

TRANSFORMATOR SOVUTISH TIZIMINING ENERGIYA ISROFINI ANIQLASH

Xusanov Maxmudjon, Asirdin o'g'li.

Ilmiy raxbar: Egamov Dilmurod

Annotatsiya Ushbu maqola elektr energetika tizimlarining muhim elementi bo'lgan transformatorlarning sovutish tizimlaridagi energiya isrofini aniqlash masalalariga bag'ishlangan. Maqolada transformatorlarda issiqlik hosil bo'lish manbalari, sovutish tizimlarining asosiy turlari va ulardagi energiya isrofi sabablari tahlil qilinadi. Transformator sovutish tizimlaridagi energiya isrofini kamaytirish bo'yicha mavjud usullar va texnologiyalar, jumladan samarali nasoslar, fanatlar va boshqaruv tizimlaridan foydalanish ko'rib chiqiladi. Maqola elektr energetika muhandislari, energetika tizimi operatorlari va ushbu sohada tadqiqot olib borayotgan mutaxassislar uchun mo'ljallangan.

Kalit so'zlar: Transformator, sovutish tizimi, energiya isrofi, samaradorlik, issiqlik hosil bo'lishi, moyli sovutish, havoli sovutish, nasoslar, fanatlar, boshqaruv tizimi.

Abstract This article focuses on identifying energy losses in the cooling systems of transformers, which are crucial components of electrical power systems. The sources of heat generation in transformers, the main types of cooling systems, and the causes of energy loss within them are analyzed. Existing methods and technologies for reducing energy losses in transformer cooling systems, including the use of efficient pumps, fans, and control systems, are reviewed. The article is intended for electrical power engineers, power system operators, and specialists conducting research in this field.

Keywords: Transformer, cooling system, energy loss, efficiency, heat generation, oil cooling, air cooling, pumps, fans, control system.

Kirish

Elektr transformatorlari elektr energiyasini uzatish va taqsimlash tizimlarida kuchlanishni o'zgartirish uchun zarur bo'lgan statik elektr qurilmalaridir. Ishlash jarayonida transformatorlarda turli sabablarga ko'ra issiqlik hosil bo'ladi, bu esa uning samaradorligini pasaytiradi va izolyatsiyasiga zarar yetkazishi mumkin. Shuning uchun transformatorlarni samarali sovutish ularning ishonchli va uzoq muddatli ishlashini ta'minlash uchun o'ta muhimdir. Transformatorlarni sovutish tizimlari o'z navbatida energiya iste'mol qiladi va noto'g'ri loyihalashtirilgan yoki samarasiz ishlayotgan sovutish tizimi sezilarli energiya isrofiga olib kelishi mumkin. Zamonaviy energetika tizimlarida energiya samaradorligini oshirish va isroflarni kamaytirish dolzarb vazifa hisoblanar ekan, transformator sovutish tizimlaridagi energiya isrofini aniqlash va uni kamaytirish yo'llarini izlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu maqola transformatorlarda issiqlik hosil bo'lish manbalarini tahlil qiladi, ularning asosiy sovutish tizimlarini ko'rib chiqadi va har bir tizimdagi energiya isrofi sabablarini aniqlaydi. Maqola, shuningdek, transformator sovutish tizimlarining energiya samaradorligini oshirish bo'yicha mavjud texnologiyalar va usullarni o'rganadi.

TRANSFORMERLARDA ISSIQLIK HOSIL BO'LISH MANBALARI

Transformatorlarda issiqlikning hosil bo'lishiga bir nechta asosiy omillar sabab bo'ladi:

- Mis o'ramlaridagi yo'qotishlar (I^2R yo'qotishlari): O'ramlardan tok o'tganda, mis simlarning elektr qarshiligi tufayli issiqlik ajralib chiqadi. Bu yo'qotish tokning kvadrati va o'ram qarshiligiga proporsionaldir.
- Po'lat o'zakdagi yo'qotishlar (magnit yo'qotishlari): O'zgaruvchan magnit oqimi po'lat o'zakda gisterezis va uyurmali toklar tufayli issiqlik hosil qiladi. Gisterezis yo'qotishlari magnitlanish va demagnitlanish sikli

bilan bog'liq bo'lsa, uyurmali tok yo'qotishlari o'zak ichida induktsiyalangan aylanma toklar natijasida yuzaga keladi.

- Dielektrik yo'qotishlar: Izolyatsiya materiallarida o'zgaruvchan elektr maydoni ta'sirida dielektrik yo'qotishlar sodir bo'lishi mumkin, ammo bu yo'qotishlar odatda mis va magnit yo'qotishlariga nisbatan kamroq ahamiyatga ega.

- Qo'shimcha yo'qotishlar (stray losses): Bu yo'qotishlarga o'ramlarda, bakda va boshqa metall konstruksiyalarda tarqalgan magnit oqimlari sabab bo'ladi va ularni aniqlash nisbatan qiyinroq.

Hosil bo'lgan issiqlik transformatorning haroratini oshiradi, agar u samarali ravishda olib ketilmasa, izolyatsiyaning tezroq eskirishiga va transformatorning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin.

TRANSFORMER SOVUTISH TIZIMLARINING ASOSIY TURLARI VA ENERGIYA ISROFI Moyli sovutish (ONAN, ONAF, ONWF, OFWF, OFAF)

Moyli sovutish tizimlarida transformatorning aktiv qismi (o'ramlar va o'zak) maxsus transformator moyiga botiriladi. Moy issiqlikni o'ziga yutadi va tabiiy konveksiya (ONAN - Oil Natural Air Natural) yoki majburiy aylanish (ONAF - Oil Natural Air Forced, ONWF - Oil Natural Water Forced, OFWF - Oil Forced Water Forced, OFAF - Oil Forced Air Forced) orqali issiqlik almashinuvchilarga (radiatorlar, ventilyatorlar, suv sovutgichlar) yetkaziladi.

Energiya isrofi: Moyli sovutish tizimlarida energiya isrofi asosan quyidagi elementlar ishlashi bilan bog'liq:

- a) Majburiy moy aylanish nasoslari: Agar tizimda moyning majburiy aylanishi qo'llanilsa, nasoslar elektr energiyasini iste'mol qiladi. Nasoslarning samaradorligi va quvvati energiya isrofi miqdoriga ta'sir etadi.

b) Sovutish fanatlari: Havoli sovutish qo'llanilganda (ONAF, OFAF), fanatlar radiatorlar orqali havoni o'tkazish uchun elektr energiyasini sarflaydi. Fanatlarning soni, quvvati va ishlash vaqti energiya isrofiga ta'sir etadi.

c) Suv sovutish tizimlari: Suvli sovutish qo'llanilganda (ONWF, OFWF), suvni aylantirish uchun nasoslar va suvni sovutish uchun qo'shimcha qurilmalar (sovutish minorasi, issiqlik almashinuvchilar) energiya iste'mol qilishi mumkin.

Havoli sovutish (AN, AF)

Havoli sovutish tizimlarida transformatorning aktiv qismi bevosita atmosfera havosida joylashadi. Issiqlik tabiiy konveksiya (AN - Air Natural) yoki majburiy puflash (AF - Air Forced) orqali olib ketiladi. Energiya isrofi: Havoli sovutish tizimlarida energiya isrofi asosan quyidagi elementlar ishlashi bilan bog'liq: Sovutish fanatlari (AF): Majburiy puflash qo'llanilganda, katta hajmdagi havoni transformatorning aktiv qismi orqali o'tkazish uchun quvvatli fanatlar ishlatiladi, bu esa sezilarli energiya sarfini talab qilishi mumkin.

Quruq tipdagi transformatorlar (AN, AF)

Quruq tipdagi transformatorlarda moy ishlatilmaydi. O'ramlar va o'zak maxsus izolyatsiya materiallari bilan o'raladi va sovutish asosan tabiiy (AN) yoki majburiy (AF) havo aylanishi orqali amalga oshiriladi. **Energiya isrofi:** Quruq tipdagi transformatorlardagi energiya isrofi faqat majburiy havo sovutish qo'llanilganda fanatlar ishlashi bilan bog'liq.

4. TRANSFORMER SOVUTISH TIZIMINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'LLARI

Transformator sovutish tizimlaridagi energiya isrofini kamaytirish va samaradorlikni oshirish uchun bir qator usullar va texnologiyalar mavjud:

1.Samarali nasoslardan foydalanish: Moyning majburiy aylanishi qo'llaniladigan tizimlarda yuqori samaradorlikka ega bo'lgan nasoslarni tanlash va ularning ish rejimini transformatorning yuklanishiga moslashtirish orqali energiya sarfini kamaytirish mumkin.

2.Samarali fanatlardan foydalanish: Havoli sovutish tizimlarida aerodinamik jihatdan optimallashtirilgan, yuqori samaradorlikka ega bo'lgan fanatlarni qo'llash muhimdir. Fanatlarning soni va ishlash vaqtini transformatorning haroratiga qarab boshqarish ham energiya isrofiga ta'sir etadi.

3.Aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish: Transformatorning yuklanishi va atrof-muhit haroratini doimiy ravishda monitoring qiluvchi va sovutish tizimining ishini avtomatik ravishda optimallashtiruvchi aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin. Bu tizimlar faqat zarur bo'lganda sovutishni intensivlashtiradi.

4.Tabiiy sovutishdan maksimal darajada foydalanish: Agar atrof-muhit harorati past bo'lsa va transformatorning yuklanishi unchalik katta bo'lmasa, majburiy sovutish tizimlarini o'chirib qo'yish yoki ularning ish intensivligini kamaytirish orqali energiya tejash mumkin.

5.Issiqlik almashinuvchilarning samaradorligini oshirish: Sovutish tizimlarida ishlatiladigan radiatorlar va boshqa issiqlik almashinuvchilarning konstruksiyasini optimallashtirish orqali issiqlik uzatish samaradorligini oshirish va sovutish uchun zarur bo'lgan energiya miqdorini kamaytirish mumkin.

6.Transformator moyining sifatini nazorat qilish: Transformator moyining dielektrik xususiyatlari va issiqlik o'tkazuvchanligini muntazam ravishda nazorat qilish va kerak bo'lganda uni almashtirish sovutish tizimining samarali ishlashini ta'minlaydi.

XULOSA

Transformator sovutish tizimlaridagi energiya isrofi elektr energetika tizimlarida e'tiborga olinishi zarur bo'lgan muhim masaladir. Nosoz yoki samarasiz ishlayotgan sovutish tizimi sezilarli energiya yo'qotishlariga olib kelishi mumkin. Transformatorlarda issiqlik hosil bo'lish manbalarini tushunish, sovutish tizimlarining turli xillarini bilish va ulardagi energiya isrofi sabablarini aniqlash energiya samaradorligini oshirish bo'yicha to'g'ri strategiyalarni ishlab chiqish uchun zarurdir.

Samarali nasoslar va fanatlardan foydalanish, aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish, tabiiy sovutish imkoniyatlaridan maksimal darajada foydalanish va issiqlik almashinuvchilarning samaradorligini oshirish kabi usullar transformator sovutish tizimlaridagi energiya isrofini kamaytirish va ularning umumiy samaradorligini oshirish imkonini beradi. Elektr energetika sohasida energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan sa'y-harakatlar doirasida transformator sovutish tizimlarining optimallashtirilishi muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Heathcote, M. (2007). *J&P Transformer Book: A Practical Technology of Utility Transformers*. Newnes.
2. Central Board of Irrigation and Power. (2015). *Maintenance Manual on Transformers*. New Delhi.
3. CIGRE Working Group A2/37. (2010). *Energy Efficiency of Large Power Transformers*. Technical Brochure 414.
4. IEEE Std C57.12.00-2017. *IEEE Standard for Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*.
5. Kulkarni, S. V., & Khaparde, S. A. (2004). *Transformer Engineering: Design and Practice*. Marcel Dekker.

6. Weidmann Electrical Technology AG. (2019). *Transformer Insulation Diagnosis*. Rapperswil-Jona, Switzerland.
7. Transformer Technology. (n.d.). *Transformer Cooling Methods*. Retrieved from [Manba URL keltirilishi kerak]
8. Electric Power Research Institute (EPRI). (2013). *Transformer Efficiency and Loss Management*. Palo Alto, CA.