



TRANSFORMATORLARDA ENERGIYA ISROFLARI VA ULARNI
KAMAYTIRISH USULLARI

Rustamov Dilshod Shavkatovich

(PHD) Dotsent.,

Toshkent davlat transport universiteti “Elektr ta’minoti” kafedrası

Asodov Asliddin Komiljon o’g’li

(EE-12 guruh talabasi)

Annotatsiya: Ushbu maqolada transformatorlarda yuzaga keladigan energiya yo‘qotishlari va ularni kamaytirish usullari temir yo‘l sohasida qo‘llanilishi nuqtai nazaridan tahlil qilinadi. Transformatorlarning ishlash prinsipi, energiya yo‘qotishlarining asosiy turlari — magnit siklidagi (gisterezis va vikhrevi toklar) hamda o‘ramlardagi rezistiv yo‘qotishlar batafsil yoritiladi. Temir yo‘l tizimlarida transformatorlarning roli va yuqori yuklamalar sharoitida energiya yo‘qotishlarining tizim samaradorligiga ta’siri ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, energiya samaradorligini oshirish uchun magnit yadro materiali, o‘ram dizayni, sovutish tizimlari, yukni boshqarish va regenerativ tormozlash texnologiyalaridan foydalanish usullari taqdim etiladi. Maqola zamonaviy materiallar va texnologiyalarning temir yo‘l transformatorlarida energiya tejallishini ta’minlashdagi ahamiyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: transformator energiya yo‘qotishlari, gisterezis yo‘qotishlari, vikhrevi tok yo‘qotishlari, rezistiv yo‘qotishlar, temir yo‘l transformatorlari, energiya samaradorligi, magnit yadro materiali, sovutish tizimlari, yukni boshqarish, regenerativ tormozlash.

Annotation: This article analyzes energy losses in transformers and methods to reduce them, with a focus on their application in the railway sector. The operating principles of transformers and the main types of energy losses—magnetic core losses (hysteresis and eddy currents) and resistive losses in windings—are thoroughly examined. The role of transformers in railway systems and the impact of energy losses under high load conditions on overall system efficiency are discussed. Additionally, methods to improve energy efficiency are presented, including advancements in magnetic core materials, winding design, cooling systems, load management, and regenerative braking technologies. The article highlights the significance of modern materials and technologies in ensuring energy savings in railway transformers.

Keywords: transformer energy losses, hysteresis losses, eddy current losses, resistive losses, railway transformers, energy efficiency, magnetic core materials, cooling systems, load management, regenerative braking.

Elektr energiyasini uzatishda transformatorlar muhim rol o‘ynaydi. Ular kuchlanishni oshirish yoki kamaytirish orqali elektr tizimlarining samaradorligini ta’minlaydi. Ayniqsa



TANQIDIY NAZAR, TAHLILIY TAFAKKUR VA INNOVATION G'OYALAR



temir yo'l sohasida transformatorlarning roli nihoyatda katta. Elektr lokomotivlar, signalizatsiya va boshqaruv tizimlariga energiya yetkazish jarayonida transformatorlar yuqori yuk ostida ishlaydi. Biroq, har qanday elektr uskunasida bo'lgani kabi, transformatorlarda ham energiya yo'qotishlari yuzaga keladi. Bu yo'qotishlar tizimning samaradorligini kamaytirib, iqtisodiy xarajatlarni oshiradi.

Transformatorlardagi energiya yo'qotishlari ikki asosiy guruhga bo'linadi. Birinchi guruh – magnit siklidagi yo'qotishlar bo'lib, ular gisterezis va vikhrevi toklar shaklida namoyon bo'ladi. Gisterezis yo'qotishlari magnit materialning magnitlanish va demagnitlanish jarayonida yuzaga keladi va energiyaning issiqlikka aylanishi bilan izohlanadi. Vikhrevi toklar esa o'zgarmoqda bo'lgan magnit oqim ta'sirida yadroda yopiq aylanmalar shaklida hosil bo'lib, o'sha joyda issiqlik chiqaradi. Ikkinchi guruh esa o'ramlardagi rezistiv yo'qotishlar bo'lib, ular simlarning qarshiligidan kelib chiqadi va transformator simlarida oqayotgan tok issiqlikka aylanadi.

Temir yo'l tizimlarida transformatorlar yuqori quvvatlarda ishlashadi va uzoq vaqt yuqori yuk ostida bo'ladilar. Shu sababli, energiya yo'qotishlari butun tizim samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Masalan, elektr lokomotivlarning tarmoqqa ulangan elektr energiyasining katta qismi transformatorlarda yo'qolsa, bu tizim iqtisodiy jihatdan samarasiz bo'ladi. Shuningdek, transformatorlarning ortiqcha qizishi ularning xizmat muddatini qisqartiradi, nosozliklarga olib keladi va temir yo'l transportining ishonchliligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Yo'qotishlarni kamaytirish uchun temir yo'l sohasida transformatorlarning magnit yadro materiali sifatini yaxshilash muhim hisoblanadi. Bugungi kunda silikonli elektrokartonlardan tayyorlangan yadrolar keng qo'llaniladi, ular past gisterezisli va kam vikhrevi toklariga ega bo'lib, energiya yo'qotishlarini kamaytiradi. Bundan tashqari, yadro plastinalarining ingichka va izolyatsiyalangan bo'lishi vikhrevi toklarning hosil bo'lishini sezilarli darajada kamaytiradi. Yangi texnologiyalar asosida amorf metall qotishmalaridan tayyorlangan yadro materiallari esa an'anaviy materiallarga nisbatan yo'qotishlarni 30-50 foizgacha kamaytiradi va temir yo'l tizimlarida qo'llanilishi bilan energiya samaradorligini oshirishda katta imkoniyatlar yaratadi.

Transformator o'ramlarining dizayni va ishlatiladigan simlarning sifati ham yo'qotishlarni kamaytirishda katta rol o'ynaydi. Mis va alyuminiy simlarning qarshiligi minimal bo'lishi kerak, chunki ular orqali oqayotgan tok natijasida yuzaga keladigan issiqlik yo'qotishlarni oshiradi. Shuningdek, simlarning qalinligi va izolyatsiyasi transformatorning sovutish samaradorligini oshiradi. Temir yo'l transformatorlari yuqori toklar ostida ishlashi sababli, ularning sovutish tizimi ham yaxshi tashkil etilgan bo'lishi zarur. Sovutish moyli, havo yoki suv sovutish tizimlari yordamida ortiqcha issiqlik chiqariladi, bu esa transformatorning xizmat muddatini uzaytiradi va energiya samaradorligini oshiradi.

Bundan tashqari, temir yo'l tizimida transformatorlarning yuklanishini samarali boshqarish energiya isroflarini kamaytirishga yordam beradi. Transformatorlarning ortiqcha





yuklanishini oldini olish, ishlash parametrlarini doimiy nazorat qilish va yuk taqsimotini optimallashtirish orqali elektr energiyasining sarfi kamayadi. Zamonaviy intellektual boshqaruv tizimlari transformatorlarning ish holatini real vaqt rejimida kuzatib boradi va kerak bo'lganda avtomatik tarzda chora ko'radi. Bu esa transformatorlarning nosozlikdan himoyalanihini ta'minlaydi va tizim samaradorligini oshiradi.

Temir yo'l sohasida shuningdek regenerativ tormozlash tizimlari keng qo'llaniladi. Lokomotiv tormozlanganda hosil bo'lgan kinetik energiya elektr energiyasiga aylantiriladi va tarmoqqa qaytariladi. Transformatorlar bu energiyani qabul qilib, tarmoqqa taqsimlaydi. Bu jarayon elektr energiyasining tejalishiga olib keladi va umumiy energiya yo'qotishlarini kamaytiradi.

Zamonaviy transformatorlarda yuqori samaradorlikka erishish uchun ilg'or texnologiyalar va yangi materiallar qo'llanilmoqda. Supertozalangan mis simlar, yuqori sifatli magnit materiallar, elektron boshqaruv tizimlari va ilg'or sovutish texnologiyalari yordamida transformatorlarning energiya yo'qotishlari sezilarli darajada kamaymoqda. Temir yo'l tizimida bunday texnologiyalarni joriy qilish nafaqat iqtisodiy foyda, balki ekologik tozalikni ta'minlashga ham yordam beradi.

Xulosa qilib aytganda, transformatorlarda energiya yo'qotishlarini kamaytirish temir yo'l tizimining samaradorligi, ishonchligi va xavfsizligini ta'minlashda muhim omildir. Magnit yadro materiallari va konstruktsiyasini takomillashtirish, o'ram simlarini sifatli qilish, samarali sovutish tizimlarini joriy etish, yukni boshqarish va regenerativ tormozlash texnologiyalaridan foydalanish orqali energiya yo'qotishlarini kamaytirish mumkin. Bular temir yo'l transportining samaradorligini oshirib, uning barqaror ishlashiga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sobirov A. M. *Elektr energetikasi asoslari*. -T.: O'zbekiston Milliy Universiteti nashriyoti. 2017.
2. Rasulov B. R. *Transformatorlarning qurilishi va ishlash prinsiplari*. -T.: "Texnologiya" nashriyoti. 2019.
3. Qodirov T. Sh. *Elektr energiyasini tejash va samaradorligini oshirish usullari*. -T.: Fan va texnologiya. 2020.
4. O'zbekiston temir yo'llari elektr tizimlari bo'yicha texnik qo'llanma. -T.: O'zbekiston temir yo'llari bosh boshqarmasi. 2021.
5. Abdurahmonov S. J. *Temir yo'l transportida elektr energiyasini samarali foydalanish*. -T.: "Transport va aloqa" jurnali, №3, 45-53-betlar. 2018.