

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14499413>

NOSIMMETRIK HOLATLARDA LINIYALARDAGI QO‘SHIMCHA ELEKTR ENERGIYA ISROFLARNI TAHLIL QILISH

Komolddinov Soxibjon Solijon o‘g‘li

Farg‘ona politexnika instituti, katta o‘qituvchi

e-mail: s.kamoliddinov@ferpi.uz

ANNOTATSIYA

Maqolada kuchlanish va toklar nosimmetriyasini vujudga keltiruvchi sabablar keltirilgan. Bundan tashqari Farg‘ona viloyati, Farg‘ona tumanida joylashgan “Log‘on 35/10” podstansiyasining “Rizo” fiderining 0,4 kV li tarmoqlarida olib borilgan tadqiqotlar natijasida nosimmetrik rejimlarda hosil bo‘ladigan quvvat isroflari hisoblangan. Hisoblashlar O‘zbekiston Respublikasi Adilya vazirligi tomonidan 2017 yil 31-mart kuni ro‘yxatdan o‘tkazilgan va 2871 tartib raqami berilgan “Elektr energiyasini elektr tarmoqlari bo‘ylab uzatish va taqsimlashda texnologik yo‘qotishlarning normativlarini hisoblash tartibi to‘g‘risidagi yo‘riqnoma” ga asosan olib borilgan.

***Kalit so‘zlar:** nosimmetrik rejim, elektr energiyasi isroflari, kuchlanish nosimmetriyasi, tok nosimmetriyasi, aktiv quvvat yo‘qotishlari, reaktiv quvvat yo‘qotishlari, transformator punktlari, fider tahlili, elektr tarmoqlari sifat ko‘rsatkichlari, normativ hisoblash usullari.*

АНАЛИЗ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЛИНИЯХ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМАХ

Комолдинов Сохибжон Солижонович

Ферганский политехнический институт, старший преподаватель

e-mail: s.kamoliddinov@ferpi.uz

АННОТАЦИЯ

В статье приведены причины возникновения несимметрии напряжений и токов. Кроме того, на основе исследований, проведенных в сети 0,4 кВ фидера “Ризо”, питающегося от подстанции “Логон 35/10” в Ферганском районе, Ферганской области, рассчитаны потери мощности, возникающие при

несимметричных режимах. Расчеты выполнены на основании "Инструкции о порядке расчета нормативов технологических потерь при передаче и распределении электрической энергии по электрическим сетям", зарегистрированной Министерством юстиции Республики Узбекистан 31 марта 2017 года под номером 2871.

***Ключевые слова:** несимметричный режим, потери электроэнергии, несимметрия напряжений, несимметрия токов, потери активной мощности, потери реактивной мощности, трансформаторные пункты, анализ фидера, показатели качества электрических сетей, методы нормативного расчета.*

ANALYSIS OF ADDITIONAL ELECTRICAL ENERGY LOSSES IN LINES UNDER ASYMMETRIC CONDITIONS

Komolddinov Sokhibjon Solijon o'g'li

Fergana Polytechnic Institute, Senior Lecturer

e-mail: s.kamoliddinov@ferpi.uz

ABSTRACT

The article describes the causes of voltage and current asymmetry. Additionally, based on research conducted in the 0.4 kV network of the "Rizo" feeder, supplied by the "Logon 35/10" substation in the Fergana district, Fergana region, the power losses arising under asymmetric conditions were calculated. The calculations were carried out in accordance with the "Guidelines for calculating the norms of technological losses during the transmission and distribution of electrical energy through power grids," registered by the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan on March 31, 2017, under registration number 2871.

***Keywords:** asymmetric mode, electrical energy losses, voltage asymmetry, current asymmetry, active power losses, reactive power losses, transformer points, feeder analysis, power grid quality indicators, normative calculation methods.*

KIRISH. Uch fazali tizimda kuchlanish va toklarning nosimmetriyasi elektr energiya sifatining eng muhim ko'rsatkichlaridan biridir. Kuchlanish va toklar nosimmetriyasining paydo bo'lishini asosiy sababi – elektr ta'minoti tizimining nosimmetrik ish rejimlaridir. Elektr ta'minoti tizimida har xil turdagi bir fazali katta quvvatli elektr termik qurilmalarini keng qo'llanilishi (10000 kVt gacha) va uch fazali elektr yoy pechlari nosimmetrik yuklamalarning ulushini sezilarli oshishiga olib kelmoqda [1], [3].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA. *Kuchlanish nosimmetriyasi* quyidagi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi:

- Nominal liniya kuchlanishiga U_{nom} asosiy chastotaning teskari ketma-ketlikdagi kuchlanishining U_2 nisbati bilan teng bo'lgan kuchlanish nosimmetriyasini teskari ketma-ketlik koeffitsienti K_{2U} , %;
- Nominal faza kuchlanishiga U_{nom} asosiy chastotaning nol ketma-ketlikdagi kuchlanishining U_0 nisbati bilan teng bo'lgan kuchlanish nosimmetriyasini nol ketma-ketlik koeffitsienti K_{0U} , %;

GOST bo'yicha elektr tarmog'iga umumiy ulanish nuqtalarida kuchlanish nosimmetriyasini teskari ketma-ketlik koeffitsientining normal va ruxsat etilgan chegaraviy qiymatlari mos ravishda 2,0 va 4,0% ni tashkil qiladi.

Nominal kuchlanishi 0,38 kV bo'lgan to'rt simli elektr tarmoqlariga umumiy ulanish nuqtalarida kuchlanish nosimmetriyasini nol ketma-ketlik koeffitsientining normal ruxsat etilgan va ruxsat etilgan chegaraviy qiymatlari mos ravishda 2,0 va 4,0% ni tashkil etadi [2], [4].

HL, KL, tok o'tkazuvchi shinalar yoki ikki chulg'amli transformatorlarda tayanch davrda elektr energiyasining yuklama yo'qotishlari quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi (2871-buyruq. 172-bet, 21-band) [2]:

$$\begin{aligned} \Delta W_{yuk} &= 3 \cdot R \cdot \sum_{j=1}^M (I_j^2 \cdot \Delta t_j) \cdot 10^{-3} \\ &= R \cdot \sum_{j=1}^M \left(\frac{P_j^2 + Q_j^2}{U_j^2} \cdot \Delta t_j \right) \cdot 10^3, kVt * soat \end{aligned} \quad (1)$$

bu yerda:

R - HL, KL tok o'tkazuvchi shinalar yoki ikki chulg'amli transformatorlarning aktiv qarshiligi, Om;

$I_j - \Delta t_j$ vaqt oralig'ida o'zgarmas deb olinadigan HL, KL tok o'tkazuvchi shinalar yoki ikki chulg'amli transformatorning tok yuklamasi, A;

$P_j, Q_j - \Delta t_j$ vaqt oralig'ida o'zgarmas deb olinadigan HL, KL tok o'tkazuvchi shinalar yoki ikki chulg'amli transformatorning aktiv va reaktiv quvvati qiymatlari, mos ravishda MVt, MVAr;

$U_j - \Delta t_j$ vaqt oralig'ida o'zgarmas deb olinadigan HL, KL tok o'tkazuvchi shinalar yoki ikki chulg'amli transformatorlardagi kuchlanish qiymati, V;

$\Delta t_j - R$ qarshilikka ega bo'lgan tarmoq elementining yuklamasi o'zgarmas deb olinadigan vaqt oralig'i;

M -tayanch davridagi Δt_j vaqt oraliqlar soni;

0,4 kV kuchlanishli liniyadagi elektr energiyasi yo‘qotilishi tarmoqqa berilgan elektr energiyasining qiymatidan (foizda) quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi [2], [11]:

$$\Delta W_{\%} = 0,7 \cdot K_{HT} \cdot \Delta U \cdot \frac{\tau}{T_{\text{макс}}} \quad (2)$$

bunda:

ΔU – tarmoqning maksimal yuklamasida TP shinalaridan eng uzoq elektr qabul qilgichgacha kuchlanishning yo‘qotilishi, %;

K_{HT} – yuklamaning fazalar bo‘yicha notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsient;

Agar TP ning shinalarida o‘lchangan faza kuchlanishining darajalari har xil bo‘lsa, ΔU ni aniqlashda TP ning shinalaridagi uchta o‘lchangan kuchlanishning o‘rtacha arifmetik qiymati qabul qilinadi. Agar yuklamaning maksimal qiymatida magistral liniyaning eng uzoq nuqtasidagi uch fazali kirishda faza kuchlanishi o‘lchangan bo‘lsa, hisoblash uchun o‘lchangan uchta qiymatlardan eng kichigi qabul qilinadi [2] [8], [10].

K_{HT} koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{HT} = 3 \cdot \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{(I_A + I_B + I_C)^2} \cdot \left(1 + 1,5 \frac{R_H}{R_{\Phi}}\right) - 1,5 \frac{R_H}{R_{\Phi}}, \quad (3)$$

бунда:

I_A, I_B, I_C – fazalarning o‘lchangan tok yuklamalari;

$\frac{R_H}{R_{\Phi}}$ – nol va faza simlari qarshiliklarining nisbati;

Fazalarning tok yuklamalari to‘g‘risidagi ma’lumot mavjud bo‘lmagan holda:

$\frac{R_H}{R_{\Phi}} = 1$ bo‘lgan liniyalar uchun $K_{HT} = 1,13$

$\frac{R_H}{R_{\Phi}} = 2$ bo‘lgan liniyalar uchun $K_{HT} = 1,2$

0,4 kV li K ta liniyalardagi elektr energiyasining nisbiy yo‘qotishlari quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi [2], [3], [5]:

$$\Delta W_{\% \Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^K \Delta W_{\%}^i \cdot I_i}{\sum_{i=1}^K I_i} \quad (4)$$

$\Delta W_{\%}^i$ – i chi liniyadagi elektr energiyasining nisbiy yo‘qotishlari;

I_i – i chi liniyaning bosh uchastkasidagi maksimal yuklama.

0,4 kV li elektr tarmoqlarda elektr energiyasi yo‘qotishlarini aniq hisoblash uchun boshlang‘ich ma’lumotlar yetarli darajada mavjud bo‘lganda 0,4 kV kuchlanishli alohida liniyalarda elektr energiyasini yo‘qotishlarini hisoblashda quvvat va elektr energiyasi yo‘qotishlarini elektr tarmog‘i sxemasi va rejim parametrlaridan

foydalanib, uning elementlari bo'yicha hisoblash metodini qo'llash tavsiya etiladi [6], [7], [9].

NATIJALAR. Farg'ona viloyati, Farg'ona tumanida joylashgan "Log'on 35/10" podstansiyasining "Rizo" uzatmasining 0,4 kV li tarmoqlarida olib borilgan o'rganishlarga ko'r uzatmada 31 TP bo'lib, ularning 23 % tik quduq nasoslari uchun, qolgan 77 % TP lar aholiga to'g'ri keladi. TPlarni o'lchash natijalari 1-jadvalda keltirilgan. Ma'lumotlar har bir transformator punktida uch fazali kuchlanishning boshlang'ich va oxirgi qiymatlari, shuningdek, har bir fazadagi tok qiymatlari bo'yicha tahlil qilindi.

Rizo uzatmasidagi TPlar

1-jadval

TP nomeri	U бoшланиши (V)			U oxiri (V)			I (A)		
	A faza	B faza	C faza	A faza	B faza	C faza	A faza	B faza	C faza
TP 240	216,2	226,2	225	206,2	219	221	35,6	27,88	20
TP 239	223,2	216	215	225	210	206	32	43,2	46,8
TP 238	220	202	211	216	201	204	10,8	6,8	18,4
TP1181	264	254	232	227	223	223	33	14	18
TP1489	224	225	225	224,6	224	225	3,44	3,84	1,6
TP236	228	219	223	231	205	220	59,4	108	57
TP1195	219	220	219	218	217	214	22,4	24	32
TP46	229	223	222	223	219	215	0,01	2,1	1,72
TP985	215	217	216	210	211	209	0,6	0,39	0,3
TP349	216	225	212	214	220	196	68,4	76,2	79,8
TP60	228	216	218	221	204	212	12,4	27,8	140
TP55	222	215	217	220	205	214	78	53,6	24
TP1191	230	230	209	225	224	200	10	13,5	33,5
TP1751	219	222	217	211	212	214	42	9,5	20,5
TP1750	228	224	221	226	220	219	3,5	18,5	12

MUHOKAMA. "TP 394" punktida kuzatildi. A fazadagi kuchlanish 208 V dan 200 V ga tushdi (8 V farq). Bu holat tarmoqda yuqori qarshilik borligini yoki yuk ortganligini ko'rsatadi.

"TP 1489" punktida barcha fazalarda kuchlanish deyarli o'zgarmagan, bu tarmoqning barqaror holatini bildiradi.

"TP 60" punktida A fazada 12,4 A, C fazada esa 140 A oqmoqda. Bu katta notekislik yukni teng taqsimlash zarurligini ko'rsatadi. 2-jadvalda TP lardagi qo'shimcha energiya yo'qotishlari keltirilgan.

TP lardagi qo'shimcha energiya yo'qotishlari

2-jadval

TP nomeri	Transformator quvvati, kVA	кнер	dU	W%
TP 240	63	1,131	7,312	3,473
TP 239	100	1,060	5,533	2,464
TP 238	100	1,402	4,739	2,790
TP1181	63	1,356	10,800	6,152
TP1489	250	1,271	0,297	0,158
TP236	250	1,247	8,209	4,298
TP1195	250	1,065	2,432	1,087
TP46	250	2,267	4,303	4,097
TP985	160	1,214	3,241	1,652
TP349	100	1,010	9,954	4,223
TP60	160	3,241	7,553	10,281
TP55	160	1,453	5,963	3,639
TP1191	100	1,742	10,314	7,547
TP1751	160	1,791	3,799	2,857
TP1750	160	1,734	2,377	1,732

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki yuklamaning fazalar bo‘yicha notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koyeffisient katta bo‘lgan TP larda energiya isrofi yuqori bo‘lgan. Bundan kelib chiqadiki, notekis taqsimlangan yuklamalarda qo‘shimcha energiya yo‘qotishi yuqori bo‘ladi.

XULOSA. Kuchlanishning sezilarli pasayishi kuzatilgan joylarda (masalan, “TP 394”) tarmoqni qayta optimallashtirish kerak. Tarmoqdagi qarshilikni kamaytirish uchun o‘tkazgich sifatini oshirish yoki transformator quvvatini moslashtirish tavsiya etiladi. Fazalar o‘rtasidagi notekis yuklanishni bartaraf etish uchun qayta muvofiqlashtirish amalga oshirilishi kerak. Tok qiymatlari o‘rtasidagi katta farqlarni kamaytirish tarmoqning samaradorligini oshiradi.

0,4 kV li elektr tarmoqlarida qo‘shimcha isroflar asosan kuchlanish pasayishi va tokning notekis taqsimlanishi bilan bog‘liq. Transformator punktlari bo‘yicha tahlillar ushbu isroflarni kamaytirish bo‘yicha aniq choralar ko‘rishni talab etadi. Ma’lumotlar asosida amalga oshirilgan tavsiyalar tarmoq samaradorligini oshirishga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. GOST 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. -М.: Изд-во стандартов, 1998.
2. O‘zbekiston Respublikasi Adilya vazirligi tomonidan 2017 yil 31-mart kuni ro‘yxatdan o‘tkazilgan va 2871 tartib raqami berilgan “Elektr energiyasini elektr tarmoqlari bo‘yab uzatish va taqsimlashda texnologik yo‘qotishlarning normativlarini hisoblash tartibi to‘g‘risidagi yo‘riqnoma”
3. I.X.Xoliddinov. “Elektr energiya sifat ko‘rsatkichlarini nazorat qilish”. O‘quv qo‘llanma. 2022.
4. Kamoliddinov S. et al. РЕГУЛИРОВКА ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В УСТРОЙСТВЕ АВТОКОМПЕНСАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ОДНОЙ ФАЗЫ) //Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсutowич, д-р техн. наук. – 2022. – С. 49.
5. Холиддинов И. Х., Неъматжонов Х., Комолддинов С. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НЕСИММЕТРИИ И ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0, 4 КВ //Известия. – 2021. – Т. 2. – С. 255.
6. Khojiakbar E. et al. Development of simulation model of smart phase selector device //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 461. – С. 01051.
7. ўғли Комолдинов С. С. РАСЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ТРАНСФОРМАТОРАХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГАРМОНИК БОЛЕЕ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 16 SPECIAL. – С. 519-523.
8. Kholiddinov I. et al. Estimation the state of power quality in distribution networks using fuzzy logic //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 538. – С. 01011.
9. Kholiddinov I. On the method of calculating the coefficient of asymmetry in the reverse sequence //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – Т. 2789. – №. 1.
10. Khosiljonovich K. I., Solidjon o‘g‘li K. S. APPLICATION OF THE METHOD OF INDETERMINATE LAGRANGE MULTIPLIERS FOR OPTIMAL POWER DISTRIBUTION OF COMPENSATING DEVICES BETWEEN CONSUMERS. – 2023.
11. Холиддинов И. Х. и др. АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ //Universum: технические науки. – 2022. – №. 6-6 (99). – С. 26-30.