

Исмаилов Астан Ибрагимович-доцент
Андижанский Государственный технический институт
Республика Узбекистан
ORSID: 0009-0004-3603-6985

Ismailov Astan Ibragimovich - Associate Professor
Andijan State Technical Institute
Republic of Uzbekistan
ORSID: 0009-0004-3603-6985

Зокирова Иродахон Закруллаевна-старшая преподавательница
Андижанский Государственный Технический Институт,
Республика Узбекистан
ORCID ID: 0009-0002-7704-6915
Zokirova Irodakhon Zakrullaevna-senior teacher
Andijan state technical institute,
Republic of Uzbekistan
ORCID ID: 0009-0002-7704-6915

PO‘LAT O‘TKAZGICHLI TARMOQLARDA QISQA TUTASHUV TOKLARINI HISOBLASH

РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В СЕТЯХ СТАЛЬНЫМИ ПРОВОДНИКАМИ

CALCULATION OF SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN NETWORKS WITH STEEL CONDUCTORS

Annotatsiya

Ushbu maqolada po‘lat o‘tkazgichli elektr tarmoqlarida yuzaga keladigan qisqa tutashuv toklarini hisoblash usullari ko‘rib chiqiladi. Po‘latning elektr xossalari va ularning tarmoqning umumiy impedansiga ta’siri tahlil qilinadi. Qisqa tutashuv holatida tokning taqsimoti, issiqlik ajralishi va kuchlanish pasayishi kabi omillar ham yoritiladi. Hisoblash usullarining aniqligi va amaliy qo‘llanishi muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: qisqa tutashuv, po‘lat o‘tkazgich, elektr tarmog‘i, tok taqsimoti, impedans, issiqlik ajralishi.

Аннотация

В данной статье рассматриваются методы расчета токов короткого замыкания в электрических сетях с использованием стальных проводников. Анализируются электрические свойства стали и их влияние на общую импедансную характеристику сети. Освещаются вопросы распределения тока, тепловыделения и падения напряжения в условиях короткого замыкания. Обсуждается точность и практическое применение методов расчета.

Ключевые слова: короткое замыкание, стальной проводник, электрическая сеть, распределение тока, импеданс, тепловыделение

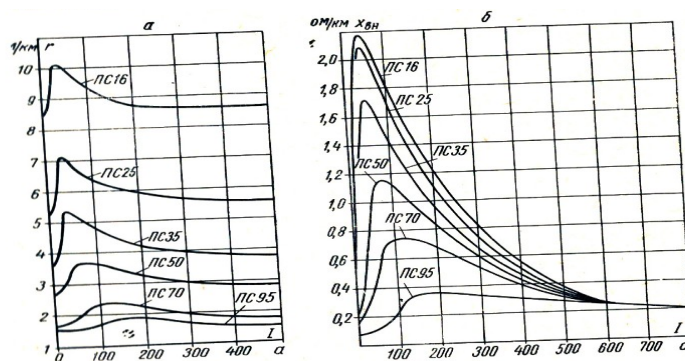
Abstract

This article examines methods for calculating short-circuit currents in electrical networks using steel conductors. The electrical properties of steel and their impact on the network's overall impedance are analyzed. Factors such as current distribution, heat dissipation, and voltage drop during short-circuit conditions are also explored. The accuracy and practical applicability of the calculation methods are discussed.

Keywords: short circuit, steel conductor, electrical network, current distribution, impedance, heat dissipation

Elektr energiya ta'minoti tizimidagi favqulotda buzilishlar doimo tizimni barcha elementlarida elektr va mexanik o'tish jarayonlarini sodir bo'lishiga olib keladi. Bunday jarayonlar tizim elementlariga salbiy ta'sir ko'rsatib ularni ishdan chiqishiga, natijada elektr ta'minotini uzilib qolishiga sabab bo'ladi. Qishloq xo'jaligi elektr ta'minotida qo'llaniladigan po'lat o'tkazgichlarda qisqa tutashuv toklarini sodir bo'lishi shuningdek o'tish jarayonlarini xisobga olgan holda ularni xisoblash masalalariga to'xtalib o'tamiz..

Qishloq xo'jaligi iste'molchilarini elektr ta'minotida qo'llaniladigan po'lat o'tkazgichlarni farqli xususiyatlariga ba'zi holatlarda ularni aktiv va induktiv qarshiliklarini oqayotgan tokga bog'liqligi hisoblanadi. Bunga sabab bo'lib, tok kattaligiga bog'liq bo'lgan katta magnit o'tkazuvchanligiga ega bunday o'tkazgichdagi ichki magnit maydoni hisoblanadi. Shuning uchun po'lat o'tkazgichli tarmoqlarda qisqa tutashuv toklarini hisoblash murakkablashadi. Bunday holatlarda toklarni hisoblash uchun po'lat o'tkazgichli tarmoqlarni ustlash sxemalariga ba'zi bir tarmoq qarshiligini kiritish kerak bo'ladi. Ammo bu qarshilik noma'lum, chunki u qisqa tutashuv tokni izlanayotgan kattaligiga bog'liq. (1-rasm).



1-rasm. Ko'p tolali po'lat o'tkazgichli o'tkazgichlarni aktiv (a) va ichki induktiv (b) qarshiliklarini tokka bog'liqligi.

Po'lat o'tkazgichlar qarshiliklarini tok kuchiga bog'liqligini hisobga olmaslik hatoga olib kelishi mumkin, chunki u 40-50% ni tashkil qiladi. Shuning uchun ko'pincha bu bog'lanishni ularni hisobga olish kerak bo'ladi.

Bu muammoni oydinlashtirish uchun oddiy sxemani ko'rib chiqamiz (2 rasm) Hisoblaymiz, po'lat o'tkazgichli tarmoq cheksiz katta quvvatli manbaadan ta'minlanadi, uning ichki qarshiligi $x=0$



2-rasm. Po‘lat o‘tkazgichli tarmoqdagi qisqa tutashuv tokini hisoblash usuli uchun sxema.

Tarmoqdagi tok kattaligi xisobga olinmagan holda bu manbaani chiqishlaridagi kuchlanishni o‘zgarmas deb hisoblaymiz; ya’ni $U = \text{const}$
O‘tkazgich qarshiligini tok kuchiga bog‘liqligini ma’lum bog‘liklarida K nuqtada qisqa tutashuvda tok qiymatini aniqlaymiz:

$$X_0 = f(I); \quad r_0 = f(I); \quad Z_0 = f(I)$$

Bu masalani ketma-ketli taxminiy usul bilan yechish mumkin. Masalan; me’yoriy rejimda avariya sabab bo‘ladigan va tok I_1 qiymatiga mos keladigan r_{01} om/km va x_{01} om/km qarshiliklarni ba’zi bir qiymatlari beriladi. Bunda tarmoqni 1 km uzunligidagi qisqa tutashuv toki kattaligi quyidagicha aniqlanadi.

$$I_k = \frac{U_f}{l \sqrt{r_0^2 + x_0^2}} = I_2$$

Topilgan tok kuchi I_2 ga mos keladigan qarshilikning qiymatlari qabul qilinib hisob-kitob qayta amalga oshiriladi va tokning yangi qiymati I_2 topiladi, so’ngra unga mos keladigan x_0 va r_0 qiymatlari (1) formulaga qo‘yiladi va x.k.z.

Hisoblashlar qisqa tutashuv tokining ma’lum bo‘lgan va izlanayotgan qiymatlariga mos tushguniga qadar qaytarilaveradi.

Bunday hisoblashlarning o‘ta qulay usuliga grafoanalitik usul kiradi. Uning mohiyati [1] da keltirilgan.

Berilgan zanjirni 3-4 nuqtalari uchun

$$I_{zk} = I_{z0} = f(I) \text{ bog‘lanish quriladi,}$$

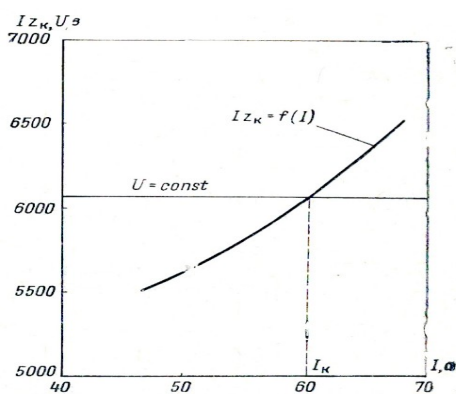
ammo tok kuchining har bir qiymati uchun unga mos keladigan $Z_0 = \sqrt{r_0^2 + x_0^2}$ qiymati olinadi. (3-rasm)

Qisqa tutashuv toki keltirilgan bog‘lanishni $U_\phi = \text{const}$ to‘g‘ri chizig‘ini kesishgan nuqtasi absitsasi kabi topiladi.

Keltirilgan grafoanalitik usul bir turli bo‘lmagan tarmoqlar uchun ham tarqatilishi mumkin, ya’ni turli kesim yuzali uzatgichlar va tarkibida qarshiligi tok kuchiga bog‘liq bo‘lmagan elementlari kiritilgan zanjirlar uchun ham.

$$I_{zk} = I \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n r_i \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} = f(I)$$

Bunday hollarda quyidagi bog‘lanish quriladi:



3-rasm. $I_{zk}=f(I)$ bog'lanish grafigi.

bu yerda r_i , x_i - mos ravishdagi tok I ni qiymatlarida sxemani ketma-ket ulangan n elementlarini har birini aktiv va induktiv qarshiliklari.

Bunday holatlarda ham QT tokini kattaligi bog'lanishni (2) $U_\phi = \text{const}$ to'g'ri chizig'i bilan k esishgan nuqtasi kabi topiladi (3-rasm)

Agarda QT zanjirida kuchlanishni turli pog'onalari mavjud bo'lsa, unda barcha qarshiliklar bitta pog'onaga keltirilishi kerak bo'ladi.

$I_{zk}=f(I)$ bog'lanishi qurishda po'lat o'tkazgichlarni qarshiliklari mazkur pog'onaning xaqiqiy tokiga mos kelishi kerak.

Ko'rsatilgan shartga amal qilinganda hisob-kitoblar nisbiy birliklarda bajarilishi mumkin. Hisoblar hajmini kamaytirish uchun hisob-kitoblarda po'lat o'tkazgichni qarshiligini ikkita chegaraviy qiymatlaridan foydalanish mumkin, ya'ni minimal va maksimal. Ularga mos keladigan QT toklarini analitik yoki berilgan rejim va vaqt momenti uchun hisobiy egri chiziq bo'yicha aniqlanadilar. Mazkur tok $I_{zk}=f(I)$ bog'lanishni qurish uchun foydalaniladi.

Grafik usuldan foydalanish mumkin, qachonki po'lat o'tkazgichli tarmoqni oxirgi quvvatli tizimdan ta'minlanganida. Bunda $U=\text{const}$ to'g'ri chiziq o'rniga $E=\text{const}$ to'g'ri chizig'ini qo'llash lozim, bunda E_{ek} -ekvivalent natijaviy EYUK, ketma-ket vaqt momentlari uchun ustlash sxemasini o'zgartirilgandagi hisoblangan.

Imkoni bor eng katta, yoki uni teskarisi imkoni borlardan eng kichkinasi QT nuqtasidagi toklarni aniqlashda po'lat o'tkazgichlar qarshiligini tokka bog'liqligini aniq hisobga olishni zaruriyati yo'q va hisob-kitoblar taxminiy bajarilishi mumkin.

Eng katta qisqa tutashuv tokini aniqlashda po'lat o'tkazgichlar qarshiligini ishchi tokka mos kelishini qabul qilish mumkin. Eng kichkina tokning qiymatini aniqlashda esa bu qarshilikni eng katta deb qabul qilish mumkin. (1-rasm)

Ko'pchilik qishloq elektr ta'minotida po'lat o'tkazgichli tarmoqlar qarshiligi QT zanjirini umumiy qarshiligini oz qismini tashkil qiladi. Bunday hollarda po'lat o'tkazgichlar tavsiflarini chuqur hisobga olishni zaruriya'ti yo'q. Hisoblashlarni taxminiy olib borish mumkin. O'tkazgichlarni har bir markasi uchun qarshiliklarni ba'zi bir o'rta qiymatlarini qabul qilish mumkin.

1-jadval. Po‘lat o‘tkazgichlarni aktiv va ichki induktiv qarshiliklarini o‘rtacha qiymatlari.

O‘tkazgich rusumi	Qarshiliklarni o‘rtacha qiymatlari (Om/km)	
	r	X _{vn}
ПС 95	1.7	0.2
ПС 70	2.1	0.5
ПС 50	3.4	0.8
ПС 35	4.5	1.2
ПС 25	6.2	1.4
	9.0	4.6
ПС 05 (ЖС)	11.0	5.6
ПС 04 (ЖЧ)	13.0	5.6
ПС 03,5	17.0	5.6

Hisoblashlarda jadvalda keltirilgan ichki induktiv qarshiliklarni o‘rtacha qiymatlariga po‘lat o‘tkazgichlarni tashqi induktiv qarshiligini qo‘shib qo‘yish kerak.

Hulosa qilib shuni aytish mumkinki po‘lat o‘tkazgichli tarmoqlarda qisqa tutashuv tokini aniqlashda ulardagi qarshiliklarni tokka bog‘liqligini hisobga olish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. М.С. Левин и А.М. Ганелин. Графический метод расчета токов к.з в сетях со стальными проводами. «Электричество», №4, 2001
2. С.А. Бургучев. Электрические станции, подстанции и системы. Издательство «Колос», Москва. 2003
3. Б.М. Беркович, И.И. Леонтович. Электрические сети и системы. Москва: Высшая школа, 2002.
4. IEEE Std 551-2006 (IEEE Red Book) Recommended Practice for Calculating Short-Circuit Currents in Industrial and Commercial Power Systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2006.

"