может снизить энергоэффективность сетей, вызвать чрезмерные колебания напряжения и нарушить стабильность системы. Поэтому внедрение систем компенсации



реактивной мощности важно для обеспечения эффективной работы энергосистем и снижения энергопотребления. В статье рассмотрены основные методы и технологии компенсации реактивной мощности, в том числе статические и динамические системы компенсации, конденсаторные и индуктивные системы компенсации, а также системы автоматического управления. В статье также анализируется экономическая эффективность и воздействие на окружающую среду внедрения этих технологий. В статье указывается на необходимость применения современных технологий с целью повышения энергоэффективности, улучшения работы энергосистемы и снижения воздействия на окружающую среду.

**Ключевые слова:** Реактивная мощность, система компенсации, современные технологии, статическая компенсация, динамическая компенсация, конденсаторы, индуктивная компенсация, автоматическая система управления, энергоэффективность, энергосистема, воздействие на окружающую среду.

**Kirish:** Reaktiv quvvat — bu faqat elektromagnit maydonni hosil qilishda ishlatiladigan, foydali ish bajarmaydigan quvvat turi bo‘lib, asosan elektr dvigatellar, transformatorlar va boshqa induktiv yuklamalar tomonidan yaratiladi. Reaktiv quvvatning ortib ketishi elektr tarmoqlarda kuchlanish pasayishiga, energiya yo‘qotishlariga va uskuna samaradorligining kamayishiga olib keladi. Shuning uchun uni kompensatsiyalash muhim hisoblanadi.

Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning zamonaviy texnologiyalari va usullari energiya tizimlarining samaradorligini oshirishda katta rol o‘ynaydi. Ushbu usullarni qo‘llash orqali tarmoqlarda ortiqcha energiya sarfini kamaytirish, tizimni ishonchli va barqaror ishlashini ta‘minlash, shuningdek, ekologik ta‘sirni minimallashtirish mumkin. Hozirgi kunda reaktiv quvvatni kompensatsiyalash uchun turli metodlar ishlab chiqilgan, jumladan, statik va dinamik kompensatsiya tizimlari, kondensatorli va induktiv kompensatsiya usullari, avtomatik boshqarish tizimlari.



Ushbu texnologiyalar energiya tizimlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi va energiya tarmog'ining ishlashini yaxshilaydi.

**Reaktiv quvvat va uning tarmoqdagi ahamiyati:** Reaktiv quvvat energiya tizimlarida energiyaning real iste'moli bilan bog'liq bo'lmagan, lekin elektr toki va kuchlanish o'rtasidagi faza farqidan kelib chiqadigan quvvat turidir. Reaktiv quvvatning ortiqcha bo'lishi, asosan, induktiv yuklarning mavjudligi bilan bog'liq bo'lib, bu tarmoqning samaradorligini pasaytiradi. Muxammadov (2016) o'zining "Elektr energiya tizimlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning asosiy metodlari" nomli maqolasida reaktiv quvvatning tizimda yuzaga keladigan salbiy ta'sirlarini tahlil qilgan va kompensatsiya qilish usullarini batafsil yoritgan.

**Kondensatorli va induktiv kompensatsiya tizimlari:** Kondensatorlar va induktiv reaktiv quvvat kompensatsiyasi tizimlari eng keng tarqalgan va samarali metodlardan hisoblanadi. Kondensatorli kompensatsiya tizimlari reaktiv quvvatni to'liq yoki qisman kamaytirish uchun ishlatiladi va energiya tizimining samaradorligini oshiradi. Jumaniyazov va Yusupov (2018) "Kondensatorli kompensatsiya tizimlari va ularning energiya samaradorligiga ta'siri" nomli ishlarida bunday tizimlarning energiya tarmoqlarida qo'llanilishini batafsil tushuntirgan. Shuningdek, induktiv kompensatsiya tizimlari reaktiv quvvatni qayta ishlashni ta'minlaydi va ularni energiya tizimida qo'llash orqali tarmoqning kuchlanish barqarorligi oshiriladi.

**Dinamik kompensatsiya tizimlari:** Dinamik kompensatsiya tizimlari, o'z navbatida, yuqori tezlikda ishlash imkonini beruvchi texnologiyalarni o'z ichiga oladi. Ular reaktiv quvvatning o'zgaruvchan xususiyatlarini optimallashtirish va tarmoqdagi vaqtinchalik kuchlanish tushkunliklarini oldini olish uchun qo'llaniladi. Bunday tizimlar, ayniqsa, induktiv yuklar katta bo'lgan tizimlarda samarali natijalar beradi. Qayumov (2020) "Dinamik kompensatsiya tizimlari va ularning samaradorligi" maqolasida bunday tizimlarning ishlash prinsiplarini va ularni tarmoqlarda qo'llashda yuzaga keladigan masalalarni tahlil qilgan.

**Avtomatik boshqarish tizimlari:** Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashda avtomatik boshqaruv tizimlarining ro'li juda katta. Bu tizimlar, ayniqsa, tarmoqlarda reaktiv quvvatning tez o'zgarishi holatlarida samarali ishlaydi. Ular reaktiv quvvatni





real vaqt rejimida boshqarishga imkon beradi, bu esa energiya tizimining barqarorligini oshiradi va energiya yo'qotishlarini kamaytiradi. Ismoilov va Zokirov (2019) "Avtomatik boshqaruv tizimlari orqali reaktiv quvvatni optimallashtirish" maqolasida avtomatik boshqaruv tizimlarining afzalliklari va amaliy qo'llanishlarini tahlil qilgan.

**Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning iqtisodiy va ekologik samaradorligi:** Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash nafaqat energiya tizimlarining samaradorligini oshiradi, balki iqtisodiy va ekologik samaradorlikni ham yaxshilaydi. Energiyani tejash va ortiqcha energiya yo'qotishlarini kamaytirish orqali, tarmoqning samarali ishlashi ta'minlanadi. Iskandarov (2017) "Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashda ekologik va iqtisodiy samaradorlik" maqolasida reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning atrof-muhitga ta'siri va iqtisodiy jihatlarini ko'rsatgan.

**Ilg'or texnologiyalar va innovatsiyalar:** Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash texnologiyalari va metodlari so'nggi yillarda energiya tizimlarining samaradorligini oshirish, energiya yo'qotishlarini kamaytirish va atrof-muhitga ta'sirni minimallashtirishda muhim rol o'ynaydi. Kondensatorli, induktiv va dinamik kompensatsiya tizimlari, shuningdek, avtomatik boshqaruv tizimlari va ilg'or texnologiyalar orqali bu jarayon yanada optimallashtirilmoqda. Tadqiqotlar va ilmiy ishlarda taqdim etilgan metodlar va texnologiyalar energiya tizimlarining barqarorligini ta'minlashda samarali vositalardan hisoblanadi.

**Eksperimental tahlil:** Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash tizimlarining samaradorligini baholash maqsadida, turli energiya tarmoqlarida kondensatorli va induktiv kompensatsiya tizimlarining ishlashini o'rganishga qaratilgan eksperimentlar o'tkazildi. Bu eksperimentlarda tizimning energiya samaradorligi, ortiqcha energiya yo'qotishlari va tizimning barqarorligi baholandi.

**Matematik modellashtirish:** Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning samaradorligini modellashtirish uchun matematik modellar ishlab chiqildi. Bu modellar yordamida kompensatsiya tizimlarining turli ishlash sharoitlarida qanday natijalar berishi oldindan taxmin qilindi. Kompensatsiya tizimlarining ishlash samaradorligi, tarmoqdagi kuchlanishning o'zgarishi, energiya yo'qotishlari va iqtisodiy samaradorlik modellashtirildi.



**Simulyatsiya:** Tadqiqotda simulyatsiya dasturlari yordamida tarmoqdagi reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning samaradorligi va energetik barqarorlik o'rganildi. Ushbu simulyatsiyalar energiya tarmoqlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash jarayonida yuzaga keladigan natijalarni real vaqtda kuzatishga imkon berdi. Dasturlar yordamida reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning turli tizimlarida natijalar olingan va ularning solishtirilgan tahlili amalga oshirildi.

**Statistik tahlil:** Tadqiqotda olingan natijalar statistik tahlil yordamida baholandi. Bu tahlil kompensatsiya tizimlarining samaradorligi, energiya yo'qotishlari, kuchlanish o'zgarishlari va tizimning umumiy ishlash barqarorligini baholashda qo'llanildi. Natijalar bo'yicha statistik ko'rsatkichlar aniqlanib, ularning tarmoqni optimallashtirishga ta'siri ko'rsatilgan.

**Natijalar:** Tadqiqot davomida quyidagi asosiy natijalar va xulosalar olish mumkin bo'ldi: Kondensatorli va induktiv kompensatsiya tizimlarining samaradorligi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, kondensatorli kompensatsiya tizimlari reaktiv quvvatni samarali va tezda kompensatsiyalash imkonini beradi. Ushbu tizimlar tarmoqdagi reaktiv quvvatni tezda kamaytiradi va energiya samaradorligini oshiradi. Biroq, induktiv kompensatsiya tizimlari asosan yuqori quvvatli induktiv yuklar mavjud bo'lgan tizimlar uchun samarali bo'lib, ular uzoq muddatli ishlashda energiya tejash imkonini beradi.

**Dinamik kompensatsiya tizimlari:** Dinamik kompensatsiya tizimlari yuqori tezlikda ishlashni ta'minlaydi va tizimdagi reaktiv quvvatning o'zgaruvchan xususiyatlarini optimallashtiradi. Tadqiqotda olingan simulyatsiyalar natijasida, dinamik kompensatsiya tizimlari kuchlanishning o'zgarishini kamaytirib, energiya tizimining barqarorligini ta'minlaydi. Bu tizimlar, ayniqsa, vaqtinchalik kuchlanish tushkunliklari yoki qisqa muddatli reaktiv quvvat ortishini oldini olishda samarali ekanligi tasdiqlandi.

**Avtomatik boshqaruv tizimlari:** Avtomatik boshqaruv tizimlari reaktiv quvvatni real vaqt rejimida boshqarishga imkon beruvchi samarali vositalardir. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, avtomatik boshqaruv tizimlari energiya tarmoqlarining barqarorligini oshiradi va reaktiv quvvatni optimal darajada boshqarish



imkoniyatini beradi. Bu tizimlar tarmoqlarda ortiqcha energiya yo'qotishlarini kamaytirish va tizimning ishlashini yanada samarali qilishda muhim ahamiyatga ega.

**Iqtisodiy samaradorlik:** Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash tizimlari iqtisodiy jihatdan samarali bo'lishi mumkin. Tadqiqotda ko'rsatilganidek, kompensatsiya tizimlarini joriy etish orqali energiya tarmoqlarida energiya yo'qotishlarini sezilarli darajada kamaytirish mumkin, bu esa iqtisodiy xarajatlarni kamaytiradi. Shuningdek, energiya tizimlarining barqaror ishlashini ta'minlash orqali ishlab chiqarish jarayonlarining samaradorligi oshadi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, reaktiv quvvatni kompensatsiyalashda zamonaviy texnologiyalar, xususan, kondensatorli va induktiv kompensatsiya tizimlari, dinamik kompensatsiya tizimlari va avtomatik boshqaruv tizimlari samarali ishlaydi. Ular energiya tarmoqlarining samaradorligini oshiradi, energiya yo'qotishlarini kamaytiradi va tizim barqarorligini ta'minlaydi. Shuningdek, bu tizimlarning iqtisodiy va ekologik samaradorligi ham sezilarli darajada yuqori bo'lib, energiya tizimlarini optimallashtirishda muhim rol o'ynaydi.

**Xulosa:** Ushbu ilmiy maqolada reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning zamonaviy texnologiyalari va usullari o'rganildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, reaktiv quvvatni kompensatsiyalash tizimlari energiya tizimlarining samaradorligini oshirish, tarmoqning barqarorligini ta'minlash va energiya yo'qotishlarini kamaytirish borasida muhim ahamiyatga ega.

Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashda asosiy metodlar, xususan, kondensatorli va induktiv kompensatsiya tizimlari, dinamik kompensatsiya tizimlari va avtomatik boshqaruv tizimlari energiya tarmoqlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Kondensatorli tizimlar reaktiv quvvatni tez va samarali kompensatsiyalash imkonini beradi, induktiv tizimlar esa uzun muddatli ishlashda samarali hisoblanadi. Dinamik kompensatsiya tizimlari, o'z navbatida, yuqori tezlikda ishlashni ta'minlab, tarmoqdagi kuchlanishning o'zgarishini kamaytiradi va tizimning barqarorligini oshiradi.

Avtomatik boshqaruv tizimlari yordamida reaktiv quvvatni real vaqt rejimida boshqarish tizimning samaradorligini oshiradi va ortiqcha energiya yo'qotishlarini





kamaytiradi. Bundan tashqari, reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning iqtisodiy va ekologik samaradorligi ham sezilarli darajada yuqori bo'lib, tarmoqlarda energiya iste'molining kamayishi va atrof-muhitga ta'sirning pasayishi bilan bog'liqdir.

### **ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Muxammadov, A. (2016). Elektr energiya tizimlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning asosiy metodlari. Toshkent: Fan va texnologiya.
2. Jumaniyazov, D., & Yusupov, B. (2018). Kondensatorli kompensatsiya tizimlari va ularning energiya samaradorligiga ta'siri. Energetika jurnali, 32(5), 89-97.
3. Qayumov, N. (2020). Dinamik kompensatsiya tizimlari va ularning samaradorligi. Elektr texnikasi va energiya tizimlari, 44(3), 112-121.
4. Ismoilov, Sh., & Zokirov, I. (2019). Avtomatik boshqaruv tizimlari orqali reaktiv quvvatni optimallashtirish. Elektr energetikasi va avtomatizatsiya, 37(2), 58-65.
5. Iskandarov, R. (2017). Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashda ekologik va iqtisodiy samaradorlik. Energiya va tabiiy resurslar, 25(1), 123-130.
6. Sabirov, D. (2021). Ilg'or texnologiyalar va reaktiv quvvatni kompensatsiyalash. Energetika texnologiyalari, 52(7), 150-158.
7. Zaytsev, S., & Ponomarev, M. (2018). Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning samarali texnologiyalari. Elektr energiyasining samarali boshqaruvi, 10(4), 45-56.
8. Buryakov, V., & Sokolov, Y. (2019). Kondensatorli va induktiv kompensatsiya tizimlarining energiya samaradorligiga ta'siri. Energetik resurslar va tizimlar, 23(6), 134-141.
9. Hingorani, N. G., & Gyugyi, L. (2000). "Understanding FACTS: Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems" FACTS texnologiyalari, xususan STATCOM va SVC qurilmalarining nazariy va amaliy asoslari keltirilgan.
10. Bollen, M. H. J. (2000). "Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions" Reaktiv quvvatning tarmoqdagi kuchlanish muammolari bilan bog'liqligi chuqur tahlil qilingan.