

MANAN ESKIRGAN TRANSFORMATORLARNI ANIQLASH VA ULARDA MAVJUD KAMCHILIKLAR KATALOGINI TUZISH.

Maxamadov Muhammadali Shoyatjon o'g'li

Andijon davlat texnika instituti talabasi:

Annotatsiya: Mazkur maqolada elektr energetika tizimlarida uzoq yillar davomida ekspluatatsiya qilinayotgan ma'nan eskirgan transformatorlarni aniqlash mezonlari hamda ularning asosiy texnik kamchiliklari tahlil qilingan. Tadqiqotda transformatorlarning xizmat muddati, izolyatsiya tizimining qarishi, energetik samaradorlikning pasayishi, sovutish tizimlari holati, mexanik qismlar aşınması va himoya tizimlarining eskirganligi kabi omillar asosiy baholash mezonlari sifatida ko'rib chiqilgan. Shuningdek, xalqaro standartlar asosida transformatorlarning ekspluatatsion ishonchliligi va nosozlik ehtimollari baholangan. Maqolada 30–40 yildan ortiq foydalanilgan transformatorlarning texnik resursi sezilarli darajada kamayishi, aktiv va reaktiv quvvat yo'qotishlari ortishi hamda elektr ta'minoti sifatiga salbiy ta'siri yoritilgan. Eskirgan transformatorlarni o'z vaqtida identifikatsiya qilish, diagnostika qilish va zamonaviy qurilmalar bilan almashtirish elektr tarmoqlari barqarorligi va energiya samaradorligini oshirishning muhim omili ekanligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: ma'nan eskirgan transformator, quvvat transformatori, ekspluatatsiya muddati, izolyatsiya qarishi, energetik samaradorlik, aktiv va reaktiv quvvat yo'qotishlari, texnik diagnostika, DGA tahlili, sovutish tizimi, mexanik aşınma, elektr tarmog'i ishonchliligi, transformator nosozliklari, IEC 60076, modernizatsiya, elektr energetikasi.

Ma'nan eskirgan transformator tushunchasi - Elektr texnikada "ma'nan eskirgan transformator" tushunchasi — bu jismoniy jihatdan ishlash qobiliyatini saqlab qolgan, biroq texnik va ekspluatatsion nuqtai nazardan zamonaviy talablar darajasiga javob bera olmaydigan transformatorlarni anglatadi. Bunday qurilmalar hali ham elektr tarmog'ida faoliyat yuritayotgan bo'lishi mumkin, ammo ularning konstruktiv yechimlari, ishlatilgan materiallari va elektrotexnik parametrlarining aksariyati hozirgi standartlardan va samaradorlik mezonlaridan ortda qolgan bo'ladi.

Uzoq yillar davomida ekspluatatsiya qilingan transformatorlarda:

Ichki izolyatsiya materiallari qarishi,

O'ramlar va magnit yadroda mexanik va termik eskirishlar yuz berishi,

Energetik samaradorlikning pasayishi,

Shuningdek, ishonchlilik ko'rsatkichlarining sezilarli susayishi kuzatiladi.

Mazkur holatlar asosida transformator ma'nan (axloqan) eskirgan toifasiga mansub deb baholanadi.

Xalqaro amaliyotda, quvvat transformatorlarining standart xizmat muddati 25–40 yil deb qabul qilingan. Jumladan, IEC 60076 standartida asosida ishlab chiqilgan yuklama bo'yicha ko'rsatmalarda, transformator izolyatsiyasining nominal xizmat muddati to'liq yuklamada taxminan 180 000 soat (ya'ni ~20 yil) deb ko'rsatilgan. Amalda esa ekspluatatsiya sharoitlari yumshoqroq bo'lishi, yuklamaning doimiy maksimal qiymatda bo'lmasligi sababli, bu muddat 30–40 yilgacha cho'zilishi mumkin.

Shunga ko'ra, 40 yildan ortiq ekspluatatsiyada bo'lgan transformatorlar ma'nan eskirgan qurilmalar sifatida tasniflanadi. Mazkur yondashuv Sovet davrida amalda bo'lgan me'yoriy hujjatlarda ham o'z aksini topgan — masalan, GOST 11677-85 standardida transformatorning xizmat muddati kamida 25 yil deb belgilangan.

Xulosa qilib aytganda, 30–40 yillik uzluksiz ekspluatatsiyadan so'ng transformatorning asosiy resursi tugaydi va u yangi avlod qurilmalariga nisbatan ishonchsiz, samaradorligi past qurilma sifatida baholanadi. Shu sababli, ushbu transformatorlarni aniqlash (identifikatsiya qilish), ularni zamonaviylashtirish yoki o'z vaqtida almashtirish masalalari dolzarb texnik vazifalar sirasiga kiradi.

Eskirgan transformatorlarni aniqlash mezonlari

Ma'nan eskirgan transformatorlarni aniqlashda texnik va ekspluatatsion parametrlar majmuasi asosida baholash muhim hisoblanadi. Quyida xalqaro standartlar, ilmiy izlanishlar va amaliy tajriba asosida shakllangan asosiy baholash mezonlari bayon etiladi:

1. Xizmat muddati (ekspluatatsiya yoshi):

Transformatorning ishlash muddati 30–40 yildan oshgan hollarda, u texnik jihatdan eskirgan deb hisoblanadi. IEC 60076 va IEEE C57.91 standartlariga ko'ra, 25 yildan so'ng izolyatsion materiallar xususiyatlarining yomonlashuvi sababli nosozlik ehtimoli sezilarli darajada ortadi. Tadqiqotlarga ko'ra, 40 yil xizmat qilgan transformatorlarning nosozlik ehtimoli yillik 1% gacha, 50 yilda 2,5% va 60 yildan oshganda esa 5% dan yuqori bo'lishi mumkin. Bu esa ekspluatatsion xavfsizlik va samaradorlik nuqtai nazaridan muhim ko'rsatkichdir.

2. Ishonchlilik (nosozliklar va avariya tarixi):

Transformatorlar foydalanish davomida izolyatsiya qarishi, mexanik aşınma va elektr zarbalari natijasida tez-tez nosozliklarga uchrashi mumkin. Agar transformatorlarda chulg'amlararo qisqa tutashuv, izolyatsiya teshilishi yoki termik buzilishlar ko'p marta kuzatilgan bo'lsa, u albatta ma'nan eskirgan toifaga kiritiladi. Bunday qurilmalar elektr tarmog'i ishonchligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

3. Samaradorlikning pasayishi (yo'qotishlar):

Yoshi katta transformatorlar odatda zamonaviy qurilmalarga nisbatan yuqori darajadagi quvvat yo'qotishlariga ega. O'ramlar rezistivligi ortishi, yadro materiali eskirishi, va konstruksion nomuvofiqliklar foydali ish koeffitsienti (FIK)ni pasaytiradi. Masalan, 1980-yillarda ishlab chiqarilgan transformatorlar yangi avlod transformatorlariga nisbatan 15–25% ko'proq aktiv va reaktiv quvvat yo'qotishlariga ega bo'lishi mumkin.

4. Izolyatsiya tizimi holati:

Dielektrik izolyatsiya (qog'oz, moy) eskirishga eng moyil qismlardan biridir. Harorat va namlikning uzoq muddatli ta'siri natijasida izolyatsiya materiallari polimerlanish darajasini yo'qotadi, mo'rtlashadi va mexanik stresslarga bardosh bera olmaydi. IEC 60076-7 standartida ko'rsatilishicha, izolyatsiya harorati har 6°C ga ortsa, uning xizmat muddati ikki baravar qisqaradi. Bundan tashqari, Dissolved Gas Analysis (DGA) usuli bilan aniqlanadigan vodorod va karbon oksidlari miqdorining ko'payishi izolyatsiya degradatsiyasining muhim belgisi sanaladi.

5. Sovutish samaradorligining kamayishi:

Yog'li transformatorlar sovutish tizimi yillar davomida ifloslanishi yoki aşinishi sababli issiqlikni yetarlicha tarqata olmaydi. Bu holat transformatorni haddan ortiq qizib ketishiga olib keladi. Radiatorlar va sovutish quvurlari ichida hosil bo'lgan cho'kindi qatlamlar issiqlik aylanishini cheklaydi. Natijada, issiqlik koeffitsienti ortib, izolyatsiyaning tezroq qarishiga sabab bo'ladi.

6. Mexanik qismlarning aşinmasi:

Korpus devorlari, yadro qisqichlari, izolyatorlar va ulanish mexanizmlarining korroziyasi, kontaktlarning eskirishi, va tankda payvand choklarining zaiflashuvi mexanik mustahkamlikka salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuningdek, tap changer'lar (qadamli kuchlanish o'zgartiruvchilar) kontaktlarining ishdan chiqishi kuchlanish rostdash imkoniyatlarini cheklaydi.

7. Quvvat-yuklama muvofiqligi:

Transformator uzoq vaqt davomida yuqori yuklama ostida yoki, aksincha, juda past yuklama rejimida ishlasa, bu holat ham uning eskirishiga sabab bo'ladi. Nooptimal ishlash sharoitlarida ham foydali ish koeffitsienti pasayadi, ayniqsa yuklama 40% dan kam bo'lsa, bekorchi (no-load) yo'qotishlar ortadi. Xonobod tarmog'idagi ayrim 100 kVA transformatorlarning (masalan, TP-114, 1979 yil) atigi 50% yuklama bilan ishlayotgani kuzatilgan.

8. Avtomatika va himoya tizimlarining eskirganligi:

Zamonaviy transformator punktlarida SCADA, masofaviy monitoring, harorat va kuchlanish sensorlari joriy etilgan bo'lsa, eski tizimlarda faqat simmetrik tok relesi va qo'lda boshqariladigan himoya elementlari mavjud. Buchholz relelari yo'qligi yoki ishdan chiqqan holatlarda, ichki nosozliklar erta aniqlanmasdan tarmoqqa zarar yetkazishi mumkin.

9. Kuchlanish rostdashdagi cheklovlar:

Eskirgan transformatorlarda yuklama ostida kuchlanishni rostdash imkoniyati mavjud emas (on-load tap changer). Bu iste'molchilarga yetkaziladigan kuchlanishning o'zgaruvchanligiga olib keladi. GOST 13109 talablariga ko'ra, kuchlanish sifati qat'iy me'yorda bo'lishi kerak. Bu talablarni bajara olmagan transformatorlar ekspluatatsiya jihatidan nomutanosib deb baholanadi.

10. Akustik shovqin va ekologik talablar:

Yadro va o'ramlar vibratsiyasi oshishi sababli shovqin darajasi ortadi. Zamonaviy transformatorlarda bunday shovqinni kamaytirish uchun vibratsiyani so'ndiruvchi vositalar va amorf po'latlar qo'llaniladi. Juda eski qurilmalarda esa hatto ekologik zararli PCB asosidagi sovutuvchi moddalar bo'lishi mumkin (garchi O'zbekistonda bu keng tarqalmagan bo'lsa-da, sobiq SSSR davrida ayrim hollarda qo'llangan).

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR:

1.O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligining 2021–2025-yillarga mo'ljallangan “Energiya samaradorligini oshirish dasturi”.

2.“O'zbekiston Milliy elektr tarmoqlari” AJ statistik byulletenlari (2023–2024-yillar bo'yicha transformatorlar va podstansiyalar holati to'g'risidagi rasmiy axborot).



3.“Hududiy elektr tarmoqlari” AJ Andijon filiali (Xonobod shahar elektr tarmoqlari)ning 2024-yil holatiga oid texnik hisobotlari.

4.Michaelides, E. E. (2022). Alternative Energy Sources. Springer.

5.IEEE Standard C57.12.00-2023 – General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.

6.IEC 60076-1:2022 – Power transformers – Part 1: General.

7.IEC 60076-20:2017 – Energy Efficiency Requirements for Power Transformers.