ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 9

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## ILMIY JURNAL



# Development of science

## Ilmiy jurnal

*2026/4 VOLUME 8*

*ISSN 3030 -3907*

***Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.***

**BOSH MUHARRIR:**
***Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.***
**TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:**
***Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor***
***TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI***

**TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Bozorov G‘ayrat Rashidovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Abdurahmonov Olim Rustamovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Adizov Bobur Zamirovich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor*
***Hayitov Ruslan Rustamjonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Jumayev Qayum Karimovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Berdiyev Dorob Murodovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Maxmudov Rafiq Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Tilloyev Lochin Ismatilloyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Raxmonov Qahramon Sanakulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Barakayev Nusratullo Rajabovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Panoyev Erali Rajabboyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Ataullayev Sherzod Nabiullyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Malik Negmurodovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Axmedova Ozoda Bahronovna***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.*
***Safarov Bahri Jumayevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Xaydarov Axtam Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Safarov Jasur Alijon o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Асадова Раъно Дилмуратовна***
*Тошкент Давлат техника университети доценти*

**KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Axmedov Voxid Nizomovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Umarov Baqo Bafoyevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Kodirov Abduaxad Abduraximovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Qurbonov Mingniqul Jumagulovich***
*Qarshi davlat Universiteti, dotsent*
***Turemuratov Sharibay Naurizbaevich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor*
***Tursunov Kaxor Shonazarovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Do‘stov Hamro***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Panoyev Nodir Shavkatovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Kasimov Sherzod Abduazimovich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor.*
***Aliqulov Rustam Valiyevich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor*
***Tropov Xamza Tursunovich***
*Samarqand Davlat Universiteti, professor*

**IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Nizamov Aslitdin Badreddinovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Boboyev Akmal Choriyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Saidaxmedova Nodira Ilxomovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Muxsinov Bekzod Toxirovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shakarov Qulmat Ashirovich***
*Renessans ta'lim universiteti,dotsent.*
***Jumaeva Zulfiya Qayumovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Norova Salomat Yusupovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Jalilov Jamshid G‘anijonovich***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent*
***Xasanova Gulruh Djumanazarovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*

**PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Siddiqova Sadoqat G‘afforovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Zoyirov Erkin Xalilovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor*
***Gaffarov Feruz Hasanovich***
Puchon Universiteti, *professor*
***Ruziyev Davron Yuldashevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Muradova Firuza Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Yunusova Gulandon Samiyevna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***To‘xtayeva Zebo Sharifovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Uzoqova Laylo Polvonovna***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*
***To‘raqulova Marjona Qiyom qizi***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Muradova Zarina Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Sanjar Aslonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent*
***Gaffarov Laziz Hasanovich***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.



ISSN 3030-3907

**Development of science** ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.



ISSN 3030-3907

# TRANSFORMATORLARDA FAZALAR BO‘YICHA YUKLAMANI SIMMETRIYALASH USULLARI VA ULARNING TA’SIRINI TAHLIL QILISH

**To‘ychiyev Zafarjon Zokirovich**
*Qo‘qon Davlat Universiteti ‘‘Elektr texnologiyalari’’ kafedrasi (PhD) dotsenti*
*Tel: (+99891) 655-70-55*
*E-mail: tuychiev7055@gmail.com*
**Alijonov Habibullo Adxamjon o‘g‘li**
*Qo‘qon Davlat Universiteti ‘‘Elektr texnologiyalari’’ kafedrasi magistranti*
**[2]Tel.: (+99890) 564-92-46**
*E-mail: habibulloxalijonov85@gmail.com*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada 10/0.4 kV taqsimlovchi tarmoqlarda tez-tez uchraydigan yuklama nosimmetriyasi holati va uning kuch transformatorlari ishiga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Asosiy e’tibor transformator ichida yuzaga keladigan qo‘shimcha issiqlik yuklanishi va energiya yo‘qotishlariga qaratilgan. Tadqiqot davomida yuklamani faqat tashqi usullar bilan emas, balki transformatorning o‘zida muvozanatlashtirish imkoniyatlari tahlil qilingan. Olingan natijalar ichki simmetriyalash usullari qo‘llanilganda energiya yo‘qotishlari sezilarli darajada kamayishini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** yuklama nosimmetriyasi, transformator, 10/0.4 kV, ichki simmetriyalash, energiya yo‘qotishlari

**Аннотация.** В статье рассматривается несимметрия нагрузки в распределительных сетях напряжением 10/0.4 кВ и ее влияние на работу силовых трансформаторов. Основное внимание уделено дополнительным тепловым нагрузкам и потерям энергии, возникающим при несимметричном режиме работы. Показано, что наряду с внешними методами балансировки нагрузок, применение внутренних методов симметризации трансформаторов позволяет снизить потери и повысить устойчивость их работы. Результаты исследования подтверждают эффективность внутренней симметризации для повышения энергоэффективности.

**Ключевые слова:** несимметрия нагрузки, силовой трансформатор, распределительная сеть, внутренняя симметризация, энергоэффективность, тепловая нагрузка, потери энергии

**Abstract.** This paper analyzes load imbalance in 10/0.4 kV distribution networks and its impact on the operation of power transformers. Special attention is given to additional thermal stress and energy losses occurring under unbalanced conditions. In addition to conventional external load balancing methods, the application of internal transformer symmetrization techniques is considered. The results show



ISSN 3030-3907

that internal symmetrization can effectively reduce losses and improve transformer performance and operational stability.

**Keywords:** load imbalance, power transformer, distribution network, internal symmetrization, energy efficiency, thermal stress, power losses

**KIRISH.**

Jahonda energetika tizimlari va ularda ekspluatasiya bo‘lgan kuch transformatorlarining texnik holati, elektr energiyasi bilan ta’minlashning ishonchliligi muhim hisoblanib, ushbu elektr uskunalarining energiya samaradorligiga alohida ahamiyat berilmoqda.

Jahonda energetika tizimida foydalanilayotgan kuch transformatorlarining energiya samaradorligiga bo‘lgan holatlarni aniqlash va ularni kamaytirish usullari, ekspluatasiyadagi kuch transformatorlarining ishlash davrini uzaytirish va ishonchliligini oshirish, kuch transformatorlarining to‘xtovsiz ishlashi uchun o‘z vaqtida texnik xizmatlar ko‘rsatish, shuningdek kuch transformatorlarga yuklamalar ta’siri ostida kelib chiqadigan nuqsonlarni kamaytirish uchun zamonaviy texnologiyalarini ishlab chiqish masalalariga qaratilgan tadqiqotlar olib borilmoqda.

Amaliy energetikada uch fazali tizimlar ideal sharoitda ishlaydi degan tasavvur bor, lekin real tarmoqlarga qaralsa, bu holat kamdan-kam uchraydi. Ayniqsa past kuchlanishli tarmoqlarda yuklama deyarli har doim notekis taqsimlanadi. Buning sababi oddiy iste’molchilarning katta qismi bir fazali ulanadi va bu yuklamani teng taqsimlashni qiyinlashtiradi.

Ko‘pincha umumiy yuklama me’yor ichida bo‘lgani uchun muammo sezilmaydi. Lekin fazalar bo‘yicha toklarni alohida ko‘rib chiqilganda, ayrim fazalarda ortiqcha yuklanish borligi aniqlanadi. Bu esa transformatorning real ishlash rejimi hisob-kitoblardagidan farq qilishini ko‘rsatadi [1]. Shu sababli yuklama nosimmetriyasini oddiy “noqulay holat” sifatida emas, balki energiya samaradorligiga ta’sir qiluvchi omil sifatida ko‘rib chiqish zarur.

Tadqiqot davomida yuklama nosimmetriyasi transformator ichidagi yo‘qotishlarga qanday ta’sir qilishini oddiy, lekin ishonchli yondashuv orqali baholangan. Transformatorlarda mis yo‘qotishlari tok qiymatiga bog‘liq bo‘lib, ularning ortishi asosan fazalardan biridagi yuklamaning oshib ketishi bilan izohlanadi. Shu sababli hisoblashda fazalar bo‘yicha toklar alohida ko‘rib chiqildi.

$$P_{yo‘qotish} = I_a^2 R + I_b^2 + I_c^2 \quad (1)$$

Nosimmetrik holatda toklar o‘zaro teng emas va aynan shu farq umumiy yo‘qotishlarga ta’sir qiladi.

Ushbu masalani yanada chuqurroq ko‘rib chiqish shuni ko‘rsatadiki, yuklama nosimmetriyasi ko‘pincha faqat tarmoq darajasidagi muammo sifatida



ISSN 3030-3907

baholanadi. Aslida esa uning ta’siri transformator ichida sodir bo‘layotgan elektromagnit jarayonlar orqali namoyon bo‘ladi. Shu sababli nosimmetrik rejimni baholashda faqat tashqi yuklama ko‘rsatkichlari bilan cheklanib qolmasdan, ichki energetik holatni ham hisobga olish zarur. Ayniqsa, mavjud taqsimlovchi tarmoqlarda katta texnik o‘zgarishlar kiritmasdan turib samaradorlikni oshirish masalasi dolzarb bo‘lib qolmoqda. Shu nuqtai nazardan, transformatorlarni ichki simmetriyalash asosida ishlashini takomillashtirish energiya tejashning amaliy va istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida qaraladi.

Bundan tashqari, simmetrik komponentlar yondashuvi orqali ichki jarayonlar ham tushuntirildi. Bu yondashuv nosimmetriya faqat tashqi yuklama emasligini, balki transformator ichida ham muvozanat buzilishini ko‘rsatadi [2].

**1-jadval**

**Yuklama nosimmetriyasi sharoitida transformator ishlash ko‘rsatkichlari va ichki simmetriyalash samaradorligi**

| Ko‘rsatkichlar | Nosimmetrik holat (real tarmoq) | Tashqi balanslashdan so‘ng | Ichki simmetriyalashdan so‘ng | O‘zgarish (%) |
|---|---|---|---|---|
| A faza toki (A) | 120 | 100 | 90 | ↓ 25 % |
| B faza toki (A) | 80 | 90 | 88 | ↑ 10 % |
| C faza toki (A) | 60 | 85 | 87 | ↑ 45 % |
| O‘rtacha tok (A) | 86.7 | 91.7 | 88.3 | — |
| Maksimal og‘ish (%) | 38 % | 12 % | 5 % | ↓ 33 % |
| Chulg‘amdagi yo‘qotishlari (nisbiy birlikda) | 1.00 | 0.92 | 0.85 | ↓ 15 % |
| Transformator harorat yuklanishi (%) | 100 | 92 | 85 | ↓ 15 % |
| Energiya samaradorligi (η) | 0.88 | 0.91 | 0.94 | ↑ 6–7 % |

Keltirilgan jadval natijalari yuklama nosimmetriyasi transformatorning ishlash ko‘rsatkichlariga qanday ta’sir ko‘rsatishini yaqqol ifodalaydi. Nosimmetrik holatda fazalar bo‘yicha toklar o‘rtasidagi farq katta bo‘lib, bu o‘z



ISSN 3030-3907

navbatida mis yo‘qotishlarining ortishiga va issiqlik yuklanishining kuchayishiga olib keladi.

Tashqi balanslash choralarini qo‘llash natijasida toklar qisman muvozanatlashadi, biroq bu holat to‘liq barqaror emas. Ichki simmetriyalash usullari qo‘llanganda esa fazalar orasidagi farq keskin kamayadi va transformatorning ish rejimi ancha barqarorlashadi [3]. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ichki simmetriyalash natijasida mis yo‘qotishlari taxminan 10–15% gacha kamayadi, bu esa energiya samaradorligining oshishiga olib keladi. Shu jihatdan qaraganda, ichki simmetriyalash usullari energiya tejashning amaliy va samarali vositalaridan biri sifatida baholanishi mumkin [4]. Oddiy misol asosida quyidagi holat ko‘rib chiqilgan: $a)$ $I_a$ = 120 A, $b)$ $I_b$ = 80 A, $c)$ $I_c$ = 60 A

Bu qiymatlar amaliyotda tez-tez uchraydigan holatni ifodalaydi. Hisoblash natijasida nosimmetrik rejimda yo‘qotishlar sezilarli darajada yuqori ekanligi aniqlandi. Amaliy tarmoqlarda ishlaganda bir narsani tez payqaysiz: uch fazali tizim qanchalik “ideal” deb tasavvur qilinmasin, yuklama deyarli hech qachon teng taqsimlanmaydi. Ayniqsa 10/0.4 kV liniyalarda bu odatiy hol uylar, kichik korxonalar, ustaxonalar asosan bir fazadan foydalanadi. Natijada bir faza ko‘proq yuklama oladi, boshqasi esa yengilroq ishlaydi. Hisob-kitoblarda umumiy yuklama me’yorida bo‘lishi mumkin, lekin fazalar bo‘yicha qaralsa, vaziyat boshqacha chiqadi. Shu yerda muammo boshlanadi: transformator go‘yoki normal ishlayotgandek, lekin ichida jarayonlar allaqachon notekis ketmoqda. Nosimmetrik rejimda o‘ramlardan o‘tadigan toklar turlicha bo‘ladi. Bu oddiy ko‘rinadi, lekin oqibatini ichkarida seziladi magnit oqimlar muvozanati buziladi. Bir fazada issiqlik ko‘proq ajraladi, boshqasida kamroq. Bu darrov avariya bermaydi, lekin vaqt o‘tishi bilan izolyatsiya bir xil eskirmaydi. Keyin sababini topish qiyin bo‘lgan nosozliklar chiqadi. Shu nuqtada odatda birinchi chora sifatida tashqi balanslash qilinadi: iste’molchilarni qayta taqsimlash, fazalarni almashtirish va hokazo. Bu kerak, albatta. Lekin muammo shundaki, yuklama doimiy emas bugun tenglashtirdingiz, ertaga yana o‘zgaradi. Shuning uchun bu usul barqaror yechim bo‘lib qolmaydi. Shu sababli ichki simmetriyalashga e’tibor qaratish mantiqli bo‘ladi. Bu degani transformator ichida sodir bo‘layotgan jarayonlarni iloji boricha muvozanatga keltirish. Ya’ni tashqi yuklama mukammal bo‘lmasa ham, ichkarida uning salbiy ta’sirini yumshatish. Amaliyotda bu bir nechta yo‘l bilan hal qilinadi. Eng oddiy misol o‘ramlar ulanish sxemasi. Masalan, yulduz-uchburchak ulanishida nol ketma-ketlik toklarining bir qismi uchburchak konturda “aylanib qoladi”. Tashqi tarmoqqa kamroq chiqadi. Bu kichik detaldan iboratdek tuyuladi, lekin natijaga ta’siri ancha sezilarli bo‘ladi.



ISSN 3030-3907

Kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, ayniqsa kichik quvvatli transformatorlarda (mahalla, turar-joy hududlari) nosimmetriya kuchliroq seziladi. Chunki yuklama tartibsiz kimdir kechqurun hammasini yoqadi, kimdir kunduzi. Shu sharoitda ichki simmetriyalash ishlatilsa, transformatorning ortiqcha qizishi kamroq bo‘ladi. Ichki simmetriyalash aynan shu yerda foyda beradi u tizimni mukammal qilmaydi, lekin uni ancha barqaror qiladi. Agar shu yuklama o‘rtacha qiymatga keltirilsa, yo‘qotishlar kamayadi. Hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, bu farq ayrim hollarda 8–12% gacha yetishi mumkin [5]. Ko‘pchilik holatlarda muammo tashqi balanslash orqali hal qilinadi, ya’ni iste’molchilar fazalar bo‘yicha qayta taqsimlanadi. Bu usul ishlaydi, lekin doimiy emas. Chunki yuklama vaqt o‘tishi bilan yana o‘zgaradi. Masalani faqat tashqaridan hal qilish yetarli emas. Transformatorning o‘zida yuzaga kelayotgan jarayonlarni ham hisobga olish kerak. Ichki simmetriyalash aynan shuni anglatadi yuklama notekis bo‘lsa ham, transformator ichida uni muvozanatlashtirishga harakat qilish zarurdir.

Yuklama nosimmetriyasi transformator ishlashiga ta’sirini baholashda yana bir muhim jihat – bu energiya yo‘qotishlarining vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchanligidir. Amaliy kuzatuvlar shuni ko‘rsatadiki, yuklama kun davomida sezilarli darajada o‘zgarib turadi va ayniqsa kechki soatlarda nosimmetriya darajasi keskin ortadi. Bu holat transformatorlarning qisqa muddatli ortiqcha yuklanishiga olib keladi va ularning issiqlik rejimiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Shu sababli nosimmetriyani faqat statik holatda emas, balki dinamik jarayon sifatida ko‘rib chiqish maqsadga muvofiqdir. Transformatorning issiqlik yuklanishi vaqt bo‘yicha o‘zgarib turishi tufayli, qisqa muddatli nosimmetriya ham uzoq muddatli ekspluatatsiyada sezilarli oqibatlarga olib kelishi mumkin. Bu esa transformatorlarning xizmat muddatini baholashda qo‘shimcha omil sifatida hisobga olinishi lozimligini ko‘rsatadi.

Bundan tashqari, ichki simmetriyalash usullarining samaradorligini baholashda faqat toklar tenglashuvi bilan cheklanib qolmasdan, umumiy energiya balansiga ta’sirini ham hisobga olish zarur. Ya’ni, fazalar bo‘yicha yuklama muvozanatlashganda, nafaqat alohida o‘ramlardagi yo‘qotishlar kamayadi, balki butun transformatorning foydali ish koeffitsienti oshadi. Bu esa energiya tejash nuqtai nazaridan muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa past kuchlanishli taqsimlovchi tarmoqlarda ichki simmetriyalash usullarini qo‘llash orqali transformatorlarning ishlash barqarorligini oshirish mumkin. Bu yondashuvning afzalligi shundaki, u mavjud elektr tarmoqlarida katta texnik o‘zgarishlar kiritmasdan turib qo‘llanilishi mumkin. Shu bilan birga, ushbu usul energiya samaradorligini oshirishning iqtisodiy jihatdan maqbul variantlaridan biri sifatida qaraladi.



ISSN 3030-3907

Bu quyidagilarga olib keladi: 1. Fazalar orasidagi farq kamayadi. 2. Ortiqcha qizish kamayadi. 3. Isroflar kamayadi.

Ushbu tadqiqotda yuklama nosimmetriyasi muammosi tashqi taqsimlash muammosi sifatida emas, balki transformator ichidagi jarayonlar bilan bog‘liq holat sifatida qaraldi va uni ichki simmetriyalash orqali kamaytirish mumkinligi asoslab berilgan.

**XULOSA.**

Olib borilgan tahliliy tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, uch fazali elektr tarmoqlarida yuklama nosimmetriyasi transformatorlarning real ishlash rejimiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu ta’sir, avvalo, o‘ramlar bo‘yicha toklarning notekis taqsimlanishi natijasida yuzaga keladigan qo‘shimcha issiqlik yuklanishi va energiya yo‘qotishlarining ortishi orqali namoyon bo‘ladi. Natijada transformatorlarning ekspluatatsion ishonchliligi pasayadi va ularning xizmat muddati qisqaradi.

Tahlillar shuni ham ko‘rsatdiki, yuklama nosimmetriyasi ko‘pincha umumiy yuklama me’yor doirasida bo‘lsa ham yuzaga keladi va shu sababli amaliyotda u yetarlicha e’tiborga olinmaydi. Biroq fazalar kesimidagi chuqur tahlil transformator ichida yashirin ortiqcha yuklanish jarayonlari mavjudligini ko‘rsatadi. Bu esa mavjud baholash yondashuvlarini qayta ko‘rib chiqish zarurligini anglatadi.

Mavjud yondashuvlarda muammo asosan tashqi balanslash orqali hal qilinadi, ya’ni yuklamani fazalar bo‘yicha qayta taqsimlashga urg‘u beriladi. Biroq ushbu usul yuklamaning vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchanligi sababli har doim ham barqaror natija bermaydi. Shu nuqtai nazardan, transformator ichidagi elektromagnit jarayonlarni hisobga olgan holda ichki simmetriyalash usullarini qo‘llash yanada samarali yechim sifatida namoyon bo‘ladi.

Mazkur ishda asoslab berilganidek, ichki simmetriyalash orqali fazalar orasidagi yuklama nomutanosibligini kamaytirish, nol va teskari ketma-ketlik komponentlarining ta’sirini pasaytirish hamda o‘ramlar bo‘yicha issiqlik yuklanishini muvozanatlashtirish mumkin. Bu esa o‘z navbatida transformatorlarda energiya yo‘qotishlarini kamaytirishga va umumiy energiya samaradorligini oshirishga olib keladi.

Amaliy hisob-kitoblar va tahlillar natijasida ichki simmetriyalash qo‘llanganda energiya yo‘qotishlari o‘rtacha 10–15% gacha kamayishi mumkinligi aniqlandi. Bu ko‘rsatkich, ayniqsa, past kuchlanishli taqsimlovchi tarmoqlarda sezilarli iqtisodiy samaraga ega bo‘lishi mumkin.

Muallifning fikricha, yuklama nosimmetriyasini kamaytirish masalasiga faqat tashqi boshqaruv muammosi sifatida emas, balki transformator ichidagi fizik



ISSN 3030-3907

jarayonlar bilan bog‘liq kompleks masala sifatida yondashish zarur. Shu asosda ichki simmetriyalash usullarini joriy etish energiya samaradorligini oshirishning muhim va hali to‘liq foydalanilmagan zaxiralaridan biri hisoblanadi.

Yakuniy xulosa sifatida shuni ta’kidlash mumkinki, ichki simmetriyalash usullarini qo‘llash mavjud elektr tarmoqlarida katta kapital qo‘yilmalarsiz energiya yo‘qotishlarini kamaytirish, transformatorlarning ishlash barqarorligini oshirish va ularning xizmat muddatini uzaytirish imkonini beradi. Shu sababli mazkur yondashuvni amaliy energetika tizimlariga joriy etish istiqbolli ilmiy va texnik yo‘nalish sifatida qaralishi lozim.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 28.01.2022 yildagi PF-60-son “2022 - 2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” gi farmoni.
2. Jawad Faiz, Milad Ghazizadeh, Hashem Oraee Derating of transformers under non-linear load current and non-sinusoidal voltage –an overview // ISSN 1751-8660 / IET Electric Power Applications July 2015 pp. 486-495.
3. ГОСТ 32144-2013 Совместимость технических средств электромагнитная // Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Москва Стандартинформ 2014 г. 19 с.
4. ГОСТ 30804.4.30-2013 Электрическая энергия Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии. Москва Стандартинформ 2014 г. 18 с.
5. WWW. LD DIDACTIC.COM.
6. Tuychiyev Z.Z. Yusupov D.T. Determination of asymmetrical position of 10/0,4 kV power transformers in operational condition // Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology. Volume 7 Issue 2, 2022 year. P 239-244.
7. Tuychiyev Z.Z., Yusupov D.T. The method of evaluating the reliability of power transformers through symmetry. Journal of Engineering and Technology (JET). India. 2022 year, Volume 12, Issue 2, pp. 67-76.
8. Туйчиев З.З., Юсупов Д.Т. Результаты экспериментальных исследований симметрирующего силового трансформатора // Фёдоровские чтения - 2022: LII Всероссийская научнопрактическая конференция с международным участием (с элементами научной школы для молодежи), Россия, г. Москва, 15-18 ноября 2022 г., стр. 294-297.



ISSN 3030-3907