

networks. A comprehensive approach to managing electrical energy losses is regarded as a key prerequisite for enhancing the energy efficiency and reliability of modern power supply systems.

KEY WORDS

Total losses, corona power losses, power losses, maximum losses, variations in weather parameters, meteorological phenomena, corona loss measurements, load losses.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tovbaev A.N., Mardonov D.Sh., Mamatazimov A.X., Samatova S.S. Analysis of subharmonic oscillations in multi-phase ferroresonance circuits using a mathematical model// Apitech III 2021. Journal of Physics: Conference Series 2094 (2021) 052048 IOP Publishing.
2. Tog'ayev I.B., Tursunova A.A., Eshmirzayev M.A. Monitoring of overhead power lines.// Problems and scientific solutions. Vol.6, Issue 4, 2022 Australia, Melbourne. 267-271pt.
3. Dorosinsky, A.Yu. Algorithms and methods for determining the error of means simulating electrical signals of sine-cosine rotating transformers / Dorosinsky A.Yu.// XXI century: results of the past and problems of the present: scientific. Penza State Technical University, 2012. No. 6. pp. 42-46.
4. Baldenko D.F., Baldenko F. D., Gnoev A.N. Screw downhole engines (Reference manual). M.: Nedra, 1999. 375 p.
5. Milovzorov G.V. Analysis of instrumental errors of inclinometric devices. – Ufa, ed. "Gilem", 1997. 184 pp
6. Safronov V.A. Theory and practice of using angle sensors based on sine-cosine rotating transformers. Components and Technologies Magazine, Moscow, 2014, №4. pp.58-62

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Tovboyev Akram Nurmonovich	– Acting Professor. Navoi State University of Mining and Technologies, 210100, Republic of Uzbekistan, Navoi city, 76V G'alaba branch street. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2677-6977 , e-mail: tovboyev70@mail.ru .
Togayev Islom Bekpulat ugli	– Senior Lecturer. Navoi State University of Mining and Technologies, 210100, Republic of Uzbekistan, Navoi city, 76V G'alaba branch street. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4481-874X , e-mail: togayev.islom@mail.ru

PODSTANSIYA ELEKTR JIHOZLARINING TEXNIK HOLATINI ISSIQLIK OMILLARI TA'SIRI ASOSIDA BAHOLASH USULLARI

Mavlonov J.A., Sayidov M.K.

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston

Doi: 10.5281/zenodo.20280313

ANNOTATSIYA Ushbu maqolada podstansiya elektr jihozlarining texnik holatini baholashda issiqlik omillari va harorat me'zonlariga asoslangan diagnositik yondashuv ko'rib chiqilgan. Elektr jihozlarining ekspluatatsiya jarayonida yuzaga keladigan rejimli va nuqsonli qizish holatlari fizik jihatdan tahlil qilinib, ularning yuklama toki bilan bog'liqligi o'rganilgan. Haroratning texnik holat indikatorini sifatidagi roli asoslab berilib, nisbiy harorat ko'rsatkichi orqali jihoz holatini tezkor va ishonchli baholash imkoniyati ko'rsatib berilgan. Grafik va jadval tahlillari asosida normal ish rejimi, kontakt nuqsonlari va avariya oldi holatlarini aniqlash mezonlari taklif etilgan. Olingan natijalar elektr jihozlarning holatga asoslangan texnik xizmat ko'rsatish tizimlarini takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

KALIT SO'ZLAR podstansiya elektr jihozlari; texnik holatni baholash; issiqlik omillari; harorat mezonlari; rejimli qizish; nuqsonli qizish; kontakt nuqsonlari; issiqlik balansi modeli; ishonchlilik; diagnostika.

KIRISH

Elektr jihozlarining texnik holatini harorat orqali baholash me'zoni diagnostika tizimida markaziy o'rinni egallaydi, sababi harorat ekspluatatsion hamda degradatsion jarayonlarini aks ettiruvchi parametrlardan biri hisoblanadi. Podstansiya elektr

jihozlarida haroratning ko'tarilishi nafaqat nuqsonlarning mavjudligini ko'rsatadi, balki eskirish omilini hamda degradatsiya jarayoni va issiqlik holati o'rtasida yopiq ijobiy teskari aloqa g'alqasini yaratadi. Qisqa muddatli kuchlanish yoki yuklamaning o'zgarishi mexanik ta'siridan farqli o'laroq issiqlik

ta'siri kumulyativ va qaytarilmas bo'lib, asta – sekin materiallarning degradatsiyasiga, ishonchlilikning pasayishiga va favqulodda nosozliklar ehtimolining oshishiga olib keladi. Kommutatsion qurilmalar, shinalar va kontakt ulanishlar issiqlik yuklanishlariga nisbatan zaif hisoblanadi. Bu holat ularga yuqori tok zichligi paydo bo'lishi, kontakt joylarida qarshiliklar o'zgarishi hamda issiqlikni tashqariga chiqarish imyoniyati yo'qligi bilan izohlanadi. Ushbu elementlarda haroratning ortishi tezkor kuzatiladi va bu ularning texnik holati hamda ishonchliligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Podstansiya elektr jihozlarining tok o'tkazgich qimlarida haroratning oshishi aktiv qarshilikka ega elementlarda elektr energiyasini bir qismi issiqlikka aylanadi. Bu esa o'tkazgichlarda va kontaktli ulanishlarda tok energiyasi tarqalib uskunaning elementlarini qizishiga olib keladi [1, b. 39–41].

Energetik nuqtai nazaridan, issiqlik tarqalishini tezkor hodisa sifatida emas, balki ish rejimiga va elementlarning jisimiy holatiga qarab vaqt o'tishi bilan to'plangan ta'sir sifatida ko'rib chiqish kerak. Umuman olganda cheklangan vaqt oralig'ida chiqarilgan issiqlik miqdori Joule – Lens qonunining ajralmas shakli bilan tavsiflanadi:

$$Q = R \int_{t_1}^{t_2} i^2(t) dt \quad (1)$$

bu yerda i – tok vaqt funksiyasi sifatida, R – elementning aktiv qarshiligi t_1 va t_2 kuzatish davriga to'g'ri keladi.

Qonunning ushbu shakli eng umumiy va jismoniy jihatdan asoslangan hisoblanadi, chunki tok oqimininng haqiqiy xususiyati hamda o'tkinchi jarayoni va oritqcha yuklama rejimlarini hisobga oladi. Shuning uchun ushbu qonun asosida olinadigan harorat ma'lumotlarini to'g'ri talqin qilishda qizib ketishning jarayonini chuqur anglash muhim ahamiyat kasb etadi. Harorat ma'lumotlarini to'g'ri talqin qilish uchun rejimli va nuqsonli qizib ketishni farqlash juda muhim hisoblanib, hodisalarning jismoniy tabiati va ekspluatatsion oqibatlarini sezilarli darajada farq qiladi.

Rejimli qizish. Ushbu elektr jihozlarning tokning yuklamasi oshishi bilan yoki teskari bo'lishi hisobiga o'zgaradi. Bunday holatda tokning pasayishi jihozning harorati qayta standart holatiga qaytadi, lekin uzoq vaqt ta'sir qilishi bilan podstansiya elektr jihozlarning qarish jarayonini tezlashtiradi.

Nuqsonli qizish. Elektr jihozlarning elementlaridagi tarkibiy va konstruktiv o'zgarishlari tufayli yuzaga keladi. Bu standart qiymatlarga nisbatan haroratning barqaror oshib ketishi bilan tavsiflanadi va hatto nominal yoki doimiy yuklama holatida ham texnik o'zgarishi saqlanib qoladi. Bu esa degradatsiya jarayonlarining rivojlanishiga olib keladi.

Ushbu jarayonlarni tahlil qilishda xaroratning og'ish jarayoni ko'rib chiqamiz:

$$\Delta T = T(t) - T_{norm}(I) \quad (2)$$

bu yerda $T_{norm}(I)$ – yuklama tokining ma'lum qiymatida elementning standart harorati

Zamonaviy energetikada elektr jihozlarining tok o'tkazuvchi elementlarda haroratning texnik holatini baholashda integral ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi, chunki harorat konstruktiv xususiyatlari va degradatsiya jarayoniga, elektr rejimiga ta'sirini aks ettiradi. Podstansiya elektr jihozlaridan tok o'tkazgichlari qismining harorat holatini tahlil qilish uchun atrof – muhit harorati $T_{a.m.} = 25^\circ\text{C}$ qabul qilinadi. Ushbu qiymat yopiq taqsimlochi qurilmalarida va podstansiyadagi elektr jihozlarining standart ish sharoitiga mos keladi va xalqaro standartlarda issiqlik hisob – kitoblar uchun nominal atrof – uhit harorati sifatida ishlatiladi [2].

Elementlarning yaroqli holati harorat ko'tarilishi birinchi navbatda yuklama tokining kattaligi bilan belgilanadi. Ushbu tok o'tkazgich elementning harorati yuklama toki $T = f(I)$ bilan bog'liqligi texnik holatning diagnostik me'zoni sifatida qaraladi, sababi kontakt qismlarida aktiv issroflarining oritish elektr qarshilikning o'sishiga olib keladi. Klassik yondashuvga ko'ra, aktiv yo'qotishlar I^2R ifodasi bilan aniqlanadi, ya'ni boshqa shartlar o'zgarimas deb olinganda qiymatining ortishi issiqlik ajralishi miqdorining chiziqli o'sishi hisobiga element haroratining ko'tarilishiga olib keladi [3] Normativ hujjatlarda uskunaning issiqlik rejimi belgilangan ekologik va yuklama sharoitida harorat ko'tarilishi nuqtai nazaridan tavsiflanadi, bu taqqoslanadigan hisoblar va og'ishlarning keyinchalik aniqlash uchun mon yondashuv shartlaridan foydalanishga imkon beradi [4]. Shu bilan birga, kontakt ulanishlar bo'yicha tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, kontakt degradatsiyasi doimiy tok oqimida ham mahalliy qizish jarayoniga va me'yoriy bog'liqlikdan barqaror harorat ortiqchaligini paydo qiladi [5]. Ishonchlilik nuqtai nazaridan ish haroratining oshishi nosozliklar ehtimoli va favqulodda vaziyatgacha bo'lgan sharoitlar havfini oshishi bilan bog'liq bo'lgan sharoitlar havfning oishi bilan bog'liq bo'lgan omillardan biri hisoblanib, bu elektr jihozlarning ishonchliligini oshirish va bag'olash bo'yicha tavsiyalarda aks etadi [6]. Issiqlik jarayonlarining nazariy tavsifi va tartibga soluvchi cheklovlar amaliy diagnostika qiymatini faqat bir xil yuklama sharoitida tartibga soluvchi, rejimli va nuqsonli qizishni taqqoslashga imkon beradigan qiymatlarda aniqlanadi. Tahlil qilish uchun rejimli va nuqsonli qizib ketishning xarakterli xonalarini aniqlash bilan yuklama toklarining keng diapazonda elementning haroratini hisoblangan baholash amalga oshiriladi. Olingan natijalar jadval shaklida taqdim etiladi, bu harorat darajasini taqqoslashning ravshanligini ta'minlaydi va qaramlikni keyingi grafik tahlil qilish uchun asos yaratadi.

1 – jadvalda normal rejimda yuklama toki ortishi bilan harorat chiziqli qonun asosida zisadi, bu esa aktiv yo'qotishlarning qonuniyatlariga to'liq mos keladi. Ruxsat etilgan chegara $T_{rux.et}(I)$ haroratning ekspluatatsiya davomida yo'l qo'yiladigan yuqori qiymati sifatida kiiritilgan bo'lib, qizib ketish havfi ortib borayotgan sohani ajratib ko'rsatish hamda harorat xolatini nazorat qilish uchun mezon vazifasini

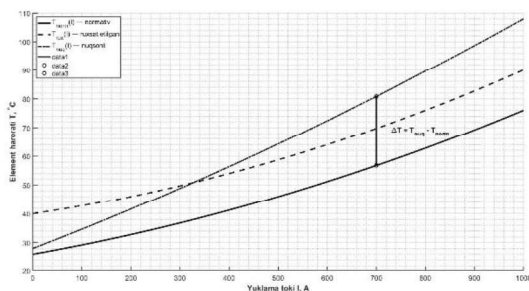
bajaradi [4]. Nuqsonli rejim $T_{nuq}(I)$ esa bir hil tok qiymatlarida ham normativ haroratdan barqaror ravishda ortiq bo'lishi yuilan tavsiflanadi, ya'ni $\Delta T > 0$.

1 – jadval

Ruxsat etilgan va nuqsonli ish rejimlari uchun
 $T = f(I)$ hisobiy qiymatlari

Yuklama toki (I), A	$T_{norm}(I), ^\circ\text{C}$	$T_{rux.et}(I), ^\circ\text{C}$	$T_{nuq}(I), ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$
0	25.0	40.0	28.1	3.1
100	28.0	43.0	31.3	3.3
200	31.5	46.5	35.1	3.6
300	35.4	50.4	39.8	4.4
400	39.7	54.7	45.7	6.0
500	44.5	59.5	53.5	9.0
600	49.7	64.7	63.4	13.7
700	55.4	70.4	74.7	19.3
800	61.5	76.5	85.5	24.0
900	68.0	83.0	95.0	27.0
1000	75.0	90.0	103.6	28.6

Bunday holat odatda kontakt uzelines degradatsiyasi yoki issiqlik chiqarilish sharoitlarining yomonlashuvi bilan bog'liq bo'lib, haroratning yuklama o'zgarishiga emas balki elementning jismoniy holati yomonlashishiga bog'liq ekanini ko'rsatadi. Agar tok qiymati yuqorilab boshlasan haroratlar ayirmasi ham oshishiga sabab bo'ladi va elektr jihozlarning ishdan chiqish xavfini oshiradi. Jadval qiymatlariga asoslanib, element haroratining yuklama tokiga bog'liqligini 1 – rasmda ko'rishimiz mumkin.



1 – rasm. Element haroratining yuklama tokiga bog'liqligi (Rejimli va nuqsonli qizishi)

2–rasmda uchta tavsiflovchi bog'lanish keltirilgan bo'lib, normativ bog'lanish tok yuklamasining ortishi

bilan bog'liq bo'lgan rejimli qizishni aks ettiradi va o'tkazgich hamda kontakt qismlarida aktiv yo'qotishlarning ortishiga mos keladi. Nuqsonli chizig'i normal ekspluatatsiyaning yuqori chegarasini belgilab beradi, undan oshib ketish harorat rejimi me'yorlariga muvofiq ravishda kuchaytirilgan naxorat o'tkazish va qizib ketish sabablarini chuqur tahlil qilishni talab etadi. Nuqsonli egri chiziqda esa bir hil tok qiymatlarida haroratning normal rejimiga nisbatan barqaror ravishda yuqori bo'lishi kuzatiladi. Rejimli va nuqsonli qizishning tahlilini yanana chuqurroq miqdoriy baholash maqsadida elektr jihoz elementlarining issiqlik holatini ekvivalent issiqlik modeli sifatida tavsiflash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Modelning tok o'tkazuvchi va kontakt elementlarida hosil bo'ladigan issiqlik ajralishi, uning jamlanishi hamda atrof muhitga uzatilish jarayonlarini umumlashtirilgan hola ifodalash imkonini beradi.

Elementning issiqlik harakati issiqlik balans tenglamasi bilan quyidagicha tavsiflaymiz:

$$S_{in} \cdot \frac{dT(t)}{dt} + \frac{T(t) - T_{a.m.}(t)}{R_{ef}} = P_{isrof}(t) \quad (3)$$

bu yerda S_{in} –harorat o'zgarishining inertiya sinini aniqlaydigan elementning issiqlik quvvati;

R_{ef} –atrof–muhitga issiqlikni olib tashlash samaradorligini tavsiflovchi issiqlik qarshiligi

P_{isrof} –Kontakt ulanishlarda va o'tkazgichlarda aktiv yo'qotishi natijasida yuzaga keladigan yo'qotish quvvati

(3) tenglamadan tok yuklmasining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan rejimli qizishni va issiqlik almashinuvi hamda kontakt qarshiligining ortishi bilan bog'liq nuqsonli qizish tavsiflash imkonini beradi. Barqaror issiqlik rejimida

$$\frac{dT}{dt} = 0$$

Sharti bajarilganda, element harorati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$T = T_{a.m} + P_{is} \cdot R_{ef} \quad (4)$$

(2) ifodadan ko'rinib turibdiki, haroratning me'yoriy darajadan oshib ketishi faqatgina tok yuklmasining oritish bilan emas, balki issiqlik qarshiligi R_{ef} ning oritish bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Issiqlik qarshiligining oshishi esa elektr jihozlaridagi degradatsiya jarayonlarining xos belgisi hisoblanadi. Bunday degradatsiya jarayonlariga issiqlik chiqaruvchi yuzalarning ifloslanishi, kontakt birikmalarning bo'shashishi yoki oksidlanishi va konstruktiv o'zgarishi kiradi. Aynan shu omillar tok yuklmasining qiymati o'zgarmagan hollarda ham nuqsonli rejimda haroratning barqaror ravishda oshishi kuzatiladi.

Haroratning oshishi izolyatsion materiallarning qarish jarayonlariga bevosita va eksponensial ta'sir ko'rsatadi, bu esa elektr jihozlarning ishonchligini pasayishiga olib keladi. Ishonchlilik nazariyasi nuqtai nazaridan, bu ta'sir Arrhenius turiga bog'liqlik bilan tavsiflanadi:

$$\lambda(T) = \lambda_0 \exp\left(\frac{T - T_0}{k}\right) \quad (5)$$

bu erda $\lambda(T)$ – Xarorat intensivlik darajasi T ;
 λ_0 – harorat T_0 da bazaviy intensivligi;
 k – izolyatsion materialning xususiyatlari bilan belgilanadigan haroratt koeffitsiyenti

Elektr jihozlarining texnik holati ko'p parametrlil bo'lib, uni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash imkoni mavjud emas. Shu sababli diagnostika amaliyotida texnik holatni baholash uchun o'lchanadigan fizik kattaliklar asosida integral ko'rsatkichlar qo'llaniladi. Podstansiya elektr jihozlari uchun eng ishonchli diagnostik parametrlardan biri-elementlar harorati hisoblanadi.

Harorat rejimi elementning elektr yuklamasi, kontakt holati, issiqlik chiqarish sharoiti va konstruktiv holati haqida bir vaqtning o'zida ma'lumot beradi. Shu bois texnik holatni baholash uchun nisbiy harorat mezoni kiritiladi:

$$K_T = \frac{T_{real}}{T_{norm}} \quad (6)$$

bu erda T_{real} – o'lchangan harorat; T_{norm} – normative harorat

Agar $K_T > 1$ bo'lsa degradatsiya jarayoni mavjud deb baholanadi.

Elektr jihozlarining ishonchiligi ko'p jihatdan izolyatsiya materiallari holatiga bog'liq. Izolyatsiya esa yuqori harorat ta'sirida tez qariydi. Harorat oshishi material strukturasi kimyoviy va mexanik o'zgarishlarni tezlashtiradi.

Bu jarayon ishonchilik nazariyasida Arrenius qonuniga asoslangan eksponensial bog'lanish orqali tavsiflanadi:

$$\lambda(T) = \lambda_0 e^{\beta(T-T_0)} \quad (7)$$

bu erda λ – nosozlik intensivligi; β – material koeffitsiyenti; T_0 – normativ harorat

Haroratning hatto kichik ortishi ham nosozlik ehtimolini eksponensial tarzda oshiradi. Agar harorat har 6–10°C ga oshganda izolyatsiya xizmat muddati taxminan ikki barobar qisqaradi.

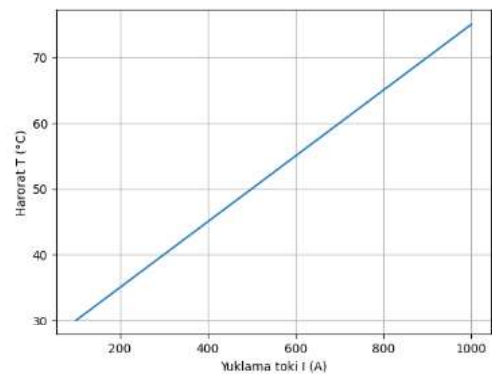
Podstansiya elektr jihozlarida tok o'tkazuvchi elementlar harorati asosan ular orqali o'tayotgan yuklama toki bilan belgilanadi. Tok ortishi o'tkazgich va kontakt ulanishlarda aktiv yo'qotishlarning ortishiga, bu esa harorat ko'tarilishiga olib keladi.

Aktiv quvvat yo'qotishlari quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$P_y = I^2 R \quad (8)$$

bu yerda I – yuklama toki; R – o'tkazgich va kontakt qarshiligi

Normal ekspluatatsiya sharoitida element harorati yuklama tokiga mutanosib ravishda o'zgaradi. Bu holatda issiqlik ajralishi va tashqi muhitga issiqlik chiqarilishi o'rtasida muvozanat saqlanadi. 2-rasmda normal ekspluatatsiya sharoitida yuklama toki ortishi bilan element haroratining deyarli chiziqli qonun asosida o'sishi aks ettirilgan.



2 – rasm. Tok ortishi bilan harorat chiziqli ravishda o'sadi-normal rejim.

Bu holatda harorat o'zgarishi asosan aktiv yo'qotishlar ortishi bilan bog'liq bo'lib, kontakt qarshiligi va issiqlik chiqarish sharoiti o'zgarmas deb qabul qilinadi. Tok kamayganda haroratning me'yoriy qiymatga qaytishi kuzatiladi, bu esa ushbu rejimning xavfsiz va ruxsat etilgan ish holati ekanini ko'rsatadi.

Barqaror holatda element harorati:

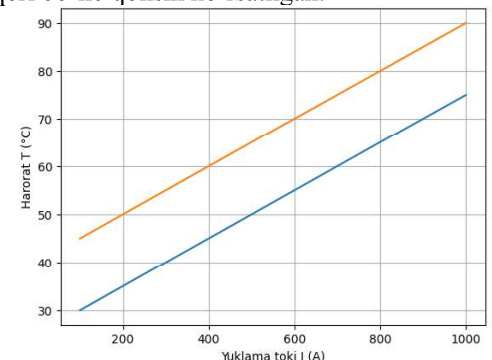
$$T = T_{a.m.} + I^2 \cdot R \cdot R_{is} \quad (8)$$

Bu erda

$T_{a.m.}$ – atrof muhit harorati

R_{is} – issiqlik qarshiligi

3-rasmda bir xil yuklama toki qiymatlarida ham haroratning normal rejimga nisbatan barqaror ravishda yuqori bo'lib qolishi ko'rsatilgan.



3 – rasm. Bir xil tokda ham harorat yuqori bo'lib qolish grafigi.

Bu holat kontakt ulanishlarda qarshilikning ortishi, oksidlanish yoki mexanik bo'shashish kabi degradatsiya jarayonlari mavjudligini bildiradi. Bunday holatda tok qiymati o'zgarmasa ham haroratning pasaymasligi texnik nuqson mavjudligining ishonchli belgisi hisoblanadi va jihozni qo'shimcha diagnostika qilishni talab etadi. Bunda tok ortishi bilan harorat ham mutanosib ravishda oshadi va tok kamayganda harorat qayta me'yoriy holatga qaytishi kuzatiladi. Bu holat rejimli qizish deb yuritiladi va odatda xavfli hisoblanmaydi. Agar kontakt birikmalarda bo'shashish, oksidlanish yoki degradatsiya kuzatilsa, kontakt qarshiligi ortib ketadi:

$$R = R_0 + \Delta R \quad (9)$$

Shunda baraqaror harorat

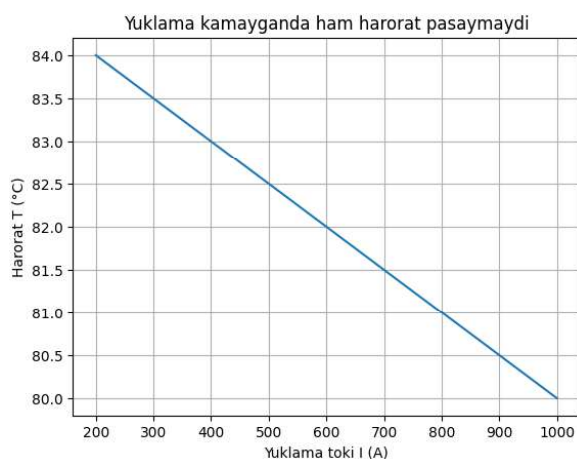
$$T = T_{a.m.} + I^2(R_0 + \Delta R) \cdot R_{is} \quad (10)$$

Bu holatda hatto tok o'zgarmagan taqdirda ham harorat yuqori bo'lib qoladi. Shu bois haroratning normal rejimdan og'ishi texnik nuqson belgisi hisoblanadi.

Nuqsonli holatni aniqlash uchun harorat og'ishi kiritiladi:

$$T = (T_{real} - T_{norm}) \quad (11)$$

4-rasmda yuklama toki kamayishiga qaramasdan element haroratining yuqori qiymatlarda saqlanib qolishi aks ettirilgan.



4 – rasm. Avariya oldi holatida yuklamaning kamayishida ham haroratning tushmaslik grafiki

Ushbu holat issiqlik chiqarish sharoitining keskin yomonlashganini, kontakt qarshiligining ortib ketganini yoki konstruktiv nuqsonlar mavjudligini ko'rsatadi. Bunday rejim avariya oldi holat sifatida baholanadi va zudlik bilan ekspluatatsiya rejimini cheklash yoki ta'mir ishlarini amalga oshirish zarurligini anglatadi.

XULOSA

Mazkur maqolada podstantsiya elektr jihozlarining texnik holatini baholash masalasi issiqlik omillari va harorat mezonlari asosida tahlil qilindi. Tadqiqot natijalarida, elektr jihozlarida haroratning oshishi faqat yuklama tokining ortishi bilan izohlanmaydi, balki kontakt ulanishlarining eskirishi, issiqlik chiqarish sharoitlarining yomonlashuvi hamda konstruktiv nuqsonlar bilan ham bevosita bog'liqligini ko'rsatadi. Shu sababli harorat ko'rsatkichi texnik holatni baholashda muhim diagnostik mezon hisoblanadi. Grafik va jadval tahlillari rejimli hamda nuqsonli qizish holatlarini aniq farqlash imkonini berishini tasdiqladi va bu nisbiy harorat koeffitsiyentidan texnik holatni tezkor baholashda foydalanish mumkinligini ko'rsatdi. Harorat oshishi bilan elektr jihozlar ishonchliligining pasayishi o'rtasidagi bog'lanish Arrenius model orqali asoslandi. Olingan natijalarga tayangan holda podstantsiya elektr jihozlarida harorat monitoringini uzluksiz tashkil etish, haroratning me'yoriy qiymatlardan barqaror og'ishi aniqlanganda rejalashtirilmagan tekshiruv va profilaktik ta'mirlash ishlarini amalga oshirish, shuningdek issiqlik balansi modeli asosida jihozlarning xizmat muddatini prognozlash maqsadga muvofiq deb hisoblanadi.

METHODS FOR ASSESING THE TECHNICAL CONDITION OF SUBSTATION ELECTRICAL EQUIPMENT BASED ON THE INFLUENCE OF THERMAL FACTORS

J.A. Mavlonov, M.K. Sayidov

Navoi State Mining and Technological University, Navoi, Uzbekistan

ABSTRACT

This article considers a diagnostic approach based on thermal factors and temperature criteria for assessing the technical condition of substation electrical equipment. The normal and faulty heating states that occur during the operation of electrical equipment are physically analyzed and their relationship with the load current is studied. The role of temperature as an indicator of technical condition is substantiated, and the possibility of a quick and reliable assessment of the condition of the equipment using the relative temperature indicator is shown. Based on graphical and tabular analysis, criteria for determining normal operating conditions, contact defects, and pre-accident conditions are proposed. The results obtained are of practical importance in improving condition-based technical maintenance systems for electrical equipment.

KEY WORDS

substation electrical equipment; technical condition assessment; thermal factors; temperature criteria; mode heating; defective heating; contact defects; heat balance model; reliability; diagnostics.

REFERENCES:

1. Gonen T. Electric Power Distribution Engineering. — 3rd ed. — Boca Raton: CRC Press, 2014. — 862 p.
2. IEC 60076-2:2011. Power transformers — Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers. — Geneva: International Electrotechnical Commission, 2011. — 74 p.

3. Gonen T. Electric Power Distribution Engineering. — 3rd ed. — Boca Raton: CRC Press, 2014. — 862 p.
4. IEC 60076-2:2011. Power transformers — Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers. — Geneva: International Electrotechnical Commission, 2011. — 74 p.
5. Salnikov M. A. Contact resistance degradation and thermal effects in power equipment // Electric Power Systems Research. — 2019. — Vol. 170. — P. 213–221. — DOI: 10.1016/j.epsr.2019.01.012.
6. IEEE Std 493-2007 (Reaffirmed 2018). IEEE Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems (Gold Book). — New York: IEEE, 2018. — 548 p.
7. J.A. Mavlonov, M.K. Sayidov “Konchilik korxonalarida elektr jihozlarini ta’irlash tizimining ekspluatatsion ishonchliligi va samaradorligini oshirishda uskunaning texnik holatini zamonaviy baholash usullari” Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Buxoro Ilmiy jurnal - №5 2024 30 – 35 betlar.
8. Tovbaev A.N., Mardonov D.Sh., Mamatazimov A.X., Samatova S.S. Analysis of subharmonic oscillations in multi-phase ferroresonance circuits using a mathematical model// Apitech III 2021. Journal of Physics: Conference Series 2094 (2021) 052048 IOP Publishing.
9. Tog‘ayev I.B., Tursunova A.A., Eshmirzayev M.A. Monitoring of overhead power lines.// Problems and scientific solutions. Vol.6, Issue 4, 2022 Australia, Melbourne. 267-271pt.
10. Dorosinsky, A.Yu. Algorithms and methods for determining the error of means simulating electrical signals of sine-cosine rotating transformers / Dorosinsky A.Yu.// XXI century: results of the past and problems of the present: scientific. Penza State Technical University, 2012. No. 6. pp. 42-46.
11. Baldenko D.F., Baldenko F. D., Gnoev A.N. Screw downhole engines (Reference manual). M.: Nedra, 1999. 375 p.
12. Asqar I. Karshibayev, and Zavqiyor I. Jumayev * Expanding the level of forecasting and operational planning of electric consumption at mining enterprise E3S Web of Conferences 417, 03015 (2023) GEOTECH-2023
13. A.I. Karshibayev, Z.I. Jumayev, Sh.Sh. Abdullayev, Konchilik korxonalarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishning zamonaviy usullarini ishlab chiqish // Journal of Advances in Engineering Technology 2022. – C. 39-42.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Mavlonov Jonibek Ashurovich	– Acting Professor, Department of Electric Power Engineering, Navoi State University of Mining and Technologies, 210100, Republic of Uzbekistan, Navoi city, 76B G‘alaba Avenue. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-1682-7339 , e-mail: jonibek_nsmi@gmail.com
Sayidov Muzaffar Karimtoshevich	– Senior Lecturer in Electric Power Engineering, Navoi State University of Mining and Technologies, 210100, Republic of Uzbekistan, Navoi city, 76B G‘alaba Avenue. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7186-084X , e-mail: sayidov2024@mail.ru
