TRANSFORMATORLARNING YUKLAMA REJIMLARINI TAHLIL QILISH VA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH

To‘rayev S.D.

Buxoro davlat texnika universiteti “Elektr va energetika muhandisligi” kafedrasi katta o‘qituvchisi.

Shoboyev R. V.

AKSA ENERJI BUKHARA xorijiy korxonasi Boshqaruv pult operatori

Annotatsiya. Ushbu tezisda elektr energiyasini uzatish va taqsimlash tizimlarining muhim elementi hisoblangan transformatorlarning yuklama rejimlari, ularning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarga ta’siri hamda energiya samaradorligini oshirish masalalari tahlil qilingan. Transformatorning yuklama darajasi o‘zgarishi natijasida quvvat isroflari, foydali ish koeffitsiyenti, kuchlanishning og‘ishi va qurilmaning issiqlik holatida yuzaga keladigan o‘zgarishlar ko‘rib chiqilgan. Transformatorlarda energiya samaradorligini oshirish uchun yuklamani optimal taqsimlash, reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish, texnik holatni muntazam nazorat qilish va zamonaviy energiya tejamkor transformatorlardan foydalanishning ahamiyati asoslangan. Tadqiqot natijalari transformatorlarning ish rejimini to‘g‘ri tashkil etish orqali elektr energiyasi isroflarini kamaytirish va elektr ta’minoti tizimining ishonchliligini oshirish mumkinligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: transformator, yuklama rejimi, energiya samaradorligi, elektr energiyasi, quvvat isrofi, foydali ish koeffitsiyenti, reaktiv quvvat, kuchlanish, energiya tejamkorligi, elektr ta’minoti.

Kirish. Bugungi kunda elektr energiyasiga bo‘lgan talabning muntazam ortib borishi elektr ta’minoti tizimlarida energiya resurslaridan samarali foydalanish masalasini dolzarb vazifalardan biriga aylantirmoqda. Elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash jarayonlarida yuzaga keladigan texnik yo‘qotishlarni

kamaytirish nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki elektr ta’minotining ishonchliligini ta’minlashga ham xizmat qiladi. Ushbu jarayonda transformatorlar alohida o‘rin egallaydi. Chunki elektr tarmoqlarida kuchlanish darajasini o‘zgartirish, elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish va iste’molchilarga kerakli kuchlanishda yetkazib berish transformatorlar yordamida amalga oshiriladi.

Transformatorning samarali ishlashi uning yuklama rejimiga bevosita bog‘liq. Yuklama qiymatining me’yoridan ortib ketishi chulg‘amlarda tokning oshishiga, misdagi quvvat isroflarining ko‘payishiga va qurilmaning qizib ketishiga olib keladi. Aksincha, transformatorning juda kichik yuklama ostida uzoq vaqt ishlashi ham iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas, chunki bunda salt ishlashdagi quvvat isroflari umumiy iste’mol qilinadigan energiyaga nisbatan katta ulushni tashkil etishi mumkin. Shuning uchun transformatorning optimal yuklama rejimini aniqlash energiya samaradorligini oshirishning muhim shartlaridan hisoblanadi.

Transformatorning yuklama rejimi deganda uning ma’lum vaqt oralig‘ida yuklama ostida ishlashi, ya’ni iste’molchi tomonidan talab qilinayotgan aktiv va reaktiv quvvat miqdoriga mos ravishda tok yuklamasining o‘zgarishi tushuniladi. Amaliy elektr ta’minoti tizimlarida yuklama sutka davomida bir xil bo‘lmaydi. Ishlab chiqarish korxonalarida ish boshlanishi bilan yuklama ortishi, ish vaqti tugashi bilan esa kamayishi mumkin. Aholi yashash hududlarida esa yuklamaning eng yuqori qiymatlari odatda ertalab va kechki paytlarda kuzatiladi. Shu sababli transformatorning yuklama grafigini o‘rganish va uning asosida ish rejimini boshqarish energiya tejamkorligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Asosiy qism. Transformatorlarda energiya isroflari asosan ikki asosiy guruhga bo‘linadi: salt ishlashdagi isroflar va yuklama bilan bog‘liq isroflar. Salt ishlash isroflari transformator tarmoqqa ulangan, biroq yuklama mavjud bo‘lmagan yoki juda kichik bo‘lgan holatda ham yuzaga keladi. Bunday isroflar asosan magnit o‘zakdagi magnitlanish jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lib, transformatorning kuchlanishiga va

konstruktiv xususiyatlariga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Yuklama isroflari esa transformator chulg‘amlaridan tok o‘tishi natijasida yuzaga keladi va tokning kvadratiga mutanosib ravishda ortadi.

Transformatorning yuklamasi oshgani sari chulg‘amlardagi tok qiymati ham ortadi. Natijada chulg‘amlarning aktiv qarshiligida hosil bo‘ladigan quvvat isrofi sezilarli darajada ko‘payadi. Shuning uchun transformatorni doimiy ravishda nominal quvvatiga yaqin yoki undan yuqori yuklama bilan ishlatish energiya samaradorligining pasayishiga, izolyatsiya materiallarining tezroq eskirishiga va qurilmaning xizmat muddatining qisqarishiga olib kelishi mumkin. Haddan tashqari yuklama esa avariya holatlari yuzaga kelish xavfini oshiradi.

Transformatorning foydali ish koeffitsiyenti uning kirish qismida qabul qilayotgan elektr quvvatining qanchalik samarali ravishda chiqish qismidagi foydali quvvatga aylantirilayotganini ifodalaydi. Foydali ish koeffitsiyenti quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

$$\eta = P_2 / P_1 \cdot 100\ \%$$

bu yerda η — transformatorning foydali ish koeffitsiyenti, P_2 — chiqishdagi foydali aktiv quvvat, P_1 — transformator tomonidan tarmoqdan olinayotgan aktiv quvvat.

Transformatorning umumiy quvvat isrofi salt ishlash isrofi va yuklama isrofining yig‘indisidan tashkil topadi. Shuning uchun yuqori energiya samaradorligiga erishish uchun faqat yuklama isrofini kamaytirishning o‘zi yetarli emas. Transformatorning konstruksiyasi, magnit o‘zak materiali, chulg‘amlarning aktiv qarshiligi, sovitish tizimi va ekspluatatsiya sharoitlari ham hisobga olinishi kerak.

Yuklama rejimlarini tahlil qilishda yuklama koeffitsiyenti muhim ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi. U transformatorning amaldagi yuklamasining nominal yuklamaga nisbatini ifodalaydi. Yuklama koeffitsiyentining ortishi transformatorning foydali ish koeffitsiyentiga va quvvat isroflariga bevosita ta’sir

qiladi. Shu sababli transformatorning sutkalik, oylik va yillik yuklama grafiklarini shakllantirish orqali uning haqiqiy ishlash sharoitlarini baholash mumkin.

Energiya samaradorligini oshirishning samarali usullaridan biri transformatorlar o‘rtasida yuklamani optimal taqsimlash hisoblanadi. Bir nechta transformator parallel ishlayotgan elektr ta’minoti tizimlarida yuklamani ularning texnik imkoniyatlari va nominal quvvatlarini hisobga olgan holda taqsimlash orqali ortiqcha quvvat isroflarining oldini olish mumkin. Yuklama kamaygan davrlarda barcha transformatorlarni bir vaqtda ishlatish o‘rniga zarur miqdordagi transformatorlarni ish holatida qoldirish ham energiya sarfini kamaytirishga yordam beradi.

Transformatorlarning energiya samaradorligiga reaktiv quvvat ham sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Elektr tarmog‘ida reaktiv quvvatning ortishi tokning ko‘payishiga sabab bo‘ladi. Tokning oshishi esa elektr uzatish liniyalari va transformatorlarda qo‘shimcha quvvat isroflarining yuzaga kelishiga olib keladi. Shu sababli reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish qurilmalari, jumladan kondensator qurilmalaridan foydalanish orqali elektr tarmog‘ining quvvat koeffitsiyentini yaxshilash va transformatorning yuklanishini kamaytirish mumkin.

Transformatorning texnik holatini muntazam nazorat qilish ham energiya samaradorligini ta’minlashning muhim omilidir. Chulg‘amlarning holati, izolyatsiya qarshiligi, moyning sifati, sovitish tizimining ishlashi, kontakt birikmalarining holati va kuchlanish rostlagichlarining sozligi muntazam tekshirib borilishi kerak. Texnik xizmat ko‘rsatishning o‘z vaqtida amalga oshirilishi nafaqat energiya isroflarini kamaytiradi, balki transformatorning avariyasiz ishlash muddatini ham uzaytiradi.

Zamonaviy transformatorlarda energiya samaradorligini oshirish uchun magnit o‘zakda kam yo‘qotishli materiallardan foydalanish, chulg‘am konstruksiyasini takomillashtirish va sovitish tizimlarini optimallashtirishga katta e’tibor berilmoqda. Bunday texnologiyalar transformatorning ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan issiqlik miqdorini kamaytirish va energiya isroflarini qisqartirish imkonini beradi. Ayniqsa,

sutka davomida yuklama sezilarli darajada o‘zgaradigan elektr tarmoqlarida energiya samarador transformatorlardan foydalanish iqtisodiy jihatdan katta samara berishi mumkin.

Transformatorlarni tanlashda faqat nominal quvvatga asoslanish ham har doim ham to‘g‘ri natija bermaydi. Qurilmaning kelajakdagi yuklama o‘sishi, maksimal yuklama davomiyligi, o‘rtacha yuklama qiymati va elektr energiyasiga bo‘lgan talabning sutkalik o‘zgarishi ham hisobga olinishi lozim. Transformatorning haddan tashqari katta quvvatli tanlanishi uning uzoq vaqt davomida past yuklamada ishlashiga va salt ishlash isroflarining nisbatan ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shuningdek, kichik quvvatli transformator tanlansa, uning ortiqcha yuklanishi va qizib ketish xavfi ortadi.

Shu nuqtayi nazardan transformatorning optimal yuklama darajasini aniqlash texnik va iqtisodiy jihatdan muhim masala hisoblanadi. Optimal rejimda transformator foydali ish koeffitsiyenti yuqori bo‘lgan holatda ishlaydi, quvvat isroflari esa imkon qadar past darajada saqlanadi. Buning uchun yuklama grafigini doimiy monitoring qilish, elektr energiyasi iste’molini tahlil qilish va zarur hollarda transformatorlarning ish holatini qayta tashkil etish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa. Transformatorlarning yuklama rejimlarini to‘g‘ri tahlil qilish va boshqarish elektr ta’minoti tizimlarida energiya samaradorligini oshirishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Transformatorning ortiqcha yoki yetarli bo‘lmagan yuklama bilan ishlashi elektr energiyasi isroflarining ortishiga, qurilmaning texnik holati yomonlashishiga va ekspluatatsiya xarajatlarining ko‘payishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli transformatorlarning haqiqiy yuklama grafiklarini o‘rganish, yuklamani optimal taqsimlash, reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish, texnik xizmat ko‘rsatishni muntazam tashkil etish va energiya tejamkor transformatorlardan foydalanish zarur.

O‘tkazilgan tahlil shuni ko‘rsatadiki, transformatorlarning energiya samaradorligini oshirish yagona texnik yechim bilan emas, balki bir nechta chora-

tadbirlarni kompleks ravishda amalga oshirish orqali ta’minlanadi. Yuklama rejimlarini monitoring qilish va optimal boshqarish elektr energiyasi isroflarini kamaytirish bilan birga, transformatorlarning xizmat muddatini uzaytirish va elektr ta’minoti tizimining ishonchliligini oshirish imkonini beradi. Natijada ishlab chiqarish va maishiy iste’molchilarni elektr energiyasi bilan ta’minlashda texnik hamda iqtisodiy samaradorlikka erishiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Chapman S.J. Electric Machinery Fundamentals. McGraw-Hill Education.
2. Fitzgerald A.E., Kingsley C., Umans S.D. Electric Machinery. McGraw-Hill.
3. Grainger J.J., Stevenson W.D. Power System Analysis. McGraw-Hill.
4. Gonen T. Electrical Power Transmission System Engineering. CRC Press.
5. Kundur P. Power System Stability and Control. McGraw-Hill.
6. IEC 60076. Power Transformers. International Electrotechnical Commission.