



AVARIYA REJIMLARIDA KICHIK YUKLAMALI ELEKTR TA'MINOTI TIZIMLARINI BARQARORLIGINI NAZORAT QILISH VA BOSHQARISHDA ELEKTR YOYI OPTIK SENSORLARI.

Mirzoyev Narzulla Nuriddinovich¹, Mamatqulov Toyir Chorshanbiyevich²,

*¹Buxoro davlat texnika universiteti; dotsent, ² Buxoro davlat texnika
universiteti; tayanch doktoranti*

ANNOTATSIYA

Podstansiyalarda avariya rejimlarida kichik yuklamali elektr ta'minoti tizimlarini barqarorligini nazorat qilish va boshqarishni avtomatlashtirish bugungi kundagi eng dolzarb muammolardan biridir. Podstansiyadagi ichki taqsimlash qurilmalarida mavjud bo'ladigan elektr yoyining hosil bo'lishi va uni oldini olish masalalari, ularni avtomatlashtirish muammolari va yechimlari haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: avtomatlashtirish, optik sensorlar, aqlli boshqaruv, real vaqtli monitoring, elektr tizimi, avariya rejimlari.

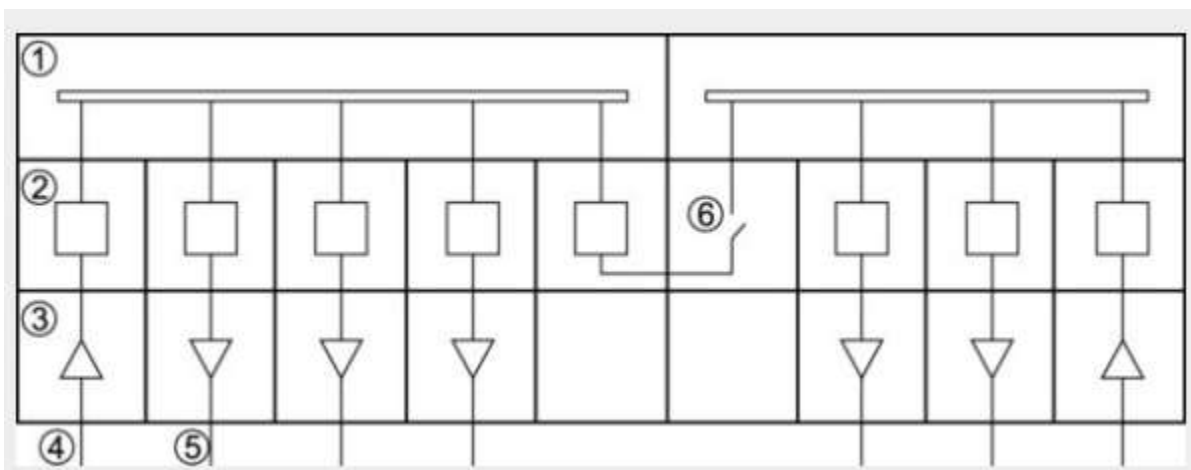
Podstansiyada elektr energiyasini taqsimlash, taqsimlovchi qurilmada amalga oshiriladi. Odatda 6–35 kV tarmoqlarida ichki (KRU) yoki tashqi (KRUN) o'rnatiladigan komplekt taqsimlovchi qurilmalar qo'llaniladi. KRU seksiyasi bir nechta shkaflardan iborat bo'lib, har birida uchta yuqori kuchlanishli bo'lim mavjud.

1. Kabel yig'ish bo'limi – KRU seksiyasiga kirish liniyasi va chiqish fiderlarini ulash uchun xizmat qiladi, shuningdek, unda o'lchov tok transformatorlari joylashadi.



2.Vklyuchatel bo‘limi – unda vklyuchatellar va boshqa yuqori kuchlanishli uskunalar (sug‘urtalar, seksion ajratgichlar, kuchlanish transformatorlari) joylashadi.

3.Shinalar yig‘masi bo‘limi – KRU shkaflarini kuch shinalari yordamida o‘zaro ulash uchun mo‘ljallangan.



1-rasm. KRU sxemasi (ikki transformatorli podstantsiya misolida):

- 1 — shinalar yig‘masi bo‘limi;
- 2 — vkluchatel bo‘limi;
- 3 — kabel yig‘ish bo‘limi;
- 4 — kirish liniyasi;
- 5 — chiqish liniyalari;
- 6 — seksion ajratgich.

Rele himoyasi va avtomatika (RZ) uskunalari, o‘lchov asboblari hamda boshqaruv qurilmalari past kuchlanishli rele bo‘limida joylashgan.

KRU bo‘limlarida sodir bo‘ladigan yoyli qisqa tutashuv ikki o‘tkazgich orasidagi yoki o‘tkazgich bilan “yer” orasidagi izolyatsiya yorib o‘tilishi natijasida yuzaga keladi. Izolyatsiya shikastlanishi kir va namlikning tushishi, hayvonlarning (xususan, kemiruvchilarning) KRU shkaflariga kirib qolishi, xodimlarning xatolari



yoki uskunaning eskirishi tufayli sodir bo'lishi mumkin . Yoyli qisqa tutashuv qanday sabab bilan paydo bo'lmasin, u KRU uchun juda xavfli oqibatlariga olib kelishi mumkin. Elektr yoyining hosil bo'lishi zarba to'liqini va juda katta miqdordagi issiqlik energiyasi ajralishi bilan kechadi; KRUning yopiq tuzilishi tufayli bu holat uskunaning katta qismining shikastlanishiga yoki hatto to'liq vayron bo'lishiga olib kelishi mumkin. Shikastlangan qismlarga elektr energiyasi berilishi to'xtatiladi, seksiyani tiklash esa ko'p vaqt talab qilib, katta xarajatlarni talab qilishi mumkin. Bundan ham muhimrog'i — elektr yoyi avariya sodir bo'lgan joy yaqinida bo'lgan xodimlarning sog'lig'i va hatto hayoti uchun jiddiy xavf tug'diradi. Elektr yoyining paydo bo'lishi yaqin turgan odam uchun og'ir kuyishlar, sochilgan parchalar ta'siridan jarohatlar, shuningdek, elektr yoyining kuchli yorqin chaqnashi tufayli ko'rlik xavfini tug'diradi Hozirgi kunda yoyli qisqa tutashuvlardan himoya qilish samarali tizimlarini (ZDZ) yaratish masalasiga katta e'tibor qaratilmoqda. Zamonaviy tarmoq me'yoriy-texnik hujjatlari 6–35 kV kuchlanishli barcha KRUlarni bunday tizimlar bilan jihozlashni talab qiladi.

ZDZ tizimlarini yaratishda bir nechta yondashuvlar mavjud. Biroq ular haqida gapirishdan avval elektr yoyining yuzaga kelish mexanizmini, uning asosiy xususiyatlarini va materiallarga ta'sirini ko'rib chiqish zarur.

Elektr yoyi-Tok o'tkazuvchi qismlar orasidagi elektr yorilishi odatda katta kuchlanishli elektr maydoni mavjud bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, uning ta'siri ostida o'tkazgich yuzasidan elektronlar ajralib chiqadi. Elektronlar maydon ta'sirida tezlashadi va neytral atomlar bilan to'qnashib, ularni ionlashtiradi. Hosil bo'lgan erkin elektronlar va ionlar metallnikiga yaqin o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan plazma holatida bo'ladi. Bu hodisa yoyli elektr razryadi deb ataladi. Elektr yorug'ligi (yoy) stvolida juda yuqori harorat (bir necha ming daraja Selsiy) hosil bo'ladi. Atrof-muhitga katta miqdorda issiqlik energiyasi ajraladi, bosim keskin oshadi. Shuningdek, elektronlar va atomlarning to'qnashuvi natijasida fotonlar nurlanadi,



shuning uchun elektr yoyi yorqin chaqnash bilan kuzatiladi. Kuchli elektromagnit maydon ta'sirida elektr yoyi stvoli kuch chiziqlari bo'ylab siljishi mumkin, bu esa KRuning yaqin bo'limlarida vayronalarga olib keladi. Yoyning tarqalish tezligi 200 m/s gacha yetishi mumkin.

Muhim jihati shundaki, bu jarayonlarning barchasi soniyaning ulkan kichik ulushida sodir bo'ladi. 1-jadvalda elektr yoyining "uzoq" davom etib yonishi qanday oqibatlarga olib kelishi mumkinligi ko'rsatilgan.

Vaqt, ms	Jarayon	tasir
0	Elektr yoyining paydo bo'lishi —	—
5	Optik nurlanish quvvatining amplitudasi birinchi maksimumga yetadi	Ko'rish qobiliyatiga ta'sir
10	Zarba to'liqini maksimumga yetadi	Uskunalar buzilishi Sochilib ketgan parchalardan jarohatlanish Eshitish qobiliyatiga ta'sir
100	Kabellar uchki qismidagi izolyatsiyaning erishi	Materiallarning buzilishi Toksik gazlarning ajralishi
150	Misning erishi	Yonish

1-jadval. Elektr yoyi uzoq vaqt davomida yonishi natijasida yetkaziladigan zarar

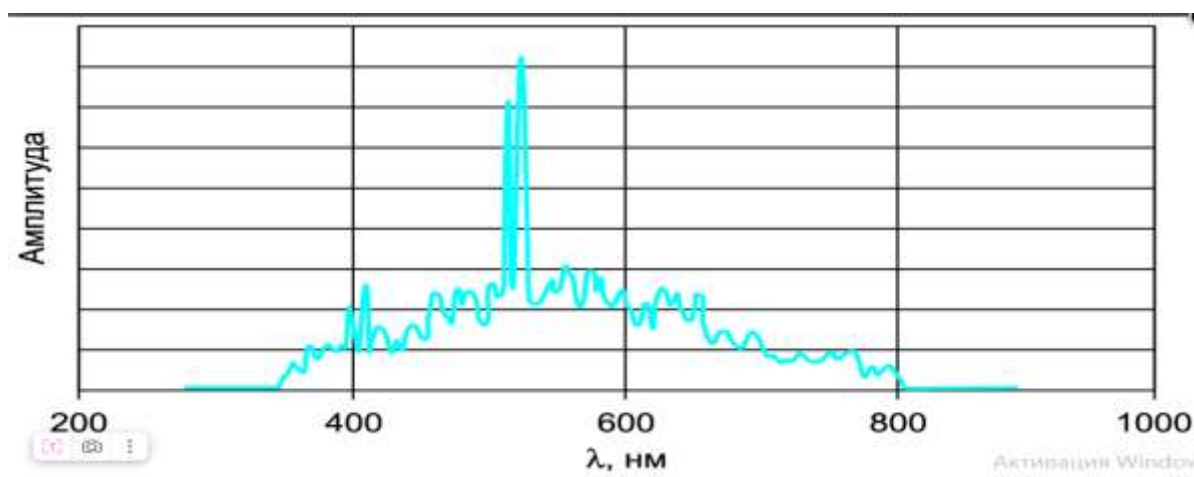
Asosan, ZDZ optik tizimlariga e'tibor qaratilgan bo'lsa-da, elektr yoyi chaqnashi ajratib chiqaradigan optik nurlanishning ba'zi xususiyatlarini ham qayd etamiz:



- optik nurlanish quvvat zichligi 10 kVt/m^2 gacha yetishi mumkin (taqqoslash uchun: Yer yuzasiga yetib keladigan quyosh nuri quvvat zichligi taxminan $0,74 \text{ kVt/m}^2$ ni tashkil qiladi);

- elektr yoyi nurlanishining spektri murakkab shaklga ega bo'lib, har bir holatda o'ziga xosdir, biroq uning katta qismi 300 dan 800 nm gacha bo'lgan to'liq uzunliklari oralig'ida jamlangani aniqlangan (2-rasm)

- quvvat amplitudasining vaqtga bog'liqligi periodik xarakterga ega bo'lib, tebranishlar chastotasi tarmoq kuchlanishining ikki karra chastotasiga teng (50 Gts tarmoqqa mos ravishda 100 Gts); bu jarayonda amplituda keng chegaralarda o'zgarishi mumkin.



2-rasm. Amplitudaning elektr yoyi nurlanishiga bog'liqlik grafigi.

ZDZ tizimlari-Elektr yoyi qisqa tutashuvining oqibatlariga qarshi kurashish usullaridan biri — KRU konstruksiyalarini modernizatsiya qilish, xususan, bo'limlar orasida yoyi qarshiligi yuqori bo'lgan to'siqlarni ishlatishdir. Bunday himoya passiv deb ataladi. Biroq, ayniqsa bir necha yil oldin ishga tushirilgan KRUlarda, faol ZDZ ham muhim rol o'ynaydi. Faol ZDZ deb, elektr yoyi paydo bo'lishining dastlabki bosqichida uni aniqlash va shikastlangan tarmoqlarni o'z vaqtida uzib qo'yish imkonini beruvchi qurilmalar majmui tushuniladi.



ZDZ tizimlariga bir qator talablar qo'yiladi, ulardan quyidagilari muhim hisoblanadi:

- **Tezkorlik.** Yuqorida ko'rsatilganidek, elektr yoyiga qarshi kurashishda eng muhim omil — vaqt. Normativlarga muvofiq, yoy paydo bo'lishidan tok uzgich ishlashigacha bo'lgan umumiy vaqt 200 ms dan oshmasligi kerak. Biroq, shuncha qisqa vaqt ichida ham yoy sezilarli zarar yetkazishi mumkin. Shu sababli ZDZ ish vaqti iloji boricha qisqartirilishi lozim.
- **Selektivlik (tanlab ishlash).** Selektivlik tizimning faqat shikastlangan energiya segmentini o'chirish qobiliyati degani bo'lib, elektr ta'minotidagi uzilishlarni minimallashtirishga xizmat qiladi. Buning uchun elektr yoyining qayerda paydo bo'lganini imkon qadar aniq aniqlash zarur.
- **Sezgirlik.** Himoya tizimi hatto minimal avariyaaviy parametrlar mavjud bo'lganda ham ishga tushishi kerak.
- **Ishonchlilik.** Yoyi himoya tizimining muhim xususiyati — ishlashda nosozliklar va noto'g'ri ishga tushishlarning yo'qligi.

ZDZ tizimi ishlashi elektr yoyi qisqa tutashuvi bilan bog'liq jarayonlarni tahlil qilish va tegishli parametrlarni nazorat qilishga asoslangan.

Elektr yoyini aniqlash usullarini ikki turga ajratish mumkin:

1. **To'g'ridan-to'g'ri usullar.** Bu usullar elektr yoyining o'ziga xos belgilarini, masalan, yorug'lik impulsini, shovqin, magnit maydon yoki ionizatsiya hodisalarini o'lchashga asoslanadi. Ular yoyning paydo bo'lishining dastlabki bosqichida tezkor aniqlash imkonini beradi.
2. **Bilvosita (indirekt) usullar.** Bu usullar tarmoq parametrlaridagi o'zgarishlarni, masalan, tok yoki kuchlanishdagi tebranishlarni, qisqa



tutashuv oqimini yoki boshqa xarakteristikalarini kuzatish orqali yoyni aniqlaydi. Ular aniq joylashuvni aniqlash uchun qo'llanadi va selektivlikni ta'minlashga yordam beradi.

Birinchi guruh nazorat usullari orasida eng keng tarqalgan usul — tok yoki kuchlanish amplitudasini nazorat qilishdir. Eng sodda holatda bu funksiyani RZ (himoya va avtomatika qurilmalari) bajaradi, masalan, maksimal tok himoyasi (MTZ), tok differensial himoyasi va “shina mantiqiy himoyasi” (LZSh). Differensial himoya va LZSh ZDZ tizimlarida keng qo'llanilmagan, asosan ular “o'lik zona”ga ega bo'lgani sababli — bu tok o'lchash transformatorlari va kabel yig'ish bo'limlari bo'lib, ular shikastlanish ehtimoli eng yuqori bo'lgan joylar hisoblanadi. MTZ esa har doim ma'lum vaqt kechikishiga ega bo'ladi, bu vaqt, asosan, shikastlanish joyiga yaqinroq joylashgan boshqa shunga o'xshash himoyalarning avvalroq ishga tushishiga imkon berish uchun belgilanadi. Barcha RZ tizimlarining kamchiligi shundaki, elektr yoyi qisqa tutashuvining mavjudligi belgilarini faqat ichki KZlarda emas, balki tashqi KZlarda ham, shuningdek, ba'zi ekspluatatsion ish rejimlarida ham kuzatish mumkin. Shu bilan birga, MTZ ZDZ tizimlarida keng qo'llanilgan, chunki u sodda, ishonchli va arzon. Bundan tashqari, KRUlarning katta qismi allaqachon MTZ tizimlari bilan jihozlangan. Biroq, faqat MTZ elektr yoyi qisqa tutashuviga qarshi yetarli emas, chunki u yetarli darajada selektivlik va tezkorlikka ega emas. Samarali ZDZ tizimini yaratishning asosiy printsipti, amaliyotda keng qo'llanadigan usul, MTZning ish faoliyatini tezlashtirishdir. Buning uchun elektr yoyi bilan bog'liq hodisalarning parametrlarini nazorat qiluvchi aniqlash tizimlaridan (ya'ni, ikkinchi guruh parametrlar) foydalaniladi.

2-jadvalda turli belgilar orqali elektr yoyi qisqa tutashuvining paydo bo'lishiga javob beradigan ba'zi tizimlarning qisqacha tavsifi keltirilgan.



2-jadval. Elektr yoyi sensorlarini solishtirish.

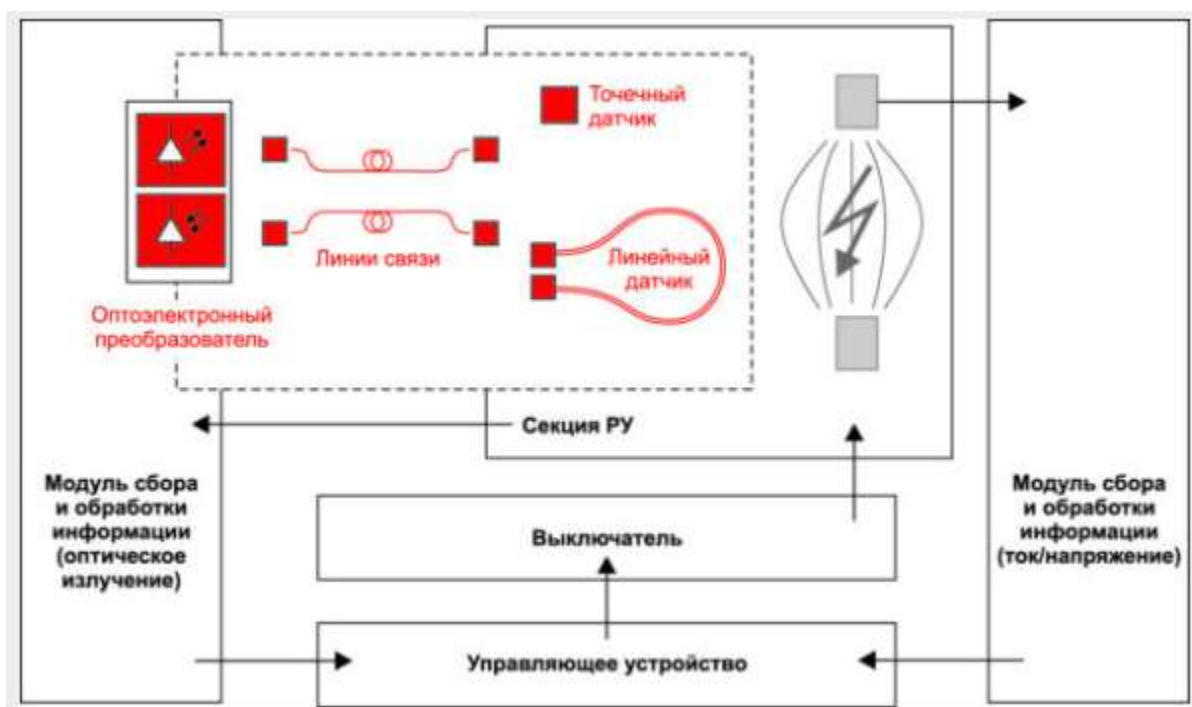
Datchik nomi	Klapanli [8,10]	Haroratli [2]	Antennali [8,11]	Optik [1,8,12]
Nazorat qilinadigan parametr	Bosim	Harorat	O'tkazuvchanlik (ionlanish darajasi)	Optik nurlanish quvvati
Ishlash prinsipi	Bosim oshishi kontaktlari zaiflashtirilgan klapaning ochilishiga olib keladi	Termodatchik harorat oshishiga javob beradi	Yoy plazmasi po'lat sterjenga tortiladi, unga tok transformatori ulangan	Elektr yoyidan chiqadigan optik nurlanish qayd etiladi
Afzalliklari	Sodda tuzilish, past narx	Yoy energiyasining bir qismi issiqlikka aylanadi	Bitta antennali datchikni bir nechta bo'limlardan o'tkazish mumkin	Juda yuqori tezkorlik
Kamchiliklari	Ma'lum bosim qiymati talab etiladi, reaksiya yoyning oqibatlariga bo'ladi	Qurilmaning murakkabligi, datchik QT joyiga yaqin o'rnatiladi	Datchik QT joyiga yaqin joylashtirilishi lozim	Soxta ishga tushish xavfi

Elektr yoyi aniqlashning mavjud texnologiyalari va ularning amaliy qo'llanilish tajribasi tahlili shuni ko'rsatdiki, eng istiqbolli yondashuv — tok amplitudasi (MTZ) va optik nurlanish (optik sensor) ga javob beradigan ZDZ tizimlarini loyihalashdir. Umuman olganda, bunday himoya ishlash prinsipi quyidagicha: KRU bo'limlarida optik nurlanishni ushlaydigan elementlar joylashtiriladi. Fotopriyomchi optik signalni elektr signaliga aylantiradi va uni boshqaruv qurilmasiga uzatadi. Zamonaviy optik sensorlarning ishga tushish vaqti bir necha millisekunddan o'nlab millisekundlargacha bo'ladi. Boshqaruv qurilmasi



shuningdek, MTZ tok o'lchov transformatorlaridan kelgan signalni ham qayta ishlaydi. MTZ signalini shakllantirishning tipik vaqti 30–50 ms ni tashkil qiladi. Agar ikkala qiymat ham belgilangan chegaradan oshsa, boshqaruv qurilmasi elektr yoyi qisqa tutashuvi joyini aniqlaydi va tegishli tok uzgichlarni ishga tushirish signali hosil qiladi, bu esa elektr yoyining keyingi tarqalishini oldini oladi.

Bunday ZDZ tizimining blok-sxemasi 3-rasmda ko'rsatilgan. Bundan tashqari, optik sensor signalining mavjudligida tizim shikastlangan tarmoq segmentida avtomatik qayta yoqishni (АПВ) va zaxira avtomatik yoqishni (ABP) taqiqlaydi.



3-rasm.MTZ va optik sensorga asoslangan ZDZ tizimining blok sxemasi.

Elektr yoyi optik sensori-Zamonaviy ZDZ tizimlarida ikki turdagi optik sensorlar ishlatiladi, ular o'rnatish usuliga ko'ra farqlanadi.

Birinchi holatda, yarimo'tkazgichli fotosensor (fotodiod, fotorezistor, fototransistor, fototiristor) bevosita KRU bo'limiga o'rnatiladi. Bunday konstruktsiyaning kamchiligi shundaki, elektron komponentlar va aloqa chiziqlari



ishchi zonada joylashadi va shuning uchun kuchli elektromagnit shovqin ta'siriga duchor bo'ladi. Bu noxush ta'sirlarni bartaraf etish uchun optik sensorni boshqa usulda ham amalga oshirish mumkin: KRU bo'limiga optik nurlanishni ushlaydigan passiv element o'rnatiladi, barcha optoelektron qismi esa RY shkafi tashqarisiga chiqariladi (3-rasm). Signalni yig'uvchi elementdan fotopriyomchiga uzatish optik tolali kabel orqali amalga oshiriladi, u elektromagnit shovqin ta'siriga duchor bo'lmaydi. Bunday qurilmalar **tolali-optik sensorlar (TOC)** deb ataladi. Optik nurlanishni ushlash linza asosidagi qurilma yoki shaffof qobiqdagi optik tolali kesim orqali amalga oshiriladi. Fotodatchiklar va linzali TOClar shuningdek **nuqta sensori** deb ataladi, chunki ular optik nurlanishni cheklangan burchak oralig'ida qayd etadi. Yig'uvchi tolali TOClar nurlanishni tolali yuzasi bo'ylab butun uzunlikda ushlaydi, shuning uchun ular **chiziqli sensorlar** deb ataladi. Bitta chiziqli sensor bir vaqtning o'zida bir nechta KRU bo'limlariga yoki shkaflariga o'rnatilishi mumkin. Nuqta va chiziqli sensorlarning har biri o'zining afzalliklari va kamchiliklariga ega (3-jadval).

3-jadval. Nuqta va chiziqli sensorlarni solishtirish.

Taqqoslanadigan parametr	Chiziqli datchik	Nuqtaviy datchik
Soyalanish xavfi	yo'q	bor
Sezgirlik	nuqtaviy datchikka nisbatan past	yuqori
Bir nechta bo'limlarda ishlash imkoniyati	bor	yo'q
Elektr yoyining paydo bo'lish joyini aniqlash aniqligi	past	yuqori

Nuqta fotosensorlari bir qator ZDZ tizimlarida qo'llanilgan, masalan: ZDZ-01 (IC "Bresler"), "Foton" (NPC "Mironomika"), BSSDZ-01 va BSSDZ-03 (ZAO "Promelektronika"). Ko'pchilik mahalliy va xorijiy korxonalar, optik ZDZ



tizimlarini ishlab chiqishda, nuqta va chiziqli tolali-optik sensorlarni (TOC) ishlatadi, ba'zi hollarda esa ikkala yondashuvni birlashtiradi. Xorijiy ishlab chiqarilgan optik ZDZ tizimlaridan quyidagilarni ajratish mumkin: REA (ABB, Germaniya), DEHNShort (Dehn, Germaniya), ARCON (Eaton, Irlandiya), PGR-8800 (Littelfuse, AQSh), VAMP (Schneider Electric, Frantsiya). Rossiyada optik ZDZ tizimlari quyidagi qurilmalar bilan taqdim etilgan: "OVOD" (OOO NPP "PROEL"), FVIP-S (FGUP VNIIA nomi N. L. Dukhova), "Orion-DZ" (ZAO "RADIUS Avtomatika"), DUGA-MT (OOO "NTsT "Mekhanotronika"), "ETYUD" (OOO "MPP "Energotexnika"), RS40-ARK, PD-01, PD-02 (OOO "RZA SISTEMZ"), UDZ 00 "Raduga-PS" (OOO "TERMA-ENERGO") va boshqalar.

Tolali-optik sensor (TOC)ni ishlab chiqishda bir nechta jihatlarni hisobga olish zarur:

1. **TOC turini tanlash.** Nuqta va chiziqli sensorlarning har biri o'z afzalliklari va kamchiliklariga ega bo'lib, yoyi himoya tizimlarida qo'llanishi mumkin. Ko'pincha ikkala turdagi sensorlarni birgalikda ishlatish maqsadga muvofiq hisoblanadi.
2. **Yig'uvchi elementni tanlash.** Linzali TOC optik nurlanishni yetarlicha keng burchak oralig'ida ushlashi kerak. Chiziqli TOCning samaradorligi ko'pincha yig'uvchi tolasi xususiyatlariga bog'liq. Odatda, yirik o'tkazuvchi yadrosi bo'lgan tolalar ishlatiladi, masalan, plastik (POF) yoki HCS-tola.
3. **Yig'uvchi elementlarning joylashuvi.** KRUNing elektr yoyi qisqa tutashuvi paydo bo'lishi mumkin bo'lgan barcha qismlari nazorat qilinishini ta'minlash zarur.
4. **Fotopriyomchini tanlash.** Ishlatiladigan fotopriyomchining spektral xususiyatlari chaqnash spektrini qamrab olishi kerak. Fotopriyomchi shuningdek yetarli darajada signal sezgirligiga ega bo'lishi lozim.



5. **Ishlash qobiliyatini diagnostika qilish.** Doimiy ishlashni tekshirish ishlamaydigan sensorlarni o'z vaqtida aniqlash imkonini beradi. Buni fotopriyomchiga maxsus o'rnatilgan uzatuvchi orqali sinov signalini davriy yuborish orqali amalga oshirish mumkin.

6. **Chegara qiymatlarini sozlash.** Qurilma elektr yoyi sabab bo'lgan signalni sinov signalidan va boshqa yorug'lik manbalarining nurlanishidan ajrata olishi kerak.

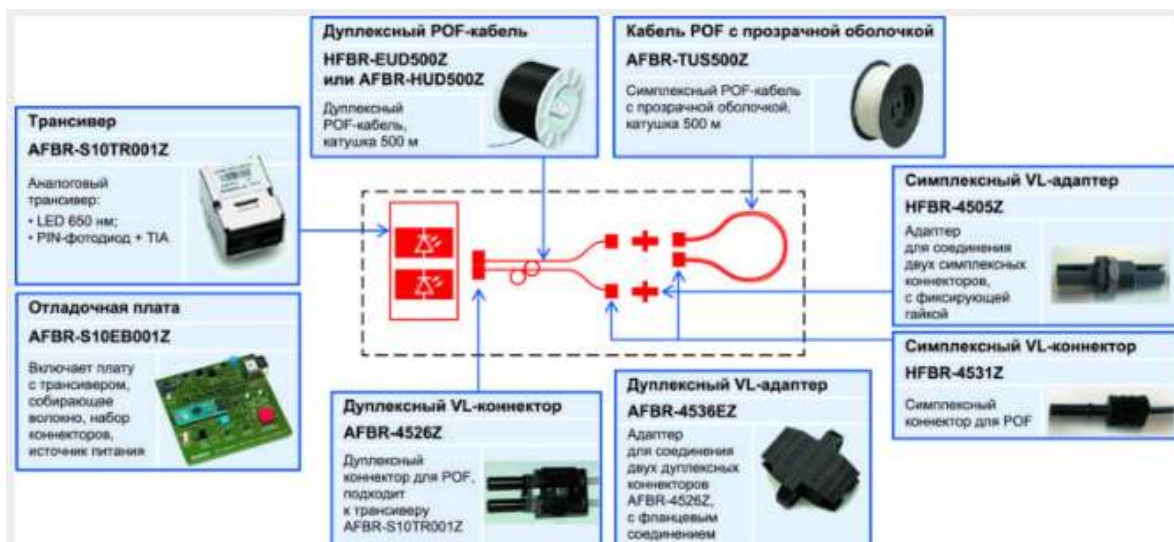
7. **Tezkorlik.** ZDZ ishga tushish vaqti aniqlash qurilmalarining (MTZ va optik sensor) ishga tushish vaqti hamda tok uzgich ishga tushish vaqtidan iborat. Muhim omil — optik sensorning o'z ishga tushish vaqti.

8. **Avago Technologies kompaniyasining chiziqli tolali-optik sensori**

(Zayd etish: 2016 yil 1 fevralda Avago Technologies Limited Broadcom Corporation kompaniyasini sotib olish bo'yicha shartnomani yakunlaganini e'lon qildi. Birlashtirilgan kompaniya Broadcom Limited nomini oldi.)

9. ZDZ tizimlarini takomillashtirish doimiy ravishda davom etmoqda, yangi optik sensorlarni yaratish bo'yicha ishlar olib borilmoqda. Shu sohadagi oxirgi ishlanmalaridan biri — Avago Technologies komponentlariga asoslangan chiziqli tolali-optik sensor (4-rasm).

Avago Technologies kompaniyasining chiziqli tolali-optik sensori (Zayd etish: 2016 yil 1 fevralda Avago Technologies Limited Broadcom Corporation kompaniyasini sotib olish bo'yicha shartnomani yakunlaganini e'lon qildi. Birlashtirilgan kompaniya Broadcom Limited nomini oldi.) ZDZ tizimlarini takomillashtirish doimiy ravishda davom etmoqda, yangi optik sensorlarni yaratish bo'yicha ishlar olib borilmoqda. Shu sohadagi oxirgi ishlanmalaridan biri — Avago Technologies komponentlariga asoslangan chiziqli tolali-optik sensor (4-rasm)

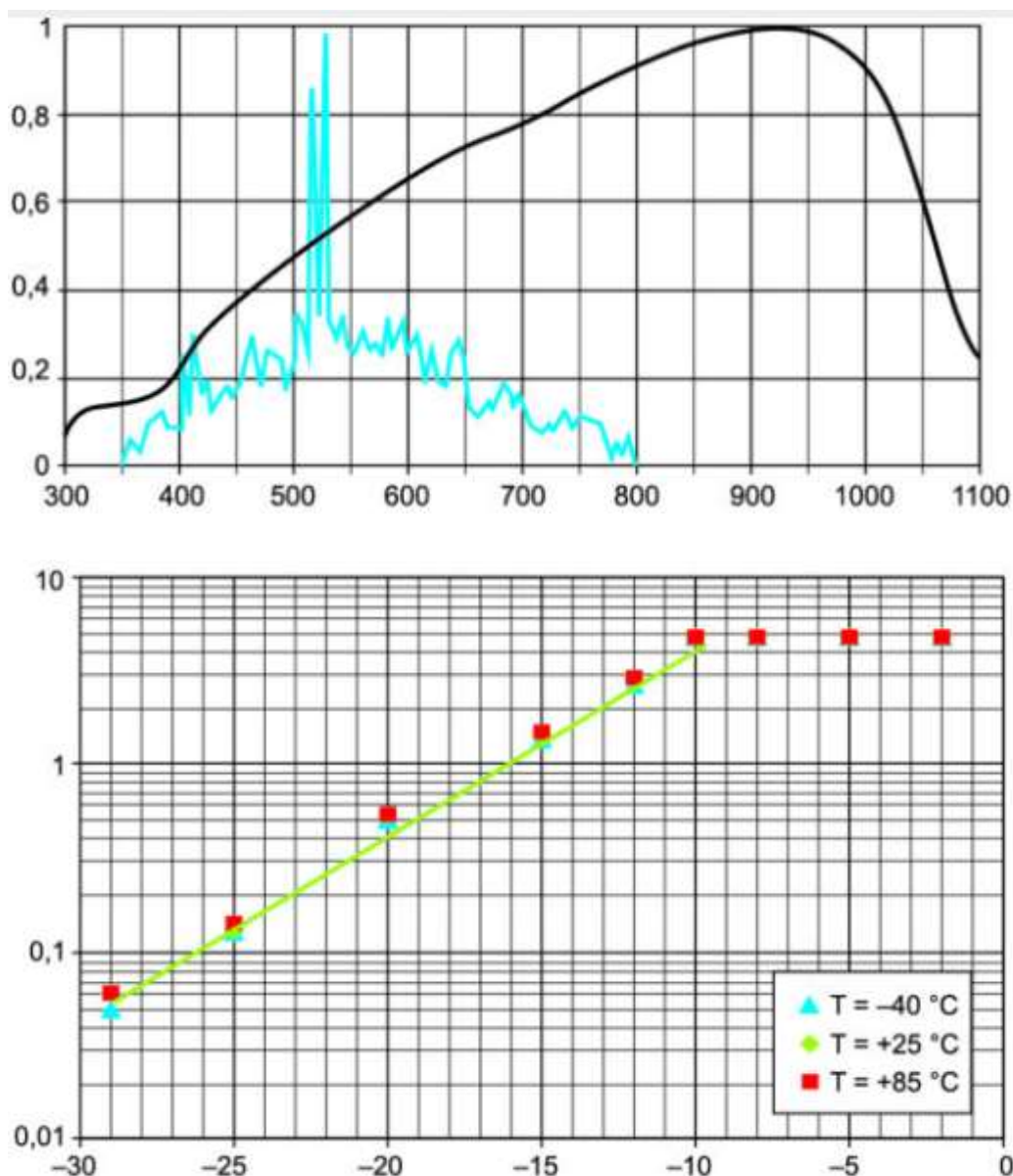


4-rasm. Avago Technologies komponentlariga asoslangan chiziqli tolali-optik sensor.

Tizimning asosiy komponenti — shaffof olovga chidamli qoplamaga ega plastik optik tola (POF) AFBR-TUS500Z. Tolaning katta sonli aperturasi ($NA = 0,48$) uning yuzasiga tushadigan yorug'likning katta qismini ushlab qolishga yordam beradi. Elektr yoyi nurlanishini optoelektron tarzda aylantirish va tolani butligini tekshirish AFBR-S10TR001Z analog optik transiver (qabul-uzatgich) yordamida amalga oshiriladi. Transiverning uzatuvchi qismi LED (yorituvchi diod)ni o'z ichiga oladi, u test signali (Avago terminologiyasida Heartbeat-signali)ni uzatish uchun xizmat qiladi. Heartbeat-signali optik tola orqali o'tadi va fotopriyomchiga yetib boradi. LEDning nurlanish to'liq uzunligi (650 nm) POF tolada minimal zaiflashishga mos keladi. Uzatuvchi ichida ichki drayver yo'qligi sababli ishlab chiquvchi Heartbeat-signali parametrlarini mustaqil belgilay oladi. Transiverning qabul qiluvchi qismi PIN-fotodiod va transimpedansli kuchaytirgich (TIA) dan tashkil topgan mikrosxema hisoblanadi. Fotodiodning spektral sezgirliги elektr yoyining spektrini to'liq qamrab oladi, bu esa ishonchli ishlashni ta'minlaydi (5a-rasm). Mikrosxema optik nurlanish quvvatiga chiziqli bog'liq analog elektr signalini hosil qiladi, bu -10 dBm gacha ta'sir qiladi (5b-rasm). -10 dBm dan yuqori quvvatlarda fotopriyomchi to'yinganlikka erishadi. Biroq, elektr yoyini aniqlashda



muhim bo'lgan narsa signal amplitudasi bo'lib, uning shakli emas, shuning uchun ko'rib chiqilayotgan sensor optik quvvat darajalari -10 dBm dan yuqori bo'lsa ham xatosiz ishlaydi. Chiqish signalining ko'tarilish vaqti 40 ns ni tashkil qiladi.



5-rasm.Fotodetektorning xususiyatlari:

a)fotodiyodning spectral xarakteristikasi;b)chiqish signali amplitudasining optik nurlanish kuchiga bog'liqligi.



Yig'uvchi tolali segment transiverga shaffof bo'lmagan olovga chidamli qoplamaga ega POF-kabel yordamida ulanadi. Tizimning barcha komponentlari **Versatile Link** («universal ulanish») seriyasidagi konnektorlar va ulash rozetkalari orqali birlashtiriladi. **Versatile Link** komponentlari POF asosidagi sanoat aloqa liniyalarini ishlab chiquvchilar orasida uzoq vaqtdan beri mashhur bo'lib, buning sababi — ularning jozibali narxi, yuqori ishonchliligi va oson o'rnatilishi hisoblanadi. Elektr yoyi sensorini yaratish uchun Avago komponentlari to'plamining imkoniyatlarini sinash maqsadida **AFBR-S10EB001Z** ishlab chiqish to'plami chiqariladi. Avago komponentlariga asoslangan chiziqli tolali-optik sensor yangi ZDZ tizimlarini yaratish uchun juda mos keladi, chunki u yuqori tezkorlik, ishlashning soddaligi, ishonchlilik va komponentlarning nisbatan arzonligi bilan ajralib turadi.

Xulosa

ZDZ tizimlarini ishlab chiqishda katta yutuqlarga erishilganiga qaramay, elektr stansiyalarini ekspluatatsiya qilishda elektr yoyi qisqa tutashuvlari hanuz jiddiy muammo bo'lib qolmoqda. Shu sababli, yangi ZDZ tizimlarini loyihalash va mavjudlarini modernizatsiya qilish masalasi bugungi kunda ham dolzarb hisoblanadi. Hozirgi paytda KRUni elektr yoyi ta'siridan himoya qilish tizimlarini yaratishda, Avago komponentlariga asoslangan tolali-optik sensorlarni o'z ichiga olgan tizimlar eng samarali yechimlardan biri sifatida qaraladi.

Adabiyotlar:

1. *Fiber Optic Sensor Systems for Arc Flash Detection.*
docs.avagotech.com/docs/AV02-4503EN/ (havola yo'qolgan)

2. Nagay V.I. **Relye himoyasi tarmoq filial stansiyalari uchun.** Moskva: Energo-Atomizdat, 2002.



3. Baturin S. **Sanoat korxonalarida elektr xavfsizligi. Arkdan himoya tizimi.** // Avtomatlashtirish va IT energetikada. 2013. № 1.
4. GOST 14693-90 **Metall qobiqdagi, 10 kV gacha kuchlanishli, hermetik bo'lmagan taqsimlash qurilmalari. Umumiy texnik shartlar.**
5. STO 56947007-29.240.10.028-2009 **35–750 kV yuqori kuchlanishli o'tkazish stansiyalari loyihalash standartlari (NTP PS). OAO "FSK EES" standarti.**
6. RD 34.20.501-95 **Rossiya Federatsiyasidagi elektr stansiyalari va tarmoqlarini texnik ekspluatatsiya qilish qoidalari.**
7. Rozhkova L.D., Kozulin V.S. **Stansiyalar va podstansiyalar uchun elektr uskunalari: Texnikumlar uchun darslik / 3-chi nashr, qayta ishlangan va to'ldirilgan.** Moskva: Energoatomizdat, 1987.
8. Nagay V.I. **Tezkor harakat qiluvchi ark himoyalari KRU. Hozirgi holati va takomillashtirish yo'llari.** // Elektr texnikasi yangiliklari. 2003. № 5.
9. Shabad M.A. **Maksimal tokli himoya.** Leningrad: Energoatomizdat, 1991.
10. **Hayot huquqiga ega bo'lgan barcha turdagi ark himoyalari.** // Elektr texnikasi yangiliklari. 2001. № 4.
11. Gurevich V.I. **6–10 kV taqsimlash qurilmalarida ark himoyasini qurish prinsipi.** // Energetika va elektrifikatsiya. № 3.